PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

BACIAS DOS RIOS CUBATÃO, MADRE E BACIAS CONTÍGUAS

ETAPA C – DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS

TOMO II

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA
SECRETARIA DE ESTADO DE DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL DE SANTA CATARINA (SDS)
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC)
FUNDAÇÃO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA (FAPESC)
COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CUBATÃO SUL

PRODUTO 3

ETAPA C - DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS

(TOMO II)

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS CUBATÃO, MADRE E BACIAS CONTÍGUAS

AGOSTO/ 2018

APRESENTAÇÃO

O Plano de Recursos Hídricos (PRH) das Bacias dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas é um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433 de 8 de janeiro de 1997, que visa orientar a gestão das águas no âmbito local. Em 2016, a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina (SDS) e a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) estabeleceram uma parceria para a construção desse instrumento, que é de fundamental importância na manutenção das atividades econômicas, qualidade de vida dos moradores da região e da conservação ambiental.

O projeto está dividido em cinco etapas:

- Produto 1 – Etapa A – Plano de Trabalho Detalhado e Cronograma de Execução
- Produto 2 – Etapa B – Estratégia para o Envolvimento da Sociedade na Elaboração do Plano
- **Produto 3 – Etapa C – Diagnóstico dos Recursos Hídricos** (Tomo I e **Tomo II**)
- Produto 4 – Etapa D – Prognóstico das Demandas Hídricas
- Produto 5 – Etapa E – Elaboração do Plano de Recursos Hídricos
- Produto 6 – Relatório Síntese do Plano de Recursos Hídricos.

O presente documento constitui o Produto 3 – Diagnóstico dos Recursos Hídricos.

SUMÁRIO

Introdução 9

1. Usos múltiplos dos recursos hídricos 11

1.1. Geração de energia 11

1.2. Navegação e portos 13

1.3. Turismo e lazer 14

1.4. Saneamento básico 18

1.4.1. Planos municipais de saneamento 19

1.4.2. Abastecimento público 20

1.4.3. Esgotamento sanitário 25

1.4.4. Drenagem urbana 31

1.4.5. Resíduos sólidos 31

1.5. Criação animal 35

1.6. Aquicultura e pesca 38

1.7. Irrigação 42

1.8. Uso industrial 45

1.9. Mineração 50

2. Diagnóstico dos recursos hídricos 55

2.1. Diagnóstico da disponibilidade hídrica superficial 55

2.1.1. Levantamento de dados hidrológicos 55

2.1.2. Disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas 70

2.2. Diagnóstico da demanda hídrica a partir de dados socioeconômicos 103

2.2.1. Metodologias para o cálculo da demanda hídrica por tipo de uso da água 104

2.2.2. Metodologia de projeção dos parâmetros econômicos 125

2.2.3. Resultados 129

2.3. Diagnóstico da qualidade da água superficial 144

2.3.1. Levantamento de dados de qualidade da água 144

2.3.2. Qualidade das águas superficiais 151

2.4. Recursos hídricos subterrâneos 153

2.4.1. Ambiente regulatório 153

2.4.2. Método e procedimentos 155

2.4.3. Levantamento e Processamento de Dados 156
2.5. Diagnóstico da Disponibilidade Hídrica Subterrânea 163
2.5.1. Aquíferos sedimentares - as1 (litorâneos) 165
2.5.2. Aquíferos sedimentares - as2 (continentais) 166
2.5.3. Aquíferos fraturados - af2 167
2.5.4. Áreas praticamente sem aquíferos - na_1 169
2.6. Diagnóstico da demanda hídrica subterrânea 172
2.6.1. Quantificação da demanda hídrica subterrânea 172
2.6.2. Panorama geral dos usos múltiplos 176
2.7. Diagnóstico da Qualidade das águas Subterrâneas 180
2.7.1. Aspectos hidroquímicos 180
2.7.2. Instrumentos legais 184
2.7.3. Pontos de monitoramento 185
2.7.4. Resultados 186
2.8. Potenciais Conflitos relacionados ao diagnóstico das Águas Subterrâneas 190
2.8.1. Vulnerabilidade natural 190
2.8.2. Riscos de contaminação 198
2.8.3. Usos da terra e seus riscos 199
2.8.4. Resultado do risco de contaminação 201
3. Considerações finais 203
Referências 205
Apêndices 215
Apêndice 1 – Dados socioeconômicos das bacias dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas
Apêndice 2 – Relação dos documentos dos processos de licenciamento ambiental consultados na Fatma
Apêndice 3 – Dados de Monitoramento de Qualidade da Água (Fatma)
Apêndice 4 – Relação dos relatórios das análises de água consultadas na Casan
Apêndice 5 – Dados de Monitoramento de Qualidade da Água (CASAN)
Apêndice 6 – Mapa APPs
Apêndice 7 – Dados dos poços cadastrados
Apêndice 8 – Mapa dos poços cadastrados
Apêndice 9 – Mapa das zonas aquíferas e localização dos poços cadastrados

Apêndice 10 – Mapa hipsométrico e estruturas lineares

Apêndice 11 – Mapa das zonas aquíferas e estruturas lineares

Apêndice 12 – Mapa de demanda hídrica subterrânea

Apêndice 13 – Mapa de densidade de demanda hídrica subterrânea

Apêndice 14 – Mapa de poços consultados para a caracterização hidroquímica e zonas aquíferas

Apêndice 15 – Mapa dos pontos de monitoramento de qualidade da água subterrânea

Apêndice 16 – Mapa de textura dos solos

Apêndice 17 – Mapa de declividade e pontuações relativas à vulnerabilidade natural

Apêndice 18 – Mapa de espessura dos solos e pontuações relativas à vulnerabilidade natural

Apêndice 19 – Mapa de densidade de fraturamento

Apêndice 20 – Mapa do índice de vulnerabilidade das zonas aquíferas

Apêndice 21 – Mapa de vulnerabilidade natural dos aquíferos

Apêndice 22 – Mapa de possibilidade de existência de carga poluente

Lista de figuras

Lista de tabelas

Lista de siglas

INTRODUÇÃO

O PRH é o instrumento de planejamento previsto na Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, e na Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, que serve para orientar a execução da política de recursos hídricos no território de planejamento. Nele, constam o diagnóstico dos recursos hídricos, o prognóstico das demandas hídricas, os objetivos e as metas a serem atingidas para compatibilizar as demandas com a oferta de recursos hídricos, identificando e sistematizando os interesses e anseios dos usuários de água.

O presente documento constitui o Tomo II do Produto da Etapa C – Diagnóstico dos Recursos Hídricos do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas (PRH-CMC). Neste relatório são apresentados os usos múltiplos dos recursos hídricos e os diagnósticos dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

O Capítulo 1 é constituído pelos usos múltiplos dos recursos hídricos, são eles: geração de energia; navegação e portos; turismo e lazer; saneamento básico; criação animal; aquicultura e pesca; irrigação; uso industrial; e mineração. A caracterização destes usos se deu a partir da análise das atividades produtivas e da dinâmica de uso e ocupação do solo, bem como dos dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH).

O diagnóstico dos recursos hídricos está descrito no Capítulo 2 que compreende os diagnósticos da disponibilidade, da demanda e da qualidade das águas superficiais e subterrâneas da bacia.

Por fim, o Capítulo 3 faz considerações acerca dos usos múltiplos e dos diagnósticos dos recursos hídricos das bacias hidrográficas em estudo.

1. Usos múltiplos dos recursos hídricos

Neste tópico são caracterizados os múltiplos setores usuários da água na região hidrográfica do Plano de Recursos Hídricos (PRH) em estudo. A caracterização dos setores usuários foi realizada a partir da análise das atividades produtivas e da dinâmica de uso e ocupação do solo, aliada às informações levantadas no Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH) em 23 de outubro de 2017, e demais informações secundárias levantadas às entidades de caráter interveniente ao Plano.

Em função da sua qualidade ou quantidade, os usos de recursos hídricos podem ser classificados em consuntivos ou não consuntivos, considerados nessa análise. Os usos consuntivos são os que reduzem o volume entre a retirada do sistema hídrico e seu retorno, ou seja, parte da água captada é consumida no processo produtivo, não retornando ao curso de água. Já os usos não consuntivos são aqueles que não apresentam impactos significativos de disponibilidade, tanto em quantidade quanto em qualidade.

Os usos setoriais considerados foram: geração de energia, navegação e portos, turismo e lazer, saneamento básico, criação animal, aquicultura e pesca, uso industrial, mineração e irrigação.

1.1. GERAÇÃO DE ENERGIA

Na região hidrográfica do PRH encontram-se dois diferentes tipos de empreendimentos de geração de energia elétrica: Centrais Geradoras Hidrelétricas e Pequenas Centrais Hidrelétricas. Segundo a base de dados da Agência Nacional de Energia Elétrica (Aneel), não existem empreendimentos de Aproveitamento Hidrelétrico em operação nas bacias dos Rios Cubatão Sul, Madre e Contíguas. Dos sete empreendimentos inventariados, cinco são Centrais Geradoras Hidrelétricas (CGH – com capacidade igual ou inferior a 5 MW), todas no município de Águas Mornas, e duas são Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH – capacidade inferior a 30 MW), ambas localizadas no município de Santo Amaro da Imperatriz.

Na Figura 1 são apresentados os tipos e a localização dos empreendimentos de energia hidrelétrica.

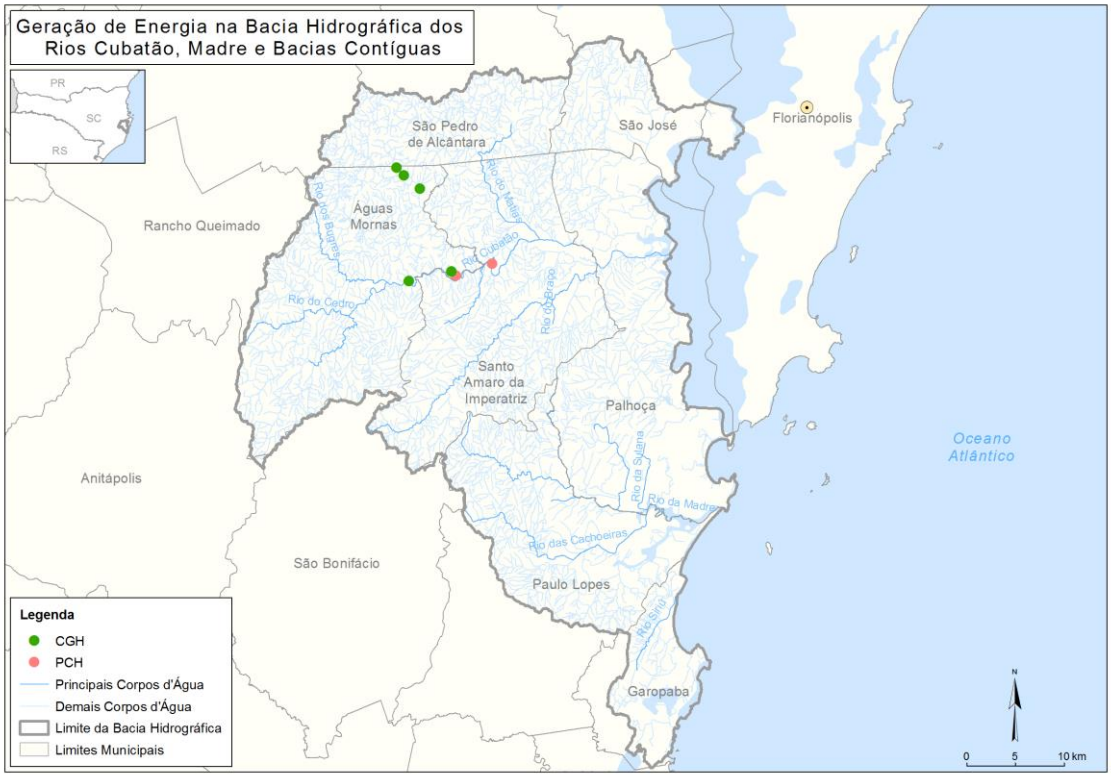


Figura 1 – Tipos de empreendimento de energia elétrica.
Fonte: Aneel ([2017]). Elaboração própria (2017)

1.2. NAVEGAÇÃO E PORTOS

De acordo com o Panorama dos Recursos Hídricos em Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2006b), não existem atualmente hidrovias interiores de maior importância no estado, sendo os recursos hídricos continentais utilizados principalmente para acesso de embarcações ao mar, tanto por navegação de recreio quanto por pescadores. Através de listagem fornecida pela Associação Náutica Brasileira (Acatmar) foram identificadas quatro estruturas náuticas do segmento Marinas, Garagens Náuticas e afins localizadas nas bacias dos rios Cubatão Sul e Madre, conforme pode ser evidenciado na Tabela 1. Ressalta-se que uma dessas estruturas, a Marina Palhoça, encontra-se junto ao Rio Braço do Cubatão. A localização das marinas pode ser observada na Figura 2.

Empreendimento	Segmento	Município
Baía Norte Garagem Náutica	Marinas, garagens náuticas e afins	Florianópolis
Capitania dos Portos de Santa Catarina	Marinas, garagens náuticas e afins	Florianópolis
Marina Itaguaçu	Marinas, garagens náuticas e afins	Florianópolis
Marina Palhoça	Marinas, garagens náuticas e afins	Palhoça

Tabela 1 – Lista de estruturas náuticas nas bacias dos Rios Cubatão Sul, Madre e Contíguas
Fonte: Acatmar (2017). Elaboração própria (2017)

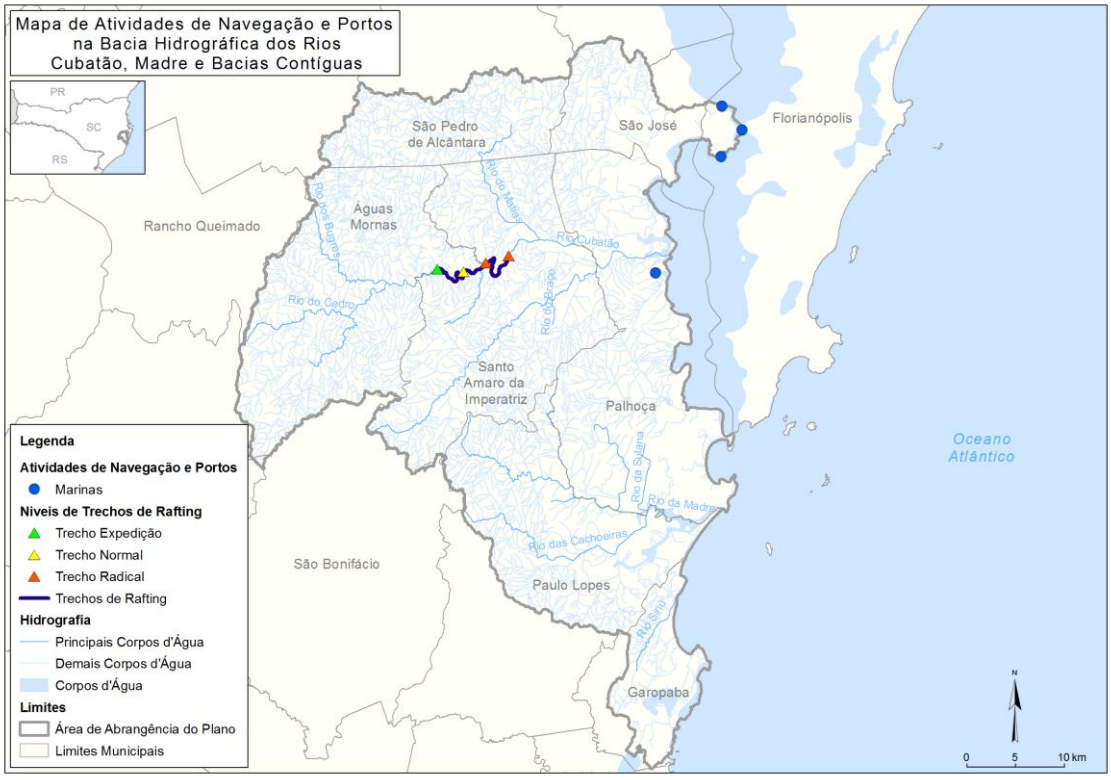


Figura 2 – Marinas e trechos do rio Cubatão Sul com exploração de *rafting*
Fonte: Acatmar (2017). Elaboração própria (2017)

Vale ressaltar que no Rio Cubatão Sul, notadamente no município de Santo Amaro da Imperatriz, a navegação de esporte e lazer em corredeiras, conhecida por *rafting*, é um dos usos mais evidenciados das suas águas. O *rafting* nessa região caracteriza-se pela exploração

de três trechos do Rio Cubatão, conforme pôde ser visualizado na Figura 2, com características distintas de corredeiras que permitem classificá-las em Trecho Normal, Trecho Radical e Trecho de Expedição (SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS, 2007). A atividade é regulada fundamentalmente pelos níveis de água do rio, que podem alterar a classe das corredeiras e até inviabilizar a navegação caso chegue a um valor crítico. Segundo a pesquisa efetuada (SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS, 2007), as operadoras de *rafting* utilizam como controle a régua linimétrica da ponte de Caldas da Imperatriz, da estação fluviométrica Poço Fundo (código Aneel – 84100000), tendo classificado os níveis de acordo com as condições de navegabilidade da seguinte forma:

- Nível excelente de operação: 1,30 m
- Nível inferior de operação: 0,70 m
- Nível médio atual de operação: 0,90 m
- Intervalo de nível atual de operação: 0,90 m – 1,10 m.

De acordo com relatos das empresas operadoras de *rafting*, tem sido observada redução dos níveis do rio nos últimos anos, o que é bastante preocupante para a atividade (SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS, 2007). Existe ainda um potencial conflito que também influenciará nos níveis do rio, relacionado à implantação de seis PCHs na bacia: três no Rio Cubatão Sul e três em seu afluente da margem esquerda, o Rio Caldas do Norte. Destaca-se que a implantação de aproveitamentos hidrelétricos está entre os usos dos recursos hídricos que mais pode gerar impactos sobre as vias navegáveis, justamente por provocar significativas alterações no regime de vazões dos rios. No caso das PCHs propostas para o Rio Cubatão Sul, as barragens e as vazões remanescentes trarão impactos nas atividades de *rafting*, mais especificamente no Trecho de Expedição, nos casos das PCHs Antônio Munhoz e João Elói, e nos trechos Normal e Radical, respectivamente pelas PCHs João Elói e Santo Amaro. Os impactos previstos pelo Estudo Ambiental Simplificado (SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS, 2007) incluem tanto a diminuição da vazão a jusante das barragens quanto o próprio barramento e a transformação da dinâmica do curso hídrico a montante deste, passando de um regime lótico para um regime lêntico.

1.3. TURISMO E LAZER

O tópico Turismo e Lazer caracteriza as atividades turísticas e de lazer, além da infraestrutura de suporte a essas atividades, associadas aos recursos hídricos das Bacias Hidrográficas objetos de estudo. Neste contexto, é dado enfoque principal às atividades que estão diretamente relacionadas com os corpos hídricos continentais. Contudo, também se destaca o turismo e o lazer no litoral, visto que a qualidade das águas dos rios influencia diretamente nas condições de balneabilidade litorânea onde estes desaguam.

Nas Bacias Hidrográficas dos rios Cubatão Sul, Madre e Bacias Contíguas ressaltam-se as potencialidades naturais da região para o turismo, incluindo as fontes termais, cachoeiras, cascatas e a presença da Mata Atlântica especialmente no Parque Estadual Serra do Tabuleiro (SILVA D., 2011). Assim, configura-se um cenário favorável para o desenvolvimento de atividades ecoturísticas sustentáveis, como o turismo de aventura, o turismo rural e o turismo termal. Para atender à demanda turística, os municípios contam com a infraestrutura hoteleira dos balneários termais de Caldas da Imperatriz e Águas Mornas, bem como hotéis voltados ao turismo rural (SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS, 2007).

Com base em dados da Santur (2017a) verificou-se a existência, nas bacias em estudo, de cinco empresas operadoras de *rafting*, cinco estâncias termais, três parques aquáticos, dois pesque-pagues e uma cachoeira, conforme indica a Figura 3. A distribuição espacial de tais empreendimentos pode ser observada na Figura 4 e na Figura 5.

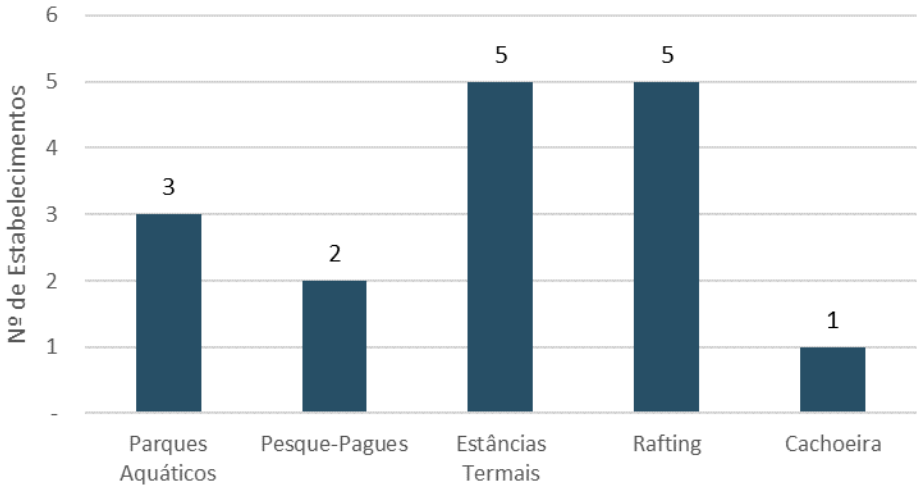


Figura 3 – Estabelecimentos de turismo e lazer na área de estudo
Fonte: Santur (2017a). Elaboração própria (2017)

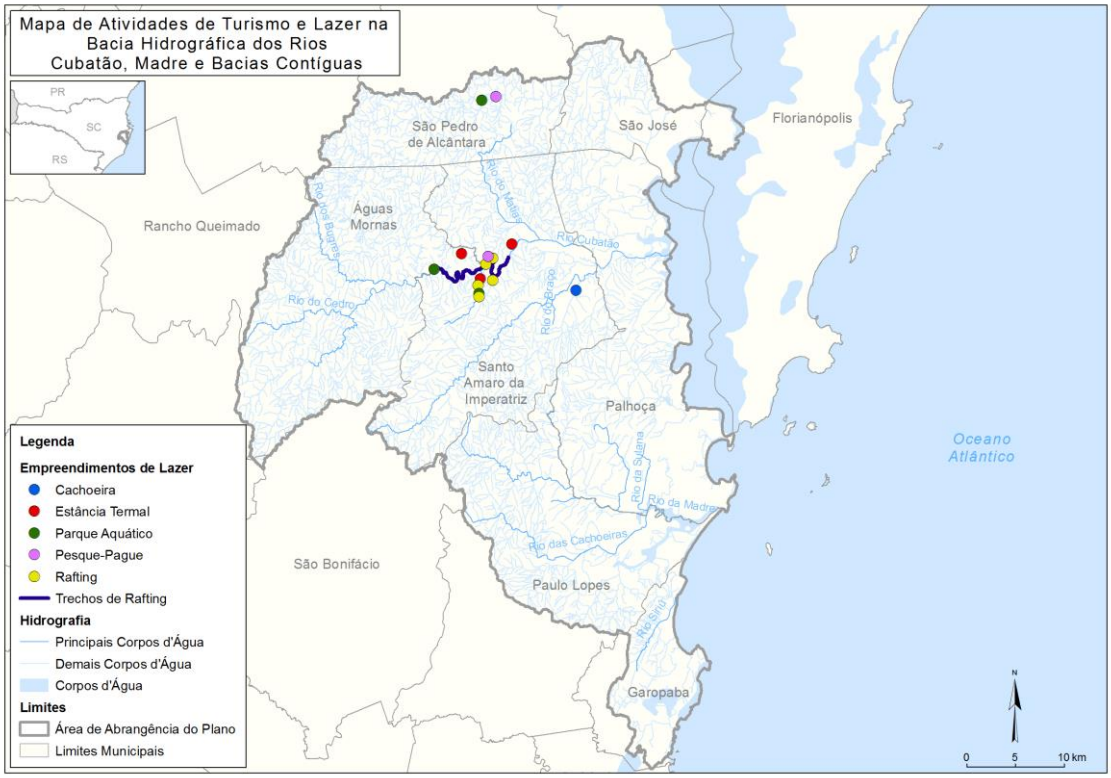


Figura 4 – Distribuição espacial dos estabelecimentos de turismo e lazer nas bacias dos rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas
Fonte: Santur (2017a). Elaboração própria (2017)

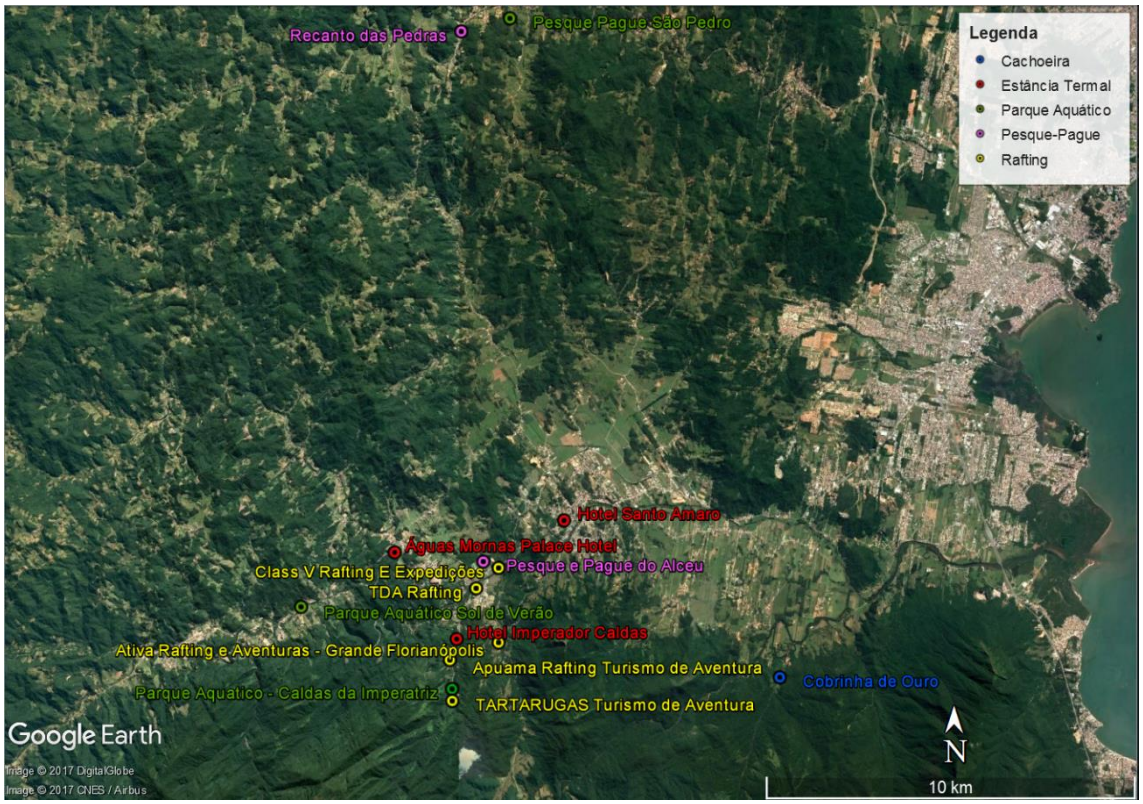


Figura 5 – Detalhamento dos estabelecimentos de turismo e lazer nas bacias dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas

Fonte: Santur (2017a). Elaboração própria (2017)

No CEURH, de domínio da SDS, existem nove usuários cadastrados que se enquadram nas atividades de lazer e turismo nas bacias hidrográficas de estudo, quatro dos quais fazem o uso consuntivo da água, e cinco o uso não consuntivo, conforme se observa na Figura 6. Dentre os usuários consuntivos, dois descrevem suas atividades como hotelaria associada a estâncias termais, um se refere a uma pousada rural e um se trata de sítio para lazer, conforme a Figura 7. Cabe destacar que, dentre os usuários consuntivos, dois captam a água de mananciais superficiais e dois de mananciais subterrâneos. Com relação aos usuários não consuntivos, salienta-se que todos se referem a empresas operadoras de *rafting* e ligadas ao ecoturismo no geral.

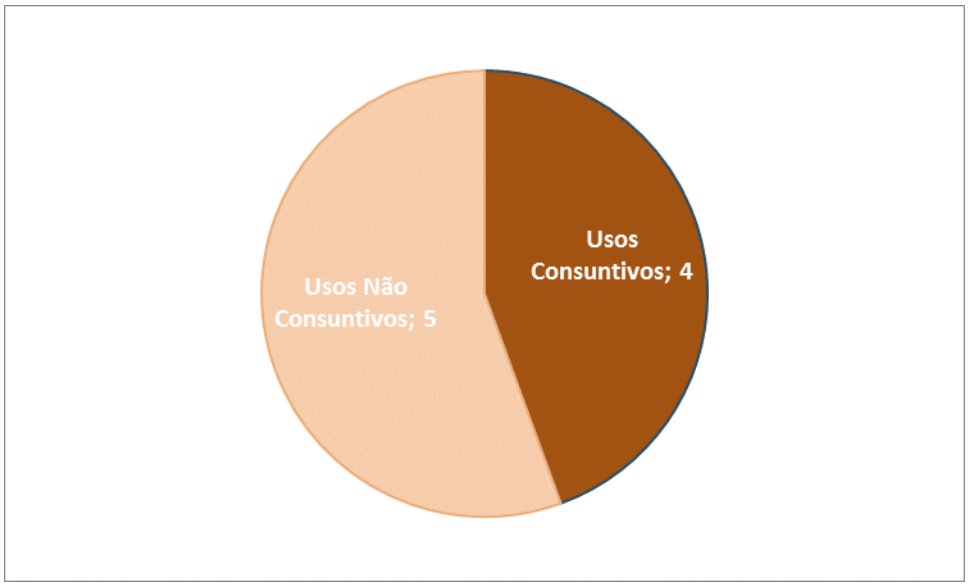


Figura 6 – Tipos de uso realizados nas bacias dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas
Fonte: Santur (2017a). Elaboração própria (2017)

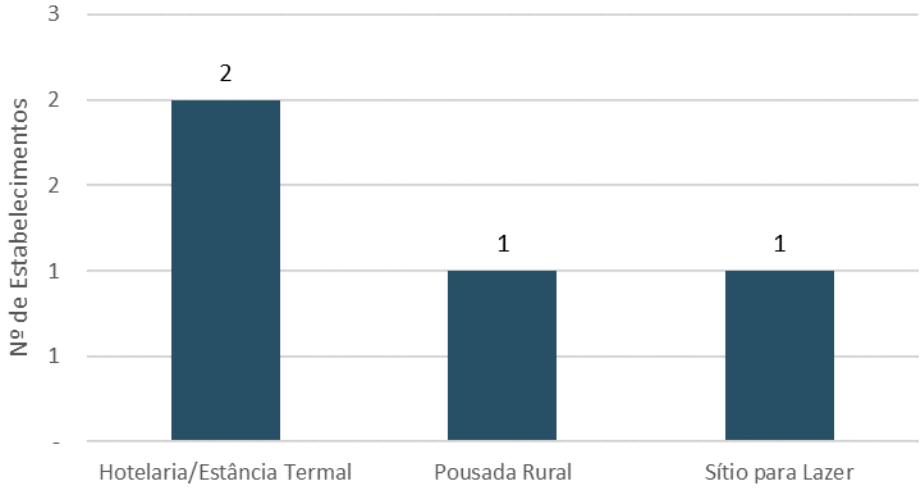


Figura 7 – Distribuição dos usuários cadastrados no CEURH do setor de Turismo e Lazer nas bacias dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas.
Fonte: Santur (2017a). Elaboração própria (2017)

O ecoturismo e o turismo de aventura, em especial a modalidade do *rafting,* têm sido destaque no município de Santo Amaro da Imperatriz, atraindo muitos adeptos da prática e até proporcionando a realização de campeonatos esportivos em âmbito nacional (SILVA D., 2011). A prática do *rafting* já é realizada no município há mais de 15 anos e configura-se por ser uma atividade anual com forte sazonalidade, havendo diferença de demanda conforme a temporada de verão e a baixa temporada. A atividade caracteriza-se pela exploração de três trechos do Rio Cubatão Sul, conforme pode ser visualizado na Figura 5, características distintas de corredeiras permitem classificá-las em Trecho Normal, Trecho Radical e Trecho de Expedição (SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS, 2007). A atividade é regulada fundamentalmente pelos níveis de água do rio, que podem alterar a classe das corredeiras e até inviabilizar a realização do esporte caso chegue a um ponto crítico. Cabe ressaltar que, como atividades complementares ao *rafting* na região, as operadoras costumam realizar ainda

roteiros de *trekking*, travessias, rapel, cachoeirismo, canionismo, tirolesa, *trekking* aquático, cicloturismo e expedições (SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS, 2007).

Como pôde ser observado, as estâncias termais também se apresentam como protagonistas no que se refere ao turismo e lazer relacionado aos recursos hídricos da Bacia do Rio Cubatão Sul. Segundo a Santur (2017b), o Complexo Caldas da Imperatriz, no município de Santo Amaro da Imperatriz, destaca-se no cenário catarinense por ter sido a primeira estância termal do Brasil, sendo reconhecida como "paraíso das águas". A fonte de águas termais foi descoberta por caçadores em 1813, e, em 1818, o governo imperial determinou a construção de um hospital no local, que se caracterizou como a primeira criação de uma estância hidrotermal no Brasil (SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS, 2007). Em outubro de 1845, Santo Amaro da Imperatriz recebeu a visita do casal imperial Dom Pedro II e Dona Teresa Cristina, onde foi construído um prédio dotado de banheiras com águas termais para alívio das dores da Imperatriz. Em homenagem à Imperatriz, a localidade, que era chamada de Caldas do Cubatão, foi rebatizada como Caldas da Imperatriz. Atualmente, para atender ao público que frequenta a região em busca das propriedades terapêuticas e relaxantes destas águas, os municípios de Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas oferecem uma rede hoteleira com acesso às fontes termais através de banhos e piscinas (SILVA D., 2011). Segundo Derner (2004), o turismo de águas termais não sofre tanta influência da sazonalidade como o turismo de praias. Contudo, é possível observar que existe uma procura maior pelo turismo de termas nos meses de inverno. No verão, a demanda depende do aspecto climático, ou seja, se o verão for chuvoso; os turistas que tinham como destino o litoral, tendem a se voltar para o turismo termal (DERNER, 2004).

1.4. SANEAMENTO BÁSICO

Este tópico trata dos serviços de saneamento básico de abastecimento público, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana nos municípios das bacias em estudo. As informações aqui apresentadas são complementares ao diagnóstico de Saneamento Básico realizado no âmbito da Etapa B.

Com o propósito de realizar o diagnóstico dos serviços públicos municipais de saneamento, foram encaminhados questionários para as entidades intervenientes nos serviços dos respectivos municípios das bacias em estudo. Foram elaborados quatro tipos de questionários, um para cada serviço de saneamento: abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana e manejo de águas pluviais. Os questionários continham perguntas sobre as entidades e as características do serviço prestado, com enfoque na relação do serviço com os corpos hídricos da região.

Foi estabelecido o contato com as entidades via telefone e em seguida os questionários para preenchimento foram encaminhados via *e-mail*. Foi solicitado o envio dos questionários preenchidos em um prazo de 15 dias. Um novo contato via telefone foi realizado com as entidades que não encaminharam os questionários preenchidos no prazo estabelecido, solicitando o preenchimento e o encaminhamento destes.

1.4.1. Planos municipais de saneamento

A Política Nacional de Saneamento Básico (Lei Federal nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007) previu a exigência do Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), um instrumento de planejamento que auxilia os municípios a identificar os problemas do setor, a diagnosticar demandas de expansão e melhoria dos serviços, a estudar alternativas de solução, bem como a estabelecer e a equacionar objetivos, metas e investimentos necessários, com vistas a universalizar o acesso da população aos serviços de saneamento. O PMSB deve ser elaborado pelas prefeituras de todos os municípios do País, devendo abranger quatro áreas: serviços de água, esgotos, resíduos sólidos e drenagem das águas pluviais urbanas.

A partir da Lei Federal nº 11.445/2007, a existência do PMSB passou a significar, para o município, a possibilidade de garantir verbas federais para aplicação em ações como tratamento de efluentes domésticos e resíduos sólidos e oferta de água tratada (CBHSF, 2018).

Entretanto, conforme resultados de pesquisa nos *sites* das prefeituras municipais, concessionárias e agências reguladoras, apenas dois municípios da bacia não possuem PMSB: Paulo Lopes e Santo Amaro da Imperatriz. A Tabela 2 apresenta dos dados gerais dos PMSB dos municípios da bacia.

Unidade territorial	Data	Contratante	Executor
Águas Mornas	Dezembro de 2011	Secretaria De Estado Do Desenvolvimento Econômico Sustentável	Serviços Técnicos de Engenharia S.A. (STE)
Garopaba	Maio de 2012	Prefeitura Municipal de Garopaba	SC Engenharia Ltda.
Palhoça	Maio de 2016	Prefeitura Municipal de Palhoça	Cerne Ambiental Ltda. – EPP
Paulo Lopes	-	-	-
Santo Amaro da Imperatriz	-	-	-
São José	Março de 2013	Prefeitura Municipal de São José	Engenharia e Consultoria em Saneamento e Meio Ambiente Ltda. (Sanetal)
São Pedro de Alcântara	Dezembro de 2011	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável	Serviços Técnicos de Engenharia S.A. (STE)

Tabela 2 – Dados gerais dos PMSB

Fonte: Águas Mornas (2017), Florianópolis (2017), Garopaba (2017), Palhoça (2017), Paulo Lopes (2017), Santo Amaro da Imperatriz (2017), São José (2017), São Pedro de Alcântara (2017). Elaboração própria (2017)

O PMSB de Águas Mornas recomenda que a revisão do Plano deve seguir as diretrizes de recursos hídricos da bacia hidrográfica.

Por sua vez, o PMSB de Garopaba também considera a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, e propõe que o PMSB e as revisões do plano sejam compatibilizadas com as diretrizes do Plano Diretor de Recursos Hídricos. Além disso, o plano aponta que é fundamental que haja um incentivo ao desenvolvimento de ações conjuntas entre municípios do mesmo âmbito regional, através da formação de consórcios públicos, do fortalecimento da atuação da associação de municípios e dos comitês de bacia.

O PMSB de Palhoça recomenda a articulação do planejamento e da gestão de recursos hídricos com o uso e ocupação do solo urbano e o estabelecimento de uma política permanente para a despoluição gradual dos córregos urbanos.

O PMSB de São José aponta a participação nas atividades do comitê de bacia regional e a elaboração do Plano de Gerenciamento Integrado de Recursos Hídricos como oportunidades para estruturar ações que melhorem a gestão destes recursos.

Já o PMSB de São Pedro de Alcântara não faz menção ao Comitê de Bacias ou ao PRH, mas coloca como uma ação a "Recuperação e recomposição de mananciais".

1.4.2. Abastecimento público

Conforme demonstrado na Tabela 3, na maioria dos municípios a população urbana é 100% atendida pelo sistema de abastecimento de água. As exceções são os municípios de Águas Mornas, Palhoça e Paulo Lopes.

Com relação à população total, a situação se inverte, pois apenas os municípios de Florianópolis, Santo Amaro da Imperatriz e São José declararam que o sistema abrange o abastecimento de 100% da população. Águas Mornas destaca-se por atender apenas 39,20% da população com abastecimento de água.

Município	% População total atendida com abastecimento de água	% População urbana atendida com abastecimento de água	Extensão da rede de água (km)
Águas Mornas	39,20%	93,45%	25,63
Florianópolis	100,00%	100,00%	1.374,35
Garopaba	89,73%	100,00%	110,49
Palhoça	96,21%	96,54%	710,00
Paulo Lopes	62,68%	87,03%	20,49
Santo Amaro da Imperatriz	100,00%	100,00%	120,31
São José	100,00%	100,00%	333,96
São Pedro de Alcântara	79,27%	100,00%	12,35

Tabela 3 – População abastecida pelo sistema de água e extensão total da rede existente
Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

Todos os municípios da bacia declararam que atendem parcialmente à portaria sobre qualidade da água. A Figura 8 e a Figura 9 apresentam o percentual de atendimento de água (total e urbana) da população na bacia hidrografia.

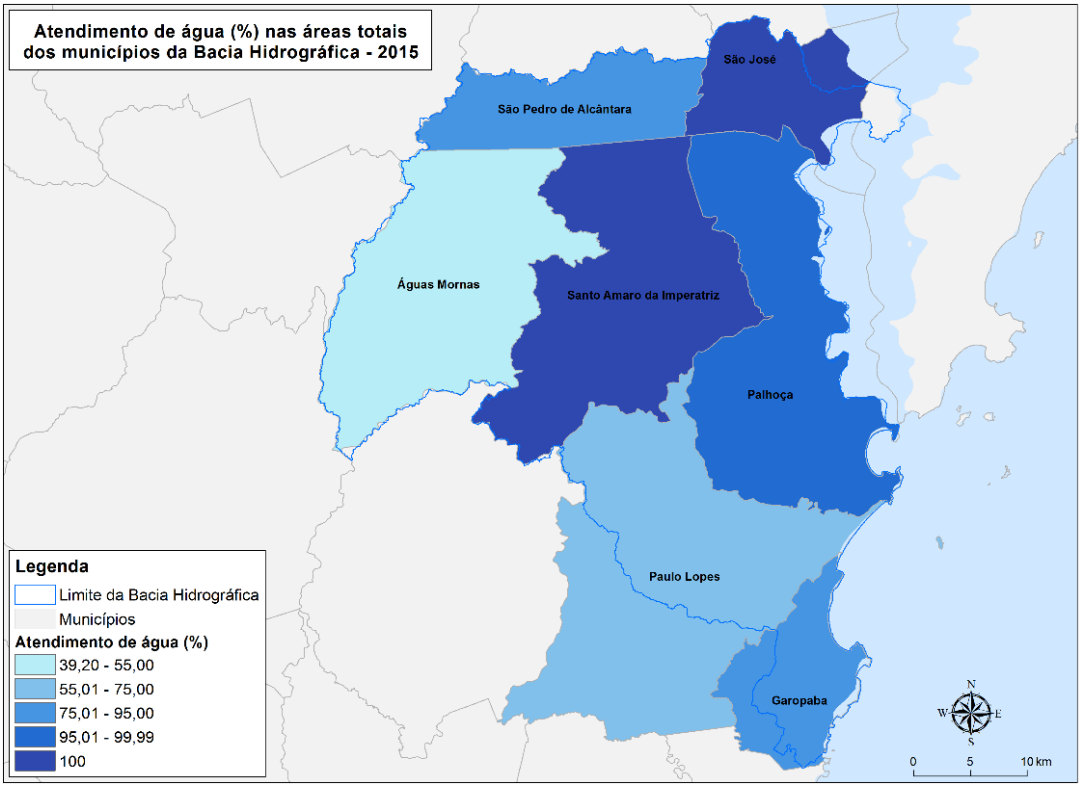


Figura 8 – População abastecida (%) pelo sistema de água

Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

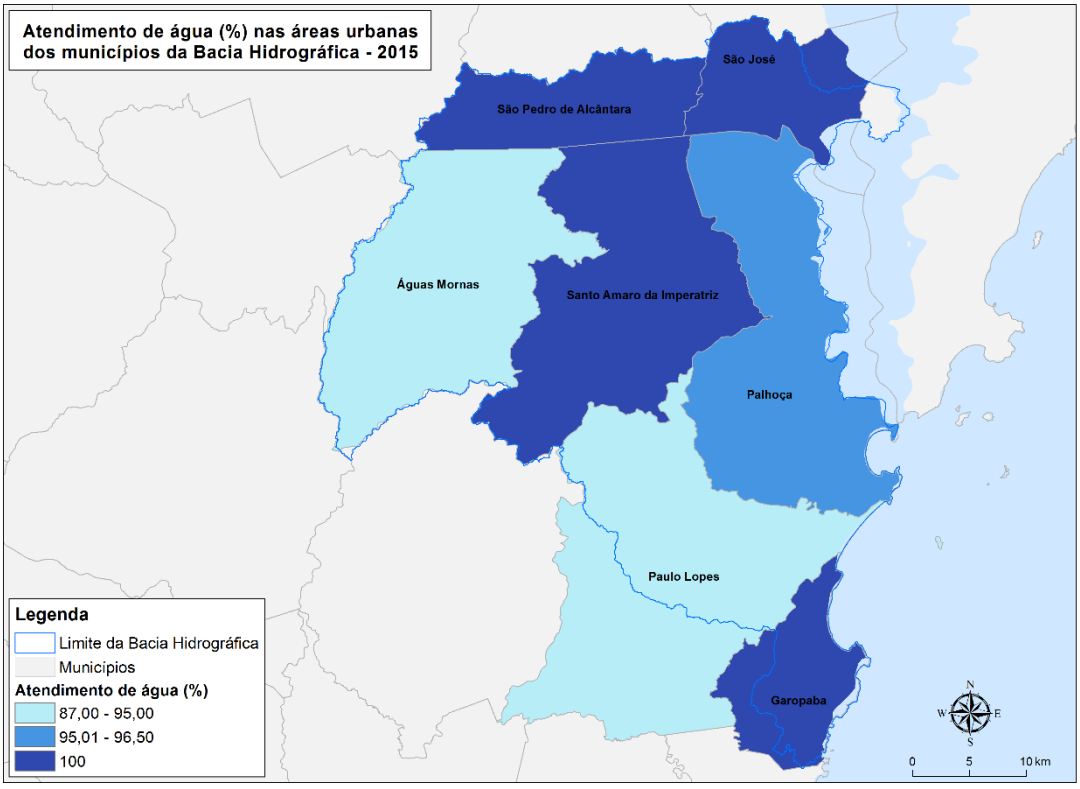


Figura 9 – População urbana abastecida (%) pelo sistema de água

Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

Foram obtidas informações (das companhias de saneamento que deram retorno sobre os questionários) acerca de 13 sistemas de abastecimento público das bacias em estudo. Segundo levantamento realizado no Atlas de Abastecimento Urbano de Água da ANA (2010), consta na área de estudo um total de 14 sistemas de abastecimento público.

Um resumo das informações dos sistemas de abastecimento de água que tiveram questionários respondidos é apresentado na Tabela 4. Os 13 sistemas informados possuem um total de 26 pontos de captação, sendo 16 poços de captação de água subterrânea e dez pontos de captação de água superficial. Deste total, cabe destacar o SAA de Garopaba formado por um conjunto de 12 poços de captação de água subterrânea. Referente aos pontos de captação de água superficial, seis são realizados em córregos, três em rios e um em cachoeira.

Segundo declarado pelas entidades, em nenhum dos sistemas há problemas com a quantidade de água bruta captada.

No que diz respeito à qualidade da água, foi informada a existência de problemas em cinco sistemas, em quatro dos quais o problema está relacionado à existência de alumínio, ferro ou manganês em concentrações acima da permitida nas legislações vigentes de potabilidade. Cabe destacar que os quatro sistemas em questão estão localizados nos municípios de Paulo Lopes e Garopaba, e a captação de água é realizada por meio de poços subterrâneos. As alterações na qualidade de água podem estar relacionadas às próprias características químicas dos solos da região. No Sistema Integrado de Abastecimento (SIA) da Grande Florianópolis, foi informado que o problema está relacionado à qualidade das águas do Rio Cubatão que "[...] possui problemas graves de qualidade da água devido a supressão da mata ciliar em longo trecho do rio e da exploração mineral próxima a captação da CASAN." (informação retirada do questionário aplicado à CASAN).

Christofidis (2006) destaca que a Bacia do Rio Cubatão é extremamente sensível, pois um dos principais usos associados de suas águas é o abastecimento humano para parte da região de Grande Florianópolis, que apresenta elevado número de habitantes. A autora também afirma que outro grave problema é o uso das águas do Rio Cubatão como diluidoras de efluentes domésticos sem tratamento prévio. O processo de urbanização acelerado nessa bacia está contribuindo para o aporte cada vez maior de efluentes domésticos não tratados nos corpos hídricos.

Para nenhum dos sistemas foi informada a existência de projetos de implantação ou ampliação da ETA. Porém, no SIA Grande Florianópolis da Casan, na ETA José Pedro Horstmann foi implantado em 2016 um floco-decantador contribuindo com a melhoria da qualidade da água distribuída à população.

Referente a projetos de implantação ou ampliação na rede de distribuição de água, somente dois sistemas informaram ter projetos específicos. O SAA Colônia Santana do município de São José prevê sua interligação com o SIA Grande Florianópolis, porém sem prazo definido. O SIA Grande Florianópolis tem o projeto de construção de uma grande adutora interligando o sistema até o bairro Itacorubi em Florianópolis.

Cabe destacar também os valores de perda dos sistemas de distribuição de água que foram informados nos questionários. A perda média dos sistemas é de 35%. Os Sistemas Praia da Gamboa e Costa do Macacu, ambos no município de Garopaba, possuem os maiores valores de perda, correspondendo a 45%. Já o Sistema Colônia de Santana, em São José, apresentou o menor valor, 15%.

Entidade responsável	Sistema			Captação			ETA		Distribuição	
	Identificação	Municípios atendidos	População atendida	Nome do manancial	Tipo (subterrânea ou superficial)	Vazão média de captação (m³/dia)	Vazão média de água tratada (m³/dia)	Processos de tratamento	Consumo por habitante (m³/dia)	Perdas do sistema (%)
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA Águas Mornas	Águas Mornas	2.000 (estimado)	Córrego de Santa Cruz da Figueira	Superficial	345	345	Fluoretação	0,15	28
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA Praia da Gamboa	Garopaba	1.083	n.i.	Subterrânea	480	480	Fluoretação, Desinfecção e Correção de PH	0,18	45
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA de Encosta do Macacu	Garopaba	345	Córrego Abílio/Maria do Dedé	Superficial	130	130	Filtração, Fluoretação, Desinfecção	0,2	40
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA de Costa do Macacu	Garopaba	450	Córrego Zé Gregório	Superficial	156	156	Filtração, Fluoretação, Desinfecção	0,17	45
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA de Macacu - Zé Antônio	Garopaba	330	Córrego Zé Gregório	Superficial	130	130	Filtração, Fluoretação, Desinfecção	0,18	40
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA de Garopaba	Garopaba	18.544	P4	Subterrânea	624	10.250	Fluoretação, Desinfecção e Correção de PH	0,2	35
				P5	Subterrânea	960				
				P6	Subterrânea	1.032				
				P7	Subterrânea	1.032				
				P8	Subterrânea	720				
				P9	Subterrânea	840				
				P10	Subterrânea	335				
				P11	Subterrânea	1.008				
				P13	Subterrânea	864				
				P14	Subterrânea	1.296				
				P15	Subterrânea	1.037				
				P16	Subterrânea	503				
Companhia Catarinense de	SAA de Siriú	Garopaba	1.400	Córrego Poço da Anta	Superficial	372	372	Filtração e Fluoretação	0,16	36

Entidade responsável	Sistema			Captação			ETA		Distribuição	
	Identificação	Municípios atendidos	População atendida	Nome do manancial	Tipo (subterrânea ou superficial)	Vazão média de captação (m³/dia)	Vazão média de água tratada (m³/dia)	Processos de tratamento	Consumo por habitante (m³/dia)	Perdas do sistema (%)
Águas e Saneamento										
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA Paulo Lopes Areias	Paulo Lopes	1.841	Sem nome 1	Subterrânea	625	680	Fluoretação e Desinfecção	0,18	30
				Sem nome 2	Subterrânea	55				
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA Paulo Lopes Cachoeira	Paulo Lopes	1.908	Cachoeira Morro Agudo	Superficial	683	683	Floculação, Decantação, Flotação, Filtração, Fluoretação e Desinfecção	0,2	30
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA Paulo Lopes Sorocaba	Paulo Lopes	935	Sem nome	Subterrânea	291	291	Fluoretação, Desinfecção	0,18	35
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA Colônia Santana	São José	8.631	Córrego da Colônia	Superficial	1.441 (estimado)	1.441	Fluoretação e Desinfecção	0,16	15
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SIA Grande Florianópolis	São José, Santo Amaro da Imperatriz, Palhoça e Florianópolis	800.000	Rio Cubatão	Superficial	43.200	207.360	Coagulação, Floculação, Decantação, Filtração, Fluoretação, Desinfecção	0,18	44
				Rio Vargem do Braço (Pilões)	Superficial	172.800				
Companhia Catarinense de Águas e Saneamento	SAA Caldas do Imperatriz	Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas	3.500 (estimado)	Rio Águas Claras	Superficial	604	604	Filtração, Fluoretação, Desinfecção	0,15	28

Obs.: n.i. - não informado.

Tabela 4 – Resumo das informações dos sistemas de abastecimento de água que tiveram questionários respondidos pelas entidades

Elaboração própria (2017)

As entidades foram questionadas a respeito da existência de programa de controle de perdas. A Casan informou que os municípios não possuem plano específico de redução de perdas de água, mas as respectivas superintendências, por meio da Comissão de Gestão de Perdas da Casan, estão desenvolvendo projetos pilotos de monitoramento, controle e redução de perdas com o objetivo de expandir as atividades para as demais cidades, com data ainda não definida. A SIA da Grande Florianópolis é uma exceção, uma vez que há um contrato de programa vigente em Florianópolis e Biguaçu, o qual segue a meta de redução de perdas anual de 4% nos quatro primeiros anos e de 3% nos anos seguintes, até atingir 25% de perdas totais de água. As ações de redução de perdas em Florianópolis (continente) estão previstas para iniciarem ainda em 2017 e serão desenvolvidas por meio de consultoria contratada pelo Ministério das Cidades, conforme aprovação de Chamada Pública em novembro de 2016.

Segundo dados obtidos do Sistema de Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH), há 13 cadastros para a atividade de abastecimento público na região do Plano de Recursos Hídricos (PRH) e dez para esgotamento sanitário. Do total de cadastrados de abastecimento público, cinco estão com parecer “Não avaliado”, cinco “Aprovado” e três “Reprovado”. Do total de cadastros de esgotamento sanitário, um está com parecer “Não avaliado”, cinco “Aprovado” e quatro “Reprovado”.

1.4.3. Esgotamento sanitário

Com relação às redes de esgotamento sanitário, a situação dos municípios da bacia mostra-se preocupante. De acordo com o Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgoto de 2015 do SNIS, apenas os municípios de Florianópolis, Palhoça e São José possuem rede e tratamento coletivo de esgoto, mesmo assim insipientes (BRASIL, [201-]).

