

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS**

**RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO: ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE
OFERTA DE ÁGUA SUBTERÂNEA AO SETOR INDUSTRIAL DE CRICIÚMA (SC)**

Franciele Anselmo Ferreira

Criciúma, SC

2009

Franciele Anselmo Ferreira

RECURSOS HÍDRICOS E DESENVOLVIMENTO: ANÁLISE DAS CONDIÇÕES DE OFERTA DE ÁGUA SUBTERÂNEA AO SETOR INDUSTRIAL DE CRICIÚMA (SC)

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense para a obtenção do Grau de Mestre em Ciências Ambientais

Área de Concentração: Ecologia e Gestão de Ambientes Alterados

Orientador:

Prof. Dr. Gilberto Montibeller Filho

Criciúma, SC

2009

FRANCIELE ANSELMO FERREIRA

Recursos hídricos e desenvolvimento: análise das condições de oferta dos recursos hídricos ao setor industrial de criciúma (SC)

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, da Universidade do Extremo Sul Catarinense para obtenção do Grau de Mestre em Ciências Ambientais.

Área de concentração: Ecologia e Gestão de Ambientes Alterados

BANCA EXAMINADORA

Gilberto Montibeller Filho (Orientador)
Doutor em Ciências Humanas (Interdisciplinar) – UNESC

Antônio Sílvio Jornada Krebs (Titular)
Doutor em Geografia – CPRM

Álvaro José Back (Titular)
Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental– UNESC

Dedico esta, bem como todas as minhas demais conquistas, a minha amada mãe (Vilma), meus irmãos (Marcos, Max, Tatiana e Juliana), meus cunhados (João e Lídia) e meus dois preciosos sobrinhos (Maicon e Marina), apoio, ajuda e todo suporte para cumprir mais essa jornada.

AGRADECIMENTOS

Quero agradecer, em primeiro lugar, a Deus, pela força e coragem durante toda esta longa caminhada. A todos os professores que me acompanharam durante a pós-graduação.

Aos meus amigos Prof. Dr. Eduardo de Oliveira Nosse e Prof. Dr. Antonio Silvio Jornada Krebs que sempre me auxiliaram nas horas mais difíceis do meu trabalho.

“Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao poder público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações”.

BRASIL. Constituição Federal. Art. 225.

RESUMO

O município de Criciúma, situado ao sul do estado de Santa Catarina, tem vivenciado, historicamente, um processo acelerado de degradação ambiental decorrente da extração e do beneficiamento do carvão mineral, responsáveis pelo desenvolvimento de outras atividades econômicas como a cerâmica, a metalurgia, o comércio e serviços em geral. O desenvolvimento trouxe consigo consequências ambientais negativas: recursos hídricos superficiais comprometidos qualitativamente, solo agredido com a deposição de rejeitos de carvão e o ar igualmente poluído. O presente estudo objetiva analisar as condições de oferta de água as indústrias de Criciúma/SC. O estudo foi realizado por meio de uma pesquisa bibliográfica na qual levantou-se dados que mostram a qualidade dos recursos hídricos superficiais, a utilização das águas subterrâneas para o uso industrial e a disponibilidade atual de abastecimento da CASAN das águas provenientes da barragem do rio São Bento. Apresentou-se uma análise comparativa de custo por m³ consumido pelo setor industrial da água fornecida pela companhia de abastecimento público (CASAN) e do valor por m³ bombeado do sistema de captação de água subterrânea. Verificou-se a importância que representam as águas subterrâneas ao município de Criciúma/SC para o desenvolvimento industrial e a qualidade de vida da população e constatou-se a necessidade da adoção de medidas imediatas para a proteção destas. Tal estudo almeja despertar a conscientização dos proprietários de sistemas de captação de águas subterrâneas, da população e do poder público municipal para a elaboração de leis e programa de gerenciamento das águas subterrâneas para garantir a conservação dos recursos hídricos subterrânea.

Palavras-chave: Águas Subterrâneas, Gerenciamento e Desenvolvimento

ABSTRACT

Criciúma is a city located in the south of Santa Catarina state. Historically, an accelerated process of environmental degradation has been observed in this city, because of the extraction and processing of coal, which are responsible for the development of other economical activities, such as ceramics, metallurgy, services and trading. This development brought negative environmental consequences: superficial water resources highly damaged, agressed soil with pyrite tailings deposition and polluted air. This study aims to analyze the conditions of offering water to industries of Criciúma. The study was conducted through bibliographical research; data showed the quality of superficial water resources, the use of subterraneous water to industrial application and the real availability CASAN's supply of the water from São Bento river barrage. It was done a comparative analysis of m^3 consumed by industries of the water provided by the public water supply company (CASAN) and the value by m^3 from the subterraneous water catch system. It was verified the importance of the subterraneous water to the city of Criciúma towards the industrial development and to life quality of population. It is necessary to adopt immediate actions to protect that water. This study also intends to advise the subterraneous water catch systems' owners, inhabitants and public authorities to organize laws and a managing subterraneous water program to guarantee the conservation of the subterraneous water resources.

Keywords: subterraneous water; managing; developing

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Localização geográfica da região Sul de Santa Catarina destacando as bacias hidrográficas dos rios Araranguá, Urussanga e o município de Criciúma	20
Figura 2: As três principais bacias de SC	38
Figura 3: Mapa hidrográfico indicativo da qualidade dos recursos hídricos do estado de Santa Catarina.	39
Figura 4: Vista da barragem do rio São Bento, município de Siderópolis/SC	40
Figura 5: Inter-relacionamento das etapas e atividades de reconhecimento, desenvolvimento, exploração, planejamento e gestão.	62
Figura 6: Sistema de gestão de recursos hídricos do Brasil	63
Figura 7: Mapa de Santa Catarina, identificando por cor as dez regiões hidrográficas “RH”.	66
Figura 8: Diagrama da proposta da metodologia para realização do diagnóstico ambiental como subsídio ao gerenciamento das águas subterrâneas no município de Criciúma	69
Figura 9: Estrutura preliminar que deverá contemplar as entidades que participarão efetivamente das discussões e elaboração da proposta de gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos. (CGASC – Comissão de Gerenciamento das Águas Subterrâneas de Criciúma)	70
Figura 10: Diagrama unifilar dos principais pontos de monitoramento da bacia do rio Araranguá	76
Figura 11: Diagrama unifilar dos principais pontos de monitoramento da bacia do rio Urussanga	77
Figura 12: Aspecto das margens do rio Sangão. Observa-se a deposição de rejeitos do beneficiamento de carvão nas duas margens, e a água comprometida apresenta coloração vermelho-laranja, decorrente da alta concentração de íons Fe^{+3} . Localidade de Santa Augusta, município de Criciúma - SC.	79
Figura 13: Foto aérea da localidade de Rio Maina, município de Criciúma-SC (2001/ 1:8.000). Nota-se que o rio Sangão corta uma área de	81

beneficiamento de carvão e disposição de rejeitos; novamente fica evidenciado o comprometimento da água pela coloração característica vermelho-laranja, decorrente da alta concentração de íons Fe^{+3}

Figura 14: Qualidade das águas superficiais do município de Criciúma	83
Figura 15: Mapa representando a classificação das condições do uso de água Segundo Resolução 20 do CONAMA	84
Figura 16: Comportamento das concentrações de alguns parâmetros analisados nas águas dos poços amostrados no município de Criciúma	87
Figura 17: Distribuição do percentual de água consumida no mês de março de 2009, pelos municípios abastecidos pela barragem do Rio São Bento através da CASAN	93
Figura 18: Distribuição percentual do consumo de água proveniente da CASAN, por setor no município de Criciúma, no mês de março de 2009	95

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1 - Critérios de avaliação da qualidade dos recursos hídricos de Santa Catarina	39
Tabela 1 - Uso de água por setores nos Continentes – ano 2000	41
Tabela 2 - Volume mínimo de água necessário para produzir 1 quilo de alimento – 2000	43
Tabela 3 - Distribuição relativa percentual do uso da água no setor da agricultura nos continentes no ano de 2000	44
Tabela 4 – Consumo de água para uso industrial	46
Tabela 5 - Atividades das indústrias do município de Criciúma	51
Quadro 2 - Níveis de degradação e especificações definidas para efluentes líquidos:	53
Quadro 3 - Níveis de degradação e especificações definidos para emissões atmosféricas	53
Quadro 4 - Níveis de degradação e especificações definidos para resíduos sólidos	54
Quadro 5 - Classificação das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental localizadas no município de Criciúma.	55
Tabela 6 - Dimensionamento da rede de amostragem	73
Tabela 7 - Incremento na concentração de sulfatos, ferro total e alumínio, em mg/L, em águas superficiais e a variação nos valores de pH, em função das atividades de mineração do carvão no rio Sangão e no município de Criciúma, SC.	80
Tabela 8 - Características físico-químicas e microbiológicas das águas subterrâneas nos pontos analisados – município de Criciúma, SC	85
Tabela 9 - Características físico-químicas e microbiológicas das águas subterrâneas nos pontos analisados – município de Criciúma, SC	86
Tabela 10 - Principais informações cadastrais dos poços tubulares do município de Criciúma	89
Tabela 11 - Informações cadastrais dos poços tubulares para uso industrial do município de Criciúma	90

Tabela 12 – Número de ligações no mês de março de 2009, dos municípios abastecidos pela CASAN proveniente da barragem do Rio São Bento	92
Tabela 13 - Consumo por m ³ /março de 2009, por Municípios abastecidos pela CASAN	93
Tabela 14 - Número de ligações por setor do Município de Criciúma	94
Tabela 15 - Consumo em m ³ por setor do Município de Criciúma	94
Tabela 16 - Estrutura Tarifária – Tarifa Industrial	97
Tabela 17 - Estrutura Tarifária – Tarifa Industrial	97
Tabela 18 - Cálculo do valor por m ³ de água bombeada em relação ao consumo energético (KW/h) cobrado pela CELESC	98
Tabela 19 – Comparativo dos custos de abastecimento de água m ³ CASAN X m ³ bombeamento de poço (cadastramento de poços, Nosse, 2005)	104
Quadro 6 – Simulação do 1 ° cálculo: poço x CASAN	99
Quadro 7 – Simulação do 2 ° cálculo: poço (com as recomendações) x CASAN	102

LISTA DE SIGLAS

ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

ANA - Agencia Nacional de águas

ART - Anotação de Responsabilidade Técnica

CASAN – Companhia Catarinense de Água e Saneamento

CECRISA – Cerâmica Criciúma S. A

CESACA - Cerâmica Santa Catarina Ltda

CETESB - Companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado

CREA - Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

COSEMA - Conselho Superior de Meio Ambiente

DAEE - Departamento de Águas e Energia Elétrica

DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio

DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral

DAM - Drenagem Acida de Mina

ETA - Estação de Tratamento de água

ETE - Estação de Tratamento de Efluentes

FATMA - Fundação do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina

GTA - Grupo Técnico de Assessoramento

GPS - Global Positioning System

HAB. - Habitante

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INCEDE - Indústria de Cerâmicos Decorados

INCOPIISO - Indústria Cerâmica de Piso SA

INPISA - Indústria de Piso SA

JICA - Japan International Cooperation Agency

LAP - Licença Ambiental Prévia

LAI – Licença Ambiental Instalação

LAO - Licença Ambiental Operação

MECRIL - Metalúrgica Criciúma Ltda

MPF - Ministério Público Federal

NE - Nível Estático

ND - Nível Dinâmico

O.T.A. - Office of Technology Assessment of the U.S. Congress

ONU - Organizações Nações Unidas

PME - Plano de Mobilização Energética

POPs - Poluentes Orgânicos Persistentes

PMC – Prefeitura Municipal de Criciúma

SATC - Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina

SIDESA - Siderúrgica Criciúma S.A.

SIECESC - Sindicato da Indústria de Extração de Carvão do Estado de Santa Catarina

RH – Recursos Hídricos

UNESC - Universidade do Extremo Sul Catarinense

UNISUL - Universidade do Sul de Santa Catarina

UTM - Universal Transverse Mercator

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	16
1.1 Objetivos	18
1.1.1 Objetivo geral	18
1.1.2 Objetivos específicos	18
2 METODOLOGIA	19
2.1 Caracterização da área de estudo	19
2.2 Análise dos dados obtidos	21
3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	23
3.1 Fontes de recursos hídricos	23
3.1.1 Recursos hídricos subterrâneos	24
3.1.2 Principais problemas de contaminação da água subterrânea	26
3.1.2.1 Contaminação por esgotos	28
3.1.2.2 Contaminação por resíduos sólidos	29
3.1.2.3 Contaminação e impactos da agricultura	30
3.1.2.4 Contaminação por exploração desordenada dos recursos hídricos subterrâneos	31
3.1.3 Recursos hídricos e desenvolvimento econômico	32
3.2 Ofertas hídricas	34
3.2.1 Oferta hídrica do mundo	35
3.2.2 Oferta hídrica no Brasil	36
3.2.3 Oferta hídrica no Estado de Santa Catarina	37
3.3 Demanda dos recursos hídricos	41
3.3.1 Demanda dos recursos hídricos para uso doméstico	42
3.3.2 Demanda dos recursos hídricos para produção de alimentos	43
3.3.3 Demanda dos recursos hídricos para geração de energia	44
3.3.4 Demanda dos recursos hídricos para uso industrial	45
4 DESENVOLVIMENTOS IND. NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA	48
4.1 Carvão	48
4.2 Cerâmica	49
4.3 Metal mecânico	50

4.4 Vestuário	50
4.5 Plástico	51
4.6 Panorama atual da indústria no município de Criciúma	51
5 GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS	57
5.1 Proposta de gerenciamento das águas subterrâneas no município de Criciúma criada por Nosse (2005)	67
6 RECURSOS HÍDRICOS NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA: LEVANTAMENTO E RESULTADO DE PESQUISA	72
6.1 Estudos da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, realizados nos últimos 15 anos	72
6.1.1 Recursos hídricos superficiais	73
6.1.1.1 Rio Criciúma	78
6.1.1.2 Rio Maina e Rio Sangão	78
6.1.1.3 Rio Linha Anta e rio Ronco D'Água	82
6.1.1.4 Córrego Quarta Linha e Eldorado	82
6.1.2 Recursos hídricos subterrâneos	84
6.2 Informações disponíveis das captações de recursos hídricos subterrâneos para fins industriais no município de Criciúma dos últimos 10 anos	88
6.3 Disponibilidade de abastecimento de água pela CASAN	92
6.4 Análises comparativas de custo de recursos hídricos subterrâneos x recursos hídricos superficiais	96
6.5 Estratégias de ações que se enquadram para o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos no município de Criciúma	106
6.5.1 Licenciamento de poços de captação de recursos hídricos subterrâneos	108
6.5.2 Construção de poços de captação de recursos hídricos subterrâneos	112
7 CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	115
REFERÊNCIAS	117

1 INTRODUÇÃO

Criciúma tem registrado em sua história uma relação importante entre o aproveitamento de um recurso natural não renovável (carvão) para seu crescimento econômico. Outras atividades econômicas importantes destacam-se no município tais como: indústrias nos setores de plástico; cerâmico; metal-mecânico; químico; têxtil; confecção; entre outras.

Essa intensa exploração pelo carvão aliado às demais atividades econômicas, deixaram os recursos hídricos superficiais comprometidos e enquadraram o município de Criciúma como área crítica nacional para efeito de controle de poluição.

Devido ao comprometimento dos recursos hídricos superficiais na década de 1980 a cidade enfrentou sérios problemas de falta de água. Em épocas de estiagem, o abastecimento era feito de forma que um ou mais bairros da cidade não eram atendidos pelo sistema. Este problema de abastecimento obrigou empresas a procurarem a captação de águas subterrâneas, construído seus poços sem critério técnico, com a ausência de controle nos aspectos qualitativos. Em um cadastro realizado por Nosse (2005) nos 236 km² correspondentes à área do município de Criciúma, identificou-se que 71,43% dos poços cadastrados são para uso industrial.

A crescente importância das águas subterrâneas para abastecimento industrial atualmente, decorre, em parte, dos custos cada vez mais altos de captação, tratamento e de outros fatores limitantes da utilização das águas dos rios. Devido ao crescimento desordenado das demandas e/ou a progressiva degradação da sua qualidade, normalmente quando os efluentes e/ou resíduos domésticos e industriais são dispostos no ambiente sem tratamento ou de forma inadequada.

A utilização da água subterrânea para fins de abastecimento industrial vem crescendo em escala acentuada, causando preocupação. Esta preocupação está associada ao fato de que o aumento do uso deste recurso está se dando de forma desordenada, podendo provocar danos de caráter irreversível para o aquífero.

As águas subterrâneas, quando adequadamente captadas, são de regra geral naturalmente potável. Em outras palavras, elas podem ser consumidas sem necessidade de serem submetidas aos onerosos processos de tratamento, indispensáveis no caso da captação da água de um rio, lago ou represas. Por sua vez, face à grande capacidade dos processos físico-geoquímicos de atenuação dos impactos e a lentidão de sua propagação no subsolo, a

utilização do manancial subterrâneo propicia uma maior flexibilidade de gerenciamento proativo, isto é, que se antecipa aos problemas engendrados pelo agente poluidor do solo/subsolo. Estas características do manancial subterrâneo são importantes à medida que os rios e outros corpos de águas superficiais estão seriamente degradados pelo lançamento da maior parte dos esgotos domésticos, efluentes industriais e drenagem de mina sem tratamento.

Apesar de seus mais de 60 anos, o Código Brasileiro de Águas ainda é considerado pela Doutrina Jurídica como um dos textos modelares do Direito Positivo Brasileiro. Contudo, os seus dispositivos de disciplinamento do uso das águas subterrâneas nunca foram, efetivamente, aplicados, resultando no extrativismo privado e público não controlado, ainda vigente. Como resultado, qualquer indústria, condomínio, indivíduo pode perfurar um poço na sua propriedade sem nenhum controle federal, estadual ou municipal e, freqüentemente, sem tecnologia apropriada. Em consequência, o risco de contaminação, interferência ou de sobre-extração de água dos aquíferos é latente.

Em consequência, a maior parte da água, em geral, e da água subterrânea, em particular, utilizada no Brasil ainda é considerada por todos um bem livre, isto é, sem valor econômico. A grande exceção é representada pelas águas engarrafadas, eventualmente minerais ou apenas de mesa, cujos valores de mercado superam até mesmo os subprodutos do petróleo.

As discussões sobre a água, sua disponibilidade e seu importante papel no desenvolvimento estão mostrando a necessidade de mudanças imediatas no planejamento dos recursos hídricos. Atualmente existe percepção de que o desenvolvimento e a proteção ao meio ambiente não são excludentes ao contrário, a nova percepção recomenda ações e comportamentos que estejam baseados no equilíbrio entre o homem e a natureza.

A gestão e o gerenciamento vêm com o princípio que deve-se utilizar a melhor maneira possível as disponibilidades hídricas, viabilizadas pela oferta, evitando assim a utilização de água de forma não controlada e improvisada, que resulta em freqüentes problemas de interferência entre poços, redução dos fluxos de base dos rios, impactos em áreas encharcadas ou pantanais e redução das descargas de fontes ou nascentes. Além disso, os poços construídos, operados e abandonados sem tecnologia adequada, devido à falta de controle e fiscalização das esferas Federal, Estaduais e Municipais, acabam transformando-se em verdadeiros focos de poluição das águas subterrâneas. (PACHECO; REBOUÇAS, 1982 apud REBOUÇAS et al., 2002).

O principal fator que influenciou na escolha do tema para este trabalho foi o desafio da contribuição ao conhecimento de um tema pouco conhecido e difundido na área de estudo.

Mostrar a necessidade de se promover com mais agilidade a gestão e gerenciamento dos recursos hídricos, com maior participação da população do poder público e principalmente do setor industrial. Já que o principal incentivo da adoção dos sistemas de captação de água subterrânea para o abastecimento industrial é a disponibilidade hídrica e redução do custo de produção. E garantir a preservação, qualidade de vida, sustentabilidade, e o desenvolvimento econômico do município de Criciúma/SC.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

A partir da consideração da relação do desenvolvimento econômico com recursos hídricos, analisar as condições de oferta de água às indústrias de Criciúma/SC.

1.1.2 Objetivos específicos:

- Realizar um levantamento bibliográfico, mostrando a necessidade de água para o setor industrial e para a população, que acompanha os processos de desenvolvimento em geral, e as fontes de recursos hídricos utilizados;
- Levantamento de informações acerca das captações de água subterrâneas e da qualidade das águas para fins industriais no município de Criciúma;
- Avaliar comparativamente os custos de captação de água subterrânea e o preço da água fornecida pela CASAN, como forma de verificar o eventual impacto da indisponibilidade das águas subterrâneas para as indústrias no município de Criciúma;
- Analisar as propostas de gerenciamento dos recursos hídricos, tendo em vista a sua disponibilidade para o setor industrial e definir estratégias de ações que se enquadrem na complexidade ambiental do município de Criciúma.

2 METODOLOGIA

Essa pesquisa é de natureza bibliográfica. Segundo Leopardi (2002), uma pesquisa bibliográfica consiste numa análise de publicações para reconhecer a frequência, regularidade, tipos, assuntos examinados e métodos empregados em textos. A principal vantagem de uma pesquisa bibliográfica está no fato de permitir ao investigador a cobertura de uma gama de fenômenos muito mais ampla do que aquela que poderia pesquisar diretamente.

Lakatos e Marconi (2003) descrevem a pesquisa bibliográfica como uma investigação realizada em documentos ou fontes secundárias, contemplando toda bibliografia já publicada em relação ao tema de estudo, desde revistas, boletins, jornais, livros, teses, dissertações, material cartográfico, entre outros. Segundo eles, a finalidade da pesquisa bibliográfica é propiciar o exame do tema exposto sob um novo enfoque chegando a conclusões diferenciadas daquelas até então escritas.

2.1 Caracterizações da área de estudo

Criciúma está localizada no Sul do estado de Santa Catarina, distanciado, através da BR-101, 188 km de Florianópolis e 285 km de Porto Alegre (figura 1). Possui uma área aproximada de 236 km² e uma população de 185.506 habitantes. A região apresenta um clima úmido mesotérmico, com temperatura média em torno de 19,2°C e precipitação pluviométrica anual de 1.475mm significam clima ameno, chuvas regulares o que propicia boas condições para vida humana e para as atividades econômicas, em geral (IBGE, 2008).

Situa-se na Região Carbonífera do Sul do estado de Santa Catarina e seu território pertence, quase que na sua totalidade, à bacia hidrográfica do rio Araranguá; uma pequena porção abrange a bacia do rio Urussanga.

A bacia do rio Araranguá apresenta uma área de drenagem de 3.020 km², densidade de drenagem de 1,95 km/km² e vazão média de 40 m³/s. Na bacia do Urussanga estes dados são bem inferiores, drenando uma área de 580 km², apresentando densidade de drenagem de 1,83 km/km² e vazão média de 2 m³/s (NOSSE, 2005).

O município possui diversificado parque industrial, com destaque para o setor cerâmico, constituindo-se no maior produtor nacional de pisos e azulejos. A indústria do

vestuário também ocupa lugar de destaque, de forma que Criciúma é atualmente a maior produtora de roupas em tecido plano do Estado.

Outras atividades econômicas importantes no município relacionam-se à agropecuária, indústrias nos setores de plástico, metal-mecânico, químico, mineração de carvão entre outras, além de amplo setor de serviço, inclusive de elevada qualificação educacional; saúde.

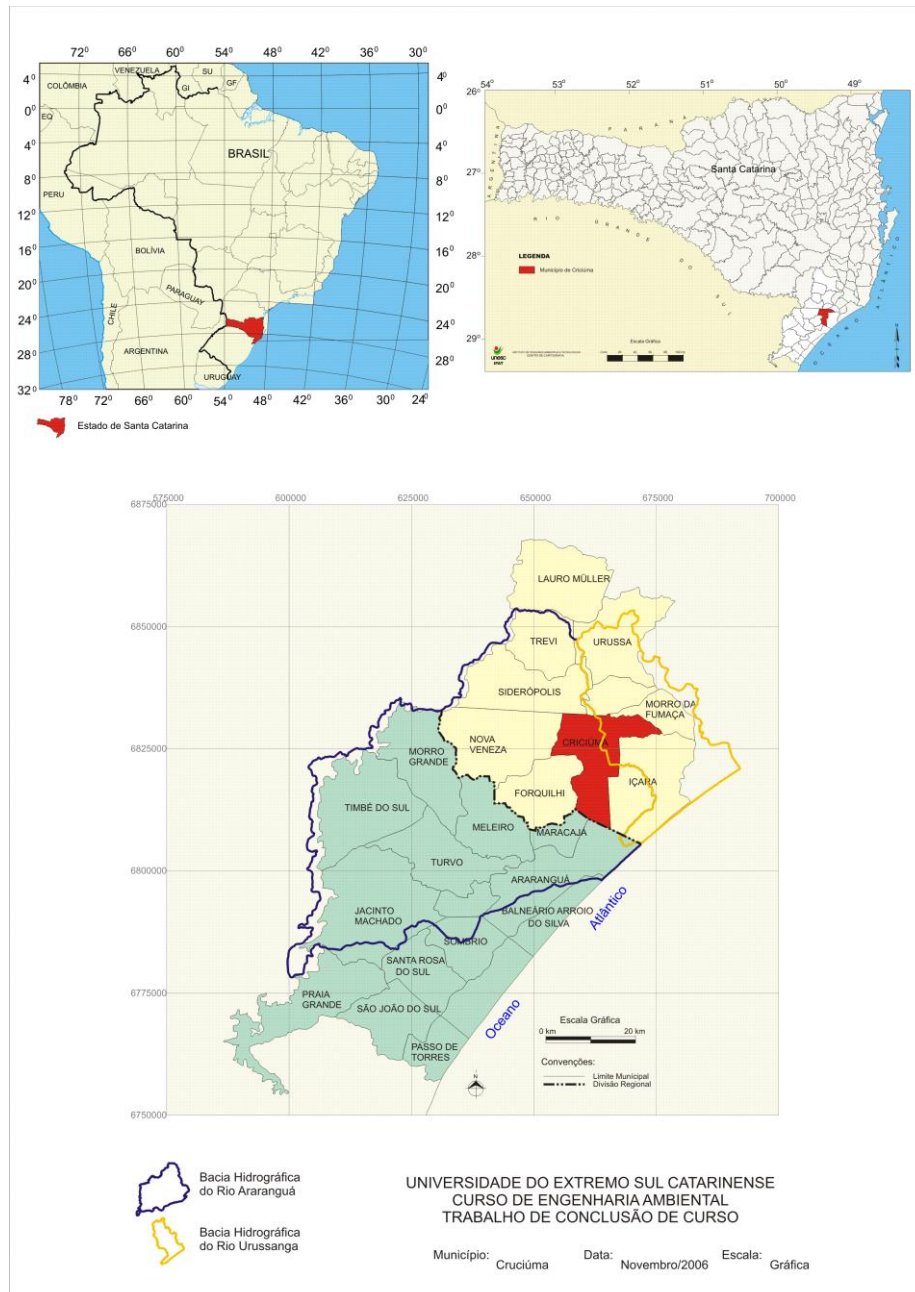


Figura 1: Localização geográfica da região Sul de Santa Catarina destacando as bacias hidrográficas dos rios Araranguá, Urussanga e o município de Criciúma.

Fonte: Ferreira (2006).

2.2 Análises dos dados obtidos

Inicialmente realizou-se um levantamento bibliográfico sobre a necessidade da água para o setor industrial e para população. Para isso foi feita uma descrição sobre a utilização da água e a relação entre oferta e demanda no mundo, no Brasil e Santa Catarina. Foram apontadas as fontes de recursos hídricos e os setores que mais as utilizam, dando ênfase para a importância das águas subterrâneas para a manutenção da vida e de todo o desenvolvimento econômico. Também foram apontadas as principais consequências geradas pelo desenvolvimento econômico para os recursos hídricos a partir da revolução industrial.

Nessa fase, analisaram-se vários trabalhos referentes aos estudos das questões ambientais. Alguns desses estudos constituem subsídios essenciais para o desenvolvimento e embasamento do tema dessa pesquisa, como o Programa de Informações Básicas para a Gestão Territorial de Santa Catarina (PROGESC) da CPRM e UNESCO, com suas publicações de diferentes autores, a saber: Alexandre; Krebs (1995); Krebs; Nosse (1998), Alexandre (2000) e Krebs (2004), Nosse (2005) e (SANTA CATARINA, 1997).

Os dados coletados foram categorizados de modo a possibilitar a avaliação das generalizações obtidas com as informações dos estudos realizados.

Para o levantamento de informações acerca das captações de água subterrânea e da qualidade das águas para fins industriais no município de Criciúma, foi efetuado um levantamento junto a Prefeitura municipal ao setor tributário para saber a quantidade de indústrias instaladas no município atualmente. Tais dados foram cruzados com as informações da CASAN a respeito do número de ligações existentes de indústrias.

Em relação à qualidade da água foi realizado um levantamento junto a UNESCO, CPRM, teses de doutorados e um monitoramento feito pelo GTA em 2008 para o Ministério Público sobre a qualidade das águas do município de Criciúma. Além disso, foram arroladas as principais atividades econômicas e as fontes de poluição mais significativas no município.

A avaliação comparativa dos custos de captação de água subterrânea com o preço da água fornecida pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN), como forma de verificar o eventual impacto econômico da indisponibilidade das águas subterrâneas para as indústrias no município de Criciúma. Foi contemplado nessa pesquisa por levantamento de custo para saber o valor cobrado por m³ para utilizar água bombeada do poço e o valor de consumo por m³ cobrado pela CASAN, utilizando dados da CELESC, CASAN, orçamento para construção de poço e uma ficha técnica de um dos poços cadastrados por Nosse (2005)

no município de Criciúma. Também foi realizada uma projeção em termos de abastecimento no caso de uma eventual indisponibilidade de águas subterrâneas para o setor industrial e um deslocamento dessa demanda para a CASAN. Nesse sentido, foi realizado um levantamento na CASAN, dos municípios que utilizam água da barragem do Rio São Bento para saber o consumo e quanto a CASAN seria capaz de suportar além deles, em termos de abastecimento.

Para o cumprimento do quarto objetivo específico foi realizado um levantamento sobre gestão e gerenciamento, apresentando um programa de gerenciamento elaborado por Nosse (2005) para o município de Criciúma. Além disso, foram definidas algumas estratégias que se enquadram para o gerenciamento do município de Criciúma por meio do entrecruzamento das normas de elaboração de poços subterrâneos da ABNT com um trabalho elaborado por Santa Catarina (2002) e foram sugeridos a serem seguidos os passos para o licenciamento ambiental de acordo com a instrução normativa 13 da FATMA.