Município	% População total atendida com esgotamento sanitário	% População urbana atendida com esgotamento sanitário	Extensão da rede de esgoto (km)
Águas Mornas	0,00%	0,00%	-
Florianópolis	57,49%	59,76%	557,75
Garopaba	0,00%	0,00%	-
Palhoça	10,33%	10,48%	71,00
Paulo Lopes	0,00%	0,00%	-
Santo Amaro da Imperatriz	0,00%	0,00%	-
São José	36,74%	37,18%	152,45
São Pedro de Alcântara	0,00%	0,00%	-

Tabela 5 – População abastecida pelo sistema de esgoto e extensão total da rede existente
Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

A Tabela 5 permite a visualização do número de habitantes atendidos por sistema de esgotamento sanitário. Visto que apenas três cidades da bacia oferecem cobertura de esgoto, nota-se que, durante a série analisada, a cidade de Florianópolis apresenta a maior cobertura. Ao longo do tempo, percebe-se um crescimento desse indicador, mesmo considerando que em 2012 esse índice teve uma leve queda, comparado ao ano anterior (Gráfico 1). As outras duas cidades apresentam cobertura menor, porém de suma importância para o desenvolvimento de seu município. Novamente, observa-se uma oscilação do número de

habitantes atendidos por esgotamento sanitário (2012 a 2013) em São José. Contudo, no último ano observado todas as cidades mostram valores maiores que os iniciais.

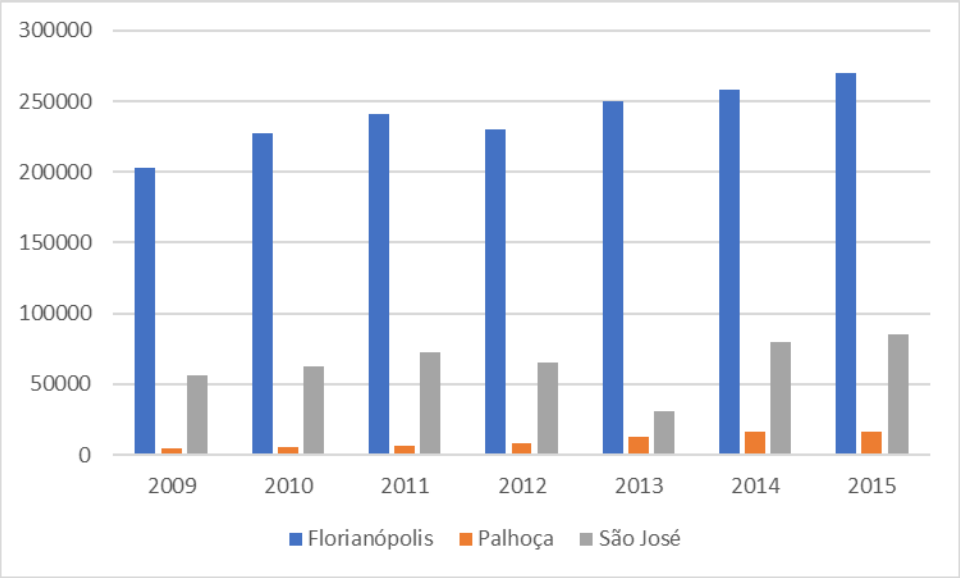


Gráfico 1 – População dos municípios atendida por Sistema de Esgotamento Sanitário (hab.) 2009 a 2015
Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

Chama atenção também o grande número de eventos de extravasamento nas redes de esgotos em 2014 relatados ao SNIS. Foram relatados 1.438 eventos em Florianópolis e 398 em São José, enquanto Palhoça relatou não haver ocorrido nenhum evento (BRASIL, [201-]).

O lançamento de esgotos nos corpos hídricos sem o adequado tratamento tem resultado no comprometimento da qualidade das águas na área de abrangência deste plano, podendo impactar na saúde da população e até inviabilizar o atendimento de usos a jusante, especialmente o abastecimento humano.

O documento *Atlas Esgotos: despoluição de bacias hidrográficas* publicado pela ANA em parceria com a Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental do Ministério das Cidades, em 2017 aponta que:

> O déficit de atendimento dos serviços de esgotamento sanitário no Brasil tem resultado em parcela significativa de esgotos sem tratamento e sem destinação adequada, por vezes dispostos diretamente nos corpos d'água, comprometendo a qualidade das águas para diversos usos, com implicações danosas à saúde pública e ao equilíbrio do meio ambiente (ANA, 2017a, p. 9).

A Tabela 6 apresenta a caracterização dos índices de cobertura dos sistemas de tratamento dos municípios da bacia, de acordo com o levantamento da ANA (2017b).

Município	Parcela de esgoto que não é coletada e nem tratada (2013)	Parcela de esgoto que é tratada pela solução individual (2013)	Parcela de esgoto que é coletada sem passar pelo tratamento da ETE (2013)	Parcela de esgoto que é coletada e tratada na ETE (2013)	Tipologia de solução de tratamento
Águas Mornas	13,2%	79,9%	7,0%	0,0%	Tratamento secundário convencional
Florianópolis	8,3%	35,7%	0,0%	56,0%	Outras soluções (revisão da

Município	Parcela de esgoto que não é coletada e nem tratada (2013)	Parcela de esgoto que é tratada pela solução individual (2013)	Parcela de esgoto que é coletada sem passar pelo tratamento da ETE (2013)	Parcela de esgoto que é coletada e tratada na ETE (2013)	Tipologia de solução de tratamento
					classe do rio, corpo receptor alternativo, reúso etc.)
Garopaba	55,6%	43,6%	0,8%	0,0%	Tratamento secundário convencional
Palhoça	26,1%	63,9%	1,0%	9,0%	Tratamento secundário avançado
Paulo Lopes	76,2%	20,4%	3,3%	0,0%	Tratamento secundário convencional
Santo Amaro da Imperatriz	17,0%	46,7%	0,0%	36,3%	Tratamento secundário avançado
São José	5,1%	47,5%	0,0%	47,4%	Tratamento secundário avançado
São Pedro de Alcântara	7,8%	50,6%	41,6%	0,0%	Tratamento secundário convencional

Tabela 6 – Caracterização do sistema de tratamento dos municípios da bacia
Fonte: ANA (2017b). Elaboração própria (2017)

Dos municípios apresentados, destaca-se São José, que possui 47,4% de seu esgoto coletado e tratado.

O Atlas de Esgotos da ANA chama atenção ao fato de que nem todo esgoto coletado é conduzido a uma estação de tratamento. Segundo o levantamento realizado pela ANA (2017b), no município de São Pedro de Alcântara, por exemplo, 41,6% dos efluentes são coletados, mas não passam por nenhum processo de tratamento.

Os pontos de captação de água e lançamento de efluente dos cadastros de abastecimento público e esgotamento sanitário foram especializados e são apresentados na Figura 10. Dos 68 pontos de captação e lançamento, 25 estão no município de Garopaba e 18 em Palhoça, os dois municípios respectivamente com maior número de pontos de captação ou lançamento cadastrados. Observa-se também uma concentração de pontos nas proximidades do Rio Cubatão e seus afluentes e também próximo à divisa dos municípios de São José e Palhoça. Neste último caso os pontos cadastrados referem-se a pontos de captação de água subterrânea.

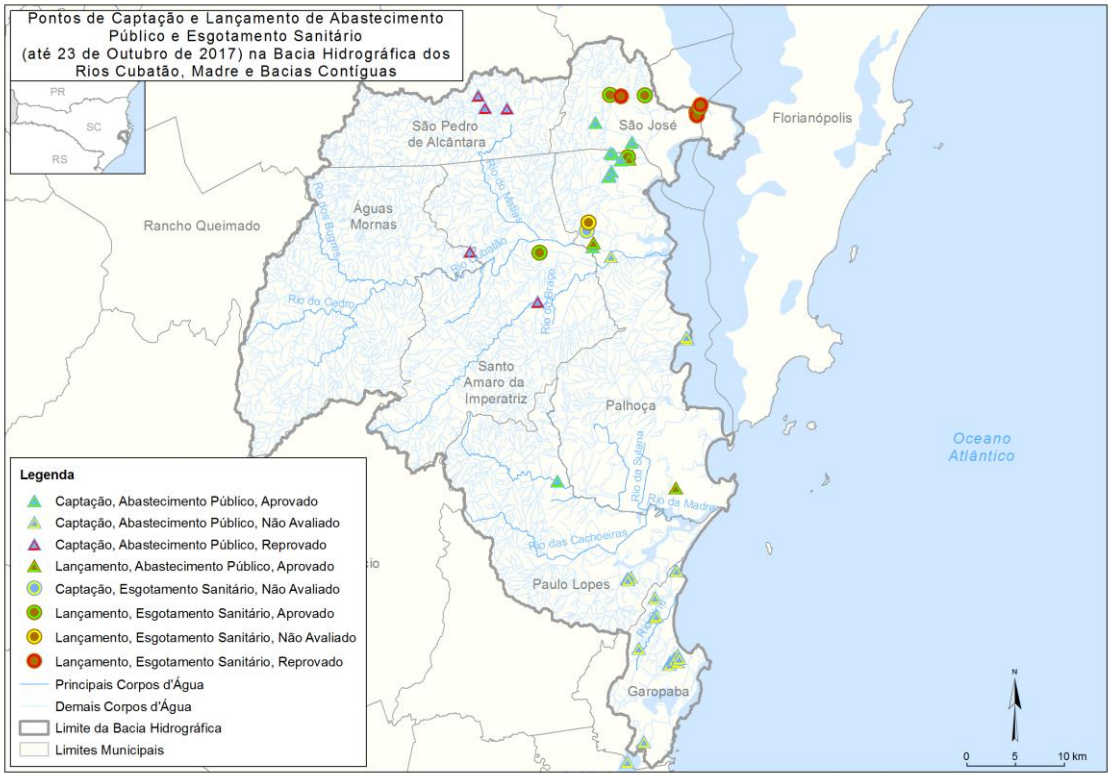


Figura 10 – Pontos de captação de água e lançamento de efluente dos cadastros de abastecimento público e esgotamento sanitário nas bacias em estudo

Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

A partir dos resultados do estudo do Atlas do Abastecimento Urbano (ANA, 2010), a ANA realizou o mapeamento dos mananciais e da infraestrutura hídrica em âmbito nacional. A partir do mapeamento, os municípios foram diagnosticados e classificados da seguinte maneira:

- Baixa garantia hídrica: sedes em que o estudo do atlas identificou a necessidade de um novo manancial, ou sedes em que o abastecimento encontra-se em racionamento, colapso ou alerta no ano de 2013.
- Ampliação do sistema produtor: sedes que não apresentam problema no abastecimento de água, e que o estudo do atlas apontou a necessidade de ampliação de unidades do sistema produtor.
- Abastecimento satisfatório: sedes que não apresentam criticidade no seu abastecimento e que são qualificadas como satisfatórias pelo trabalho do Atlas Brasil, ou seja, quando nem o manancial nem a infraestrutura hídrica existente apresentavam obstáculos ao atendimento das demandas de água atual e futura.

A Tabela 7 expõe o diagnóstico da infraestrutura hídrica de abastecimento público realizada pela ANA para os municípios das bacias em estudo. Observa-se que, segundo a ANA (2017b), somente dois dos municípios, Águas Mornas e Garopaba, foram considerados com abastecimento satisfatório. Florianópolis, Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz e São José apresentaram baixa garantia hídrica, enquanto que em São Pedro de Alcântara foi diagnosticada necessidade de ampliação do sistema produtor.

Município	Diagnóstico
Águas Mornas	Abastecimento satisfatório
Florianópolis	Baixa garantia hídrica
Garopaba	Abastecimento satisfatório
Palhoça	Baixa garantia hídrica
Paulo Lopes	Sem informação
Santo Amaro da Imperatriz	Baixa garantia hídrica
São José	Baixa garantia hídrica
São Pedro de Alcântara	Ampliação do sistema produtor

Tabela 7 – Diagnóstico da infraestrutura hídrica de abastecimento público realizada pela ANA para os municípios das bacias em estudo

Fonte: ANA (2017b). Elaboração própria (2017).

Para o diagnóstico dos serviços de abastecimento público também foram utilizadas as informações dos relatórios de fiscalização dos sistemas de abastecimento de água elaborados pelas agências reguladoras de saneamento. Foram levantadas constatações e recomendações feitas pelas agências reguladoras aos sistemas de abastecimento. O resumo das informações é apresentado na Tabela 8.

Município	Agência reguladora	Data da informação	Informações
Águas Mornas	ARESC	out-14 AGESAN (2014)	Sugere-se providenciar a regularização das unidades com as outorgas e os devidos licenciamentos. O município pode buscar parceria para o levantamento das áreas de captação e para sua necessária proteção.
Garopaba	ARESC	nov-16 ARESC (2016b)	Parâmetros de qualidade de água, alumínio e cor aparente em concentrações não conforme as preconizadas na Portaria nº 2.914/2011 do MS, em diferentes pontos do sistema de abastecimento de água do município de Garopaba.
Palhoça	ARIS	fev-13 ARIS (2015)	Estruturas mal conservadas, sem identificação e falta de tratamento adequado da água são os principais problemas encontrados. Não foi possível observar a existência de planos de emergência e contingência que contemplem a integridade do sistema, os quais possuem o objetivo de manter o abastecimento de água com garantia de qualidade em situações de emergência e em condições anormais de operação.
Paulo Lopes	ARIS	ago-16 ARIS (2016)	Não há sistema de macromedição da água distribuída no SAA Areias e no SAA Centro. A água distribuída no SAA Sorocaba não está atendendo aos padrões de potabilidade estabelecidos na Portaria nº 2.914/2011 para os parâmetros turbidez (pré-desinfecção e no sistema de distribuição), cor aparente (na saída do tratamento e na rede) e até mesmo coliformes totais na saída do tratamento (abril de 2016). Os três sistemas de abastecimento de Paulo Lopes atualmente apresentam déficit de reservação.
Santo Amaro da Imperatriz	ARESC	mar-16 ARESC (2016c)	Os sistemas de abastecimento de água e esgotamento sanitário do município de Santo Amaro da Imperatriz necessitam de melhorias nas condições de conservação, manutenção e operação. É imprescindível que a concessionária regularize o licenciamento ambiental e as outorgas de uso de água. A concessionária deve isolar e melhorar as condições de acesso à área de captação de água bruta (Caldas da Imperatriz) e à ETA Caldas da Imperatriz. Nessa ETA, há necessidade de melhorar as condições estruturais tanto externas quanto internas, devido à precária conservação da unidade de tratamento. Também é importante instalar macromedidores de vazão para controlar as perdas físicas de água.

Município	Agência reguladora	Data da informação	Informações
São José	ARESC	nov-16 ARESC (2016a)	Inconformidade quanto à legislação vigente em alguns parâmetros de qualidade da água, tais como Turbidez, Cloro residual, coliformes totais, cor aparente e ferro, coletados nos reservatórios do sistema. Inconformidade no que se refere à legislação vigente em alguns parâmetros de qualidade da água, tais como ferro total, cor aparente, manganês e turbidez, coletados no sistema de distribuição.
São Pedro de Alcântara	ARESC	dez-2015 ARESC (2015)	Não conformidade quanto à legislação vigente em alguns parâmetros de qualidade da água, tais como cloro residual e cor aparente, coletados na rede de distribuição e no tratamento.

Tabela 8 – Recomendações e constatações feitas pelas agências reguladoras para os sistemas de abastecimento nas bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

Conforme apresentado na Tabela 8, problemas mais recorrentes nos sistemas de abastecimento público são: inconformidade quanto à legislação vigente em alguns parâmetros de qualidade da água; sistemas sem outorga de uso e licenças ambientais; inexistência de macromedidores na saída da ETA para controle de perdas; e isolamento da área de captação de água.

Para a atividade de esgotamento sanitário, foram recebidas informações via questionário de dois sistemas: SES Santo Amaro da Imperatriz e SIE Continental. O resumo das informações de ambos os sistemas é apresentado na Tabela 9.

Segundo informado nos questionários, os sistemas mencionados são separadores absoluto. Referente a projetos de implantação ou ampliação do sistema de esgotamento sanitário, segundo informações fornecidas pela Casan, há um projeto de ampliação no SES Santo Amaro da Imperatriz. Tal projeto contempla ampliação no número de unidades atendidas, ampliação da rede coletora e melhoria na Estação de Tratamento de Esgoto (ETE). Segundo a Casan, a obra já foi licitada, porém para iniciar a obra é necessário que a prefeitura do município assine o contrato do programa. Para o SIE Continental, a Casan informou que possui um projeto de ampliação da ETE Potecas, com aumento da capacidade de tratamento e alteração da tecnologia para UASB (do inglês – *Upflow Anaerobic Sludge Blanket*) seguido de lodo ativado, decantadores, com tratamento terciário. O projeto ficará concluído em 2017, porém sem previsão para implantação.

Entidade responsável	Sistema			Rede	ETE				Lançamento	
	Nome	Municípios atendidos	População atendida (hab ou %)	Extensão da rede (km)	População atendida	Vazão tratada (m³/dia)	Capacidade máxima (m³/dia)	Etapas de tratamento utilizadas	Local de lançamento	Vazão de lançamento (m³/s)
Casan	SES Santo Amaro da Imperatriz	Santo Amaro da Imperatriz	6947	50	n.i.	1616	1642	Preliminar, biológico, pós tratamento e disposição final do lodo	Riacho sem nome (afluente do Rio Forquilhas)	0,0187
Casan	SIE continental	Florianópolis continental e São José	232413	196	232413	21427	36612	Biológico	Rio Maruim (Afluente do Rio Forquilhas)	0,248

Obs.: n.i. - não informado.

Tabela 9 – Resumo das informações dos sistemas de esgotamento sanitário que tiveram questionários respondidos pelas entidades

Elaboração própria (2017)

1.4.4. Drenagem urbana

Para a atividade de drenagem urbana foram recebidas informações, via questionário, somente da Prefeitura de Águas Mornas. Um resumo das informações do sistema de drenagem de Águas Mornas é apresentado na Tabela 10.

Entidade responsável	Informações do sistema de drenagem					
	Tipo de área (urbana ou rural)	Tipo de sistema (macro ou micro)	Localidades atendidas	Elementos que compõem o sistema	Corpos d'água que recebem o deságue final	Período de manutenção
Prefeitura Municipal de Águas Mornas	Urbana e rural	Microdrenagem	Sede, Santa Cruz da Figueira, Vargem Grande, Teresópolis, Santa Isabel	Sarjetas e bocas de lobo	Rio Caldas do Norte, Rio dos Bugres, Rio Cubatão	Semestral

Tabela 10 – Resumo das informações do sistema de drenagem de Águas Mornas

Elaboração própria (2017)

Segundo informações repassadas pela prefeitura, o sistema não recebe esgotamento sanitário e industrial na rede de drenagem. Foi informado também que há assoreamento em diversos corpos hídricos do município. Referente a projetos de melhoria no sistema de drenagem, a prefeitura citou o Plano Municipal de Saneamento Básico que será implantado na Sede e nos distritos de Santa Cruz da Figueira e Vargem Grande, no horizonte de 20 anos. A prefeitura informou também que há diversos locais no município com problemas de alagamento e inundação.

1.4.5. Resíduos sólidos

Com relação à coleta e disposição de resíduos sólidos, a pesquisa se baseou no *Diagnóstico do Manejo de Resíduos Sólidos Urbanos* de 2015 do SNIS, complementados pelos questionários encaminhados às prefeituras municipais. Ressalta-se que o órgão gestor de

saneamento dos municípios de Paulo Lopes e Santo Amaro da Imperatriz não atenderam à coleta de dados do diagnóstico do SNIS até dezembro de 2016, sendo considerados inadimplentes com o SNIS (Tabela 11).

Município	Nome do órgão responsável pela gestão dos resíduos sólidos	Natureza jurídica do órgão municipal responsável
Águas Mornas	Prefeitura Municipal de Águas Mornas	Administração pública direta
Florianópolis	Companhia Melhoramentos da Capital (Comcap)	Empresa pública
Garopaba	Secretaria de Infraestrutura	Administração pública direta
Palhoça	Samae de Palhoça	Administração pública direta
Paulo Lopes	-	-
Santo Amaro da Imperatriz	-	-
São José	Prefeitura Municipal de São José	Administração pública direta
São Pedro de Alcântara	Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente	Administração pública direta

Tabela 11 – Caracterização do órgão gestor dos resíduos sólidos urbanos
Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

Constatou-se que a administração pública direta, através das secretarias, departamentos ou setores das prefeituras, constitui-se como a natureza jurídica mais presente nos órgãos públicos gestores do manejo de resíduos sólidos urbanos da bacia.

Com exceção de Paulo Lopes e Santo Amaro da Imperatriz, todos os demais municípios da bacia remetem os resíduos domiciliares e públicos, bem como os resíduos de serviços de saúde para o aterro sanitário de Biguaçu, conforme disposto na Tabela 12.

Município	Resíduos domiciliares ou públicos		Resíduos sólidos de serviço de saúde		
	Remessa para outros municípios	**Município de destino**	**Execução de coleta diferenciada**	**Remessa para outros municípios**	**Município de destino**
Águas Mornas	Sim	Biguaçu	Sim	Sim	Biguaçu
Florianópolis	Sim	Biguaçu	Sim	Sim	Biguaçu
Garopaba	Sim	Biguaçu	Sim	Sim	Biguaçu
Palhoça	Sim	Biguaçu	Sim	Sim	Biguaçu
Paulo Lopes	-	-	-	-	-
Santo Amaro da Imperatriz	-	-	-	-	-
São José	Sim	Biguaçu	Sim	Sim	Biguaçu
São Pedro de Alcântara	Sim	Biguaçu	Sim	Sim	Biguaçu

Tabela 12 – Destino dos resíduos sólidos domiciliares, públicos e hospitalares
Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

As unidades de processamento de resíduos sólidos urbanos, declaradas ao SNIS, estão listadas na Tabela 13.

Município	**Nome da unidade**	**Tipo de unidade**	**Operador**	**Início de operação**	**Recebe de outros municípios**	**Operação em 2014**
Florianópolis	Área de Transbordo e Triagem (ATT)	ATT de RCC e volumosos (=ATT)	Prefeitura	2014	Não	Sim

Município	Nome da unidade	Tipo de unidade	Operador	Início de operação	Recebe de outros municípios	Operação em 2014
	de RCD – Cetres					
Florianópolis	Aresp	Outra	Associação de catadores	2000	Não	Sim
Florianópolis	Associação de Coletores de Materiais Recicláveis – antigo Centro de Triagem	Outra	Associação de catadores	1984	Não	Sim
Florianópolis	Associação de Coletores de Materiais Recicláveis	Área de reciclagem de RCC (=un. reciclagem entulho)	-	1999	-	Não
Florianópolis	Aterro de inertes – Canto do Lamim	Aterro de RCC (=inertes)	Prefeitura	2013	Não	Sim
Florianópolis	Aterro de inertes Monte Verde	-	-	1999	-	Não
Florianópolis	Cetres	Unidade de transbordo	Prefeitura	1989	Não	Sim
Florianópolis	Depósito de resíduos da saúde – Cetres	Outra	Prefeitura	2010	Não	Sim
Florianópolis	Depósito temporário de óleo	Outra	Prefeitura	2010	Não	Sim
Florianópolis	Depósito temporário de pneus – Cetres	Outra	Prefeitura	2010	Não	Sim
Florianópolis	Depósito temporário de resíduos perigosos – Cetres	Outra	Prefeitura	2011	Não	Sim
Florianópolis	Local de entrega voluntária – vidro	Outra	Prefeitura	2014	Não	Sim
Florianópolis	Pátio de compostagem	Unidade de compostagem (pátio ou usina)	Prefeitura	2012	Não	Sim
Florianópolis	Picador florestal – Cetres	Unidade de manejo de galhadas e podas	Prefeitura	2010	Não	Sim
Florianópolis	Ponto de entrega voluntária Itacorubi	Outra	Prefeitura	2012	Não	Sim
Florianópolis	Posto de entrega voluntária de Capoeiras	Outra	Prefeitura	2014	Não	Sim
Florianópolis	Recicla Floripa	Unidade de triagem (galpão ou usina)	Associação de catadores	2013	Não	Sim
Garopaba	Unidade de triagem	Unidade de triagem (galpão ou usina)	Empresa privada	2014	Não	Sim

Município	Nome da unidade	Tipo de unidade	Operador	Início de operação	Recebe de outros municípios	Operação em 2014
São José	Aterro Res Construção	Aterro de RCC (=inertes)		2001		Não
São José	Aterro sanitário	Aterro sanitário		2000		Não

Obs.: Aresp – Associação de Recicladores Esperança
ATT – Área de Transbordo e Triagem
Cetres – Centro de Tratamento de Resíduos
RCC – Resíduos de Construção Civil
RDC – Resíduos de Construção e Demolição.

Tabela 13 – Caracterização das unidades de processamento de resíduos sólidos urbanos
Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

Os municípios de Águas Mornas e Garopaba declararam não possuir coleta seletiva de lixo reciclável. São Pedro de Alcântara foi o único município da bacia que declarou ao SNIS que não existem catadores de lixo reciclável dispersos no município. Nos demais municípios, apenas Florianópolis possui estrutura e organização formal para os catadores de lixo reciclável, e a prefeitura afirmou promover trabalhos sociais com os catadores de lixo (Tabela 14).

Ressalta-se que no município de Palhoça existe a Associação Pró-CREP (Criar, Reciclar, Educar e Preservar) que realiza o trabalho de coleta e triagem de resíduos sólidos recicláveis. Sua sede é na Praia da Pinheira, em Palhoça. Também realiza a coleta de biodiesel, produção de sabão a partir de óleo de cozinha e glicerol, artesanato com o aproveitamento de cerâmica e brechó.

Município	Existência de coleta seletiva	Catadores		
		Existência de catadores dispersos	Organização formal	Trabalho social executado pela prefeitura
Águas Mornas	Não	Sim	Não	Não
Florianópolis	Sim	Sim	Sim	Sim
Garopaba	Não	-	-	-
Palhoça	Sim	Sim	Não	Não
Paulo Lopes	-	-	-	-
Santo Amaro da Imperatriz	-	-	-	-
São José	Sim	Sim	Não	Não
São Pedro de Alcântara	Sim	Não	Não	Não

Tabela 14 – Situação da coleta seletiva de lixo nos municípios da bacia
Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

Para a atividade de coleta de resíduos foram recebidas informações via questionário do sistema de Águas Mornas. Um resumo das informações do sistema do município é apresentado na Tabela 15.

Entidade responsável	Coleta de Resíduos Sólidos					
	Número de habitantes atendidos	Tipo de coleta	Tonelada/mês	Percentual de área atendida	Quem realiza o serviço	Destinação final
Prefeitura Municipal de Águas Mornas	6.206	Doméstico	69,8	100%	Prefeitura	Aterro Sanitário de Biguaçu/SC
		Saúde	0,183	n.i.	Prefeitura	

Obs.: n.i. – não informado

Tabela 15 – Resumo das informações do sistema de coleta de resíduos sólidos do município de Águas Mornas

Elaboração própria (2017)

Segundo resposta obtida do questionário, os serviços de varrição, capina e roçada são realizados pela mesma entidade que coleta os resíduos sólidos. O município também informou não haver projetos de aperfeiçoamento ou modificação no sistema de coleta de resíduos.

1.5. CRIAÇÃO ANIMAL

Esta temática irá avaliar a interação das atividades de criação animal com os recursos hídricos das bacias de estudo. Essa interação tem como consequência a geração de impactos nos corpos hídricos, ocasionando possíveis mudanças na qualidade e na quantidade destes, resultando em conflitos pelo uso da água.

Sobre as atividades econômicas na bacia, Christofidis (2006) destaca que algumas destas são a agricultura e a pecuária, com um forte componente social e econômico.

De acordo com Prudencio, Vieira e Fonseca (2014), a expansão da bovinocultura na Bacia do Rio da Madre está relacionada, por um lado, ao processo de drenagem dos solos alagados, possibilitando a formação de pastagens. Por outro lado, relaciona-se ao fato de se integrar com relativa facilidade a várias outras atividades produtivas, mobilizando, atualmente, agricultores familiares, rizicultores, empresariais, pescadores artesanais, pluriativos, silvicultores e a até mesmo mineradores na valorização ocasional de áreas que permanecem geralmente ociosas.

Ainda, segundo apontado por Exterckoter (2006), a pecuária na bacia é, de modo geral, praticada de forma extensiva, uma vez que a relação entre a área de pastagem e o número de animais é muito baixa (em torno de dois animais/ha) para as características de relevo, solo e clima da bacia. Isso pode ser explicado pelo fato de ocorrer um predomínio de pequenas propriedades, onde a bovinocultura passou a ser empregada como uma alternativa, uma reserva para safras ruins, razão pela qual poucos recursos e tecnologias são investidos.

Segundo dados obtidos do CEURH (SANTA CATARINA, [201-]), há 35 cadastros para a atividade de criação animal nas bacias. Do total de cadastrados, 33 estão com parecer “Não avaliado” e dois “Reprovado”

Do total de cadastros de usuários para a atividade de criação animal, estão declarados 34 pontos de captação de água e sete pontos de lançamento de efluentes. A Figura 11 apresenta o número de pontos de captação de água e lançamento de efluentes cadastrados por município das bacias e por parecer. Observa-se que os pontos de captação cadastrados concentram-se mais

próximos à porção norte da área de estudo, nos municípios de São Pedro de Alcântara e Águas Mornas. Dos 34 pontos de captação cadastrados, nenhum foi aprovado até o momento, dois foram reprovados e 32 ainda não foram avaliados. Os pontos de lançamento cadastrados se concentram, também, mais próximos à porção norte da área de estudo. Referente ao parecer de consistência do cadastro, nenhum dos pontos de lançamento foi avaliado.

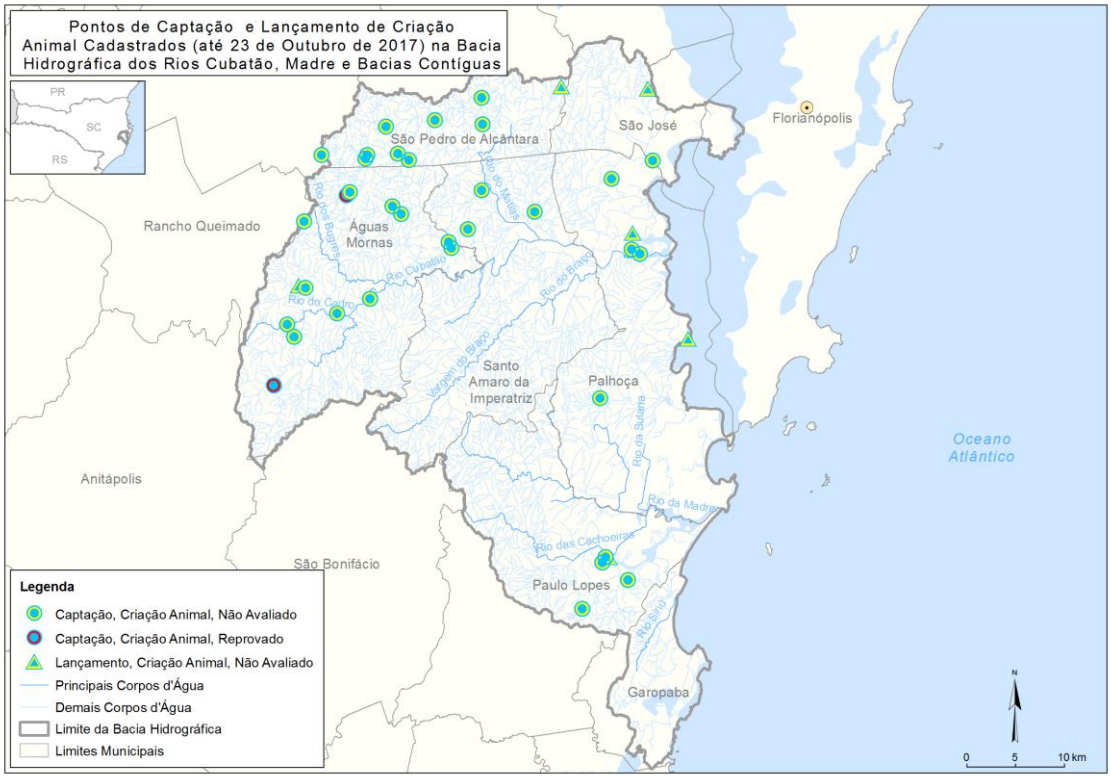


Figura 11 – Número de pontos de captação de água e lançamento de efluente para a atividade de criação animal, cadastrados por município das bacias e por parecer

Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

O Gráfico 2 indica o número de pontos de captação cadastrados por município das bacias em estudo. Conforme apresentado, 12 pontos de captação de água, representando 35% do total, estão localizados no município de Águas Mornas, seguido por São Pedro de Alcântara com 10 pontos de captação, 29% do total.

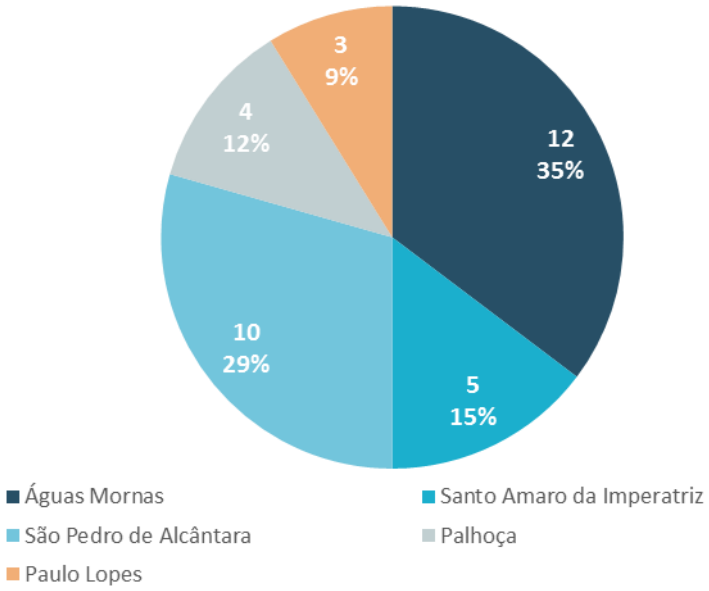


Gráfico 2 – Número de pontos de captação de água para criação animal, cadastrados por município das bacias de estudo
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

O Gráfico 3 apresenta o número de pontos de lançamento de efluente cadastrados por município das bacias de estudo. Dos sete pontos de lançamento de efluente, três estão localizados em Palhoça, seguido por Águas Mornas, com dois pontos de lançamento.

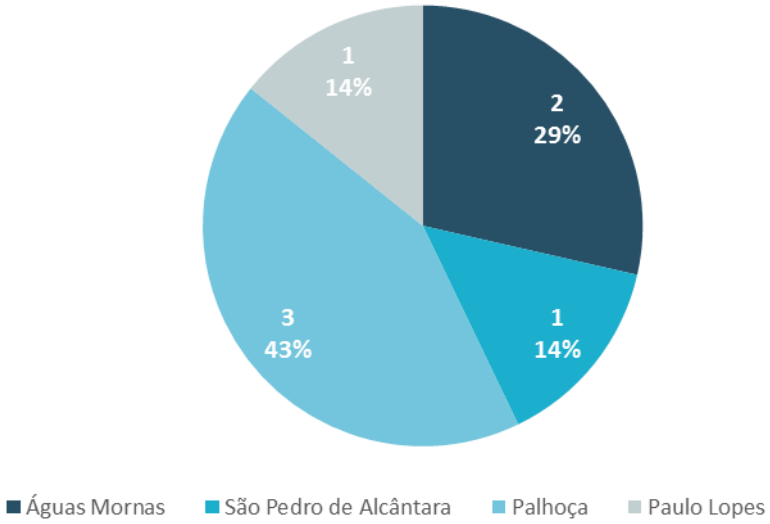


Gráfico 3 – Número de pontos de lançamento de efluente para criação animal, cadastrados por município das bacias de estudo
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

1.6. AQUICULTURA E PESCA

O tópico Aquicultura e Pesca trata das atividades de piscicultura de água doce, pesca artesanal e aquicultura em zonas costeiras nas bacias objeto de estudo. Avaliou-se a interação dessas atividades com os recursos hídricos das bacias, nesse contexto o enfoque será dado a zonas pesqueiras e áreas de cultivo de moluscos localizadas próximas às fozes dos rios inseridos nas bacias.

A qualidade ambiental da água é essencial para a manutenção dos resultados socioeconômicos e para a consolidação dos setores de aquicultura e pesca. Em contrapartida, a prática ambientalmente sustentável das atividades supracitadas também é essencial para a manutenção da qualidade ambiental dos corpos hídricos das bacias. No tocante ao primeiro caso, situações de conflitos pelo uso da água vêm contribuindo para a degradação dos corpos hídricos nas bacias em estudo.

Um dos conflitos levantados e que impactariam nas atividades de piscicultura e pesca na Bacia do Rio Cubatão diz respeito ao projeto de instalação de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) nos municípios de Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas. Segundo apresentado no dossiê *Turismo x PCHs na Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão Sul* (MOVIMENTO RIO CUBATÃO VIVO, 2008 apud SILVA, E., 2011), a instalação de tais empreendimentos alteraria o regime hidrológico a jusante dos reservatórios das PCHs impactando nas práticas de pesca e piscicultura.

Ainda no que diz respeito ao conflito de usos, de acordo com estudo elaborado pela Epagri (2015b), houve uma piora na qualidade ambiental e sanitária das áreas de cultivo de moluscos nas baías da Grande Florianópolis. Segundo a Epagri (2015b), a tendência, caso não sejam realizados investimentos substanciais em rede coletora e estações de tratamento de esgotos, é de um agravamento da situação que inviabilizaria totalmente a prática da maricultura nesta região. Além do lançamento de efluentes sem tratamento diretamente nas baías, a qualidade da água nos rios contribui diretamente para este diagnóstico negativo. Muitas das áreas de cultivo localizam-se próximas às fozes de rios importantes da região. Tais rios, decorrente de ações antrópicas, aportam elevada carga de efluentes não tratados que por consequência alteram as características naturais dos ecossistemas costeiros, a jusante.

A Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca, em parceria com a Cidasc, estabeleceu critérios para o monitoramento microbiológico e de ficotoxinas em locais de cultivo e de extração de moluscos bivalves próximas as bacias de estudo (SANTA CATARINA, 2017). As localizações das áreas monitoradas são apresentadas na Figura 12.

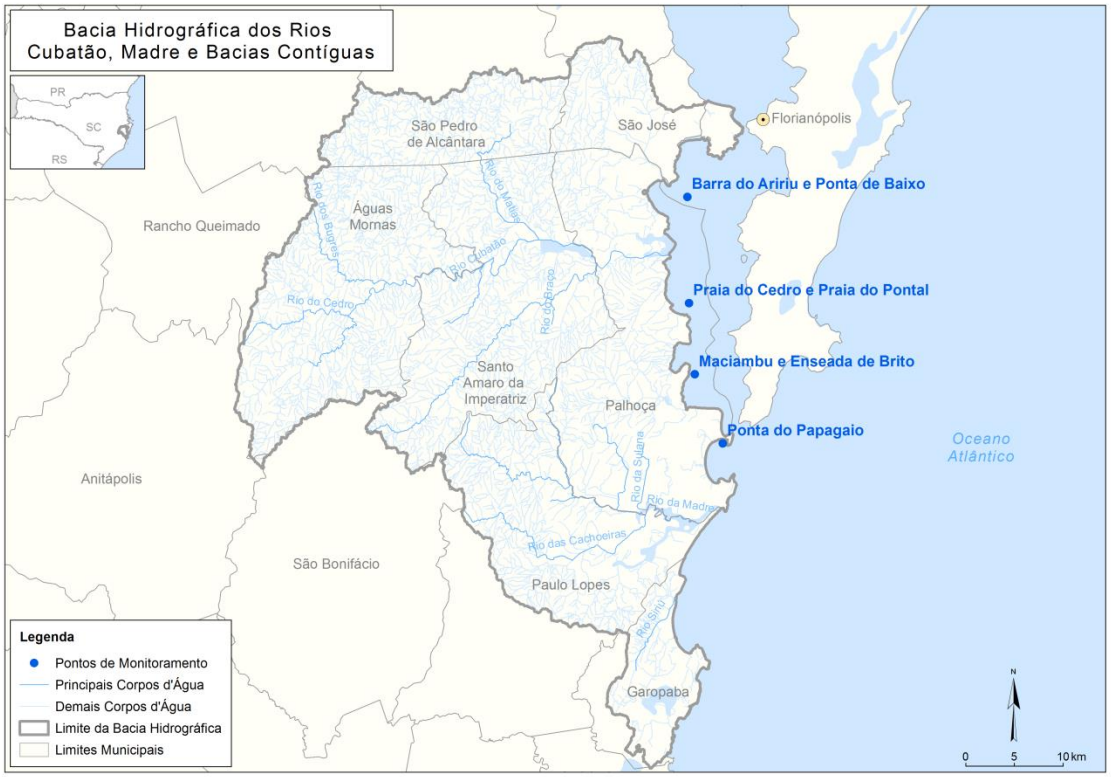


Figura 12 – Áreas de monitoramento microbiológico e de ficotoxinas em locais de cultivo e de extração de moluscos bivalves próximas às bacias de estudo

Fonte: Santa Catarina (2017). Elaboração própria (2017)

A existência de pontos de monitoramento microbiológicos e de qualidade da água permite avaliar, mesmo que indiretamente, a qualidade com que as águas provenientes dos corpos hídricos das bacias em estudo chegam até os estuários e, consequentemente, o seu impacto na produção de moluscos.

Além do impacto na atividade maricultura, as condições desfavoráveis da qualidade da água dos corpos hídricos da bacia também vêm impactando na atividade pesqueira e, por conseguinte, na economia das famílias de pescadores. Prudêncio, Vieira e Fonseca (2014) destacaram que famílias tradicionais de pescadores na região da Bacia do Rio da Madre vêm utilizando de outros mecanismos de subsistência, tais quais oferta de serviços de travessias de barcos e aluguéis de residência para turistas, como forma de complementação de renda. Em muitos casos, a pesca deixou até de ser a fonte de renda principal. Salienta-se que, associado à degradação dos corpos hídricos, outro fator que colaborou para a mudança na economia das famílias das comunidades pesqueiras, foi o desenvolvimento econômico associado principalmente à atividade de turismo.

Tocante às boas práticas que contribuem para a manutenção da qualidade dos corpos hídricos das bacias, cabe destacar as atividades da empresa Piscicultura Panamá e o projeto de rizipiscicultura orgânica sustentável, que foi desenvolvido em parceria com a Universidade do Sul de Santa Catarina (Unisul). O modelo proposto consiste no cultivo consorciado, na mesma área, de arroz irrigado e peixes, sem o uso de agrotóxicos (PISCICULTURA, 2011). A prática da rizipiscicultura tem o potencial de reduzir a carga orgânica e de defensivos agrícolas nas águas residuais provenientes do sistema e, consequentemente, reduzir o impacto nos corpos d'água das bacias.

Impactos negativos na qualidade da água utilizada na piscicultura acarretariam aumento da matéria orgânica, acarretando a redução das concentrações de oxigênio dissolvido, afetando diretamente a produção. Ademais, consequências negativas no setor de piscicultura teriam desdobramentos nos principais consumidores, no caso os setores industriais, de lazer e mercados locais (EPAGRI, 2015a).

A Tabela 16 apresenta os dados de produção de piscicultura de água doce na Regional da Grande Florianópolis (EPAGRI, [2017?]). Cabe destacar que a Regional da Grande Florianópolis engloba todos os municípios das bacias objeto de estudo, à exceção dos municípios de Garopaba e Paulo Lopes que estão contemplados na Regional de Tubarão.

Os dados são representativos da piscicultura comercial e amadora e apresentam a série histórica levantada pela Cedap/Epagri de 2012 a 2015. Observa-se que de 2012 a 2015 houve incremento na atividade, com o aumento no número de piscicultores, viveiros, área alagada e o total produzido[1]. Em 2012 havia 609 hectares de área superficial alagada na região para a prática da piscicultura. Em 2015 esse número subiu para 685 hectares, um incremento de 76 hectares ou 760 mil m^2, o qual se traduz em uma sensível mudança no uso e na ocupação do solo da região.

Ano	Nº Piscicultores	Nº Viveiros	Área Alagada (ha)	Total Piscicultura (kg)
2012	1.821	3.280	609	1.113.651
2013	1.851	3.340	635	1.085.251
2014	1.870	3.327	598	1.131.351
2015	1.916	3.506	685	1.338.470

Tabela 16 – Dados de produção de piscicultura de água doce na Regional da Grande Florianópolis da Epagri
Fonte: Epagri ([2017?]). Elaboração própria (2017)

Nos municípios das bacias objeto de estudo, foi levantado pela Epagri, em 2015, um total de 477 piscicultores, 803 viveiros de criação, que juntos somam 141 hectares de área alagada e com produção total de 359.914 kg de peixes (EPAGRI, [2017?]). Quanto ao total de área alagada nas bacias, a atividade de piscicultura, conforme apresentado anteriormente, demanda 141 hectares da área superficial, o que corresponde a 0,09% da área total das bacias. Tal dado auxilia a demonstrar que a atividade de piscicultura ainda não é tão representativa no uso e ocupação do solo das bacias em estudo.

A Figura 13 apresenta o número de produtores, viveiros, área alagada e produção por município das bacias objeto de estudo. Ressalta-se que não foram apresentados dados para o município de Florianópolis.

[1] Os dados de produção total de piscicultura são o somatório da produção das seguintes espécies: Bagre, Carpa Comum, Carpa Prateada, Carpa Grande, Carpa Capim, Pacu, Jundiá, Tilápia, Truta e Outras espécies (EPAGRI, [2017?]).

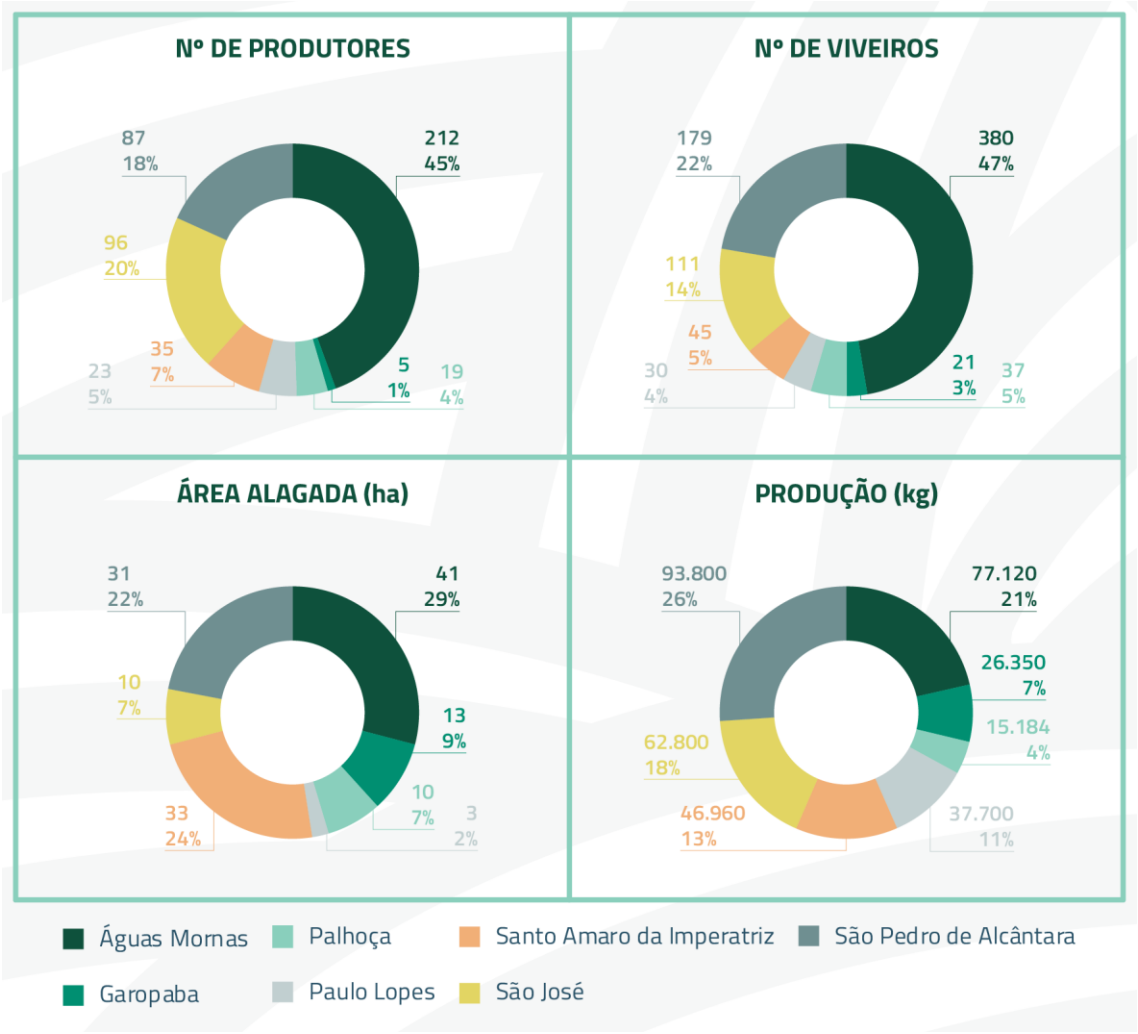


Figura 13 – Número de produtores, viveiros, área alagada e produção por município das bacias objeto de estudo para o ano de 2015

Fonte: Epagri ([2017?]). Elaboração própria (2017)

Conforme apresentado na Figura 13, o município de Águas Mornas tem destaque quanto ao número de produtores e viveiros. Quase metade do total de piscicultores e de viveiros das bacias dos Rios Cubatão, Madre e bacias contíguas estão alocados no município de Águas Mornas. Em contrapartida, Garopaba é o menos representativo na atividade, com apenas cinco produtores e 21 viveiros.

Referente à produção total de peixes, há uma distribuição mais igualitária entre os municípios de Águas Mornas, São Pedro de Alcântara, São José e Santo Amaro da Imperatriz, que juntos correspondem a 78% da produção total de peixes das bacias.

Ao avaliar conjuntamente os dados de área alagada e produção total, o município de Paulo Lopes apresenta destaque. Pode-se observar que Paulo Lopes apresenta 3 hectares de área alagada para produção (somente 2% do total de área alagada nas bacias), porém representa 11% do total da produção, o que corresponde a 12.567 kg de peixe/hectare área. Já Águas Mornas possui relação de 1.881 kg de peixe/hectare área. Logo, observa-se que os sistemas de criação em Paulo Lopes apresentam maior produtividade, quando comparados com os demais municípios das bacias.

Segundo dados obtidos do Sistema CEURH, só há um cadastro para a atividade de aquicultura na bacia, o qual possui parecer "Não Avaliado" (SANTA CATARINA, [201-]). Um resumo com as informações dos pontos de captação e lançamento do cadastro único de aquicultura nas bacias em estudo é apresentado na Tabela 17.

Tipo	Bacia	Município	Corpo hídrico	Nome do ponto	Tipo	Vazão média (m³/mês)
Captação	Rio Cubatão (Sul)	Antônio Carlos	Rio do Louro	Barragem 01	Rio ou curso d'Água	28.512
Lançamento	Rio Cubatão (Sul)	Antônio Carlos	Rio do Louro	Lagoa de sedimentação	Rio ou curso d'água	28.512

Tabela 17 – Ponto de captação e lançamento de cadastros no Sistema CEURH para as bacias hidrográficas em estudo
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

1.7. IRRIGAÇÃO

Na atividade de irrigação foram avaliadas as interações das atividades de irrigação com os recursos hídricos das bacias em estudo. A água não consumida no processo de irrigação das culturas agrícolas retorna aos corpos hídricos superficiais e subterrâneos via ciclo hidrológico. Nesse processo de retorno, agrotóxicos, pesticidas e fertilizantes podem ser transportados juntamente com a água, gerando impactos qualitativos e podendo resultar em conflitos pelos usos da água.

Nas bacias dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas, constam no Sistema CEURH (SANTA CATARINA, [201-]) 74 cadastros de usuários de água para a atividade de irrigação. Para esse total de cadastros, estão declarados 73 pontos de captação de água e 19 pontos de lançamento de efluente.

Os pontos de captação de irrigação cadastrados no Sistema CEURH são apresentados, por parecer, na Figura 14. Observa-se que os pontos de captação cadastrados se concentram mais próximos à região noroeste da área, no município de Águas Mornas e próximo aos afluentes do Rio Cubatão. Dos 73 pontos de captação cadastrados, apenas um havia sido aprovado até o momento da consulta ao sistema, sete tinham sido reprovados e 65 ainda não haviam sido avaliados.

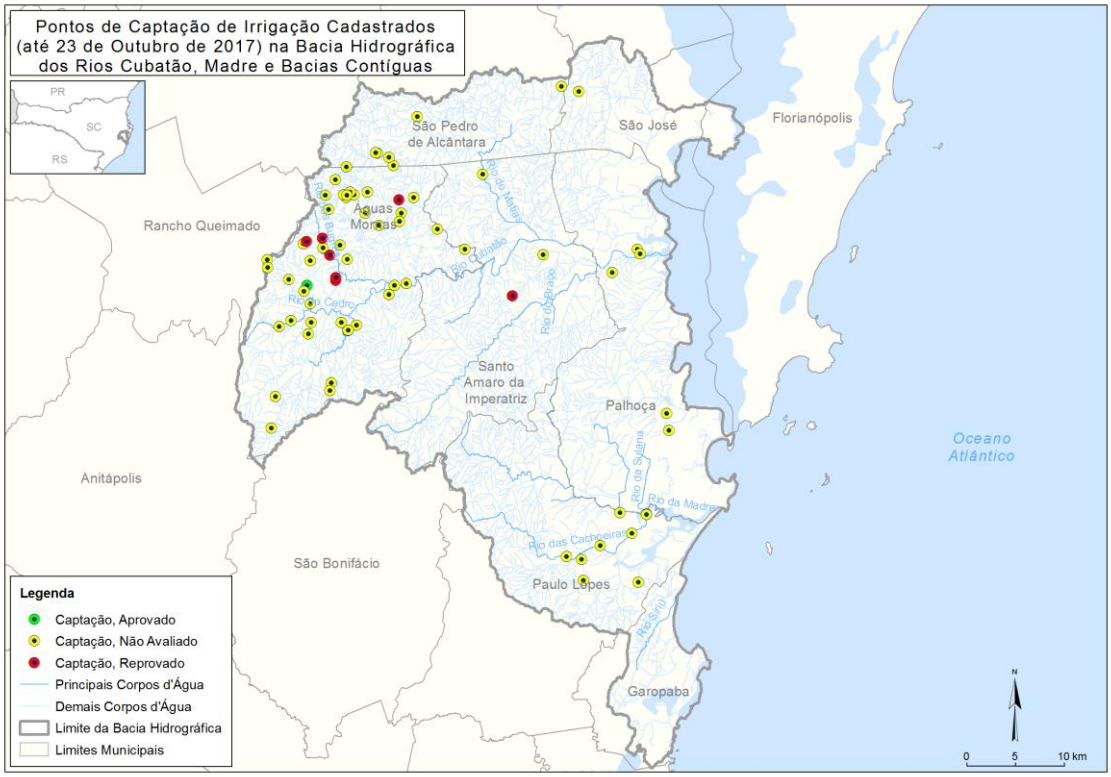


Figura 14 – Pontos de captação de água para irrigação, cadastrados no Sistema CEURH, nas bacias em estudo e apresentados por tipo de parecer

Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

A Figura 15 apresenta o número de pontos de captação de água para irrigação cadastrados por município das bacias em estudo, em que 46 pontos de captação de água, 63% do total, estão localizados no município de Águas Mornas, seguido por Paulo Lopes, com oito pontos de captação, 11% do total.

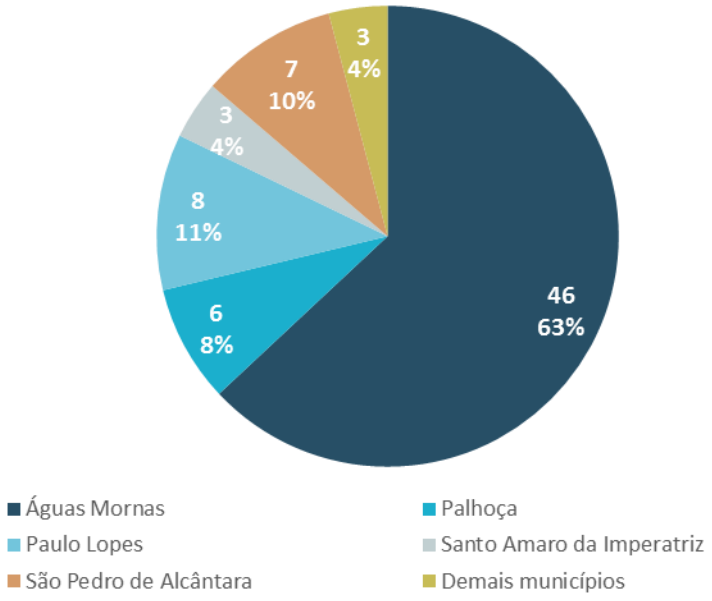


Figura 15 – Número de pontos de captação de água para irrigação, cadastrados por município das bacias de estudo

Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

A Figura 16 apresenta o número de pontos de lançamento de efluente para irrigação cadastrados por município das bacias de estudo. Dos 19 pontos de lançamento de efluente, sete estão localizados em Paulo Lopes, seguido por Palhoça, com cinco pontos de lançamento.

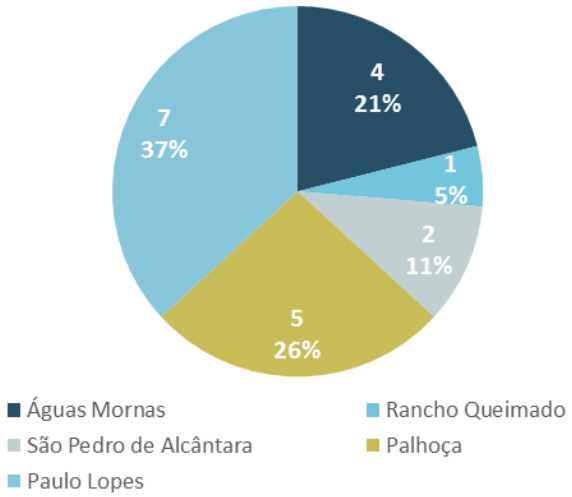


Figura 16 – Número de pontos de lançamento de efluente para irrigação, cadastrados por município das bacias de estudo
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

Para complementar as informações provenientes do sistema de cadastro, também foi consultado o Censo Agropecuário do IBGE de 2006. De acordo com dados obtidos do censo, o número total de estabelecimentos agrícolas nas bacias é de 2.630. Deste total, 2.262 são unidades de agricultura familiar e 368 não familiar. A Figura 17 apresenta o número de unidades de agricultura familiar e não familiar por município das bacias de estudo. Observa-se que há predominância de agricultura familiar em todos os municípios, sendo Águas Mornas e São Pedro de Alcântara os mais representativos, com 452 e 424 unidades respectivamente. Já Paulo Lopes apresenta 106 estabelecimentos de agricultura não familiar, o maior número.

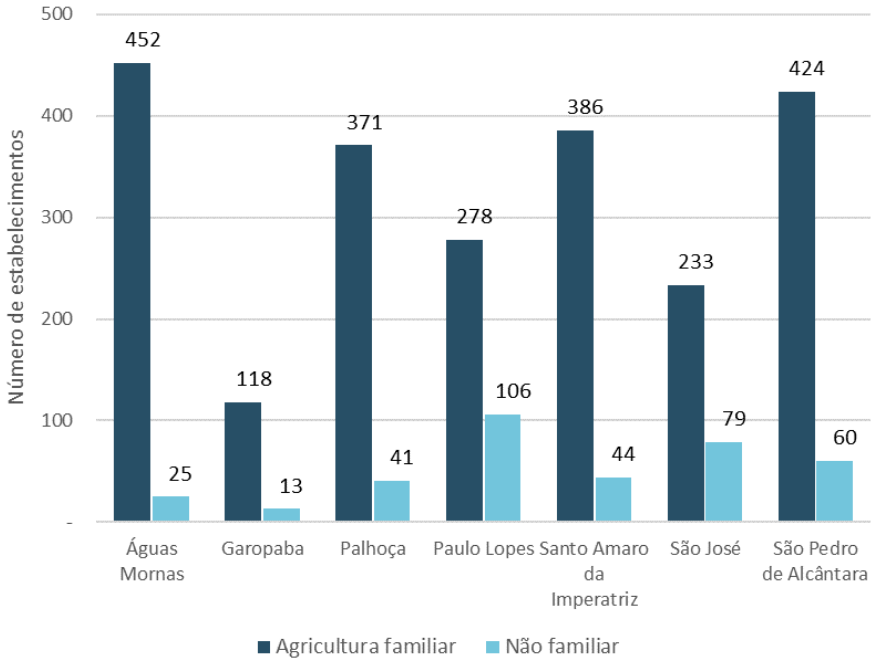


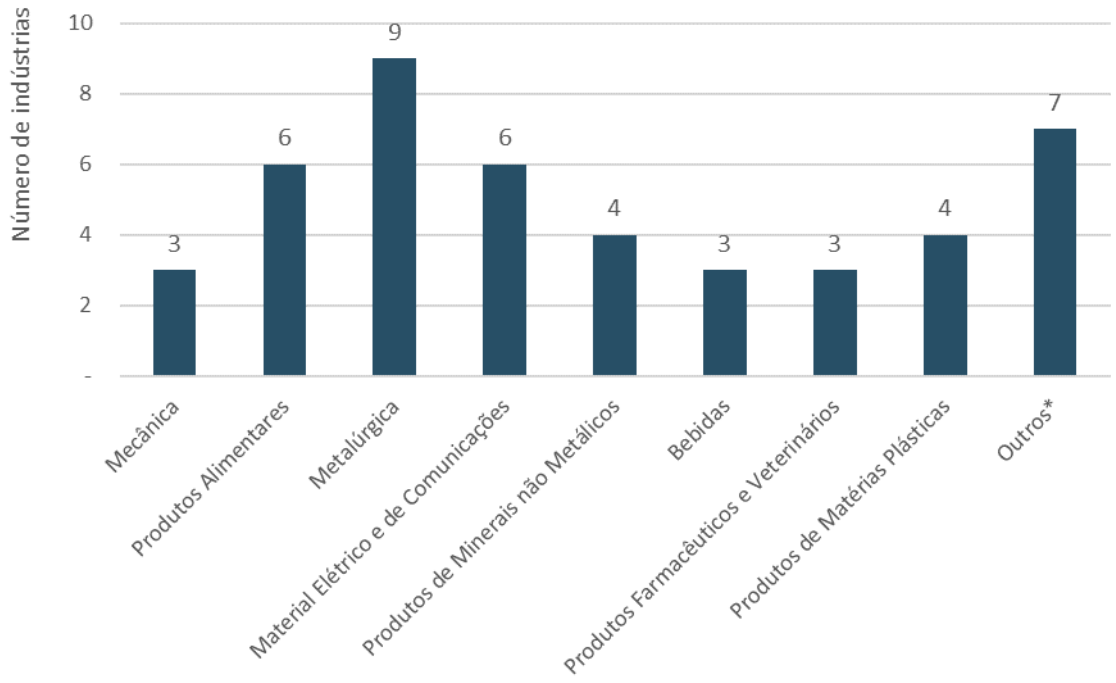
Figura 17 – Número de estabelecimentos de agricultura familiar e não familiar por município das bacias de estudo
Fonte: IBGE (2006). Elaboração própria (2017)

1.8. USO INDUSTRIAL

Para o uso industrial, foi avaliada a interação das atividades industriais com os recursos hídricos das bacias de estudo. Essa interação tem como consequência a geração de impactos nos corpos hídricos, ocasionando possíveis mudanças na qualidade e na quantidade da água e resultando em conflitos pelo seu uso.

Na Figura 18 é apresentado o número de indústrias por tipo de atividade industrial na área de abrangência do plano. Foram utilizados os dados do Guia da Indústria SC da Fiesc ([2017]) e filtradas as indústrias com maior potencial de serem usuárias de água. Para a filtragem, foram avaliados o número de funcionários, a matéria-prima e a descrição da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) 2.

Nas bacias em estudo, segundo dados do sistema Fiesc e filtradas como áreas de interesse do plano, estão cadastradas 45 indústrias em 14 diferentes tipos de atividades. Observa-se que as atividades industriais que prevalecem nas bacias são metalúrgica; produtos alimentares; e material elétrico e de comunicações, que juntas somam 21 indústrias, representando 46% do total.



Obs.: Incluem-se na categoria "Outros*" as seguintes atividades industriais: vestuário, calçados e artefatos de tecido; têxtil; extração e tratamento de minerais; material para medicina, cirurgia e odontologia; artigos de caça, pesca, esportes e jogos; e material de transporte.

Figura 18 – Gráfico do número de indústrias, por tipo de atividade, cadastradas no sistema Fiesc

Fonte: Fiesc ([2017]). Elaboração própria (2017)

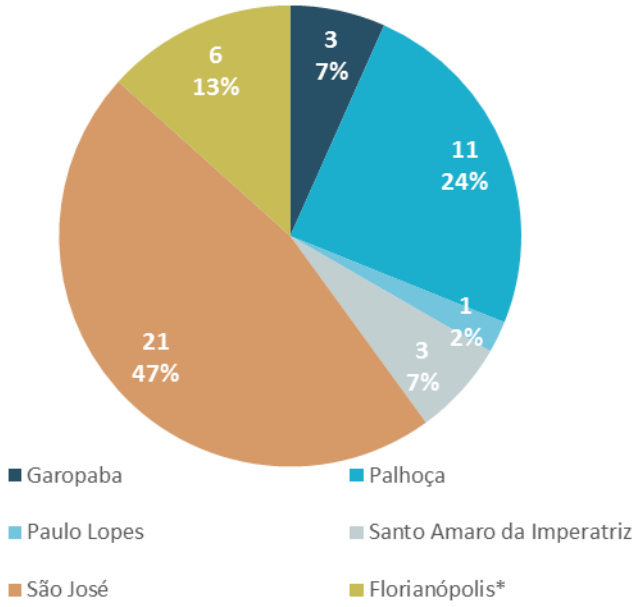
A atividade industrial de maior representatividade nas bacias, a indústria metalúrgica, pode gerar efluentes inorgânicos, tais como: fluídos do corte; óleos e graxas; emulsão de óleos, água e detergente; tintas e solventes (EDLINGER et al., 2012; NOGUEIRA; PASQUALETTO, 2008). Tais efluentes possuem elevada toxicidade e, caso não sejam tratados de maneira correta, podem impactar diretamente nos corpos hídricos das bacias.

Na indústria alimentícia, a água é utilizada em vários processos de fabricação como em lavagens, imersões, enxágues, branqueamentos, aquecimentos, pasteurização,

resfriamento e como ingrediente na formulação dos produtos. A maior parte dos efluentes é gerada nas lavagens e higienizações (BUNGE ALIMENTOS S.A., 2015; FIEMG; FEAM, [201-?]).

Em relação aos impactos gerados por atividades industriais, cabe destacar também a indústria farmacêutica, que além dos efluentes oriundos do processo industrial, gera os efluentes decorrentes do consumo dos fármacos que, via dejetos humanos, são encaminhados indiretamente aos sistemas de esgotamento sanitário e, em seguida, aos corpos hídricos. Ainda estão sendo estudados os efeitos tóxicos do despejo de fármacos, todavia sabe-se que causam impactos na base da cadeia alimentar (FATTA-KASSINOS; MERIC; NIKOLAOU, 2011; RAPOSO, 2017).

A quantidade de indústrias cadastradas, por município, no sistema Fiesc é apresentada na Figura 19. Observa-se que os municípios de São José e Palhoça possuem o maior número de indústrias nas bacias, juntos representam 71% das indústrias cadastradas.



Obs.: *Para a cidade de Florianópolis foi considerada apenas a região continental, a qual faz parte do presente estudo.

Figura 19 – Número total de indústrias por município das bacias de estudo, cadastradas no sistema Fiesc

Fonte: Fiesc ([2017]). Elaboração própria (2017)

Para a análise do uso industrial nas bacias também foram consultados os dados do sistema de licenciamento ambiental da Fundação do Meio Ambiente (Fatma). Analisaram-se os empreendimentos industriais nas bacias que poderiam conter informações de monitoramento da qualidade da água. As indústrias filtradas foram então agrupadas de acordo com a classificação do sistema CNAE 2. Estão licenciadas 13 indústrias em oito tipos diferentes de atividades. Destacam-se as indústrias de bebidas e química, com três empreendimentos cada. A Figura 20 apresenta o número de indústrias presentes nas bacias por atividade.

O número de indústrias levantadas na Fatma é consideravelmente inferior ao número de indústrias com cadastro no sistema Fiesc. O licenciamento ambiental é um instrumento importante no controle e no monitoramento da interação das atividades humanas com o meio ambiente. Quanto maior for o número de indústrias licenciadas e com

programas de controle da qualidade das águas, melhor será para o monitoramento e a gestão dos recursos hídricos das bacias.

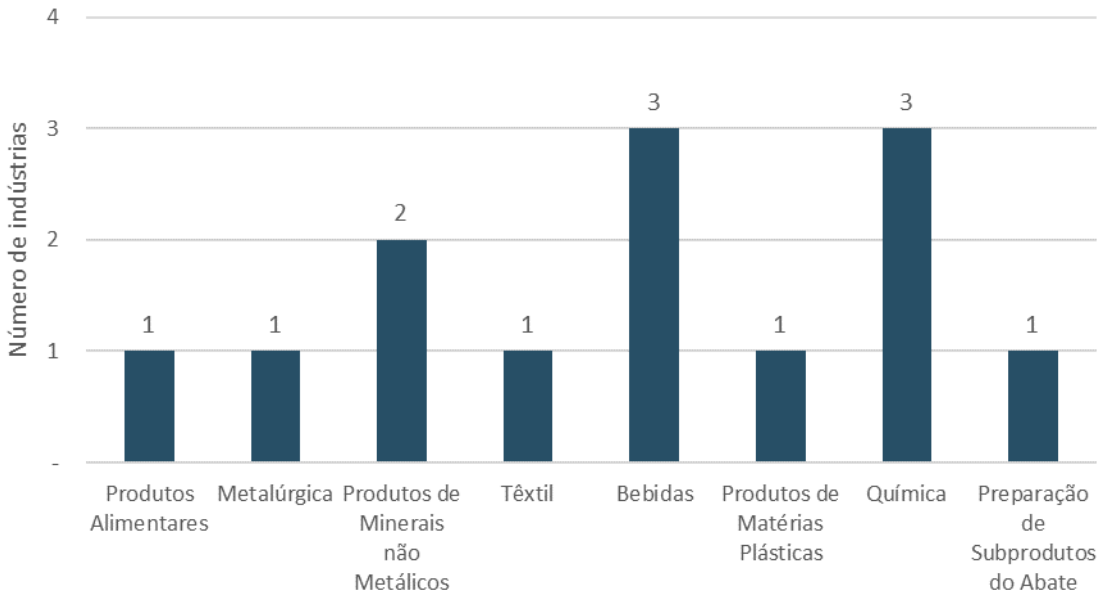


Figura 20 – Gráfico do número de indústrias, por tipo de atividade, nas bacias de estudo, levantadas junto a Fatma
Fonte: Fatma (2017). Elaboração própria (2017)

A Figura 21 apresenta o número de indústrias por município, filtradas do sistema de licenciamento ambiental da Fatma. Observa-se que seis municípios das bacias possuem indústrias com licenciamento ambiental. Ressaltam-se São José e Santo Amaro da Imperatriz, com quatro empreendimentos licenciados em cada município.

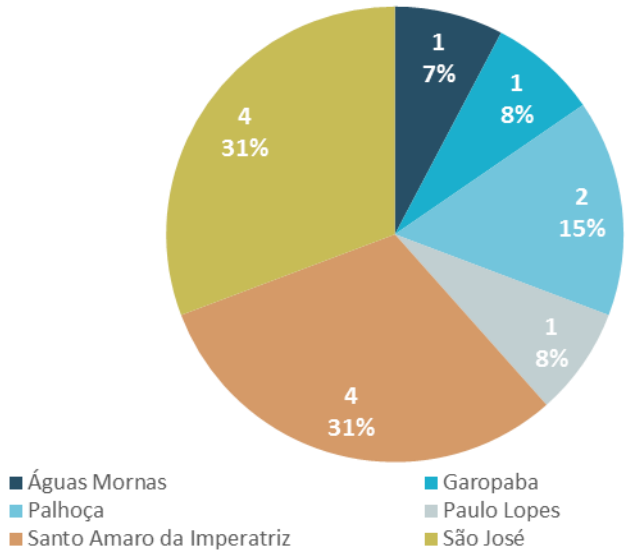


Figura 21 – Gráfico do número total de indústrias por município das bacias de estudo, cadastradas no sistema de licenciamento ambiental da Fatma
Fonte: Fatma (2017). Elaboração própria (2017)

Segundo dados obtidos do Sistema CEURH, há 15 cadastros de usuários de água para atividades industriais nas bacias em estudo (SANTA CATARINA, [201-]). A Figura 22 apresenta o número de cadastros de indústrias presentes nas bacias, agrupadas por tipo de atividade

industrial. As atividades de produtos alimentares e de produtos de minerais não metálicos são as mais representativas, com quatro cadastros cada.

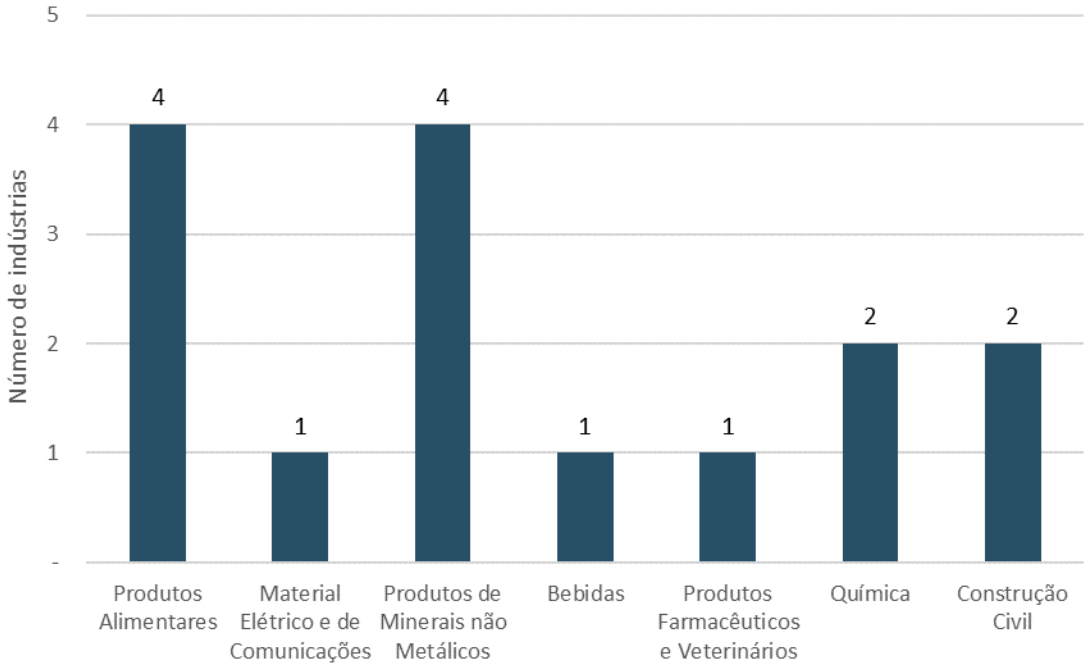


Figura 22 – Gráfico do número de cadastros de indústrias presentes nas bacias, agrupadas por tipo de atividade industrial
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

Do total de cadastros de usuários para a atividade industrial, estão declarados 18 pontos de captação de água. A Figura 23 presenta o número de pontos de captação de água cadastrados no Sistema CEURH por município das bacias e por parecer. Observa-se que os pontos de captação cadastrados concentram-se mais próximos à porção central e litorânea da área de estudo. Ainda, nove pontos de captação de água, 50% do total, estão localizados no município de São José, seguido por Palhoça, com cinco pontos de captação, 28% do total. Dos 18 pontos de captação cadastrados, apenas dois foram aprovados até o momento, um reprovado e 15 ainda não foram avaliados.

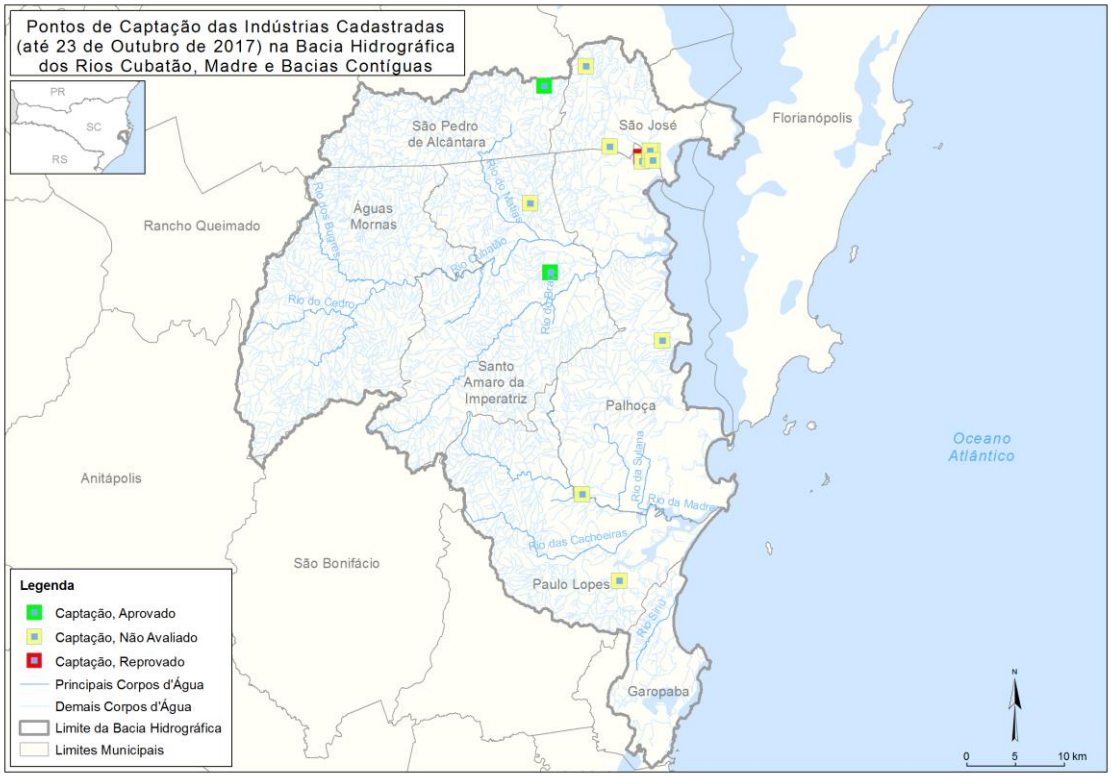


Figura 23 – Pontos de captação de água das indústrias cadastradas, no Sistema CEURH, nas bacias em estudo
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

Do total de cadastros de usuários para a atividade industrial, estão declarados 17 pontos de lançamento de efluentes. A Figura 24 apresenta o número de pontos de lançamento de efluentes cadastrados por município de bacias e por parecer. Análogo aos pontos de captação de água, observa-se que os pontos de lançamento cadastrados se concentram mais próximos à porção central e litorânea da área de estudo. Dos 17 pontos de lançamento de efluentes, oito estão localizados no município de São José e cinco em Palhoça, os dois municípios com maior número de pontos cadastrados. Referente ao parecer de consistência do cadastro, apenas dois pontos foram aprovados, um foi reprovado e 14 ainda não foram avaliados pela SDS.

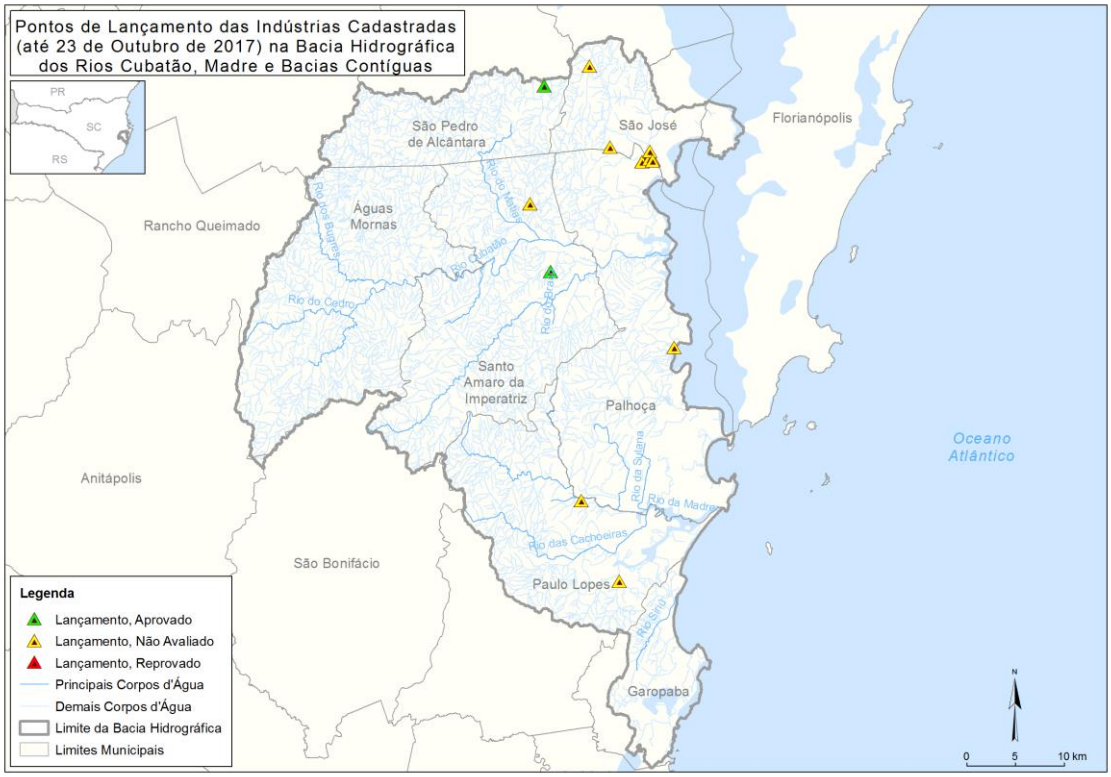


Figura 24 – Pontos de lançamento de efluente das indústrias cadastradas no Sistema de Cadastro CEURH, nas bacias em estudo

Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

1.9. MINERAÇÃO

Este tópico avalia a interação das atividades de mineração com os recursos hídricos das bacias em estudo. Essa interação tem como consequência a geração de impactos nos corpos hídricos, ocasionando possíveis mudanças em sua qualidade e quantidade, resultando em conflitos pelo uso da água. Ressalta-se que as informações aqui apresentadas são complementares àquelas da descrição dos Processos Minerários, no âmbito da Dinâmica Física e Ambiental da Etapa B.

Exterckoter (2006) identificou a atividade de extração de areia como um dos problemas graves na Bacia do Rio Cubatão Sul. Segundo o autor, existe a preocupação com a poluição dos mananciais de abastecimento público de água localizados na bacia, a mineração de areia e a ocupação desenfreada de áreas de preservação permanente, como as margens dos rios. O autor aplicou um questionário à comunidade local, no qual perguntava sobre os problemas percebidos como mais graves na região da bacia. A atividade de mineração ficou em segundo lugar, empatada com esgotamento sanitário e atrás apenas da mata ciliar/erosão e expansão imobiliária.

O aumento da demanda de exploração mineral – sobretudo areia e granito – foi destacado por Prudencio, Vieira e Fonseca (2014). Os autores afirmam que a exploração tem acompanhado o crescimento do setor da construção civil na área da Grande Florianópolis e salientam que essa atividade vem sendo realizada na contramão da legislação ambiental em vigor, destacando-se nesse sentido a ocupação de áreas de mata ciliar e o desrespeito às distâncias de segurança mínima de vizinhos e de vias públicas.

Através do levantamento em campo realizado por Christofidis (2006) nos locais de extração de areia na região da Bacia do Rio Cubatão Sul e das entrevistas com os mineradores responsáveis, puderam ser observadas extrações na calha do rio e na margem, formando bolsões de areia. Foram identificados, também, conflitos com agricultores e com órgãos ambientais.

A respeito de conflitos pelo uso da água, Elis Silva (2011) entrevistou os habitantes da Bacia do Rio Cubatão Sul sobre o tema. A partir das entrevistas, foi verificado o conflito entre produtores agrícolas e a atividade de mineração. Essa população já vem sofrendo as consequências de empreendimentos locais de extração de areia nas margens do Rio Cubatão Sul, o que tem contribuído para o aprofundamento gradativo da calha do rio e para a diminuição anual de sua vazão. Essa alteração estaria fazendo com que os agricultores tivessem de realizar irrigações semanais em suas plantações – quando antes eram quinzenais , gerando maior dependência em relação às águas do rio para a manutenção das atividades agrícolas, que já apresentavam uma queda de 20% em sua produção anual.

A partir de entrevista realizada com a Comunidade de Três Barras em Garopaba, Gasparini (2008) destaca que um problema prioritário assinalado pelos moradores da comunidade refere-se às atividades de extração de areia na área. Existem ali oito areais que convivem com uma série de violações da legislação ambiental, gerando impactos significativos na dinâmica ecossistêmica. Levando em conta apenas o município de Palhoça, de acordo com a Vigilância Sanitária Municipal, o licenciamento para atividades de mineração nos seis areais existentes foi concedido pela Fundação Municipal de Meio Ambiente. Contudo, existem evidências apontando que a legitimidade dessa mineração irregular vem sendo assegurada por *lobbies* formados por políticos e empresários. Ressalta-se que duas ações civis públicas já foram instauradas, uma junto ao Ministério Público Estadual (pela Associação de Surfistas da Guarda do Embaú) e outra ao Ministério Público Federal (pelos próprios moradores de Três Barras), visando apurar essas irregularidades.

Segundo dados obtidos do Sistema CEURH, há 24 cadastros para a atividade de mineração nas bacias em estudo. Do total de cadastrados para a atividade, 14 estão com parecer “Não Avaliado”, sete “Aprovado” e três “Reprovado” (SANTA CATARINA, [201-]).

Dentre tais cadastros, são verificados 37 pontos de captação de recursos hídricos nas bacias em estudo, suas localizações são apresentadas na Figura 25. É possível notar que esses pontos estão similarmente distribuídos entre os rios Cubatão Sul e Madre, contudo, verifica-se que a maior parte deles se encontra na divisa entre os municípios de Palhoça e Paulo Lopes, no Rio da Madre, e no município de Santo Amaro da Imperatriz, no Rio Cubatão Sul. No que diz respeito ao parecer do cadastro de tais pontos, tem-se que 17 deles constam como “Avaliado”, 17 como “Não Avaliado” e três como “Reprovado”.

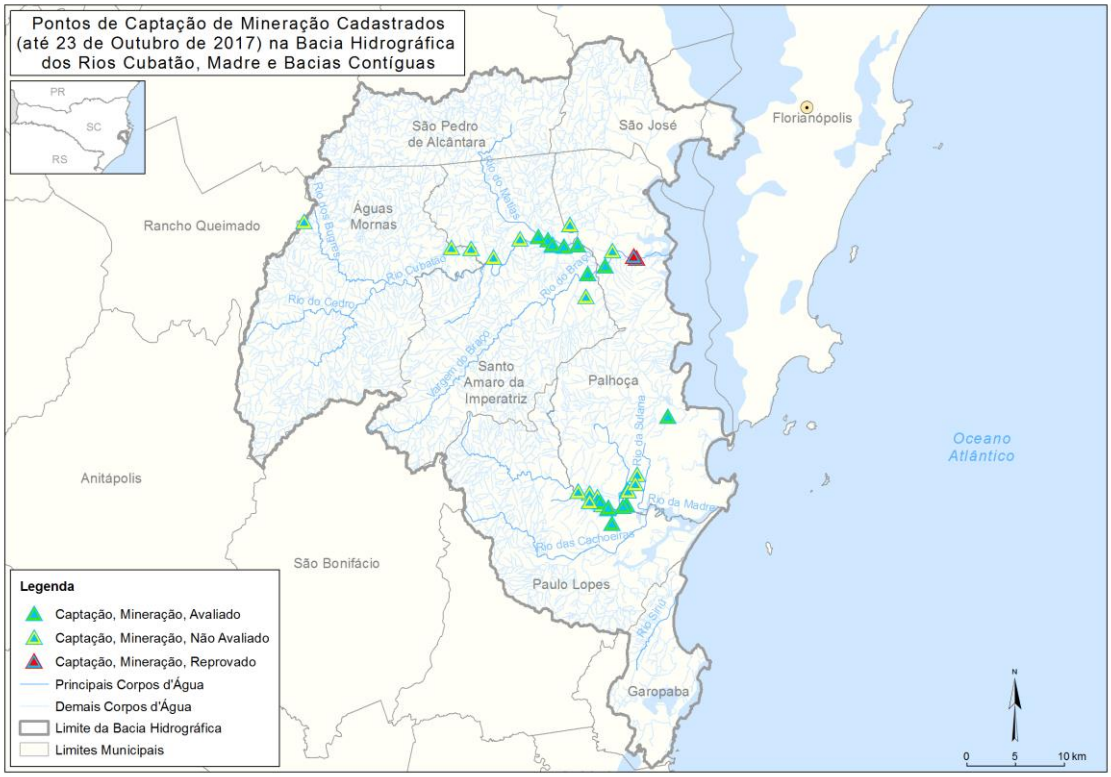


Figura 25 – Pontos de captação de mineração cadastrados nas bacias em estudo
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

Nesses pontos, a captação de água se dá em diferentes tipos de mananciais, notadamente em açudes ou barragens de acumulação, barragens subterrâneas, lagos naturais ou lagoas, rios ou cursos d'água e nascentes. Ressalta-se que a maioria das captações (71% dos pontos cadastrados) é realizada em rios ou cursos d'água e em lagos naturais ou lagoas, e a captação subterrânea é aquela menos expressiva (5% dos pontos cadastrados), conforme pode ser observado no Gráfico 4.

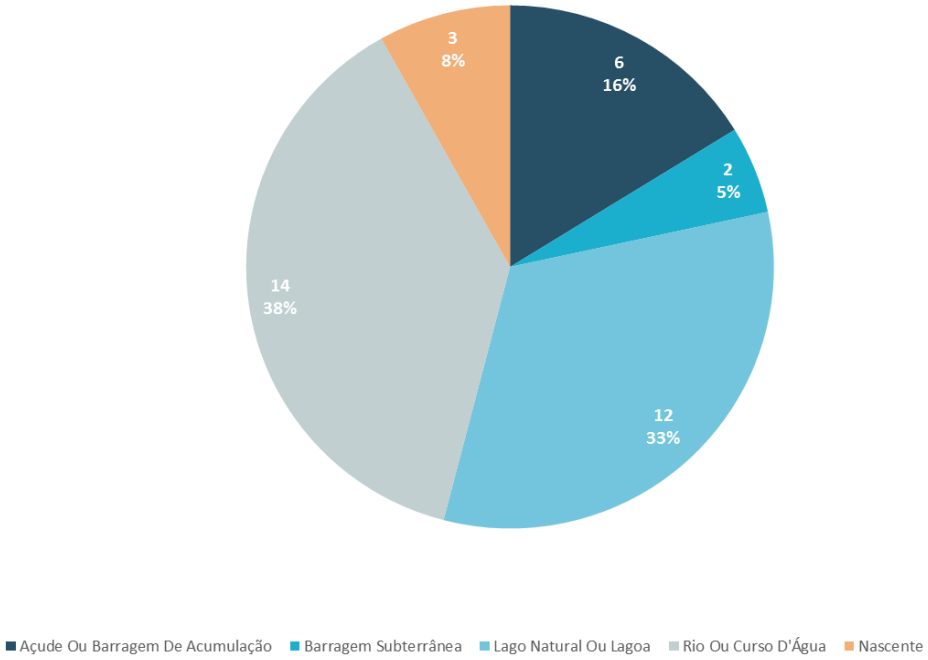


Gráfico 4 – Mananciais utilizados para captação nas bacias em estudo
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

Com relação aos pontos de lançamento de efluentes provenientes da mineração, verificou-se a existência de 37 deles nas bacias em estudo, suas localizações estão apresentadas na Figura 26. Nota-se que esses pontos estão mais espaçados dentro das bacias quando comparados aos pontos de captação, embora também haja uma maior concentração destes na divisa entre os municípios de Palhoça e Paulo Lopes, no Rio da Madre, e no município de Santo Amaro da Imperatriz, no Rio Cubatão Sul. Com relação ao parecer do cadastro de tais pontos, tem-se que 17 deles constam como “Avaliado”, 17 como “Não Avaliado” e três como “Reprovado”.

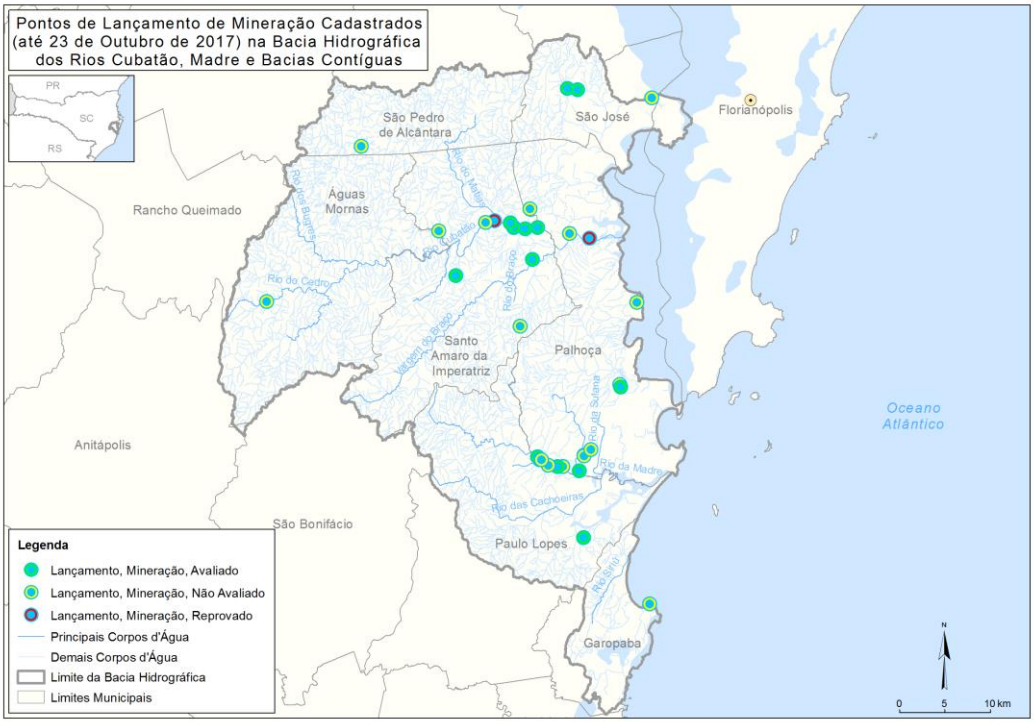


Figura 26 – Pontos de lançamento da mineração cadastrados nas bacias em estudo
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

Esses pontos de lançamento de efluentes da mineração têm como corpo receptor rios ou cursos d'água, solo, rede privada, reservatórios, açudes ou barragens e lagos naturais ou lagoas. Ressalta-se que a maioria dos lançamentos (73% dos pontos cadastrados) se dá em rios ou cursos d'água e em lagos naturais ou lagoas, conforme pode ser observado no Gráfico 5. O lançamento em redes privadas é o destino menos usual dado aos efluentes da atividade nas bacias em estudo (3% dos pontos cadastrados).

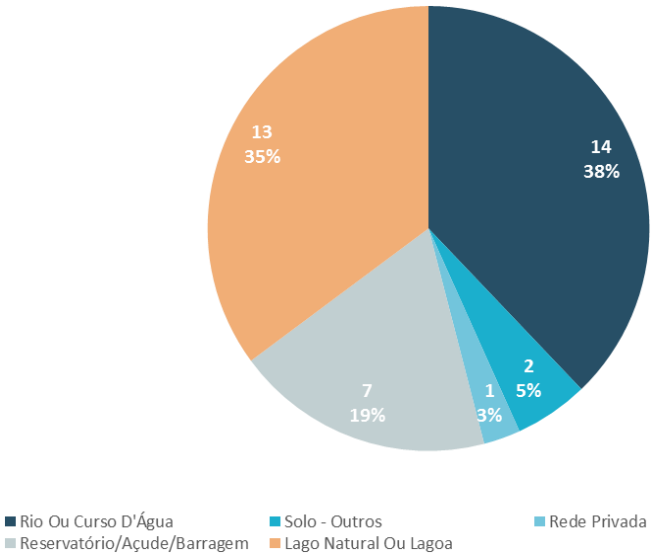


Gráfico 5 – Locais de lançamento dos efluentes cadastrados nas bacias em estudo
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

2. Diagnóstico dos recursos hídricos

Neste capítulo serão apresentados os diagnósticos da disponibilidade hídrica superficial e subterrânea da demanda hídrica superficial e subterrânea calculada a partir de dados socioeconômicos, da demanda hídrica subterrânea, da qualidade da água superficial e da água subterrânea e os potenciais conflitos relacionados à água subterrânea existentes na bacia.

2.1. DIAGNÓSTICO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

Este tópico divide-se em duas partes, a primeira refere-se ao levantamento de dados hidrológicos e a segunda apresenta a disponibilidade hídrica das bacias hidrológicas, onde são apresentadas as UGs e suas respectivas vazões.

2.1.1. Levantamento de dados hidrológicos

Inicialmente foram levantados os seguintes estudos de disponibilidade hídrica realizados nas regiões hidrográficas das bacias dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas:

- Estudo de “Consistência de Dados Fluviométricos Bacia do Atlântico Trecho Sudeste Sub Bacias 82, 83 e 84” (UFSC, 2000).
- Estudo de “Regionalização de Vazões da Bacia do Atlântico Trecho Sudeste Sub Bacias 82, 83 e 84” (UFSC, 2001).
- Estudo de “Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina” (SANTA CATARINA, 2006c).

Além dos estudos já realizados que abrangeram a região hidrográfica, foram levantados os dados de estações hidrológicas (chuva e vazão) para verificação de disponibilidade de dados atualizados em relação aos estudos de disponibilidade hídrica levantados.

2.1.1.1. Dados hidrológicos

Para os estudos de disponibilidade hídrica, foi consultado o Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da ANA a fim de verificar os dados hidrológicos disponíveis em postos fluviométricos e pluviométricos na região do PRH.

No inventário das estações, dentro do limite da área em estudo, foram identificadas as estações fluviométricas, apresentadas na Tabela 18 e na Tabela 19, e pluviométricas, dispostas na Tabela 20, ambas as estações estão indicadas na Figura 27.

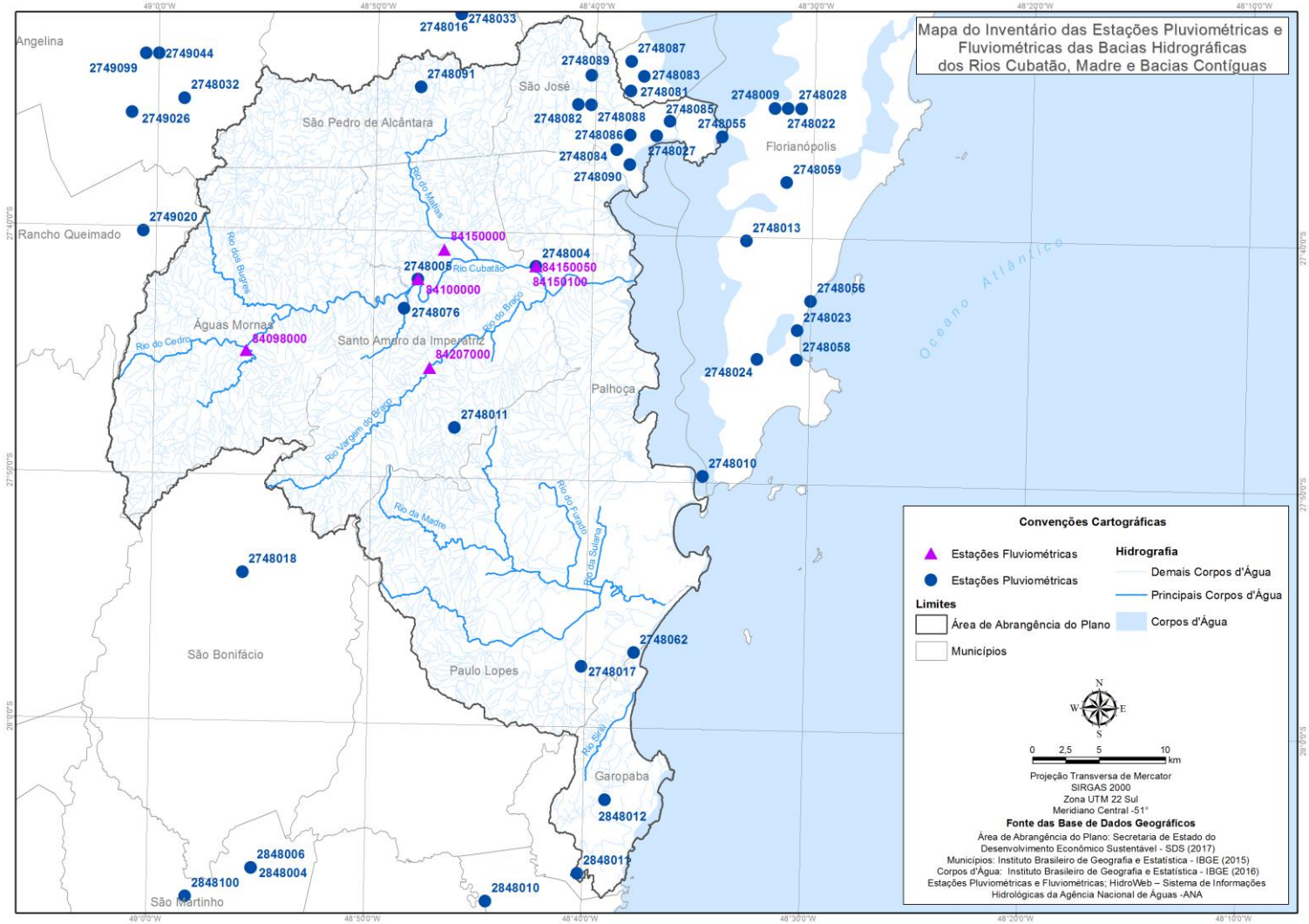


Figura 27 – Estações fluviométricas e pluviométricas do inventário das estações do HidroWeb dentro do limite do PRH

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código da estação fluviométrica	Nome da estação	Vazões início (Consistido)	Vazões fim (Consistido)	Vazões início (Bruto)	Vazões fim (Bruto)	Cotas início (Consistido)	Cotas fim (Consistido)	Cotas início (Bruto)	Cotas fim (Bruto)
84098000	Alto Cubatão								
84100000	**POÇO FUNDO**	**08/1950**	**10/2006**			**08/1950**	**10/2006**	**09/2002**	**01/2017**
84150000	**Santo Amaro ou Cambirela**	**05/1942**	**05/1949**			**05/1942**	**05/1949**		
84150050	Cubatão								
84150100	**ETA Casan-montante**	**03/1988**	**12/2007**	**01/2008**	**01/2010**	**11/1969**	**05/2005**	**09/1994**	**01/2017**
84207000	Vargem do Braço								

Tabela 18 – Inventário das estações fluviométrica do HidroWeb da região do PRH (parte 1)

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código da estação fluviométrica	Área de drenagem (Km²)	Nome do rio	Em operação	N° medições de descarga (consistido)	N° medições de descarga (bruto)	Latitude	Longitude	HidroWeb
84098000	88,9	Rio Cubatão	Sim			-27,75	-48,93	sem dados
84100000	**400**	**Rio Cubatão**	**Sim**	**351**	**392**	**-27,70**	**-48,80**	**com dados**
84150000	**444**	**Rio Cubatão**	**Não**	**74**	**74**	**-27,68**	**-48,78**	**com dados**
84150050	0	Rio Cubatão	Sim			-27,69	-48,71	sem dados
84150100	**522**	**Rio Cubatão**	**Sim**	**122**	**220**	**-27,69**	**-48,71**	**com dados**
84207000	110	Rio Vargem do Braço	Sim			-27,76	-48,79	sem dados

Tabela 19 – Inventário das estações fluviométrica do HidroWeb da região do PRH (parte 2)

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código estação pluviométrica	Nome da estação	Entidade responsável	Município	Última atualização	Em operação	Latitude	Longitude
2748009	Florianópolis	DNOS	Florianópolis	08/2005	Não	-27,58	-48,53
2748011	Teresópolis (Quecaba)	ANA	Santo Amaro da Imperatriz	07/2017	Não	-27,8	-48,77
2748022	*CAMPUS* Universitário UFSC	ANA	Florianópolis	08/2005	Não	-27,58	-48,52
2748023	PCH ETA Casan - Lagoa do Peri	ANA	Florianópolis	09/2016	Não	-27,73	-48,51
2748027	Florianópolis (São José)	Epagri-SC	São José	05/2010	Sim	-27,6	-48,62
2748028	Florianópolis (Convencional)	Epagri-SC	Florianópolis	05/2010	Sim	-27,58	-48,51
2748017	Paulo Lopes	ANA	Paulo Lopes	10/2017	Sim	-27,96	-48,67
2748024	ETA Casan Lagoa do Peri	Epagri-SC	Florianópolis	09/2016	Sim	-27,75	-48,54
2748010	Naufragados - Farol	INMET	Palhoça	07/2017	Não	-27,83	-48,58
2748013	Florianópolis (Hercílio Luz)	DEPV	Florianópolis	06/2006	Sim	-27,67	-48,55
2748005	Poço Fundo	ANA	Santo Amaro da Imperatriz	10/2017	Sim	-27,7	-48,8
2748004	ETA Casan-Montante	ANA	Palhoça	10/2017	Sim	-27,69	-48,71
2748006	Florianópolis	INMET	Florianópolis	07/2017	Sim	-27,6	-48,62
2748076	Santo Amaro da Imperatriz (Caldas Imperatriz)	CEMADEN	Santo Amaro da Imperatriz		Sim	-27,72	-48,81
2748081	São José (Bairro Ipiranga)	CEMADEN	São José	11/2015	Sim	-27,57	-48,64
2748082	São José (Vila Formosa)	CEMADEN	São José	11/2015	Sim	-27,58	-48,68
2748083	São José (Areias)	CEMADEN	São José	11/2015	Sim	-27,56	-48,63
2748084	São José (Distrito Industrial)	CEMADEN	São José	11/2015	Sim	-27,61	-48,65
2748085	São José (Campinas)	CEMADEN	São José	11/2015	Sim	-27,59	-48,61
2748086	São José (Forquilhinhas)	CEMADEN	São José	11/2015	Sim	-27,6	-48,64
2748087	São José (Serraria)	CEMADEN	São José	11/2015	Sim	-27,55	-48,64

Código estação pluviométrica	Nome da estação	Entidade responsável	Município	Última atualização	Em operação	Latitude	Longitude
2748088	São José (Lisboa)	CEMADEN	São José	11/2015	Sim	-27,58	-48,67
2748089	São José (Rua Francisco Ignácio)	CEMADEN	São José	11/2015	Sim	-27,56	-48,67
2748090	São José (Fazenda Santo Antônio)	CEMADEN	São José	11/2015	Sim	-27,62	-48,64
2748091	São Pedro de Alcântara (Centro)	CEMADEN	São Pedro de Alcântara	11/2015	Sim	-27,57	-48,8
2748055	Florianópolis (Coqueiros)	CEMADEN	Florianópolis	11/2015	Sim	-27,6	-48,57
2748056	Florianópolis (Areias Campeche)	CEMADEN	Florianópolis	11/2015	Sim	-27,71	-48,5
2748057	Florianópolis (Agronômica)	CEMADEN	Florianópolis	11/2015	Sim	-27,58	-48,53
2748058	Florianópolis (Rodovia SC-406)	CEMADEN	Florianópolis	11/2015	Sim	-27,75	-48,51
2748059	Florianópolis (Costeira do Pirajubaé)	CEMADEN	Florianópolis	11/2015	Sim	-27,63	-48,52
2748060	Florianópolis (Canasvieiras)	CEMADEN	Florianópolis	11/2015	Sim	-27,43	-48,46
2748061	Florianópolis (Rio Vermelho)	CEMADEN	Florianópolis	11/2015	Sim	-27,49	-48,42
2748062	Garopaba (Estrada Geral Gamboa)	CEMADEN	Garopaba		Sim	-27,95	-48,63
2848011	Garopaba (Campo D'Una)	CEMADEN	Garopaba		Sim	-28,1	-48,67
2848012	Garopaba (Areias de Palhocinha)	CEMADEN	Garopaba		Sim	-28,05	-48,65

Tabela 20 – Inventário das estações pluviométrica do HidroWeb da região do PRH

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Os dados disponíveis no HidroWeb, para *download*, são os "dados convencionais". Na região do PRH, as estações fluviométricas convencionais são: Santo Amaro da Imperatriz ou Cambirela (84150000), Poço Fundo (84100000) e ETA CASAN Montante (84150100). As estações pluviométricas convencionais estão relacionadas da Tabela 27 até a Tabela 31.