3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Fontes de recursos hídricos

A água existente no planeta está em contínuo movimento cíclico entre as reservas sólidas, líquidas e gasosas. Obviamente a fase que mais interessa ao homem é a fase líquida, tanto para satisfazer suas necessidades secundárias quanto para atender suas necessidades pessoais, já que 60% a 70% do peso de um ser humano, em média, é constituído por moléculas de água, assim como é essencial para todos os outros organismos, animais e vegetais.

Os processos que permitem a circulação cíclica da água são: evaporação, transpiração, precipitação, escoamento superficial, infiltração e escoamento subterrâneo.

A precipitação, ao atingir o solo, escoam superficialmente até atingir os corpos d'água ou infiltra até lençol freático. A água, interceptada pela vegetação e outros seres vivos, retorna ao estado gasoso através da evapotranspiração. A água retorna ao mar através do escoamento superficial pelos rios, do escoamento subterrâneo pela descarga dos aquíferos na interface água doce/água e salgada e, também, através da própria precipitação sobre a área dos oceanos.

O homem dispõe de duas fontes de recursos hídricos para o abastecimento:

- As águas de superfície, que incluem lagos, cursos de água, áreas de drenagem que fazem convergir à água para reservatórios de retenção, além de todos os meios de captação e contenção das águas pluviais;
- As águas subterrâneas, que incluem os aquíferos, são todas as águas que ocorrem no subsolo nos poros, fissuras, fraturas e outros espaços vazios de dimensões milimétricas das rochas.

Estes recursos hídricos podem ser utilizados de diversas maneiras, atendendo a várias necessidades simultaneamente. Assim, são muito importantes não só do ponto de vista econômico, mas também do ponto de vista do abastecimento, em função da crescente escassez da oferta de água diante da demanda cada vez mais crescente.

Atualmente, há uma preocupação maior com a água, pois sabe-se que é um recurso finito qualitativamente e que seu tratamento ou a recuperação de lagos, rios e represas exigem custos cada vez mais elevados.

3.1.1 Recursos hídricos subterrâneos

O Decreto nº 32.955 (1991) Artigo 6º são adotadas as seguintes definições:

I - águas subterrâneas: águas que ocorrem natural ou artificialmente no subsolo, de forma suscetível de extração e utilização pelo homem;

II - aquífero ou depósito natural de águas subterrâneas: solo, rocha ou sedimento permeáveis, capazes de fornecer água subterrânea, natural ou artificialmente captada;

III - aquífero confinado: aquele situado entre duas camadas confinantes, contendo água com pressão suficiente para elevá-la acima do seu topo ou da superfície do solo;

IV - aquífero de rochas fraturadas: aquele no qual a água circula por fraturas e fendas;

V - poço ou obra de captação: qualquer obra, sistema, processo, artefato ou sua combinação, empregados pelo homem com o fim principal ou incidental de extrair água subterrânea;

VI - poço jorrante ou artesiano: poço perfurado em aquífero cujo nível de água eleva-se acima da superfície do solo;

VII - poço tubular: poço de diâmetro reduzido, perfurado com equipamento especializado;

A denominação “águas subterrâneas” para as águas do subsolo foi atribuída a partir da década de 60, quando o enfoque do assunto evoluiu para uma análise mais ampla das suas condições de uso e proteção. (REBOUÇAS, 2002).

Água subterrânea é uma solução diluída de inúmeros elementos e compostos sólidos, líquidos ou gasosos em proporções diversas, provenientes do ar, dos solos e das rochas e do contato com as atividades humanas. (MANOEL FILHO, 1997).

Boa parte da água subterrânea existente na Terra tem origem no ciclo hidrológico. O ciclo é controlado, no solo e subsolo, pela ação da gravidade, pelo tipo e densidade da cobertura vegetal e na atmosfera e superfícies líquidas (rios, lagos, oceanos e mares) pelos elementos e fatores climáticos, que são os responsáveis pela circulação da água dos oceanos para atmosfera.

Essa água que vai para baixo da superfície do terreno, contida no solo e nas formações geológicas, é dividida verticalmente em duas zonas horizontais: “zona saturada, situa-se abaixo da superfície freática, nela todos os vazios existentes no terreno são

preenchidos por água. Zona não saturada, zona de aeração, situa-se entre a superfície freática e as superfícies do terreno, nela os poros estão parcialmente preenchidas por gases e por água”. (FEITOSA; MANOEL, 1997, p.19).

Devemos levar em conta que dos aspectos bacteriológico e químico a qualidade das águas subterrâneas, em geral, é muito melhor que a das águas superficiais, dispensando, na maioria dos aquíferos captados, qualquer tratamento. Exceto os casos de águas subterrâneas em regiões semiáridas, zonas costeiras e aquíferos rasos nas áreas altamente urbanizadas.

Aquífero é uma formação geológica, formada por rochas permeáveis seja pela porosidade granular ou pela porosidade de fissuras, capaz de armazenar e transmitir quantidades significativas dessa de água. O aquífero pode ser de variados tamanhos. Eles podem ter extensão de poucos km² a milhares de km². Quando a unidade aquífera é formada por mais de uma formação geológica, com características hidrogeologias semelhantes, podemos chamá-la de sistema aquífero. (FEITOSA; MANOEL, 1997, p.22).

O aquífero pode ser confinado, “também chamado sob pressão, é o aquífero no qual a pressão da água no topo é maior do que a pressão atmosfera” e aquífero suspenso é um caso especial de aquífero livre “formado sobre uma camada impermeável ou semipermeável de extensão limitada e situada entre a superfície freática regional e o nível do terreno”. (FEITOSA; MANOEL, 1997, p. 23).

De acordo com a hidrogeologia clássica, as águas subsuperficiais formam três zonas hídricas distintas:

- **Zona das raízes ou da água do solo** (faixa penetrada pelas raízes das plantas): a água, em geral, ocorre num estado inferior ao da saturação. Representa um cinturão de umidade onde as plantas se desenvolvem.
- **Zona vadosa ou intermediária ou da água de retenção da zona não saturada**: compõe-se das águas gravitacional (água que percola para baixo sob influência da gravidade), pelicular (água sem movimento, retida por forças higroscópicas e capilares) e capilar (água que existe nos vazios entre os grãos do solo).
- **Zona saturada ou da água de percolação**: onde todos os interstícios do solo e/ou fraturas das formações geológicas são preenchidos por água. O nível superior é denominado nível de água e varia de forma sazonal, anual, trimestral etc. As águas fluem no subsolo até que o lençol de água intercepta a superfície e a água tornam-se fonte, rio, pântano ou lago.

A percepção de que as águas destas três zonas estão ligadas pelos processos hidrológicos de recarga e transporte, assim como pelos mecanismos hidro e biogeoquímicos

de transformação da qualidade, conduziu ao termo água subterrânea para designar, em um conceito atual, a totalidade das águas do subsolo, embora os volumes estocados na zona saturada sejam os maiores. (REBOUÇAS et al., 2002).

3.1.2 Principais problemas de contaminação da água subterrânea

A vulnerabilidade de um aquífero refere-se ao seu grau de proteção natural às possíveis ameaças de contaminação potencial, e depende das características litológicas e hidrogeológicas dos estratos que o separam da fonte de contaminação (geralmente superficial), e dos gradientes hidráulicos que determinam os fluxos e o transporte das substâncias contaminantes através dos sucessivos estratos de dentro do aquífero. (SCUDINO, 1992).

As fontes de poluição podem ser designadas segundo o critério adotado nos Estados Unidos pelo Office of Technology Assessment of the U.S. Congress (O.T.A.), que identificou 33 fontes conhecidas de contaminação da água no solo relacionadas a problemas de poluição das águas subterrâneas, agrupando-as em seis categorias, com base na natureza de suas descargas. (CANTER et al, 1988):

Categoria I - Fontes relacionadas com substâncias originárias de descargas diversas:

- Percolações de subsuperfície: tanques sépticos e fossas sanitárias;
- Poços de injeção: resíduos perigosos e não perigosos, como de salmouras e drenagens diversas; e substâncias primárias (recuperação dos níveis d'água, recarga artificial, soluções de minerações, transportadas e in situ); e
- Adubação: águas residuais (irrigação do tipo “spray”) e águas residuais geradas por produtos e/ou insumos (lodos); resíduos perigosos, nocivos, e não perigosos.

Categoria II - Fontes relacionadas com armazenamento, tratamento e/ou disposição de substâncias diversas; descargas não planejadas:

- Aterros diversos: resíduos industriais perigosos e não perigosos; resíduos de aterros sanitários municipais;
- Monturos de lixo e despejos a céu aberto, incluindo lixões e despejos ilegais;

- Disposições de resíduos residenciais (ou locais);
- Barramentos/açudes ou tanques de superfície: resíduos perigosos e não perigosos;
- Resíduos de refugos minérios;
- Resíduos de pilhas de materiais industriais, perigosos e não perigosos;
- Matérias primas diversas estocadas (não residuais);
- Cemitérios públicos e sítios de sepultamento de animais;
- Tanques de armazenamento apoiados: resíduos perigosos e não perigosos; produtos primários, não residuais;
- Tanques de armazenamento enterrados: resíduos perigosos e não perigosos; produtos primários, não residuais;
- Contêineres: resíduos perigosos e não perigosos; produtos primários;
- Sítios de queima a céu aberto e sítios de detonação de explosivos; e
- Sítios de disposição de lixo e resíduos radiativos.

Categoria III - Fontes que retêm substâncias durante o transporte ou transmissão:

- Conduitos e encanamentos diversos - resíduos perigosos e não perigosos; produtos primários, não residuais; e
- Materiais oriundos de operações de transporte ou transferência: resíduos perigosos e não perigosos, e produtos primários.

Categoria IV - Fontes de substâncias de descargas diversas originadas por outras atividades planejadas:

- Práticas de irrigação (ex.: fluxo de retorno das águas de irrigação);
- Aplicações de pesticidas e de fertilizantes;
- Operações de alimentação de animais;
- Aplicações de sais para degelo;
- “runoff” urbano;
- Percolação de poluentes atmosféricos; e
- Mineração e drenagem de minas: subterrâneas e a céu aberto.

Categoria V - Fontes originárias de descargas por condução ou indução, através de configurações e mudanças de fluxo:

- Poços de produção: petróleo, gás, vapor e recuperação de vapor geotérmico; abastecimento de água; e
- Outros poços: monitoramento, exploração geológico-geotécnica e construção.

Categoria VI - Fontes de poluição que ocorrem naturalmente, nas quais as descargas são criadas ou exacerbadas por atividades humanas:

- Interações entre as águas superficiais e as águas subterrâneas;
- Lixiviação natural; e
- Intrusão salina de águas salgadas e salobras, induzidas pelo rebaixamento dos níveis d'água, ou intrusão de outras águas de qualidade naturalmente pobre ou ruim.

3.1.2.1 Contaminação por esgotos

Um dos principais componentes do esgoto doméstico é o nitrogênio, que se apresenta quase todo na forma de uréia e proteína. O produto final da nitrificação (em que a uréia sofre oxidação) é o NO_3^- , que é muito móvel no solo em razão de ser a espécie iônica estável. Este processo se dá por ação de bactérias (nitrosomonas e nitrobactérias). Em processo inverso, e também por ação de bactérias em meio redutor, a desnitrificação reduz o NO_3^- e o NO_2^- em NO e/ou N_2 . A desnitrificação é o principal responsável pela remoção do nitrato e dificulta sua chegada à zona saturada. O nitrato se concentra nos níveis superiores da zona saturada, em aquíferos livres, onde o meio é oxidante. (HAMILTON; HELSEL, 1995).

A literatura tem revelado numerosos estudos em que o nitrato, quando presentes em águas poluídas, é responsável por doenças como a meteglobinemia e associado a câncer, mesmo quando presente em águas com teores relativamente baixos.

Além da presença de organismos, que é fator fundamental para que ocorram as reações de remoção do nitrato, a natureza do solo também vai influenciar a permanência desse ânion. Solos com características tais que não favoreçam o desenvolvimento desses organismos, vão permitir a mobilidade mais rápida até o aquífero. Ambientes quentes e

úmidos favorecem a proliferação dos organismos, que também vão constituir a matéria orgânica morta, ambos importantes na degradação desse composto. (ALEXANDRE, 1997).

O efeito da pavimentação das ruas e superfícies dos centros urbanos resulta em redução das taxas de infiltração das chuvas. Com isso diminui também a diluição desse poluente, cuja introdução às águas subterrâneas é efetivada principalmente pelos tanques sépticos e vazamentos da rede de esgotamento.

3.1.2.2 Contaminação por resíduos sólidos

Comum a todos os médios e grandes centros urbanos, a disposição dos resíduos sólidos constitui na atualidade o problema ambiental mais angustiante para a administração pública. A maior parte do lixo urbano é aterrada ou disposta a céu aberto, o que constitui, entre outros, em potencial poluente da água subterrânea.

Em São Paulo, das 13.000 t/dia geradas, apenas cerca de 2% é processado em usina de compostagem. (AMORIM, 1996). Em um grande número de cidades, a disposição é realizada a céu aberto, sem que sejam observadas técnicas necessárias para garantir a manutenção da qualidade das águas. A ausência dessas técnicas também ocorre em aterros, muitos desprovidos de impermeabilização do terreno, cuja localização, não obedece a critérios geológicos/hidrogeológicos - é frequentemente imposta pelo avanço da área urbanizada.

Muitas indústrias também fazem a disposição de forma inadequada de seus resíduos, em alguns casos para se desfazer dos mesmos as empresas enterram em seu próprio terreno sem nenhum critério técnico ou medida para evitar a contaminação do solo ou até mesmo dos recursos hídricos subterrâneos.

Podemos citar o caso da cidade de Jurubatuba, em São Paulo, que apresenta grave contaminação por compostos organoclorados no lençol freático e aquífero da região, oriundos de uma indústria de pilhas que funcionou de 1981 a 1993, um caso antigo pouco divulgado.

De acordo com o técnico em áreas contaminadas da companhia de tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado (CETESB), Vicente Aquino Neto, todas as amostras coletadas nos poços tubulares profundos da região possuíam concentrações superiores aos valores orientados utilizados para comparação.

Jurubatuba tem várias indústrias em seu entorno e os resultados das campanhas de amostragem e análises dos poços de abastecimento de água, confirmaram as suspeitas da

existência de uma contaminação generalizada da água subterrânea profunda na região originária, inclusive, de mais de uma fonte contaminação. Resultando na suspensão de todas as concessões existente para a captação de água por parte das empresas e interdição dos poços profundos responsáveis pelas contaminações, interrompendo, deste modo, as vias de contato pelo Departamento de Águas e Energia Elétrica (DAEE) e Associação Brasileira de Águas Subterrâneas (ABAS, 2007).

3.1.2.3 Contaminação e impactos da agricultura

Fonte dispersa de poluição, a agricultura provoca alterações profundas quanto aos processos geoquímicos, pedogenéticos, ao micro e macro organismos, entre outros. Em relação aos impactos nas águas subterrâneas, dois aspectos devem ser considerados: a introdução de fertilizantes e pesticidas.

A introdução de fertilizantes orgânicos produz um forte aumento na população de bactérias do solo, e como consequência, maior consumo de nitrogênio. O nitrogênio, portanto, precisa ser suplementado pela adição do elemento na forma inorgânica. Este elemento é liberado posteriormente, em grandes concentrações, quando o equilíbrio entre as bactérias do solo for restabelecido. A maioria dos trabalhos sobre compostos de nitrogênio aplicados como fertilizantes, apontam para um grande déficit desse elemento devido à desnitrificação: perde-se até 75% do produto aplicado na agricultura. Solos permeáveis, com reduzida quantidade de microorganismos, favorecem a mobilização do nitrato até o aquífero. (ALEXANDRE, 1996).

Vários países têm encontrado nitrato em poços de zonas rurais. Estudos dos EUA, com histórico, revelam que os níveis de nitrato aumentaram, por aplicação de fertilizantes, alcança teores acima do padrão (10 mg N-NO₃ /L) de 12 a 46 mg/L. (HAMILTON; HELSEL, 1995). Em Louveira (SP) já foram registrados, em água de poço, teores maiores que 210 mg/L, originados por fertilizante orgânico.

Em relação ao fosfato, sua aplicação, para suprir as deficiências do solo para culturas, pode constituir um problema para a adsorção de poluentes pelas partículas constituintes do solo, pois este ânion “disputa” com aqueles produtos a retenção na superfície dos grãos.

Os efeitos pouco visíveis dos pesticidas agrícolas, sobre a saúde humana, fizeram com que, por décadas, seu uso tenha sido prática comum no manejo de culturas. Diante da sua

detecção, em águas subterrâneas - presentes em valores acima do padrão em grande número de poços nos EUA - tornou-se evidente que se trata de um problema de dimensões mundiais. (CASTRO, 1994).

Embora atualmente os padrões sejam definidos com mais rigor, não se sabe muito, sobre todas as reações entre pesticidas ou seus metabólitos nos solos. A previsão dos riscos, seus efeitos sobre o homem em aspectos como exposição prolongada a baixas concentrações, o comportamento em solos diversos e como as práticas de conservação do solo podem influir no movimento desses compostos rumo à zona saturada.

No Brasil, os estudos mais detalhados, até o momento, se referem ao emprego de fungicidas contendo cobre. Esses estudos desenvolvidos sobre terrenos cristalinos (Louveira-SP), mostraram um acúmulo do metal no solo de até 516,8 ppm, associado níveis de oxidrilos de ferro e condições oxidantes, presentes na faixa de oscilação dos níveis da água na zona não saturada. Nessa região, verificou-se ainda a nítida relação entre o emprego do fungicida, nos meses de janeiro e julho, e posteriormente mobilizado pelas chuvas, e a elevação dos teores nas águas do aquífero, sem, entretanto elevar os valores nas águas subterrâneas acima do padrão de potabilidade. Outros trabalhos sobre pesticidas dizem respeito, principalmente, à presença em águas superficiais, ou à parte mais superior do solo, a maioria sobre organoclorados, sendo que nos últimos anos algumas metodologias têm sido propostas para a análise da poluição de aquíferos por praguicidas. (ALEXANDRE, 1996).

3.1.2.4 Contaminação por exploração desordenada dos recursos hídricos subterrâneos

A exploração de aquíferos de forma intensa e desordenada, em grandes centros, já tem se refletido nas variações dos níveis da água subterrânea. Estudos realizados em São Paulo por Campos (1988) apontam para abatimentos dos níveis da água subterrânea em até 40m, ao longo de 20 anos. Devem ser adicionada aos efeitos da exploração, a redução das taxas de infiltração das chuvas, em conseqüência da impermeabilização da superfície das cidades, pelas construções e asfaltamento, e a deterioração dos corpos de águas superficiais. Como as águas - subterrâneas e superficiais - não têm sido, na prática, tratadas como questão estratégica pela maioria dos governos, as medidas para a manutenção ou recuperação de sua qualidade também não têm alcançado resultados desejáveis.

A superexploração ou superexploração (sobreexploração ou sobreexploração) de aquíferos: é a extração de água subterrânea que ultrapassa os limites de produção das reservas reguladoras ou ativas do aquífero, iniciando um processo de rebaixamento do nível potenciométrico que irá provocar danos ao meio ambiente ou para o próprio recurso. Portanto, a água subterrânea pode ser retirada de forma permanente e em volumes constantes, por muitos anos, desde que esteja condicionada a estudos prévios do volume armazenado no subsolo e das condições climáticas e geológicas de reposição (CAMPOS, 1988).

Além da exaustão do aquífero, a superexploração pode provocar:

- indução de água contaminada causada pelo deslocamento da pluma de poluição para locais do aquífero;
- subsidência de solos, definida como "movimento para baixo ou afundamento do solo causado pela perda de suporte subjacente", provocando uma compactação diferenciada do terreno que leva ao colapso das construções civis;

As atividades de mineração e de beneficiamento de carvão são as maiores responsáveis pela contaminação dos aquíferos da bacia do rio Araranguá. Em casos extremos, provocam a destruição total de importantes intervalos aquíferos devido à inversão de todo o maciço de cobertura da camada de carvão Barro Branco, como ocorreu em épocas passadas nas proximidades de Siderópolis, em áreas mineradas a céu aberto pela *dragline* conhecida como Marion. Nas proximidades de Criciúma, pode haver problemas de exaustão do aquífero devido à sua superexploração. (KREBS, 2004).

3.1.3 Recursos hídricos e desenvolvimento econômico

Com a globalização da economia, desenvolvida lentamente na década de 60 e acelerada nas décadas posteriores, verificou-se uma maciça transferência de indústrias dos países desenvolvidos para outras partes do mundo. A revolução nos transportes e comunicações tornou possível uma economia de produção em escala mundial.

O desenvolvimento da humanidade deu um grande passo desde Revolução Industrial, e junto veio o crescimento desordenado, associado aos processos de degradação da qualidade da água, ocasionando sérios problemas de escassez – quantitativa ou qualitativa – e conflitos de uso. (REBOUÇAS et al., 2002).

A revolução da indústria trouxe desenvolvimento tecnológico, aumento de investimentos e capital, as preocupações com a preservação do meio natural não eram compatíveis com a velocidade em que acontecia o processo produtivo.

Montibeller (2004), diz que as atividades econômicas em geral eram então fortemente apontadas como inimigas do meio ambiente, principalmente por volta dos anos de 1970-1980. Na época, os cientistas concluíram de suas análises que, de fato, isso acontecia e derivava do confronto entre as leis da economia e os fenômenos naturais. O âmbito econômico regido pela busca incessante de maior e imediato lucro exerce a pressão sobre a natureza acelerando seus processos naturais para a produção de bens que são recursos para o sistema produtivo. Além disso, a pressão se dá ao ser ultrapassada a capacidade de absorção ou de reciclagem natural de resíduos e de rejeitos advindos das atividades humanas de produção e consumo. Portanto, a natureza e suas leis de produção e reprodução (os ciclos naturais) são submetidas às leis da racionalidade econômica.

Embora dependam da água para a sobrevivência e para o desenvolvimento econômico, as atividades humanas poluem e degradam este recurso, tanto as águas superficiais quanto subterrâneas. A diversificação dos usos múltiplos, o despejos de resíduos líquidos e sólidos nos rios, lagos, represas e as destruições das áreas alagadas e das matas têm produzido contínua e sistemática deterioração e perdas extremamente elevadas da qualidade das águas.

O consumo de água nas atividades humanas varia muito entre diversas regiões e países. Os vários usos múltiplos da água e as permanentes necessidades para expandir o desenvolvimento econômico fazem frente à expansão do crescimento populacional e das áreas urbanas. As demandas industriais e agrícolas têm gerado permanente pressão sobre os recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

A diversidade dos usos dos recursos hídricos no Brasil depende, evidentemente, do grau de concentração da população humana, do estágio de desenvolvimento econômico regional e das atividades nas bacias hidrográficas.

As atividades em que se utilizam recursos hídricos superficiais e subterrâneos podem ser assim descritas: abastecimento público em áreas urbanas; irrigação a partir de águas superficiais e subterrâneas; uso industrial (várias finalidades); navegação para transporte em larga escala; recreação; pesca e piscicultura; aquíicultura; hidroeletricidade; abastecimento em áreas rurais; turismo e outras. Como se vê perceber tudo funciona em torno da água.

O Brasil é um país que tem clima tropical úmido, resultando na maior descarga de água doce distribuída. Essa abundância de água doce é um importantíssimo suporte ao

desenvolvimento de um dos maiores potenciais de biodiversidade da Terra e de produção de biomassa. Assim, o grande potencial de água doce - superficial e subterrânea – deve ser visto como um capital ecológico de inestimável importância e fator competitivo fundamental ao desenvolvimento socioeconômico sustentado.

A menos que sejam tomadas medidas radicais para modificar o modo com as águas são manipuladas, as perspectivas são desanimadoras. Por volta de 2025, o mundo pode enfrentar uma grave falta de água. Em muitos países em desenvolvimento a pouca disponibilidade de água afetará o crescimento e a economia local e regional. A consequência disso será a queda na produção de alimentos, o que levará à desnutrição, às doenças e a um desastre ecológico. (TUNDISI, 2003).

Os países com industrialização recente precisarão de uma quantidade maior de água nos próximos 25 anos e, sem o controle adequado, poluirão ainda mais seus recursos hídricos “O desenvolvimento dos recursos hídricos não pode se desassociar da conservação ambiental, já que na essência envolve a sustentabilidade do homem no meio natural”. (TUCCI apud TUNDISI, 2003, p. 13).

Para a humanidade não enfrentar a crise mundial de água, tem-se conhecimento das ações a serem tomadas para que o mundo tenha água de maneira segura: reuso, agricultura sustentável em vez de agricultura industrial, preservação e recuperação de sistemas hídricos destruídos, leis severas contra a poluição, limitação do crescimento industrial, tecnologias adequadas, e limitação da exploração dos aquíferos.

3.2 Ofertas hídricas

Atualmente, há uma preocupação maior do que há décadas atrás com relação aos recursos hídricos, pois se sabe que é um recurso potável limitante e que seu tratamento ou a recuperação de lagos, rios e represas exigem custos cada vez mais elevados.

De acordo com as Nações Unidas, a falta de uma orientação no sentido de um esforço mundial conjunto fará com que em aproximadamente 25 anos dois terços da humanidade não tenham água potável para uso corrente. Segundo a ONU, um terço da população mundial vive hoje em regiões de moderado a alto estresse hídrico. (WORD METEOROLOGICAL ORGANIZATION apud FREITAS SANTOS, 2003).

3.2.1 Oferta hídrica no mundo

Ao longo dos tempos, a água vem se transformando em um recurso cada vez mais escasso, quer por sua disponibilidade quantitativa como por seu aspecto qualitativo. A civilização da pós-segunda guerra mundial conseguiu promover uma redução na disponibilidade de água doce em cerca de 62,7% das reservas mundiais. Na América do Sul tal redução foi estimada em 73%. (BRUCE, 1994, apud LEOPOLDO; HERRERA, 1997).

Segundo Shiklomanov (1998 apud REBOUÇAS, 2002), 97,5% da água disponível na terra são águas salgadas, 2,5% são águas doces, mas estas se encontram 68,9% em calotas polares e geleiras, 29,9% águas subterrâneas, 0,3% rios e lagos e 0,9% outros reservatórios.

Explorar os recursos hídricos foi o principal meio de desenvolvimento econômico de muitos países, sobretudo na agricultura, no setor geração de energia e indústria. Porém, a crescente competição por água entre tais setores vem degradando as fontes naturais, das quais o mundo depende. O consumo mundial de água doce dobrou nos últimos 50 anos. O ciclo natural da água tem sido interrompido ou alterado em regiões muito artificializadas como as mega cidades.

Para Tomaz (2001, p.27), os mananciais da Índia e da China estão sendo rebaixados pelo uso indiscriminado da água subterrânea para agricultura, “assustando os países por não praticarem uma agricultura autossustentável”. No mar Aral da Rússia praticamente todo seu ecossistema, inclusive os peixes, está desaparecendo. Os rios Amu Darya e Syr Darya, que o alimentavam, foram retirados para irrigação das plantações de algodão, modificando sua vazão. Já na Arábia Saudita toda a água subterrânea está sendo consumida.

Disponibilidade social de águas é o nome dado, segundo Tomaz (2001, p. 29), à “distribuição mundial do potencial de volume de água doce anual disponível relativo ao número de habitantes fornecido em $m^3/\text{hab./ano}$ ”, compreendendo tanto os recursos de água doce superficiais como os subterrâneos. Os países “muito pobres” ou com “escassez de água” seriam aqueles com índices menores que $500 m^3/\text{hab./ano}$. Ainda de acordo com o mesmo autor, “o Brasil é considerado um país ‘rico em água’, já a Líbia, Arábia Saudita, Israel, Jordânia, Singapura estão classificados como ‘muito pobres’, entre outros”.

Estima-se em 300 milhões o número de poços perfurados no mundo nas três últimas décadas, 100 milhões dos quais nos Estados Unidos, onde são perfurados cerca de 400 mil poços por ano, com uma extração de mais de 120 bilhões de m^3/ano , atendendo mais de 70%

do abastecimento público e das indústrias. Tem-se que mais de 50% da população mundial está sendo abastecida pelo manancial subterrâneo. (UNESCO, 1992 apud REBOUÇAS et al., 2002).

3.2.2 Oferta hídrica no Brasil

O Brasil tem uma área de 8.574.761km² e cerca de 169 milhões de habitantes, sendo o quinto país do mundo, tanto em extensão territorial como em população. Dispõe de 53% da produção de água doce do continente sul-americano (334.000 m³/s) e 12% de toda a água doce existente no mundo (1.488.00 m³/s) (REBOUÇAS et al., 2002).

De acordo com Tomaz (2001), a água doce no Brasil está distribuída em 68,5% na região Norte que possui somente 6,8% da população, 3,3% de água doce no Nordeste com uma população 28,94%, na região Sudeste com 6,0 % de água doce com uma população 42,73%, 6,5 de água doce no Sul com uma população de 15,07% e 15,7% de água doce no Centro-Oeste com uma população de 6,43%.

O Brasil tem bastante água, mas a mesma está mal distribuída, pois, onde existe muita água existe pouca população e onde existe muita população existe pouca água.

Como a água é necessária para dar continuidade ao crescimento econômico, as Bacias Hidrográficas (Amazonas, Tocantins, Atlântico Nordeste, São Francisco, Atlântico Leste, Paraná, Uruguai e Atlântico Sudeste) passam a serem áreas geográficas de preocupação de todos os agentes e interesses públicos e privados, pois os rios passam por várias cidades, propriedades agrícolas e indústrias. No entanto, a presença de alguns produtos químicos industriais e agrícolas (agrotóxicos) pode impedir a reciclagem da água.

As bacias hidrográficas Amazonas, São Francisco e Paraná cobrem cerca de 72% do território brasileiro, correspondendo aproximadamente a 80% da nossa produção hídrica total, destacando-se a dimensão da Bacia Amazônica, que tem uma área equivalente a 57% da superfície do Brasil. Fica caracterizado o estigma da escassez de água, comparando com a densidade demográfica. (REBOUÇAS et al., 2002).

Na região da Amazonas a população dominante é de 2 a 5 hab./km², onde a produção hídrica - Amazonas e Tocantins – é de 78% do total nacional. Já na bacia do rio São Francisco a densidade demográfica varia entre 5 e 25 hab./km², com 1,7% da produção hídrica do total

nacional, e a bacia do rio Paraná, cuja densidade demográfica varia entre 25 e mais de 100 hab./km², tem 6% da produção hídrica total nacional. (REBOÇAS et al., 2002).

Segundo Manoel Filho (1997), no Brasil 61% da população é abastecido com água subterrânea, sendo 43% através de poços tubulares; 12% por fontes ou nascentes e 6% por poços escavados.

No Estado de São Paulo, estima-se que 48% dos municípios são totalmente abastecidos por águas subterrâneas, como Ribeirão Preto, com cerca de 600 mil habitantes. No nordeste, as águas subterrâneas constituem importante fonte de abastecimento na zona rural do semiárido, sendo que, no Piauí, 80% dos municípios são abastecidos por estes recursos. Cidades litorâneas, como Recife, Natal e Maceió, têm nas águas subterrâneas o seu principal manancial; entretanto a exploração insustentável tem acarretado a salinização da água doce devido à intrusão de cunhas salinas, além de contaminação, em especial por efluentes domésticos não tratados. (ABAS, 2007).

3.2.3 Oferta hídrica no Estado de Santa Catarina

O estado de Santa Catarina está localizado no Sul do Brasil, possui uma superfície de 95.346,181 de km², o que corresponde a 1,12% do território brasileiro, tendo uma população de 5.866,568 de habitantes, distribuído em 293 municípios. Limita-se ao norte com o Estado do Paraná, ao sul com o Estado do Rio Grande do Sul, a oeste com a República da Argentina e a leste com o Oceano Atlântico, correspondendo a 7% da costa brasileira (530 km). (IBGE, 2009).

O Estado desfruta de uma posição de destaque no que se refere à produção agropecuária e industrial, em âmbito nacional. Apesar do bom desempenho econômico, não faz preservação dos seus recursos naturais.

O Estado é composto por três grandes e principais bacias de acordo com Diagnóstico de Santa Catarina (1997), e como podemos observar na figura 2:

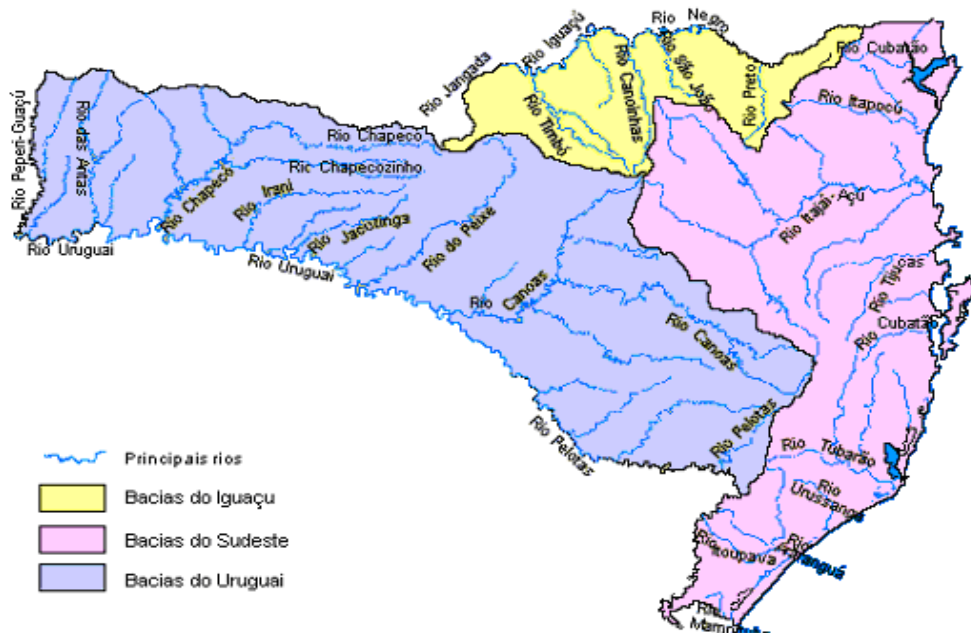


Figura 2: As três principais bacias de SC.

Fonte: Santa Catarina (1997).

Por muitos anos as atividades de mineração do carvão mineral foram às principais atividades responsáveis pela economia da Região Carbonífera, provocando um quadro de degradação, comprometendo seus recursos hídricos, tornando uma situação ambiental pouco favorável a uma boa qualidade de vida.

Com relação à Bacia Carbonífera, situada no extremo sul do Estado de Santa Catarina, em face de um grande aumento da industrialização, da urbanização e do acelerado crescimento demográfico, aliado à ausência de um planejamento, tem enfrentado sérios problemas ambientais. Existem vários estudos desenvolvidos, em especial os trabalhos realizados pela *Japan International Cooperation Agency - JICA (1998)*, que ressaltam detalhadamente a região afetada ambientalmente pela extração e beneficiamento de carvão mineral e conseqüentemente o comprometimento qualitativo dos recursos hídricos superficiais.

No sentido de caracterizar a qualidade dos recursos hídricos do Estado foram adotados critérios que estão representados no quadro 1 (SANTA CATARINA, 1997).

Quadro 1 - Critérios de avaliação da qualidade dos recursos hídricos de Santa Catarina

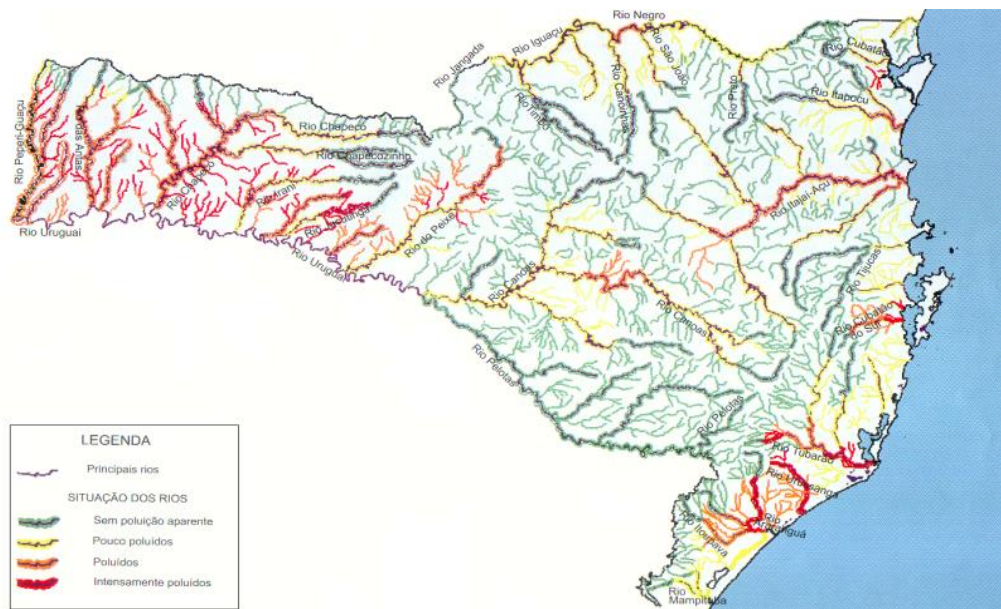
Condição	Situação	Cor Indicativa
Rios sem evidência aparente de poluição	Sem poluição	Verde
Rios com alguma poluição aparente	Pouco poluído	Amarelo
Rios com poluição aparente	Poluído	Laranja
Rios com grave poluição	Extremamente poluído	Vermelho

Fonte: Santa Catarina (1997).

Para esta avaliação foram considerados os levantamentos e estudos existentes sobre qualidade de água em cada região hidrográfica (figura 3), principalmente os elaborados pela Fundação de Meio Ambiente - FATMA nos últimos vinte anos.

Para Nosse (2005, p. 17), os resultados desta avaliação preliminar revelam que:

A qualidade dos recursos hídricos, por diversas razões, apresenta-se comprometida em praticamente todas as regiões do Estado. Estas avaliações assumiram um importante papel de esclarecimento e conscientização social devido à gravidade da situação. Apesar de a rede hidrográfica catarinense ser em geral bem distribuída, o comprometimento dos recursos hídricos tem barrado a sua plena utilização. Por este motivo, em algumas regiões, devido ao grau de contaminação, começam a ocorrer conflitos de uso.

**Figura 3: Mapa hidrográfico indicativo da qualidade dos recursos hídricos do estado de Santa Catarina.**

Fonte: Santa Catarina (1997).

Diante desta situação, a população do Sul Catarinense precisava de uma solução eficaz para o seu precário abastecimento de água, devido ao comprometimento de seus recursos hídricos. Viu-se a necessidade da construção de uma Barragem. Através de um estudo aptou-se pelo rio São Bento que em termos de manancial, é o mais próximo das áreas de consumo e escolheu-se a localidade de Vila São Pedro, município de Siderópolis, para implantação. O anteprojeto teve início em 1983, mas as obras só começaram em março de 2001, sendo concluídas em 24 de junho de 2006. (ANTUNES, 2008).

A barragem (figura 4) possibilitou o abastecimento de uma população de 300 mil habitantes e previsão de 730 mil no ano de 2033, que significou grande avanço para a infraestrutura de abastecimento humano nos municípios de Criciúma, Forquilha, Içara, Lauro Müller, Morro da Fumaça, Nova Veneza, Siderópolis e Urussanga (UNESC, 1998).



Figura 4: Vista da barragem do rio São Bento, município de Siderópolis/SC.
Fonte: CASAN (2008).

3.3 Demanda dos recursos hídricos

Todos os seres vivos necessitam da água para as reações bioquímicas que ocorrem durante o metabolismo e o crescimento das células que se dão somente em meio aquoso. A água funciona como um solvente universal. É por meio dela que o organismo remove e elimina todas as impurezas e toxinas. Quando não há ingestão adequada da quantidade certa de água, o organismo começa a ficar debilitado e alguns órgãos podem ser prejudicados. O rim, por exemplo, pode ser sobrecarregado e comprometer o aparelho urinário. Infecções urinárias e cálculos renais são algumas das conseqüências. Pessoas que consomem pouca água também podem sofrer de intestino preso, dor de cabeça e de infecções na garganta, como faringite e laringite.

O consumo global de água dobra a cada 20 anos, duas vezes a taxa de crescimento da população, enquanto que a poluição e a sobre-exploração em muitas regiões do mundo têm reduzido a disponibilidade de água. (FARMWER, 2003, apud GORGHETTI et al. 2004).

O consumo de água no mundo utilizada em 2000 foi de 69% destinado para agricultura, 21% utilizado na indústria e apenas 10% utilizado para o uso doméstico (consumo humano, uso sanitário, serviços urbanos municipais), O consumo doméstico perfaz uma média mundial de aproximadamente 170 litros por pessoa, todos os dias. Dados da FAO (2002a apud BORGHETTI et al., 2004) apontam que, a Ásia é o continente que mais consome água no mundo. Em 2000 o volume de água consumida foi de 2.377,18 Km³/ano, que corresponde a 64,4% do consumo total (tabela 1). A América do Norte (15,8%), a Europa (10,7%); a África e a América do Sul com 5,5% e 4,3%, respectivamente; e a Oceania e a América Central com praticamente o mesmo percentual (0,7% e 0,6 %, respectivamente).

Tabela 1 - Uso de água por setores nos Continentes – ano 2000

Continentes	Agricultura		Indústria		Doméstico		Total	
	Km ³ /ano	%	Km ³ /ano	%	Km ³ /ano	%	Km ³ /ano	%
Ásia	1.935,50	72,98	270,20	34,50	171,48	45,57	2.377,18	62,4
América do Norte	263,50	9,94	256,55	32,76	83,43	22,17	603,48	15,8
Europa	131,89	4,97	215,35	27,5	62,01	16,48	409,25	10,7
África	175,21	6,61	15,23	1,94	17,96	4,77	208,4	5,5
América do Sul	112,15	4,23	20,65	2,64	31,65	8,41	164,45	4,3
Oceania	18,95	0,71	2,64	0,34	4,59	1,22	26,18	0,7

América Central	14,85	0,56	2,47	0,32	5,14	1,37	22,42	0,6
Mundo	2.652,05	100,00	783,09	100,00	376,26	100,00	3.811,4	100,00

Fonte: FAO (2002a apud BORGHETTI et al., 2004).

3.3.1 Demanda dos recursos hídricos para o uso doméstico

No Canadá o volume de água utilizado nas casas ou para o abastecimento de áreas residenciais pelos municípios varia de mais 800 litros diários; já na Etiópia utilizam apenas 1 litro diário. (KING; CLARKE, 2005). Na África uma pessoa consome em média cerca de 20 litros de água por dia, na Europa 165 litros e no Brasil 200 litros.

Em alguns casos a água direcionada ao abastecimento doméstico acaba não chegando aos consumidores, pois se perde nos vazamentos das tubulações. As cidades de países em desenvolvimento costumam perder 40% de sua água nesses vazamentos. O problema é que a maioria dessa água acaba evaporando e somente uma pequena parcela volta aos depósitos subterrâneos, rios e lagos. (TUNDISI, 2003).

O pinga, pinga das torneiras das casas pode desperdiçar mais água do que se utiliza para cozinhar ou beber. Já os vasos sanitários são responsáveis por 30% do consumo das águas domésticas. Em alguns países em desenvolvimento 20 litros de água por pessoa, diariamente, é considerado um excesso, enquanto que, em alguns países desenvolvidos, pessoas usam muito mais só para regar jardins, lavar seus carros, etc. Segundo King e Clarke (2005, p.30), “durante o verão, metade de toda água tratada do Canadá é usada para regar jardins”.

Os países que mais consomem água no setor doméstico são a Guiné Equatorial, África Central e Malta. Fica evidente que esses países não têm sua economia baseada na agricultura e tampouco na indústria, ou que apresentam escassez de água. Os vinte países que mais consomem água em nível doméstico estão entre os mais populosos do planeta. (BORGHETTI et al. 2004).

3.3.2 Demanda dos recursos hídricos para produção de alimentos

A água é essencial para o cultivo dos alimentos. Por exemplo, para cultivar 1 quilo de arroz são necessários mais de 1.900 litros de água, mas em carne é pior ainda em termos de água, tanto pelo volume necessário para cultivar as plantas quanto o que é ingerido pelos animais. King e Clarke (2005, p.32) afirmam que “quase 70% de toda água doce consumida vai para a agricultura. Mesmo assim, milhões de pessoas continuam desnutridas”.

Tabela 2 - Volume mínimo de água necessário para produzir 1 quilo de alimento - 2000

Produto a ser produzido	Quantidade de água para produzir
1 kg de batata	500 litros
1 kg de trigo	900 litros
1 kg de sorgo	1.100 litros
1 kg de soja	1.650 litros
1 kg de arroz	1.900 litros
1 kg de aves	3.500 litros
1 kg de carne	15.000 litros

Fonte: King; Clarke (2005).

As terras irrigadas costumam ser mais produtivas do que as não irrigadas, mas o ritmo em que a irrigação está sendo adotada começa a diminuir por causa da falta de suprimentos de água apropriado, além do alto custo do investimento que, de acordo com King e Clarke (2005), chega a quase 10 mil dólares por hectare.

“Muitos países em desenvolvimento estão usando até 40% de suas águas doces renováveis para a irrigação. No entanto, mais da metade se perde em vazamentos e durante a distribuição, nunca atingindo as plantações”. Se os campos irrigados não forem drenados adequadamente podem encharcar e aumentar o nível de sais no solo e a terra se torna estéril, problema que já afetou 30% das terras irrigadas. Outro problema que vem sofrendo a irrigação é o emprego de água rica em nitrato. (KING; CLARKE, 2005).

O nitrato por sua vez pode apresentar efeitos desastrosos nos lagos de água doce, pois promove a proliferação de algas, o que priva desse ambiente os peixes e outras vidas aquáticas. Já nas lavouras pode reduzir a produtividade e torná-la mais vulnerável às pragas e às doenças.

Tabela 3 - Distribuição relativa percentual do uso da água no setor da agricultura nos continentes no ano de 2000

Países	Percentual
Ásia	66%
Europa	13%
América do Norte	9%
África	6%
América do Sul	4%
Oceania	1%
América Central	1%

Fonte: FAO (2002a apud BORGHETTI, N. R. B. et al. 2004).

Em algumas regiões do Sul Catarinense ainda há áreas com potencial para serem irrigados por inundação para o cultivo de arroz irrigado. Essas áreas atualmente vêm sendo inutilizadas, não respondendo com o potencial de uso que possuem. A razão da não utilização de acordo com o seu potencial deve-se à falta de recursos hídricos. (ANTUNES, 2008).

O objetivo da construção da Barragem do rio São Bento ultrapassa o de abastecer as populações beneficiadas, alcançando o incremento da economia da região. Afinal, a obra também representa um grande impacto econômico, já que equaciona o problema de irrigação das culturas de arroz e movimentou o turismo da região. Outro benefício indireto da Barragem é o controle de cheias: desde que foi concluída, a Barragem impediu o transbordamento do rio São Bento em algumas ocasiões de chuvas intensas, evitando assim prejuízos para agricultores e para a população ribeirinha em geral.

3.3.3 Demanda dos recursos hídricos para geração de energia

A energia hidroelétrica é a mais importante das fontes mundiais de energia renovável, que não produz gases de efeito estufa, mas os reservatórios exigidos pelas grandes usinas hidrelétricas desperdiçam muitos dos recursos de água renovável provocando uma enorme perda de água pela evaporação, antes mesmo de servir para algum propósito útil.

“As hidroelétricas ocupam 500 mil km² de toda superfície mundial e produzem aproximadamente um quinto da eletricidade do planeta”. (KING; CLARKE, 2005, p. 42).

Há também as pequenas usinas hidrelétricas, que geram menos de 10 megawatts, o suficiente para abastecer uma pequena cidade, o custo da ligação com rede nacional talvez seja de difícil acesso. King e Clarke (2005, p. 45) relataram que:

Mais de 45 mil pequenas usinas hidrelétricas beneficiam cerca de 300 milhões de pessoas na China. Pela primeira vez, elas fornecem eletricidade para muitas áreas rurais. A força de curso d'água e rios locais pode ser aproveitada e transformada em eletricidade por uma tecnologia que cabe numa pequena cabana.

A hidroeletricidade é responsável por 85% da energia necessária do Brasil, o que corresponde a 10% da produção hidroelétrica mundial. A produção de energia hidroelétrica, com a construção de represas, causa impactos tanto negativos como deslocamento de populações, emigração humana excessiva, perda de espécies nativas de peixes de rios e degradação da qualidade hídrica local entre outras e positivos como produção de energia, armazenamento de água para períodos de seca, navegação e geração de empregos, entre outras. Para se ter idéia, produzir 1 kW de eletricidade requer 16.000 litros de água. (TUNDISI, 2003).

3.3.4 Demanda dos recursos hídricos para uso industrial

A indústria utiliza cerca de 20% de toda água doce consumida no mundo, destacando-se as indústrias químicas, petrolíferas, metalúrgicas, madeireiras, celulose, a de máquinas e as agroindústrias (alimentícias e bebidas).

São disponíveis na literatura Braile (1979) apud Rebouças et al. (2002) os valores clássicos de consumo de água nos diversos segmentos industriais conforme a Tabela 4 os valores mais atualizados dos consumos de água por unidade de diversos segmentos de produtos. Os dados estão incompletos, dada a dificuldade em se conseguir informações fidedignas a partir da indústria, mas consegue ilustrar a respeito.

Tabela 4 – Consumo de água para uso industrial

Segmento	Consumo Mínimo (l de água/Und.)	Consumo Máximo (l de água/Und.)
Papel e celulose	33	216
Leite pasteurizado	2	4
Leite UHT	2	3
Leite em pó	2	4
Queijo	3	5
Manteiga	3	3
Iogurte e sobremesas	4	6
Cerveja	4,5	12
Refrigerantes	1,8	2,5
Couro	400	800
Álcool	1000	12.000
Têxtil	80	170
Frigorífico	14	25
Siderúrgica	14	25

Fonte: Braile (1979 apud REBOUÇAS, A. et al., 2002).

As atividades relacionadas ao carvão utilizam grandes quantidades de água, como é o caso da fabricação de coque, onde o beneficiamento dos finos de carvão é feito por separação gravimétrica consumindo 3m³ água/ton. de carvão e o resfriamento do coque consome mais 0,22m³/h.

Na indústria há um consumo de água muito elevado em determinados processos produtivos, por exemplo, no caso do aço, em que se chega a gastar 300 toneladas de água para produzir somente uma tonelada deste metal. (KING; CLARKE, 2005). Também são grandes consumidoras de águas as indústrias de produtos químicos, polpa e papel, entre outras. O grande consumo de água em certas situações está relacionado com ações de refrigeração ou transporte de matéria-prima ou produto de algumas indústrias.

Como pode-se perceber, sem água não há desenvolvimento, usa-se água para todos os aspectos das atividades humanas. Em razão de suas diferentes propriedades a água tem uma grande diversidade para uso na indústria, tais como:

- Matéria-prima e como reagentes: obtenção de hidrogênio, de ácido sulfúrico, de ácido nítrico, de soda e inúmeras reações de hidratação e de hidrólise;
- Como solvente – sólidos, líquidos e gases;
- Lavagem de gases e sólidos – para retenção de materiais contidos em misturas nesses estados;
- Como veículo de suspensão de materiais – como, por exemplo, nas operações de flotação;
- Em operações envolvendo transmissão de calor;

- Agente de resfriamento de massas reagentes que aquecem por reações exotérmicas;
- Uso de vapor d'água ou de água quente como agente de aquecimento;
- Produção de alimentos; fabricação de refrigerantes;
- Como fonte de energia, por meio da geração de vapor d'água.

No uso industrial 94,8% do total de água consumida está dividido entre Ásia (34,5%), América do Norte (32,8) e Europa (27,5 %). Os demais continentes dividem 5,2%, demonstrando uma pequena industrialização quando comparados com os outros continentes, (BORGHETTI et al., 2004).

Assim como na agricultura, a indústria também lança várias substâncias nos rios, lagos e aquíferos. Entre as várias substâncias que são lançadas diariamente destacam-se os poluentes orgânicos, que esgotam o oxigênio vital na água; metais pesados, como chumbo e mercúrio, e alguns dos produtos químicos mais perigosos – os poluentes orgânicos persistentes – POPs.

O vazamento de 1,5 milhões de metros cúbicos do resíduo de um complexo mineiro industrial, ocorrido em 1996, localizada nas Filipinas, extinguiu um rio de 27 km e elevou o nível de zinco na água potável para 14 vezes acima dos limites de segurança. Prevê-se que até 2025 o uso industrial das águas vá crescer de modo vertiginoso, à medida que mais países se industrializem, agravando o problema da poluição das águas, já que 70% do efluente industrial são despejados sem tratamento, contaminando tanto as águas superficiais quanto subterrâneas. (KING; CLARKE, 2005).

4 DESENVOLVIMENTO INDUSTRIAL NO MUNICÍPIO DE CRICIÚMA

Por quase um século a exploração do carvão foi um dos principais meios de desenvolvimento econômico da região carbonífera que engloba os seguintes municípios: Criciúma, Tubarão, Imbituba, Urussanga, Lauro Muller, Siderópolis, Içara, Morro da Fumaça, Orleans, Nova Veneza, Maracajá, Araranguá, Forquilha e Cocal do Sul. A acumulação inicial de capital proveniente da extração do carvão mineral propiciou o surgimento de vários segmentos empresariais no município de Criciúma. (LADISLAU, 2007).

4.1 Carvão

O advento da Segunda Guerra e a conseqüente escassez mundial de energia multiplicou as atividades mineradoras convertendo o município na década de 40 como atrativos econômicos, as pessoas vinham na busca de Criciúma empregos e salários mais compensadores.

Dados do IBGE, dizem que o ano de 1969, a produção de carvão mineral, estava distribuído em: 72,3% da produção nacional eram de Santa Catarina e 60,7% da produção do estado de Santa Catarina era representado por Criciúma e ainda representava 43,9% da produção do Brasil. (PHILOMENA, 2005).

Na década de 1970, o Governo Federal implantou o Plano de Mobilização Energética (PME), que visava a elevar significativamente a produção de carvão, com a finalidade de enfrentar a crise gerada pelo forte aumento no preço do petróleo no mercado internacional.

A partir do ano de 1990, com a desregulamentação promovida pelo governo Collor, o setor perdeu, repentinamente, o mercado de carvão metalúrgico e as empresas enfrentaram sérias dificuldades, com a redução de 60% do seu faturamento. A situação só veio a se estabilizar a partir de 1997 quando, com a conclusão da usina Jorge Lacerda IV, foi ampliado o consumo de carvão energético. (CRICIUMA, 1999).

4.2 Cerâmica

A acumulação inicial de capital proveniente da extração do carvão na época do seu auge tornou Criciúma um grande ponto atrativo para o investidor brasileiro, devido ao processo de colonização européia que em meio às florestas começaram a surgir os povoados coloniais, propiciando o surgimento de vários segmentos empresariais no município de Criciúma.

Depois de ter sido dependente do carvão durante décadas, a economia criciumense encontrou uma oportunidade decisiva na cerâmica, nessa região estão presentes as empresas mais dinâmicas e inovadoras da indústria cerâmica brasileira.

A concentração das empresas remonta à origem da indústria cerâmica na região, já que um conjunto de empresas se estabeleceu por conta da existência de grandes jazidas de carvão, matéria-prima que era utilizada para o aquecimento dos antigos fornos artesanais, isso proporcionou a formação e o desenvolvimento de um sistema local de produção.

Foi na década de 40, em Criciúma que surgiu a segunda cerâmica do estado, Cerâmica Santa Catarina Ltda. (CESACA), formada por 16 sócios onde apenas um não era de famílias de Criciúma. Após 40 anos a empresa foi vendida ao grupo CECRISA e completamente desativada em 10 anos após.

No início dos anos 60, também havia em Criciúma pequenas fábricas de ladrilhos, como as de João Cardoso de Medeiros, Osvaldo Dulcione e Pedro Paulo Machado. (GOULARTI, 1967 apud LADISLAU, 2007).

Goularti (2002) relata que os anos 70 foram marcados pela rápida expansão da produção nas três maiores cerâmicas do sul catarinenses – Eliane, CESACA e CECRISA – e pelo aparecimento de novas unidades. Transformando a cidade de Criciúma na capital nacional do piso e azulejo.

Na primeira metade dos anos 70, surgiu a cerâmica Napoline (atual Moliza), a Indústria de Piso SA - Inpisa a Indústria Cerâmica de Piso SA - Incopiso, a Indústria de Cerâmicos Decorados - Incede e a cerâmica Sartor. Na segunda metade da década foram fundadas a revestimentos Cerâmicos Ltda. Recel, atual Coopeceram, as cerâmicas Solares, Cerâmicos Minérios SA - Ceramisa que passou a denominar-se cerâmica Veneza em 1985 e a atual Piso Forte. Nos anos 80 são fundadas as cerâmicas Metropol (atual Eldorado) De Lucca.

Revestimentos Cerâmicos (fundada por ex-sócios da CESACA) e a Cerâmica Gabriela. (LADISLAU, 2007).

4.3 Metal Mecânico

Goularti (2002), afirma que o surgimento para o setor metal mecânico se deu “Durante os anos 50 e 60, as minas da região carbonífera entraram num processo crescente de mecanização atingindo desde a extração do minério no subsolo, passando pelo transporte e indo até o beneficiamento”.

Nesta época as carboníferas sentiram a necessidade de passarem a realizar parte dos serviços de mecânica e manutenção a outra pequena parte dos serviços eram realizadas por pequenas oficinas locais, as peças e equipamentos passaram também a serem adquiridas no comércio local, com isso houve a instalação de varias metalúrgica para atender a demanda. Foi nesse período que a segunda mais antiga metalúrgica de Criciúma a Metalúrgica Criciúma Ltda. - Mecril que começou fabricando ferramentas agrícolas em 1958 e em 1969 diversificou sua produção produzindo ferragens galvanizadas para a rede de distribuição de energia elétrica Goularti Filho (2002 apud LADISLAU, 2007).

Finalmente Goularti (2002, p.18) relata que:

em 1960, nasceu a Siderúrgica Criciúma S.A. (SIDESA), para atender o ramo da construção civil, que em seguida voltou-se para o setor carbonífero e cerâmico, e em 1962, foi fundada a Becker que iniciou produzindo carrocerias para Jeep que, em seguida, ampliou para a produção de caçambas basculantes.

4.4 Vestuário

Outra atividade que vem se destacando no município de Criciúma é a indústria do vestuário, ocupando lugar de destaque no Estado. A fase de tingimento que dá ao tecido: coloração, textura e acabamento são responsáveis pelo excessivo consumo de água e principais impactos que o gerenciamento incorreto da atividade causa na natureza. Esses efluentes muitas vezes são despejados em rios, lagos e represas sem tratamento algum.

Goularti e Jenoveva, (1997 apud LADISLAU, 2007, p. 23) afirmam que:

A indústria do vestuário originou-se em Criciúma, na segunda metade dos anos 1960 a partir das casas comerciais que revendiam produtos para as mineradoras e armarinhos (roupas, alimentos e utensílios domésticos). Em vez de comprar peças do vestuário em centros maiores, muitos comerciantes passaram a confeccionar suas próprias marcas.

As indústrias de vestuário desencadearam outras atividades para o município de Criciúma como: serviços de lavanderia, bordados, serigrafia, estamparia, postos de vendas de fabricas (*outlets*), loja de aviamentos e acessórios, atacado de tecidos, comércio de máquinas e acessórios de costura, oficina de conserto e manutenção de maquinas entre outras Jenoveva. (1996 apud LADISLAU, 2007).

4.5 Plástico

Em Criciúma o setor de material plástico surgiu no final dos anos 60 e início dos 1970 a partir da iniciativa locais de pequenos comerciantes e industriais. A primeira empresa de grande porte a surgir no município foi a embalagens Canguru, que surgiu como uma pequena fabrica em 1970, posteriormente dando origem outra empresa, em 1974, Inza, fabricante de copos descartáveis, ambas do grupo Zanatta. (GOULARTI, 2002).

No município de Criciúma existiam em 1999, cerca de 16 empresas fabricantes de material plástico, sendo que 8 empresas eram produtoras de embalagens plásticas, 5 produtoras de artigos para uso comercial, uma produtora de tubos e manilhas e duas produtoras de artigos de uso doméstico. (GOULARTI, 2002).

4.6 Panorama atual da indústria no município de Criciúma

Segundo o setor tributário do município de Criciúma atualmente existem 946 indústrias cadastradas no município de Criciúma, distribuídas em varias atividades (tabela 5).

Tabela 5 - Atividades das indústrias do município de Criciúma.

ATIVIDADE	QUANTIDADE
Indústria de embalagens plásticas	6
Confecções de calçados	6
Indústria de cosméticos e material de limpeza	9
Confecções e Têxtil	398
Produtos químicos	30
Indústria de plásticos	10

Indústria de produtos de insumo cerâmico	4
Olaria	12
Moveleira e madeireiras	108
Metalúrgica e usinagem	154
Indústria de embalagens de papelão	35
Extração mineral	6
Estamparia, facção	77
Alimentos	66
Indústria de Artefatos de cimento	16
Amianto	1
Adubo e fertilizantes	2
Gráficas	2
Fundição	4
TOTAL	946

Fonte: Prefeitura Municipal de Criciúma (2009).