De posse dos dados foram verificados os períodos disponíveis (consistidos e brutos) e as falhas no histórico de dados (fluviométricos: Tabela 22 até Tabela 26; pluviométricos: Tabela 27 até Tabela 31). A legenda da Tabela 21 se aplica da Tabela 22 à Tabela 31.

	sem dados disponíveis HidroWeb
	dados consistidos
x	número de meses com falhas no ano (dado consistido)
	dados brutos
x	número de meses com falhas no ano (dado bruto)
	não está mais em operação

Tabela 21 – Legenda que se aplica da Tabela 22 à Tabela 31

Elaboração própria (2017)

Código	Nome	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958	1959
84100000	Poço Fundo									8									
84150000	Santo Amaro ou Cambirela	5						3	8										
84150100	ETA Casan-Montante																		

Tabela 22 – Período de dados disponíveis das estações fluviométrica convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 1)
Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código	Nome	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975	1976	1977
84100000	Poço Fundo	2	1																
84150000	Santo Amaro ou Cambirela																		
84150100	ETA Casan-Montante																		

Tabela 23 – Período de dados disponíveis das estações fluviométrica convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 2)
Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código	Nome	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995
84100000	Poço Fundo								1					2	8		1	3	6
84150000	Santo Amaro ou Cambirela																		
84150100	ETA Casan-Montante											3			1				

Tabela 24 – Período de dados disponíveis das estações fluviométrica convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 3)

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código	Nome	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
84100000	Poço Fundo	5		1	3	5	12	12	12	11	1	2							
84150000	Santo Amaro ou Cambirela																		
84150100	ETA Casan-Montante										7	12	12			11			

Tabela 25 – Período de dados disponíveis das estações fluviométrica convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 4)

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código	Nome	2014	2015	2016
84100000	Poço Fundo			
84150000	Santo Amaro ou Cambirela			
84150100	ETA Casan-Montante			

Tabela 26 – Período de dados disponíveis das estações fluviométrica convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 5)

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código	Nome	1942	1943	1944	1945	1946	1947	1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956	1957	1958
2748004	ETA Casan-Montante				10			6					7	12	12	12	12	12
2748005	Poço Fundo									8	1							
2748006	Florianópolis							5		7								8
2748011	Teresópolis (Quecaba) (1911-1936)																	
2748013	Florianópolis (Hercílio Luz)																	
2748017	Paulo Lopes																	
2748018	São Bonifácio																	
2748022	*CAMPUS* Universitário UFSC																	
2748023	PCH ETA Casan - Lagoa do Peri																	
2749010	Povoamento	5																
2749012	Divisa de Anitápolis				11													
2749027	Anitápolis																	
2749044	PCH Garcia Jusante																	
2848006	Vargem do Cedro																	
2848007	Imbituba																	
2849031	Santa Rosa de Lima																	

Tabela 27 – Período de dados disponíveis das estações pluviométricas convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 1)

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código	Nome	1959	1960	1961	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	1970	1971	1972	1973	1974	1975
2748004	ETA Casan-Montante	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12
2748005	Poço Fundo																	
2748006	Florianópolis	12	12	6		4					2					1		1
2748011	Teresópolis (Quecaba) (1911-1936)																	
2748013	Florianópolis (Hercílio Luz)																	
2748017	Paulo Lopes																	
2748018	São Bonifácio																	
2748022	*CAMPUS* Universitário UFSC																	
2748023	PCH ETA Casan - Lagoa do Peri																	
2749010	Povoamento														7			
2749012	Divisa de Anitápolis											1						
2749027	Anitápolis														7			
2749044	PCH Garcia Jusante																	
2848006	Vargem do Cedro																	
2848007	Imbituba																	
2849031	Santa Rosa de Lima																	

Tabela 28 – Período de dados disponíveis das estações pluviométricas convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 2)

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código	Nome	1976	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988	1989	1990	1991	1992
2748004	ETA Casan-Montante	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12	12				
2748005	Poço Fundo			1							8	5			4		7	
2748006	Florianópolis				12	11	5			2	6	12	12		5		12	
2748011	Teresópolis (Quecaba) (1911-1936)																	
2748013	Florianópolis (Hercílio Luz)							7										
2748017	Paulo Lopes	3											1	1			3	2
2748018	São Bonifácio	3					1	1					1	0				2
2748022	*CAMPUS* Universitário UFSC							11	1									
2748023	PCH ETA Casan - Lagoa do Peri												4		5			
2749010	Povoamento																	
2749012	Divisa de Anitápolis																	
2749027	Anitápolis																	
2749044	PCH Garcia Jusante								10			9	1					
2848006	Vargem do Cedro	3											7					
2848007	Imbituba	8					1			1	2	4	3		1		7	5
2849031	Santa Rosa de Lima											11	1					

Tabela 29 – Período de dados disponíveis das estações pluviométricas convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 3)

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código	Nome	1993	1994	1995	1996	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
2748004	ETA Casan-Montante			1						12	12	12	5	12				
2748005	Poço Fundo	1	4	3	4	7	5	6										
2748006	Florianópolis			1					12	8	4	9	5	4				
2748011	Teresópolis (Quecaba) (1911-1936)																	
2748013	Florianópolis (Hercílio Luz)																	
2748017	Paulo Lopes	3	1	1	1	2	2			12	12	12	5	12				
2748018	São Bonifácio									12	12	12	6	12	1			
2748022	*CAMPUS* Universitário UFSC																	
2748023	PCH ETA Casan - Lagoa do Peri			1		5												
2749010	Povoamento																	
2749012	Divisa de Anitápolis			1														
2749027	Anitápolis									12	12	12	10	12				
2749044	PCH Garcia Jusante	6	2															
2848006	Vargem do Cedro									12	12	12	5	12				
2848007	Imbituba		1	1		5			1	12	12	12	5	12				
2849031	Santa Rosa de Lima	2					1			12	12	12	12	12				

Tabela 30 – Período de dados disponíveis das estações pluviométricas convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 4)

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Código	Nome	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
2748004	ETA Casan-Montante							
2748005	Poço Fundo							
2748006	Florianópolis					1		6
2748011	Teresópolis (Quecaba) (1911-1936)							
2748013	Florianópolis (Hercílio Luz)							
2748017	Paulo Lopes							
2748018	São Bonifácio							
2748022	*CAMPUS* Universitário UFSC							
2748023	PCH ETA Casan - Lagoa do Peri							
2749010	Povoamento							
2749012	Divisa de Anitápolis							
2749027	Anitápolis							
2749044	PCH Garcia Jusante							
2848006	Vargem do Cedro							
2848007	Imbituba							
2849031	Santa Rosa de Lima							

Tabela 31 – Período de dados disponíveis das estações pluviométricas convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 5)

Fonte: ANA ([2017?]a). Elaboração própria (2017)

Observa-se da Tabela 22 até a Tabela 31 que os dados de vazões, cotas e precipitação consistidos estão defasados em mais de dez anos em relação ao ano de 2017, ano de elaboração do PRH. Os dados brutos, apesar de estarem disponíveis, não sofreram qualquer tipo de tratamento, não sendo recomendável sua utilização em estudos hidrológicos antes de uma análise de consistência.

2.1.1.2. Considerações acerca dos levantamentos de dados

Para a consolidação das informações dos recursos hídricos das bacias hidrográficas da região deste Plano, foram levantadas informações junto a diversas instituições. Foi feito um esforço de obtenção de dados, além daqueles que estavam disponíveis na *internet* para consulta e *download* pelas instituições oficiais governamentais, com o objetivo de ter uma visão macro atualizada da situação das bacias em questão, através de consulta ao maior número possível de estudos acadêmicos, campanhas de monitoramento formais, estudos e pesquisas de instituições oficiais ou até mesmo de organizações não governamentais desenvolvidos para essa região.

Entre esses estudos, para a disponibilidade hídrica superficial, destacam-se o de "Consistência de Dados Fluviométricos" (UFSC, 2000) e o de "Regionalização de Vazões" (UFSC, 2001). Apesar de serem pesquisas realizadas a mais de uma década, a metodologia apresentada e os resultados obtidos podem ser aproveitados em estudos posteriores. A base de dados consistidos do primeiro estudo ficou consolidada com uma série de vazões e cotas para aquele período, até o ano de 1999. Da mesma forma, o segundo estudo pode ser revisado com uma atualização da série de dados e a consequente revisão das equações de regionalização.

Ressalta-se que os resultados do estudo de "Consistência de Dados Fluviométricos" (UFSC, 2001), isto é, as séries de dados consistidos, não foram apropriados no sistema HidroWeb, implantado pela ANA, segundo conferência realizada durante a elaboração dos estudos.

O estudo de "Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina" (SANTA CATARINA, 2006c) foi desenvolvido especificamente para o estado de Santa Catarina e possui uma aplicação fácil, uma vez que os parâmetros de entrada para definição das vazões características são a área de drenagem e precipitação média anual na seção de interesse. Além disso, ressalta-se que a escala topográfica utilizada na definição dos parâmetros fisiográficos é menor do que aquela utilizada no estudo de regionalização de vazões elaborado no ano de 2001.

Os estudos de regionalização de vazões descritos anteriormente foram desenvolvidos utilizando-se duas bases diferentes de dados hidrológicos:

- Uma base de dados até 1999 administrados pela ANEEL, que foi basicamente a série de dados resultantes do estudo de "Consistência de Dados Fluviométricos" realizado pelo Convênio ANEEL/FAPEU – UFSC: "Regionalização de Vazões da Bacia do Atlântico Trecho Sudeste Sub Bacias 82, 83 e 84".
- Uma base de dados até 2005, já sob o contexto do sistema HidroWeb da ANA, desenvolvida pelo Governo do Estado de Santa Catarina, através da Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural e da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Sustentável, por meio do Programa de Recuperação Ambiental e do apoio ao Pequeno Produtor Rural — PRAPEM/MICROBACIAS —, foi a "Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina".

Inicialmente, previu-se no Plano de Trabalho que seria realizada uma nova regionalização de vazões, baseada, principalmente, numa extensão da base de dados hidrológicos disponíveis. No decorrer dos estudos, com a identificação de postos fluviométricos e pluviométricos e suas respectivas séries de dados consistidos e disponíveis, constatou-se que haveria pouco ganho em se realizar uma nova regionalização de vazões. Na região do PRH existem somente duas estações fluviométricas, localizadas no mesmo rio e com uma defasagem de dados de vazão consistidos em mais de dez anos em relação ao ano de elaboração do PRH.

A busca por uma base de dados hidrológicos consistente e mais extensa do que aquela utilizada naqueles estudos deveria trazer maior robustez aos resultados se as relações funcionais ou equações de regionalização fossem reavaliadas através de novo estudo de regressão múltipla. Caso diagnosticado que a base de dados, consistente e disponível, tivesse aumentado significativamente no período histórico dos registros, certamente seria adequada a revisão do estudo de regionalização.

O que se diagnosticou, todavia, foi que os dados existentes, apesar de terem mais de 17 anos de registro e monitoramento de variáveis hidrológicas no estado, desde o último estudo de consistência de dados fluviométricos, pouco se realizou em termos de consistência de dados e adensamento das redes de monitoramento. Os dados monitorados sofreram longas interrupções e deixaram de ser registrados muito frequentemente, determinando séries com várias e longas falhas. Pouco se acrescentou nas séries consistidas e, portanto, pouco ganho se deve esperar com a revisão das relações de regionalização baseadas na pequena extensão dos dados hidrológicos. O esforço necessário para a consolidação de uma base de dados confiável passa por um período mínimo necessário de estudos de consistência, que inviabilize o período disponível para a consequente revisão dos estudos de regionalização, pela própria exiguidade do tempo disponível nesta etapa de estudos deste Plano. Esse escopo não foi vislumbrado nesta fase de desenvolvimento do PRH, em que a tônica maior é da utilização de dados secundários existentes (dados consistidos).

Com isso, optou-se por utilizar as equações de regionalização de vazões de 2006 para o estudo de disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas da região do PRH em questão. No item 2.1.2 são apresentas as vazões características da região hidrográfica dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas.

2.1.2. Disponibilidade hídrica das bacias hidrográficas

A seguir caracterizam-se as Unidades de Gestão (UG) e apresentam-se as vazões de cada uma delas.

2.1.2.1. Unidades de Gestão (UG)

Para definição das unidades de planejamento e gestão da região do Plano de Recursos Hídricos (PRH), além dos limites de bacia hidrográfica dos rios pertencentes à região hidrográfica do Plano, foram levados em conta aspectos de uso e ocupação do solo (adensamento populacional, limites de municípios, Unidades de Conservação (UC), Terras Indígenas (TI), entre outros) e usuários de recursos hídricos cadastrados, atualmente, no

sistema de outorga da SDS. Para isso, foi necessário que esta etapa – a definição das UGs – se iniciasse após o diagnóstico do território.

Os limites das UGs foram determinados levando-se em consideração os limites das Ottobacias da ANA[2]. Estas são áreas de contribuição dos trechos da rede hidrográfica codificadas segundo o método de Otto Pfafstetter para classificação de bacias.

Feita a análise e o agrupamento de regiões com características similares, foram definidos os nós de referência (exutórios nas bacias hidrográficas). Algumas UGs (região litorânea), devido ao elevado número de pequenos cursos d'água, ficaram agrupados em uma mesma UG, logo, com mais de um exutório.

Para a região do PRH de Cubatão, Madre e bacias contíguas foram definidas oito UGs[3], conforme apresentado na Figura 28. Os municípios que interceptam as UGs e o percentual das áreas de cada UG por município estão exibidos na Tabela 32.

[2] Disponível para *download* no *site*: <http://sigsc.sds.sc.gov.br/>.

[3] Nomenclatura: 1 – Maruim, 2 – Cubatão, 3 – Foz do Cubatão, 4 – Vargem do Braço, 5 – Massiambu, 6 – Cachoeiras, 7 – Madre e 8 – Siriú.

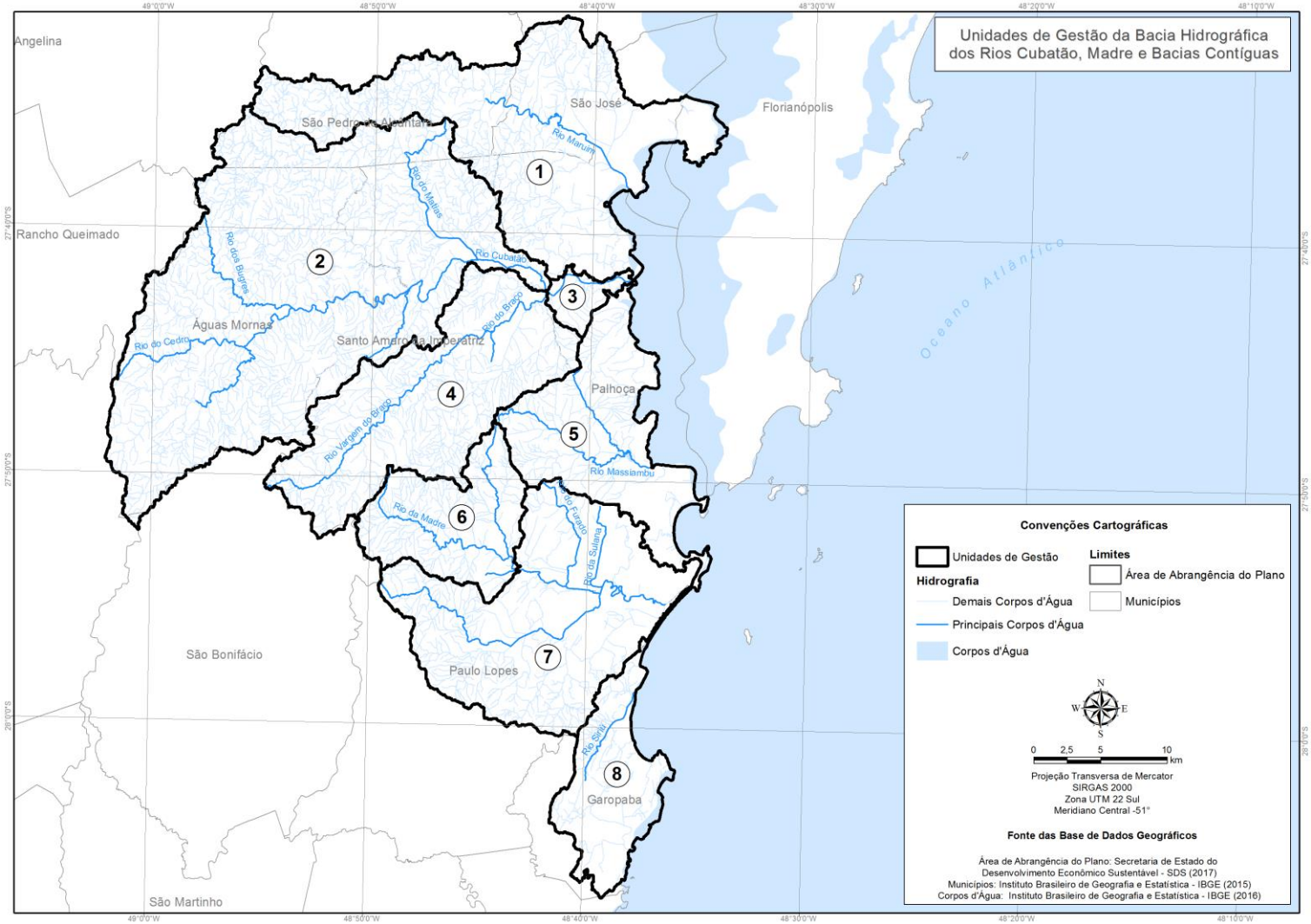


Figura 28 – UGs: PRH Cubatão, Madre e bacias contíguas
Elaboração própria (2017)

Município	UG							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Florianópolis	5%	-	-	-	-	-	-	-
São José	35%	-	-	-	-	-	-	-
Palhoça	28%	100%	-	2%	100%	17%	30%	-
Águas Mornas	-	-	63%	-	-	-	-	-
Paulo Lopes	-	-	-	-	-	83%	70%	-
São Pedro de Alcântara	31%	-	10%	-	-	-	-	-
Garopaba	-	-	-	-	-	-	-	100%
Santo Amaro da Imperatriz	2%	-	27%	98%	-	-	-	-

Tabela 32 – Percentual de área da UG dentro dos municípios
Elaboração própria (2017)

Os principais rios de cada UG são:

- UG 1 – Maruim: Córrego Cem Braças, Rio Passa Vinte, Ribeirão Forquilha, Córrego dos Pombos, Rio Maruim, Rio da Rocinha, Ribeirão Pagará, Rio Pagará, Córrego Potecas, Córrego Mariquita, Rio Aririú, Rio Grande e Rio Curtume.
- UG 2 – Cubatão: Rio Cubatão, Rio do Salto, Ribeirão Vermelho, Rio do Cedro, Rio das Imbiras, Rio dos Bugres, Rio dos Porcos, Arroio Felício, Rio Novo, Rio das Antas, Rio do Engano, Rio das Forquilhas ou Caldas do Norte, Rio do Gaspar, Rio do Miguel, Rio das Águas Claras, Rio do Matias e Rio da Varginha.
- UG 3 – Foz do Cubatão: Rio Cubatão.
- UG 4 – Vargem do Braço: Ribeirão Cachoeira do Amarinho, Rio Cachoeira da Aninha Mata, Rio do Braço, Rio Vargem do Braço, Rio Vermelho, Rio da Nova Descoberta, Ribeirão Cachoeira do Retiro, Ribeirão Cachoeira da Cobrinha de Ouro, Rio Alto, Córrego Artur, Ribeirão Braço do Sertão, Córrego Cachoeirinha, Ribeirão Cachoeira do Retiro e Ribeirão Cachoeira das Sete Braças.
- UG 5 – Massiambu: Rio do Boto, Rio do Fugido, Rio Braço do Cubatão, Rio Massiambu Pequeno, Rio Massiambu, Rio Massiambu Grande, Rio do Veríssimo, Rio do Brito, Rio do Mata-Fome, Rio do Neto e Rio Cambirela.
- UG 6 – Cachoeiras: Rio Cachoeira do Norte, Rio da Madre, Rio Cachoeira do Sul e Rio Cachoeira do Norte.
- UG 7 – Madre: Rio das Cachoeiras, Córrego Engenho de Serra, Ribeirão Cachoeira, Rio do Furado, Rio Cuiabá, Rio da Lagoa, Rio Paulo Lopes, Rio da Encantada, Rio da Guarda do Embaú, Rio da Sulana, Rio da Madre e Rio das Pacas.
- UG 8 – Siriú: Riacho do Poeta, Rio da Palhocinha, Rio Siriú, Rio Linhares e Rio da Guarda do Embaú.

2.1.2.2. Vazão por UG

O estudo de disponibilidade hídrica superficial foi elaborado a partir da definição das UGs e das equações de regionalização determinadas no estudo de "Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina" (SANTA CATARINA, 2006c).

Para cada UG, em seus exutórios, foram determinadas as seguintes vazões características:

- Vazões médias de longo termo e as respectivas vazões específicas.
- Vazões médias mensais e as respectivas vazões específicas mensais.

- Curvas de permanência das vazões médias mensais e vazões mínimas médias mensais absolutas.
- Vazões mínimas de "t" meses consecutivos associadas aos períodos de retorno de cinco a cem anos, com "t" variando entre um e 12 meses.
- Vazões mínimas médias de sete dias consecutivos e período de retorno de cinco a cem anos.

As variáveis explicativas utilizadas foram: área de drenagem e precipitação média anual. Esses parâmetros foram calculados para cada UG utilizando-se técnicas de geoprocessamento. Ressalta-se que a precipitação média anual (isoietas) foi disponibilizada pela SDS, resultante do estudo de Regionalização de Vazões. A seguir são apresentadas as vazões características por UG.

Vazão média de longo termo e vazão específica

A vazão média de longo termo representa a vazão média de uma bacia hidrográfica, dentro de um período de observação. A vazão específica é a quantidade média de água produzida por unidade de área (L/s/km²), conforme evidenciado na Tabela 33 e na Tabela 34.

Parâmetro	UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4
Nome da UG	Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço
Área de drenagem (AD) (km²)	283,90	519,04	16,97	742,56	206,55
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)	1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66
Vazão média de longo termo – Q_{MLT} (m³/s)	6,66	13,43	0,44	19,22	5,35
Vazão específica – q (L/s x km²)	23,45	25,88	25,88	25,88	25,88

$$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$$

Tabela 33 – Vazão média de longo termo e vazão específica

Fonte: Santa Catarina (2006C). Elaboração própria (2017)

Parâmetro	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão média de longo termo – Q_{MLT} (m³/s)	3,05	2,17	5,77	7,94	1,82
Vazão específica – q (L/s x km²)	21,84	23,61	23,61	23,61	21,57

$$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$$

Tabela 34 – Vazão média de longo termo e vazão específica (continuação)

Fonte: Santa Catarina (2006C). Elaboração própria (2017)

A Figura 29 e Figura 30 apresentam as vazões resultantes por UGs.

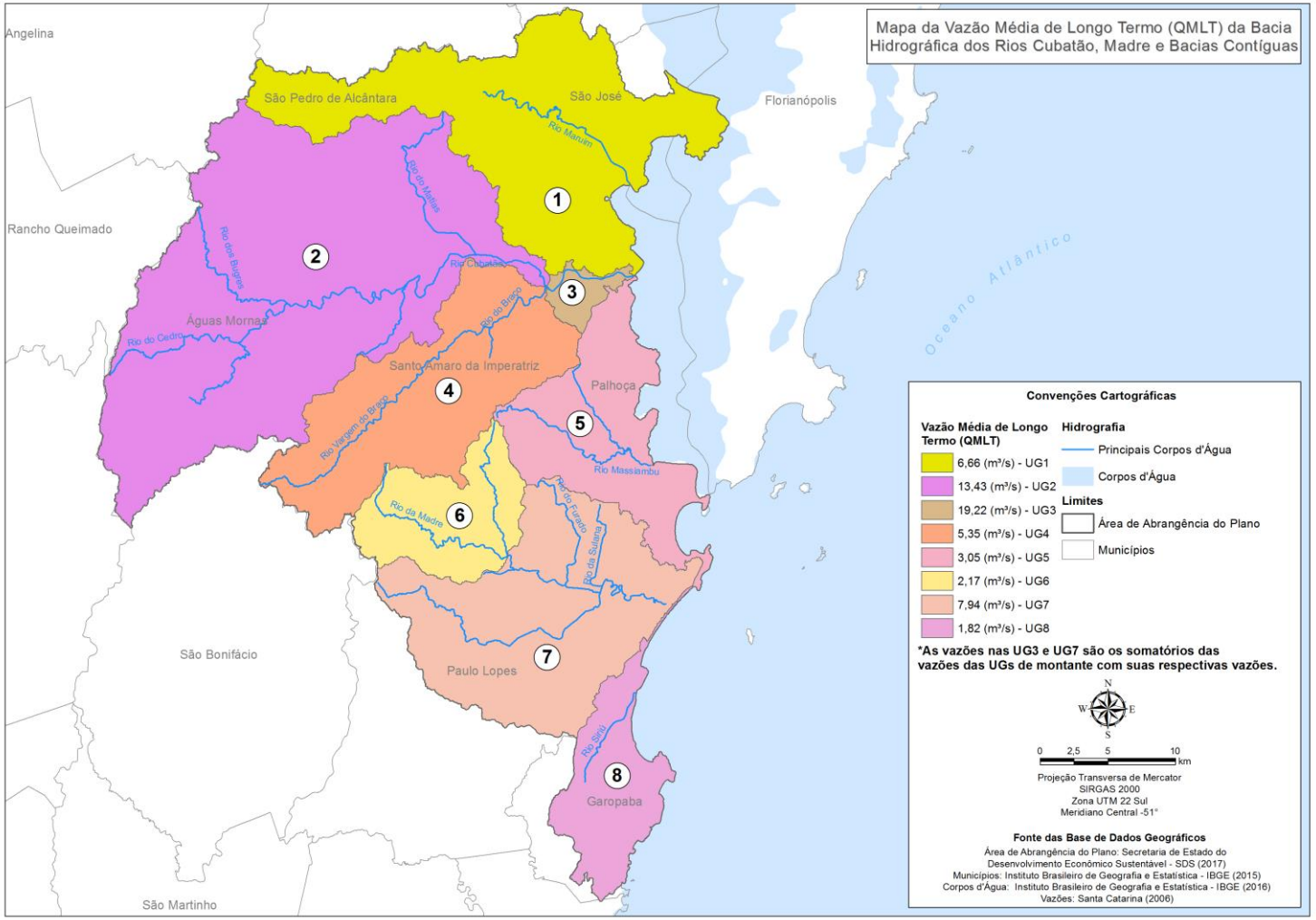


Figura 29 – Vazão média de longo termo nas UGs
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

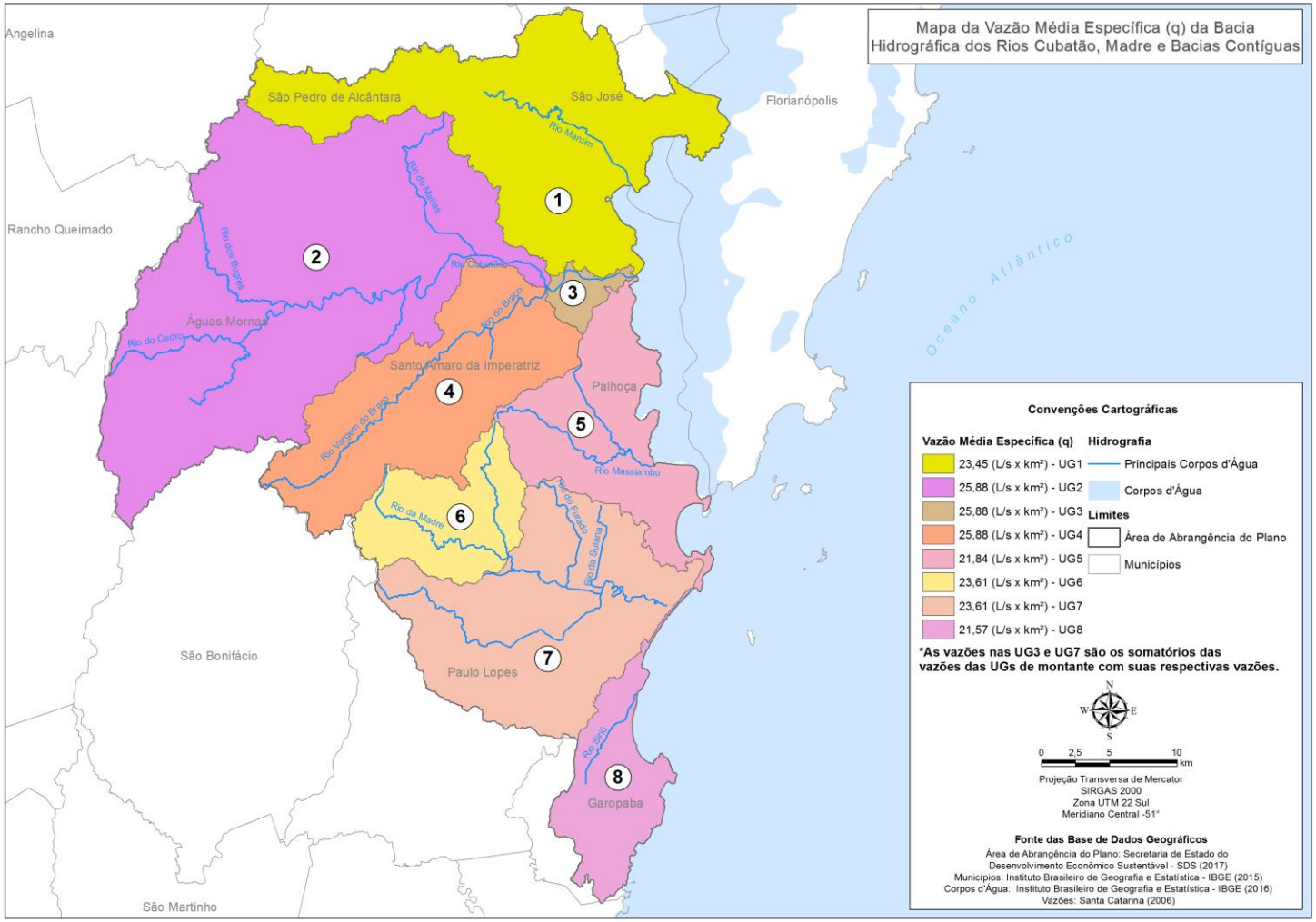


Figura 30 – Vazão média de longo termo específica nas UGs

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Vazão média de longo termo mensal e vazão específica

A vazão média de longo termo mensal representa a vazão média mensal de uma bacia hidrográfica, dentro de um período de observação. A vazão específica é a quantidade média mensal de água produzida por unidade de área (L/s/km²).

Para se determinar as vazões médias de longo termo mensais, em cada UG, foram aplicados coeficientes sazonais. A Tabela 35 e a Tabela 36 e da Figura 31 até a Figura 38 apresentam as vazões resultantes por UG. As vazões médias mensais específicas são exibidas na Tabela 37 e na Tabela 38.

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66
Vazão média de longo termo – Q_{MLT} (m³/s)		6,66	13,43	0,44	19,22	5,35
Vazão média mensal (m³/s)	Janeiro	7,19	14,51	0,47	20,75	5,77
	Fevereiro	9,79	19,75	0,65	28,25	7,86
	Março	8,59	17,33	0,57	24,79	6,90
	Abril	6,32	12,76	0,42	18,26	5,08
	Maio	5,53	11,15	0,36	15,95	4,44
	Junho	4,86	9,81	0,32	14,03	3,90
	Julho	5,46	11,01	0,36	15,76	4,38
	Agosto	5,66	11,42	0,37	16,33	4,54
	Setembro	6,92	13,97	0,46	19,99	5,56
	Outubro	7,12	14,37	0,47	20,56	5,72
	Novembro	6,39	12,90	0,42	18,45	5,13
	Dezembro	6,19	12,49	0,41	17,87	4,97

$$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$$

Tabela 35 – Vazão média de longo termo mensal

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		139,55	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão média de longo termo – Q_{MLT} (m³/s)		3,05	2,17	5,77	7,94	1,82
Vazão média mensal (m³/s)	Janeiro	3,29	2,34	6,24	8,57	1,96
	Fevereiro	4,48	3,18	8,49	11,67	2,67
	Março	3,93	2,79	7,45	10,24	2,35
	Abril	2,90	2,06	5,49	7,54	1,73
	Maio	2,53	1,80	4,79	6,59	1,51
	Junho	2,22	1,58	4,21	5,80	1,33
	Julho	2,50	1,78	4,73	6,51	1,49
	Agosto	2,59	1,84	4,91	6,75	1,55
	Setembro	3,17	2,25	6,00	8,26	1,89
	Outubro	3,26	2,32	6,18	8,50	1,95
	Novembro	2,93	2,08	5,54	7,62	1,75
	Dezembro	2,83	2,01	5,37	7,38	1,69

$$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$$

Tabela 36 – Vazão média de longo termo mensal (continuação)

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

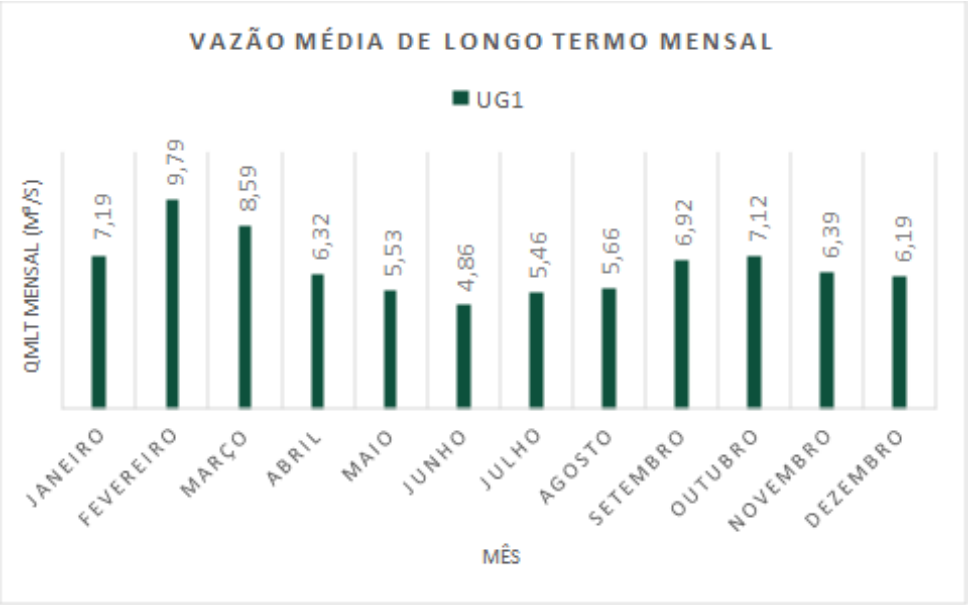


Figura 31 – Vazão média de longo termo mensal – UG1
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

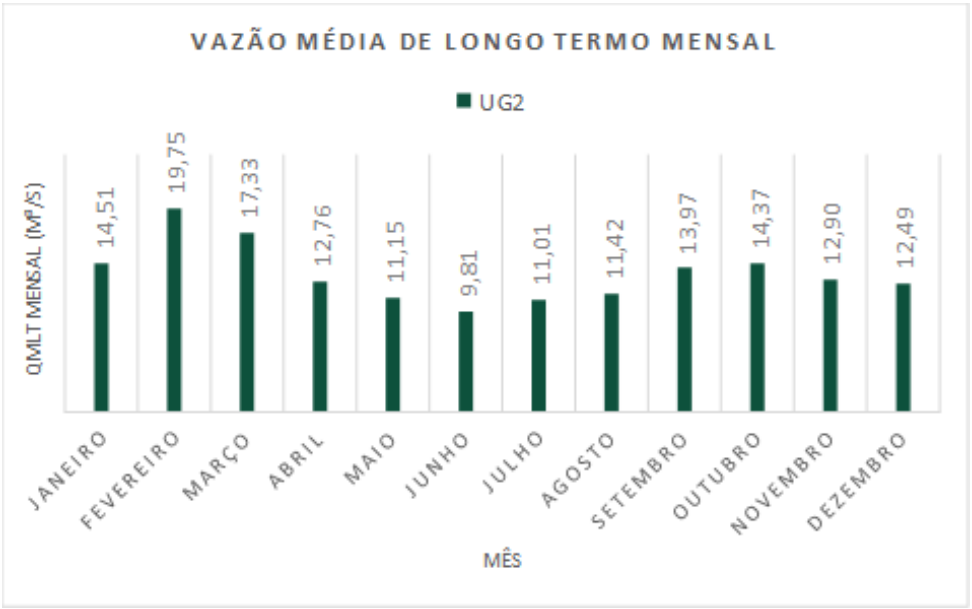
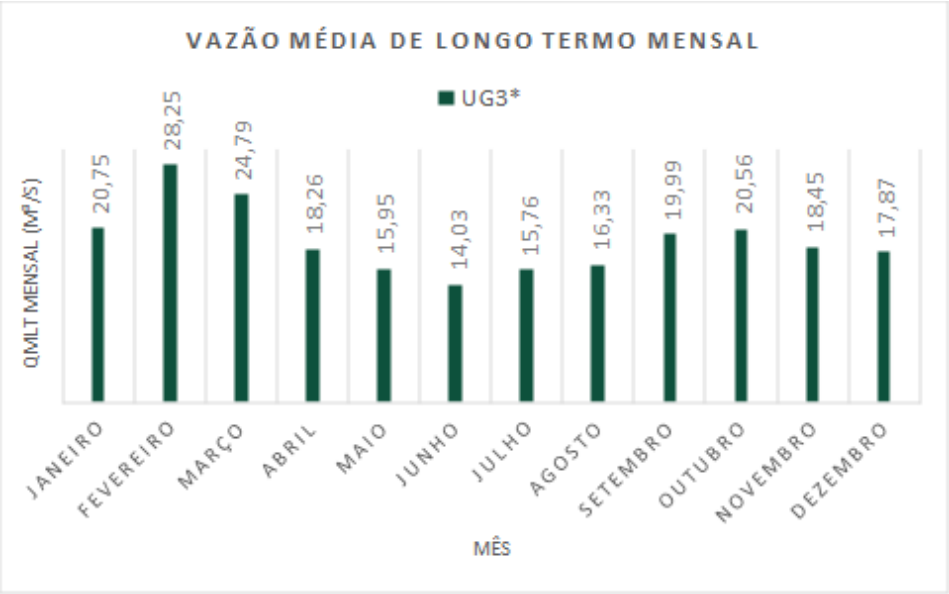


Figura 32 – Vazão média de longo termo mensal – UG2
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)



$$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$$

Figura 33 – Vazão média de longo termo mensal – UG3

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

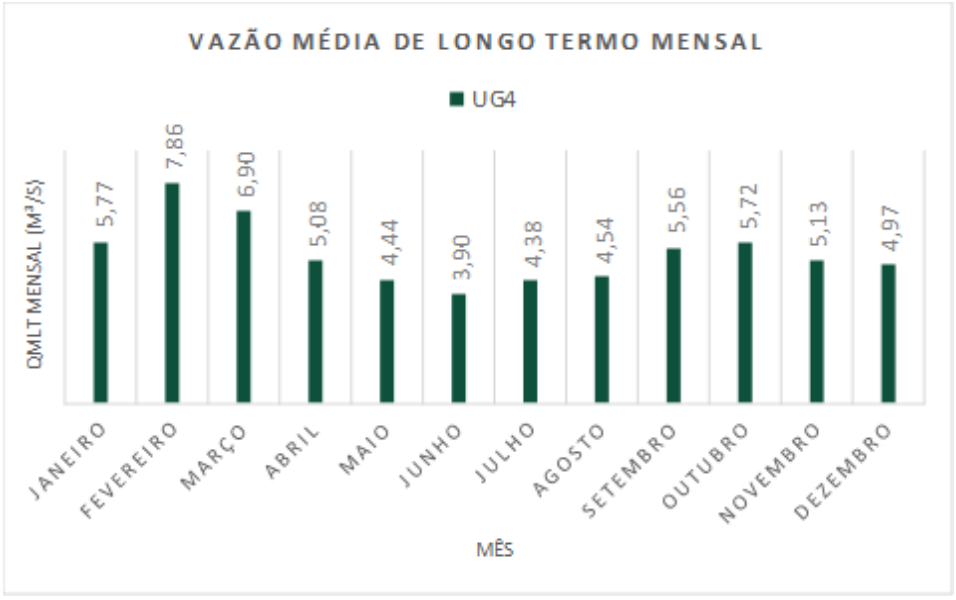


Figura 34 – Vazão média de longo termo mensal – UG4

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

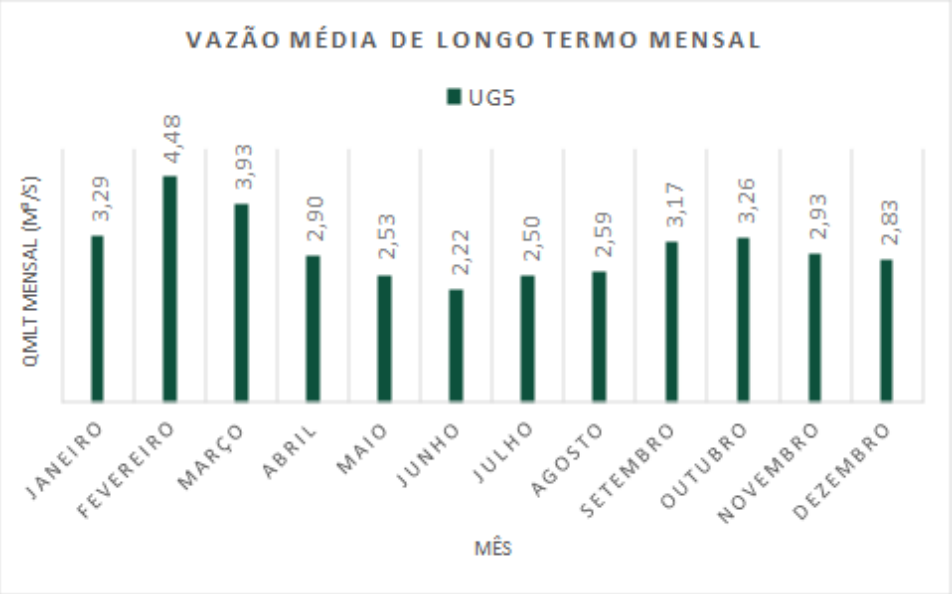


Figura 35 – Vazão média de longo termo mensal – UG5
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

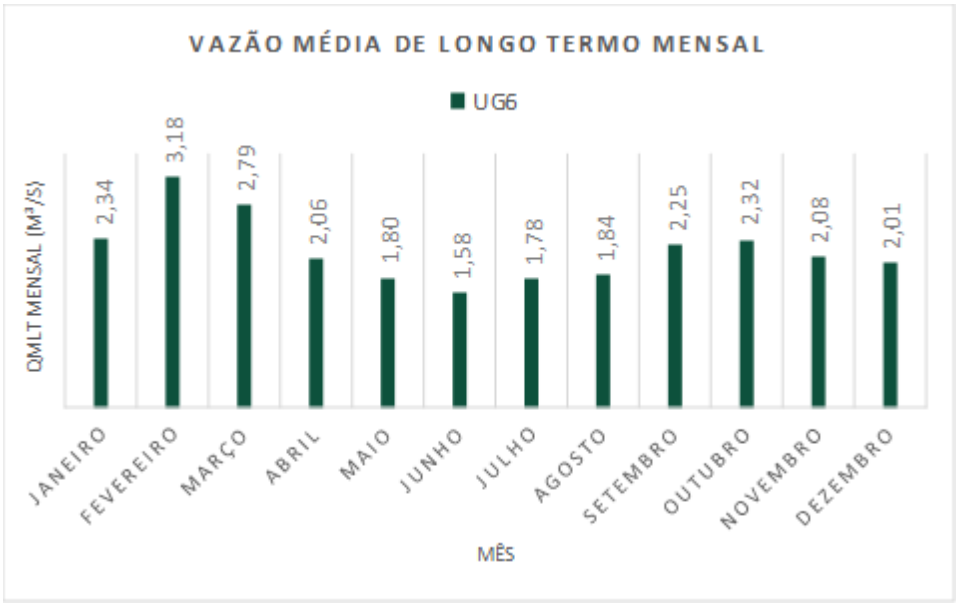
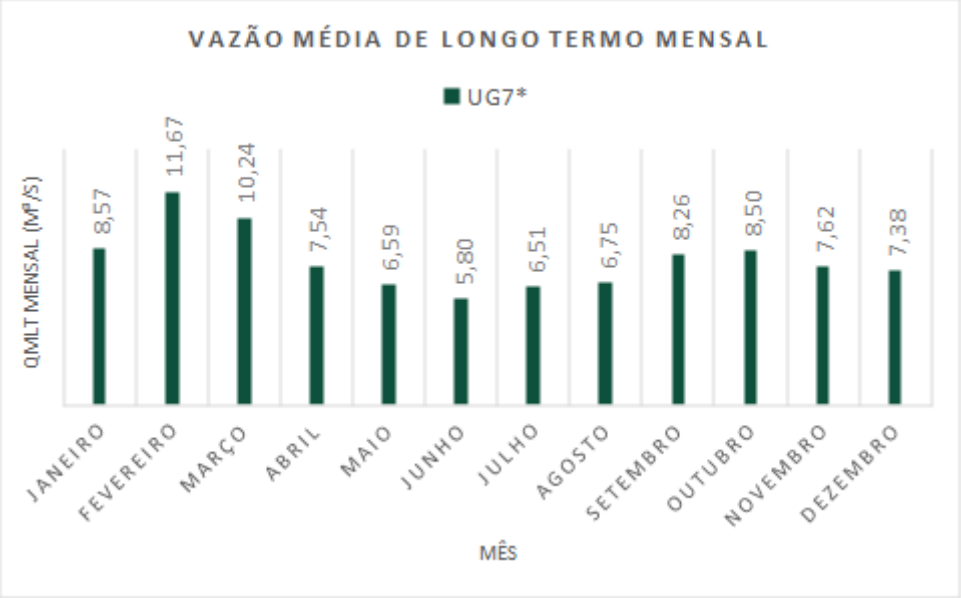


Figura 36 – Vazão média de longo termo mensal – UG6
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)



$$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$$

Figura 37 – Vazão média de longo termo mensal – UG7*

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

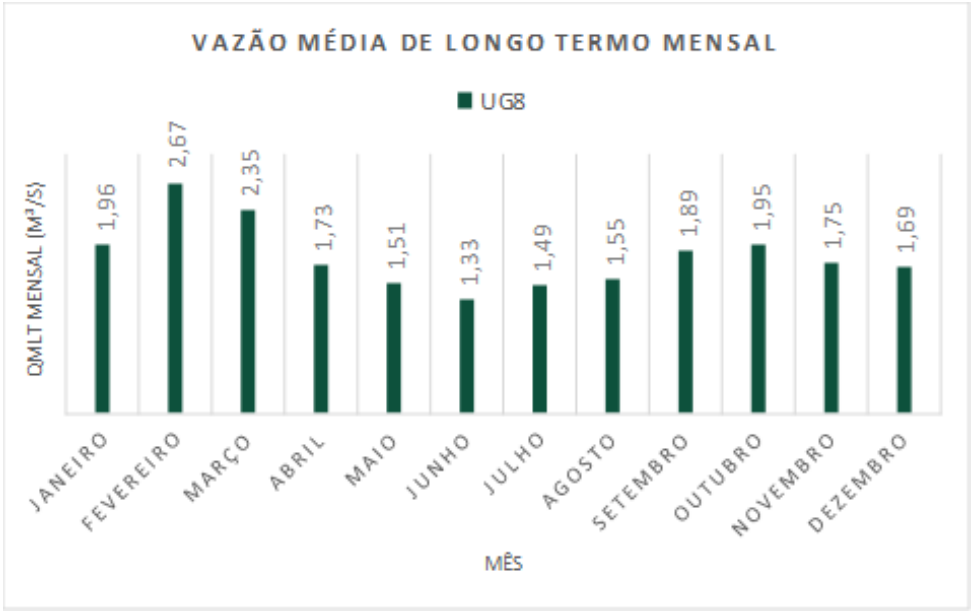


Figura 38 – Vazão média de longo termo mensal – UG8

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66
Vazão média de longo termo – Q_{MLT} (m³/s)		6,66	13,43	0,44	19,22	5,35
Vazão média mensal específica (L/s x km²)	Janeiro	25,32	27,95	27,95	27,95	27,95
	Fevereiro	34,47	38,04	38,04	38,04	38,04
	Março	30,25	33,38	33,38	33,38	33,38
	Abril	22,28	24,59	24,59	24,59	24,59
	Maio	19,46	21,48	21,48	21,48	21,48
	Junho	17,12	18,89	18,89	18,89	18,89

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço
	Julho	19,23	21,22	21,22	21,22	21,22
	Agosto	19,93	22,00	22,00	22,00	22,00
	Setembro	24,39	26,91	26,91	26,91	26,91
	Outubro	25,09	27,69	27,69	27,69	27,69
	Novembro	22,51	24,84	24,84	24,84	24,84
	Dezembro	21,81	24,07	24,07	24,07	24,07

$$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$$

Tabela 37 – Vazão média de longo termo mensal específica

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Massiambu	Cachoeira	Madre		Siriú
AD (km²)		139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão média de longo termo – Q_{MLT} (m³/s)		3,05	2,17	5,77	7,94	1,82
Vazão média mensal específica (L/s x km²)	Janeiro	23,59	25,50	25,50	25,50	23,29
	Fevereiro	32,10	34,71	34,71	34,71	31,71
	Março	28,17	30,46	30,46	30,46	27,82
	Abril	20,75	22,43	22,43	22,43	20,49
	Maio	18,13	19,60	19,60	19,60	17,90
	Junho	15,94	17,24	17,24	17,24	15,75
	Julho	17,91	19,36	19,36	19,36	17,69
	Agosto	18,56	20,07	20,07	20,07	18,33
	Setembro	22,71	24,56	24,56	24,56	22,43
	Outubro	23,37	25,27	25,27	25,27	23,08
	Novembro	20,96	22,67	22,67	22,67	20,71
	Dezembro	20,31	21,96	21,96	21,96	20,06

$$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$$

Tabela 38 – Vazão média de longo termo mensal específica (continuação)

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Permanência das vazões médias mensais

As permanências das vazões médias mensais representam os valores de vazões com permanência no tempo igualado ou superado dentro do período estudado. A Tabela 39 e a Tabela 40 e da Figura 39 até a Figura 46 apresentam as permanências das vazões médias mensais por UG calculadas com coeficientes percentuais.

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66
Vazão média de longo termo – Q_{MLT} (m³/s)		6,66	13,43	0,44	19,22	5,35
Permanência (%) das vazões médias mensais (m³/s)	5	13,71	27,67	0,90	39,59	11,01
	10	11,32	22,84	0,75	32,67	9,09
	15	9,85	19,88	0,65	28,44	7,91

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4
	20	8,92	18,00	0,59	25,75	7,16
	25	8,12	16,39	0,54	23,44	6,52
	30	7,52	15,18	0,50	21,72	6,04
	35	6,99	14,10	0,46	20,18	5,61
	40	6,52	13,16	0,43	18,83	5,24
	45	6,12	12,36	0,40	17,68	4,92
	50	5,72	11,55	0,38	16,53	4,60
	55	5,39	10,88	0,36	15,57	4,33
	60	4,99	10,07	0,33	14,41	4,01
	65	4,73	9,54	0,31	13,64	3,80
	70	4,39	8,87	0,29	12,68	3,53
	75	4,13	8,33	0,27	11,91	3,31
	80	3,86	7,79	0,25	11,15	3,10
	85	3,53	7,12	0,23	10,18	2,83
	90	3,20	6,45	0,21	9,22	2,57
	95	2,66	5,37	0,18	7,69	2,14
	98	**2,20**	**4,43**	**0,14**	**6,34**	**1,76**
	100	1,53	3,09	0,10	4,42	1,23

$$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$$

Tabela 39 – Permanência das vazões médias mensais

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão média de longo termo – Q_{MLT} (m³/s)		3,05	2,17	5,77	7,94	1,82
Permanência (%) das vazões médias mensais (m³/s)	5	6,83	4,85	12,93	17,78	4,08
	10	5,73	4,07	10,85	14,93	3,42
	15	4,97	3,53	9,41	12,94	2,97
	20	4,42	3,14	8,37	11,51	2,64
	25	3,99	2,84	7,56	10,40	2,38
	30	3,66	2,60	6,93	9,53	2,18
	35	3,32	2,36	6,29	8,65	1,98
	40	3,05	2,17	5,77	7,94	1,82
	45	2,83	2,01	5,37	7,38	1,69
	50	2,59	1,84	4,91	6,75	1,55
	55	2,38	1,69	4,50	6,19	1,42
	60	2,16	1,54	4,10	5,64	1,29
	65	1,98	1,41	3,75	5,16	1,18
	70	1,77	1,26	3,35	4,60	1,06
	75	1,58	1,13	3,00	4,13	0,95
	80	1,40	1,00	2,66	3,65	0,84
	85	1,19	0,84	2,25	3,10	0,71
	90	1,04	0,74	1,96	2,70	0,62
	95	0,82	0,58	1,56	2,14	0,49
	98	**0,64**	**0,45**	**1,21**	**1,67**	**0,38**
	100	0,34	0,24	0,64	0,87	0,20

$$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$$

Tabela 40 – Permanência das vazões médias mensais (continuação)

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

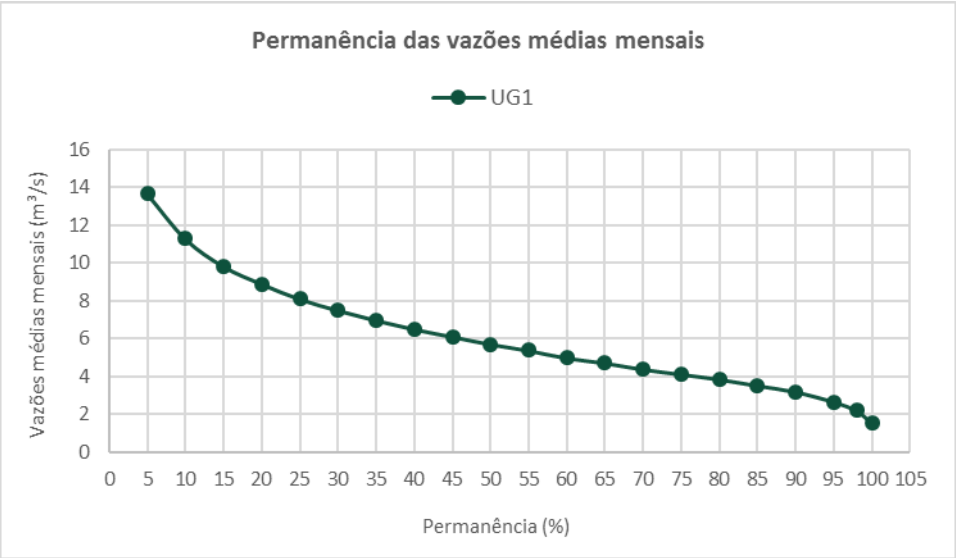


Figura 39 – Permanência das vazões médias mensais – UG1
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

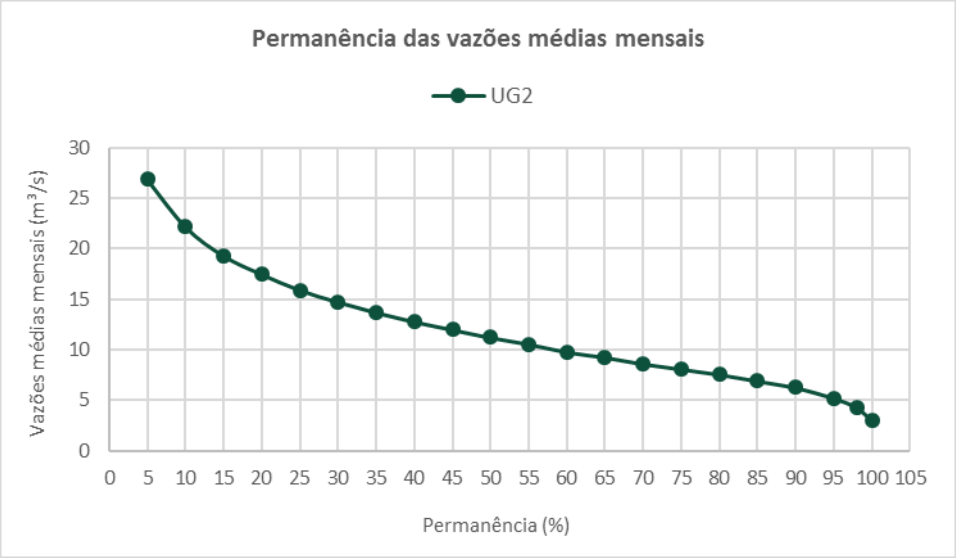


Figura 40 – Permanência das vazões médias mensais – UG2
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

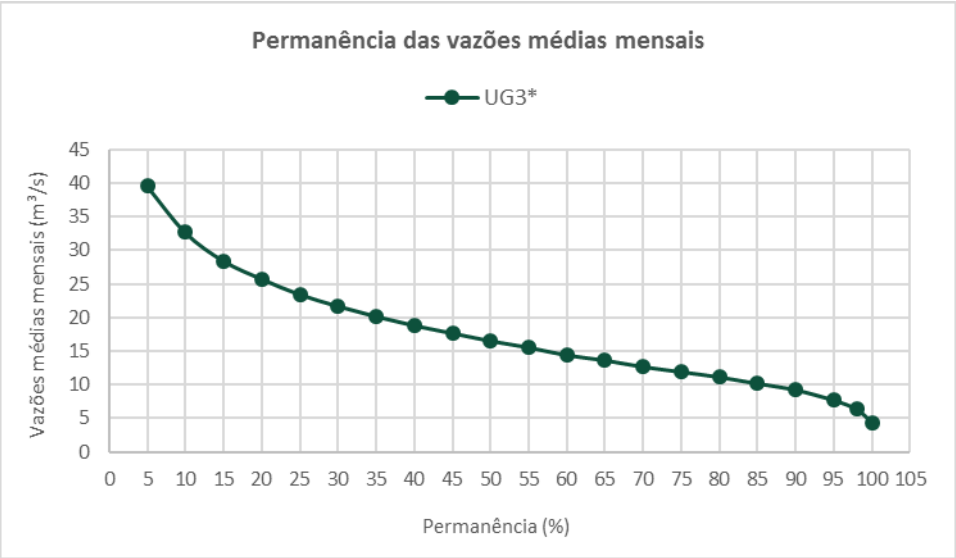


Figura 41 – Permanência das vazões médias mensais – UG3
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

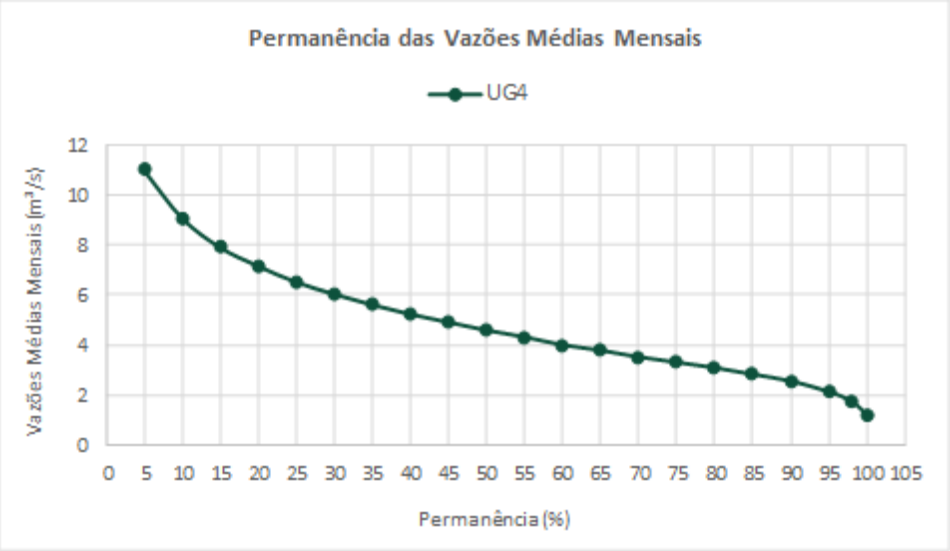


Figura 42 – Permanência das vazões médias mensais – UG4
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

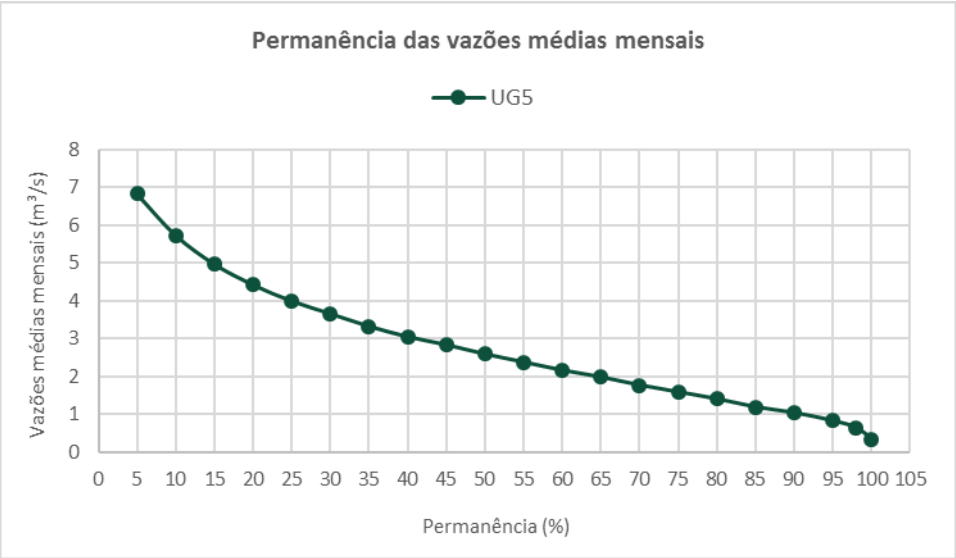


Figura 43 – Permanência das vazões médias mensais – UG5
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

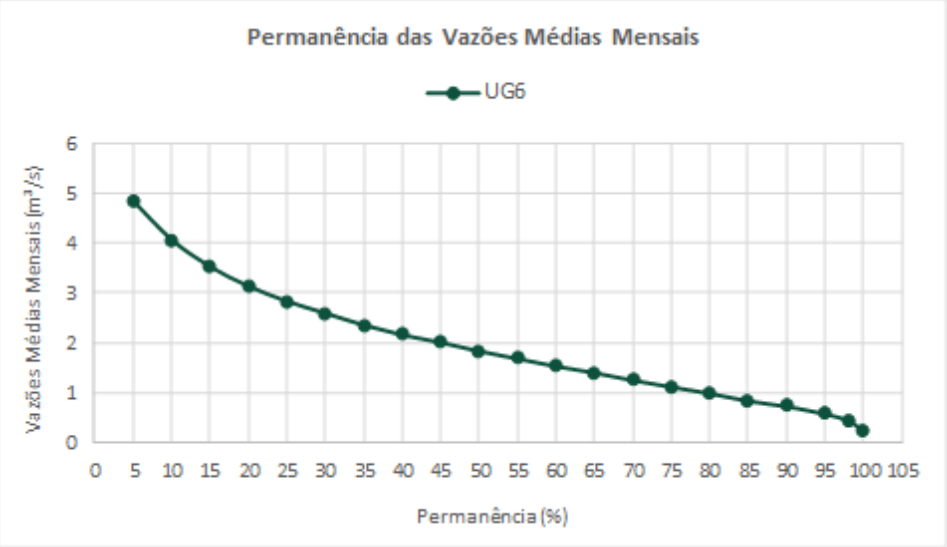


Figura 44 – Permanência das vazões médias mensais – UG6
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

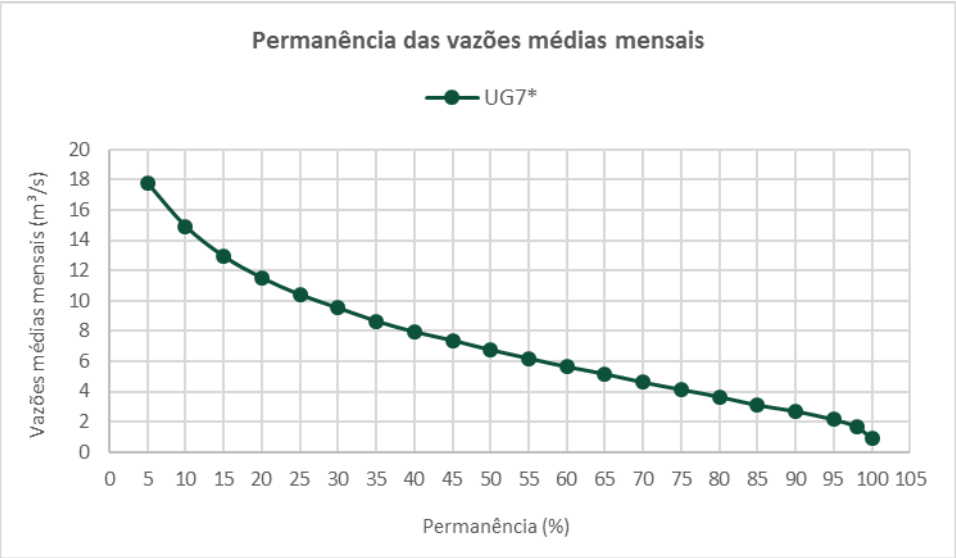


Figura 45 – Permanência das vazões médias mensais – UG7
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017).

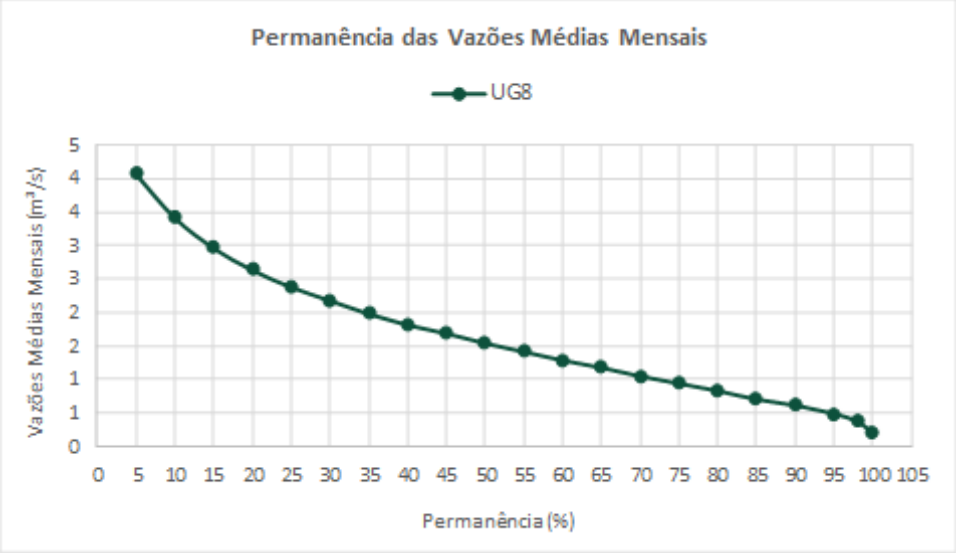


Figura 46 – Permanência das vazões médias mensais – UG8
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Em Santa Catarina, de acordo com a Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008, a vazão de referência adotada para a análise de disponibilidade hídrica para captações ou derivação de cursos d'água é a Q_{98} (vazão de permanência por 98% do tempo). A Figura 47 apresenta a Q_{98} nas UGs.

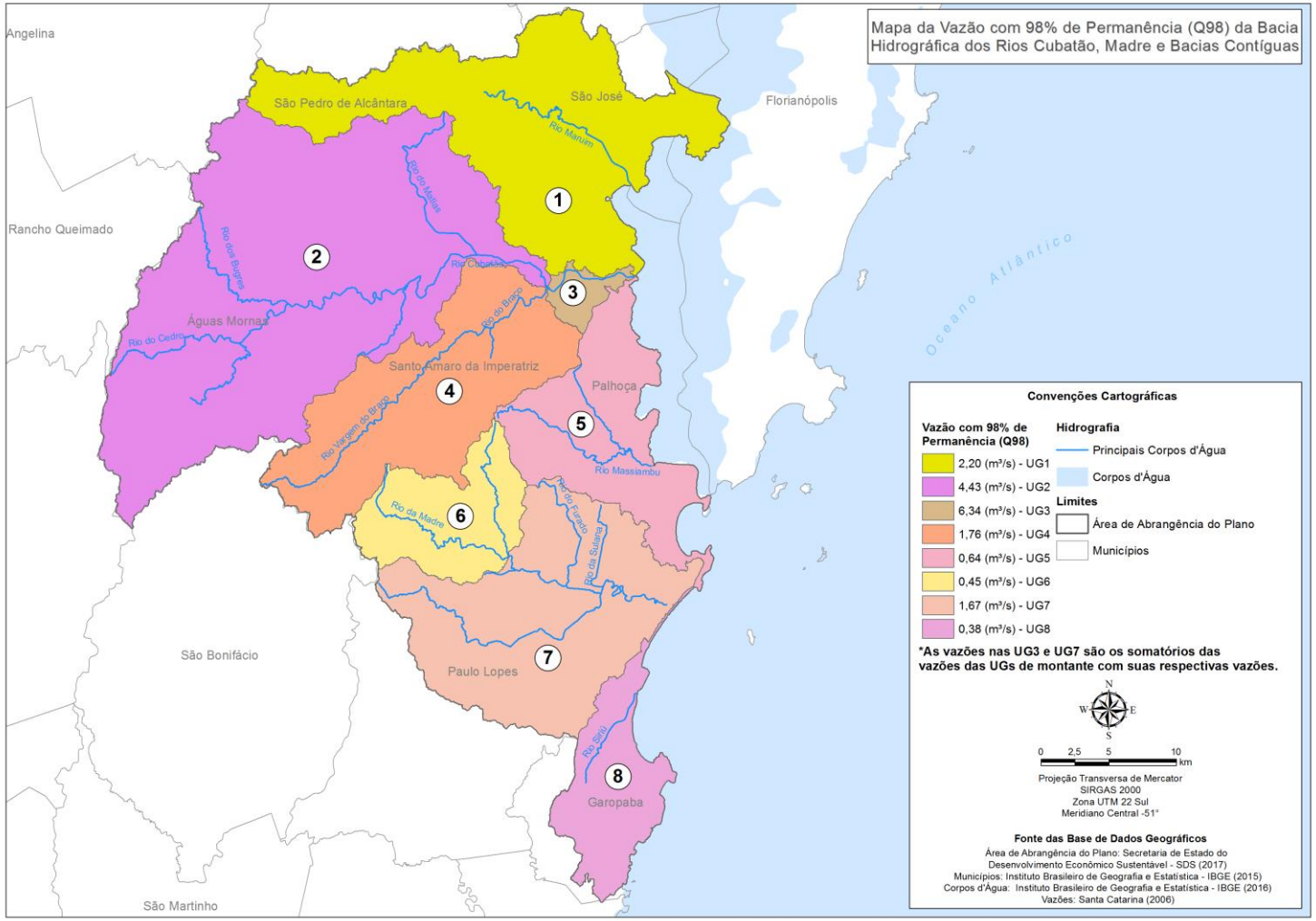


Figura 47 – Vazão com 98% do tempo nas UGs
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Vazões mínimas médias de t meses consecutivos

Na Tabela 41 e na Tabela 42 são apresentadas as vazões mínimas médias de t meses consecutivos por UF, conforme os cálculos efetuados com a equação de regionalização.

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66
Vazões mínimas médias de t meses consecutivos (m³/s)	1	3,71	6,31	0,21	9,03	2,51
	2	4,57	7,77	0,25	11,12	3,09
	3	5,16	8,78	0,29	12,56	3,49
	4	5,63	9,57	0,31	13,69	3,81
	5	6,02	10,23	0,33	14,64	4,07
	6	6,36	10,81	0,35	15,46	4,30
	7	6,66	11,32	0,37	16,20	4,51
	8	6,93	11,78	0,39	16,86	4,69
	9	7,18	12,21	0,40	17,46	4,86
	10	7,41	12,60	0,41	18,03	5,01
	11	7,62	12,96	0,42	18,55	5,16
	12	7,83	13,31	0,44	19,04	5,30

$$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$$

Tabela 41 – Vazões mínimas médias de t meses consecutivos

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazões mínimas médias de t meses consecutivos (m³/s)	1	1,93	1,16	3,09	4,25	1,14
	2	2,38	1,43	3,80	5,23	1,40
	3	2,69	1,61	4,29	5,90	1,58
	4	2,93	1,76	4,68	6,44	1,72
	5	3,13	1,88	5,01	6,88	1,84
	6	3,31	1,98	5,29	7,27	1,95
	7	3,47	2,08	5,54	7,61	2,04
	8	3,61	2,16	5,76	7,92	2,12
	9	3,74	2,24	5,97	8,21	2,20
	10	3,86	2,31	6,16	8,47	2,27
	11	3,97	2,38	6,34	8,72	2,33
	12	4,07	2,44	6,51	8,95	2,39

$$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$$

Tabela 42 – Vazões mínimas médias de t meses consecutivos (continuação)

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Vazões mínimas médias de t meses consecutivos e período de retorno T

A análise da distribuição probabilística (tempos de retorno) das vazões mínimas anuais médias para cada t meses (um a 12 meses) de duração (por UG) foram calculadas utilizando os coeficientes apresentados na Tabela 42 e exibidos da Tabela 43 até a Tabela 54.

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima de um mês consecutivo (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	3,55	6,33	0,28	8,67	2,68	1,86	1,33	2,99	4,08	1,15
	2,5	3,11	5,54	0,24	7,59	2,35	1,62	1,17	2,62	3,57	1,00
	5	2,18	3,89	0,17	5,33	1,65	1,14	0,82	1,84	2,51	0,70
	10	1,63	2,90	0,13	3,97	1,23	0,85	0,61	1,37	1,87	0,53
	15	1,41	2,51	0,11	3,43	1,06	0,73	0,53	1,18	1,61	0,45
	20	1,30	2,31	0,10	3,16	0,98	0,68	0,49	1,09	1,49	0,42
	25	1,22	2,18	0,10	2,98	0,92	0,64	0,46	1,03	1,40	0,39
	50	1,11	1,98	0,09	2,71	0,84	0,58	0,42	0,94	1,27	0,36
	100	1,04	1,85	0,08	2,53	0,78	0,54	0,39	0,87	1,19	0,33

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;

$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 43 – Vazão mínima de um mês consecutivo e período de retorno T (anos) por UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro	UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG	Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)	283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)	1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Vazão mínima de dois meses consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	4,38	7,79	0,34	10,67	3,30	2,28	1,64	3,68	5,02	1,41
	2,5	3,83	6,82	0,30	9,34	2,89	2,00	1,44	3,22	4,39	1,23
	5	2,69	4,79	0,21	6,56	2,03	1,40	1,01	2,26	3,08	0,87
	10	2,01	3,57	0,16	4,89	1,51	1,05	0,75	1,69	2,30	0,65
	15	1,73	3,08	0,14	4,22	1,31	0,90	0,65	1,46	1,99	0,56
	20	1,60	2,84	0,12	3,89	1,20	0,83	0,60	1,34	1,83	0,51
	25	1,50	2,68	0,12	3,67	1,14	0,79	0,56	1,27	1,73	0,48
	50	1,37	2,44	0,11	3,34	1,03	0,71	0,51	1,15	1,57	0,44
	100	1,28	2,27	0,10	3,11	0,96	0,67	0,48	1,07	1,46	0,41

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;

$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 44 – Vazão mínima de 2 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima de três meses consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	4,94	8,80	0,39	12,05	3,73	2,58	1,86	4,16	5,67	1,59
	2,5	4,32	7,70	0,34	10,55	3,26	2,26	1,62	3,64	4,96	1,39
	5	3,04	5,41	0,24	7,41	2,29	1,59	1,14	2,56	3,48	0,98
	10	2,26	4,03	0,18	5,52	1,71	1,18	0,85	1,91	2,60	0,73
	15	1,96	3,48	0,15	4,77	1,48	1,02	0,73	1,65	2,24	0,63
	20	1,80	3,21	0,14	4,39	1,36	0,94	0,68	1,52	2,07	0,58

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
	25	1,70	3,03	0,13	4,14	1,28	0,89	0,64	1,43	1,95	0,55
	50	1,54	2,75	0,12	3,77	1,17	0,81	0,58	1,30	1,77	0,50
	100	1,44	2,57	0,11	3,52	1,09	0,75	0,54	1,21	1,65	0,46

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;
$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 45 – Vazão mínima de 3 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima de quatro meses consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	5,39	9,59	0,42	13,14	4,07	2,81	2,02	4,54	6,18	1,74
	2,5	4,71	8,40	0,37	11,50	3,56	2,46	1,77	3,97	5,41	1,52
	5	3,31	5,90	0,26	8,08	2,50	1,73	1,24	2,79	3,80	1,07
	10	2,47	4,40	0,19	6,02	1,86	1,29	0,93	2,08	2,83	0,80
	15	2,13	3,80	0,17	5,20	1,61	1,11	0,80	1,80	2,45	0,69
	20	1,96	3,50	0,15	4,79	1,48	1,03	0,74	1,65	2,25	0,63
	25	1,85	3,30	0,14	4,52	1,40	0,97	0,70	1,56	2,12	0,60
	50	1,68	3,00	0,13	4,11	1,27	0,88	0,63	1,42	1,93	0,54
	100	1,57	2,80	0,12	3,83	1,19	0,82	0,59	1,32	1,80	0,51

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;
$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 46 – Vazão mínima de 4 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima de cinco meses consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	5,76	10,26	0,45	14,05	4,35	3,01	2,16	4,85	6,61	1,86
	2,5	5,04	8,98	0,39	12,29	3,80	2,63	1,89	4,24	5,78	1,63
	5	3,54	6,30	0,28	8,64	2,67	1,85	1,33	2,98	4,06	1,14
	10	2,64	4,70	0,21	6,44	1,99	1,38	0,99	2,22	3,03	0,85
	15	2,28	4,06	0,18	5,56	1,72	1,19	0,86	1,92	2,62	0,74
	20	2,10	3,74	0,16	5,12	1,58	1,10	0,79	1,77	2,41	0,68
	25	1,98	3,53	0,15	4,83	1,49	1,03	0,74	1,67	2,27	0,64
	50	1,80	3,21	0,14	4,39	1,36	0,94	0,68	1,52	2,06	0,58
	100	1,68	2,99	0,13	4,10	1,27	0,88	0,63	1,41	1,93	0,54

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;
$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 47 – Vazão mínima de 5 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro	UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG	Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)	283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)	1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Vazão mínima de seis meses consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	6,08	10,84	0,48	14,84	4,59	3,18	2,28	5,12	6,98	1,96
	2,5	5,32	9,48	0,42	12,99	4,02	2,78	2,00	4,48	6,11	1,72
	5	3,74	6,66	0,29	9,12	2,82	1,95	1,40	3,15	4,29	1,21
	10	2,79	4,97	0,22	6,80	2,10	1,46	1,05	2,35	3,20	0,90
	15	2,41	4,29	0,19	5,87	1,82	1,26	0,90	2,03	2,76	0,78
	20	2,22	3,95	0,17	5,41	1,67	1,16	0,83	1,87	2,54	0,72
	25	2,09	3,72	0,16	5,10	1,58	1,09	0,79	1,76	2,40	0,67
	50	1,90	3,39	0,15	4,64	1,43	0,99	0,71	1,60	2,18	0,61
	100	1,77	3,16	0,14	4,33	1,34	0,93	0,67	1,49	2,04	0,57

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;
$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 48 – Vazão mínima de 6 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima de sete meses consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	6,37	11,35	0,50	15,54	4,81	3,33	2,39	5,37	7,31	2,05
	2,5	5,58	9,93	0,44	13,60	4,21	2,91	2,09	4,70	6,39	1,80
	5	3,92	6,97	0,31	9,55	2,96	2,04	1,47	3,30	4,49	1,26
	10	2,92	5,20	0,23	7,12	2,20	1,52	1,10	2,46	3,35	0,94
	15	2,52	4,49	0,20	6,15	1,90	1,32	0,95	2,12	2,89	0,81
	20	2,32	4,14	0,18	5,67	1,75	1,21	0,87	1,96	2,66	0,75

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
	25	2,19	3,90	0,17	5,34	1,65	1,14	0,82	1,84	2,51	0,71
	50	1,99	3,55	0,16	4,86	1,50	1,04	0,75	1,68	2,28	0,64
	100	1,86	3,31	0,15	4,53	1,40	0,97	0,70	1,57	2,13	0,60

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;
$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 49 – Vazão mínima de 7 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima de oito meses consecutivos (m^3/s) e período de retorno T (anos)	2	6,63	11,81	0,52	16,18	5,01	3,46	2,49	5,59	7,61	2,14
	2,5	5,80	10,34	0,45	14,16	4,38	3,03	2,18	4,89	6,66	1,87
	5	4,08	7,26	0,32	9,94	3,08	2,13	1,53	3,43	4,67	1,31
	10	3,04	5,41	0,24	7,41	2,29	1,59	1,14	2,56	3,49	0,98
	15	2,63	4,68	0,21	6,40	1,98	1,37	0,99	2,21	3,01	0,85
	20	2,42	4,31	0,19	5,90	1,82	1,26	0,91	2,04	2,77	0,78
	25	2,28	4,06	0,18	5,56	1,72	1,19	0,86	1,92	2,61	0,74
	50	2,07	3,69	0,16	5,06	1,56	1,08	0,78	1,75	2,38	0,67
	100	1,93	3,45	0,15	4,72	1,46	1,01	0,73	1,63	2,22	0,62

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;
$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 50 – Vazão mínima de 8 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima de nove meses consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	6,87	12,24	0,54	16,76	5,19	3,59	2,58	5,79	7,88	2,22
	2,5	6,01	10,71	0,47	14,67	4,54	3,14	2,26	5,06	6,90	1,94
	5	4,22	7,52	0,33	10,30	3,19	2,20	1,59	3,56	4,84	1,36
	10	3,15	5,61	0,25	7,68	2,38	1,64	1,18	2,65	3,61	1,02
	15	2,72	4,84	0,21	6,63	2,05	1,42	1,02	2,29	3,12	0,88
	20	2,50	4,46	0,20	6,11	1,89	1,31	0,94	2,11	2,87	0,81
	25	2,36	4,21	0,18	5,76	1,78	1,23	0,89	1,99	2,71	0,76
	50	2,15	3,82	0,17	5,24	1,62	1,12	0,81	1,81	2,46	0,69
	100	2,00	3,57	0,16	4,89	1,51	1,05	0,75	1,69	2,30	0,65

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;

$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 51 – Vazão mínima de 9 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima de dez meses consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	7,09	12,63	0,55	17,30	5,35	3,70	2,66	5,97	8,13	2,29
	2,5	6,20	11,05	0,48	15,14	4,68	3,24	2,33	5,23	7,12	2,00
	5	4,36	7,76	0,34	10,63	3,29	2,27	1,64	3,67	5,00	1,41
	10	3,25	5,79	0,25	7,93	2,45	1,70	1,22	2,74	3,73	1,05
	15	2,81	5,00	0,22	6,85	2,12	1,47	1,05	2,36	3,22	0,91

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
	20	2,59	4,60	0,20	6,31	1,95	1,35	0,97	2,18	2,97	0,83
	25	2,44	4,34	0,19	5,95	1,84	1,27	0,92	2,05	2,80	0,79
	50	2,22	3,95	0,17	5,41	1,67	1,16	0,83	1,87	2,54	0,71
	100	2,07	3,68	0,16	5,05	1,56	1,08	0,78	1,74	2,37	0,67

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;
$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 52 – Vazão mínima de 10 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima de 11 meses consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	7,30	13,00	0,57	17,80	5,51	3,81	2,74	6,15	8,37	2,35
	2,5	6,38	11,37	0,50	15,57	4,82	3,33	2,40	5,38	7,32	2,06
	5	4,48	7,99	0,35	10,94	3,38	2,34	1,68	3,78	5,14	1,45
	10	3,34	5,96	0,26	8,16	2,52	1,75	1,26	2,82	3,84	1,08
	15	2,89	5,14	0,23	7,05	2,18	1,51	1,08	2,43	3,31	0,93
	20	2,66	4,74	0,21	6,49	2,01	1,39	1,00	2,24	3,05	0,86
	25	2,51	4,47	0,20	6,12	1,89	1,31	0,94	2,11	2,88	0,81
	50	2,28	4,06	0,18	5,56	1,72	1,19	0,86	1,92	2,62	0,74
	100	2,13	3,79	0,17	5,19	1,61	1,11	0,80	1,79	2,44	0,69

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;
$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 53 – Vazão mínima de 11 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG
Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55	139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66	1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima de 12 meses consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	7,49	13,34	0,59	18,27	5,65	3,91	2,81	6,31	8,59	2,41
	2,5	6,55	11,67	0,51	15,99	4,95	3,42	2,46	5,52	7,52	2,11
	5	4,60	8,20	0,36	11,23	3,47	2,40	1,73	3,88	5,28	1,48
	10	3,43	6,11	0,27	8,37	2,59	1,79	1,29	2,89	3,94	1,11
	15	2,96	5,28	0,23	7,23	2,24	1,55	1,11	2,50	3,40	0,96
	20	2,73	4,86	0,21	6,66	2,06	1,43	1,03	2,30	3,13	0,88
	25	2,57	4,59	0,20	6,28	1,94	1,34	0,97	2,17	2,95	0,83
	50	2,34	4,17	0,18	5,71	1,77	1,22	0,88	1,97	2,68	0,75
	100	2,18	3,89	0,17	5,33	1,65	1,14	0,82	1,84	2,51	0,70

$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$;

$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$.

Tabela 54 – Vazão mínima de 12 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Vazões mínimas anuais médias de sete dias consecutivos

As vazões mínimas anuais de sete dias consecutivos são os menores valores das vazões mínimas médias de sete dias consecutivos dentro do ano hidrológico da região, obtidas da série de vazões naturais médias diárias dos postos fluviométricos estudados. Aplicando-se a equação de regionalização, alcançou-se as médias das vazões mínimas anuais médias de sete dias consecutivos para as UGs apresentadas nas Tabela 55 e na Tabela 56.

Parâmetro	UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4
Nome da UG	Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço
Média das vazões mínimas anuais médias de sete dias consecutivos – $Q_{MIN,7}$ (m³/s)	1,98	4,06	0,13	5,81	1,62

$$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$$

Tabela 55 – Vazões mínimas anuais médias de 7 dias consecutivos

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro	UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG	Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
Média das vazões mínimas anuais médias de sete dias consecutivos – $Q_{MIN,7}$ (m³/s)	0,89	0,65	1,74	2,39	0,54

$$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$$

Tabela 56 – Vazões mínimas anuais médias de 7 dias consecutivos (continuação)

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Vazões mínimas anuais médias de sete dias Consecutivos e período de retorno T

A distribuição probabilística (tempos de retorno) das vazões mínimas anuais médias de sete dias consecutivos foi calculada para as UGs e estão apresentadas na Tabela 57 e na Tabela 58. As vazões mínimas de sete dias consecutivos e período de retorno de dez anos (vazão ecológica) por UG estão apresentados na Figura 48.

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4
Nome da UG		Maruim	Cubatão	Foz do Cubatão		Vargem do Braço
AD (km²)		283,90	519,04	16,97	742,56	206,55
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1723,80	1791,93	1698,83	1773,05	1731,66
Vazão mínima anual média de sete dias consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	1,94	3,98	0,13	5,69	1,58
	2,5	1,78	3,65	0,12	5,23	1,45
	5	1,39	2,84	0,09	4,07	1,13
	10	**1,15**	**2,36**	**0,08**	**3,37**	**0,94**
	15	1,05	2,15	0,07	3,08	0,86
	20	0,99	2,03	0,07	2,90	0,81
	25	0,95	1,95	0,06	2,79	0,78

Parâmetro		UG1	UG2	UG3	UG3*	UG4
	50	0,81	1,67	0,05	2,38	0,66
	100	0,69	1,42	0,05	2,03	0,57

$$UG3^{*} = UG2 + UG3 + UG4$$

Tabela 57 – Vazões mínimas anuais médias de 7 dias consecutivos e período de retorno T

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Parâmetro		UG5	UG6	UG7	UG7*	UG8
Nome da UG		Massiambu	Cachoeiras	Madre		Siriú
AD (km²)		139,57	91,71	244,51	336,22	84,35
Precipitação média anual (método das isoietas) – P (mm/ano)		1696,45	1700,00	1677,04	1683,64	1637,96
Vazão mínima anual média de sete dias consecutivos (m³/s) e período de retorno T (anos)	2	0,84	0,61	1,64	2,25	0,51
	2,5	0,77	0,56	1,50	2,06	0,47
	5	0,58	0,42	1,13	1,56	0,35
	10	**0,47**	**0,34**	**0,91**	**1,24**	**0,28**
	15	0,43	0,31	0,84	1,15	0,26
	20	0,39	0,29	0,77	1,05	0,24
	25	0,38	0,27	0,73	1,01	0,23
	50	0,32	0,24	0,63	0,86	0,19
	100	0,30	0,22	0,57	0,79	0,18

$$UG7^{*} = UG6 + UG7 + UG8$$

Tabela 58 – Vazões mínimas anuais médias de 7 dias consecutivos e período de retorno T (continuação)

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

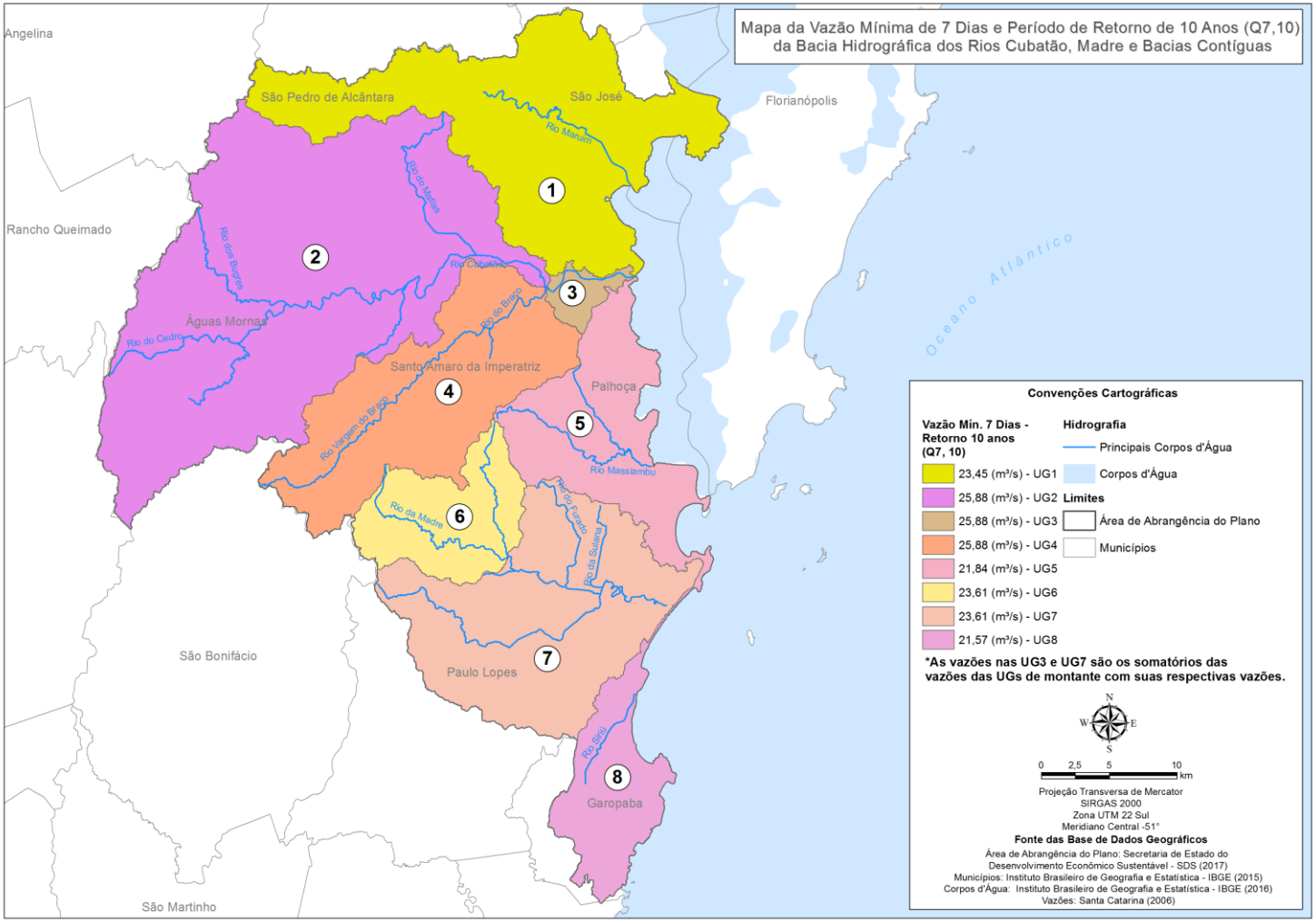


Figura 48 – Vazão mínima anual de sete dias consecutivos e período de retorno de 10 anos nas UG

Fonte: Santa Catarina (2006c). Elaboração própria (2017)

Reservação de água superficial

Conforme levantamentos de informações nas etapas anteriores, não foram identificados reservatórios com volumes significativos para reservação de água para abastecimento público (ou outros usos) dentro da região hidrográfica do PRH.

2.2. DIAGNÓSTICO DA DEMANDA HÍDRICA A PARTIR DE DADOS SOCIOECONÔMICOS

A demanda hídrica é constituída pela quantidade de água, expressa em vazão, que satisfaça as necessidades dos múltiplos usuários da água da bacia hidrográfica (SANTA CATARINA, 2006c; ANA, 2015b). Desta forma, a elaboração do diagnóstico das demandas hídricas implica na avaliação dos usos preponderantes de água nas bacias, complementando a avaliação da dinâmica socioeconômica e auxiliando na identificação de soluções para eventuais conflitos, resultantes dos usos múltiplos dos recursos hídricos. Posteriormente, as informações do diagnóstico das demandas hídricas possibilitarão a elaboração dos balanços hídricos das bacias, etapa na qual será avaliada a relação demanda e disponibilidade de água.

O tópico 1.1.1 apresenta o cálculo da demanda hídrica a partir de dados socioeconômicos. Neste caso, estão consideradas, de maneira integrada, as demandas provenientes de águas superficiais e subterrâneas das bacias. O tópico 2.6 exibe o cálculo da demanda hídrica proveniente exclusivamente de águas subterrâneas. As bases de dados existentes e as múltiplas fontes de informações disponíveis justificam a realização do cálculo da demanda hídrica, a partir das duas formas distintas.

Os usos múltiplos considerados no cálculo da demanda hídrica com base nos dados socioeconômicos foram: abastecimento urbano, abastecimento rural, abastecimento da população flutuante, aquicultura, criação animal, irrigação, uso industrial e mineração.

De modo geral, as estimativas de demanda hídrica para os múltiplos usos da água foram realizadas considerando o ano de 2016 como cenário hídrico atual (tempo presente do projeto). Para tal, os parâmetros econômicos necessários ao cálculo da demanda hídrica foram projetados para o ano de 2016.

O Diagnóstico da demanda hídrica será apresentado em escala municipal decorrente das bases de dados utilizadas. Posteriormente, na Etapa D, será realizada a desagregação das informações no âmbito das UGs, possibilitando assim o cálculo da demanda hídrica por UG. A desagregação será realizada a partir de informações de uso e ocupação do solo na área de estudo.

No tópico 1.1.1, são apresentadas as metodologias de estimativa de demanda hídrica por tipo de uso de água nas bacias. O Tópico 2.2.2 exibe as metodologias utilizadas na projeção dos parâmetros econômicos. Já no Tópico 2.2.3, é exposto o resultado do cálculo das demandas hídricas.

2.2.1. Metodologias para o cálculo da demanda hídrica por tipo de uso da água

Para o cálculo da demanda hídrica, foram considerados os usos múltiplos de água e as metodologias consolidadas de estimativa de demanda hídrica, segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC) (SANTA CATARINA, 2017c), o Operador Nacional do Sistema Elétrico (ONS, 2005) e o estado de Santa Catarina (2006a).

No cálculo da demanda hídrica, foram quantificadas as vazões de retirada, retorno e consumo para cada um dos usos de água: abastecimento urbano, abastecimento rural, abastecimento da população flutuante, aquicultura, criação animal, irrigação, uso industrial e mineração. A vazão de retirada consiste na água captada, destinada a atender os diversos usos consuntivos nas bacias. Uma parcela dessa água captada é devolvida ao ambiente após o uso, denominada vazão de retorno. A água não devolvida, ou a vazão de consumo, é calculada pela diferença entre a vazão de retirada e a vazão de retorno (ANA, 2005b; [2017?]b).

A estimativa da demanda hídrica foi realizada com base em dados secundários, levantados junto às instituições de iniciativa pública, privada e de sociedade civil organizada, tais como Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), SDS, ANA, agências reguladoras de saneamento, companhias de saneamento, secretarias municipais, cooperativas, sindicatos e associações empresariais e industriais. Dentre os dados secundários levantados, destacam-se: os dados econômicos, populacionais, de produtividade industrial e os coeficientes de consumo de água (per capita, tipologia animal, vegetal, área de plantio, área de irrigação e atividade industrial).

Os casos em que os limites físicos municipais não são coincidentes com os limites físicos das bacias também foram levados em consideração, por exemplo, para o município de São José, as informações de área da bacia e de população são as únicas que dispomos para o nível distrital e as atualizadas. A partir desse panorama, foi empregada uma média das duas porcentagens como critério de divisão dos dados pertencentes às bacias de estudo. Mais especificamente, São José (exceto o distrito de Barreiros) detém de 49,2% da população do município e 64,74% da área consta na área em estudo. Portanto, 56,97% será o critério para a divisão dos dados de São José inseridos no cálculo da demanda hídrica da área de estudo.

No caso dos municípios de Garopaba e Paulo Lopes, não há desagregação distrital no Censo de 2010. Logo, não foi possível fazer a distribuição das informações econômicas, sendo restrita apenas às áreas dos municípios inseridas nas bacias em estudo. Portanto, foram incluídas todas as informações do município na bacia em que a sede deste se localiza.

A região continental do município de Florianópolis, inserida nos limites da bacia, não será considerada no cálculo da demanda hídrica para as atividades de aquicultura, criação animal, irrigação e mineração. Tal iniciativa se deve a não representatividade destas atividades na região continental de Florianópolis para a demanda hídrica da bacia.

2.2.1.1. Abastecimento urbano

O abastecimento urbano residencial consiste na demanda de água necessária para atender à população residente nas áreas urbanas dos municípios das bacias de estudo. A metodologia proposta para o cálculo da demanda de abastecimento urbano engloba a população atendida por sistemas de abastecimento público e sistemas particulares, tais como residenciais e condominiais.

O município de Florianópolis é caracterizado como consumidor de água de abastecimento público da bacia do Rio Cubatão. Assim, para o cálculo da demanda hídrica de abastecimento urbano residente de Florianópolis, foi levado em consideração as regiões desse município atendidas pela bacia. Segundo o Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (PMISB) de Florianópolis (FLORIANÓPOLIS, 2011), os mananciais Rio Vargem do Braço e Rio Cubatão Sul, localizados nas bacias em estudo, abastecem o Sistema Integrado de Abastecimento da Região de Florianópolis (SIF). Tal sistema abrange os distritos administrativos: Sede Ilha, Sede Continente e Santo Antônio de Lisboa, conforme pode ser visualizado na Figura 49. Cruzando os dados de localização destes distritos com os dados do IBGE e o PMISB (FLORIANÓPOLIS, 2011), foram assumidas as seguintes hipóteses para a caracterização da demanda hídrica de abastecimento urbano de Florianópolis:

- O Sistema SIF abastece os seguintes bairros de Florianópolis: Abraão, Agronômica, Balneário, Barra do Sambaqui, Bom Abrigo, Cacupé, Canto, Centro, Colonninha, Coqueiros, Córrego Grande, Estreito, Itacurubi, Itaguaçu, Jardim Atlântico, João Paulo, José Mendes, Monte Cristo, Monte Verde, Pantanal, Saco dos Limões, Saco Grande, Sambaqui, Santa Mônica, Santo Antônio e Trindade. Para o cálculo da demanda hídrica de Florianópolis, levou-se em consideração somente a população destes bairros.
- Toda a população dos bairros supracitados é atendida pelo sistema SIF, desconsiderando os sistemas de captação individuais.
- Foram desconsiderados também outros mananciais de pequeno porte (não pertencentes à bacia de estudo) que abastecem o SIF.

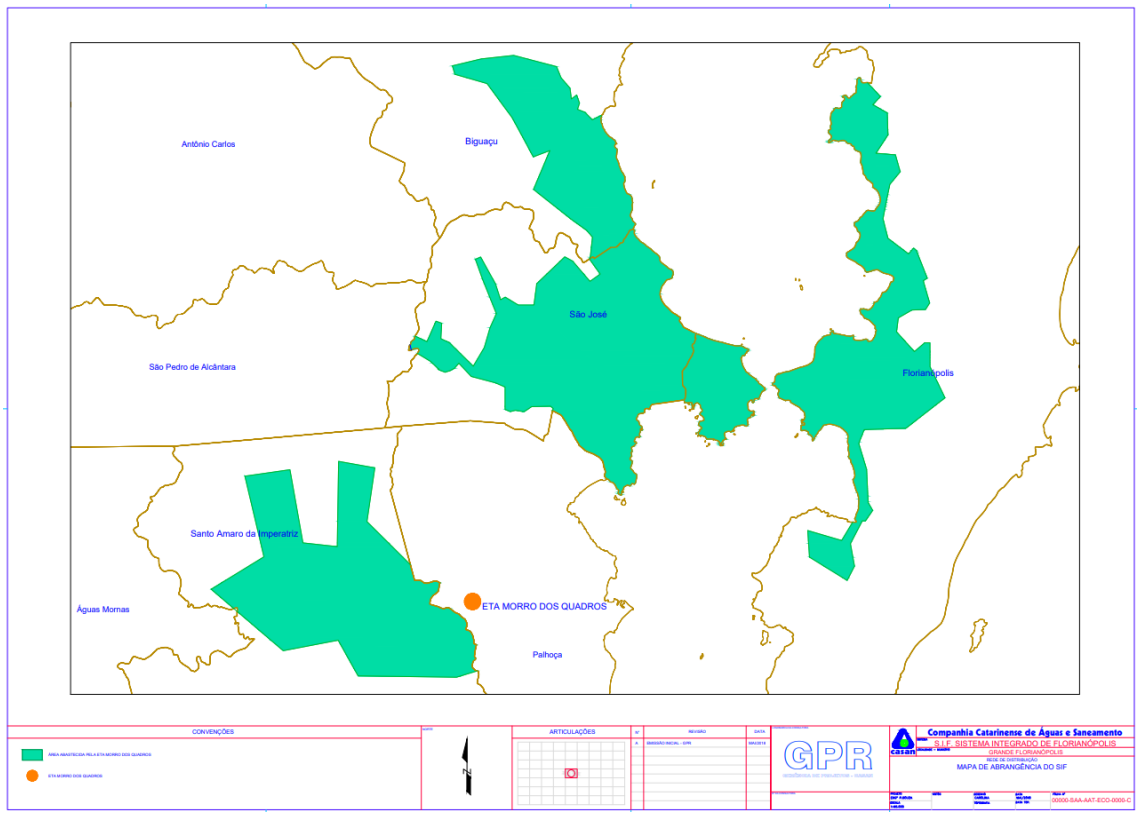


Figura 49 – Área abastecida pela ETA Morro dos Quadros
Fonte: Casan (2018)

Vazão de retirada

A vazão de retirada para abastecimento urbano residente foi calculada segundo a metodologia presente nas literaturas (SANTA CATARINA, 2006c; ONS, 2005). A Equação 1 apresenta a metodologia para o cálculo de demanda hídrica de retirada (*Q*) para abastecimento da população urbana residente da bacia.

Equação 1

$$Q = \sum Pop_i . CP_i$$

Nesse sentido, *Pop* é a população do município *i* residente nas áreas urbanas e CP é o coeficiente de captação *per capita* para o município *i*. Os dados de população residente nas áreas urbanas (*Pop*) foram obtidos na base de dados do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (BRASIL, [201-]) e estimados para o ano de 2016 por meio de um estimador ingênuo (*naive*). No método de estimação *naive*, a previsão para o período futuro é o valor imediatamente anterior, isto é, a previsão futura é o valor contemporâneo observado. Esse método é apropriado apenas para séries temporais e tem um desempenho de previsão adequado em um amplo conjunto de dados. Foi utilizada essa estratégia de previsão pela reduzida variação temporal dos dados e o curto horizonte de previsão (HYNDMAN; ATHANASOPOULOS, 2013).

Em 2016, a estimativa da população residente nas áreas urbanas de Florianópolis pela bacia foi realizada da seguinte forma: para cada bairro, foi analisada a percentagem de população municipal residente, no ano de 2010, em seguida, foi estimada a população

atendida em cada bairro, de acordo com a sua porcentagem populacional e a população estimada para 2016 pelo IBGE, considerando que a totalidade da população urbana dos bairros dessa região é atendida com sistema de abastecimento público de água.

A Tabela 59 apresenta a população residente nas áreas urbanas (número de habitantes) estimada para o ano de 2016 para cada um dos municípios das bacias, considerando as hipóteses supracitadas.

Município	População residente nas áreas urbanas (habitantes)
Águas Mornas	2.603
Florianópolis	256.736
Garopaba	18.221
Palhoça	159.017
Paulo Lopes	5.244
Santo Amaro da Imperatriz	16.815
São José	131.661
São Pedro de Alcântara	4.350

Tabela 59 – População residente nas áreas urbanas, em número de habitantes, estimada para o ano de 2016 para cada um dos municípios das bacias
Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

Os coeficientes de captação *per capita* (*CP*) para cada município da bacia foram calculados a partir da metodologia de Santa Catarina (2006a) com base na Equação 2.

Equação 2

$$CP_i = \frac{CM_i VE_i}{CE_i}$$

Onde, *CM* é o consumo médio *per capita* de água para o município *i*, VE é o volume de água disponibilizado por economia para o município *i* e CE é o consumo médio de água por economia para o município *i*. Tais coeficientes encontram-se disponíveis, por município, na base de dados do SNIS e consideram as perdas hídricas dos sistemas (BRASIL, [201-]). Para o cálculo da demanda hídrica, será assumida a hipótese que os coeficientes de captação *per capita* da população atendida por sistema de abastecimento público e sistemas particulares são semelhantes.

A Tabela 60 apresenta os coeficientes *CM*, *VE* e *CE* estimados para o ano de 2016 e o coeficiente *CP*, calculado para o ano de 2016, para cada um dos municípios das bacias estudadas.

Município	CM – Consumo médio per capita de água (l.hab-1.dia-1)	VE – Volume de água disponibilizado por economia (m³.mês-1)	CE – Consumo médio de água por economia (m³.mês-1)	CP – Coeficiente de captação per capita (m³.hab-1mês-1)
Águas Mornas	110,1	14,9	9,9	5,0
Florianópolis	178,2	20,3	12,5	8,7
Garopaba	180,9	13,2	9,3	7,7
Palhoça	155,1	19,9	12,7	7,3

Município	CM – Consumo médio per capita de água (l.hab-1.dia-1)	VE – Volume de água disponibilizado por economia (m³.mês-1)	CE – Consumo médio de água por economia (m³.mês-1)	CP – Coeficiente de captação per capita (m³.hab-1mês-1)
Paulo Lopes	104,4	14,8	9,4	4,9
Santo Amaro da Imperatriz	120,8	56,2	10,4	19,6
São José	148,3	15,0	11,1	6,0
São Pedro de Alcântara	76,6	12,7	9,6	3,1

Tabela 60 – Coeficientes CM, VE e CE estimados para o ano de 2016 e o coeficiente CP, calculado para o ano de 2016, para cada município

Fonte: Brasil, [201-]. Elaboração própria (2017)

Vazão de retorno

A estimativa da vazão de retorno para abastecimento da população urbana residente (*Qr*) para a bacia foi calculada de maneira análoga, respaldada na ONS (2005) e conforme a Equação 3.