Atualmente o carvão tem pouca representatividade na economia do município Criciúma, a mineração passou a explorar os municípios vizinhos, já as atividades de confecção, têxtil e química ocupam lugar de destaque na economia no município.

Praticamente todas as empresas instaladas no município apresentam um grau menor ou maior de degradação ambiental em seu processo produtivo. Em artigo publicado no ano de 1996, Alexandre e Krebs, classificaram o que consideram o potencial poluidor de algumas indústrias no município de Criciúma. Neste estudo foram definidos quatro níveis de poluidores com os seguintes critérios:

- I – Fontes com potencial poluidor virtualmente ausente.
- II – Fontes com baixo potencial poluidor.
- III – Fontes com médio potencial poluidor.
- IV – Fontes com alto potencial poluidor.

Estes níveis de degradação foram definidos para efluentes líquidos, emissões atmosféricas e resíduos sólidos de acordo com especificações constantes na tabela a seguir:

- a) Água

Foram registradas preferencialmente as fontes de poluição hídrica com potencial poluidor médio e grande, embora tenham sido cadastradas, também, indústrias com pequeno potencial. Aquelas com potencial-poluidor virtualmente ausentes, não foram consideradas.

Os parâmetros foram analisados de acordo com o artigo n° 19 do decreto 14.250/81.

Para esta classificação foi adotado a seguinte ordem:

- Parâmetros estéticos: Cor e turbidez
- Parâmetros Sanitários: Coliformes fecais e totais (relacionados com potabilidade e balneabilidade).
- Parâmetros com efeitos ecológicos: pH, matéria orgânica, fenóis surfactantes, sódios sedimentáveis, temperatura (acréscimo na temperatura do corpo receptor capaz de causar dano à vida aquática).
- Parâmetros indicadores de toxicidade: metais pesados, compostos orgânicos tóxicos e cianetos.

Quadro 2 - Níveis de degradação e especificações definidas para efluentes líquidos:

I	Empresas que não possuem efluentes ou possuem em conformidade com a legislação ambiental, mesmo sem tratamento.
II	Empresas que possuem efluentes com parâmetros estéticos e/ou com efeitos sanitários, porem em baixas concentrações, sendo facilmente removíveis.
III	Empresas que possuem efluentes com parâmetros capazes de causar efeitos sanitários e/ou ecológicos.
IV	Empresas que possuem efluentes com parâmetros indicadores de toxicidade.

Fonte: Alexandre; Krebs (1996).

b) Ar

Para determinar os níveis de degradação para emissões atmosféricas, realizaram-se amostragens nas fontes fixas, levando em conta as emissões de material particulado (MP), num primeiro plano e, quando necessário, as emissões de dióxido de enxofre (SO₂).

Observou-se também o Limite de Percepção de Odor (LPO), exigido no item II do parágrafo 1° do artigo n° 31 do decreto n° 14.250/81, que regulamenta dispositivos da lei n° 5.793 de 15/10/80, que estabelece referencias a varias substancias.

Quadro 3 - Níveis de degradação e especificações definidos para emissões atmosféricas

I	Empresa não possui emissões atmosféricas
II	Empresa possui emissão de substâncias odoríferas, causando incomodo a comunidade vizinha (LPO).
III	Empresa possui emissões atmosféricas constituídas por material particulado, podendo ou não emitir substancias odoríficas.
IV	Empresa possui emissões atmosféricas constituídas de gases poluentes (Sox, Nox, fluoretos, H2S etc.) e material particulado, podendo ou não emitir substâncias odoríferas (LPO) – Limite de Percepção de odor.

Fonte: Alexandre; Krebs (1996).

c) Solo:

Os níveis de degradação do solo foram definidos pelos resíduos sólidos gerados por cada atividade e analisados de acordo com as normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), ou seja, resíduos perigosos (classe I), resíduos não inertes (classes II) e resíduos inertes (classe III).

Quadro 4 - Níveis de degradação e especificações definidos para resíduos sólidos

I	Não ha geração de resíduos sólidos industriais.
II	Geração de resíduos inertes em quantidades moderada.
III	Geração de resíduos sólidos inertes e não recicláveis em grande quantidade, e/ou baixo volume de resíduos sólidos não inertes.
IV	Geração de resíduos sólidos perigosos em quaisquer quantidades e/ou grande volume de resíduos não inertes.

Fonte: Alexandre; Krebs (1996).

Com base na metodologia descrita acima, as fontes de poluentes do município de Criciúma foram enquadradas e classificadas de acordo com o seu potencial de degradação.

No quadro 05 são apresentadas as principais atividades econômicas, todas apresentam efluentes com parâmetros indicadores de toxicidade. Em termos de degradação atmosférica os setores carboníferos, cerâmico e metal-mecânico, possuem emissões atmosféricas constituídas de gases poluentes (Sox, Nox, fluoretos, H²S, entre outros) e

material particulado, podendo ou não emitir substâncias odoríferas, o setor químico/plástico apresenta emissão de substâncias odoríferas que causam incômodo a comunidade vizinha e o setor vestuário não possuem emissões atmosféricas. Em termos de geração de resíduos sólidos os setores carboníferos e cerâmicos são responsáveis pela geração de materiais perigosos em quaisquer quantidades e/ou grandes volumes de resíduos não inertes, o setor metal/mecânico e responsável pela geração de resíduos sólidos inertes e não recicláveis em grande quantidade e/ou baixo volume de resíduos sólidos não inertes e o setor químico/plástico e responsável pela geração de resíduos inertes em quantidade moderada, para finalizar no setor têxtil/vestuário não há geração de resíduos sólidos industriais.

Quadro 5 - Classificação das atividades consideradas potencialmente causadoras de degradação ambiental localizadas no município de Criciúma.

Item	Atividade considerada potencialmente causadora de degradação ambiental	Enquadramento/classificação		
		Água	Ar	Solo
01	Mina de Carvão subsolo	IV	I	IV
02	Mina de carvão a céu aberto	IV	II*	IV
03	Beneficiamento de carvão mineral	IV	IV	IV
04	Coqueiras s/beneficiamento de matéria-prima	III	IV	II
05	Coqueiras c/beneficiamento de matéria-prima	IV	IV	IV
06	Marmoraria	II	III	II
07	Cerâmicas	IV	IV	IV
08	Coloríficos ou fritas metálicas	IV	IV	III
09	Granjas de suíno	III	II	III
10	Frigorífico e abatedouro	III	II ou III	III
11	Usinas de resfriamento de leite	II	II	I
12	Fabricação de artefatos de cimento amianto	III	IV	III
13	Indústria de Fundição	IV	IV	IV
14	Metal-mecânico com tratamento químico superficial e/ou galvanotécnico	IV	IV	IV
15	Metal- mecânico sem tratamento químico superficial e/ou galvanotécnico	I	III	III
16	Curtume	IV	IV	IV
17	Indústria química	IV	II	II
18	Fabricação de artefatos plásticos	I	II	II
19	Malharias e confecções **	I	I	I
20	Fabricação de massas alimentícias	II	III	I
21	Fabricação de rações	III	III	II
22	Disposição de resíduos urbanos	IV	II	IV
23	Disposição de resíduos hospitalares	IV	II	IV
24	Posto de abastecimento de combustíveis, lavação e lubrificantes de veículos.	II	I	II
25	Recondicionamento de pneumáticos e câmara de ar	III	III	II
26	Usinas de produção de asfalto	IV	IV	II

27	Lavanderias e tinturarias	III	III	III
28	Hospitais e casa de saúde	IV	III	IV
29	Beneficiamento de cereais	III	III	I
30	Moagem e torrefação de produtos alimentícios	I	III	II

*Refere-se às poeiras fugitivas da mina. ** Principal problema refere-se á poluição sonora

Fonte: Alexandre e Krebs (1996).

Das 30 atividades potencialmente causadoras de degradação ambiental localizada no município de Criciúma (quadro 05), cerca de 36,6%, apresentam geração de resíduos sólidos perigosos em quaisquer quantidades e/ou grande volume de resíduos não inertes, esses resíduos quando armazenados de forma inadequada, em contato direto com o solo e na ação do tempo são grandes fontes de contaminação das águas subterrâneas.

Cerca de 46,6% atividades apresentaram efluentes com parâmetros indicadores de toxicidade com alto potencial poluidor/degradador, os mesmos devem ser enviados a estação de tratamento de efluentes líquidos industriais, que tem como finalidade reduzir a quantidade de toxicidade na água a ser devolvida à natureza, deixando a mesma dentro dos parâmetros estabelecidos pela legislação ambiental vigente para não haver contaminação dos recursos hídricos.

Não se deve esquecer que os problemas de ordem ambiental estão todos correlacionados entre si, e que problemas de poluição atmosférica e do solo refletem, direta ou indiretamente, na qualidade das águas.

5 GESTÃO E GERENCIAMENTO DOS RECURSOS HÍDRICOS

O atual esforço de gestão de recursos hídricos no Brasil teve origem no Código das Águas, de 1934, estabelecidos por decreto (Decreto Federal 24.643/1934). O Código das águas, de concepção avançada para a época, passou mais de meio século sem regulamentação do seu interior teor. Em seu bojo estava contida boa parte dos princípios orientadores da atual política de recursos hídricos, quais sejam (CABRAL, 2004 p.47):

- O uso direto para necessidade essenciais a vida;
- A necessidade de concessão e/ou autorização para derivação de águas públicas;
- O conceito poluidor-pagador, que previa a responsabilização financeira e penal para atividades que contaminassem os mananciais hídricos.

A gestão dos recursos hídricos no Brasil ganhou um grande impulso com a aprovação da Lei Federal 9.433/97, que institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. No texto desta lei incluem-se inovações significativas. A água deixa de ser considerada exclusivamente uma questão técnica, externa à sociedade, um recurso infinito e de exclusiva competência de peritos. A legislação propõe uma política participativa e um processo decisório aberto aos diferentes atores sociais vinculados ao uso da água, dentro de um contexto mais abrangente de revisão das atribuições do Estado, do papel dos usuários e do próprio uso da água. (FREIRE, 2002).

Define-se a gestão dos recursos hídricos como o conjunto de procedimentos organizacionais no sentido de solucionar os problemas referentes ao uso e ao controle. O objetivo da gestão é atender, dentro das limitações econômicas e ambientais e respeitando os princípios de justiça social, a demanda de água pela sociedade a partir de uma disponibilidade limitada. (CAMPOS; STUART, 2001).

A Política Nacional de Recursos Hídricos instituída pela Lei 9.433 de 8 de janeiro de 1997 preconiza os instrumentos:

- Os planos de recursos hídricos;
- O enquadramento dos corpos de águas em classes, segundo os usos preponderantes da água;
- A outorga dos direitos de uso dos recursos hídricos;
- A cobrança pelo uso de recursos hídricos;

- O sistema de informações sobre recursos hídricos.

A lei nº 9.433/1997, art. 06 e 07 define os **planos de recursos hídricos** como planos diretores que visam fundamentar e orientar a implementação da Política Nacional de Recursos Hídricos e o gerenciamento dos Recursos Hídricos. De longo prazo, com horizonte de planejamento compatível com o período de implantação de seus programas e projetos elaborados por bacia hidrográfica, por Estado e para o País e terão o seguinte conteúdo mínimo:

- Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos;
- Análise de alternativas de crescimento demográfico, de evolução de atividades produtivas e de modificações dos padrões de ocupação do solo;
- Balanço entre disponibilidades e demandas futuras dos recursos hídricos, em quantidade e qualidade, com identificação de conflitos potenciais;
- Metas de racionalização de uso, aumento da quantidade e melhoria da qualidade dos recursos hídricos disponíveis;
- Medidas a serem tomadas, programas a serem desenvolvidos e projetos a serem implantados, para o atendimento das metas previstas;
- Prioridades para outorga de direitos de uso de recursos hídricos;
- Diretrizes e critérios para a cobrança pelo uso dos recursos hídricos;
- Propostas para a criação de áreas sujeitas a restrição de uso, com vistas à proteção dos recursos hídricos.

No art. 09 e 10 da lei nº 9.433/1997, o **enquadramento dos corpos de água em classe de uso preponderante visa** assegurar à água qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição das águas mediante ações preventivas permanentes. As classes de corpos de água serão estabelecidas pela legislação ambiental

De acordo com o Art. 11 e 12 da lei nº 9.433/1997, o regime de **outorga de direitos de uso** de recursos hídricos tem como objetivos assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos da água e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água. Sendo um instrumento através do qual o Poder Público autoriza o usuário a utilizar as águas de seu domínio, por tempo determinado e com condições preestabelecidas com o de assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos e o efetivo exercício dos direitos de acesso à água.

Está sujeitos a outorga pelo Poder Públicos os direitos dos seguintes usos de recursos hídricos:

- Derivação ou captação de parcela da água existente em um corpo de água para consumo final, inclusive abastecimento público, ou insumo de processo produtivo;
- Extração de água de aquífero subterrâneo para consumo final ou insumo de processo produtivo;
- Lançamentos em corpo de água de esgotos e demais resíduos líquidos ou gasosos, tratados ou não, com o fim de sua diluição, transporte ou disposição final;
- Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
- Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água existente em um corpo de água.

Outorga para geração hidrelétrica estará subordinada ao Plano Nacional de Recursos Hídricos, obedecida à legislação setorial específica. Toda outorga estará condicionada às prioridades estabelecidas nos Planos de Recursos Hídricos, à classe de uso do corpo de água e à manutenção do transporte aquaviário. Deverá preservar o uso múltiplo dos recursos hídricos e prazo não excedente há 35 anos.

Segundo o art. 19 da lei nº 9.433/1997), a **cobrança pelo uso de recursos hídricos** tem os objetivos de reconhecer a água como um bem econômico e dar ao usuário uma indicação de seu real valor; incentivar a racionalização do uso da água e obter recursos financeiros para o financiamento dos programas e intervenções contempladas nos planos de recursos hídricos.

A cobrança pelo uso dos recursos hídricos, ou melhor, do “mercado de água” foi uma criação depois de várias experiências internacionais de gestão dos recursos hídricos, a fim de garantir usos mais eficientes. (MARTINS; LEME, 2003).

Para Lee e Juavlev (1998, apud MARTINS; LEME, 2003, p. 29), existem três condições fundamentais para a construção de um mercado eficiente de direitos de água: “informação pública sobre a oferta e a demanda de direito da água, a possibilidade física e legal de realização do comércio e, o que é mais importante, a existência de direitos de propriedade bem definidos”.

Em alguns estados do oeste dos Estados Unidos, como Arizona, Califórnia, Colorado, Nevada e Novo México, o direito de propriedade de água possui os mesmos direitos de propriedade sobre a terra, podendo inclusive ser vendido, transferido ou alugado. (HOLANDA, 1993 apud MARTINS; LEME, 2003, p.30).

Na América Latina, o Chile dispõe de legislação que garante a negociação dos direitos de água desde 1981, sendo o único país a ter um sistema de direitos transacionáveis,

controlado pelo volume de água consumido por unidade de tempo. (LEE; JUAILEV, 1998 apud MARTINS; LEME 2003).

O **Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos** é um sistema de coleta, tratamento, armazenamento e recuperação de informações sobre recursos hídricos e fatores intervenientes em sua gestão.

São princípios básicos para o funcionamento do Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos:

- Descentralização da obtenção e produção de dados e informações;
- Coordenação unificada do sistema;
- Acesso aos dados e informações garantido a toda a sociedade.

Para Campos e Studart (2001), gestão dos recursos hídricos é um conjunto de procedimentos organizado no sentido de solucionar os problemas referentes ao uso e ao controle dos recursos hídricos, com o objetivo de atender, dentro das limitações econômicas e ambientais e respeitando os princípios de justiça social, à demanda de água pela sociedade a partir de uma disponibilidade limitada.

A abordagem tradicional para gestão de recursos hídricos sempre foi realizada de forma compartimentada e não integrada. Foi necessário um longo tempo, cerca de 50 anos, para os limnólogos e engenheiros iniciarem sua interação na gestão das águas. A abordagem tradicional da engenharia, que é o tratamento de água, provém da concepção de que a tecnologia é possível, mas os custos do tratamento tornam-se proibitivos, encarecendo demasiadamente a produção de água potável. Por outro lado, é necessário dar condições para cuidar dos mananciais e das fontes de abastecimento de água potável, assim, os cuidados no gerenciamento devem incluir da “fonte à torneira” e tratar de todo o sistema de produção de água. (TUNDISI, 2003).

“Não se pode perder de vista que a gestão de água reflete os processos econômicos, políticos e sociais que ocorrem no âmbito de uma sociedade”. (PERRY; VANDERKLEIN, 1996 apud CAMPOS; STUDART, 2001, p.64).

Segundo Rebouças et al. (2002, p. 35), “a gestão dos recursos hídricos é uma tarefa essencial do desenvolvimento sustentável”, para descentralizar o processo decisório, e não somente as ações, tanto regionais como estaduais, municipais ou de unidades hidrográficas críticas para atender adequadamente as necessidades, as diversidades e peculiaridades físicas, sociais, econômicas, culturais e políticas.

De acordo com Rebouças et al. (2002, p. 35), para promover o planejamento e a gestão integrados

dos aspectos quantitativos e qualitativos, das áreas, superficial e subterrânea do ciclo hidrológico, dos usos múltiplos, da conservação e proteção dos demais recursos ambientais, do uso de agrotóxicos e fertilizantes, do manejo de solo e água deve estar em harmonia com os planos diretores de desenvolvimentos regionais, municipais e com os conceitos de usuário-pagador e poluidor-pagador.

Segundo Costa (1997), o planejamento e a gestão dos recursos hídricos compreendem três etapas básicas de trabalho que, na prática, sofrem certa superposição, quais sejam:

- Reconhecimento ou avaliação (inventário);
- Desenvolvimento (planejamento, projeto e construção);
- Exploração (operação, manutenção e controle).

Conforme ilustrado na figura 05, pode-se observar a estrutura complexa necessária para implementação da gestão dos recursos hídricos bem como as diferentes atividades relacionadas ao reconhecimento para elaboração do diagnóstico sobre interações dos inventários com o ambiente.

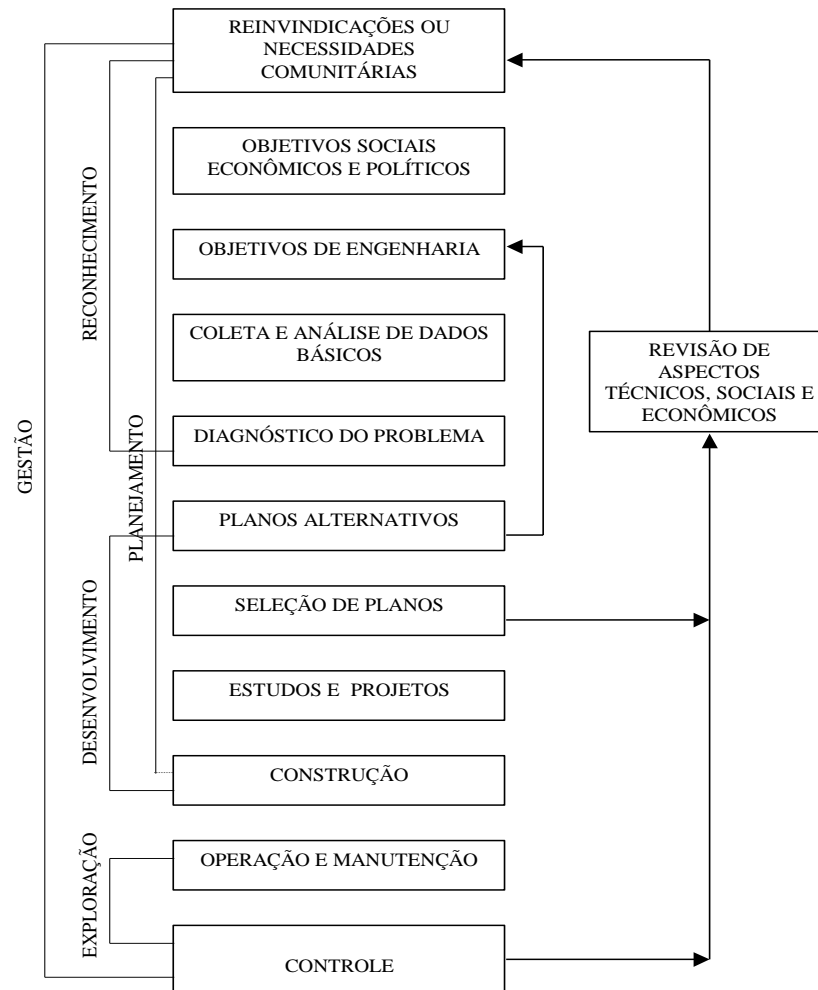


Figura 5: Inter-relacionamento das etapas e atividades de reconhecimento, desenvolvimento, exploração, planejamento e gestão.

Fonte: Feitosa; Manoel (1997).

Nos últimos dez anos vêm acontecendo uma acirrada discussão dos diferentes arranjos institucionais para a gestão das águas, na maioria dos países dos vários continentes e em fóruns nacionais e internacionais. Essas experiências foram discutidas por Lanna (2000 apud TUNDISI, 2003), sendo apresentada na figura 6 uma síntese do tipo de organização analisada por esse autor.

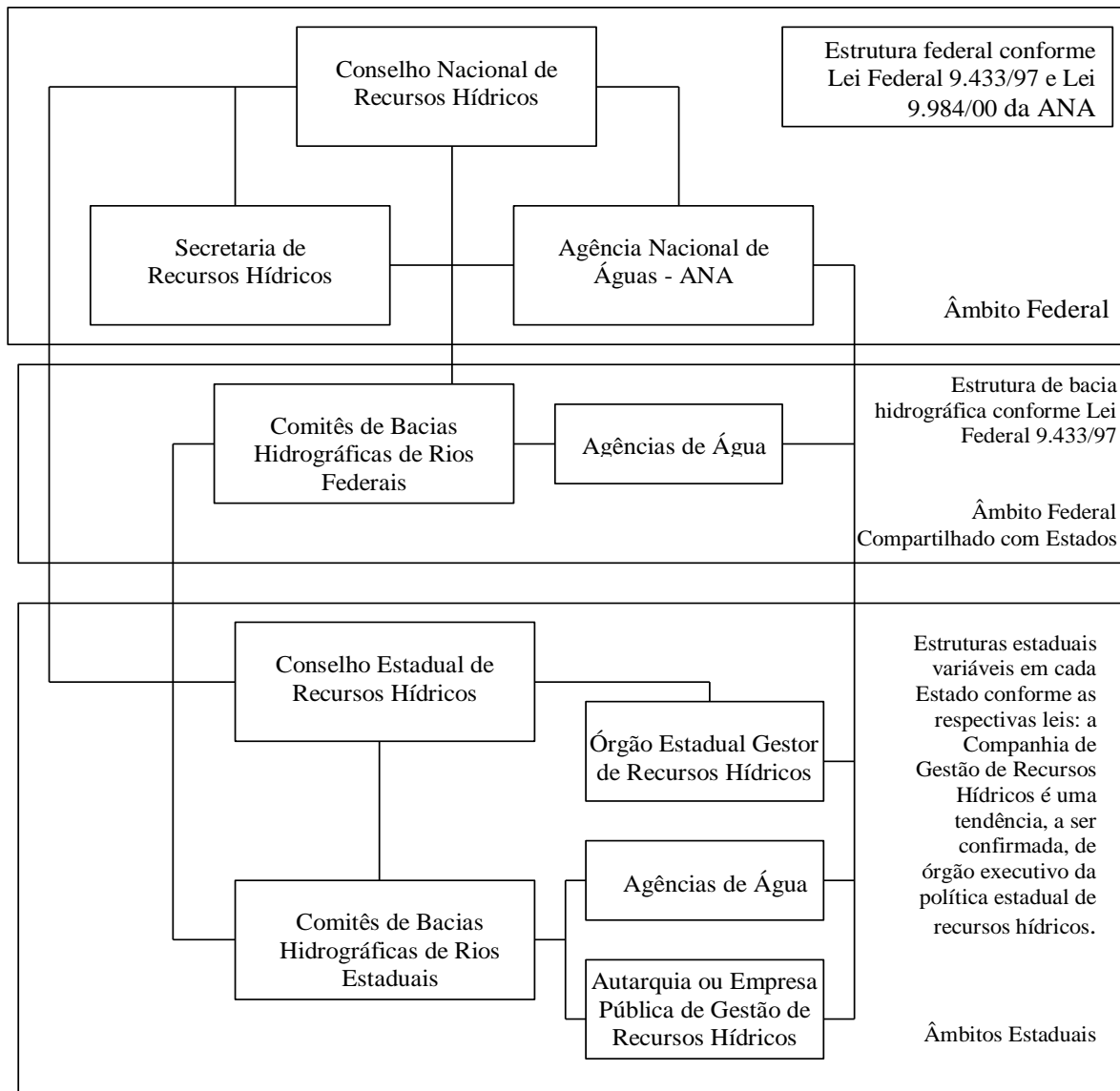


Figura 6: Sistema de gestão de recursos hídricos do Brasil.

Fonte: Lanna (2000 apud TUNDISI, 2003).

Mas ninguém pode administrar, planejar, proteger ou conservar algo que desconhece. Daí a grande importância de realizarem-se estudos e trabalhos mais aprofundados e detalhados sobre as bacias hidrográficas a fim de se preservar o que ainda lhes resta da potencialidade de seus recursos hídricos ou mesmo de recuperar-lhes sua boa qualidade, promovendo assim a sustentabilidade de seu uso. O conhecimento dos recursos hídricos vem, portanto, em primeiro lugar, como pressuposto mesmo de sua gestão e de seu gerenciamento (KREBS, 2004).

Para Rebouças et al. (2002), toda a cidade que explora intensamente seus recursos hídricos para o desenvolvimento deve ter um plano de controle e preservação de seus mananciais tanto para o cenário atual quanto a médio e longo prazo.

Gerenciamento de recursos hídricos pode ser conceituado como sendo o conjunto de ações governamentais destinadas a regulamentar o uso e o controle dos recursos hídricos e a avaliar a conformidade da situação, baseadas nos princípios estabelecidos pela política dos recursos hídricos. (COSTA, 1997).

Entende-se também que o gerenciamento refere-se ao conjunto articulado de ações normativas, operacionais e de planejamento, baseadas em critérios sanitários ambientais, sociais, políticos, técnicos educacionais, culturais, estéticos e econômicos.

Salati et al. (2002) relata que segundo o relatório “Gerenciamento de Recursos Hídricos”, publicado pelo Banco Mundial logo após a conferência do Rio de Janeiro de 1992, a água é um recurso cada vez mais escasso e necessita de um cuidadoso gerenciamento econômico e ambiental.

Grigg (1996, apud CAMPOS; STUDART, 2001, p. 56) nos oferece a seguinte definição para gerenciamento de recursos hídricos:

Uma aplicação de medidas estruturais (construção de barragens e adutoras, construção de estações de tratamento de água, entre outras) e não estruturais (zoneamento de ocupação de solos, regulamentos contra desperdício de água entre outras) para controlar os sistemas hídricos, naturais e artificiais, em benefício humano e atendendo a objetivos ambientais.

Fazendo-se uma análise da definição de gerenciamento de recursos hídricos, descrita por Grigg (1996) e discutida por Campos e Studart (2001), identificam-se três elementos básicos que são:

- Sujeito: é a sociedade que atua sobre os sistemas hídricos com vistas a atingir seus objetivos;
- Objetos: são os sistemas hídricos, naturais e artificiais;
- Ações: são as estruturais e não estruturais aplicadas pela sociedade no meio ambiente, nos corpos de água e na administração desses recursos.

Os avanços no sistema de planejamento e gerenciamento das águas devem considerar processos conceituais (a adoção da bacia hidrográfica como unidade de planejamento e gerenciamento e a integração econômica e social), processos tecnológicos (o uso adequado de tecnologia de proteção, conservação, recuperação e tratamento) e processos institucionais (a integração institucional em uma unidade fisiográfica, a bacia hidrográfica). (TUNDISI, (2003).

O gerenciamento de recursos hídricos tem sofrido problemas. O alto índice de urbanização principalmente nos municípios de médio e pequeno porte deve promover alterações na legislação, no controle e nas tecnologias, para que se possa fazer o gerenciamento e tratamento de recursos hídricos, tendo em vista a minimização dos impactos e a otimização dos usos múltiplos.

O Estado de Pernambuco, por exemplo, de acordo com Tomaz (2001, p.30), “tem 1.270 m³/hab./ano (menor disponibilidade hídrica no Brasil), enquanto que Israel possui 470 m³/hab./ano. Existe falta de água em Pernambuco e não existe em Israel, o que nos faz observar o mau gerenciamento da água naquela unidade de nossa nação”.

Nosse (2005) evidencia a necessidade de se buscar soluções para o gerenciamento e gestão dos recursos hídricos no município de Criciúma. Entre algumas propostas de modelos de gestão avaliadas pelo referido autor, onde está inserido o gerenciamento, destacam-se as estudadas por Lanna (2000), visto que tais propostas encontram aplicações por se tratarem de modelos gerais, ou seja, são genéricos que podem ser facilmente adaptados.

Ainda como proposta, porém agora direcionada especificamente ao planejamento e gerenciamento de recursos hídricos e aos mecanismos de análise para escolha das melhores alternativas que possam embasar e consolidar decisões, Blair e Hufschmidt (1984 apud TUNDISI, 2003) também apresentam um modelo geral e de fácil adaptação.

Outro importante suporte são os princípios básicos para o gerenciamento dos recursos hídricos elencados por Tundisi (2003), que são:

- A água é essencial à vida;
- Valor da água;
- A água deve ser protegida; e
- Participação dos interessados.

Em 1997 criou-se o Plano de Recursos Hídricos em Santa Catarina visando à implantação de um Sistema de Gestão e Gerenciamento de Recursos Hídricos em todas as bacias do Estado. Foram levados em conta alguns critérios com base nas **características físicas**: geomorfologia, geologia, hidrologia, relevo, solo; **geográficas: áreas**, divisão municipal, divisão de bacia; **socioeconômicas**: população, atividade econômicas, estruturas fundiárias; **associativas**: associações de municípios e **municipais**: número de municípios existentes das 23 bacias hidrográficas do Estado, os mesmos critérios que foram utilizados em SP, que também criou um Gerenciamento dos Recursos Hídricos. Segundo o Diagnóstico

Geral de Santa Catarina (1997, p. 58), os critérios que embasaram a proposta catarinense foram:

As regiões serão compostas por no máximo três bacias hidrográficas contíguas..., as bacias que integram cada região devem apresentar um razoável nível de homogeneidade em seus aspectos físicos e socioeconômicos, a área geográfica das novas regiões deverá guardar certo grau de identidade com a das associações de municípios existentes, para facilitar o processo de gerenciamento, o número de municípios por regiões não deverá ser superior a 40 e, da mesma forma, a área máxima de cada região não deverá ultrapassar 25.000km².