Equação 3

$$Qr = \sum Qm_i.Kr$$

Logo, Qm_i é a vazão de retirada para abastecimento da população urbana residente do município *i* e *Kr* é a taxa de retorno de esgoto.

Para o município de Florianópolis, foi considerada somente a população residente nos bairros da região continental, onde ocorre vazão de retorno de água servida nos corpos hídricos da bacia. Os bairros de Florianópolis considerados no cálculo da demanda hídrica de retorno, segundo o levantamento realizado na base de dados do IBGE, são: Estreito, Coqueiros, Itaguaçu, Abraão, Jardim Atlântico, Balneário, Canto, Monte Cristo, Coloninha e Bom Abrigo.

A taxa de retorno de esgoto avalia a relação entre a água captada de um corpo hídrico e o quanto é devolvido a este na forma de esgotamento sanitário. A taxa de retorno de esgoto adotada foi de 0,8, conforme a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 1986) e análogo ao adotado no PERH/SC (FUNDAÇÃO CERTI, 2017a).

Consumo efetivo de água

A vazão efetivamente consumida pelo abastecimento da população urbana residente da bacia (*Qc*) foi estimada conforme a Equação 4.

Equação 4

$$Q_C = \sum Qm_i - Qr_i$$

2.2.1.2. Abastecimento rural

A demanda hídrica de abastecimento rural é a demanda de água necessária ao abastecimento da população residente nas áreas rurais dos municípios da bacia. A metodologia de demanda hídrica de abastecimento rural tem como base o estudo de ONS (2005). Análogo ao abastecimento urbano, a metodologia adotada para abastecimento rural engloba tanto a população atendida por sistemas de abastecimento público quanto por sistemas particulares.

Vazão de retirada

A Equação 5 apresenta a metodologia para o cálculo da demanda hídrica de retirada para abastecimento da população rural da bacia (*Q*).

Equação 5

$$Q = \sum Popr_i . CPr$$

Onde, $Popr_i$ é a população do município *i* residente nas áreas rurais e *Cpr* é o coeficiente de captação *per capita* rural.

A população residente nas áreas rurais foi calculada a partir da diferença entre a população total e a residente nas áreas urbanas. Os dados da população residente nas áreas urbanas de cada município da bacia foram obtidos na base de dados do SNIS e os dados da total de cada município da bacia por meio das estimativas populacionais municipais anuais do IBGE, estimados para o ano de 2016 através da estimativa *naive*.

Referente aos bairros de Florianópolis atendidos pela bacia, todos os domicílios são urbanos, de acordo com a classificação do IBGE, não havendo população rural nessas localidades. Desta forma, foi desconsiderado o município de Florianópolis no cálculo da demanda hídrica de abastecimento rural.

A Tabela 61 apresenta a população rural (número de habitantes) estimada para o ano de 2016 para cada um dos municípios da Bacia.

Município	População residente nas áreas rurais (habitantes)
Águas Mornas	3.603
Garopaba	3.352
Palhoça	2.378
Paulo Lopes	2.038
Santo Amaro da Imperatriz	5.451
São José	2.804
São Pedro de Alcântara	1.138

Tabela 61 – População residente nas áreas rurais, em número de habitantes, estimada para o ano de 2016 para cada um dos municípios das bacias
Fonte: Brasil ([201-]). Elaboração própria (2017)

O coeficiente de captação *per capita* rural adotado será igual a 100 l.habitante^{-1}.dia^{-1}, conforme indicado nos estudos da ANA (2015a).

Vazão de retorno

A estimativa da vazão de retorno para abastecimento da população rural da bacia (*Qre*) foi calculada de acordo com a Equação 6.

Equação 6

$$Qre_i = \sum Q_i . Kr$$

Onde, Q_i é a vazão de retirada para abastecimento rural do município *i* e *Kr* é a taxa de retorno de esgoto. A taxa de retorno de esgoto rural considerada foi igual a 0,5, conforme indicado pelo ONS (2005).

Consumo efetivo de água

A vazão de consumo para abastecimento rural da bacia (Q_C) foi estimada conforme a Equação 7.

Equação 7

$$Q_C = \sum Q_i - Qre_i$$

2.2.1.3. Abastecimento da população flutuante

O abastecimento da população flutuante trata da demanda de água da população não residente, ou seja, a parcela da população que permanece na localidade por um período determinado. Embora a população flutuante seja predominantemente composta por turistas, também estão inclusos trabalhadores, pessoas visitando familiares, dentre outras (CAMPANÁRIO, 2007; MPB ENGENHARIA, 2011; ZUANAZZI; BARTELS, 2016).

A metodologia para o cálculo da demanda hídrica de abastecimento da população flutuante tem como base o PERH (FUNDAÇÃO CERTI, 2017a) e a metodologia exposta por Campanário (2007). A metodologia leva em consideração o número médio de visitantes não residentes, o tempo de permanência médio para os visitantes e um coeficiente de água associado.

A sazonalidade da população flutuante foi levada em consideração, para o cálculo da demanda hídrica, distribuído ao longo dos meses do ano. Para tal, foi realizado um cálculo baseado na taxa de ocupação hoteleira da região turística em que o município se encontra. Foram utilizados também os dados de ocupação hoteleira da Associação Brasileira da Indústria de Hotéis de Santa Catarina (ABIH-SC, 2017) de 2014 a 2016. Ressalta-se que foi empregada a taxa média de ocupação de 2014 a 2016 com a finalidade de reduzir o efeito de eventos esporádicos na série. A soma das taxas mensais de ocupação foi considerada equivalente à vazão hídrica anual, equiparando proporcionalmente, através dos percentuais, os meses com maior ocupação aqueles com maior vazão.

Vazão de retirada

A estimativa de vazão de retirada para abastecimento da população flutuante da bacia (*Qa*) é realizada conforme a Equação 8 e Equação 9.

Equação 8

$$Qa = \sum Qam_i$$

Equação 9

$$Qam_i = \Sigma Pop_i . CP_i \, t_i$$

Qam representa a vazão de retirada para abastecimento da população flutuante do município *i*, *Pop* é a população flutuante do município *i*, *CP* é o coeficiente de captação *per capita* para o município *i* e *t* é o tempo de estadia da população flutuante no município *i*.

As estimativas de visitantes internacionais e nacionais discriminadas por municipalidades, componentes da população flutuante dos municípios, foram obtidas por meio de dados da Categorização dos Municípios das Regiões Turísticas do Mapa do Turismo Brasileiro, realizada pelo Ministério do Turismo, e do Estudo da Demanda Turística, realizado pela Santa Catarina Turismo (Santur, 2017a). A Categorização do Ministério do Turismo estabelece o número de visitas internacionais e nacionais por município, sendo esta, no entanto, publicada no ano de 2016, com base nos dados dos anos de 2012 e 2013.

Para o município de Florianópolis, análogo ao estabelecido na demanda hídrica de abastecimento urbano, foi considerado apenas a população flutuante dos distritos administrativos: Sede Ilha, Sede Continente e Santo Antônio de Lisboa. Para tal, foi estabelecido um coeficiente de proporcionalidade entre a população total flutuante dos três distritos e a população total flutuante de Florianópolis estimada para 2016 no PMISB (FLORIANÓPOLIS, 2011).

A quantidade estimada de visitantes, por município da Bacia, é apresentada na Tabela 62.

Município	Quantidade estimada de visitantes
Águas Mornas	3.122
Florianópolis	612.263
Garopaba	378.115
Palhoça	141.031
Paulo Lopes	15.607
Santo Amaro da Imperatriz	3.122
São José	33.787
São Pedro de Alcântara	-

Tabela 62 – Quantidade estimada de visitantes, por município no ano de 2016
Fonte: Santur (2017a). Elaboração própria (2017)

Foram adotados os coeficientes de captação *per capita* (CP) por município da bacia da atividade de abastecimento urbano, conforme apresentado na Tabela 62.

O tempo de estadia da população flutuante por município foi estabelecido com base nos Estudos de Demanda Turística da Santur (2017a). Foram utilizados os dados de tempo de permanência médio (em dias) em todos os meios de hospedagem, incluindo o valor médio

entre o tempo de permanência de turistas nacionais e estrangeiros. Para os municípios que não possuem estudo específico de tempo de permanência, foi adotado o valor genérico do estado de Santa Catarina, que é de 8,62 dias. Para Florianópolis, foi empregado o valor médio entre os tempos de permanência levantados de janeiro, fevereiro e março de 2010.

Os tempos de estadia da população flutuante, estabelecidos por município da Bacia, são exibidos na Tabela 63.

Município	Tempo médio de estadia (dias)
Águas Mornas	8,62
Florianópolis	8,11
Garopaba	8,25
Palhoça	6,68
Paulo Lopes	8,62
Santo Amaro da Imperatriz	8,62
São José	8,62
São Pedro de Alcântara	8,62

Tabela 63 – Tempos médio de estadia da população flutuante adotados para os municípios das bacias
Fonte: Santur (2017a). Elaboração própria (2017)

Vazão de retorno

A estimativa da vazão de retorno para abastecimento da população flutuante (*Qr*) para o município (*i*) foi realizada de acordo com a Equação 10.

Equação 10

$$Qr_i = \sum Qam_i . Kr$$

Onde *Qam* é a vazão de retirada para abastecimento da população flutuante do município *i* e *Kr* é a taxa de retorno de esgoto. A taxa de retorno de esgoto adotada foi de 0,8, conforme a ABNT (1986) e análogo ao adotado no PERH (FUNDAÇÃO CERTI, 2017).

Consumo efetivo de água

A vazão de consumo para abastecimento da população flutuante da bacia (Q_C) foi estimada conforme a Equação 11.

Equação 11

$$Q_C = \sum Qam_i - Qr_i$$

2.2.1.4. Aquicultura

Para o cálculo da demanda hídrica de aquicultura nas bacias, será considerada a atividade de piscicultura de água doce em viveiros. O cálculo teve como base a nota técnica da Epagri (2015b) e os coeficientes de consumo de unitários de água para enchimento de tanques estabelecidos no estudo de Santa Catarina ([201?]).

Foram assumidas também para esse cálculo as seguintes condições, conforme evidenciado pela Epagri (2015b): cultivo de peixes em tanques/viveiros de profundidade média de 1,00 m, construído em solo argiloso, com tempo de enchimento dos viveiros médio de 30 dias, período de cultivo médio de 300 dias e sem renovações de água durante o cultivo.

Vazão de retirada

A Equação 12 apresenta a metodologia para o cálculo de demanda hídrica de retirada de água para a atividade de aquicultura nas bacias (Qa).

Equação 12

$$Qa = \sum Al_i . q$$

Onde Al_i é a área superficial alagada para o município *i* e *q* é a taxa de retirada de água associada à atividade de piscicultura.

Para estimar a área alagada por município, para o ano de 2016, foram utilizados os dados da Centro de Diagnósticos Anátomo Patológicos (Cedap)/Epagri de produção anual da piscicultura entre os anos de 2012 e 2015. Foram considerados os dados de área alagada (ha) para as atividades de piscicultura amadora e de subsistência.

A Tabela 64 apresenta a área superficial alagada (ha) para a produção de piscicultura em água doce estimada por município para o ano de 2016.

Município	Área alagada (ha)
Águas Mornas	38
Garopaba	15
Palhoça	9
Paulo Lopes	4
Santo Amaro da Imperatriz	31
São José	9
São Pedro de Alcântara	29

Tabela 64 – Área superficial alagada (ha) para a produção de piscicultura em água doce estimada por município das bacias para o ano de 2016

Fonte: Epagri (2015d). Elaboração própria (2017)

Foi estabelecida uma taxa de retirada de água dos corpos hídricos para atividade de piscicultura de 351 m^3/mês/ha. Para tal, foi assumido um coeficiente de retirada de água para enchimento de tanques de 1,354 L/s/ha, conforme exposto nos estudos de Santa Catarina ([201?]) e nas condições de enchimento e cultivo exibidas anteriormente.

Vazão de retorno

A Equação 13 apresenta a metodologia para o cálculo de demanda hídrica de retorno de água para a atividade de aquicultura nas bacias (*Qr*).

Equação 13

$$Qr = \sum Al_i.qr$$

Onde, Al_i é a área superficial alagada para o município *i* e *qr* é a taxa de retorno de água associada à atividade de piscicultura.

Foi estabelecida uma taxa de retorno de água dos corpos hídricos para atividade de piscicultura de 349 m^3/mês/ha. Para tal, foi assumido um coeficiente de retorno de água utilizada para enchimento de tanques de 1,346 L/s/ha, conforme evidenciado nos estudos de Santa Catarina ([201?]) e nas condições de enchimento e cultivo supracitadas.

Consumo efetivo de água

A vazão de consumo para atividade de aquicultura (Q_C) foi estimada conforme a Equação 14.

Equação 14

$$Q_C = Qa - Qr$$

2.2.1.5. Criação animal

Na atividade de demanda hídrica para criação animal, o uso da água está associado à dessedentação animal e à limpeza em processos, tal qual a reprodução, criação e alimentação.

Vazão de retirada

A metodologia para o cálculo da demanda hídrica de retirada de água para a criação animal nas bacias (*Qa*) tem como base os estudos de Santa Catarina (2006a) e ONS (2005). A metodologia, conforme apresentada nas Equação 15 e Equação 16, leva em consideração o efetivo de rebanho por espécie e por município e o coeficiente de retirada de água associada ao tipo de espécie animal criada nas bacias em estudo.

Equação 15

$$Qa = \sum Qam_i$$

Equação 16

$$Qam_i = \sum Reb_{ji}.q_j$$

Onde Qam_i é a vazão de retirada para criação animal no município *i*, Reb_{ji} é o efetivo de rebanhos da espécie *j* no município *i* e *q* é o coeficiente de retirada de água *per capita* para a espécie *j*.

Os dados efetivo dos rebanhos por espécie e por município são provenientes da Pesquisa Pecuária Municipal do IBGE de 2015. Para possibilitar a realização das estimativas,

foram efetuadas agregações de grupo das espécies: bovinos e bubalinos; caprinos e ovinos; galináceos e codornas.

O efetivo de rebanhos por espécie animal e por município da bacia, estimados para o ano de 2016, são apresentados na Tabela 65.

Município	Efetivo dos rebanhos 2016 (nº de cabeças)					
	Bovinos e bubalinos	Equídeos	Suínos	Caprinos e ovinos	Galináceos e codornas	Total
Águas Mornas	7.293	20	0	37	173.501	**180.851**
Garopaba	5.746	319	0	125	1.171	**7.361**
Palhoça	7.455	934	0	959	132.325	**141.673**
Paulo Lopes	9.812	574	0	1.208	1.130	**12.724**
Santo Amaro da Imperatriz	12.266	555	0	470	13.854	**27.145**
São José	4.210	1.782	184	157	1.408	**7.741**
São Pedro de Alcântara	4.867	153	342	234	250.809	**256.405**

Tabela 65 – Efetivo de rebanhos por espécie animal e por município das bacias estimados para o ano de 2016
Fonte: IBGE (2015). Elaboração própria (2017)

Os coeficientes de retirada de água, atribuídos por cabeça de espécie animal, foram obtidos dos estudos de Santa Catarina (2006a; [201?]) e do ONS (2005). Foram assumidas as seguintes hipóteses na adoção dos coeficientes: criação de aves e de suínos é realizada majoritariamente de forma intensiva, enquanto de bovinos de forma extensiva. Além disso, nas espécies galináceas e codornas, foi atribuído o coeficiente de aves. Os valores dos coeficientes foram validados junto CEURH. Para tal, foram levantados os valores de coeficientes usualmente atribuídos, por espécie animal, nos cadastros aprovados para a atividade de criação animal.

Os coeficientes de retirada de água atribuídos por espécie animal criada nas bacias são apresentados na Tabela 66.

Espécie animal	Coeficiente de retirada ($L.cabeça^{-1}.dia^{-1}$)
Bovinos e bubalinos	50
Caprinos e ovinos	10
Equídeos	50
Galináceos e codornas	0,36
Suínos	12,5

Tabela 66 – Coeficientes de retirada de água atribuídos por espécie animal criada
Fonte: Santa Catarina (2006a; [201?]) e ONS (2005). Elaboração própria (2017)

Vazão de retorno

O cálculo de vazão de retorno requerida para a atividade de criação animal (*Qr*) tem como base a metodologia de Santa Catarina (2006a). Para tanto, assumiu-se que a vazão de retorno é semelhante à de retirada multiplicada por um coeficiente de proporcionalidade, que avalia a relação retirada e retorno de água por espécie animal, conforme evidenciado na Equação 17 e na Equação 18.

Equação 17

$$Qr = \sum Qrm_i$$

Equação 18

$$Qrm_i = \sum Reb_{ji}.qr_j$$

Onde Qrm_i é a vazão de retorno para criação animal no município *i*, Reb_{ji} é o efetivo de rebanhos da espécie *j* no município *i* e qr_j é o coeficiente de retorno de água *per capita* para a espécie *j*.

Os coeficientes de retorno foram determinados com base na proporcionalidade entre o volume captado e o de efluentes atribuído, por espécie animal, segundo os estudos de Santa Catarina (2006a). As proporcionalidades estabelecidas e os coeficientes de retorno por espécie animal são apresentados na Tabela 67. De modo a compatibilizar as espécies estabelecidas pelo estudo de Santa Catarina (2006a) e do IBGE de caracterização do rebanho, foram assumidas as seguintes hipóteses: para equídeos, foi atribuída a proporcionalidade de criação de animais de grande porte; e para galináceos e codornas, foi atribuída a proporcionalidade de criação de aves.

Espécie	Proporcionalidade (retorno/retirada)	Coeficientes de retorno (L.cabeça^{-1}.dia^{-1})
Bovinos e bubalinos	0,35	17,40
Caprinos e ovinos	0,54	5,40
Equídeos	0,31	15,70
Galináceos e codornas	0,99	0,36
Suínos	0,58	7,20

Tabela 67 – Proporcionalidade e coeficientes de retorno de água atribuídos por espécie animal criada nas bacias
Fonte: Santa Catarina (2006a). Elaboração própria (2017)

Consumo efetivo de água

A vazão de consumo para criação animal nas bacias (*Qc*) é obtida por meio da Equação 19 e da Equação 20.

Equação 19

$$Qc = \sum Qcm_i$$

Equação 20

$$Qcm_i = \sum Qam_i - Qrm_i$$

2.2.1.6. Irrigação

Esta demanda hídrica trata das vazões de água de retirada, retorno e consumo para a irrigação das culturas agrícolas nas bacias.

O cálculo da demanda hídrica para a atividade de irrigação tem como base os estudos desenvolvidos no âmbito do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH) (ANA, [2017?]b), do Atlas Irrigação (ANA, 2017b) e dos estudos da Fundação Arthur Bernardes (FUNARBE, 2011). A metodologia proposta avalia as demandas hídricas mensais de acordo com os ciclos de irrigação das culturas.

Em virtude da disponibilidade dos dados existentes de área irrigada, a demanda hídrica de irrigação foi calculada para o ano de 2015.

Vazão de retirada

A Equação 21 apresenta a metodologia para o cálculo de demanda hídrica de retirada de água para a atividade de irrigação nas bacias (*Qa*) no mês *i*.

Equação 21

$$Qai = \sum (Ala_{mi}.qa_{mi})(Alc_{mi}.qc_{mi})(Ald_{mi}.q_{mi})$$

Onde, Ala_{mi} é a área irrigada de arroz inundado do município *m* no mês *i*, qa_{mi} é a vazão específica de retirada de água para irrigação arroz inundado no município *m* no mês *i*, Alc_{mi} é a área irrigada de cana-de-açúcar do município *m*, qc_{mi} é a vazão específica de retirada de água para irrigação de cana-de-açúcar no município *m* no mês *i*, Ald_{mi} é a área irrigada para as demais culturas do município *m* e qd_{mi} é a vazão específica de retirada de água para irrigação das demais culturas no município *m* no mês *i*.

Os dados de área irrigada correspondem aos dados estimados pela ANA (2017c) para o ano de 2015 e são apresentados, por município das bacias, na Tabela 68.

Município	Área irrigada – 2015 (ha)			
	Arroz inundado	Cana-de-açúcar	Demais culturas e sistemas	Total
Águas Mornas	-	-	345	**345**
Garopaba	182	-	102	**284**
Palhoça	417	-	520	**937**
Paulo Lopes	1.473	-	34	**1.507**
Santo Amaro da Imperatriz	-	2	396	**397**
São José	-	-	9	**9**
São Pedro de Alcântara	-	-	79	**79**

Tabela 68 – Área irrigada, em 2015, por município das bacias
Fonte: ANA (2017c). Elaboração própria (2017)

Foram utilizadas como vazões específicas de retirada de água os coeficientes desenvolvidos pela Funarbe (2011) por município, tipo de cultura e mês do ano. Devido ao grau de agregação dos dados de área irrigada para as demais culturas e sistemas, foram utilizados os coeficientes médios por município das bacias (FUNARBE, 2011). Tais coeficientes levam em consideração os pesos das diferentes culturas irrigadas por município da bacia e por mês do ano. Para os municípios de Garopaba e São José, não foram desenvolvidos coeficientes de retirada de água para a cultura de arroz, sendo atribuídos para estes os coeficientes dos municípios de Paulo Lopes e Palhoça, respectivamente.

Em virtude da indisponibilidade de dados específicos de área irrigada por mês para cada cultura e município das bacias, foram distribuídos mensalmente os valores anuais de 2015. A distribuição mensal dos valores anuais de área irrigada para as culturas de cana-de-açúcar e demais culturas e sistemas foi realizada proporcionalmente, segundo a distribuição mensal dos coeficientes de retirada da Funarbe (2011). Já para o arroz irrigado, a distribuição mensal da área irrigada para o ano de 2015 foi realizada proporcionalmente, conforme a distribuição mensal da área irrigada estimada para o ano de 2006 (FURNABE, 2011).

Vazão de retorno

A Equação 22 apresenta a metodologia para o cálculo da demanda hídrica de retorno de água para a atividade de irrigação nas bacias (*Qr*) no mês *i*.

Equação 22

$$Qri = \sum (Ala_{mi}.qra_{mi})(Alc_{mi}.qrc_{mi})(Ald_{mi}.qrd_{mi})$$

Onde, *Ala* é a área irrigada de arroz inundado do município *m* no mês *i*, *qra* é a vazão específica de retorno de água para irrigação arroz inundado no município *m* no mês *i*, *Alc* é a área irrigada de cana-de-açúcar do município *m*, *qrc* é a vazão específica de retorno de água para irrigação de cana-de-açúcar no município *m* no mês *i*, *Ald* é a área irrigada para as demais culturas do município *m* e *qrd* é a vazão específica de retorno de água para irrigação das demais culturas no município *m* no mês *i*. Os coeficientes de retorno de água utilizados foram os estabelecidos no estudo da Funarbe (2011).

Consumo efetivo de água

A vazão de consumo para atividade de irrigação (Q_C) foi estimada conforme a Equação 23.

Equação 23

$$Q_C = Qa - Qr$$

2.2.1.7. Uso industrial

Na demanda hídrica de atividades industriais, o enfoque está no uso de água em processos industriais. Para tal, foram considerados os usos da água associados às indústrias de transformação e construção civil.

A demanda hídrica industrial será calculada a partir de duas metodologias distintas, aqui chamadas de metodologias A e B. Tal iniciativa se dá em virtude da disponibilidade de diferentes tipos de dados econômicos e metodologias existentes. Durante a análise crítica serão comparados os resultados dos cálculos por ambas as metodologias.

Para o cálculo da demanda hídrica industrial da região continental de Florianópolis, levou-se em consideração somente os empreendimentos industriais instalados nos bairros da região continental de Florianópolis (Estreito, Coqueiros, Itaguaçu, Abraão, Jardim Atlântico, Balneário, Canto, Monte Cristo, Coloninha e Bom Abrigo). Para tal levantamento, foi utilizado o banco de dados do Guia da Indústria SC da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catariana (Fiesc, [2017]).

Metodologia A

Vazão de retirada

A primeira metodologia para estimativa de demanda hídrica de retirada de água para o uso industrial nas bacias (*Qa*), conforme apresentado na Equação 24 e na Equação 25, levou em consideração: o valor adicionado bruto industrial, por tipo de atividade industrial e por município da bacia, e o coeficiente de retirada de água associado ao tipo de atividade industrial.

Equação 24

$$Qa = \sum Qam_i$$

Equação 25

$$Qam_i = \sum VAB_{ji}.q_j$$

Onde *Qam* é a vazão de retirada para uso industrial no município *i*, *VAB* é o valor adicionado bruto por tipo de atividade industrial *j* e por município *i* e *q* é o coeficiente de retirada de água por tipo de atividade industrial *j*.

Os dados de VAB_{ji} por tipo de atividade industrial e por municípios foram obtidos do IBGE (SANTA CATARINA, 2017). Os valores de VAB_{ji} foram estimados para 2016 com base no período histórico de dados entre os anos de 2010 a 2013. As demandas da indústria de transformação foram desagregadas de acordo com as categorias estabelecidas na base dados do IBGE. As categorias de indústria de transformação consideradas foram: alimentos e bebidas; automóveis; confecção e têxtil; demais atividades; eletrometal mecânica; e madeira e celulose. Já para a indústria da construção civil, foram apontados os valores agregados correspondentes à soma dos VAB_{ji} da construção civil de famílias e de empresas não-financeiras.

Os Valores Adicionados Brutos (VAB) a preços correntes (1.000 R$) estimados para 2016 das indústrias de transformação consideradas e da indústria de construção civil são apresentados na Tabela 69.

Município	VAB (1.000 R$) (preços correntes)						
	Alimentos e bebidas	Automóveis	Confecção e têxtil	Demais atividades (transformação)	Eletrometal mecânica	Madeira e celulose	Construção civil
Águas Mornas	57	-	-	19	12.372	398	14.301
Florianópolis	3.886	5.745	12.289	7.734	5.289	825	185.756
Garopaba	887	-	6.914	9.007	503	742	16.747
Palhoça	28.235	99.655	15.153	54.307	60.888	42.081	422.174
Paulo Lopes	2.316	31	15	3.344	148	679	10.598
Santo Amaro da Imperatriz	4.884	51	1.468	1.698	1.269	2.423	56.997
São José	25.166	19.922	10.561	183.879	33.719	6.796	400.735
São Pedro de Alcântara	32	-	-	38	180	200	3.498

Tabela 69 – VAB a preços correntes (1.000 R$) estimados para 2016 por tipo de atividade industrial e por município das bacias

Fonte: Santa Catarina (2017). Elaboração própria (2017)

Os coeficientes de retirada de água, por tipo de atividade industrial, são provenientes do estudo do ONS (2005). Tais coeficientes foram apresentados pelo ONS em dólares americanos (US$). Para conversão em reais, foi empregada a taxa de câmbio de compra média do ano de 2016, de 3,4827 $R\$.US\$^{-1}$, disponibilizada pelo Banco Central do Brasil (BCB, [2017]). Essa taxa contempla as eventuais variações dentro do período, minimizando o efeito de eventos atípicos.

Os coeficientes foram atribuídos, consoante às categorias de atividades industriais da base de dados do IBGE, assumindo as seguintes hipóteses:

- Alimentos e bebidas: o ONS (2005) apresenta coeficientes distintos para indústria de bebidas e de alimentos. De modo conservador, foi adotado o coeficiente de retirada de maior valor, referente à indústria de produtos alimentares.
- Automóveis, demais atividades industriais de transformação mecânica e construção civil: não possuíam atribuições de coeficientes específicos, logo, foi adotado o coeficiente genérico de demanda hídrica para atividade industrial.
- Confecção e têxtil: foram adotados os coeficientes da indústria têxtil.
- Eletrometal mecânica: de modo conservador, foram adotados os coeficientes da indústria mecânica.
- Madeira e celulose: de modo conservador, foram atribuídos os coeficientes da indústria de papel (celulose).

Os coeficientes de retirada de água atribuídos por tipo de atividade industrial são apresentados na Tabela 70.

Setor	Atividade	Coeficiente de retirada (m^3/US$)
Transformação	Alimentos e bebidas	0,02708
	Automóveis	0,02713
	Confecção e têxtil	0,03064
	Demais atividades industriais de transformação	0,02713

Setor	Atividade	Coeficiente de retirada (m³/US$)
	Eletrometal mecânica	0,01132
	Madeira e celulose	0,08545
Construção civil	Construção civil (empresas não-financeiras e famílias)	0,02713

Tabela 70 – Coeficientes de retirada de água atribuídos por tipo de atividade industrial
Fonte: ONS (2005). Elaboração própria (2017)

Vazão de retorno

A metodologia para estimativa de demanda hídrica de retorno de água para o uso industrial nas bacias (*Qr*), conforme apresentado na Equação 26 e na Equação 27, é análoga à metodologia para a retirada de água, substituindo apenas o coeficiente de retirada por um de retorno de água associado ao tipo de atividade industrial.

Equação 26

$$Qr = \sum Qrm_i$$

Equação 27

$$Qrm_i = \sum VAB_{ji}.qr_j$$

Onde Qrm_i é a vazão de retorno para uso industrial no município *i*, VAB_{ji} é o valor adicionado bruto por tipo de atividade industrial *j* e por município *i* e qr_j é o coeficiente de retorno de água por tipo de atividade industrial *j*.

Os VAB_{ji}, estimados para 2016, por tipo de atividade industrial e por município, estão apresentados no tópico de retirada de água.

Os coeficientes de retorno de água, por tipo de atividade industrial, são provenientes do estudo do ONS (2005). No estabelecimento dos coeficientes de retorno, foram assumidas hipóteses e estimativas análogas à vazão de retirada para uso industrial.

Os coeficientes de retorno de água atribuídos por tipo de atividade industrial são apresentados na Tabela 71.

Setor	Atividade	Coeficiente de retorno (m³/US$)
Transformação	Alimentos e bebidas	0,02166
	Automóveis	0,02176
	Confecção e têxtil	0,02451
	Demais atividades industriais de transformação	0,02176
	Eletrometalmecânica	0,00905
	Madeira e celulose	0,06836
Construção civil	Construção civil (empresas não-financeiras e famílias)	0,02176

Tabela 71 – Coeficientes de retorno de água atribuídos por tipo de atividade industrial.
Fonte: ONS (2005). Elaboração própria (2017)

Consumo efetivo de água

A vazão de consumo para uso industrial nas bacias (*Qc*) é obtida por meio da Equação 28 e da Equação 29.

Equação 28

$$Qc = \sum Qcm_i$$

Equação 29

$$Qcm_i = \sum Qam_i - Qrm_i$$

Metodologia B

Vazão de retirada

A segunda metodologia aplicada para estimativa de demanda hídrica de retirada de água para o uso industrial nas bacias (*Qa*), conforme apresentado na Equação 30 e na Equação 31, levou em consideração o número de empregados por indústria e por município e o coeficiente de retirada de água associado ao tipo de atividade industrial. Tal metodologia está baseada no estudo realizado ANA (2017a).

Equação 30

$$Qa = \sum Qam_i$$

Equação 31

$$Qam_i = \sum N_{ji}.q_j$$

Onde Qam_i é a vazão de retirada para uso industrial no município *i*, N_{ji} é o número de empregados por tipo de atividade industrial *j* e por município *i,* e q_j é o coeficiente de retirada de água por tipo de atividade industrial *j*.

O número de funcionários por tipo de atividade industrial e por município das bacias foi obtido pelo Guia da Indústria SC da Fiesc ([2017]). Para o cálculo da demanda, foram selecionadas as atividades indústrias que exibiram coeficientes técnicos de retirada de água disponibilizados pela ANA (2017a). A seleção das indústrias contempladas no cálculo da demanda hídrica ocorreu a partir da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) e da descrição da atividade realizada.

Vazão de retorno

A estimativa de demanda hídrica de retorno de água para o uso industrial nas bacias (*Qr*) é apresentada na Equação 32 e na Equação 33.

Equação 32

$$Qr = \sum Qrm_i$$

Equação 33

$$Qrm_i = \sum N_{ji}.(q_j - Cc)$$

Onde Qrm_i é a vazão de retorno para uso industrial no município *i*, N_{ji} é o número de empregados por tipo de atividade industrial *j* e por município *i*, q_j é o coeficiente de retirada de água por tipo de atividade industrial *j* e por município *i*, e *Cc* é o coeficiente de consumo de água.

Foram utilizados os coeficientes de retirada de água e o de consumo disponibilizados pela ANA ([2017?]).

Consumo efetivo de água

A vazão de consumo para uso industrial nas bacias (*Qc*) é obtida por meio da Equação 34 e da Equação 35.

Equação 34

$$Qc = \sum Qcm_i$$

Equação 35

$$Qcm_i = \sum Qam_i - Qrm_i$$

2.2.1.8. Mineração

A demanda hídrica de mineração tem como enfoque o uso da água em processos extrativos minerários.

Vazão de retirada

A demanda hídrica de retirada de água para mineração nas bacias (*Qa*) foi realizada segundo a metodologia do ONS (2005), conforme apresentado na Equação 36 e na Equação 37.

Equação 36

$$Qa = \sum Qam_i$$

Equação 37

$$Qam_i = \sum VAB_i.q$$

Onde Qam_i é a vazão de retirada para mineração no município *i*, VAB_i é o valor adicionado bruto da indústria extrativa no município *i* e *q* é o coeficiente de retirada de água de mineração.

Devido à indisponibilidade de dados específicos de VAB_i de mineração para os municípios da bacia, foram utilizados os valores de VAB da indústria extrativa. Tais dados se referem ao Valor Adicionado Bruto Nominal do Produto Interno Bruto (PIB) para o setor industrial extrativo e são oriundos do IBGE, via Portal Estatístico da Secretaria Estadual de Planejamento de Santa Catarina ([20--]). A atividade extrativa diz respeito às atividades da seção B, divisões 05 a 09 da codificação da Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE) (IBGE, 2017), incluindo: extração de carvão mineral; extração de petróleo e gás natural; extração de minerais metálicos; extração de minerais não-metálicos; e atividades de apoio à extração de minerais.

Os VABs de preços correntes (1.000 R$) da indústria extrativa estimados para 2016 para os municípios das bacias são apresentados na Tabela 72.

Município	VAB (R$1.000) (preços correntes)
Águas Mornas	14
Garopaba	2
Palhoça	9.656
Paulo Lopes	1.300
Santo Amaro da Imperatriz	1.175
São José	659
São Pedro de Alcântara	-

Tabela 72 – VAB a preços correntes (1.000 R$) da indústria extrativa estimados para 2016 para os municípios das bacias em estudo

Fonte: Santa Catarina (2017). Elaboração própria (2017)

Foi assumido o coeficiente de retirada de água da indústria extrativa mineral de 0,13233 $m^3.US\$^{-1}$. Este é proveniente do estudo do ONS (2005). Para o cálculo da demanda hídrica de mineração, foi necessário realizar a conversão em reais (R$). Para a conversão em reais, foi empregada a taxa de câmbio de compra média do ano de 2016, de 3,4827 $R\$.US\$^{-1}$, disponibilizada pelo Banco Central do Brasil ([2017]). Essa taxa contempla as eventuais variações dentro do período, minimizando o efeito de eventos atípicos.

Vazão de retorno

A metodologia para estimativa de demanda hídrica de retorno de água para mineração nas bacias (*Qr*) é apresentada na Equação 38 e na Equação 39.

Equação 38

$$Qr = \sum Qrm_i$$

Equação 39

$$Qrm_i = \sum VAB_i . qr_j$$

Onde Qrm_i é a vazão de retorno para mineração no município *i*, VAB_i é o valor adicionado bruto da indústria extrativa no município *i* e qr_j é o coeficiente de retorno de água da indústria extrativa mineral.

Foi assumido o coeficiente de retorno de água da indústria extrativa mineral de 0,10586 m^3.US^{-1}. Este é proveniente do estudo do ONS (2005). Para conversão em reais, a cotação assumida foi análoga à realizada no cálculo de demanda hídrica de vazão de retirada.

Consumo efetivo de água

A vazão de consumo para mineração nas bacias (*Qc*) é obtida por meio da Equação 40 e da Equação 41.

Equação 40

$$Qc = \sum Qcm_i$$

Equação 41

$$Qcm_i = \sum Qam_i - Qrm_i$$

2.2.2. Metodologia de projeção dos parâmetros econômicos

Esta seção apresenta os principais aspectos teóricos da metodologia utilizada nas estimativas de curto horizonte temporal, aplicada nas variáveis explicativas da estimativa de demanda hídrica. A seção está organizada em duas subseções: na primeira, apresenta-se a metodologia dos dados em painel, em especial o modelo dinâmico auto regressivo; na segunda, são expostos os procedimentos de estimação, além das variáveis, periodicidade dos dados e anos das estimativas geradas. Discutem-se, ainda nesta subseção, algumas limitações da estimação e simplificações utilizadas.

2.2.2.1. Dados em painel

A estimação de dados referentes aos últimos anos da amostra (2015 e 2016) é realizada através de um modelo econométrico de dados em painel, o qual combina dados de corte transversal com séries temporais. Esta consiste em um conjunto de observações indexadas pela data de cada observação, ou seja, uma série de dado no decorrer do tempo. Os dados de corte transversal são observações extraídas no mesmo período para uma amostra, um conjunto de dados no mesmo ponto do tempo. Essa forma de estimação busca reduzir eventual colinearidade entre as variáveis, além de gerar um aumento dos graus da liberdade, o que eleva a confiabilidade das estimativas (BALTAGI, 2005).

O modelo de dados em painel pode ser apresentado matricialmente segundo a Equação 42.

Equação 42

$$Y = X\beta + \mu$$

Conforme a Equação 42, *Y* é um vetor de dimensão (nt x 1) composto pelas variáveis dependentes do modelo e *X* é uma matriz (nt x k) das variáveis explanatórias. Os coeficientes estimados são representados pelo vetor (k x 1), β e $\mu_{i,t}$ é um vetor dos termos de erros (nt x 1),

com distribuição $\mu \sim N(0,\sigma_i^2)$. Sendo n o tamanho da unidade de corte transversal, t o período de tempo dos dados e k o número de parâmetros do modelo.

Dentro da literatura dos modelos de dados em painel, duas especificações são as mais utilizadas:

i. modelo de efeitos aleatórios;
ii. modelo de efeitos fixos.

Na primeira especificação, o estimador assume a condição que os efeitos individuais não estão correlacionados com as variáveis explicativas, não ocorrendo interdependência entre as variáveis. Para tratar do efeito fixo, emprega-se o estimador intragrupos (*within estimator*), no qual se assume que o efeito individual está correlacionado com as variáveis explicativas. A especificação da correlação dos modelos é apresentada na Equação 43.

Equação 43

$$\text{Dados em painel} \begin{cases} \text{corr}(\beta_{0,i};X) = 0 \ \text{Efeitos aleatórios} \\ \text{corr}(\beta_{0,i};\ X) \neq 0 \ \text{Efeitos fixos} \end{cases}$$

A escolha da especificação de efeitos fixos é mais apropriada quando a amostra é relativamente agregada e o objetivo não é a previsão do comportamento individual. De acordo com Hsiao (2014), no caso de efeitos fixos, a inferência é feita condicional à amostra, enquanto que nos efeitos aleatórios, a inferência condicional dos efeitos é realizada com base na população. Portanto, a escolha entre qual efeito utilizar depende do contexto dos dados, da forma como eles foram coletados e da origem dessas variáveis.

Modelos dinâmicos autorregressivos

Em um modelo autorregressivo, é realizada a previsão da variável de interesse com base em uma combinação linear dos seus valores passados. Dessa forma, o modelo é uma regressão linear do valor corrente da série sobre o valor anterior, com a estimativa empregando somente os valores passados da própria série para explicar os seus valores futuros. A relação dinâmica, gerada através da inclusão da defasagem da variável dependente como regressor, é expressa na Equação 44 e na Equação 45.

Equação 44

$$Y_{i,t} = \boldsymbol{X'}_{i,t}\,\boldsymbol{\beta} + \varphi Y_{t-1} + \epsilon_{i,t}$$

Equação 45

$$\epsilon_{it} = \alpha_i + v_{i,t}$$

Onde, ϵ_{it} é um erro, com α_i e $v_{i,t}$ sendo não correlacionados, com média zero e variância constante, σ_α^2 e σ_v^2. A matriz β e o vetor φ são os parâmetros do modelo, $\boldsymbol{X}_{it}$ é uma matriz das variáveis exógenas e $Y_{(t-1)}$ é a primeira defasagem da variável dependente.

Uma observação importante acerca dessa especificação é que não existe solução estável para o modelo autorregressivo de primeira ordem. Se $|\varphi| \geq 1$, – nesse caso, a série apresenta tendência explosiva. Se $|\varphi| < 1$, o processo será assintoticamente estacionário, supondo que a condição inicial tem variância e média finitas.

2.2.2.1. Procedimentos de estimação

O procedimento de estimação foi realizado com base no modelo univariado autorregressivo de primeira ordem, através de dados em painel com efeitos fixos. O modelo é exposto conforme a Equação 46 e a Equação 47.

Equação 46

$$Y_{it} = \alpha Y_{i,(t-1)} + \eta + u_{it} \quad , \quad |\alpha| < 1$$

Equação 47

$$u_{it} = \mu_i + v_{it}$$

Onde $\mu_i \sim IID(0,\sigma_\mu^2)$ e $v_{it} \sim IID(0,\sigma_\mu^2)$. Sendo α o vetor de coeficientes estimados, Y_{it} é o logaritmo natural da variável dependente do município *i* no período *t* e $Y_{i,(t-1)}$ é a variável dependente defasada – em logaritmo natural –, η é o intercepto, u_{it} é o termo de erro que inclui o efeito fixo individual μ_i e o termo puramente estocástico (v_{it}).

Essa especificação inclui um componente dinâmico ao modelo de dados em painel, através da inclusão da primeira defasagem da variável dependente como regressor. Isso implica que as estimativas através de mínimos quadrados ordinários (MQO) têm o problema de correlação serial, no qual o regressor $y_{i,(t-1)}$ e o termo de erros u_{it} são correlacionados.

Segundo Baltagi (2005), o painel dinâmico tem dois problemas associados a sua formulação, são eles: (i) correlação serial (autocorrelação) devido à presença da variável dependente defasada, a qual diz respeito aos erros estarem correlacionados; (ii) efeito individual caracterizado pela heterogeneidade entre as unidades *cross-section*. Isso resulta em alguns problemas de estimação, no caso, do uso de estimadores de MQO.

No entanto, nesse estudo foi utilizada a análise através de MQO, mesmo o painel incluindo um regressor dinâmico. Essa escolha se deve ao fato da amostra ser pequena, com um número superior de unidades *cross-section* do que a unidades de tempo, o que reduz o peso do problema de correlação serial. Além disso, os estimados de MQO, apesar de não eficientes, continuam consistentes. Como o objetivo do trabalho foi a projeção para dentro da amostra das variáveis, não foram utilizados métodos alternativos para correção dos viés de estimativa de painéis dinâmicos.

Todas as estimativas foram realizadas com o uso de estimadores de efeitos fixos, o qual apresenta menor viés quando a hipótese de exogeneidade estrita é violada (existe correlação entre os erros e os valores das variáveis independentes). Essa escolha se deve ao fato de a amostra incluir apenas os municípios da região de interesse e as estimativas serem feitas para dentro da amostra e não generalizadas para outras localidades. Foi aplicada a mesma metodologia de

estimação – painel de dados estimados via MQO, com efeitos fixos – para as 24 variáveis analisadas (WOOLDRIDGE, 2013). Estas variáveis constam na Tabela 73, podendo ser subdivididas em diversas variáveis, como no caso do número de cabeças por espécie animal que é subdividida nas variáveis bovinos e bubalinos, equinos, suínos, caprinos e ovinos e galináceos e codornas.

A estimativa foi realizada empregando o *software Eviews* 8, o ano das estimativas varia conforme as informações disponíveis da variável nas bases de dados oficiais, conforme consta na Tabela 73. Os dados das variáveis foram padronizados na linguagem empregada pelo *software*, além de ter sido aplicado o logaritmo natural (ln) para a suavização comportamental das variáveis.

Logaritmo natural

Na metodologia utilizada para estimar os dados não disponíveis no final da amostra, emprega-se a transformação das variáveis pela aplicação do logaritmo natural. Esta transformação monotônica permite a aproximação dos dados de uma série, bem como corrige e previne que possíveis problemas como heteroscedasticidade ocorram, a qual refere-se à variância do erro ser desigual para diferentes valores das variáveis explicativas da regressão. Além disso, torna os dados moderadamente assimétricos mais normalmente distribuídos, permitindo o uso de regressão linear simples e estabilizar a variação do valor. Por fim, facilita a compreensão da análise, pois possibilita usar a variação no tempo como variação percentual (WOOLDRIDGE, 2013).

Variáveis estimadas

Na Tabela 73, são apresentadas as variáveis analisadas, o período do painel de dados e os anos para os quais foram geradas as estimativas dos dados.

Atividade	Variáveis	Período do painel	Ano das estimativas
Aquicultura	Produção da aquicultura de água doce	2013-2015	2012 e 2016
Irrigação	Área colhida das lavouras temporárias	2012-2015	2016
Uso industrial	PIB *per capita*, a preços correntes	2010-2014	2015-2016
Uso Industrial	VAB da indústria de construção civil, a preços correntes	2010-2013	2014-2016
Uso Industrial	VAB da indústria de transformação, a preços correntes	2010-2013	2014-2016
Mineração	VAB da indústria extrativa, a preços correntes	2010-2013	2014-2016
Esgotamento sanitário	População do município atendida por sistema de esgotamento sanitário[1]	2009-2015	2016
Abastecimento público	População do município atendida por sistema de abastecimento público[2]	2009-2015	2016
Abastecimento público	Consumo médio *per capita* de água para o município	2009-2015	2016
Abastecimento público	Volume de água disponibilizado por economia para o município	2009-2015	2016
Abastecimento público	Consumo médio de água por economia para o município	2009-2015	2016

Tabela 73 – Variáveis econômicas estimadas para o cálculo das demandas hídricas das bacias em estudo
Elaboração própria (2017)

No Apêndice 1, são apresentados, de forma resumida, os últimos anos de dados socioeconômicos disponíveis utilizados nas estimativas para 2016.

2.2.3. Resultados

Nos tópicos 2.2.3.1 a 2.2.3.8, são apresentadas as vazões de retirada, retorno e consumo calculadas para os usos múltiplos: abastecimento urbano, abastecimento rural, abastecimento da população flutuante, aquicultura, criação animal, irrigação, uso industrial e mineração. No tópico 2.2.3.9, é apresentada a demanda hídrica total da bacia obtida a partir do somatório da demanda hídrica dos usos múltiplos.

2.2.3.1. Abastecimento urbano

A Tabela 74 apresenta as vazões de retirada, retorno e consumo de água para o abastecimento urbano, calculadas para os municípios das bacias em estudo.

Município	Demanda hídrica de retirada (m^3/mês)	Demanda hídrica de retorno (m^3/mês)	Demanda hídrica de consumo (m^3/mês)
Águas Mornas	12.998	10.398	2.600
Florianópolis	2.232.902	572.501	1.660.401
Garopaba	140.993	112.794	28.199
Palhoça	1.153.663	922.930	230.733
Paulo Lopes	25.756	20.605	5.151
Santo Amaro da Imperatriz	330.099	264.079	66.020
São José	791.780	633.424	158.356
São Pedro de Alcântara	13.286	10.629	2.657

Tabela 74 – Vazões de retirada, retorno e consumo de abastecimento urbano, calculadas para os municípios das bacias em estudo
Elaboração própria (2017)

Observa-se que o município de Florianópolis apresenta as maiores demandas hídricas de abastecimento urbano na área de estudo. Tal fato se justifica pela população urbana atendida, ainda que para a área de estudo, seja considerada apenas a população de Florianópolis da região continental e da insular atendida pelo Sistema Cubatão/Pilões. Já a menor demanda de abastecimento urbano, é proveniente do município de Águas Mornas, o qual exibe a menor população urbana dentre os municípios das bacias.

2.2.3.2. Abastecimento rural

A Tabela 75 apresenta as vazões de retirada, retorno e consumo de água para o abastecimento rural, calculadas para os municípios das bacias em estudo.

Município	Demanda hídrica de retirada (m^3/mês)	Demanda hídrica de retorno (m^3/mês)	Demanda hídrica de consumo (m^3/mês)
Águas Mornas	10.809	5.405	5.405
Garopaba	10.056	5.028	5.028
Palhoça	7.134	3.567	3.567
Paulo Lopes	6.114	3.057	3.057
Santo Amaro da Imperatriz	16.353	8.177	8.177
São José	8.412	4.206	4.206
São Pedro de Alcântara	3.414	1.707	1.707
TOTAL	**62.292**	**31.146**	**31.146**

Tabela 75 – Vazões de retirada, retorno e consumo de abastecimento rural, calculadas para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

O município de Santo Amaro da Imperatriz exibe as maiores demandas hídricas de abastecimento rural na área em estudo, o que se justifica pela população rural ser a maior dentre todos os municípios das bacias. A menor demanda de abastecimento rural é proveniente do município de São Pedro de Alcântara, o qual exibe a menor população rural.

2.2.3.3. Abastecimento da população flutuante

A Tabela 76, a Tabela 77 e a Tabela 78 apresentam as vazões de retirada, retorno e consumo de água para o abastecimento da população flutuante, calculadas por mês do ano, para os municípios das bacias em estudo.

Observa-se que o município de Florianópolis exibe as maiores demandas hídricas totais de abastecimento da população flutuante na área em estudo. Isto ocorre pela quantidade estimada de visitantes anuais, ainda que para a área em estudo, seja considerada apenas os visitantes que se hospedaram na região continental e na insular atendida pelo Sistema Cubatão/Pilões. Já a menor demanda de abastecimento da população flutuante, é proveniente do município de Águas Mornas. Apesar deste e Santo Amaro da Imperatriz exibirem a mesma quantidade estimada de visitantes, o coeficiente de captação atribuído ao munícipio de Águas Mornas é inferior, fazendo com que sua demanda seja menor. Constate-se também que as maiores demandas hídricas se concentram nos meses de dezembro, janeiro e fevereiro, e as menores nos meses de agosto e junho. A elevada sazonalidade está relacionada ao potencial turístico de veraneio de boa parte dos municípios das bacias estudadas. Não estão disponíveis informações acerca do número de visitantes para o município de São Pedro de Alcântara e, logo, sua demanda hídrica é zero.

Município	Demanda hídrica de retirada (m^3/mês)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
Águas Mornas	577	480	414	322	303	277	300	272	312	369	418	435	**4.479**
Florianópolis	185.422	154.127	133.021	103.596	97.323	88.972	96.342	87.558	100.405	118.660	134.281	139.820	**1.439.527**
Garopaba	106.680	95.739	77.713	65.671	49.649	49.217	50.425	46.576	49.624	60.953	67.156	85.202	**804.604**
Palhoça	29.346	24.393	21.053	16.396	15.403	14.081	15.248	13.857	15.891	18.780	21.252	22.129	**227.827**
Paulo Lopes	2.920	2.621	2.127	1.798	1.359	1.347	1.380	1.275	1.358	1.669	1.838	2.332	**22.025**
Santo Amaro da Imperatriz	2.268	1.885	1.627	1.267	1.190	1.088	1.178	1.071	1.228	1.451	1.643	1.710	**17.608**
São José	7.520	6.251	5.395	4.202	3.947	3.608	3.907	3.551	4.072	4.812	5.446	5.671	**58.383**
São Pedro de Alcântara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Total	**334.733**	**285.496**	**241.350**	**193.251**	**169.174**	**158.591**	**168.780**	**154.161**	**172.891**	**206.694**	**232.033**	**257.299**	**2.574.453**

Tabela 76 – Vazões de retirada de abastecimento da população flutuante, calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

Município	Demanda hídrica de retorno (m^3/mês)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
Águas Mornas	462	384	331	258	242	221	240	218	250	295	334	348	**3.583**
Florianópolis	148.338	123.301	106.417	82.877	77.858	71.178	77.073	70.047	80.324	94.928	107.424	111.856	**1.151.621**
Garopaba	85.344	76.592	62.170	52.537	39.719	39.373	40.340	37.261	39.699	48.762	53.725	68.162	**643.683**
Palhoça	23.477	19.514	16.842	13.117	12.322	11.265	12.198	11.086	12.713	15.024	17.002	17.703	**182.262**
Paulo Lopes	2.336	2.097	1.702	1.438	1.087	1.078	1.104	1.020	1.087	1.335	1.471	1.866	**17.620**
Santo Amaro da Imperatriz	1.814	1.508	1.302	1.014	952	871	943	857	983	1.161	1.314	1.368	**14.087**
São José	6.016	5.001	4.316	3.361	3.158	2.887	3.126	2.841	3.258	3.850	4.357	4.537	**46.706**
São Pedro de Alcântara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Total	**267.786**	**228.397**	**193.080**	**154.601**	**135.339**	**126.872**	**135.024**	**123.329**	**138.313**	**165.356**	**185.627**	**205.839**	**2.059.562**

Tabela 77 – Vazões de retorno de abastecimento da população flutuante calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo.

Elaboração própria (2017)

Município	Demanda hídrica de consumo (m^3/mês)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
Águas Mornas	115	96	83	64	61	55	60	54	62	74	84	87	**896**
Florianópolis	37.084	30.825	26.604	20.719	19.465	17.794	19.268	17.512	20.081	23.732	26.856	27.964	**287.905**
Garopaba	21.336	19.148	15.543	13.134	9.930	9.843	10.085	9.315	9.925	12.191	13.431	17.040	**160.921**
Palhoça	5.869	4.879	4.211	3.279	3.081	2.816	3.050	2.771	3.178	3.756	4.250	4.426	**45.565**
Paulo Lopes	584	524	425	360	272	269	276	255	272	334	368	466	**4.405**
Santo Amaro da Imperatriz	454	377	325	253	238	218	236	214	246	290	329	342	**3.522**
São José	1.504	1.250	1.079	840	789	722	781	710	814	962	1.089	1.134	**11.677**
São Pedro de Alcântara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	**0**
Total	**66.947**	**57.099**	**48.270**	**38.650**	**33.835**	**31.718**	**33.756**	**30.832**	**34.578**	**41.339**	**46.407**	**51.460**	**514.891**

Tabela 78 – Vazões de consumo de abastecimento da população flutuante, calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

2.2.3.4. Aquicultura

A Tabela 79 apresenta as demandas hídricas de retirada, retorno e consumo de água para a atividade da aquicultura, calculadas para os municípios das bacias em estudo.

Município	Vazão de retirada (m^3/mês)	Vazão de retorno (m^3/mês)	Vazão de consumo (m^3/mês)
Águas Mornas	13.392	13.313	79
Garopaba	5.218	5.187	31
Palhoça	3.209	3.190	19
Paulo Lopes	1.377	1.369	8
Santo Amaro da Imperatriz	10.904	10.839	64
São José	3.159	3.140	19
São Pedro de Alcântara	10.010	9.951	59
Total	**47.269**	**46.990**	**279**

Tabela 79 – Vazões de retirada, retorno e consumo para a atividade da aquicultura, calculadas para os municípios das bacias em estudo
Elaboração própria (2017)

O município de Águas Mornas exibe as maiores demandas hídricas de aquicultura da área em estudo, isso se justifica pela área alagada para produção aquícola do município ser a maior dentre todos os municípios das bacias. Já a menor demanda de aquicultura ocorre em Paulo Lopes – menor área alagada.

2.2.3.5. Criação animal

A Tabela 80, a Tabela 81 e a Tabela 82 apresentam as demandas hídricas de retirada, retorno e consumo de água para criação animal, calculadas por espécie e por município das bacias em estudo.

A maior demanda hídrica de água para criação animal nas bacias é proveniente do município de Santo Amaro da Imperatriz. Este tem o maior rebanho de bovinos e bubalinos dentre os municípios das bacias, associado ao coeficiente de consumo de água de bovinos e bubalinos e juntamente com o de equídeos, configuram entre os maiores dentre todas as espécies. Já a menor demanda hídrica é a do município de São José. Este é o segundo menor efetivo total de rebanho, atrás apenas de Garopaba. Ademais, o rebanho de bubalinos de São José é o menor dentre os municípios das bacias. Em relação à espécie e consoante aos resultados dos municípios, observa-se também que as maiores demandas hídricas totais nas bacias são provenientes dos rebanhos de bovinos e bubalinos.

Município	Vazão de retirada (m^3/mês)					
	Bovinos e bubalinos	Equídeos	Suínos	Caprinos e ovinos	Galináceos e codornas	Total
Águas Mornas	10.940	30	0	11	1.874	**12.854**
Garopaba	8.619	479	0	38	13	**9.148**
Palhoça	11.183	1.401	0	288	1.429	**14.300**
Paulo Lopes	14.718	861	0	362	12	**15.954**
Santo Amaro da Imperatriz	18.399	833	0	141	150	**19.522**
São José	6.315	2.673	69	47	15	**9.119**
São Pedro de Alcântara	7.301	230	128	70	2.709	**10.437**
Total	**77.474**	**6.506**	**197**	**957**	**6.201**	**91.335**

Tabela 80 – Vazões de retirada para a criação animal, calculadas por espécie para os municípios das bacias em estudo
Elaboração própria (2017)

Município	Vazão de retorno (m³/mês)					
	Bovinos e bubalinos	Equídeos	Suínos	Caprinos e ovinos	Galináceos e codornas	Total
Águas Mornas	3.798	9	0	8	1.855	**5.671**
Garopaba	2.993	150	0	27	13	**3.182**
Palhoça	3.883	439	0	208	1.415	**5.945**
Paulo Lopes	5.110	270	0	262	12	**5.654**
Santo Amaro da Imperatriz	6.389	261	0	102	148	**6.900**
São José	2.193	838	30	34	15	**3.109**
São Pedro de Alcântara	2.535	72	55	51	2.682	**5.394**
Total	**26.901**	**2.039**	**85**	**691**	**6.139**	**35.855**

Tabela 81 – Vazões de retorno para a criação animal, calculadas por espécie para os municípios das bacias em estudo
Elaboração própria (2017)

Município	Vazão de consumo (m³/mês)					
	Bovinos e bubalinos	Equídeos	Suínos	Caprinos e Ovinos	Galináceos e Codornas	Total
Águas Mornas	7.141	21	0	3,1	19	**7.183**
Garopaba	5.626	329	0	10	0,13	**5.965**
Palhoça	7.300	962	0	80	14	**8.356**
Paulo Lopes	9.608	591	0	101	0,12	**10.299**
Santo Amaro da Imperatriz	12.010	572	0	39	1	**12.623**
São José	4.122	1.835	39	13	0,15	**6.010**
São Pedro de Alcântara	4.766	158	73	19	27	**5.043**
Total	**50.573**	**4.466**	**113**	**266**	**62**	**55.479**

Tabela 82 – Vazões de consumo para a criação animal, calculadas por espécie para os municípios das bacias em estudo
Elaboração própria (2017)

2.2.3.6. Irrigação

A Tabela 83, a Tabela 84 e a Tabela 85 apresentam as vazões de retirada, retorno e consumo de água para a atividade de irrigação, calculadas por mês do ano para os municípios das bacias em estudo.

O município de Paulo Lopes exibe as maiores demandas hídricas totais de irrigação na área em estudo. Paulo Lopes tem grande área irrigada, vinculada principalmente à rizicultura. Já o município de São Pedro de Alcântara, tem a menor demanda hídrica de irrigação. Observa-se também que as maiores demandas se concentram nos meses de novembro a fevereiro.

Município	Vazão de retirada (m3/mês)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
Águas Mornas	0	0	8.806	2.278	6	1	0	1	0	0	1.896	2	**12.991**
Garopaba	50.324	27.295	15.721	3.659	50	47	43	659	844	6.971	41.216	59.749	**206.578**
Palhoça	218.185	151.936	50.586	2.393	158	136	127	450	1.821	15.878	202.715	278.921	**923.305**
Paulo Lopes	417.405	224.263	104.096	5.570	410	389	353	1.756	7.033	58.285	322.940	489.912	**1.632.412**
Santo Amaro da Imperatriz	0	0	4.576	3.589	65	37	0	93	0	0	4.637	571	**13.568**
São José	1.757	1.189	383	11	1	1	1	1	5	58	1.691	2.338	**7.436**
São Pedro de Alcântara	0	0	1.038	3.155	0	0	0	142	0	0	2.437	285	**7.057**
Total	**687.670**	**404.683**	**185.206**	**20.654**	**690**	**611**	**523**	**3.103**	**9.703**	**81.192**	**577.532**	**831.778**	**2.803.345**

Tabela 83 – Vazões de retirada de água para irrigação, calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo.

Elaboração própria (2017)

Município	Vazão de retorno (m3/mês)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
Águas Mornas	0	0	1.759	461	1	0	0	0	0	0	369	0	**2.591**
Garopaba	2.357	3.669	6.912	2.331	49	30	29	190	283	1.359	4.009	3.416	**24.634**
Palhoça	3.826	13.245	29.409	3.262	152	87	88	223	660	3.257	22.083	29.997	**106.290**
Paulo Lopes	19.552	30.141	51.813	14.193	400	244	240	857	2.362	11.365	29.276	26.963	**187.405**
Santo Amaro da Imperatriz	0	0	892	699	13	7	0	18	0	0	904	111	**2.644**
São José	31	104	223	0	1	1	1	1	2	12	184	251	**809**
São Pedro de Alcântara	0	0	202	614	0	0	0	28	0	0	474	55	**1.372**
Total	**25.767**	**47.159**	**91.209**	**21.560**	**615**	**368**	**358**	**1.316**	**3.307**	**15.992**	**57.299**	**60.794**	**325.745**

Tabela 84 – Vazões de retorno de água para irrigação, calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

Município	Vazão de consumo (m3/mês)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
Águas Mornas	0	0	7.047	1.817	5	1	0	1	0	0	1.527	2	**10.400**
Garopaba	47.966	23.627	8.809	1.328	1	17	14	470	561	5.612	37.206	56.333	**181.945**
Palhoça	214.358	138.690	21.177	-870	6	50	39	227	1.161	12.621	180.632	248.923	**817.015**
Paulo Lopes	397.853	194.121	52.284	-8.623	11	144	113	899	4.671	46.920	293.664	462.950	**1.445.007**
Santo Amaro da Imperatriz	0	0	3.684	2.890	52	30	0	75	0	0	3.733	460	**10.923**
São José	1.726	1.085	160	11	0	0	0	1	3	46	1.507	2.087	**6.627**
São Pedro de Alcântara	0	0	836	2.541	0	0	0	114	0	0	1.964	229	**5.684**
Total	**661.903**	**357.524**	**93.997**	**-906**	**74**	**243**	**165**	**1.787**	**6.396**	**65.200**	**520.233**	**770.984**	**2.477.600**

Tabela 85 – Vazões de consumo de água para irrigação, calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

2.2.3.7. Uso industrial

A Tabela 86 apresenta as vazões de retirada, retorno e consumo de água para uso industrial, calculadas por metodologia proposta para os municípios das bacias em estudo.

Município	Vazão de retirada (m³/mês)		Vazão de retorno (m³/mês)		Vazão de consumo (m³/mês)	
	Met. A	Met. B	Met. A	Met. B	Met. A	Met. B
Águas Mornas	13.499	0	10.816	0	2.682	0
Florianópolis	143.983	11.002	115.451	8.685	28.531	2.317
Garopaba	24.015	4.576	19.246	3.293	4.769	1.283
Palhoça	505.944	82.632	405.515	63.696	100.429	18.936
Paulo Lopes	12.011	1.241	9.627	904	2.384	337
Santo Amaro da Imperatriz	47.673	16.990	38.217	10.261	9.457	6.728
São José	439.521	177.763	352.419	140.356	87.102	37.406
São Pedro de Alcântara	2.775	995	2.225	618	550	377
Total	**1.189.420**	**295.198**	**953.516**	**227.813**	**235.904**	**67.385**

Tabela 86 – Vazões de retirada, retorno e consumo de água para uso industrial, calculadas por metodologia proposta, para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

As maiores demandas para uso industrial na área em estudo são provenientes dos municípios da Palhoça e São José, respectivamente. Já as menores são provenientes de São Pedro de Alcântara. Observa-se também que as demandas hídricas calculadas pela Metodologia A são superiores às da Metodologia B.

2.2.3.8. Mineração

A Tabela 87 apresenta as vazões de retirada, retorno e consumo de água para mineração, calculadas para os municípios das bacias em estudo.

Município	Vazão de retirada (m³/mês)	Vazão de retorno (m3/mês)	Vazão de consumo (m3/mês)
Águas Mornas	44	35	9
Garopaba	7	6	1
Palhoça	30.574	24.459	6.116
Paulo Lopes	4.117	3.294	824
Santo Amaro da Imperatriz	3.720	2.976	744
São José	2.087	1.670	418
São Pedro de Alcântara	0	0	0
Total	**40.550**	**32.438**	**8.111**

Tabela 87 – Vazões de retirada, retorno e consumo de água para mineração, calculadas para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

O município da Palhoça exibe as maiores demandas hídricas de mineração na área em estudo. Isto se justificativa pelo VAB da indústria extrativa da Palhoça ser o maior dentre os municípios estudados. Já as menores são provenientes de Garopaba. São Pedro de Alcântara apresenta VAB da indústria extrativa igual a zero, logo, não tem demanda hídrica para a atividade de mineração.

2.2.3.9. Demanda hídrica total das Bacias

A Tabela 88, a Tabela 89 e a Tabela 90 exibem as demandas hídricas totais mensais de retirada, retorno e consumo de água, calculadas para os municípios das bacias em estudo. As demandas totais correspondem ao somatório das demandas de abastecimento urbano, abastecimento rural, abastecimento flutuante, aquicultura, criação animal, irrigação, uso industrial e mineração, para cada mês do ano. De modo conservador, para a atividade industrial foram adotados os valores da metodologia B.

Observa-se que as maiores demandas hídricas totais são provenientes dos municípios de Florianópolis, Palhoça e São José, respectivamente. As menores são provenientes de Águas Mornas e São Pedro de Alcântara. Acerca da distribuição mensal, as maiores demandas hídricas das bacias são observadas nos meses de dezembro, novembro e janeiro, respectivamente. Já as menores, encontram-se nos meses de junho e agosto. A maior demanda hídrica de retirada por mês e por município é a de Florianópolis em janeiro, sendo 2.429.327 m^3/mês. Já a menor, é a de São Pedro de Alcântara nos meses de janeiro, fevereiro, maio, junho, julho, setembro e outubro, sendo 38.142 m^3/mês.

Município	Vazão de retirada (m³/mês)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
Águas Mornas	50.674	50.576	59.317	52.697	50.405	50.374	50.397	50.371	50.409	50.466	52.411	50.534	**618.631**
Florianópolis	2.429.327	2.398.032	2.376.926	2.347.501	2.341.228	2.332.877	2.340.247	2.331.463	2.344.310	2.362.565	2.378.185	2.383.724	**28.366.383**
Garopaba	327.001	293.033	263.431	239.328	219.697	219.261	220.466	217.233	220.466	237.922	278.370	314.949	**3.051.157**
Palhoça	1.539.044	1.467.842	1.363.152	1.310.302	1.307.074	1.305.731	1.306.888	1.305.821	1.309.225	1.326.171	1.515.480	1.592.562	**16.649.291**
Paulo Lopes	474.884	281.442	160.782	61.926	56.328	56.294	56.291	57.589	62.950	114.512	379.336	546.803	**2.309.137**
Santo Amaro da Imperatriz	399.855	399.472	403.791	402.443	398.842	398.713	398.766	398.751	398.815	399.039	403.866	399.868	**4.802.221**
São José	1.001.597	999.760	998.098	996.533	996.268	995.930	996.228	995.873	996.397	997.191	999.457	1.000.329	**11.973.661**
São Pedro de Alcântara	38.142	38.142	39.180	41.297	38.142	38.142	38.142	38.284	38.142	38.142	40.580	38.427	**464.764**
Total	**6.260.524**	**5.928.299**	**5.664.677**	**5.452.026**	**5.407.984**	**5.397.322**	**5.407.424**	**5.395.385**	**5.420.715**	**5.526.007**	**6.047.685**	**6.327.197**	**68.235.245**

Tabela 88 – Demandas hídricas totais mensais de retirada de água, calculadas para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

Município	Vazão de retorno (m³/mês)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
Águas Mornas	35.283	35.205	36.912	35.540	35.065	35.043	35.061	35.040	35.071	35.117	35.525	35.170	**424.032**
Florianópolis	729.524	704.488	687.604	664.063	659.045	652.364	658.260	651.233	661.511	676.114	688.611	693.042	**8.125.858**
Garopaba	217.192	209.751	198.573	184.358	169.259	168.894	169.860	166.942	169.474	179.613	187.225	201.069	**2.222.210**
Palhoça	1.051.090	1.056.547	1.070.038	1.040.166	1.036.261	1.035.138	1.036.073	1.035.096	1.037.159	1.042.067	1.062.872	1.071.487	**12.573.993**
Paulo Lopes	56.771	67.120	88.397	50.513	36.369	36.204	36.227	36.759	38.331	47.582	65.628	63.711	**623.611**
Santo Amaro da Imperatriz	305.046	304.740	305.426	304.945	304.197	304.110	304.174	304.106	304.214	304.393	305.449	304.711	**3.655.511**
São José	791.953	791.010	790.444	789.267	789.064	788.793	789.032	788.747	789.165	789.768	790.447	790.694	**9.478.383**
São Pedro de Alcântara	28.299	28.299	28.501	28.912	28.299	28.299	28.299	28.326	28.299	28.299	28.772	28.354	**340.957**
Total	**3.215.157**	**3.197.160**	**3.205.893**	**3.097.765**	**3.057.558**	**3.048.845**	**3.056.986**	**3.046.249**	**3.063.224**	**3.102.952**	**3.164.529**	**3.188.237**	**37.444.556**

Tabela 89 – Demandas hídricas totais mensais de retorno de água, calculadas para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

Município	Vazão de consumo (m³/mês)												
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Total
Águas Mornas	15.391	15.371	22.405	17.157	15.340	15.331	15.335	15.331	15.338	15.349	16.886	15.364	**194.599**
Florianópolis	1.699.803	1.693.544	1.689.323	1.683.437	1.682.183	1.680.513	1.681.987	1.680.230	1.682.799	1.686.450	1.689.574	1.690.682	**20.240.525**
Garopaba	109.809	83.282	64.858	54.969	50.438	50.368	50.605	50.292	50.992	58.309	91.144	113.880	**828.947**
Palhoça	487.954	411.295	293.114	270.136	270.813	270.592	270.815	270.725	272.066	284.104	452.608	521.075	**4.075.298**
Paulo Lopes	418.113	214.322	72.385	11.413	19.959	20.090	20.065	20.830	24.619	66.930	313.708	483.092	**1.685.526**
Santo Amaro da Imperatriz	94.809	94.732	98.365	97.498	94.646	94.603	94.591	94.644	94.601	94.646	98.417	95.157	**1.146.710**
São José	209.645	208.750	207.654	207.266	207.204	207.137	207.196	207.126	207.232	207.423	209.010	209.635	**2.495.278**
São Pedro de Alcântara	9.843	9.843	10.679	12.384	9.843	9.843	9.843	9.958	9.843	9.843	11.807	10.073	**123.806**
Total	**3.045.366**	**2.731.139**	**2.458.784**	**2.354.261**	**2.350.426**	**2.348.477**	**2.350.438**	**2.349.136**	**2.357.491**	**2.423.055**	**2.883.156**	**3.138.960**	**30.790.689**

Tabela 90 – Demandas hídricas totais mensais de consumo de água, calculadas para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

A Tabela 91, a Tabela 92 e a Tabela 93 apresentam as demandas hídricas totais anuais de retirada, retorno e consumo de água por tipo de atividade, para os municípios das bacias em estudo. De modo conservador, para atividade industrial foram adotados os valores da metodologia B.

Observa-se que o abastecimento urbano é a atividade que mais demanda água das bacias em estudo. Dos 68 milhões m^3/ano de água retirada, 56 milhões m^3/ano, aproximadamente, 82%, são provenientes da atividade de abastecimento público. Florianópolis é o município que tem a maior demanda hídrica de retirada para abastecimento urbano, 26 milhões de m^3/ano, aproximadamente, 46% da demanda de abastecimento urbano das bacias em estudo. Já mineração, é a atividade com menor demanda de água das bacias em estudo. Para vazão de retirada, a demanda é de 486 mil m^3/ano, somente 7% da demanda total de retirada de água das bacias.

Município	Vazão de retirada (m^3/ano)								
	Abastecimento urbano	Abastecimento rural	Abastecimento flutuante	Aquicultura	Criação animal	Irrigação	Uso industrial	Mineração	Total
Águas Mornas	155.970	129.708	4.479	160.708	154.253	12.991	0	522	**618.631**
Florianópolis	26.794.830	0	1.439.527	0	0	0	132.026	0	**28.366.383**
Garopaba	1.691.916	120.672	804.604	62.620	109.772	206.578	54.908	87	**3.051.157**
Palhoça	13.843.953	85.608	227.827	38.511	171.604	923.305	991.589	366.894	**16.649.291**
Paulo Lopes	309.077	73.368	22.025	16.521	191.443	1.632.412	14.886	49.405	**2.309.137**
Santo Amaro da Imperatriz	3.961.183	196.236	17.608	130.847	234.265	13.568	203.874	44.639	**4.802.221**
São José	9.501.364	100.944	58.383	37.903	109.432	7.436	2.133.151	25.048	**11.973.661**
São Pedro de Alcântara	159.432	40.968	0	120.120	125.246	7.057	11.940	0	**464.764**
Total	**56.417.726**	**747.504**	**2.574.453**	**567.230**	**1.096.015**	**2.803.345**	**3.542.375**	**486.596**	**68.235.245**

Tabela 91 – Demandas hídricas totais anuais de retirada de água por tipo de atividade, calculadas para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

Município	Vazão de retorno (m^3/ano)								
	Abastecimento urbano	Abastecimento rural	Abastecimento flutuante	Aquicultura	Criação animal	Irrigação	Uso industrial	Mineração	Total
Águas Mornas	124.776	64.854	3.583	159.759	68.051	2.591	0	418	**424.032**
Florianópolis	6.870.015	0	1.151.621	0	0	0	104.222	0	**8.125.858**
Garopaba	1.353.533	60.336	643.683	62.250	38.188	24.634	39.517	70	**2.222.210**
Palhoça	11.075.163	42.804	182.262	38.284	71.336	106.290	764.351	293.504	**12.573.993**
Paulo Lopes	247.261	36.684	17.620	16.424	67.851	187.405	10.844	39.523	**623.611**
Santo Amaro da Imperatriz	3.168.947	98.118	14.087	130.073	82.794	2.644	123.138	35.710	**3.655.511**
São José	7.601.092	50.472	46.706	37.679	37.312	809	1.684.275	20.038	**9.478.383**
São Pedro de Alcântara	127.546	20.484	0	119.410	64.730	1.372	7.415	0	**340.957**
Total	**30.568.332**	**373.752**	**2.059.562**	**563.879**	**430.262**	**325.745**	**2.733.761**	**389.262**	**37.444.556**

Tabela 92 – Demandas hídricas totais anuais de retorno de água por tipo de atividade, calculadas para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

Município	Vazão de consumo (m^3/ano)								
	Abastecimento urbano	Abastecimento rural	Abastecimento flutuante	Aquicultura	Criação animal	Irrigação	Industrial	Mineração	Total
Águas Mornas	31.194	64.854	896	950	86.202	10.400	0	104	**194.599**
Florianópolis	19.924.815	0	287.905	0	0	0	27.805	0	**20.240.525**
Garopaba	338.383	60.336	160.921	370	71.584	181.945	15.391	17	**828.947**
Palhoça	2.768.791	42.804	45.565	228	100.267	817.015	227.238	73.390	**4.075.298**
Paulo Lopes	61.815	36.684	4.405	98	123.592	1.445.007	4.042	9.883	**1.685.526**
Santo Amaro da Imperatriz	792.237	98.118	3.522	773	151.471	10.923	80.737	8.929	**1.146.710**
São José	1.900.273	50.472	11.677	224	72.120	6.627	448.876	5.010	**2.495.278**
São Pedro de Alcântara	31.886	20.484	0	710	60.516	5.684	4.525	0	**123.806**
Total	**25.849.394**	**373.752**	**514.891**	**3.351**	**665.753**	**2.477.600**	**808.614**	**97.334**	**30.790.689**

Tabela 93 – Demandas hídricas totais anuais de consumo de água por tipo de atividade, calculadas para os municípios das bacias em estudo

Elaboração própria (2017)

2.3. DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DA ÁGUA SUPERFICIAL

Este tópico apresenta o levantamento dos dados de qualidade da água e as Após de rios, nascentes e lagos naturais.

2.3.1. Levantamento de dados de qualidade da água

Para a caracterização do diagnóstico da qualidade das águas superficiais dos rios da área de abrangência do PRH, além dos dados e dos estudos disponibilizados pelas instituições públicas, governamentais e de ensino (SDS, ANA e universidades), buscaram-se inicialmente dados de qualidade da água diretamente com usuários de recursos hídricos. Esses dados "brutos" não puderam ser totalmente aproveitados devido à falta de uma análise de consistência, pois poderiam ser geradas informações equivocadas da qualidade das águas dos recursos hídricos em questão.

A Figura 50 apresenta a localização dos pontos com os dados dos monitoramentos de qualidade de água da Fatma e da Casan. Para análise dos resultados dos ensaios de qualidade da água, levou-se em consideração os limites estabelecidos para corpos d'água classe 2, segundo as resoluções do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama) nº 357/2005 e CERH nº 001/2008.

Complementarmente aos dados do monitoramento de qualidade das águas, para o diagnóstico da qualidade das águas superficiais, no item 2.3.2.1 são apresentadas as APPs na região hidrográfica do PRH.

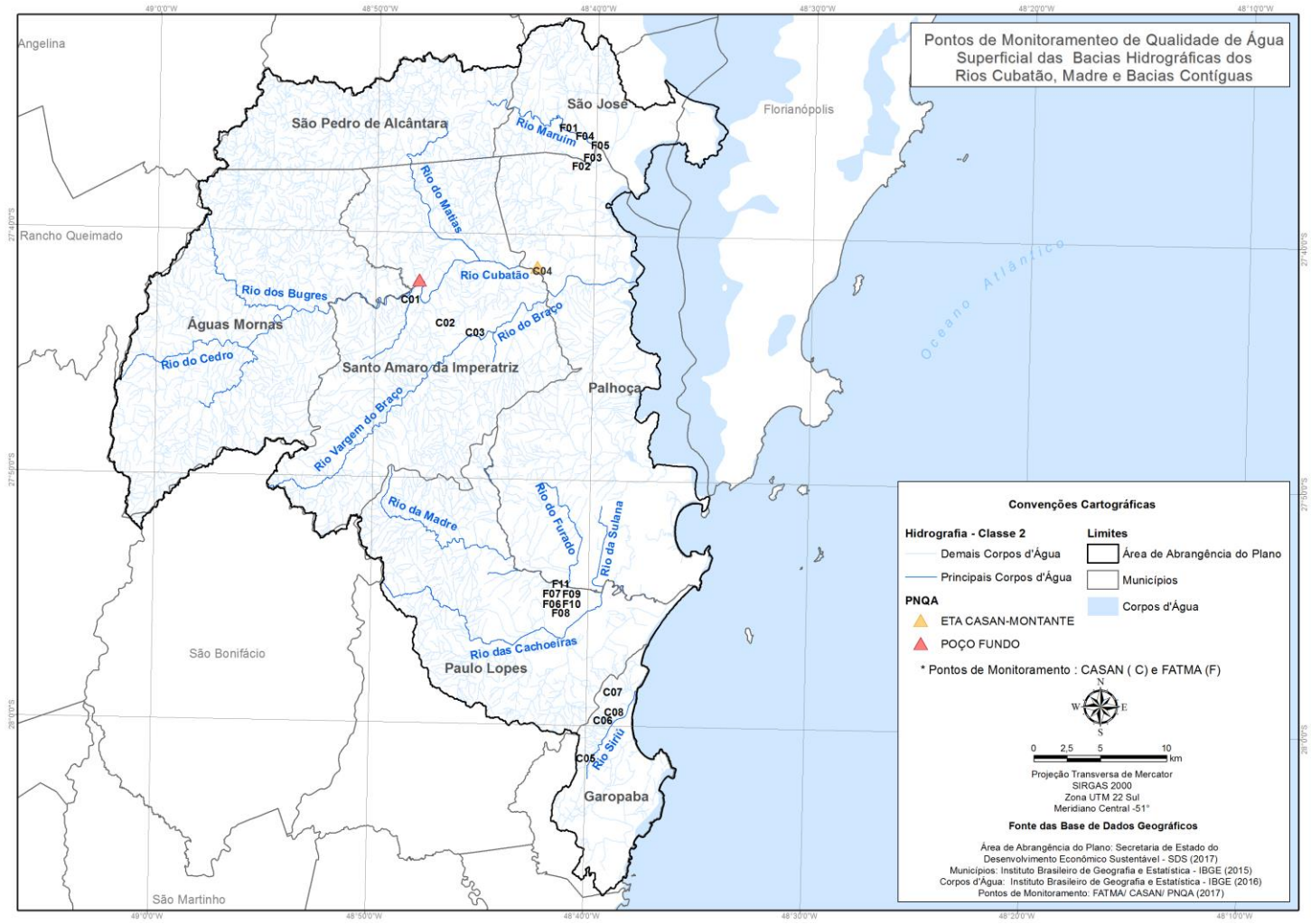


Figura 50 – Pontos de monitoramento de qualidade da água superficial

Fonte: Fatma (2017), Casan (2017) e ANA (2017). Elaboração própria (2017)

2.3.1.1. Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas (PNQA)

Na região de abrangência do PRH há duas estações com monitoramento de qualidade de água, com informações no Sistema de Informações Hidrológicas (HidroWeb) da Agência Nacional de Águas (ANA): Poço Fundo (84100000) e ETA Casan Montante (84150100), localizadas no Rio Cubatão. Essas estações estão em operação desde 1977 e 1989, respectivamente. O número de parâmetros analisados é variável no tempo. Nos anos de 1994 e 1995 foram avaliados 20 parâmetros de qualidade de água, mas de 1997 até o momento o número de parâmetros foi reduzido significativamente. Para compor o diagnóstico da qualidade das águas, foram utilizados os dados disponíveis de 2014 até 2017 (pH, condutividade elétrica, OD, sólidos dissolvidos totais, sólidos em suspensão totais, temperatura da amostra e turbidez). A Tabela 94 apresenta os valores dos parâmetros de qualidade de água das estações Poço Fundo (84100000) e ETA Casan Montante (84150100), para o período compreendido entre 2014 e 2017.

Código	Data de leitura	pH	Condutividade elétrica	OD	Sólidos dissolvidos - totais	Sólidos em suspensão - totais	Temperatura da amostra	Turbidez
84100000	30/01/2014	7,36	56,00	8,20	29,00	1,00	29,64	11,00
84100000	08/05/2014	6,70	141,00	9,24	57,00	1,00	20,99	2,00
84100000	09/07/2014	6,62	32,80	9,90	23,00	5,00	15,96	3,80
84100000	23/10/2014	6,01	40,80	9,30	50,00	0,00	21,09	5,10
84100000	05/02/2015	5,93	37,20	8,61	42,00	14,00	23,39	10,30
84100000	23/04/2015	5,63	32,20	9,41	42,00	14,00	18,88	17,40
84100000	03/09/2015	5,63	38,20	9,74	52,00	6,00	16,97	15,00
84100000	11/11/2015	5,43	30,90	9,07			20,92	26,10
84100000	19/04/2016				29,00	6,00		
84100000	03/11/2016				40,00	1,00		
84100000	22/02/2017				58,00	12,00		
84100000	18/07/2017	7,43	40,10	10,80	58,00	1,00	13,35	4,90
84150100	30/01/2014	6,74	61,00	6,50			29,60	15,60
84150100	08/05/2014	6,52	157,00	8,25			21,77	189,00
84150100	09/07/2014	6,39	39,90	9,13			16,84	9,50
84150100	22/10/2014	5,40	49,30	8,34			21,47	65,60
84150100	06/02/2015	5,48	44,90	7,83			23,35	51,90
84150100	22/04/2015	5,60	45,30	8,13			21,35	51,60
84150100	03/09/2015	5,21	46,20	9,03			17,34	23,90
84150100	10/11/2015	5,34	37,60	8,63			21,42	41,20
84150100	13/07/2017	6,65	44,9	9,36			17,96	4

Obs.: os valores destacados na tabela estão fora dos limites estabelecidos para rios classe 2 – águas doces (Resolução Conama 357/2005).

Tabela 94 – Parâmetros de qualidade de água das estações Poço Fundo e ETA Casan Montante

Fonte: ANA (2017). Elaboração própria (2017)

De acordo com os dados do monitoramento do PNQA, a estação Poço Fundo apresentou em 2015 o pH abaixo do limite estabelecido para rios classe 2 – águas doces (pH entre 6 e 8) e em 2016 e 2017 com informações apenas de sólidos dissolvidos em suspensão e dissolvidos. A estação ETA Casan Montante também apresentou pH abaixo do limite (2014 e 2015) e uma análise com turbidez acima de 100 UNT (limite para rios classe 2).

2.3.1.2. Fundação do Meio Ambiente (Fatma)

A Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (Fatma) dentro dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos, em alguns casos, solicita coleta e análises de qualidade de água dos recursos hídricos que possam estar envolvidos nesses projetos em estudo, ou até mesmo em projetos já em operação. Durante a elaboração da Etapa C, a Fatma disponibilizou uma relação dos empreendimentos localizados dentro da região do PRH. Com essa relação, foram consultados os processos e os documentos do licenciamento ambiental, dentro do sistema do Estado de Santa Catarina (SINFAT) em conjunto com a SDS, tendo como objetivo obter dados históricos de monitoramento de qualidade da água superficial.

Ressalta-se a dificuldade de obtenção dos dados de monitoramento de qualidade de água dos processos de licenciamento ambiental. Verificou-se uma não uniformidade na exigência de parâmetros de qualidade de água e na frequência de análises por tipologia de empreendimento. Não há um banco de dados específico para essas informações, tampouco um banco de dados georreferenciado. As informações ficam armazenadas em relatórios junto com toda a documentação do empreendedor, sendo necessário consultar inteiramente cada relatório a fim de encontrar dados, quando existentes, sobre programas de monitoramento de qualidade de água.

O Apêndice 2 apresenta a relação de documentos dos quais foram retirados os dados do monitoramento da qualidade de água superficial, e o Apêndice 3 apresenta os resultados das análises de qualidade de água para diversos parâmetros. Na Tabela 95 estão relacionados e identificados os pontos de monitoramento de qualidade de água da Fatma.

Ponto	Coordenadas		Data da coleta	Identificação	Rio
F01	729345	6944979	16/07/2012	Ponto 03 (três)	Rio Maruim
F01	729345	6944979	18/07/2012	Ponto 03 (três)	Rio Maruim
F02	729519	6942781	15/03/2013	Montante ETE	Afluente Córrego dos Pombos
F02	729519	6942781	10/06/2013	Montante ETE	Afluente Córrego dos Pombos
F02	729519	6942781	20/10/2013	Montante ETE	Afluente Córrego dos Pombos
F02	729519	6942781	10/12/2013	Montante ETE	Afluente Córrego dos Pombos
F03	729582	6942849	15/03/2013	Jusante ETE	Afluente Córrego dos Pombos
F03	729582	6942849	10/06/2013	Jusante ETE	Afluente Córrego dos Pombos
F03	729582	6942849	20/10/2013	Jusante ETE	Afluente Córrego dos Pombos
F03	729582	6942849	10/12/2013	Jusante ETE	Afluente Córrego dos Pombos
F04	729948	6944321	16/07/2012	Ponto 02 (dois)	Rio Maruim
F04	729948	6944321	18/07/2012	Ponto 02 (dois)	Rio Maruim
F05	730211	6944186	16/07/2012	Ponto 01 (um)	Rio Maruim
F06	727464	6909772	29/03/2016	Amostra A	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F07	727621	6910040	29/03/2016	Amostra B	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)

Ponto	Coordenadas		Data da coleta	Identificação	Rio
F08	727625	6909421	29/03/2016	Amostra P06	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F08	727625	6909421	15/12/2016	Amostra P06	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F08	727625	6909421	14/03/2017	Amostra P06	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F08	727625	6909421	21/06/2017	Amostra P06	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F09	727657	6910059	29/03/2016	Amostra P01	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F09	727657	6910059	15/12/2016	Amostra P01	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F09	727657	6910059	14/03/2017	Amostra P01	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F09	727657	6910059	21/06/2017	Amostra P01	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F10	727658	6909911	29/03/2016	Amostra P04	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F10	727658	6909911	15/12/2016	Amostra P04	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F10	727658	6909911	14/03/2017	Amostra P04	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F10	727658	6909911	21/06/2017	Amostra P04	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F11	727685	6910042	29/03/2016	Amostra P02	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F11	727685	6910042	15/12/2016	Amostra P02	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F11	727685	6910042	14/03/2017	Amostra P02	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F11	727685	6910042	21/06/2017	Amostra P02	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)

Tabela 95 – Relação e identificação dos pontos de monitoramento de qualidade da água da Fatma
Fonte: Fatma (2017). Elaboração própria (2017)

Na região do PRH em questão, os pontos de monitoramento de qualidade da água superficiais da Fatma ficaram concentrados na região de Paulo Lopes, São Jose e Palhoça (pontos F01 à F11 da Figura 50).

Na região de Paulo Lopes, há um empreendimento localizado na área de drenagem do Rio da Madre. Os dados do monitoramento são pontos de canais de drenagem e locais de lançamento de efluentes tratados. Os parâmetros analisados foram: temperatura, pH, óleos e graxas totais e sólidos suspensos totais (conforme apresentado no Apêndice 3). Óleos e graxas apresentaram concentrações para campanhas de 2016 (todos os pontos) e 2017 (ponto F08), já para rios classe 2 – águas doces o limite é “virtualmente ausentes”. Os outros parâmetros analisados mantiveram dentro das concentrações estabelecidas, quando indicadas pela Resolução Conama nº 357/2005.

Em São José foram monitorados três pontos no Rio Maruim e dois pontos em um afluente do Córrego dos Pombos (afluente do Maruim), conforme mostra o Apêndice 3. No Rio Maruim as coletas e as análises foram realizadas no ano de 2012, e os parâmetros que apresentaram valores fora dos limites estabelecidos para rios classe 2 – águas doces foram: coliformes termotolerantes (dependendo do uso), Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), manganês, materiais flutuantes, odor e sulfetos. O córrego afluente ao córrego dos Pombos, com análises realizadas no ano de 2013, teve os parâmetros coliformes termotolerantes (dependendo do uso), DBO, nitrogênio amoniacal, óleo e graxas minerais, oxigênio dissolvido e nitrato acima dos limites estabelecidos para rios classe 2 – águas doces.

2.3.1.3. Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan)

A Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan) realiza o monitoramento da qualidade da água bruta para abastecimento público. Foram disponibilizados relatórios semestrais com diversos parâmetros desde 2014 até 2017. O Apêndice 4 apresenta a relação dos relatórios das análises de água consultadas, e o Apêndice 5 apresenta os resultados das análises de qualidade de água para diversos parâmetros (Tabela 136 à Tabela 153). Na Tabela 96 estão relacionados e identificados os pontos de monitoramento de qualidade de água da Casan.

Os pontos de monitoramento C01 a C08 apresentados no mapa da Figura 50, podem não coincidir exatamente nos pontos de captação, mas sim na entrada da Estação de Tratamento de Água (ETA) (água bruta), conforme informado pela Casan.

A maioria dos pontos de captação de água encontram-se nas cabeceiras dos rios, exceto na captação do Rio Cubatão, em Palhoça. O rio das Águas Claras (captação da ETA Caldas da Imperatriz) apresentou limite superior ao estabelecido pela Resolução Conama nº 357/2005 (classe 2 – águas doces) para o parâmetro alumínio dissolvido. Em Águas Mornas, na captação da ETA Santa Cruz da Figueira (afluente do Ribeirão Braço do Sertão), o parâmetro acima do limite estabelecido foi o cloro residual livre (em outubro de 2015). Na captação do Rio Cubatão Sul (ETA) os parâmetros que tiveram as concentrações acima do limite para rios classe 2 foram o alumínio dissolvido, o cloro residual livre, o ferro dissolvido e o manganês. As captações em Palhoça da ETA Cubatão - Rio Vargem do Braço (Pilões) e em Garopaba (sistemas: SAA Macacu 3 Zé Antônio – Córrego Zé Antônio, SAA de Macacu 2 - Córrego Zé Gregório, SAA Siriú - Córrego Poço da Anta e SAA Macacu 1 Abílio – Córrego Abílio) apresentaram os parâmetros dentro dos limites da classe dos rios.

Ponto	Município	Data da coleta	Identificação	Coordenadas	
C01	Santo Amaro da Imperatriz	20/04/2017	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C01	Santo Amaro da Imperatriz	21/09/2016	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C01	Santo Amaro da Imperatriz	08/04/2016	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C01	Santo Amaro da Imperatriz	25/09/2015	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C01	Santo Amaro da Imperatriz	10/04/2015	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C01	Santo Amaro da Imperatriz	11/04/2014	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C02	Águas Mornas	20/04/2017	ETA Santa Cruz da Figueira	718783	6930395
C02	Águas Mornas	12/04/2016	ETA Santa Cruz da Figueira	718783	6930395
C02	Águas Mornas	21/09/2016	ETA Santa Cruz da Figueira	718783	6930395
C02	Águas Mornas	14/04/2015	ETA Santa Cruz da Figueira	718783	6930395
C02	Águas Mornas	08/10/2015	ETA Santa Cruz da Figueira	718783	6930395
C02	Águas Mornas	18/04/2014	ETA Santa Cruz da Figueira	718783	6930395
C03	Palhoça	25/04/2017	ETA Cubatão - Rio Vargem do Braço (Pilões)	721116	6929899
C03	Palhoça	15/04/2015	ETA Cubatão - Rio Vargem do Braço (Pilões)	721116	6929899
C03	Palhoça	09/10/2015	ETA Cubatão - Rio Vargem do Braço (Pilões)	721116	6929899
C03	Palhoça	14/04/2014	ETA Cubatão - Rio Vargem do Braço (Pilões)	721116	6929899
C04	Palhoça	25/04/2017	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726230	6934815
C04	Palhoça	16/06/2016	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726230	6934815
C04	Palhoça	14/04/2016	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726230	6934815
C04	Palhoça	15/04/2015	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726230	6934815
C04	Palhoça	09/10/2015	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726230	6934815
C04	Palhoça	14/04/2014	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726230	6934815
C05	Garopaba	13/03/2017	SAA Macacu 3 Zé Antônio – Córrego Zé Antônio	729770	6898503
C05	Garopaba	10/03/2014	SAA Macacu 3 Zé Antônio – Córrego Zé Antônio	729770	6898503
C06	Garopaba	13/03/2017	SAA de Macacu 2 - Córrego Zé Gregório	731218	6901309
C06	Garopaba	10/03/2014	SAA de Macacu 2 - Córrego Zé Gregório	731218	6901309
C07	Garopaba	13/03/2017	SAA Siriú - Córrego Poço da Anta	731306	6903062
C07	Garopaba	10/03/2014	SAA Siriú - Córrego Poço da Anta	731306	6903062
C08	Garopaba	13/03/2017	SAA Macacu 1 Abílio – Córrego Abílio	731438	6901397
C08	Garopaba	10/03/2014	SAA Macacu 1 Abílio – Córrego Abílio	731438	6901397

Tabela 96 – Relação e identificação dos pontos de monitoramento de qualidade da água superficial da Casan

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

2.3.2. Qualidade das águas superficiais

Para o diagnóstico da qualidade das águas superficiais dos rios da região hidrográfica do PRH, foram levantados dados e consolidados no item 2.1.2. Conforme apresentado anteriormente, alguns parâmetros de qualidade da água ficaram fora dos limites estabelecidos para rios classe 2 – águas doces.

Ressalta-se que as fontes de dados (Fatma, Casan e PNQA/ANA) utilizadas para o diagnóstico da qualidade das águas superficiais possuem objetivos diferenciados quanto ao programa de monitoramento de qualidade das águas. De acordo com os dados resultantes do licenciamento ambiental, em alguns casos, observa-se que foram dados pontuais (realizados em uma ou duas campanhas), não sendo mantida uma frequência de monitoramento, enquanto que os dados provenientes de sistemas de abastecimento de água, além de terem uma frequência determinada, mostram que os tipos de parâmetros analisados são mais específicos em relação à potabilidade das águas. Os dados obtidos das estações de qualidade de água do PNQA/ANA de 2014 a 2017 apresentaram apenas alguns parâmetros físicos e químicos de qualidade de água.

Sobre a importância do diagnóstico do uso e ocupação do solo na influência dos padrões de qualidade das águas e os ecossistemas aquáticos dentro de uma bacia hidrográfica, especificamente para as matas ciliares, foi realizada uma estimativa de áreas de preservação permanente nas margens de rios, nascentes e lagos naturais dos corpos d'água da região hidrográfica em estudo (item 2.3.2.1). As áreas de florestas desmatadas representam um impacto na bacia hidrográfica, que pode ser cumulativo com outros processos deteriorantes, causando sucessivos problemas na qualidade da água, com impedimentos dos usos múltiplos e aumento na necessidade de investimentos para recuperação. A remoção de matas (como as florestas de galeria) aumenta a suscetibilidade dos rios e promove aumento de drenagem e transporte de substâncias e elementos para os ecossistemas aquáticos. A qualidade da água e a quantidade de áreas de matas ciliares preservadas podem ser um dos "indicadores de qualidade das bacias hidrográficas".

2.3.2.1. Áreas de preservação permanente de margens de rios, nascentes e lagos naturais

Em virtude da importância da mata ciliar para preservação das águas, buscou-se identificar meios de definir as APPs nas bacias hidrográficas em estudo. Para tanto, foram utilizados dados secundários disponibilizados pela SDS, e resultados gerados na base de uso e ocupação do solo (apresentada no relatório B). Ressalta-se que os resultados alcançados nesse processo são de extrema importância para caracterizar as bacias, entretanto, apresentam limitações por não serem dados primários ou levantados em campo, e, ainda, por conta de limitações temporais. Destaca-se também que os procedimentos foram todos automatizados (salvo análises pontuais) em virtude da complexidade da temática, o que pode acarretar em resultados diferentes da realidade.

Para a delimitação das APPs, utilizou-se a base hidrográfica elaborada pela SDS e a base de dados de Massas d'água do IBGE, tendo em vista as determinações da Lei Federal nº 12.651, de 2012:

> Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:
>
> I - as faixas marginais de qualquer curso d'água natural perene e intermitente, excluídos os efêmeros, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de: (Incluído pela Lei nº 12.727, de 2012).
>
> a) 30 (trinta) metros, para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;
>
> b) 50 (cinquenta) metros, para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;
>
> c) 100 (cem) metros, para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;
>
> d) 200 (duzentos) metros, para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;
>
> e) 500 (quinhentos) metros, para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;
>
> II - as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais, em faixa com largura mínima de:
>
> a) 100 (cem) metros, em zonas rurais, exceto para o corpo d'água com até 20 (vinte) hectares de superfície, cuja faixa marginal será de 50 (cinquenta) metros;
>
> b) 30 (trinta) metros, em zonas urbanas.(BRASIL, 2012)

Para a delimitação da APP de nascentes, foi utilizada a base de dados disponibilizados pela SDS, onde constam todas as nascentes de Santa Catarina. A APP foi gerada conforme regulamenta o Código Florestal Brasileiro, pela Lei nº 12.651/2012.

> Art. 4º Considera-se Área de Preservação Permanente, em zonas rurais ou urbanas, para os efeitos desta Lei:
>
> (...)
>
> IV - as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d'água perenes, qualquer que seja sua situação topográfica, no raio mínimo de 50 (cinquenta) metros; (BRASIL, 2012).

A identificação das APPs de lagos naturais deu-se a partir de dados de uso e ocupação elaborado pela equipe da UFSC (apresentado na Etapa C – Tomo I), em que foram identificados os corpos d'água presentes na bacia. Após a verificação por sobreposição de imagens, geraram-se as APPs correspondentes a cada situação. Destaca-se que foram considerados apenas os lagos e lagoas naturais.

Por fim, executou-se o processo de compilar os três tipos de APPs (rios, nascentes e lagos naturais) em um único dado, de forma que cerca de 16,9% da área das bacias dos rios Cubatão, Madre e contíguas são APPs. As APPs das bacias é composta pelos seguintes usos do solo e respectivos percentuais, representados na Tabela 97.

Classe	Percentual (%)
Agricultura	3,6
Área de mineração	0,1
Área urbanizada e/ ou construída	4,5

Classe	Percentual (%)
Vegetação natural	66,2
Pastagens, campos naturais e solo exposto	24,6
Reflorestamento	1,0

Tabela 97 – Usos do solo nas APPs da bacia
Elaboração própria (2018)

O mapa resultante da identificação das APPs de margens de rios, nascentes e lagos naturais da região hidrográfica está apresentado no Apêndice 6 e em miniatura na Figura 51.

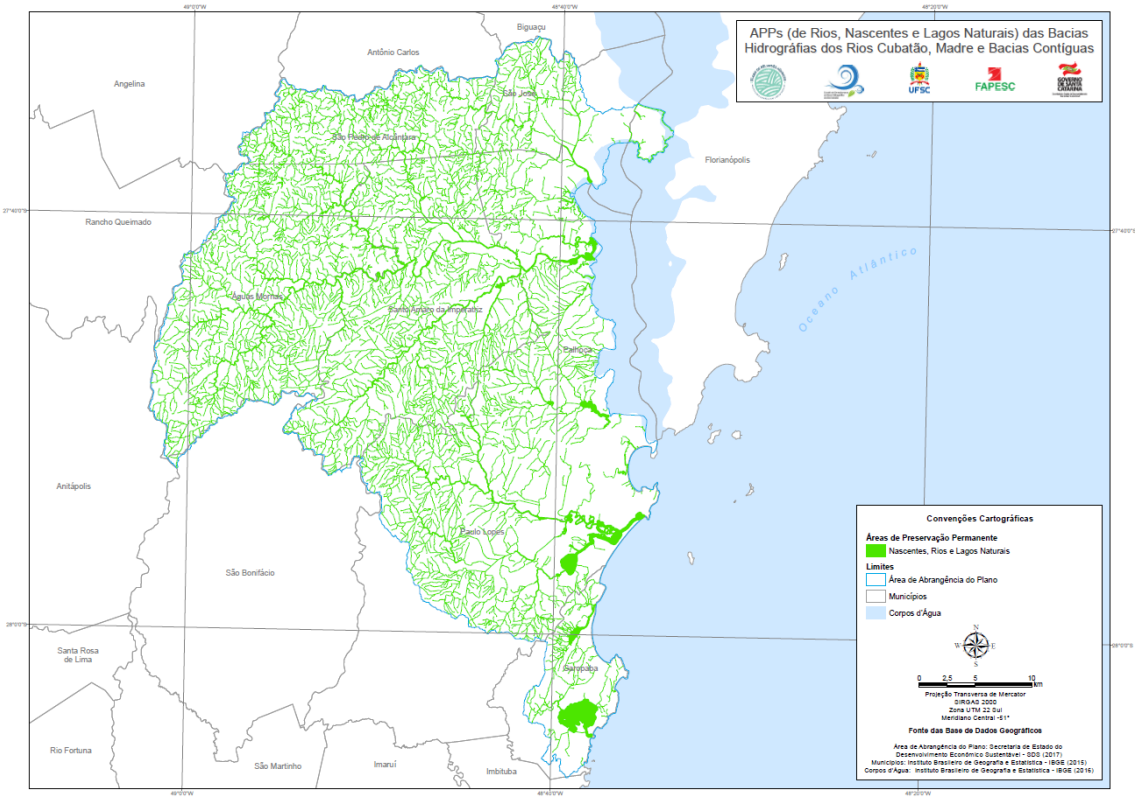


Figura 51 – APPs de margens de rios, nascentes e lagos naturais
Elaboração própria (2017)

2.4. RECURSOS HÍDRICOS SUBTERRÂNEOS

O tópico de recursos hídricos subterrâneos é composto por três partes: Ambiente regulatório; Método e procedimentos; e Levantamento e processamento de dados.

2.4.1. Ambiente regulatório

No cenário nacional, a Lei nº 9.433/1997, denominada Lei das Águas, institui a PNRH e determina os critérios e diretrizes do gerenciamento das águas superficiais e subterrâneas. O desenvolvimento desta política, com o objetivo primordial de assegurar à atual e às futuras gerações ao acesso à disponibilidade de água em padrões de qualidade adequados aos respectivos usos, fundamenta a importância de estabelecer estratégias de gestão dos recursos hídricos subterrâneos. Nesse contexto, embora a PNRH seja inclusiva quanto aos recursos

hídricos subterrâneos, a redação desta lei apresenta maior ênfase nas águas superficiais, gerando um ambiente de subjetividade por deficiência normativa.

Em complementação, o Conselho Nacional dos Recursos Hídricos (CNRH) publica a Resolução 15/2001, a qual ressalta que a implementação da PNRH está intrínseca à gestão indissociável das águas superficiais e subterrâneas, e estabelece as diretrizes do gerenciamento integrado.

Posteriormente, outras resoluções foram publicadas visando formar uma base normativa para o direcionamento da gestão dos recursos hídricos subterrâneos, além de subsidiar a aplicação dos instrumentos da PNRH. Dessa forma, situam-se as resoluções:

- Resolução CNRH nº 107/2010 - estabelece diretrizes e critérios a serem adotados para planejamento, implantação e operação de Rede e Monitoramento Integrado Qualitativo e Quantitativo de Águas Subterrâneas.
- Resolução CNRH nº 91/2008 - dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de águas superficiais e subterrâneas.
- Resolução CNRH nº 92/2008 - estabelece critérios e procedimentos gerais para a proteção e conservação das águas subterrâneas no território brasileiro.
- Resolução Conama nº 396/2008 - dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.
- Resolução CNRH nº 22/2002 - estabelece diretrizes complementares referentes à elaboração dos Planos de Recursos Hídricos no âmbito das águas subterrâneas.

Conforme estabelecido pela Constituição Federal de 1988, Art. 26 - I, a responsabilidade sobre as águas subterrâneas é exclusiva dos Estados da Federação, sendo estes responsáveis pela regulamentação e aplicação da normativa estabelecida pela União. Portanto, em um cenário de governança dos recursos hídricos, os estados têm como objetivo garantir a gestão integrada das águas superficiais e subterrâneas.

No ambiente regulatório do estado de Santa Catarina, a SDS consiste no órgão responsável pela gestão dos recursos hídricos e, entre suas competências, incluem-se a emissão de outorga e a análise do uso das águas subterrâneas.

No desenvolvimento da responsabilidade regulamentativa, o Conselho Estadual dos Recursos Hídricos (CEHR), vinculado à SDS, publica as seguintes resoluções como subsídio da gestão dos recursos hídricos:

- Resolução CERH nº 02/2014 - Dispõe sobre os usos das águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina.
- Resolução CERH nº 03/2014 - Dispõe sobre os procedimentos e critérios de natureza técnica a serem observados no exame dos pedidos de outorga de uso de águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina.

A exploração de água mineral destinada à produção de água engarrafada para consumo humano, bem como para fins balneários, está sujeita ao Regime de Autorização de Pesquisa e Concessão de Lavra do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM) e Ministério de Minas e Energia. Sendo assim, de acordo com o artigo 4º previsto na Resolução CERH nº 02/2014, fica estabelecido que a pesquisa e lavra de águas minerais, termais, gasosas, potáveis de mesa ou destinadas a fins balneários são outorgadas pelo DNPM e Ministério de Minas e Energia, conforme previsto, respectivamente, no Código de Águas Minerais (Decreto-

Lei nº 7.841, de 8 de agosto de 1945) e no Código de Mineração (Decreto-Lei nº 227, de 27 de fevereiro de 1967) e suas alterações.