O Estado foi dividido em dez regiões hidrográficas para melhor gerenciar os recursos hídricos, ilustrado na figura 7.

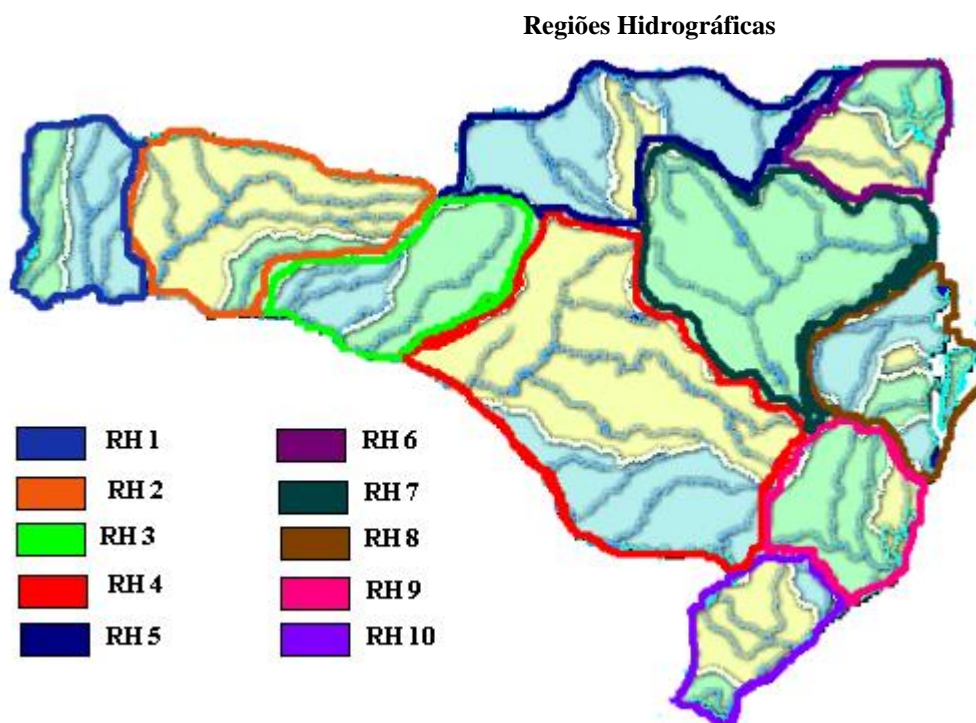


Figura 7: Mapa de Santa Catarina, identificando por cor as dez regiões hidrográficas “RH”.

Fonte: Santa Catarina (1997).

Em média cada região é composta por duas a três bacias, com exceção da região Litoral Centro, que devido ao pequeno tamanho das unidades hidrográficas é composta por quatro bacias hidrográficas. De acordo com o Diagnóstico Geral Santa Catarina (1997, p. 23), ficou assim distribuído:

RH 1: Bacia Peperi-Guaçu e Bacia do Rio das Antas

RH 2: Bacia do Rio do Chapecó e Bacia do Rio Irani.

RH 3: Bacia do Rio do Peixe e Bacia do Rio Jacutinga.

RH 4: Bacia do Rio Canoas e Bacia do Rio Pelotas.

RH 5: Bacia do Rio Negro, Bacia do Rio Canoinhas e Bacia do Rio.

Iguaçu.

RH 6: Bacia do Rio Cubatão e Bacia do Rio Itapocu.

RH 7: Bacia do Rio Itajaí – Açu, Sub-Bacia do Rio Itajaí do Norte, Sub-Bacia do Rio Itajaí do Sul, Sub-Bacia do Rio Itajaí do Oeste e Sub-Bacia do Rio Itajaí Mirim.

RH 8: Bacia do Rio Tijucas, Bacia do Rio Biguaçu, Bacia do Rio Cubatão do Sul e Bacia do Rio da Madre.

RH 9: Bacia do Rio Tubarão e Bacia do Rio D'uma.

RH 10: Bacia do Rio Mampituba, Bacia do **Rio Araranguá** e Bacia do Rio Urussanga.

Para gerenciar de forma sustentável um aquífero é necessário levar em consideração, além dos processos hidrogeológicos, os critérios econômicos ambientais e institucionais. Um modelo considerando estes aspectos foi desenvolvido para o aquífero de Santa Bárbara, na Califórnia, por Loaiciga (1997, apud FREIRE, 2002). O estudo enfatiza que a definição de sustentabilidade não pode deixar de incorporar o critério de eficiência econômica.

A criação da OUTORGA, a ser concedido pelo órgão público gestor dos recursos hídricos, foi o ponto fundamental para o gerenciamento e planejamento desses recursos. No requerimento das outorgas os usuários fornecem todos os dados necessários: localização, aquífero explorado, profundidade, vazão, análises físico-químicos e bacteriológicos, interferências com poços vizinhos, empresa perfuradora entre outras. Por outro lado, o usuário cadastrado é licenciado, passa a dispor de um instrumento legal para uso da água subterrânea, sabendo que não haverá riscos de um vizinho que também perfure um poço, e extrair uma vazão que poderá interferir na sua já outorgada.

5.1 Proposta de gerenciamento das águas subterrâneas no município de Criciúma criada por Nosse (2005)

Nosse (2005) evidenciou e sugeriu a necessidade da implementação de um programa de gerenciamento das águas subterrâneas no município de Criciúma, que difere de todas as

outras propostas defendidas por vários pesquisadores como Lanna (2000), Montcelli (2002) e Rebouças et al. (2002). Nosse defende que o gerenciamento seja por município enquanto os referidos autores defendem as tradicionais propostas de gestão e gerenciamento por bacias hidrográficas.

Entretanto, estas propostas por bacias carecem de aplicação prática, além da redução do tempo investido em suas longas etapas de implantação. Por estes motivos os referidos modelos são pouco aplicados, seja pelo alto investimento, seja em função do longo prazo de implementação, principalmente para situações como no caso da área em estudo, onde as águas superficiais já estão comprometidas e as águas subterrâneas, se não forem tomadas medidas imediatas, terão o mesmo destino.

Tucci (2002, apud TUNDISI, 2003) ressalta a importância de um plano básico de controle e preservação dos mananciais de suprimento, que deverá cada vez mais ficar sob a responsabilidade dos municípios, nos quais já se inicia a ação predatória.

Nosse (2005) defende que a organização do sistema de gerenciamento dos recursos hídricos deve ser uma atividade inicialmente programada pelo processo administrativo do poder público municipal, devido a sua relevância em relação ao fator desenvolvimento e qualidade de vida local.

Na concepção do mesmo autor, o gerenciamento de recursos hídricos subterrâneos e o controle da poluição devem caminhar paralelamente, ser simples, práticos e acessíveis, utilizarem orientações estabelecidas através de dados e informações geradas através de levantamentos locais como: mapeamento temático com interações caracterizando a situação ambiental e sua influência nas águas subterrâneas, gerenciamento através de banco de dados permanentemente atualizados e avaliados.

Neste sentido a proposta deu uma grande contribuição, pois aprofundou os conhecimentos sobre as águas subterrâneas e os aspectos do meio físico, permitindo, igualmente, a identificação dos potenciais poluidores, visando subsidiar ações de controle ambiental e gerenciamento deste recurso. Logo, o fluxograma apresentado na figura 8 mostra, de forma esquemática, a metodologia proposta, a ser empregada para subsidiar o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos no caso do município de Criciúma.

O diagnóstico é fundamental, visto que permite dimensionar o tamanho do passo que deverá ser dado para implementação de uma política que subsidiará o gerenciamento das águas subterrâneas. A finalidade é situar a sociedade frente a real situação das águas subterrâneas e aos requisitos ambientais exigidos para continuidade de utilização deste recurso.

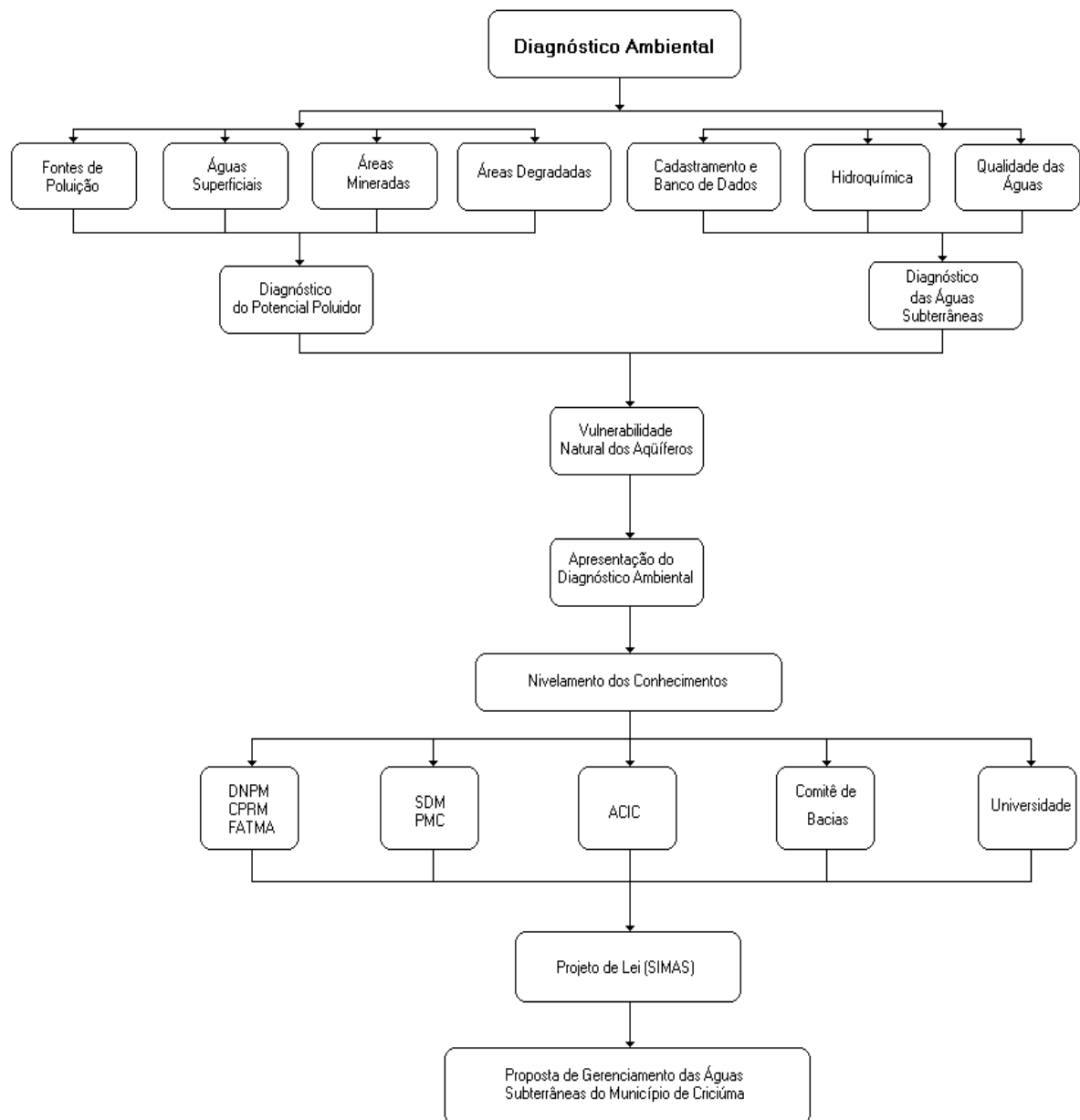


Figura 8: Diagrama da proposta da metodologia para realização do diagnóstico ambiental como subsídio ao gerenciamento das águas subterrâneas no município de Criciúma.

Fonte: Nosse (2005).

De acordo com o mesmo autor, o planejamento e o conhecimento de algumas variáveis devem envolver a seleção de potenciais; avaliação da disponibilidade dos mananciais, ocupação e potenciais poluentes; quantificação atual e potencial da qualidade da água; definição do programa de controle do uso do espaço e preservação da bacia; projeto de aproveitamento da água; programa sistemático de monitoramento da qualidade da água nos mananciais e mecanismos de controle institucional da preservação dos recursos hídricos.

Como resultado final o autor apresentou para os diversos segmentos da sociedade a real situação do município, quanto aos recursos hídricos subterrâneos e às variáveis ambientais. Com o objetivo de nivelar os conhecimentos e elaborar uma proposta de gerenciamento baseando-se nas informações geradas e nas sugestões que serão formalizadas pelas diferentes entidades participantes (Figura 9).

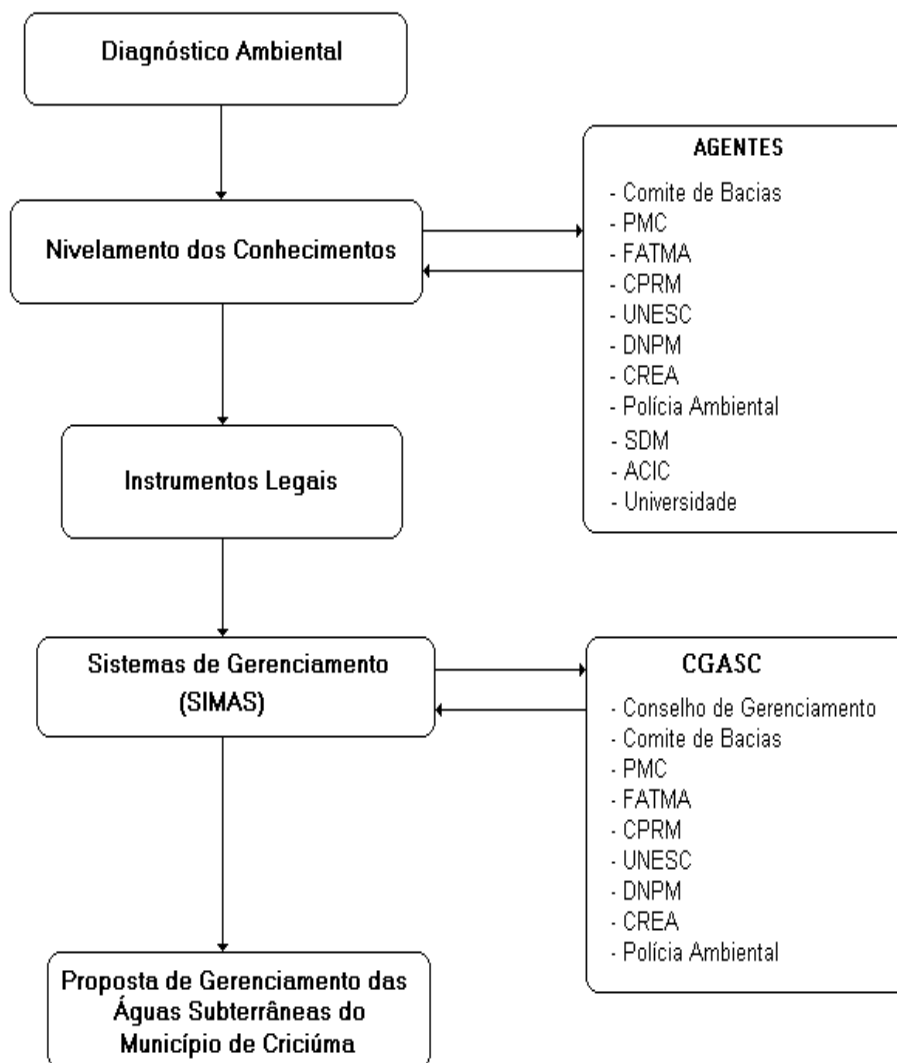


Figura 9: Estrutura preliminar que deverá contemplar as entidades que participarão efetivamente das discussões e elaboração da proposta de gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos. (CGASC – Comissão de Gerenciamento das Águas Subterrâneas de Criciúma).

Fonte: Nosse (2005).

Não existe integração entre órgãos públicos e privados, dos quais algumas iniciativas municipais não encontram respaldo e apoio técnico devido à inexistência de uma política de gestão e gerenciamento capaz de modificar a situação e de estimular mudanças de comportamento das práticas de utilização dos recursos hídricos.

Com os problemas relatados anteriormente, quanto à escassez qualitativa e quantitativa das águas superficiais na bacia do rio Araranguá, principalmente no município de

Criciúma, aliada à desenfreada utilização das águas subterrâneas, à degradação ambiental, aos seus usos inadequados e sem controle efetivo, evidencia e comprova a fragilidade da base institucional para promover o gerenciamento sistêmico e integrado dos recursos hídricos em uma bacia hidrográfica como referenciado consensualmente por vários autores.

O processo de gerenciamento deve ser concebido dentro de um contexto integrado, onde, além do fator ambiental, devem ser considerados o fator social, o econômico, o cultural e o político. Estes fatores se tornam vitais para o desenvolvimento deste processo, já que os mesmos são indissociáveis e estão em permanente integração.

6 ANALISE DOS RECURSOS HIDRICOS NO MUNICIPIO DE CRICIUMA

6.1 Estudos da qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos, realizados dos últimos 15 anos.

Como já mencionado anteriormente a atividade econômica do sul catarinense esteve alicerçada, durante várias décadas, na extração e no beneficiamento do carvão mineral. Alia-se a isso a tipologia das indústrias da região, a disposição de lixo em locais inadequados, a falta de saneamento básico e o uso e ocupação desordenada do solo que provocaram sérios impactos ao meio ambiente e, em particular, aos recursos hídricos superficiais e conseqüentemente aos subterrâneos.

Como prova disso a região Carbonífera, dentro da qual se insere o município de Criciúma, foi enquadrada através do decreto nº 85.206 de 25 de setembro de 1980, como área Crítica Nacional para efeito de Controle de Poluição e Qualidade.

Nosse (2005) escreveu em sua tese de Doutorado que cerca de 2/3 dos recursos hídricos superficiais do município de Criciúma estão comprometidos qualitativamente.

A atividade da mineração provoca, como várias outras atividades econômicas, problemas ambientais, de modo geral, e os recursos hídricos, em particular, principal no que se refere à poluição das águas e à degradação de áreas sob exploração mineral. Isso devido à disposição descontrolada de rochas da cobertura das camadas das minas a céu aberto e dos rejeitos do beneficiamento do carvão. Essas rochas e rejeitos contêm minerais sulfetados (pirita e marcassita) que provocaram a acidificação e a contaminação dos recursos hídricos.

Estudos realizados por Alexandre e Krebs (1995) em alguns rios no município de Criciúma acusaram baixos valores de pH, elevados teores de sulfatos, altas concentrações de ferro e sólidos totais, o que torna suas águas impróprias para o consumo, ocasionadas pela inadequada disposição dos rejeitos carbonosos proveniente dos processos de beneficiamento do carvão.

Os principais problemas relacionados aos recursos hídricos subterrâneos na área de estudo referem-se à possibilidade de sua contaminação pelas diferentes fontes de poluição e exaustão do aquífero devido à superexploração. As atividades de mineração e de beneficiamento de carvão são, sem dúvida alguma, os maiores potenciais de carga de contaminação dos aquíferos da área de estudos, outro tipo de fonte difusa muito preocupante com relação aos recursos hídricos subterrâneos constitui o lançamento dos efluentes

industriais e domésticos. Sabe-se que grande parte das indústrias da região não possui sistema de tratamento e lança seus efluentes diretamente nos cursos d'água. Sabe-se também que nenhuma cidade da área dispõe de rede canalizada e tratamento de esgotos, os quais também são lançados diretamente nos corpos d'água. Estes dois tipos de cargas poluentes difusas, em algum ponto da bacia, atingirão certamente o nível freático e, com o passar do tempo, acabarão por contaminar o aquífero Krebs (2004).

6.1.1 Recursos hídricos superficiais

A bacia hidrográfica do município de Criciúma é composta basicamente pelos rios Criciúma, rio Maina, parte do rio Sangão, Linha Anta, Ronco de Água e córregos Eldorado e Quarta Linha.

Alexandre e Krebs (1995) realizaram um monitoramento das águas superficiais do município de Criciúma, definido 18 estações de coletas, distribuídas da seguinte forma: 5 no rio Criciúma; 2 no rio Maina; 3 no rio Sangão; 3 no rio Linha Anta; 2 no córrego Ronco D'água; 2 no córrego Eldorado e 1 no córrego Quarta Linha. A localização das estações de recolhimento dos materiais para análise encontrasse resumida na tabela 6, que contemplada boa parte da bacia hidrográfica do município.

Tabela 6 - Dimensionamento da rede de amostragem

Código	Nome do rio	Localização	Descrição
RC01	Rio Criciúma	Nascente do rio, montante do Criciúma Clube	Sofre contaminação de drenagem de mina de subsolo. Não recebe contribuição de esgoto e industrial.
RC02	Rio Criciúma	A jusante de MECRIL, fundos da Estofaria Dudu	Recebe contribuição de esgotos domésticos, comerciais e industriais. Contribuição da MECRIL –Metalúrgica Criciúma Ltda.
RC03	Rio Criciúma	A jusante da CESACA, na ponte em frete a CBCA	Intensa contribuição de despejo domésticos, comerciais e industriais. Receber também contribuição de canal auxiliar de drenagem e da CESACA.
RC04	Rio Criciúma	Na rua Domenico Sonego, fundos do pátio de maquinas da P.M.C	Contribuição de despejo doméstico, comerciais e industriais. Grande contribuição de despejos do Curtume Dal Bo
RC05	Rio Criciúma	Próximo da foz do rio Criciúma, atrás das Cinco Estrelas, bairro Sana Augusta, a montante da confluência com rio Sangão.	Contribuição de despejo doméstico, comerciais, bem como proveniente de atividades de beneficiamento de carvão mineral.

RM01	Rio Maina	Vila visconde, na ponte.	Recebe intensa contribuição de despejos oriundos de atividade de mineração de carvão.
RM02	Rio Maina	Próximo à foz com o rio Sangão, ponte acesso Cidade Mineira.	Recebe intensa contribuição de despejo oriundo de atividades de mineração e/ou beneficiamento de carvão mineral, além de esgotos domésticos.
RS01	Rio Sangão	Ponte sobre a SC-445 que liga Criciúma a Siderópolis	Recebe contribuição de efluentes característicos de atividades de mineração e/ou beneficiamento de carvão mineral.
RS02	Rio Sangão	Após confluência com rio Criciúma	Servirá para avaliar a influência daquele rio no Sangão.
RS03	Rio Sangão	Na localidade de verdinho, na ponte CRI 477	Receberá intensa contribuição de despejo proveniente de atividades de mineração e/ou beneficiamento de carvão mineral. Em épocas de cheias o rio extravasa neste ponto ocupando a planície aluvial.
CE01	Córrego Eldorado	Nascente do rio, próximo a CRI-175 a 800 m da Rod. Luiz Rosso	Ponto Branco do município. Apresenta substrato rochosos. Não recebe contribuição de esgoto e nem de mineração do carvão
CE02	Córrego Eldorado	Ponte da rua Imigrante João Cechinel	Após zona industrial de Criciúma. Serviu para monitorar efluentes indústrias localizadas a montante. Recebe contribuição principalmente de cerâmicas e indústrias químicas.
CQL01	Córrego 4º Linha	Ponte da rua Imigrante João Cechinel	Localizado na zona industrial de Criciúma. Não recebe efluentes de atividades de mineração de carvão. Recebe contribuição de despejos industriais, principalmente cerâmica. Constatada a presença de peixes e vegetação aquática.
RRD01	Rio Ronco d'Água	Na ponte da CRI 158	Localizada na antiga estação de captação de água da CECRISA, com presença de peixes.
RRD02	Rio Ronco d'Água	Na ponte da SC 443	Recebe contribuição de esgotos domésticos, industriais e comerciais, principalmente do município do Morro da Fumaça.
RLA01	Rio Linha Anta	Na localidade de Linha Batista, na ponte da CRI 270	Recebe contribuição de mineração a céu aberto.
RLA02	Rio Linha Anta	Ponte sobre a SC 443	Recebe contribuição de mineração de carvão e indústrias.
RLA03	Rio Linha Anta	Ponte próximo a Cabomar	Recebe contribuição de mineração a céu aberto e beneficiamento de carvão.

Fonte: Alexandre; Krebs (1995).

Com os grandes danos causados ao meio ambiente na região Sul de Santa Catarina, em 1993 o Ministério Público Federal (MPF) propôs ação pública em desfavor das empresas carboníferas, visando à recuperação dos danos ambientais causado pela exploração de carvão.

Em 05/01/2000, foi proferida sentença que condenou os réus, solidariamente, a apresentarem projetos de recuperação ambiental da região que compõe a Bacia Carbonífera do Sul do Estado. Contemplando as áreas de depósitos de rejeitos, áreas mineradas a céu aberto e minas abandonadas, bem como o desassoreamento, fixação de barrancas, descontaminação e retificação dos cursos d'água, além de outras obras visando amenizar os danos sofridos principalmente pela população dos municípios sede da extração e do

beneficiamento. Em 2004, o MPF realizou vistorias nas áreas, constatando que apenas 35% precisavam ser recuperadas apresentaram projetos e que os mesmos continham graves deficiências técnicas. Por consequência disso em 2006, a pedido do MPF, o Juiz proferiu decisão determinando que as empresas apresentassem novos projetos de recuperação, que atendessem as normas técnicas.

As empresas e os órgãos envolvidos realizaram um monitoramento de recursos hídricos superficiais numa base de dados históricos e dividida em 16 campanhas, sendo que as primeiras dez campanhas de monitoramento foram realizadas através de convênios de cooperação técnica entre o Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e a Universidade do Sul de Santa Catarina (UNISUL) e Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) (março de 2002 a outubro de 2003), e entre o DNPM e a Associação Beneficente da Indústria Carbonífera de Santa Catarina (SATC) para a décima primeira, décima segunda e décima terceira campanhas (agosto de 2004 a outubro de 2005). As campanhas seguintes foram realizadas pelo Sindicato das Indústrias de Extração de Carvão de SC – SIECESC, sendo apresentado o primeiro relatório em julho de 2007 e o segundo relatório em julho de 2008 ao MPF, nas figuras 10 e 11 são apresentados os diagramas unifilar dos principais pontos de monitoramento da bacia do rio Araranguá e Urussanga.

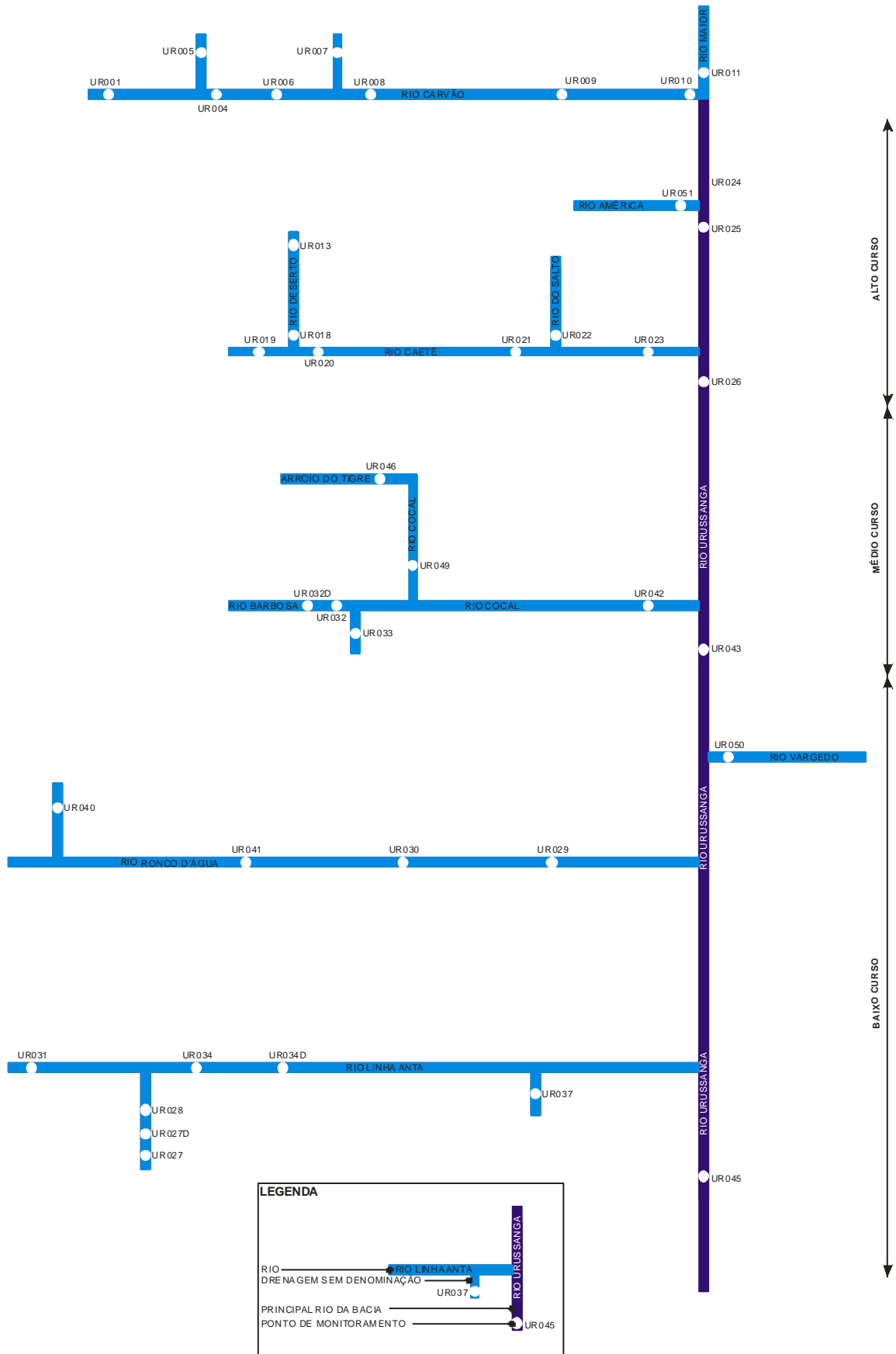


Figura 11: Diagrama unifilar dos principais pontos de monitoramento da bacia do rio Urussanga.
 Fonte: GTA (2008).

6.1.1.1 Rio Criciúma

No estudo de Alexandre e Krebs (1995), o rio Criciúma mostrou estar degradado já na sua nascente devido à mineração de carvão, apresentado pH abaixo dos padrões previstos para a boa qualidade da água. Este rio, apesar de receber toda a contribuição dos esgotos domésticos da parte central do município, não apresentou valores elevados de coliformes fecais, como era de se esperar. O parâmetro que mais demonstra a péssima qualidade das águas do rio Criciúma é, sem dúvida, o oxigênio dissolvido, cujo valor médio encontrado é inferior a zero (0) mg O₂/l, nas estações RC02, RC03, RC04 e RC05. Já a sua nascente apresentou uma boa saturação, com 9,2 mg O₂/l. Este estudo também mostrou ser evidente a contaminação do rio Criciúma por metais pesados, sendo que a maior concentração destes foi encontrada na sua foz (RC05).

De acordo com o relatório de monitoramento do GTA (2008), o ponto de monitoramento situado em sua foz (diagrama AR054) monitorou-se a contribuição de drenagem ácida de mina proveniente de áreas expostas com depósitos de estéril de minas a céu aberto abandonadas, depósitos de rejeito não controlados e bocas de minas com água ácida drenadas no perímetro urbano da cidade de Criciúma. Os resultados mostram que a geração de Drenagem Ácida de Mina - DAM no rio Criciúma contribui com uma concentração média de acidez de 142 mg/l para o rio Sangão.

O rio Criciúma mostrou variações na concentração e no aumento da carga de acidez entre a 5^a e a 10^a campanha que podem ser atribuídas à remobilização de rejeitos para rebeneficiamento que ocorreu no bairro Paraíso no ano de 2003.

6.1.1.2 Rio Maina e Rio Sangão

O rio Maina e rio Sangão segundo Alexandre e Krebs (1995) não apresentaram contaminação por coliformes fecais, apesar de receberem a contribuição de esgotos domésticos. Mesmo nas estações RS01 e RS02 do rio Sangão, localizados a jusante da confluência com o rio Criciúma, que recebe grande parte do esgoto doméstico do município, a presença de coliformes fecais era mínima ou mesmo ausente, isso ocorreu segundo os pesquisadores em decorrência do pH encontrar-se abaixo de 3,0 unidades, o que inibe a

sobrevivência destes organismos. Os baixos valores de pH e as altas concentrações de acidez, sulfatos e ferro total verificadas nas duas estações localizadas no rio Maina e nas três localizadas no rio Sangão demonstraram a sua degradação pelas atividades ligadas a mineração de carvão, fazendo com que estes recursos hídricos apresentassem qualidade imprópria para uso doméstico, industrial, irrigação, recreação de animais.

Sobressai também no rio Maina e rio Sangão figura 12 e 13, os baixos níveis de oxigenação que tem sua origem não só pela contribuição de esgotos domésticos, mas também pela reação de oxidação de ferro, proveniente da alteração da pirita contida nos rejeitos de mineração.



Figura 12: Aspecto das margens do rio Sangão. Observa-se a deposição de rejeitos do beneficiamento de carvão nas duas margens, e a água comprometida apresenta coloração vermelho-laranja, decorrente da alta concentração de íons Fe^{+3} . Localidade de Santa Augusta, município de Criciúma - SC.

Fonte: Nosse (2005).

Agora na tabela 08 apresentam-se as alterações da qualidade das águas superficiais no rio Sangão de Criciúma em 2000 que recebem contribuição principalmente de áreas onde são desenvolvidas atividades de lavra, beneficiamento de carvão e seus rejeitos.

Tabela 7 - Incremento na concentração de sulfatos, ferro total e alumínio, em mg/L, em águas superficiais e a variação nos valores de pH, em função das atividades de mineração do carvão no rio Sangão e no município de Criciúma, SC.

Recurso hídrico	Ponto de coleta	Variação nos valores de pH	Concentração de sulfatos (mg/L)	Variação na concentração de ferro total (mg/L)	Variação na concentração de alumínio (mg/L)
Rio Sangão	Nascente	6,88 a 7,10	8,9 a 18,4	0,12 a 1,85	0,2 a 0,3
	Foz	2,51 a 2,59	1403,9 a 1780,0	160,20 a 204,00	70,0 a 81,0

Fonte: Alexandre (2000).

A comparação dos resultados históricos realizadas em 1981 pela FATMA com as campanhas de monitoramento realizadas entre 2000 a 2008 pelo SIECESC, mostra que concentração média de acidez no rio Sangão, medida na região de São Roque (diagrama AR76) entre os municípios de Criciúma e Forquilha, permaneceu, praticamente, estável verificando-se uma pequena redução de acidez de 922 mg/L para 827 mg/L (média até a 16ª campanha de monitoramento). Essa redução pode estar associada ao avanço da área urbana sobre as áreas de mineração e as poucas ações de reabilitação ambiental nessa região da bacia. A concentração de acidez no rio Maina não apresentou variações significativas ao longo das campanhas de monitoramento, observando-se pequena tendência à redução.

De acordo com o monitoramento realizado pelo Grupo Técnico de Assessoramento ao cumprimento da sentença nº 2000.72.04.002543-9/SC- GTA (2008) o rio Maina, contribui com uma média de 978 mg/L de acidez para o rio Sangão (diagrama AR52).

O rio Maina drena extensas áreas com ocupação urbana sobre depósitos de rejeitos expostos, (bairros Metropol, Colonial, Wozocriz). Essas áreas são ativas na geração de drenagem ácida em função do contato da água por infiltração, além de bocas de minas drenantes de água ácida. Caimentos de mina são utilizados para captação de esgoto doméstico, contribuindo para aumentar a geração de DAM. Todas as atividades de mineração estão paralisadas nas áreas drenadas por esse rio desde 2006. (GTA, 2008).

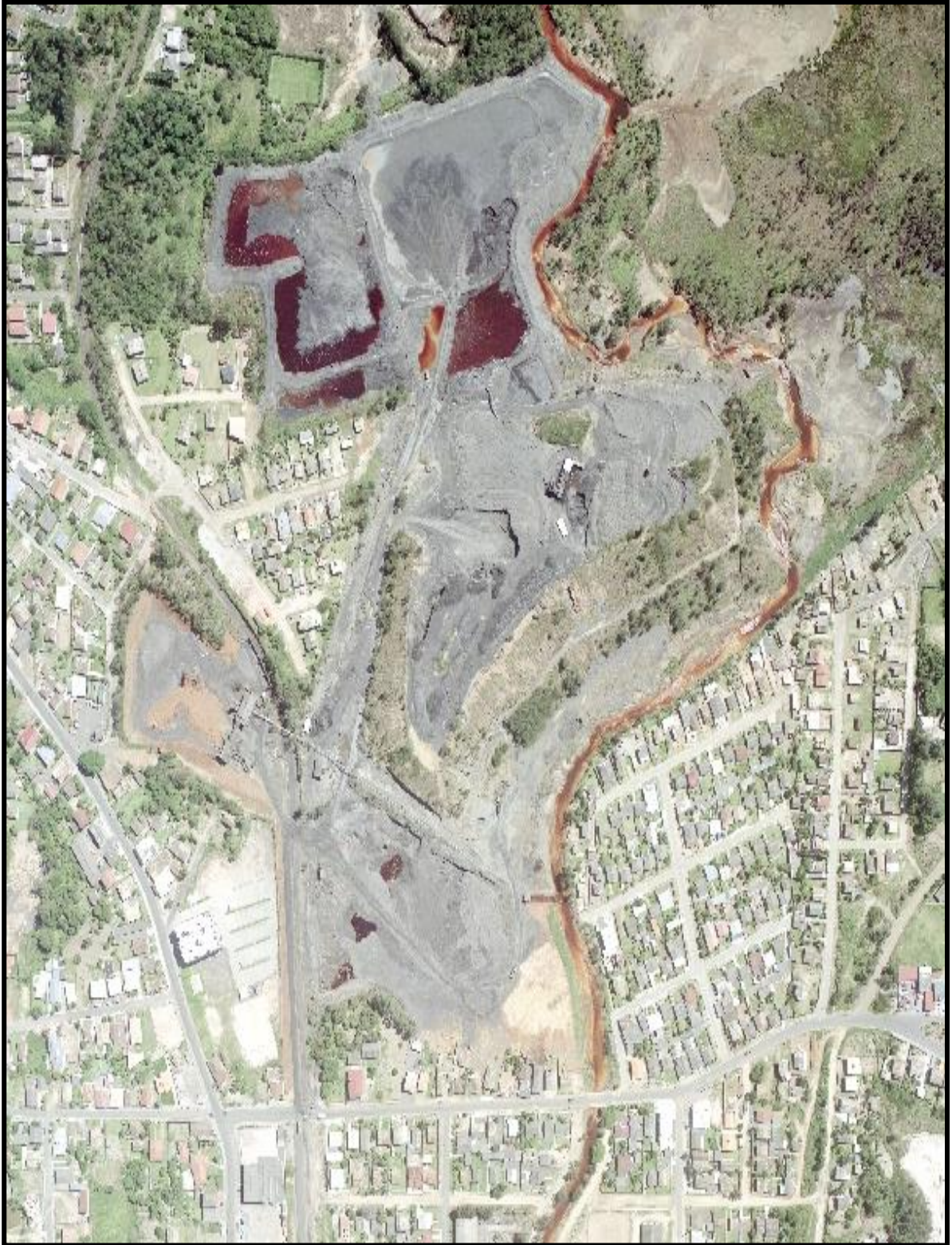


Figura 13: Foto aérea da localidade de Rio Maina, município de Criciúma-SC (2001/ 1:8.000). Nota-se que o rio Sangão corta uma área de beneficiamento de carvão e disposição de rejeitos; novamente fica evidenciado o comprometimento da água pela coloração característica vermelho-laranja, decorrente da alta concentração de íons Fe^{+3} .

Fonte: Nosse (2005).

6.1.1.3 Rio Linha Anta e rio Ronco D'água

As estações localizadas no rio Linha Anta demonstraram a sua degradação por atividades ligadas a mineração, principalmente minas a céu aberto que, apesar de paralisadas, contribuem para a degradação dos recursos hídricos e usinas de beneficiamento, acarretando na diminuição do pH e aumento das concentrações de acidez, sulfatos e ferro total elevados. Como consequência, os valores encontrados para coliformes totais e fecais estão abaixo do esperado, sendo que alguns pontos estão ausentes. Dos rios estudados em 1995 por Alexandre e Krebs, o rio Ronco D'Água foi o que apresentou as melhores condições.

De acordo com relatório do GTA (2008), a contribuição de carga ácida do rio Ronco d'água para a bacia do Urussanga é pouco significativa, sendo que a concentração da acidez, à exceção de outubro de 2005, não apresentou maiores variações no período monitorado. O valor elevado da carga de acidez verificado em outubro de 2005 pode ser explicado pelo aumento da vazão do rio Ronco d'Água. Medidas de vazão realizadas durante ou logo após períodos de intensa precipitação implicam valores anômalos nas cargas de acidez dos rios.

A média de acidez do rio Linha Anta é maior que o somatório das cargas de acidez dos rios América e Caeté (152 mg/L) que deságuam no rio Urussanga. A redução observada nos resultados da concentração de acidez no rio Linha Anta ao longo das campanhas de monitoramento pode estar associada à redução de áreas expostas com rejeitos a partir do seu rebeneficiamento em conjunto com trabalhos de reabilitação ambiental GTA (2008).

6.1.1.4 Córrego Quarta Linha e Eldorado

A sub-bacia do rio dos Porcos é largamente utilizada para o cultivo de arroz irrigado com uso de fertilizantes e pesticidas. Suas principais áreas de nascentes situam-se junto ao distrito industrial da Quarta Linha, através dos córregos Eldorados e Quarta Linha no município de Criciúma. Devido a estes fatos, este rio apresenta águas com péssima qualidade, devido à contaminação pelas referidas fontes de poluição.

Para Alexandre e Krebs (1995) o córrego Quarta Linha à jusante das indústrias localizadas no distrito industrial, apresentou contaminações por metais pesados, como manganês e chumbo, além de uma coloração um pouco acentuada, provavelmente devido à

contribuição das indústrias Cerâmicas e Químicas da região, já o córrego Eldorado afirmam que a estação CE01 apresentou valores de fosfatos acima dos padrões fixados. A provável causa apontada para a contaminação é a localização da nascente em uma área onde se desenvolve a cultura de banana. Já a estação CE02 apresentou contaminação por chumbo e, embora em pequenas quantidades contaminação por manganês. Além disso, os valores de oxigênio dissolvido, DBO5, fosfato, óleos graxos encontravam-se em desacordo com os limites estabelecidos. A figura 14 apresenta a rede hidrográfica do município de Criciúma, com a situação dos rios analisados por quanto à qualidade da água (IQA X IT) da pesquisa efetuada pelos referidos autores.

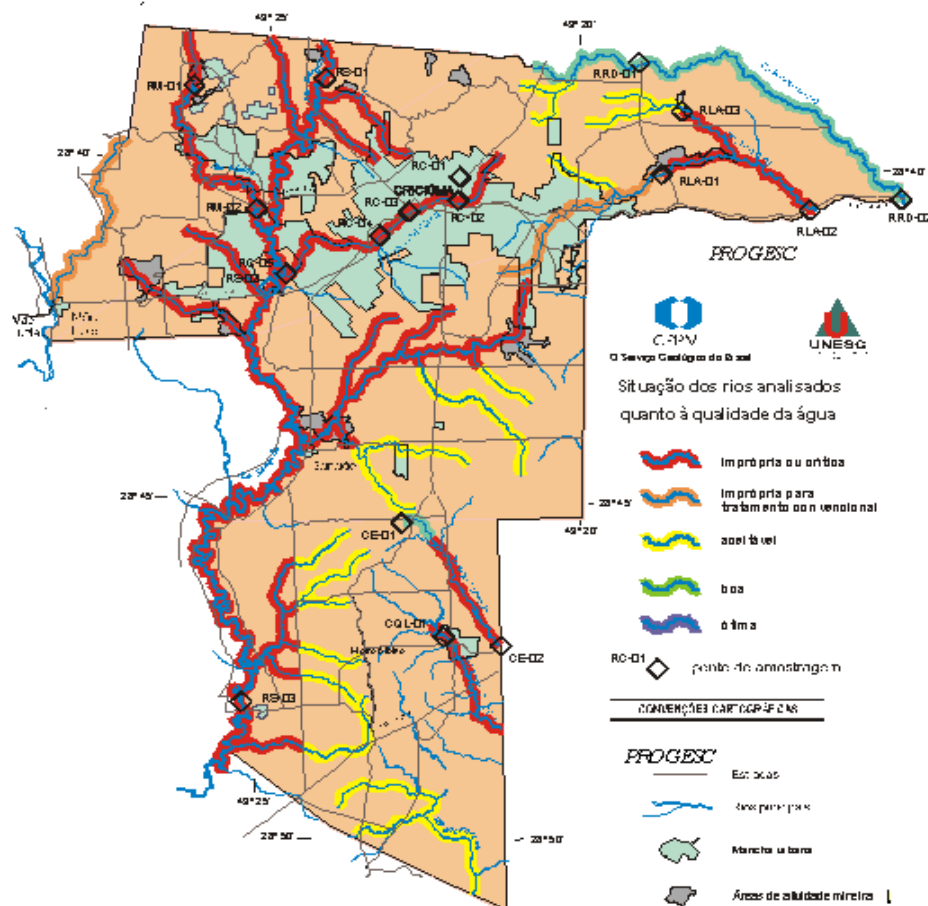


Figura 14: Qualidade das águas superficiais do município de Criciúma.

Fonte: Alexandre; Krebs (1996).

Outros estudos realizados pelo estado de Santa Catarina em 1997 na Bacia do rio Araranguá, dentro da qual se insere o município de Criciúma, demonstrou a existência de uma situação ambiental alarmante (figura 15), principalmente em relação ao comprometimento dos recursos hídricos superficiais.



Figura 15: Mapa representando a classificação das condições do uso de água Segundo Resolução 20 do CONAMA.

Fonte: Santa Catarina (1997).

6.1.2 Recursos hídricos subterrâneos

Os trabalhos de cadastramento preliminares dos poços tubulares profundos realizados no município de Criciúma, através de Santa Catarina (1997), indicaram que dentro da mancha urbana existe um grande número de poços que captam um enorme volume de água, várias horas por dia, durante o ano todo, para atender à demanda industrial. Todos estes poços captam água do mesmo sistema aquífero (aquífero poroso relacionado ao topo da Formação Rio Bonito - Membro Siderópolis). Este fato vem causando a gradativa exaustão do referido sistema, devido à super exploração que acarretará a retirada de parte da reserva permanente. As áreas de recarga deste aquífero têm sido alvo de intensa ocupação urbana, resultando na impermeabilização do solo, na modificação do regime de escoamento superficial, na dificuldade de infiltração, não permitindo, por conseguinte, que as reservas reguladoras reponham a reserva permanente.

Krebs; Nosse (1998a) fizeram um cadastro de 36 poços tubulares no município de Criciúma, a grande maioria situados nos bairros Centro, Próspera e Quarta Linha, destinado ao abastecimento industrial, como indústria cerâmica, metal-mecânica, lavanderia, química e outras, desses 36 poços foram analisados 05 poços de acordo com a tabela 09.

A grande maioria das análises realizadas nos recursos hídricos subterrâneos do aquífero Rio Bonito apresentou algum parâmetro fora da Portaria do Ministério da Saúde n.º 518/2004, que desclassifica sua utilização para o consumo humano (tabela 09). O valor máximo permitido para o ferro em água potável segundo a Portaria 518/2004 é de 0,3mg/L, e salientando o ferro é prejudicial para uso industrial; para atividades de cerâmica, lavanderia e outras atividades que se desenvolvem no município, pois causa problemas de contaminação nos produtos acabados (manchas, alteração da pigmentação etc...).

Nos valores do pH, constatou-se que 100% das análises apresentaram valores em acordo com os padrões de potabilidade, variando entre 6,15 (CP- 12) e 7,36 (CP-28).


Nas análises microbiológicas, todas apresentaram comprometimento qualitativo no que se refere aos parâmetros de coliformes totais e 60% apresentaram coliformes fecais.

Tabela 8 - Características físico-químicas e microbiológicas das águas subterrâneas nos pontos analisados – município de Criciúma, SC.

Parâmetros	Ponto de coleta	CP – 12	CP - 16	CP – 17	CO-27	CP -28	Portaria do Ministério da Saúde n.º 518, 25 de março de 2004.
PH		6,15	7,20	7,20	5,70	7,36	6 a 9,5
Condutividade ($\mu\text{s} \cdot \text{cm}^{-1}$)		0,0652	0,340	0,652	0,099	0,233	####
Manganês (mg/L)		----	-----	-----	----	----	0,1 mg/L
Ferro Total (mg/L)		4,1	0,26	1,07	1,76	1,17	0,3 mg/L
Sódio Totais (mg/L)		526,0	498,0	617,0	159,0	281,0	200 mg/L
Cálcio (mg/L)		66,0	22,0	232,0	n.d	44,0	####
Dureza total (mg/l CaCO_3)		124,0	52,0	308,0	28,0	64,0	
Sulfatos (mg/L)		72,00	38,00	160,0	-----	22,7	250 mg/L
Coliformes Fecais		39,0	Ausente	78,0	Ausente	49,0	Ausente
Coliformes Totais		526,0	498,0	617,0	159,0	281,0	Ausente

Obs: *Valores máximos permitidos segundo os padrões de potabilidade de água para consumo humano, de acordo com a Portaria do Ministério da Saúde n.º 518, 25 de março de 2004. Para o parâmetro de pH é um valor recomendado.

Fonte: Krebs; Nosse (1998a).

 = Não atende aos Padrões de Potabilidade

Para avaliar o possível comprometimento qualitativo das águas captadas pelos poços no município de Criciúma, Nosse (2005) utilizou 15 amostras de água dos poços tubulares, de

um cadastro de 78 poços. Foram analisados diversos parâmetros, entre eles: pH, ferro total, manganês, sulfato, cloretos, coliformes fecais e totais. Para este estudo utilizaram-se 8 das 15 amostras analisadas, que são para uso industrial. Apenas uma das amostras apresentava-se dentro deste limite fixado pela Portaria do Ministério da Saúde n.º 518/2004, as demais apresentaram-se fora do limite de água potável. Das amostras analisadas 63% apresentaram ferro total, 88% apresentaram manganês e 25% apresentaram sulfatos. Tem-se que este fato muito provavelmente esteja relacionado às atividades de mineração, à presença de galerias e à drenagem de subsolo, fatores que podem interferir negativamente na qualidade das águas subterrâneas. Constatou-se que estes valores elevados, para alguns poços, estão relacionados às antigas áreas mineradas para carvão que ainda estão influenciando na qualidade das águas.

Com relação ao pH, constatou-se que 100% das análises apresentaram valores em acordo com os padrões de potabilidade, variando entre 6,2 (PT- 30) e 7,4 (PT-70).


Com relação às análises microbiológicas, nenhuma apresentou comprometimento qualitativo no que se refere aos parâmetros de coliformes fecais e totais.

Tabela 9 - Características físico-químicas e microbiológicas das águas subterrâneas nos pontos analisados – município de Criciúma, SC.

Parâmetros	Ponto de coleta	Portaria do Ministério da Saúde n.º 518, 25 de março de 2004.								
		PT - 20	PT - 21	PT - 30	PT-34	PT -41	PT -42	PT -61	PT - 70	
PH		6,8	6,7	7,20	6,50	6,30	7,10	6,5	7,5	6 a 9,5
Condutividade (ms.cm ⁻¹)		0,107	0,311	2,010	2,340	0,503	1,250	0,440	0,478	####
Temperatura (°C)		20,00	24,00	23,00	21,50	21,80	21,80	21,00	21,80	####
Manganês (mg/L)		0,19	0,48	0,05	5,0	0,92	0,25	0,14	0,19	0,1 mg/L
Ferro Total (mg/L)		0,09	2,97	< 0,2	57,00	6,27	3,30	0,72	0,27	0,3 mg/L
Sódio (mg/L)		14,80	14,60	180	25,40	20,40	91,00	32,20	46,00	200 mg/L
Potássio (mg/L)		1,65	2,65	2,06	4,52	2,49	3,05	3,5	1,23	####
Cálcio (mg/L)		27,80	20,00	36,00	568	35,80	98,00	25,00	46,00	####
Magnésio (mg/L)		26,60	4,42	4,10	70,00	5,80	7,40	3,48	4,35	####
Cloretos (mg/L)		8,00	13,00	194,00	9,00	16,00	29,00	22,00	20,00	250 mg/L
Sulfatos (mg/L)		72,00	26,00	186,00	1480,00	104,00	539,00	78,00	47,00	250 mg/L
Coliformes Fecais		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente
Coliformes Totais		Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente	Ausente

Obs: * Valores máximos permitidos segundo os padrões de potabilidade de água para consumo humano, de acordo com a Portaria do Ministério da Saúde n.º 518, 25 de março de 2004. Para o parâmetro de pH é um valor recomendado.

Fonte: Nosse (2005).

 = Não atende aos Padrões de Potabilidade

Como forma de visualizar o comportamento conjunto de alguns parâmetros, elaborou-se um gráfico que permite analisar suas relações e está demonstrado na figura 16. Uma característica bastante evidente deste comportamento é o do ferro total, que acompanha o manganês em praticamente todos os pontos analisados. Os poços analisados foram selecionados em função do uso da água para fins industriais.

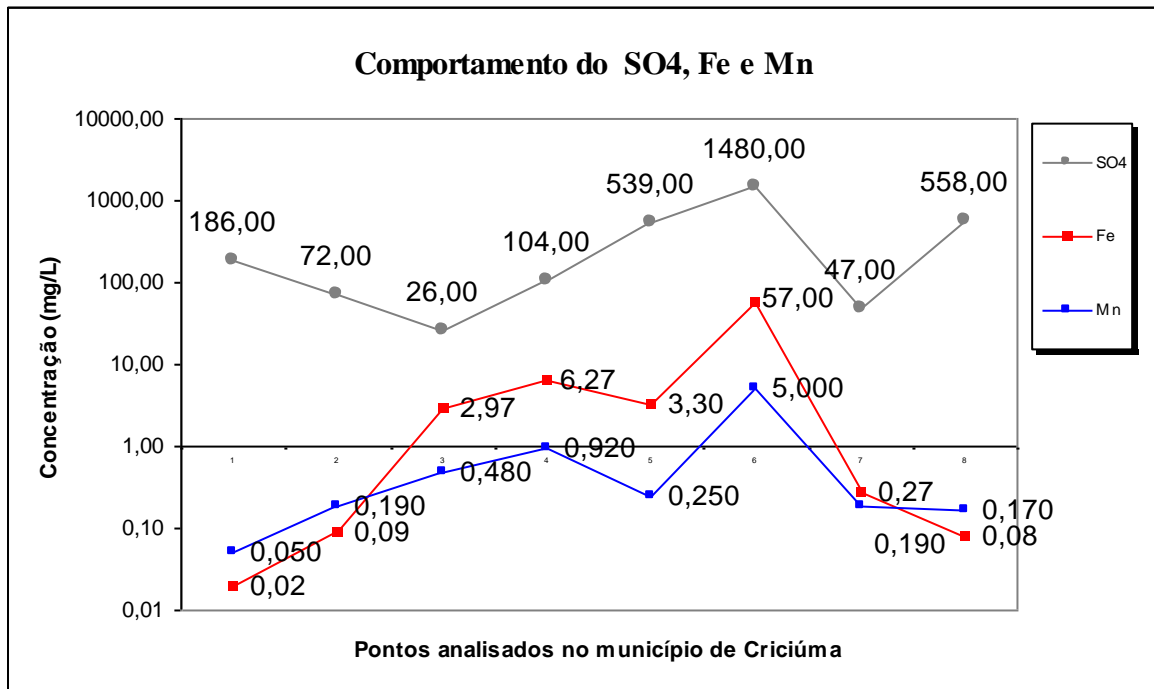


Figura 16: Comportamento das concentrações de alguns parâmetros analisados nas águas dos poços amostrados no município de Criciúma.

Fonte: Ferreira (2009).

6.2 Informações disponíveis das captações de recursos hídricos subterrâneos para fins industriais no município de Criciúma dos últimos 10 anos

Em 1997 foi realizado pela Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC) um cadastro de 70 poços tubulares profundos na bacia hidrográfica do rio Araranguá, onde foi constatado que 2,4% das águas subterrâneas são para uso na agricultura, **73,5% para uso industrial** e 24,1% para consumo humano, conforme. (SANTA CATARINA, 1997).

Os resultados encontrados no referido trabalho demonstram que são os municípios de Criciúma e Forquilha os que apresentam maior disponibilidade.

Em Criciúma, os recursos hídricos estão relacionados ao sistema aquífero da Formação Rio Bonito. Para o município de Forquilha, existe uma significativa contribuição de águas subterrâneas relacionadas aos aquíferos porosos dos Leques Aluviais (KREBS; NOSSE, 1998a).

Logo após a realização dos cadastros de poços na bacia do rio Araranguá, KREBS; Nosse, (1998a), realizaram um cadastro em 33 poços tubulares profundos no município de Criciúma, através da UNESC, identificando que 3,4% das águas subterrâneas estão indisponíveis, 37,3% já foram consumidas, 59,4% estão disponíveis. Destes 91,9% são utilizados para fim industrial e 8,1% para uso humano.

Após sete anos, Nosse (2005) realizou um levantamento para cadastrar poços no município de Criciúma, baseando-se em informações dos proprietários das captações que muitas vezes não dispunham de conhecimentos técnicos, nem de registro das informações construtivas. As informações consistentes eram raras, sobretudo de construção de poços tubulares, que na sua grande maioria foram construídos fora dos padrões técnicos e normativos, razões pelas quais são informações consideradas preliminares e, em muitos casos, totalmente desprezíveis.

Todas as informações cadastrais estão disponíveis em um banco de dados referente aos pontos de captação de água cadastrados no município de Criciúma.

Nos 236 km² correspondentes à área do município de Criciúma, Nosse (2005) fez o cadastro de 98 pontos de captação de água, sendo que 79 são poços tubulares (80,6%), com 69 deles captando água do Sistema Aquífero Rio Bonito (10 destes poços não apresentaram informações que identificassem o sistema aquífero); 17 são ponteiras representando 17,34%, 1 poço escavado e 1 nascente. Cabe ressaltar que o foco principal do cadastramento foi

identificar os poços tubulares profundos, as outras captações cadastradas foram apenas a título de conhecimento.

Desses 79 poços tubulares **71,43% são para uso industrial**, 4,95% domésticos, 0,32% lazer, 0,88% animal e 22,42% outros.

Para este estudo utilizaram-se apenas os dados para uso industrial (tabela 11) que continham informações consistentes da atividade, além dos dados técnicos relacionados à vazão, atividades normais de cadastramento, ou seja, 34 poços, pois o foco principal é subsidiar o processo de gerenciamento visando ao desenvolvimento deste segmento.

Tabela 10 - Principais informações cadastrais dos poços tubulares do município de Criciúma

Sigla	Vazão m ³ /h	Consumo m ³ /h	Consumo (%)	Disponível (%)	Uso da Água	Atividade
PT-01	12	6	50,00	50,00	Industrial	Curtume
PT-02	25	10	40,00	60,00	Industrial	Telhas e caixa d'água
PT-03	13	6	46,15	53,85	Industrial	Telhas e caixa d'água
PT-07	10	6	60,00	40,00	Industrial	Lavanderia
PT-08	6	4,5	75,00	25,00	Industrial	Lavanderia
PT-13	7	2	28,57	71,43	Industrial	Padaria
PT-14	6	2	33,33	66,67	Industrial	Supermercado
PT-17	12	0,34	2,83	97,17	Industrial	Tintas e vernizes
PT-18	15	8	53,33	46,67	Industrial	Plásticos
PT-19	13	5	38,46	61,54	Industrial	Cerâmica
PT-20	4	0,8	20,00	80,00	Industrial	Posto de combustível
PT-21	13,5	0,4	2,96	97,04	Industrial	Embalagens
PT-22	4	0,3	7,50	92,50	Industrial	Supermercado
PT-23	9	2	22,22	77,78	Industrial	Supermercado
PT-30	4	0,3	7,50	92,50	Industrial	Supermercado
PT-33	8	0,3	3,75	96,25	Industrial	Material de construção
PT-34	7	0,3	4,29	95,71	Industrial	Carbonífera
PT-35	8	0,8	10,00	90,00	Industrial	Cerâmica
PT-36	8	0,5	6,25	93,75	Industrial	Cerâmica
PT-37	8	0,34	4,25	95,75	Industrial	Cerâmica

Sigla	Vazão m ³ /h	Consumo m ³ /h	Consumo (%)	Disponível (%)	Uso da Água	Atividade
PT-41	16	2,7	16,88	83,13	Industrial	Confecções
PT-42	4	1,7	42,50	57,50	Industrial	Confecções
PT-47	9	5	55,56	44,44	Industrial	Cerâmica
PT-48	6	1,5	25,00	75,00	Industrial	Cerâmica
PT-51	3	0,04	1,33	98,67	Industrial	Plástico
PT-52	3	0,04	1,33	98,67	Industrial	Plástico
PT-58	12,5	6	48,00	52,00	Industrial	Cerâmica
PT-59	20	6	30,00	70,00	Industrial	Metalúrgica
PT-61	15	1,25	8,33	91,67	Industrial	Beneficiamento arroz
PT-62	8	0,7	8,75	91,25	Industrial	Beneficiamento arroz
PT-63	3	0,5	16,67	83,33	Industrial	Beneficiamento arroz
PT-66	1	0,3	30,00	70,00	Industrial	Tintas e solventes
PT-67	3	0,7	23,33	76,67	Industrial	Metalúrgica
PT-70	8	6	75,00	25,00	Industrial	Gases industriais

Fonte: Nosse (2005).

Krebs (2004) fez o cadastramento de 148 poços tubulares, sendo 67 (46,2%) captam água do Sistema Aquífero Rio Bonito (alguns destes poços captam água também do sistema aquífero Rio do Sul); 39 (26,9%), do Sistema Aquífero Rio do Rasto, 16 (11,03%), do Sistema Aquífero, 9 (6,2%), da Formação Irati, 5 (3,45%), dos Leques Aluviais, 4 (2,76%), de Depósitos Arenosos, 4 (2,76%), da Formação Serra Geral. Apenas 1 poço (0,7%) foi identificado como sendo da Formação Estrada Nova e 3 não puderam ser identificados por falta de informações. Sendo que desses 148 poços, 78 correspondem aos 210 km² da área do município de Criciúma cadastrados por Nosse (2005). Cabe ressaltar que serão apresentados na tabela 12 os poços tubulares profundos cadastrados para uso industrial no município de Criciúma que não estavam no cadastro de Nosse.

Tabela 11 - Informações cadastrais dos poços tubulares para uso industrial do município de Criciúma.

Sigla	Vazão m ³ /h	Uso da água	Atividade	UTM E	UTM N	Fonte:
PT-51-CR	5,0	Industrial	Posto/lavação	656.376	6.824.433	CPRM; 2003
PT-79-CR	3,0	Industrial	Metalúrgica	654.307	6.824.948	CPRM; 2003
PT-107-CR	-	Industrial	Posto/lavação	660.919	6824.558	CPRM; 2003
PT-109 CR	13,5	Industrial	Plástico	662.398	6826.005	CPRM; 2003
PT-110-CR	4,0	Industrial	Confecções	657.228	6825.492	CPRM; 2003
PT-114-CR	6,0	Industrial	Posto/lavação	662.720	6.825.337	CPRM; 2003
PT-115-CR	4,0	Industrial	Usinagem	662.251	6.825.492	CPRM; 2003
PT-119-CR	4,0	Industrial	Posto/lavação	654.383	6.827.458	CPRM; 2003

PT- 120-CR	4,0	Industrial	Supermercado	654.342	6.827.471	CPRM; 2003
PT-121-CR	8,0	Industrial	Artefato de cimento	654.620	6.827.066	CPRM; 2003
PT-122-CR	D*	Industrial	Ind. de Madeira	655.467	6.825.967	CPRM; 2003
PT-123-CR	-	Industrial	Frita Cerâmica	653.904	6.826.604	CPRM; 2003
PT-124-CR	-	Industrial	Frita Cerâmica	653.933	6.826.557	CPRM; 2003
PT-125-CR	D*	Industrial	Frita Cerâmica	653.750	6.826.595	CPRM; 2003
PT-126-CR	D*	Industrial	Cerâmica	662.911	6.826.062	CPRM; 2003
PT-128-CR	8,0	Industrial	Indústria Alimentos	653.673	6.825.937	CPRM; 2003
PT-129-CR	3,0	Industrial	Indústria Alimentos	653.268	6.825.901	CPRM; 2003
PT-130-CR	D*	Industrial	Posto/lavação	659.426	6.825.979	CPRM; 2003
PT-131-CR	1,5	Industrial	Lavanderia	657.849	6.827.151	CPRM; 2003
PT-132-CR	1,0	Industrial	Motel/lavação	655.480	6.830.149	CPRM; 2003
PT-133-CR	7,8	Industrial	Posto/lavação	659.124	6.826.027	CPRM; 2003
PT-134-CR	8,0	Industrial	Hotel/lavação	658.937	6.826.538	CPRM; 2003
PT-135-CR	0,7	Industrial	Tintas	653.332	6.826.714	CPRM; 2003
PT-136-CR	7,0	Industrial	Mineração	658.119	6.827.742	CPRM; 2003
PT-137-CR	-	Industrial	Plástico	663.090	6.827.750	CPRM; 2003

*= Desativado

Fonte: Krebs (2004).

6.3 Disponibilidade de abastecimento de água pela CASAN

A CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - sociedade de economia mista foi criada em 31 de dezembro de 1970 através da Lei Estadual n.º4.547 e constituída em 02 de julho de 1971 com o objetivo de coordenar o planejamento e executar, operar e explorar os serviços públicos de esgotos e abastecimento de água potável, bem como realizar obras de saneamento básico, em convênio com municípios e Estado. Na atualidade os serviços prestados pela empresa cobrem quase todo o Estado de Santa Catarina, que está dividido em três Superintendências Regionais de Negócios, a saber: Sul/Leste, Norte/Vale do Itajaí e Planalto/Oeste. (CASAN, 2009).

A CASAN faz o abastecimento das águas provenientes da barragem do rio São Bento para alguns municípios conforme observa-se na tabela 12.

Tabela 12 – Número de ligações no mês de março de 2009, dos municípios abastecidos pela CASAN proveniente da barragem do Rio São Bento.

Município	Número de Habitantes	Número de Ligações
Criciúma	185.506	44.217 1
Forquilha	20.719	5.312
Maracajá	5.909	1.106
Nova Veneza	12.536	2.757
Içara	54.107	8.210
Siderópolis	12.470	7.730

Fonte: CASAN (2009)

No mês de março de 2009 o consumo de água utilizado da CASAN em m³ para o abastecimento dos municípios de: Forquilha, Criciúma, Maracajá, Siderópolis, Içara e Nova Veneza, foram de 893.365,00 m³/mês, sendo 344 l/s ou 0,34 m³/s (tabela 13).

Tabela 13 - Consumo por m³ em março de 2009, por municípios abastecidos pela CASAN

Cidade	Residencial	Comercial	Industrial	Poderes Públicos	Total
Criciúma	526.263	73.273	11.449	56.864	667.849
Maracajá	9.171	627	349	565	10.712
Forquilha	46.036	3.391	4.616	1.955	55.998
Siderópolis	20.916	2.028	1.152	934	25.030
Içara	83.914	8.890	1.815	8.775	103.394
Nova Veneza	24.204	2.263	2.712	1.203	30.382

Fonte: CASAN (2009).

Criciúma é o município que mais se abastece e da barragem do Rio São Bento atualmente. Essa dependência da barragem ocorre devido à indisponibilidade hídrica qualitativa superficial, obrigando o município de Criciúma se abastecer do município vizinho (figura 17).

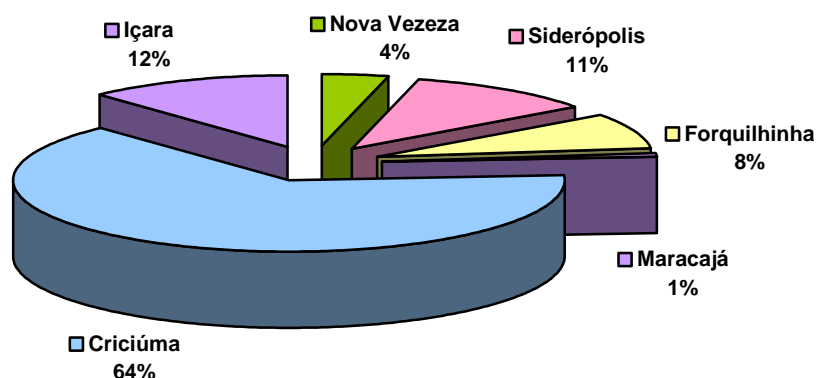


Figura 17: Distribuição do percentual de água consumida no mês de março de 2009, pelos municípios abastecidos pela barragem do Rio São Bento através da CASAN.

Fonte: Ferreira (2009).

De acordo com dados da CASAN (2009), na tabela 14 o município de Criciúma apresenta um aumento de 4% em números totais de ligações entre março de 2005 a março de 2009 e observa-se uma redução de 39% para ligações de uso industrial no mesmo período, mas de acordo com setor tributário da P.M.C (2009) já apresentados na tabela 05, existem

cadastradas 946 indústrias no município de Criciúma, sendo que, somente de janeiro a março de 2009 houve um aumento de 2% de novas instalações industriais no próprio município, outra peculiaridade é que apenas 145 indústrias possuem ligações na CASAN no mês de março de 2009, o que confirma a utilização das águas subterrâneas para o setor industrial do município de Criciúma.

Tabela 14 - Número de ligações por setor do Município de Criciúma

Mês/ano	Residencial	Comercial	Industrial	Poderes Públicos	Total
Mar/05	39.177	2.715	238	467	42.597
Mar/06	38.782	2.785	260	474	42.301
Mar/07	39.279	2.931	90	501	42.801
Mar/08	39.895	2.944	110	503	43.452
Mar/09	40.539	3.022	145	511	44.217

Fonte: CASAN (2009)

Conforme observa-se na tabela 15, em março de 2009 o consumo de água utilizado da CASAN em m³ para o município de Criciúma foi de 667.849,00 m³, sendo 258 l/s ou 0,25 m³/s. Segundo dados da CASAN (2009) a vazão destinada ao município de Criciúma é estimada em torno de 540 l/s ou 0,54 m³/s.

Tabela 15 - Consumo em m³ por setor do Município de Criciúma

Mês/ano	Residencial	Comercial	Industrial	Poderes públicos	Total
Mar/05	502.70	64.468	16.493	20.737	604.406
Mar/06	521.622	66.812	18.661	20.199	627.294
Mar/07	552.948	81.583	10.722	108.308	753.561
Mar/08	526.478	77.353	11.266	98.945	714.042
Mar/09	526.263	73.273	11.449	56.864	667.849

Fonte: CASAN (2009)

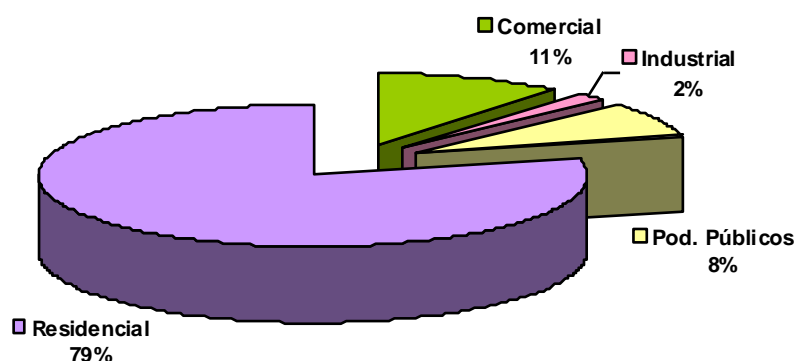


Figura 18: Distribuição percentual do consumo de ‘água proveniente da CASAN, por setor no município de Criciúma, no mês de março de 2009.

Fonte: Ferreira (2009)

Atualmente a barragem do rio São Bento tem capacidade de atendimento de até 1100 l/s ou 1,1 m³/s podendo chegar até o horizonte de projeto em 1650 l/s ou 1,65 m³/s para o ano de 2027. O Sistema Integrado de Criciúma trata atualmente uma vazão de 900 l/s ou 0,9 m³/s, sendo estas distribuídas aos municípios de Criciúma, Içara, Forquilha, Nova Veneza, Maracajá e Siderópolis (CASAN, 2009).

Diante dos dados concretos de consumo do cadastro realizado por Nosse, tabela 9, das empresas do município de Criciúma realizou-se uma média, ou seja, obteve-se o valor de 2,05 m³/h. Considera-se que existam atualmente no município de Criciúma 946 indústrias cadastradas pelo setor tributário, desconsiderando 145 indústrias que sabe-se “que utilizam água da CASAN”, tem-se uma vazão de 1642,05 m³/h ou 0,46 m³/s, mais os 0,34 m³/s que são utilizados atualmente para abastecer todos os usuários da CASAN, teremos uma vazão de 0,80 m³/s, ou seja, a barragem tem atualmente uma “sobra” de 0,76 m³/s e passará a ter uma sobra de 0,28 m³/s. Com a diminuição da sobra poderá ocorrer à diminuição da vazão em época de estiagem, ocasionando falta da água em alguns bairros ou cidades, gerando conflitos entre usuários.

Deve-se levar em consideração que os agricultores da região da barragem fazem a irrigação de suas lavouras por meio das águas que sobressaem dela. Com a utilização dessas águas pelas indústrias, a vazão da água destinada para a agricultura daquela região diminuirá, gerando conflitos, como o que aconteceu na implantação da barragem. Naquela ocasião os agricultores e a comunidade próximos e do local da construção da barragem se mobilizaram para impedir sua construção. O motivo do conflito era a incerteza de como ficaria a água para

as lavouras e o bem estar da população local que tivera que abrir mão de suas casas, história de vida em prol dos demais municípios que tem seus recursos hídricos poluídos devido à falta de preservação e de cuidado como meio ambiente.

6.4 Análises comparativas de custo de recursos hídricos subterrâneos X recursos hídricos superficiais

Compararam-se os custos da água fornecida pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (CASAN) em relação ao processo de captação de águas subterrâneas por meio de bombeamento de poços, observando-se o custo por m^3 para uso industrial e o valor cobrado por m^3 pela CASAN.

Para o cálculo do custo por m^3 de água bombeada de um sistema de captação de águas subterrâneas adotaram-se as informações obtidas do relatório técnico da perfuração do poço conforme descrito no capítulo de metodologia.

Para facilitar a compreensão do cálculo realizado optou-se por descrevê-lo passo a passo com todos os dados utilizados e dividiremos em dois cálculos:

1º Cálculo

No primeiro cálculo o valor em m^3 de água bombeada não leva em consideração a vida útil, os custos de licenciamento, perfuração, construção e previsão de amortização de capital dos sistemas de captação águas subterrâneas. Foram previstos apenas os custos do consumo energético e em seguida um acréscimo para manutenção, que são os gastos reais que as empresas do município de Criciúma têm atualmente.

1º Passo: Dados do relatório técnico:

- Bomba submersa com potência: 5,5 HP;
- Consumo energético da bomba: 4,10135 KW/h;
- Vazão máxima de bombeamento do poço: $4m^3/h$;

2º Passo: Dados da CASAN

O valor cobrado por m³ pela CASAN é R\$ 34,74/ mês para um consumo de até 10 m³ e quando ultrapassar este volume o valor será R\$ 5,76/m³, de acordo com as informações fornecidas pela CASAN (tabela 16).

Tabela 16 - Estrutura Tarifária – Tarifa Industrial

CATEGORIA	FAIXA	m ³	ÁGUA R\$
Industrial	1	Até 10	34,74/mês
	2	Maior 10	5,76/m ³

Fonte: CASAN (2008)

3º Passo: Dados da CELESC

Tabela 17 - Estrutura Tarifária – Tarifa Industrial

TARIFA HORO SAZONAL AZUL					
Subgrupo	Encargo	Ponta (17h30min às 20h30min)		Fora Ponta (20h30min às 17h30min)	
		Seco (mai a nov.)	Úmido (dez a abr)	Seco (mai a Nov)	Úmido (dez a abr)
Todos	Tarifa (R\$/kWh)	0,24049	0,21700	0,14796	0,13433
TARIFA HORO SAZONAL VERDE					
Subgrupo	Encargo	Ponta (17h30min às 20h30min)		Fora Ponta (20h30min às 17h30min)	
		Seco (mai a Nov)	Úmido (dez a abr)	Seco (mai a Nov)	Úmido (dez a abr)
A3a	Tarifa (R\$/kWh)	0,75314	0,72965	0,14796	0,13433
A4	Tarifa (R\$/kWh)	0,93086	0,90737	0,14796	0,13433
Subgrupos: A1 = igual ou superior a 230 kV / A2 = 88 kV a 138 kV / A3 = 69 kV / A3a = 30 a 44 kV / A4 = 2,4 a 25 kV					

Fonte: CELESC (2009)

4º Passo: Cálculo

- Levou-se em consideração: 22 dias úteis x 8 horas trabalhadas = 176 h/mês;
- Utilizou-se média dos valores tarifários das tarifas horo sazonal azul = 0,1849 R\$/kWh
- Usaremos a vazão máxima de bombeamento do relatório técnico de 4 m³/h x 8h x 22 dias = 704 m³/mês.

Tabela 18 - Cálculo do valor por m³ de água bombeada em relação ao consumo energético (KW/h) cobrado pela CELESC.

SIMULAÇÃO DE CONSUMO x CUSTO - CELESC

Potência (kW)									
Potência (HP)		5,5							
Potência (CV)									
Horas Trabalhada		176							
TARIFA HORO SAZONAL AZUL									
Dados		Subgrupo	Encargo	Ponta (17h30min às 20h30min)		Fora Ponta (20h30min às 17h30min)		Média	
Potência (kW/h)	Horas Trabalhada			Seco (maio a novembro)	Úmido (dezembro a abril)	Seco (maio a novembro)	Úmido (dezembro a abril)		
4,10135	176	Todos	Tarifa (R\$/kWh)	0,24049	0,21700	0,14796	0,13433	0,18494	
			Custo (R\$)	173,59	156,64	106,80	96,96	133,49	
TARIFA HORO SAZONAL VERDE									
Dados		Subgrupo	Encargo	Ponta (17h30min às 20h30min)		Fora Ponta (20h30min às 17h30min)		Média	
Potência (kW)	Horas Trabalhada			Seco (maio a novembro)	Úmido (dezembro a abril)	Seco (maio a novembro)	Úmido (dezembro a abril)		
4,10135	176	A3a	Tarifa (R\$/kWh)	0,75314	0,72965	0,14796	0,13433	0,4413	
			Custo (R\$)	543,64	526,69	106,80	96,96	318,52	
		A4	Tarifa (R\$/kWh)	0,93086	0,90737	0,14796	0,13433	0,5301	
			Custo (R\$)	671,93	654,97	106,80	96,96	382,66	
Subgrupos: A1 = igual ou superior a 230 kV / A2 = 88 kV a 138 kV / A3 = 69 kV / A3a = 30 a 44 kV / A4 = 2,4 a 25 kV									

Quadro 6 – Simulação do 1º cálculo: poço x CASAN

POÇO	
DADOS	• Potência Elétrica da Bomba 4,1014 Kw
	• Capacidade de Bombeamento 4,0000 m³/h
	• Período 176 horas
	• Consumo Água/Mês 704 m³
CUSTO	• Energia Elétrica = $(0,18 \text{ R\$/kWh} \times 704 \text{ m}^3/\text{mês}) = \text{R\$ } 126,72$
	• Água Sem valor econômico R\\$/m³
	• Manutenção 20,00 R\\$/mês
	• Bomba 5,5 HP 32,00 R\\$/mês
TOTAL R\$ 178,72	

CASAN	
DADOS	• Potência Elétrica da Bomba 0,0000 kW
	• Capacidade de Bombeamento 0,0000 m³/h
	• Período 176 horas
	• Consumo Água/Mês 704 m³
CUSTO	• Energia Elétrica 0 R\\$/kWh
	• Água = Tarifa fixa de 34,74 + (R\$ 5,76/ m³ x 704m³/mês) = R\$ 4.089,78
TOTAL 4.089,78	

Economia 95,63%

Fonte: FERREIRA (2009).

- **2º CALCULO**

Para o segundo calculo consideram-se todos os passos do primeiro e levam-se em consideração: a vida útil poços, os custos de licenciamento, perfuração, construção, manutenção e previsão de amortização de capital dos sistemas de captação águas subterrâneas para o custo calculado em m³ de água bombeado.

5º Passo: Dados do orçamento para construção e manutenção de poços com contratação de empresa qualificada;

1. CONSTRUÇÃO:

- Transporte de equipamento = R\$400,00;
- Montagem de canteiro de obras = R\$ 300,00;
- Perfuração estimada = R\$ 11.600,00;
- Revestimento em F. g. 6” = R\$ 2.900,00;
- Selo sanitário = R\$ 1.000,00;
- Teste de vazão final = R\$ 720,00;
- Cimentação = R\$ 120,00;
- Laje de proteção = R\$ 120,00;
- Análise físico-química e relatório hidrogeológico = R\$ 550,00;
- Anuência Previa SUDERHSA/outorga = R\$ 700,00;
- Equipamento de bomba/ ebara/leão 5,5 HP = R\$ 3.898,00;
- Tubo fg. 1” = R\$ 3.360,00;
- Conexão diversas = R\$ 400,00;
- Quadro de comando – HP 5,5 HP = R\$ 650,00;
- Cabo submerso trifásico = R\$ 1.375,00;
- Montagem do equipamento de bombeamento = R\$ 400,00; e
- Licença ambiental da FATMA (LAP, LAI e LAO) = R\$ 3.100,00
- **Total de R\$ 31.593,00**

2. MANUTENÇÃO:

- Analise bacteriana (semestral) = R\$ 60,00
- Analise físico-químico (a cada 2 anos) = R\$ 180,00
- Bomba de 5,5 HP (substituição a cada 8 anos) = R\$ 3.898,00
- Manutenção preventiva ou corretiva (semestral) = R\$ 120,00

6º Passo: Amortização de capital dos sistemas de captação águas subterrâneas;

“Utilizou-se 30 anos de vida útil do poço”

- Construção = R\$ 31.593,00 ÷ 30 anos ÷ 12 meses = R\$ 88,00/mês
- Analise bacteriana = R\$ 60,00 ÷ 6 meses = R\$ 10,00/mês
- Analise físico-químico = R\$ 180,00 ÷ 2 anos ÷ 12 meses = R\$ 7,50/mês
- Bomba de 5,5 HP = R\$ 3.898,00 x 3 bombas ÷ 30 anos ÷ 12 meses = R\$ 32,00/mês
- Manutenção preventiva ou corretiva = R\$ 120,00 ÷ 6 meses = R\$ 20,00/mês
- Total a mais por mês de: R\$ 157,50

Quadro 7 – Simulação do 2º cálculo: poço (com as recomendações) x CASAN

		POÇO				CASAN	
DADOS	Potência Elétrica da Bomba	4.1014	kW	Potência Elétrica da Bomba	0.0000	kW	
	Capacidade de Bombeamento	4.0000	m³/h	Capacidade de Bombeamento	0.0000	m³/h	
	Período	176	horas	Período	176	horas	
	Consumo Água/Mês	704	m³	Consumo Água/Mês	704	m³	
CUSTO	Energia Elétrica	0,18	R\$/kWh	Energia Elétrica	0	R\$/kWh	
	Água	Sem valor econômico	R\$/m³	Água = Tarifa fixa de 34,74 + (R\$ 5,76/ m³ x 704m³/mês)			
				= R\$ 4.089,78			
	Analise bacteriana	10,00	R\$/mês	TOTAL		R\$ 4.089,78	
	Analise físico químico	7,00	R\$/mês				
	Construção do poço	88,00	R\$/mês				
	Manutenção	20,00	R\$/mês				
	Bomba 5,5 HP	32,00	R\$/mês				
	Total da construção e manutenção		157,00R\$/mês				
	Total de Energia Elétrica = 0,18 R\$/kWh x 704m³/mês =		126,72R\$/mês				
TOTAL		R\$ 283,72					
		Economia		93,06 %			

O valor do m³ cobrado pela CASAN para uso industrial é de R\$ 5,76, comparado-o com o custo do bombeado de captação de água subterrânea encontrado que foi de R\$ 0,19/m³, mais R\$ 52,00/mês de manutenção torna-o muito mais atrativo para o setor industrial (quadro 5).

Agora vamos comparar os custos da água fornecida pela CASAN em relação ao processo de captação de águas subterrâneas por meio de bombeamento de poços incluindo a construção, manutenção, licenciamento e análises conforme manda a legislação, observa-se que o preço cobrado pela CASAN por m³ para uso industrial continua superior ao custo de captação das águas subterrâneas. Dependendo do consumo da indústria pode-se ter uma economia de 93,05% como os apresentados no quadro 5.

O consumo de água varia muito de uma indústria para outra, por isso fez-se uma simulação com as indústrias cadastradas por Nosse (2005) que são dados fidedignos e utilizam das águas subterrâneas, levanto em consideração o consumo de cada indústria, comparando-o os valores de custo pela utilização de poços fora da legislação, os valores de poços construído dentro da legislação e o valor cobrado pela CASAN, apresentados na tabela 13.

A falta de conscientização dos proprietários e a busca de bons profissionais para auxiliarem demonstram que muitos dos proprietários não sabem que podem sofrer sanção civil e criminal, tudo por causa de uma economia de 33% ao mês que eles têm para manterem um poço fora da legislação ambiental.

Essa economia pode ocasionar contaminação de aquífero, impossibilitando a utilização do mesmo para própria indústria e para as demais. E caso ocorra à contaminação do aquífero ele terá um aumento de 79,66% (PT-66 tabela 13) ou até mesmo de 95,84% (PT – 01 tabela 13), comparado com o valor cobrado pela CASAN.

No PT-051 e no PT-052 (tabela 13), observa-se que não é economicamente viável a utilização das águas subterrâneas para aquela indústria e de acordo com cadastro de indústria fornecido pela prefeitura de Criciúma a maioria da indústria tem um consumo mínimo de água, tornando a utilização da CASAN economicamente viável.

Tabela 19 – Comparativo dos custos de abastecimento de água m³ CASAN X m³ bombeamento de poço (cadastramento de poços, Nosse, 2005).

Sigla	Consumo m ³ /h	Consumo m ³ /mês	Valor/CASAN (até 10 m ³ = 34,76 ou acima de 10 m ³ = R\$5,76 m ³ /h+34,76) R\$	Valor/Poço (R\$0,19 m ³ /h + R\$ 52,00) R\$	Valor/Poço (R\$0,19 m ³ /h + 157,00*) R\$	Atividade
PT-01	6	1.056	6.117,32	252,64	357,64	Curtume
PT-02	10	1.760	10.172,36	386,40	491,4	Telhas e caixa d'água
PT-03	6	1.056	6.117,32	252,64	357,64	Telhas e caixa d'água
PT-07	6	1.056	6.117,32	252,64	357,64	Lavanderia
PT-08	4,5	792	4.596,68	202,48	307,48	Lavanderia
PT-13	2	352	2.062,28	118,88	223,88	Padaria
PT-14	2	352	2.062,28	118,88	223,88	Supermercado
PT-17	0,34	60	380,36	63,40	168,40	Tintas e vernizes
PT-18	8	1.408	8.144,84	319,52	424,52	Plásticos
PT-19	5	880	5.103,56	219,20	324,20	Cerâmica
PT-20	0,8	141	846,92	78,79	183,79	Posto
PT-21	0,4	71	443,72	65,49	170,49	Embalagens
PT-22	0,3	53	305,28	62,07	167,07	Supermercado
PT-23	2	352	2.062,28	118,88	223,88	Supermercado
PT-30	0,3	53	340,04	62,07	167,07	Supermercado

PT-33	0,3	53	340,04	62,07	167,07	Mat. de construção
PT-34	0,3	53	340,04	62,07	167,07	Carbonifera
PT-35	0,8	141	846,92	78,79	183,79	Cerâmica
PT-36	0,5	88	541,64	68,72	173,72	Cerâmica
PT-37	0,34	60	380,36	63,40	168,40	Cerâmica
PT-41	2,7	475	2770,76	142,25	247,25	Confecções
PT-42	1,7	299	1.757,00	108,81	213,81	Confecções
PT-47	5	880	5.103,56	219,20	324,20	Cerâmica
PT-48	1,5	264	1.555,40	102,16	207,16	Cerâmica
PT-51	0,04	7	75,08	53,33	158,33	Plástico
PT-52	0,04	7	75,08	53,33	158,33	Plástico
PT-58	6	1.056	6.117,32	252,64	357,64	cerâmica
PT-59	6	1.056	6.117,32	252,64	357,64	metalurgica
PT-61	1,25	220	1.301,96	93,80	198,80	Ben. arroz
PT-62	0,7	123	743,24	75,37	180,37	Ben. arroz
PT-63	0,5	88	541,64	68,72	173,72	Ben arroz
PT-66	0,3	53	340,04	62,07	167,07	Tintas e solventes
PT-67	0,7	123	743,24	75,37	180,37	Metalúrgica
PT-70	6	1.056	6.117,32	252,64	357,64	Gases industriais

• Manutenção e construção

6.5 Estratégias de ações que se enquadram para o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos no município de Criciúma

A lei n 9.433, da Política Nacional de Recursos Hídricos e seus fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos assegura todos os direitos e deveres para gestão hídrica no Brasil, como no seu art. 1 inciso II “A água e um recurso natural limitado, dotado de valor econômico”, no art. 2 inciso I “Assegurar a atual e as futuras gerações a necessária disponibilidade de água, em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos”. A constituição Federal e bem clara no art. 225 “Todos tem direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado..., já o decreto estadual 14.250 inciso I “e considerado crime ambiental qualquer dano causado ao meio ambiente e trabalhar sem licença ambiental, que neste caso se enquadra e na Resolução do COSEMA (COSEMA N. ° 003/2008), com o número 00.40.00.

O Brasil é um país munido de Legislação em prol do Meio Ambiente, mas para que o gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos no município de Criciúma tenha um melhor resultado além dos cumprimentos jurídicos devem-se considerar os aspectos técnicos do aquífero, os institucionais, e estruturação dos órgãos gestores através de pessoal capacitado e de equipamentos que darão o suporte necessário ao Poder Público para agir em defesa da **preservação** quantitativa e qualitativa do manancial hídrico, solução dos conflitos de usos e punições para os infratores.

Deve-se também fazer a conscientização dos proprietários na perfuração dos poços. Conscientizá-los da aplicação da regulamentação para a captação e uso adequado das águas subterrâneas:

- Fazer o licenciamento ambiental;
- Contratar empresas registradas no Conselho Regional de Engenharia, Arquitetura e Agronomia – CREA;
- Executar os serviços de construção de poços tubulares de acordo com as normas técnicas vigentes (Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT 12212 e 12244);
- Maior cuidado com poços abandonados (escavados tubulares) realizando campanhas para a cimentação dos mesmos (em toda coluna perfurada), evitando riscos de contaminação das águas subterrâneas;

- Realizar análise periódica das águas subterrâneas em períodos máximos de 6 meses para análise bacteriológica e de 1 ano para a análise físico-química.

Evitando assim que um poço mal construído ou abandonado acabe contaminando o aquífero e inviabilizando a utilização da água pelos demais usuários.

Outro ponto fundamental que se deve considerar é o descarte de efluentes líquidos que são grandes fontes de contaminação de aquífero. O efluente deve ser tratado de acordo com os parâmetros estabelecidos no art. 19 do decreto 14.250 antes de ser descartado.

As indústrias devem encaminhar seus resíduos sólidos de acordo com as normas da ABNT 10004 para o destino final correto (aterros indústrias devidamente licenciados ou empresas recicladoras) e nunca descartá-los diretamente no solo e nos rios.

Além da conscientização deve haver maior rigidez dos poderes públicos:

- Intensificação na fiscalização da perfuração de poços tubulares promovida pelo Departamento Nacional de Produto Mineral – DNPM e pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA;
- Intensificação na fiscalização para descarte de efluentes;
- Atuação do Ministério Público que interceda por um bem comum;
- Maior rigidez da legislação ambiental e criações de leis municipais;
- Exigir a comunicação pelos responsáveis aos órgãos gestores de recursos hídricos, aos comitês de bacias e aos usuários situados a jusante quando houver risco de comprometimento dos aquíferos;
- Disciplinar a implantação de atividades industriais, parcelamento do solo urbano e as atividades agrícolas (e em alguns casos exigências para atividades já instaladas);
- Exigir caracterização hidrogeológica e programa de monitoramento das águas subterrâneas com risco potencial de contaminação das águas subterrâneas (também para as atividades de alto risco ambiental que vieram a ser instalar em outras áreas da bacia).

6.5.1 Licenciamento de poços de captação de recursos hídricos subterrâneos

No estado de Santa Catarina a Fundação do Meio Ambiente - FATMA disponibiliza a instrução normativa nº13 de captação de águas subterrâneas para o licenciamento ambiental de obras hidráulicas para extração de água subterrânea através de poços profundos, classificados de acordo com o tipo ou método de perfuração empregado: poço tubular, ponteira, poço escavado tipo cisterna ou cacimba, poço perfurado com jato d'água, trado, entre outros. O licenciamento ambiental será estendido aos poços de captação de água subterrânea, novo e aos usos dos recursos hídricos já existentes, que deverão regularizar situação junto a esta Fundação.

Os novos Licenciamento e renovações seguirão a resolução do COSEMA N. ° 003/2008:

Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental passíveis de licenciamento ambiental pela Fundação do Meio Ambiente – FATMA e a indicação do competente estudo ambiental para fins de licenciamento. (COSEMA, 2008).

Com o número 00.40.00 – referente à captação de água em poços tubulares profundos com as seguintes classificações:

- Pote Poluidor/Degradador: Ar: P Água: P Solo: P Geral: P
- Porte: $1,0 \leq Q(1) \leq 10,0$: pequeno
- $10,0 < Q(1) < 50,0$: médio
- $Q(1) > 50,0$: grande

Para poços com vazão inferior a $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$ será necessário apenas uma declaração de um responsável cadastrado no CREA, se responsabilizando pela construção e a sua Anotação de Responsabilidade Técnica - ART, e será emitida uma certidão Ambiental.

A cima de $1 \text{ m}^3/\text{h}$ os poços serão licenciados seguindo a instrução normativa 13 da FATMA.

Para a licença ambiental prévia (LAP), com dispensa de licença ambiental de instalação (LAI), a FATMA faz algumas exigências:

- a) Apresentar o projeto de construção do poço pretendido de acordo com as orientações indicadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT: “Projeto para Captação de Água Subterrânea – NBR 12212/NB588” e “Construção de Poço para Captação de Água Subterrânea – NBR12244/NB1290”;
- b) Apresentar a localização do poço tubular em Coordenadas UTM, utilizando um receptor GPS, referenciando o DATUM SAD-69;
- c) Registro Fotográfico: anexar ao documento uma fotografia detalhando o local de perfuração do poço ou da obra de captação pretendida e outra reportando a área de entorno do poço. Os negativos do filme fotográfico ou disquete (câmara digital) relativo às fotografias deverão ser anexados aos documentos apresentados;
- d) Selecionar previamente um número mínimo de 03 (três) locações alternativas para a implantação do poço tubular pretendido, informando as respectivas coordenadas UTM;
- e) Caracterização da área em planta planialtimétrica (plantas georreferenciadas) de situação, na escala: 1:50.000 (IBGE) e de localização na escala: 1: 2.000, contendo os cursos d’água, bosques, dunas, restingas, mangues e outras áreas protegidas por Lei;
- f) Indicar na planta, na escala 1: 2.000 os arruamentos no entorno da área, com a plotagem de outros poços de captação, se existentes, dados em geral sobre o manejo de recursos hídricos regionais e/ou locais (tratamento de águas, esgotos, uso do solo, residências, atividades agropecuárias, industriais, aterros de resíduos sólidos, lixões e demais atividades potencialmente contaminadoras de águas subterrâneas), além de pontos de referência conhecidos:
 - Avaliações da possibilidade de agentes contaminam na área de influência direta e indireta do poço tubular profundo, interagindo com as águas subterrâneas do aquífero(s) local;
 - Os agentes causadores dos impactos, como efluentes líquidos gerados, entre outros, deverão ser identificados.
- g) Identificar as áreas definidas para proteção ambiental do poço (zona de proteção imediata) que deve abranger um raio de 15 (quinze) metros em área rural ou urbana, se possível, a partir da sua captação, cujo local será cercado com telas resistentes de arame, porta guarnecida de fechadura ou cadeado, impedindo deste modo a entrada de pessoas alheias, animais ou quaisquer possíveis poluentes;

- h) Uma distância mínima, entre poços existentes e a serem perfurados, deverá ser mantida e resguardada, com base nos estudos hidrogeológicos prévios realizados na observância da Lei nº 9.433/08/01/97 – Lei de Recursos Hídricos;
- i) Documento expedido pela Prefeitura Municipal declarando que a atividade está de acordo com as diretrizes de uso do solo do município (Consulta de Viabilidade de Uso do Solo, certidão atualizada, máximo 90 (noventa) dias) e se está à montante ou a jusante do local de captação de água para abastecimento público, e/ou mantém proximidade de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos, industriais, hospitalares, ETAs, ETEs, lixões ou qualquer outra atividade exercida que ofereça risco de contaminação aos aquíferos subjacentes;
- j) Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do projeto e relatório apresentados, com competência específica.

Para licença ambiental de operação (LAO) a FATMA faz as seguintes exigências:

- a) Apresentar Relatório Técnico Final da Obra de captação, contendo no mínimo a documentação e procedimentos abaixo relacionados:
 - Perfis geológicos e construtivos do poço;
 - Descrição geológica dos materiais do poço;
 - Cópia do Ensaio de Bombeamento;
 - Cota de boca do poço, cota do Nível Estático (NE), cota do Nível Dinâmico (ND), cota do fundo do poço;
 - Cópia do Laudo Analítico da Água;
 - Ficha técnica do quadro de comando;
 - Instalação na saída da boca do poço, de dispositivos com registros e válvulas de entrada, que permitam a coleta de amostras de água vinda diretamente do ponto de captação subterrânea, sem o retorno das águas a partir do tanque de armazenamento ou caixa d'água;
 - Ficha da bomba e características do equipamento instalado; e
 - Planta planialtimétrica de locação de poço, escala 1:2.000, destacando-se as redes hidráulicas, recalque, caixa d'água, outros poços, os impactos ambientais e suas áreas de proteção, os arruamentos e dados gerais de referência da área urbana ou rural;

b) Apresentar laudos de análises físico-químicas e bacteriológicas atualizados da água de captação. Os parâmetros selecionados como indicadores da qualidade de água subterrânea são os seguintes: Parâmetros físico-químicos: Alcalinidade de Bicarbonatos, Alcalinidade de Carbonatos, Cádmio, Cálcio, Chumbo, Cloretos, Cobre, Condutividade, Cor, Dureza de Carbonatos, Fenol, Ferro, Dióxido de Carbono, Magnésio, Nitratos, Nitritos, Nitrogênio Amoniacal, Odor, Orto-Fosfato, Óxido de Silício (Sílica), pH "in natura" a 20⁰ C, Potássio, Sólido Total Dissolvido (STD), Sódio, Sulfatos, Turbidez;

- Parâmetros bacteriológicos: Contagem Total de Bactérias, Contagem de Coliformes Totais (NMP) e Contagem de Coliformes Fecais (NMP);

c) Apresentar Plano de Controle Ambiental sucinto, contendo os seguintes itens:

- Projetos implementados para a execução de medidas mitigadoras dos impactos ambientais propostos pelo RCA e com base nos dados técnicos, hidrogeológicos e ambientais obtidos com a perfuração do poço tubular;
- Deverão ser feitos periodicamente levantamentos, como: análises de qualidade das águas subterrâneas no poço e caixa d'água, medição mensal de Nível Estático e Nível Dinâmico, média da vazão mensal com base em boletim de dados semanais ou diários, acompanhamentos dos perímetros de segurança;
- Medidas cuja adoção foi determinada pela FATMA por ocasião do licenciamento prévio e/ou posteriormente;
- Cronograma de implementação e operação da obra e das medidas ambientais, se propostas;
- Considerando-se que o poço perfurado se apresente improdutivo (seco), ou com uma vazão deficiente aos propósitos requeridos, fato este que deverá ser comunicado à FATMA pelo empreendedor e/ou pela empresa de perfuração, informando a(s) localização(ões) (coordenadas UTM) do(s) poço(s) a serem abandonado(s), cujo procedimento será o de tamponamento ou ramento deste(s), segundo normas técnicas atuais, que numa primeira instância, deverá obedecer as Normas do Plano de Recursos Hídricos de São Paulo: Capítulo V, Seção II – Dos Poços Abandonados e
- Anotação de Responsabilidade Técnica – ART dos documentos solicitados e de acompanhamento e execução da atividade de perfuração, bem como de medidas preventivas e de proteção dos poços enunciados previamente.

Para renovação da licença ambiental de operação (LAO), há as seguintes exigências:

- a) Relatório de avaliação da eficiência das medidas mitigadoras propostas no monitoramento de programas ambientais apresentado na Licença Ambiental de Instalação (LAI), e também de avaliação da eficiência do uso da água;
- b) Apresentar laudos de análises físico-químicas e bacteriológicas atualizados da água e captação do tanque de armazenamento ou caixa d'água (Item da LAO);
- c) Apresentar Ensaio de Bombeamento, atualizado; e
- d) Anotação de Responsabilidade Técnica – ART do acompanhamento e execução.

Segundo Nosse (2005), todos os poços cadastros por ele não possuíam licença ambiental, pois a legislação entrou em vigor com a Portaria da Intersetorial nº 01/04, de 24/03/2004 e Decreto nº 1.528, de 02/08/2000, no mesmo ano da realização do cadastro. Entretanto, em solicitação a FATMA em março de 2009, sobre os licenciamentos, pode-se constatar que apenas 15 indústrias possuem licença ambiental para captação de água subterrânea. Já se passaram cinco anos e não houve interesse das indústrias de se adequarem, nem tão pouco fiscalização dos órgãos competentes para o cumprimento da legislação.

Observa-se também que quando a captação de água subterrânea for igual ou inferior a $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$, a FATMA licencia sem nenhum critério técnico, ou seja, sem fiscalização, sem análise de documentação, sendo que o risco de contaminação do aquífero para abaixo de $1,0 \text{ m}^3/\text{h}$ ou acima será o mesmo, por isso o COSEMA deveria proibir as certidões ambientais para poços e emitir apenas licença Ambiental exigindo toda a documentação necessária que comprove a captação com segurança evitando risco de contaminação.

6.5.2 Construção de poços de captação de recursos hídricos subterrâneos

A abertura de poços é bastante antiga, havendo registros com cerca de 4.000 anos de poços perfurados pelos chineses, que chegaram a atingir, com tecnologia bastante simples, profundidades da ordem de 900 metros. (FEITOSA; MANOEL, 1997).

A seguir são apresentadas algumas sugestões para a construção de poços tubulares sugeridas no Projeto de Captação de Águas Subterrâneas no Oeste do Estado de Santa Catarina. (SANTA CATARINA, 2002):

- Para se evitar a construção de poços secos recomenda-se um estudo hidrogeológico da viabilidade de captação de água subterrânea na área.
- Havendo a viabilidade de abastecimento, procede-se a fase de locação dos poços, que deverá ser realizada por profissionais legalmente habilitados.
- O profissional habilitado deverá fazer a elaboração prévia de um projeto do poço contendo;
 - a) Identificação das litologias presentes no local específico e na área adjacente;
 - b) Fixação da vazão necessária e do uso a que se destina a água;
 - c) Avaliação da favorabilidade hidrogeológica da área, estimando especialmente a profundidade do nível estático e capacidade específica do aquífero nesse ponto;
 - d) Projeção do equipamento de bombeamento (tipo de bomba, diâmetro, entre outras);
 - e) Especificação de filtros se for o caso (tipo, diâmetro, abertura, entre outras);
 - f) Especificação de revestimento (tipo, diâmetro, extensão e posicionamento)
 - g) Definição da profundidade final e do diâmetro de perfuração;
 - h) Especificação do pré-filtro se for o caso; tipo, diâmetro, qualidade;
- Responsabilidade técnica sobre o poço ART (Anotação de Responsabilidade Técnica-instrumental legal criado pela lei Federal n 6.496/77) e assinado por profissional habilitado e registrado no CREA-SC. Afinal a construção de poços constitui uma obra de engenharia hidrogeológica.
- Vários são os fatores que podem determinar a profundidade de um poço. Sempre que possível toda a formação aquífera deve ser atravessada, pois esta é situação em que o poço apresenta melhor rendimento hidráulico. Porém, pode ser limitada pela vazão econômica, pela vazão requerida, entre outras.
- Em poços que venham a ter revestimento somente na porção superficial, deve ser exigido que ele penetre pelo menos 3m na rocha inalterada, e sempre que possível seja estendido até pelo menos 20 m de profundidade. Também deve possuir um envoltório contínuo de cimento ao longo de todo o espaço anular entre esse revestimento e as paredes do poço, complementado por laje sanitária de boca.

- Na etapa de rebaixamento o poço deve ser submetido a um ensaio de bombeamento com no mínimo 24 horas de duração. O propósito do ensaio é fornecer subsídios para definir, através de cálculos hidráulicos, o regime de utilização do poço, visando economia, preservação do aquífero e o uso racional do recurso hídrico subterrâneo.
- Todo poço deve ter uma área de proteção com o raio de 10m, com o objetivo principal de resguardá-lo contra poluição superficial.
- Realização de exames físico-químicos e bacteriológicos da qualidade da água, para verificar se não há alteração de suas propriedades originais, causada por fenômenos antrópicos ou até mesmo naturais em todos os poços construídos.
- Toda empresa construtora de poços deverá apresentar no final de cada obra um relatório técnico do poço perfurado contendo no mínimo:
 - a. Localização do poço (coordenadas geográficas)
 - b. Perfis litológicos
 - c. Perfis construtivos (descrição das entradas de água encontradas, quantidade de revestimento, filtros instalados, vedação sanitária)
 - d. Resultado e planilha do ensaio de bombeamento, cálculo dos parâmetros hidráulicos, recomendação quanto ao tipo/potência do equipamento de bombeamento e a vazão a ser extraída com o regime de utilização do poço (período e total de horas de funcionamento da bomba).
 - e. Análise físico-química e bacteriológica da água.

7 CONCLUSÃO E SUGESTÕES DE POLITICAS

Viu-se primeiramente a importância das águas para o desenvolvimento em geral, sua disponibilidade quantitativa e seus principais usos, Constatando que os recursos hídricos são de fundamental importância ao desenvolvimento de diversas atividades econômicas e a qualidade de vida da população.

Realizou-se um levantamento bibliográfico junto a UNESCO, CPRM e teses de doutorados da utilização e da qualidade das águas subterrâneas do município de Criciúma, salientando a carência de material relacionado a recursos hídricos subterrâneos no município de Criciúma. Esse estudo confirma que os maiores usuário de água subterrânea no município de Criciúma são o setor industrial, mesmo em áreas abastecidas por redes públicas. Um dos fatores da procura por água subterrânea se deve pela indisponibilidade hídrica superficial e o baixo custo. A concentração média de acidez no rio Sangão, permaneceu, praticamente, estável entre os anos de 2000 a 2008, houve apenas uma pequena redução de acidez nesse período, ocasionado pela recuperação da área. A recuperação das áreas degradadas e conseqüentemente dos recursos hídricos é válida, mas se processa lentamente, indicando ser muito mais fácil a preservação do que a recuperação.

Foram identificados também possíveis comprometimentos qualitativos das águas captadas subterrâneas, tem-se que este fato está relacionado às atividades de mineração, à presença de galerias, à drenagem de subsolo e outras atividades desenvolvidas na região. Observou-se também que grande parte dos poços não possui informações consistentes no que se refere à construção dos poços e licenciamento e estão fora da legislação ambiental vigente podendo vir a sofrer sanção civil e criminal.

Conforme estudo apresentado do comparativo do valor gasto por m^3 consumido pelo setor industrial fornecido pela (CASAN) e o custo do m^3 bombeado pelo sistema de captação de água subterrânea, ficou demonstrado que dependendo do consumo de água, os valores de captação das águas subterrâneas são inferiores aos cobrados pela CASAN, chegando a uma economia de até R\$ 93, 06 por m^3 . Concluído que para indústrias que tem baixo consumo de água, torna economicamente inviável a construção dos poços e para as indústrias que tem alto consumo de água a adequação dos poços de acordo com a legislação ambiental vigente representará um acréscimo irrelevante comparado à economia por m^3 de água se utilizar o abastecimento da CASAN.

Conclui-se que, caso a CASAN venha a atender a demanda para todo uso industrial do município de Criciúma, a mesma terá capacidade de abastecimento, mas poderá em época de estiagem prejudicar o abastecimento de um ou mais bairros ou cidades e também gerar conflitos com os agricultores da região, pois estes fazem a irrigação das lavouras por meio das águas que sobressaem da barragem.

A indisponibilidade de água em boas condições, atualmente, é um limitador ao desenvolvimento, podendo ser a médio e longo prazo a responsável por uma crise sem precedentes na região de Criciúma. Afinal, como poderá haver crescimento com ampliação ou estabelecimento de novas atividades econômicas, se não houver disponibilidades de água com valores acessíveis? As empresas optarão por sua instalação nos municípios vizinhos onde houver disponibilidade hídrica.

Criciúma está dando um grande passo através da implantação do sistema de tratamento de esgotos, que constitui um dos fatores para a recuperação da qualidade das águas e o aumento da disponibilidade hídrica. Cuidar da água é uma questão de sobrevivência. Depende da decisão e da ação de cada pessoa, comunidade, empresa, da sociedade em geral e, principalmente, dos poderes municipais, estaduais e federais em atuarem com maior fiscalização. Somente com a sensibilização, criatividade, determinação e participação serão possíveis construir as respostas técnicas, científica ecológico, sociais, políticas e econômicas para a gestão e gerenciamento da água na perspectiva do desenvolvimento sustentável, com inclusão social e justiça ambiental.

Recomenda-se que as águas subterrâneas, notáveis patrimônio nacional, que vem sendo rapidamente apropriado pelos setores econômicos dominantes do mercado, sejam protegidas jurídica e institucionalmente, nos níveis federal, estaduais e principalmente municipais intensificando a fiscalização.

Outra recomendação é que o Poder Público Municipal de Criciúma passe a investir seriamente no conhecimento das águas subterrâneas do município, única forma de exercer o seu direito de outorga de forma responsável, atribua ao setor tributário que antes de emitir o alvará de funcionamento exija uma consulta de viabilidade econômica para utilização de poço antes das mesmas se instalem e trabalhem na conscientização dos proprietários da importância da conservação e manutenção dos sistemas de captação de águas subterrâneas.

Finalmente, os crescentes níveis e percepção da sua vulnerabilidade as formas desordenadas de extração, onde os poços mal construídos ou abandonados, sem qualquer medida de proteção, constituem os principais focos de contaminação dos mananciais subterrâneos no meio urbano.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Gestão dos recursos hídricos**. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br>> Acesso em: 25 set. 2008.

ÁGUA subterrânea. **Revista ABAS – Associação Brasileira de Águas Subterrâneas**, São Paulo, p. 34, 2007.

ALEXANDRE, Gisela Angelina Levatti. **Impactos domésticos e agrícolas nas águas subterrâneas**. [s.l.:s.n.], 1997.

ALEXANDRE, N. Z. **Análise integrada da qualidade das águas da bacia do rio Araranguá, SC**. 2000. 284 f. Dissertação (mestrado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2000.

ALEXANDRE, N. Z.; KREBS, A. S. J. **Qualidade das águas superficiais do município de Criciúma, SC**. Porto Alegre: CPRM, 1995. 73 p., v.1.

ALEXANDRE, N. Z.; KREBS, A. S. J.; VIERA, A. C.; NOSSE, E. O. Metodologia aplicada para mapeamento de fontes de poluição - a experiência de Criciúma. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, UNESC, Criciúma, v. 2, n. 1, 1996.

ALEXANDRE, N.; KREBS, A. S. J. Discussão da aplicação do método IQA na avaliação da qualidade das águas da região carbonífera de Santa Catarina. **Revista de Tecnologia e Ambiente**, UNESC, Criciúma, v. 2, n.1, 1996.

AMORIM, W.P. **Resíduos sólidos urbanos - o problema - a solução**. Brasília: Roteiro Editorial, 1996. 289 p.

ANTUNES, S. **Entrega da barragem do rio São Bento**. Disponível em: <<http://www.casan.com.br/index.php?sys=67&id=73>> Acesso em: 15 ago. 2008.

BORGHETTI, N. R. B.; BORGHETTI, J. R.; FILHO, E. F. R. **Aquífero Guarani**. Curitiba, PR, 2004.

BRASIL. **Decreto Estadual N° 14.250/81**. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/portal/meioambiente/pdf/legislacao/Decreto_Estadual_N_14_250_81_arts1ao24_42a62e81a124.pdf> Acesso em: 15 maio. 2009.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Decreto n° 32.955**, 1991, Artigo 6°. Definições. Disponível em: <http://www.sigrh.sp.gov.br/sigrh/basecon/lrh2000/LE/Decreto/04_DECRETO_n_32955_de_7_de_fevereiro_de_1991.htm> Acesso em: 16 set. 2008.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Lei n° 9.433**, de 08 de janeiro de 1997. Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conama/res/res99/res25799.html>> Acesso em: 25 jul. 2008.

BRASIL. Decreto n° 85.206 de 25 de setembro de 1980,

CAMPOS, J.E. Índícios de abatimento dos níveis de água subterrânea da Bacia Sedimentar de São Paulo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 5, 1988, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 1988. p.74-83.

CAMPOS, N.; STUDART, T. **Gestão de águas**. Porto Alegre: ABRH, 2001.

CANTER, L.W.; KNOX, R.C.; AIRCHILD, D.M. **Ground water quality protection**. 3. ed. Michigan: Lewis Publishers, 1988. 1 v., 562 p..

CASTRO, V.L.L. **Origem e mecanismos de poluição das águas subterrâneas na área da Cidade Nova**. 1994. 97 f. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente). Pernambuco: UFPE, 1994.

CENTRAIS ELÉTRICAS DE SANTA CATARINA (CELESC). Disponível em: <http://portal.celesc.com.br/portal/home/index.php?option=com_content&task=view&id=117&Itemid=>. Acesso em: 05 jan. 2009.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). Disponível em: <<http://www.casan.com.br/>> Acesso em: 27 set. 2008.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Dados coletados nas instalações da CASAN**. Florianópolis, 2009.

COSTA, W. D. Uso e gestão de água subterrânea. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, 1997. p. 341-389.

CRICIÚMA (SC). Prefeitura Municipal. Companhia de Desenvolvimento Econômico e Planejamento Urbano. **Informações básicas município de Criciúma**. Criciúma, SC: Prefeitura Municipal de Criciúma, 1999. 36 p.

FERREIRA, F. A. **Contribuição ao gerenciamento dos recursos hídricos subterrâneos para garantir o desenvolvimento da cidade pólo industrial do Sul de Santa Catarina – Criciúma**. 2006. 36 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Ambiental). Criciúma/SC, 2006.

FEITOSA, E. C. Pesquisa de água subterrânea. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J.; coords. **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID-UFPE, 1997. p.53-80.

FREIRE, C.C. Modelo para gestão de águas subterrâneas. In: CONGRESSO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XII, 2002. **Anais...**

FREITAS, M. A.; CAYE, B.R.; Machado, J. L. F. (Org.). **Diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos do Oeste do Estado de Santa Catarina**. Projeto Oeste de Santa Catarina. Porto Alegre: CPRM/PA, 2003.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE (FATMA). **Instruções normativas**. Disponível em: <http://www.fatma.sc.gov.br/biblioteca_ambiental/in.htm> Acesso em: 18 out. 2009.

GOULARTI FILHO, Alcides. **Formação econômica de Santa Catarina**. Florianópolis: Cidade futura, 2002. 500 p.

GRUPO TÉCNICO DE ASSESSORAMENTO AO CUMPRIMENTO DA SENTENÇA (GTA) nº 2000.72.04.0025439/SC. **Primeiro relatório de monitoramento dos indicadores ambientais**. GTA, 2008. ACP Nº 2000.72.04.0025439/SC.

- GUYMON G.L. **Hydrology of the unsaturated zone**. Irvine, CA, 1994. 2000 p.
- HAMILTON, P.A.; HELSEL, D.R. Effects of agriculture on ground-water quality in five regions of the United States. **Ground Water**, v. 33, n. 2, p. 217-226, 1995.
- HIRATA, R.; SUHOGUSOFF, A V. **Águas subterrâneas: um importante recurso que requer proteção**. Disponível em: <http://www.igc.usp.br/geologia/aguas_subterraneas.php>. Acesso em: 29 set. 2006.
- BRASIL. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Ministério de planejamento, orçamento e gestão**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 24 out. 2008.
- JAPAN INTERNATIONAL COOPERATION AGENCY (JICA); SDM, Secretaria de Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente; FATMA, Fundação do Meio Ambiente. **Estudo de viabilidade da recuperação de áreas mineradas na região sul de Santa Catarina. República Federativa do Brasil**. Florianópolis, 1998. Relatório Técnico - Final.
- JOHN, L. **Estado das águas no Brasil**. Disponível em: <http://www.estado.com.br/ext/ciencia/aguano brasil_14.htm>. Acesso em: 15 ago. 2008.
- KING, J.; CLARKE, R. **O atlas da água**. São Paulo: Publifolhas, 2005.
- KREBS, A. S. J. **Contribuição ao conhecimento dos recursos hídricos subterrâneos da bacia hidrográfica do rio Araranguá, SC**. 2004. 458 f. Tese (Doutorado em Geografia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2004.
- KREBS, A.S.J.; NOSSE, E. de O. **Potencial hidrogeológico do município de Criciúma, SC**. Porto Alegre: CPRM, 1998a. 111p. PROGESC - Série ordenamento territorial, v.24.
- LADISLAU, Décio Escobar Oliveira. **Economia da responsabilidade sócio ambiental: estudo considerando empresas dos principais setores da economia de Criciúma-SC**. 2007. 188f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, 2007.
- LAKATO, Eva Maria; MARCONI, Maria de Andrade. **Fundamentos de metodologia científica**. 5 ed. São Paulo: Atlas, 2003. 311 p.
- LEOPARDI, Maria Tereza. **Metodologia da pesquisa na saúde**. Santa Maria, RS: Pallotti, 2002. 2294 p.
- LEOPOLDDO, P. R.; HERRERA, O. M. Estimativas do consumo e da demanda em água potável na cidade de Botucatu-SP. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 12, Vitória, 1997. **Anais...** Natal: ABRH, 1997. v. 3, p. 237-239.
- LOCH, Ruth E. N., **Estruturação de dados geográficos para a gestão de áreas degradadas pela mineração**. 2000. 202 p. Tese (Doutorado em Ciências Florestais).
- MANOEL FILHO, J. Ocorrência das águas subterrâneas. In: FEITOSA, F. A. C.; MANOEL FILHO, J. (coords.) **Hidrogeologia: conceitos e aplicações**. Fortaleza: CPRM, LABHID-

UFPE, 1997. p.13-33.

MARTINS, R. C.; LEME, A. A. **Uso e gestão dos recursos hídricos no Brasil**. São Carlos, SP: RIMA, 2003.

MONTIBELLER FILHO, G. **O mito do desenvolvimento sustentável: meio ambiente e custos sociais no moderno sistema produtivo de mercadorias**. 2. ed. rev. Florianópolis: EDUFSC, 2004. 306p.

NOSSE, E. O. **Contribuição ao conhecimento do estado de conservação dos recursos hídricos subterrâneos no município de Criciúma, SC**. 2005. 203 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo (USP), São Paulo, 2005.

PHILOMENA, Gerson Luis de Boer. **Cultura do carvão em Criciúma-SC: a história que não se conta**. 2005. 173 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade do Extremo Sul Catarinense, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, Criciúma, 2005.

REBOUÇAS, A. da C. Água doce no mundo e no Brasil. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p.01-37.

SALATI, E.; MATTOS DE LEMOS, H.; SALATI, E. Água e o desenvolvimento Sustentável. In: REBOUÇAS, A. da C.; BRAGA, B.; TUNDISI, J.G. **Águas doces no Brasil: capital ecológico, uso e conservação**. 2. ed. São Paulo: Escrituras Editora, 2002. p.39-63.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente, **Captação de água subterrânea no oeste do Estado de Santa Catarina – PROESC**. Florianópolis, SC, 2002.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Bacias hidrográficas do Estado de Santa Catarina: diagnóstico geral**. Florianópolis, 1997, 163 p.

SCUDINO, P.C.B. Avaliação hidrogeológica em área de disposição de resíduos sólidos, com riscos de poluição de aquíferos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, VII, Belo Horizonte, 1992. **Anais...** Belo Horizonte: ABAS, 1992. 1 v., p.128-135.

SILVEIRA, L. E. A outorga dos recursos hídricos subterrâneos como objeto de gerenciamento e planejamento. In: CONGRESSO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, XII, São Paulo, 2000. **Anais...** São Paulo: ABAS, 2000.

TOMAZ, P. **Economia de água para empresas e residências**. São Paulo, SP: Navegar editora, 2001.

TUNDISI, J.G. **Água no século XXI. Enfrentando a escassez**. São Carlos: RIMA, IIE, 248p, 2003.

UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE (UNESC). **Estudo de viabilidade sócio-econômica e ambiental da barragem do rio São Bento**. Criciúma, SC: NUPES, 1998.