2.4.2. Método e procedimentos

Para desenvolver o diagnóstico das condições que atualmente regem o sistema de águas subterrâneas nas bacias hidrográficas dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas, foram consideradas, analisadas e inter-relacionadas as seguintes informações:

- **Caracterização geológica** - análise do Mapa Geológico e processamento das informações e identificação das características que influenciam no acúmulo e dinâmica das águas subterrâneas.
- **Caracterização hidrogeológica** - análise do Mapa Hidrogeológico e reconhecimento do contexto por meio da identificação dos sistemas de aquíferos, da produtividade dos aquíferos, das características hidroquímicas e das variáveis de identificação de vulnerabilidade.
- **Caracterização dos poços cadastrados** - levantamento e espacialização dos poços cadastrados e demais poços identificados. Análise dos dados e variáveis qualiquantitativas para a identificação do panorama geral dos usos da água subterrânea.
- **Disponibilidade e demanda hídrica subterrâneas** - levantamento dos dados de potencialidade e produtividade dos sistemas de aquíferos, bem como o reconhecimento das restrições da potencialidade aquífera da área. Identificação dos principais usos dos recursos hídricos subterrâneos e análise quantitativa das vazões médias nos poços cadastrados.
- **Estudo de qualidade das águas subterrâneas** - levantamento e análise dos dados de qualidade da água e confrontamento com os parâmetros estabelecidos pela legislação vigente, bem como identificação das inadequações qualitativas e sua correlação com os fatores de influência natural (características hidroquímicas) e fatores antrópicos (potenciais fontes de contaminação).
- **Caracterização dos potenciais conflitos** - levantamento das variáveis condicionantes da vulnerabilidade dos sistemas de águas subterrâneas e sobreposição dos parâmetros para o processamento de um Mapa de Vulnerabilidade. Levantamento das atividades econômicas mais expressivas e do uso e cobertura do solo, voltado à identificação de potenciais fontes de contaminação e conflitos de interesse.
- **Balanço hídrico preliminar** - análise da relação entre os volumes de entrada, via recarga dos aquíferos, e os volumes de extração, conforme os dados de vazão média de extração dos poços. A partir da análise, é realizada a estimativa do balanço preliminar entre a disponibilidade e a demanda hídrica subterrânea.

O fluxograma Figura 52 ilustra de maneira simplificada os elementos componentes do método aplicado ao diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos. A análise e o processamento dos dados foram baseados em métodos de pesquisa e desenvolvimento, bem como na construção conjunta de ferramentas que serviram de base para avaliação e tomada de decisões.

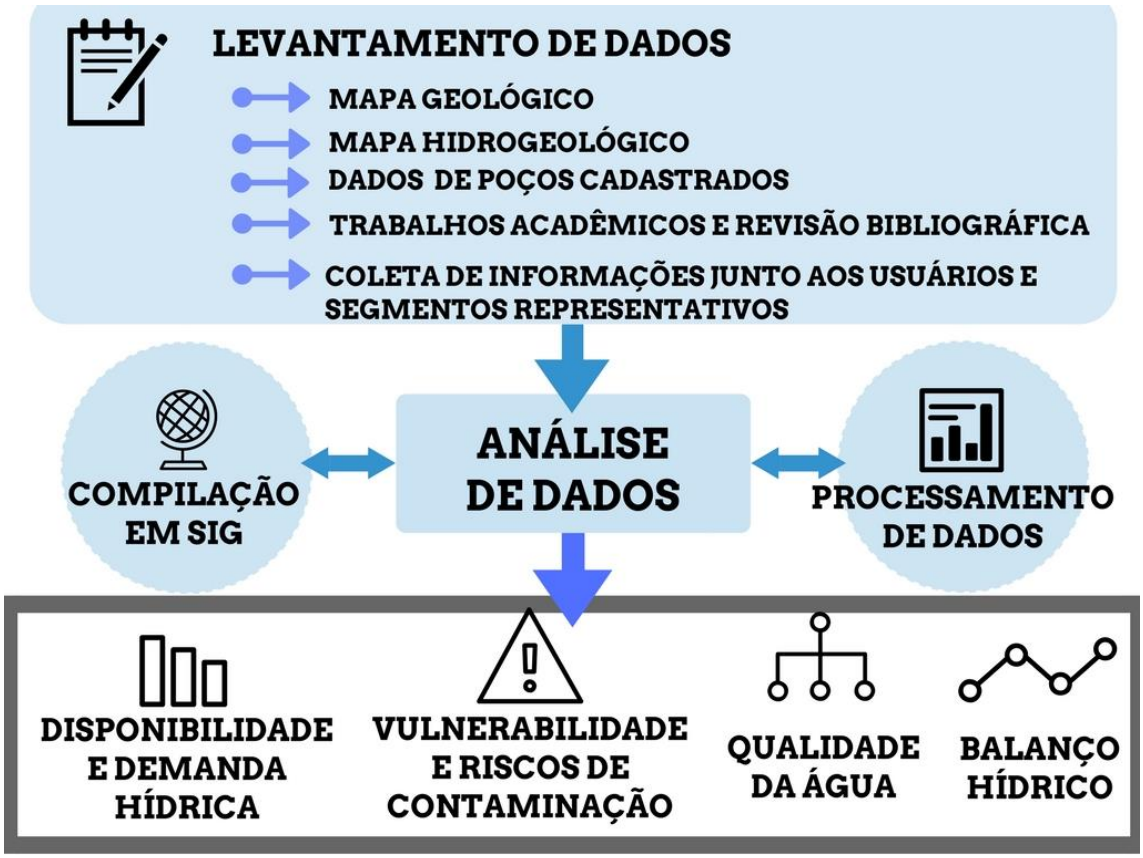


Figura 52 – Metodologia empregada no diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos
Elaboração própria (2017)

2.4.3. Levantamento e Processamento de Dados

Para realização do diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos da bacia do Rio Cubatão, Rio da Madre e bacias contíguas, fez-se necessária a prospecção de dados e informações para a caracterização e a análise do cenário atual. Observa-se que o processo de busca de informações envolveu previamente a identificação das condicionantes que influenciam no sistema de águas subterrâneas, com o intuito de estabelecer uma base de dados representativa e um universo amostral que viabilizasse o desenvolvimento de uma análise qualiquantitativa.

O levantamento e processamento dos dados foi realizado através das bases de informações disponíveis nos órgãos e segmentos representativos do setor público, além do contato com usuários de águas subterrâneas da região.

A primeira etapa da coleta de dados consistiu no reconhecimento das informações e estudos previamente desenvolvidos no âmbito dos recursos hídricos subterrâneos. Nesse contexto, destacam-se os trabalhos de mapeamento geológico e hidrogeológico desenvolvidos sob coordenação dos órgãos Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) e DNPM.

Entre os demais trabalhos de importância e que abordam a caracterização dos recursos hídricos subterrâneos no estado de Santa Catarina, destacam-se:

» Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Araranguá (SANTA CATARINA, 2015);

- Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (FUNDAÇÃO AGÊNCIA DE ÁGUAS DO VALE DO ITAJAÍ, 2010);
- Plano Estadual de Recursos Hídricos - Abordagem Metodológica (SANTA CATARINA, 2008);
- Panorama dos Recursos Hídricos de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2006);
- Plano Integrado de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Tubarão e Complexo Lagunar (SANTA CATARINA, 2002);
- Diagnóstico dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Oeste do Estado de Santa Catarina - PROESC (CPRM; SANTA CATARINA, 2002).

Além destes, o trabalho técnico de Informações Hidrogeológicas Básicas do Estado de SC (SILVA; KIRCHHEIM, 2011) realiza uma análise geral dos bancos de dados hidrogeológicos disponíveis para o estado de Santa Catarina.

Constatou-se, à primeira vista, que a maior parte dos trabalhos técnicos e acadêmicos reunidos foi desenvolvida com foco na Região Oeste do estado, especialmente para a região que abrange o Aquífero Guarani. Salienta-se especialmente o Diagnóstico dos Recursos Hídricos Subterrâneos do Oeste do Estado de Santa Catarina, editado em 2002 pelo convênio entre a CPRM e o estado de Santa Catarina

Adicionalmente, a quantidade e a disponibilidade dos dados da região hidrográfica RH8 é significativamente reduzida em comparação às demais regiões hidrográficas do estado.

Diante desse cenário, considerando a relativa carência de informações quantitativas e qualitativas especificamente para a região das bacias em referência, o levantamento de trabalhos técnicos e acadêmicos abrangeu estudos realizados na área em estudo e áreas adjacentes que apresentaram características hidrogeológicas similares.

Neste contexto, a Tabela 98 apresenta o resumo dos principais trabalhos técnicos e acadêmicos que analisaram características hidrogeológicas. Observa-se que as pesquisas foram avaliadas conforme a região de abrangência, a temática e as variáveis de relevância para o diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos.

Autor	Título do Trabalho	Região	Variáveis Informativas
Machado, J. L. F. (2015).	Unidades Hidroestratigráficas do Estado de Santa Catarina	Santa Catarina	Caracterização geológica e hidrogeológica.
Machado, J. L. F. (2013)	Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina	Santa Catarina	Caracterização hidrogeológica; Zonas aquíferas; Potencialidade e Produtividade dos Sistemas Aquíferos
Diogo R. A. da Silva e Roberto E. Kirchheim (2011)	Informações Hidrogeológicas Básicas do Estado de SC	Santa Catarina	Análise do banco de dados hidrogeológicos; Demanda e disponibilidade hídrica subterrânea.
Fabrício Bueno da Fonseca Cardoso et al. (2007)	Mapa dos Domínios Hidrogeológicos de Santa Catarina: Uma Ferramenta para Gestão das Águas Subterrâneas do Estado	Santa Catarina	Domínios e subdomínios hidrogeológicos.
Luiz Eduardo Carvalho Bonilha e Sérgio Freitas Borges (2002)	Contaminação Antrópica de um Aquífero Costeiro e sua Implicação para o Planejamento Urbano: Estudo de Caso do	Bombinhas - SC	Qualidade da água subterrânea; Riscos de Contaminação.

Autor	Título do Trabalho	Região	Variáveis Informativas
	Aquífero do Mariscal – Canto Grande (Bombinhas-SC)		
João Batista Lins Coitinho (2000)	Águas Minerais de Santa Catarina	Santa Catarina	Características hidroquímicas; Fontes de exploração de água mineral; Vulnerabilidade de fontes hidrominerais.
Alexandre Guedes Junior (1999)	Mapeamento Hidrogeológico da Ilha de Santa Catarina utilizando Geoprocessamento	Florianópolis - Ilha	Sistema de aquíferos; Vazões médias; Nível freático.

Tabela 98 – Principais trabalhos acadêmicos utilizados para o levantamento de dados do diagnóstico de águas subterrâneas

Elaboração própria (2017)

A elaboração do diagnóstico de águas subterrâneas é constituída principalmente a partir da identificação, da análise e do processamento de dados de monitoramento das águas subterrâneas. Sendo assim, a identificação, a espacialização e a caracterização dos poços tubulares existentes na região tornam-se indispensáveis para realização da avaliação qualiquantitativa dos recursos hídricos subterrâneos.

2.4.3.1. Base Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS)

Foram levantados dados sobre os poços cadastrados na rede de monitoramento do SIAGAS. Ressalta-se, entretanto, que as informações obtidas junto a esse banco de dados não se apresentam integralmente consistidas e representam uma amostra parcial da representação atual dos poços existentes na área. Ademais, em conversa com os técnicos responsáveis pela atualização do sistema de monitoramento de poços do Siagas, constatou-se que a base de dados está em fase de atualização, consultando segmentos representativos, como a SDS e a Fatma, em busca de dados de poços outorgados.

Feitas essas ressalvas, na área da bacia do Rio Cubatão, Rio da Madre e bacias contíguas foram identificados 95 poços cadastrados no SIAGAS, de acordo com os dados disponibilizados pela equipe técnica responsável pelo monitoramento, sendo estes os mais atualizados até o presente momento.

Na Tabela 99 é apresentado o número de poços cadastrados por município. A partir do banco de dados do SIAGAS foi possível obter informações como a natureza do poço (poço tubular, ponteira, escavado ou fonte natural), o nível estático, o nível dinâmico e a vazão de extração em m³/h (Apêndice 7).

Município	Número de poços
Águas Mornas	10
Florianópolis	5
Garopaba	10
Palhoça	26
Paulo Lopes	0
Santo Amaro da Imperatriz	23

Município	Número de poços
São José	12
São Pedro de Alcântara	9
Total Geral	95

Tabela 99 – Número de poços cadastrados no SIAGAS, por município da bacia
Fonte: CPRM ([2017]). Elaboração própria (2017)

Salienta-se que o cadastramento do SIAGAS não apresenta os dados quantitativos para todos os poços cadastrados, bem como não apresenta dados de caracterização de qualidade da água. Dessa forma, fez-se necessário o levantamento de dados de poços existentes em outros segmentos representativos, usuários e órgãos públicos relacionados à captação e uso das águas subterrâneas.

2.4.3.2. Base SDS

A partir de 2014, com a publicação da Resolução CERH 02/2014, a SDS tornou-se o órgão responsável pela análise do uso e emissão de outorga de uso das águas subterrâneas no estado de Santa Catarina. Por isso, a SDS possui apenas o cadastro de poços outorgados a partir de 2015.

Além disso, é necessário considerar o ambiente de informalidade da extração de água subterrânea (SILVA; KIRCHHEIM, 2011), tendo em vista os poços em funcionamento que não estão registrados nos órgãos de gestão.

Conforme a base cadastral de poços, considerada pela equipe de georreferenciamento da SDS, há apenas dois poços outorgados dentro dos limites da área de estudo, os quais são apresentados na Tabela 100.

Processo	Usuário	Vazão Outorgada (m³/h)	Município	Manancial	Finalidade
DSUST 2146/2015	Casan Garopaba	432	Garopaba	Sed. litorâneos	Abast. público
DSUST 1850/2016	Intelbras S.A.	50	São José	Emb. cristalino	Indústria

Tabela 100 – Poços outorgados cadastrados na SDS
Elaboração própria (2017)

Adicionalmente, foram levantados os dados dos poços cadastrados no Sistema de Cadastro de Usuários de Água da SDS. Dessa forma, na área da bacia do Rio Cubatão Sul, do Rio da Madre e das bacias contíguas, foram identificados 85 poços cadastrados.

Na Tabela 101 é apresentado o número de poços cadastrados por município. A partir dos dados obtidos através do cadastro de usuários foi possível obter informações da vazão média de extração, do tipo de poço e do tipo de uso para qual a água subterrânea está sendo destinada (Apêndice 7).

Município	Número de poços
Águas Mornas	6
Florianópolis	0
Garopaba	23
Palhoça	27
Paulo Lopes	10
Santo Amaro da Imperatriz	7

Município	Número de poços
São José	11
São Pedro de Alcântara	1
Total Geral	85

Tabela 101 – Número de poços cadastrados CEURH, por município da bacia
Fonte: Santa Catarina ([201-]). Elaboração própria (2017)

2.4.3.3. Base Fatma

Anteriormente ao ano de 2014, a Fatma era o órgão responsável pela emissão da outorga de direito de uso das águas subterrâneas do estado de Santa Catarina. Dessa forma, solicitou-se uma consulta ao banco de dados dos processos de licenciamento dentro dos limites da área de estudo.

Desta frente de pesquisa, foram obtidas informações sobre o monitoramento de postos de combustíveis que realizam o acompanhamento da variação de compostos orgânicos específicos, mas não executam análises para outros parâmetros físicos, químicos e biológicos. Dessa forma, os dados demonstraram ter pouca significância na caracterização da qualidade da água subterrânea na bacia em estudo.

2.4.3.4. Base Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan)

A obtenção de informações referentes ao cadastramento de poços estendeu-se também ao contato com as companhias de saneamento dos municípios que atendem à região em estudo, considerando a existência dos poços de captação de água subterrânea para a utilização no abastecimento público.

A partir do levantamento de dados, identificou-se a existência de 16 poços de captação sob monitoramento da Casan. Na Tabela 102 é apresentado as características dos poços identificados como sistema de captação de água subterrânea dentro dos limites da região em estudo.

Poço	Município	Vazão média de captação (m³/dia)
SAA Praia da Gamboa	Garopaba	480,00
P4		623,81
P5		959,90
P6		1031,62
P7		1031,62
P8		719,71
P9		839,81
P10		335,23
P11		1008,29
P13		864,00
P14		1296,00
P15		1036,80

Poço	Município	Vazão média de captação (m³/dia)
P16	Paulo Lopes	502,85
SAA Paulo Lopes - Areias 1		624,67
SAA Paulo Lopes - Areias 2		55,29
SAA Paulo Lopes - Sorocaba		291,17

Tabela 102 – Poços de captação de água subterrânea monitorados pela Casan
Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

2.4.3.5. Base DNPM

Foram levantados os dados do Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE), com o objetivo de identificar os processos minerários cadastrados junto ao DNPM que possuem concessão para a exploração de água mineral.

A partir destes dados, foi possível identificar que os pontos de exploração e uso da água subterrânea na região são caracterizados especialmente pelo uso da água subterrânea na produção de água mineral engarrafada ou pela utilização das águas termais no setor balneário-hoteleiro. Sendo assim, foram contatados os usuários identificados com processos de concessão junto ao DNPM, visando obter informações como a localização dos poços, a vazão de extração e os resultados de análise da qualidade da água subterrânea.

Na Tabela 103 é apresentado os usuários cadastrados, com os quais foi realizado contato. Ressalta-se que alguns destes usuários possuem mais de um processo de concessão e para diferentes usos.

Empresa	Município
Água Mineral Santa Catarina Ltda.	Palhoça
Águas Mornas Mineradora Ltda. / Hotel Águas Mornas	Águas Mornas
Mine Empresa Mineradora Ltda.	Águas Mornas
Estancia Hidromineral Santa Rita de Cassia Ltda. / Água Mineral Santa Rita	Águas Mornas
SAE Pedra Branca	Palhoça
Hidromineral Prando Ltda.	São José
Água Mineral Serra do Tabuleiro Ltda. / Água Mineral Imperatriz	Santo Amaro da Imperatriz
Cia. Hidromineral Caldas da Imperatriz	Santo Amaro da Imperatriz
Sociedade Hoteleira Itatiaia / Plaza Caldas da Imperatriz Resort & Spa	Santo Amaro da Imperatriz

Tabela 103 – Usuários de água subterrânea mineral contatados
Fonte: DNPM (2017). Elaboração própria (2017)

2.4.3.6. Base Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc)

Além das fontes supracitadas, contatou-se também a Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (CIDASC), considerando que a empresa aparece em alguns trabalhos acadêmicos como fonte de dados de monitoramento de água subterrânea. Entretanto, em contato com esta, foi identificado que o monitoramento de poços de águas subterrâneas, por parte da companhia, ocorre predominantemente na região oeste de Santa Catarina e o laboratório de avaliação da qualidade de águas subterrâneas fechou em 2010, não havendo acesso às informações, especialmente na região em estudo.

2.4.3.7. Avaliação do conjunto de dados reunidos

O mapa em miniatura, representado na Figura 53 e presente no Apêndice 8, apresenta os poços cadastrados provenientes das bases acima relacionadas. Percebe-se que a maior parte dos poços identificados se localiza em Garopaba, de maneira aglomerada no limite entre São José e Palhoça, e no limite entre Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas.

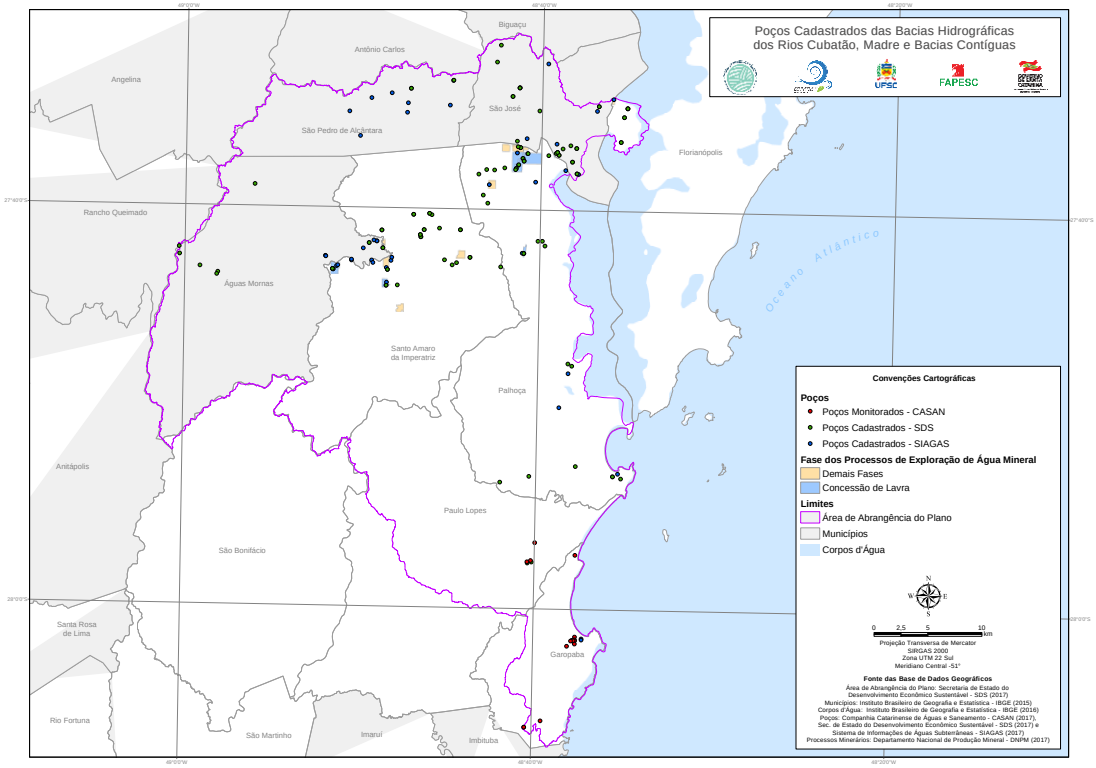


Figura 53 – Localização dos poços cadastrados na SDS, na Casan e no Siagas, e processos minerários de exploração de água mineral cadastrados no DNPM

Fonte: Santa Catarina ([201-]), Casan (2017), Brasil ([2017]) e DNPM (2017). Elaboração própria (2017)

Pelo processo de levantamento de dados foi possível identificar uma lacuna no gerenciamento dos dados e no sistema de informações referente ao monitoramento das águas subterrâneas na região em estudo. A pequena quantidade de poços cadastrados na bacia, bem como a espacialização destes, condicionam a realização de uma caracterização do cenário atual dos recursos hídricos subterrâneos.

Observou-se também que há uma descontinuidade no gerenciamento dos dados dos poços cadastrados entre os órgãos gestores, não havendo uma base de dados integrada, em que são identificados e verificados os poços regularizados. A fragmentação das diferentes informações, de quantidade e de qualidade das águas subterrâneas, constitui outro fator que dificulta a interpretação. Isso ocorre porque as informações aparecem concentradas em locais específicos da bacia, podendo refletir em uma análise qualiquantitativa que se distancia da realidade.

Nesse contexto, o diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos foi realizado com o conjunto de informações coletadas de diversas fontes, sendo estas analisadas com criticidade e compatibilizadas com as referências identificadas nos trabalhos técnicos e acadêmicos.

2.5. DIAGNÓSTICO DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUBTERRÂNEA

A avaliação da disponibilidade hídrica inclui a identificação das regiões que apresentam maior potencialidade de explotação, bem como as limitações e as condicionantes da extração e uso da água subterrânea na bacia em estudo.

Conforme apresentado na caracterização geológica e hidrogeológica, os sistemas de aquíferos estão diretamente relacionados aos domínios geológicos, sendo estes representados em unidades hidroestratigráficas com diferentes características hidrodinâmicas e hidráulicas. De maneira geral e abrangente, é possível caracterizar a potencialidade dos aquíferos baseando-se na classificação e descrição genérica dos domínios geológicos identificados na área da bacia (MACHADO, 2015)

Dessa maneira, foi feita a identificação geral das condições hidrodinâmicas que regem os mecanismos de potencialidade e produtividade das unidades aquíferas. Complementando a contextualização hidrogeológica, realizou-se a análise dos dados provenientes dos poços identificados na área de estudo. Observa-se, portanto, que o confrontamento de ambas informações se torna necessário para a elaboração de um cenário generalizado de disponibilidade hídrica.

A quantificação dos volumes de água subterrânea armazenada e disponível é desenvolvida a partir da avaliação dos elementos que condicionam o aproveitamento do sistema aquífero, como potencialidades e produtividades. Observa-se, pois, que a estimativa desses elementos é limitada em face à carência de informações sobre as características físicas dos aquíferos. Ademais, a análise dos parâmetros quantitativos está intrínseca às características dos sistemas de aquíferos, o que explica a avaliação sob diferentes aspectos conforme o tipo de aquífero.

No Terreno Florianópolis – Batólito Florianópolis, as vazões podem variar entre 0,5 m³/s e 20,0 m³/s, apresentando níveis de água rasos nas regiões mais aplainadas, variando de aflorante até 3 metros. Em áreas de relevo mais acentuado, os níveis tendem a não ultrapassar de 6 metros, sendo considerado ainda raso, especialmente em virtude da existência de fraturas. A capacidade específica, considerada média está em torno de 0,67 m³/h/m.

Para a bacia do Paraná, a área é caracterizada pelo sistema de aquífero relacionado à Formação Rio do Sul, cujas vazões dos poços variam de 1 m³/h a 10 m³/h. As capacidades

específicas variam consideravelmente, conforme as condições de sedimentação e a estruturação tectônica.

Para as Coberturas Sedimentares do Cenozóico, o aquífero apresenta alta potencialidade, podendo fornecer vazões superiores a 30 m³/h. A capacidade específica também tende a ser alta, podendo chegar a 6 m³/h/m, especialmente em áreas em que o nível estático se encontra próximo à superfície.

Na área da bacia do Rio Cubatão, do Rio da Madre e bacias contíguas, foram identificadas quatro diferentes zonas aquíferas, sendo a maior parte da área da bacia, cerca de 57,50%, identificada como área praticamente sem aquíferos (na_1). A Figura 54 apresenta uma miniatura do mapa presente no Apêndice 9, em que são representadas as zonas aquíferas e onde estão plotados também os poços cadastrados no Siagas, utilizados para avaliação da disponibilidade hídrica.

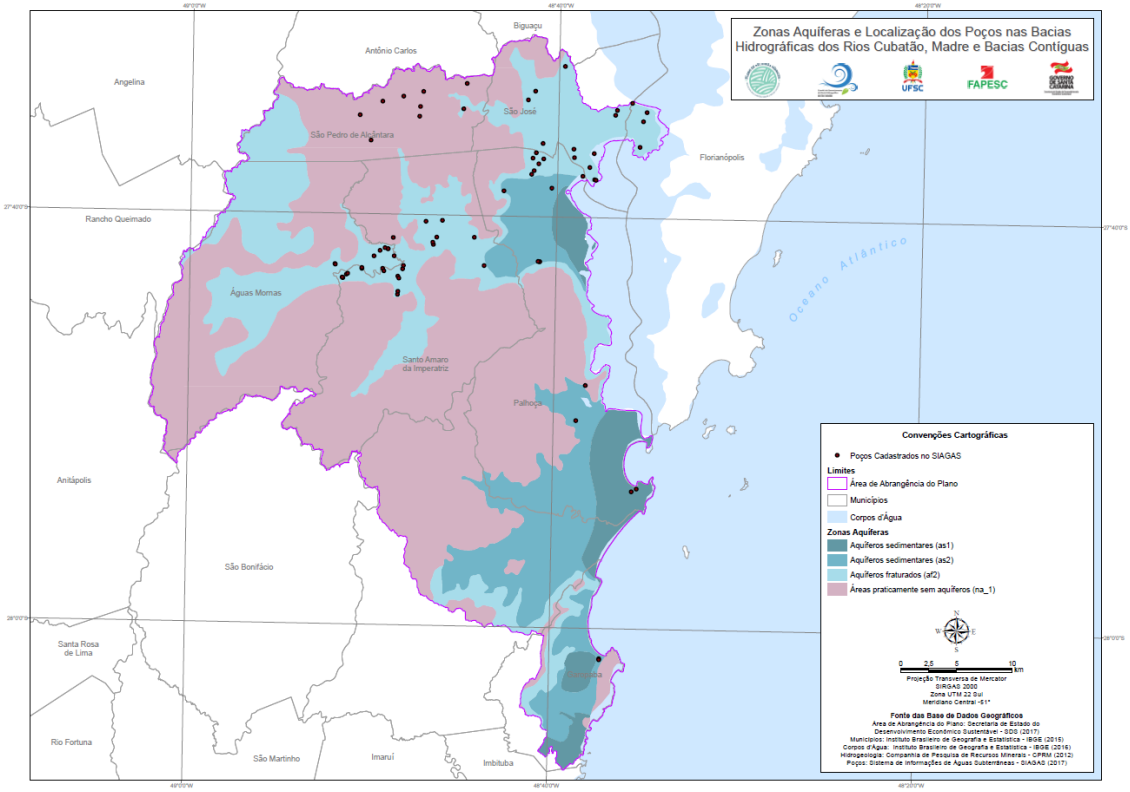


Figura 54 – Mapa das zonas aquíferas da bacia do Rio Cubatão do Sul, Madre e bacias contíguas e localização dos poços cadastrados no Siagas

Fonte: CPRM (2012, 2017). Elaboração própria (2017)

Município		Zonas aquíferas			
		as1 – Aquíferos sedimentares (litorâneos)	as2 – Aquíferos sedimentares (continentais)	af2 – Aquíferos fraturados	na1 – Áreas praticamente sem aquíferos
Águas Mornas	Área[1] %	0	0	36,5%	63,5%
	Nº de poços	0	0	14	2
Florianópolis	Área %	0	0	100%	0
	Nº de poços	0	0	4	0
Garopaba	Área %	24,5%	39,8%	19,5%	16,2%
	Nº de poços[2]	13	2	0	2
Palhoça	Área %	16,9%	28,5%	9,8%	44,8%
	Nº de poços	4	11	22	3
Paulo Lopes	Área %	4,0%	11,1%	9,9%	75,0%
	Nº de poços[3]	0	3	0	0

Município		Zonas aquíferas			
		as1 – Aquíferos sedimentares (litorâneos)	as2 – Aquíferos sedimentares (continentais)	af2 – Aquíferos fraturados	na1 – Áreas praticamente sem aquíferos
Santo Amaro da Imperatriz	Área %	0	2,0%	24,7%	73,3%
	Nº de poços	0	1	26	2
São José	Área %	0	0	68,1%	31,9%
	Nº de poços	0	0	20	1
São Pedro de Alcântara	Área %	0	0	19,6%	80,4%
	Nº de poços	0	0	1	8

[1] A porcentagem da área é calculada em relação à área do município contida dentro dos limites da bacia.
[2] O número de poços em Garopaba para zona aquífera as1 foi computado com base nos questionários aplicados à Casan (2017).
[3] O número de poços em Paulo Lopes para zona aquífera as2 foi computado com base no sistema de cadastro de usuários da SDS (2017).

Tabela 104 – Número de poços identificados por zona aquífera e % de área de cada zona aquífera por município
Fonte: Poços Cadastrados (SDS, 2017; SIAGAS, 2017; CASAN, 2017) e Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina (CPRM, 2012).

A partir desse mapeamento, a seguir são descritas as zonas aquíferas identificadas, bem como suas características associadas à disponibilidade hídrica da região em estudo.

2.5.1. Aquíferos sedimentares - as1 (litorâneos)

A zona as1 é caracterizada por Sistemas de Aquíferos Cenozóicos Litorâneos, predominantemente associados à Unidade Hidroestratigráfica do Cenozóico. Conforme as condições hidrogeológicas identificadas por Machado (2013), consiste em um sistema de aquíferos livres, contínuos e homogêneos, caracterizado por sedimentos marinhos e costeiros, representados em sucessões de camadas arenosas pouco ou não consolidadas.

Este sistema de aquíferos compõe a zona de menor abrangência, totalizando 5,33% da área da bacia, ocupando parte da área do município de Garopaba, o litoral do município de Paulo Lopes e o litoral nos extremos norte e sul de Palhoça.

A potencialidade deste sistema de aquíferos é considerada alta, com vazões variando de 20 m³/h a 90 m³/h. O nível estático varia entre 2,0 m a 4,0 m, estando bem próximos à superfície (MACHADO, 2013). A alta potencialidade pode ser evidenciada pela predominância de poços perfurados na zona de aquíferos sedimentares em Garopaba. De acordo com os dados da Casan (2017), existem 13 poços de captação subterrânea para abastecimento público em Garopaba.

Em contrapartida, de acordo com os dados dos poços mapeados, a região litorânea de Paulo Lopes não apresenta nenhum poço perfurado dentro dos limites da zona aquífera as1.

Na região do litoral sul da Palhoça, foram identificados quatro poços localizados na praia da Pinheira, sendo um destes de propriedade do Sistema Autônomo Municipal de Água e Esgoto (Samae) de Palhoça. A vazão média do poço utilizado para abastecimento público pela companhia de saneamento municipal corresponde a 10,8 m³/h (CPRM, [2017]). A vazão média estimada representativa da potencialidade hídrica na praia da Pinheira é de 8,15 m³/h.

Este sistema de aquíferos apresenta grande importância hidrogeológica, especialmente para o município de Garopaba, cujo abastecimento público de água na área urbana ocorre através da captação de água subterrânea por poços tubulares. Adicionalmente, no sul do município de Palhoça, o sistema de abastecimento público por captação de água subterrânea atende à praia da Pinheira, à praia do Sonho e à Guarda do Embaú.

2.5.2. Aquíferos sedimentares - as2 (continentais)

O sistema de aquíferos sedimentares as2 é representante da Unidade Hidroestratigráfica do Cenozóico correspondente aos Sistemas de Aquíferos Cenozóicos Continentais associados a Sistemas Marinhos. De acordo com Machado (2013), tratam-se de aquíferos caracterizados principalmente por sedimentos continentais de origem aluvial e fluvial, apresentando algum sedimento marinho intercalado.

A zona aquífera as2 corresponde a 13,30% da área total da bacia em estudo. A área de ocorrência desse sistema de aquíferos equivale à faixa de extensão circundante ao sistema de aquíferos sedimentares litorâneos (as1). Dessa forma, a área de abrangência da zona aquífera as2 compreende os municípios de Garopaba, Paulo Lopes, porção sul e norte do município de Palhoça, estendendo-se a uma pequena área no município de Santo Amaro da Imperatriz.

Embora esse sistema de aquíferos seja caracterizado por apresentar boa porosidade intergranular, trata-se de aquíferos anisotrópicos (MACHADO, 2013), os quais consistem em reservas subterrâneas que direcionam os fluxos em caminhos preferenciais. Por essa razão, apresentam menor produtividade quando comparados aos aquíferos sedimentares litorâneos. Nessas condições, os aquíferos sedimentares continentais apresentam potencialidade de média a baixa, com vazões médias variando entre 1,0 3,0 m³/h a 3,0 m³/h. Os níveis estáticos variam de 2,0 metros a 4,0 metros, caracterizando níveis próximos à superfície.

Conforme os dados Siagas (CPRM, [2017]), no município de Garopaba existem dois poços de captação localizados no sistema de aquíferos sedimentares continentais. Estes poços complementam o sistema de abastecimento da Casan e apresentam uma vazão média de 48,5 m³/h conforme o teste de bombeamento, indicando uma alta potencialidade local. De acordo com o detalhamento geológico e o perfil construtivo dos poços, as condições litológicas apresentam camada superficial de solo arenoso seguida de camadas de granito fraturado. A capacidade específica média nessa área é de 3,5 m³/h, caracterizando uma produtividade alta para esse sistema de aquíferos, possivelmente justificada nas condições litológicas locais.

No município de Paulo Lopes, esta zona aquífera concentra os poços responsáveis pelo abastecimento público da região, sendo referentes ao Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de Paulo Lopes da região de Areias, Centro e Sorocaba.

No município de Palhoça, foram identificados seis poços, sendo três destes referentes à exploração de água mineral. A maior quantidade de poços de Palhoça localizados na zona aquífera as2 ocorre na região norte do município. Os poços representam uma vazão média de 19,75 m³/h e uma capacidade específica média de 6,95 m³/h/m. Esta capacidade específica é considerada alta e caracteriza uma área de elevada produtividade. Esse fator deve-se especialmente às vazões específicas dos poços em bombeamento localizados na área de concessão de lavra de uma empresa de água mineral, os quais se situam próximos ao limiar entre o sistema de aquíferos sedimentares continentais (as2) e o sistema de aquíferos fraturados (af2). A profundidade dos poços varia de 41 metros a 150 metros, sendo os poços de maior vazão específica correspondentes aos menos profundos. De acordo com o detalhamento geológico dos poços, estes estão perfurados em locais cujas condições litológicas compreendem camadas superficiais de solo arenoso e silto-arenoso, seguido por camadas de granito alterado e fraturado, caracterizando um fluxo gerado, possivelmente, pelas fraturas da região limiar entre os dois sistemas aquíferos.

Apesar de indicarem menor produtividade, conforme Machado (2013), os aquíferos sedimentares continentais apresentam grande importância hidrogeológica local. Esse aspecto é identificado especialmente no município de Paulo Lopes, onde o sistema de aquíferos sedimentares continentais ocorre na região urbana e é utilizado como manancial de dois sistemas de abastecimento de água, atendendo cerca de 2.700 habitantes (CASAN, 2017). Ressalta-se a alta produtividade e a potencialidade identificadas no município de Palhoça, em poços localizados próximos à zona aquífera fraturada. Nesse contexto, observa-se que a variação da produtividade indica uma heterogeneidade no sistema de transmissibilidade do fluxo, possivelmente justificada nas variações vertical e horizontal da granulometria e da razão areia/argila, que é uma característica desse sistema de aquíferos.

2.5.3. Aquíferos fraturados - af2

O sistema de aquíferos fraturados af2 é determinado pela Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino.

A zona aquífera af2 é composta por uma assembleia litológica complexa, a qual constituem em aquíferos semiconfinados, cuja condutividade ocorre por fraturamentos, podendo ser ampliada conforme a espessura de alteração superficial (MACHADO, 2013). Dessa forma, a produtividade desse sistema de aquíferos está condicionada à ocorrência de geoestruturas como falhas e juntas, e em alguns casos, contatos litológicos. Nesse contexto, esse sistema de aquíferos apresenta uma expressiva variabilidade dos parâmetros hidrogeológicos, indicando uma significativa variação na produtividade conforme a localização dos poços em relação às estruturas geológicas existentes.

A zona aquífera af2 corresponde a 24% da área da bacia, abrangendo: as regiões centrais de Garopaba e Paulo Lopes; o litoral central de Palhoça e pequena porção norte do município; a região central de Santo Amaro da Imperatriz; a porção central e noroeste de Águas Mornas, estendendo-se para região oeste do município de São Pedro de Alcântara; e, ocorrendo quase que integralmente na área do município de São José.

De acordo com Machado (2013), o sistema de aquíferos fraturados pode ser caracterizado por apresentar vazões na faixa de 2 m³/h a 9 m³/h, com alguns poços que chegam a atingir 20 m³/h. Os níveis estáticos tendem a variar entre 3,0 metros a 12,0 metros.

Na área da bacia há um número significativo de poços localizados em áreas caracterizadas como aquíferos fraturados, especialmente na região de ocorrência entre os municípios de Palhoça, Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas. Foram identificados 54 poços situados nesta zona aquífera, os quais caracterizam uma vazão média de 10,63 m³/h. Muitos dos poços estão localizados próximos a áreas de formação de drenagens, que se encontram encaixadas em vales abertos. O armazenamento de água nesse sistema ocorre em áreas que apresentam elevada intersecção de fraturas pouco espaçadas, assim como em zonas de cisalhamento em que as rochas apresentam grande concentração de microfraturas e fragmentações.

Ressalta-se que a recarga dos aquíferos fraturados ocorre diretamente através da precipitação das águas pluviais sobre o fraturamento exposto e, indiretamente, via manto de intemperismo e aluviões e águas fluviais (COITINHO, 2000).

Considerando os poços cadastrados no Siagas (CPRM, [2017]), a capacidade específica média calculada para zona aquífera af2 consiste em 1,81 m³/h/m, valor que caracteriza uma produtividade de média a alta, possivelmente justificada frente à localização dos poços em relação à posição dos lineamentos e das descontinuidades geoestruturais.

No município de Águas Mornas foram identificados dez poços, localizados na porção leste do município, aglomerados na divisa com o município de Santo Amaro da Imperatriz. Os poços estão situados sobre um lineamento geoestrutural que intersecciona a região de vale largo em que ocorre a formação do Rio Cubatão. Parte desses poços está localizada dentro dos limites da região termal (CPRM, [2017]), sobre as áreas de concessão de lavra, caracterizando a exploração de água mineral para uso em balnearioterapia. O desenvolvimento da balnearioterapia na região impulsiona o movimento da economia local, bem como representa a grande importância hidrogeológica desse sistema de aquíferos no avanço do turismo baseado na exploração das águas termais. A vazão média dos poços situados em Águas Mornas é de 14,7 m³/h, o que caracteriza uma vazão representativa de alta potencialidade para aquíferos fraturados (MACHADO, 2013).

Em Santo Amaro da Imperatriz, foram identificados 20 poços, sendo sete desses poços localizados em áreas de concessão de lavra para utilização de engarrafamento de águas minerais, bem como para utilização de águas termais na balnearioterapia. Os poços localizados dentro dos limites de Santo Amaro da Imperatriz estão situados quase que integralmente no sistema de aquíferos fraturados af2. Dos sete poços identificados sobre as áreas de concessão de lavra, três estão localizados dentro dos limites da área referente ao segmento de engarrafamento de águas minerais da empresa Água Mineral Imperatriz, em que a vazão média é de 22 m³/h (CPRM, [2017]). Os outros quatros poços são de propriedade da indústria hoteleira e de turismo, cuja utilização consiste na aplicação das águas minerais voltadas à balnearioterapia e à indústria hoteleira.

A vazão média dos poços localizados em Santo Amaro da Imperatriz é de 9,24 m³/h, representando um valor esperado entre limites estabelecidos por Machado (2013) para esse sistema de aquíferos. A maioria dos poços localiza-se sobre as descontinuidades geoestruturais, identificadas como lineamentos (Figura 55, Apêndice 10, Figura 56 e Apêndice 11), ou no cruzamento entre essas fraturas. É possível identificar que há grande ocorrência de poços perfurados na região de vales largos na formação da drenagem do Rio Cubatão, bem como no local de confluência entre os vales e as fraturas.

No município de Palhoça foram identificados sete poços sobre o sistema de aquíferos fraturados, sendo a maior parte localizada ao norte do município. A vazão média dos poços é de 19,9 m³/h, e a capacidade média específica é de 2,27 m³/h/m, representando respectivamente boa potencialidade e alta produtividade dos aquíferos fraturados localizados nessa região. Desses poços, seis estão situados sobre áreas de concessão de lavra de água mineral, cujo uso predominante consiste no engarrafamento de água mineral. A maior parte dos poços identificados está localizada em zona transitória entre o Depósito Cenozóico e o Embasamento Cristalino. Na região do bairro Pedra Branca, o aquífero fraturado é utilizado como manancial de abastecimento público.

O município de São José é quase que integralmente caracterizado pela ocorrência de aquíferos fraturados af2. Nessa zona aquífera foram identificados 12 poços, que apresentam vazão média de 9,74 m³/h, representando uma potencialidade média esperada para os

aquíferos fraturados (MACHADO, 2013). Grande parte dos poços está localizada em região caracterizada por planícies baixas, e outra parte está situada em locais de confluência entre fraturas e vales largos.

Na região continental de Florianópolis, localizada nos limites da bacia, foram identificados quatro poços, os quais apresentam vazão média de 4 m³/h. De acordo com os dados dos poços cadastrados no Siagas (CPRM, [2017]), a capacidade específica média dentro dos limites continentais de Florianópolis é de 0,21 m³/h/m, caracterizando uma produtividade baixa.

Por fim, no município de São Pedro de Alcântara, há um poço localizado na área de ocorrência da zona aquífera af2, utilizado no abastecimento do Complexo Penitenciário São Pedro de Alcântara. Entretanto, os dados do Siagas (CPRM, [2017]) não apresentam informantes sobre essa produtividade.

Frente a esse cenário, o panorama geral aponta que o sistema de aquíferos apresenta produtividade de média a baixa, com pontos isolados de alta produtividade como em Águas Mornas e ao norte do município de Palhoça, em que a vazão específica média apresenta cerca de 4,6 m³/h/m. Nas demais áreas, a capacidade específica média identificada é menor que 1 m³/h/m, caracterizando uma produtividade de média a baixa.

Embora a produtividade média geral do sistema de aquíferos fraturados não seja considerada alta, a zona aquífera af2 apresenta grande importância hidrogeológica para a bacia em estudo. Isso porque a maior parte dos poços identificados encontram-se sobre a área de ocorrência de aquíferos fraturados af2. Ademais, observou-se que entre os usos da água subterrânea captada está o abastecimento público, especialmente em Palhoça e São Pedro de Alcântara, e a utilização no segmento de engarrafamento de águas minerais e hotelaria/balnearioterapia, especialmente na região de Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas. Dessa forma, considerando a grande representatividade desses segmentos na economia local, é de extrema importância o conhecimento técnico e a preservação desse sistema de aquíferos.

2.5.4. Áreas praticamente sem aquíferos - na_1

A maior parte da bacia, cerca de 57,4%, é formada por áreas praticamente sem aquíferos (na_1). De acordo com Machado (2013), essa zona aquífera é constituída de aquicludes e aquíferos restritos a zonas fraturadas, ocupando áreas de altitudes mais elevadas. Essa área é caracterizada por rochas graníticas e granitóides que se apresentam na forma maciça, sendo assim, o armazenamento de água ocorre especialmente em fraturas localizadas.

Nesse contexto, apesar de se tratar de uma zona aquífera desfavorável, foram identificados dez poços cuja vazão média é de 6,66 m³/h, valor considerado alto para as características hidrogeológicas desse sistema de aquíferos.

Observou-se, porém, que a localização desses poços consiste em três situações de possível acumulação de água subterrânea: parte dos poços estão localizados sobre as fraturas ou alongamentos de fraturas iniciadas na zona de aquíferos fraturados; outra parte está situada próximo ao limite entre a zona não aquífera (na_1) e outro sistema de aquíferos (as2 ou af2); ou localizados em área de vale aberto.

O município de São Pedro de Alcântara apresenta o maior número de poços identificados em zona aquífera desfavorável. Foram identificados oito poços, sendo dois destes localizados em áreas de concessão de lavra de água mineral voltados à engarrafamento de água mineral. A vazão média dos poços localizados no município é de 9,77 m³/h, considerada alta. De acordo com Coitinho (2000), essa área é pertencente à suíte intrusiva São Pedro de Alcântara no Domínio Meridional, a qual apresenta diversas fontes, sob um forte controle estrutural, ou seja, que são controladas por direções preferenciais de falhamentos. Dessa forma, é possível observar que há dois poços que ocorrem sobre os lineamentos, e o restante ocorre em vales abertos próximos ao Rio Maruim.

No município de Palhoça foi identificado um poço tubular profundo, localizado na região central do município próximo ao limite da zona sedimentar continental (as2), sendo classificado como poço seco, ressaltando a baixa produtividade esperada dessa zona aquífera.

Em Santo Amaro da Imperatriz foi identificado um poço tubular profundo, localizado sobre o prolongamento de uma descontinuidade geoestrutural (lineamento) que atravessa a zona de aquífero fraturada. A vazão média neste local é de 2,4 m³/h, com capacidade específica de 0,058 m³/h/m.

Percebe-se que esse sistema é, em grande parte, caracterizado por aquíferos praticamente improdutivos, com exceção de casos pontuais especiais que ocorrem em porções topograficamente mais baixas ou sobre fraturas localizadas. Os poucos poços identificados nesta área (na_1) apresentam-se geralmente próximos a outras zonas aquíferas e sobre vales abertos, ou seja, vales que provavelmente se encontram conectados às zonas aquíferas por fraturas.

Ressalta-se, entretanto, que, excepcionalmente, o município de São Pedro de Alcântara apresenta a maior parte de poços identificados ocorrendo sobre a zona aquífera desfavorável e com uma vazão média considerada alta para esse sistema.

Esse cenário indica uma importância hidrogeológica local desse sistema de aquíferos para essa área, a qual deve ser considerada como potencial hídrico em locais próximos a vales e cursos hídricos superficiais, especificamente associados a lineamentos geoestruturais.

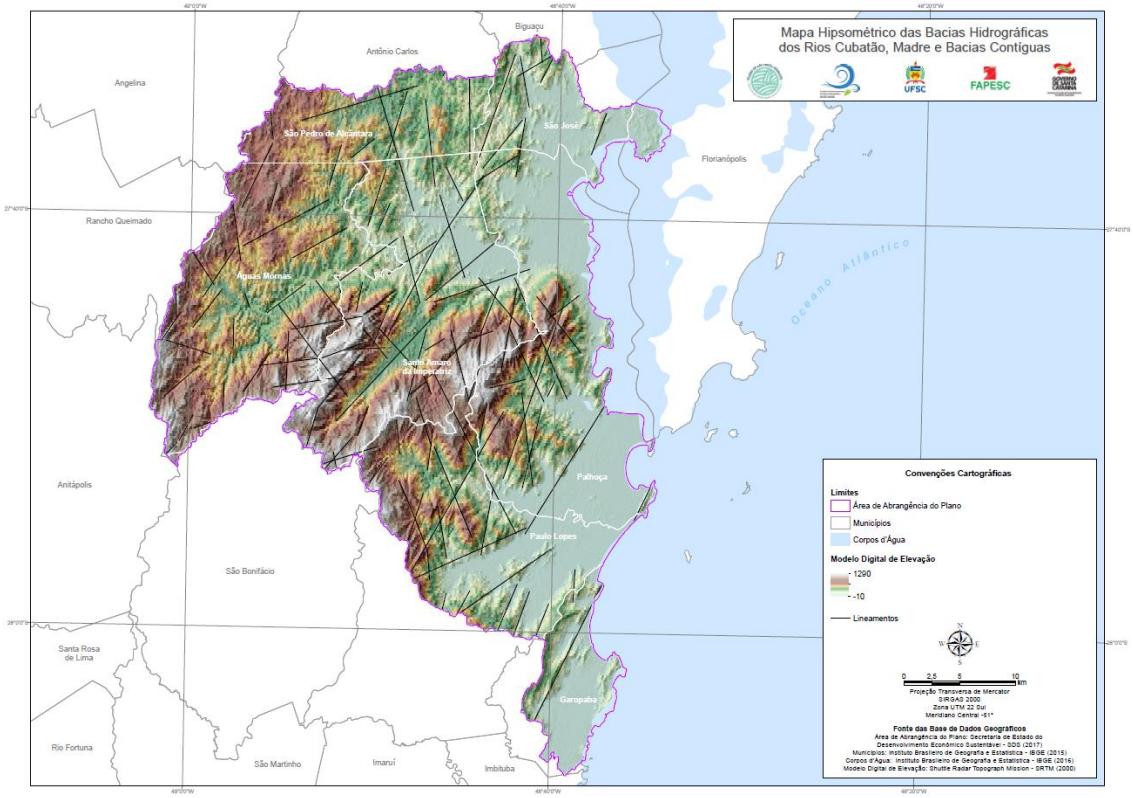


Figura 55 – Interpretação das principais direções de fraturamento observadas na área de estudo utilizando o modelo sombreado

Fonte: Farr e Kobrick (2000). Elaboração própria (2017)

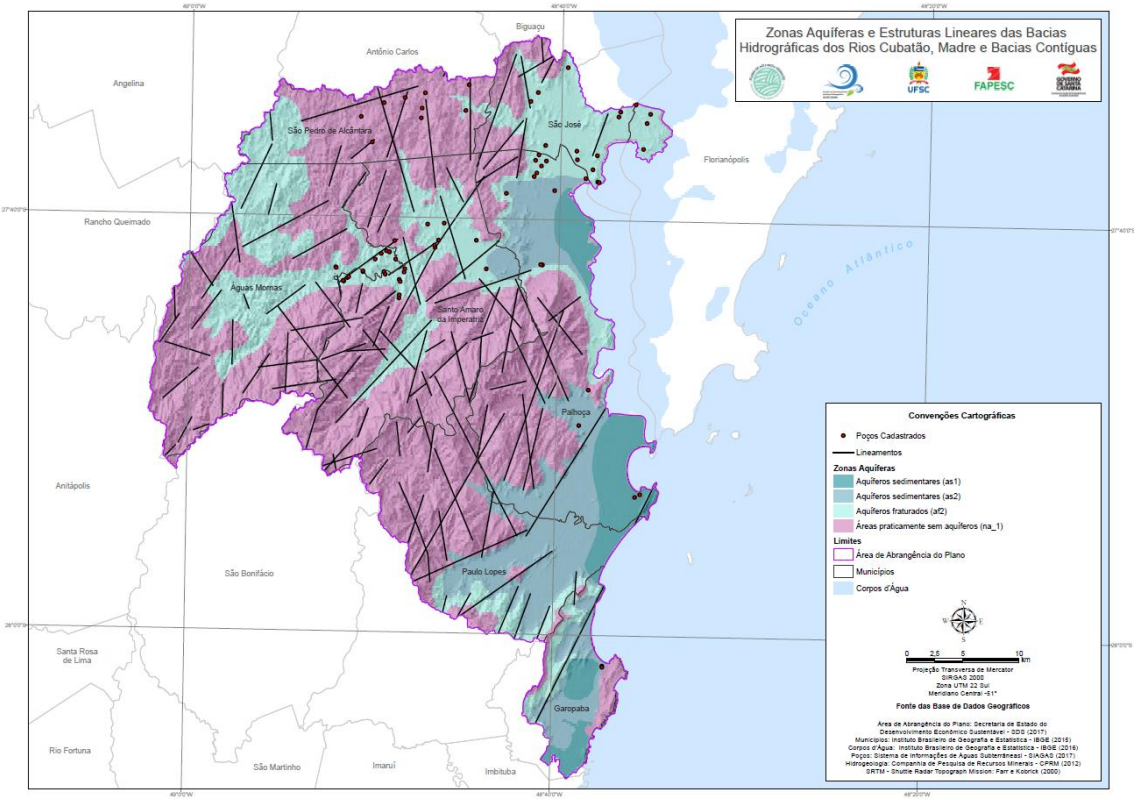


Figura 56 – Interpretação das principais direções de fraturamento observadas na área de estudo utilizando o modelo sombreado e suas respectivas zonas aquíferas

Fonte: Farr e Kobrick (2000) e CPRM (2012). Elaboração própria (2017)

2.6. DIAGNÓSTICO DA DEMANDA HÍDRICA SUBTERRÂNEA

O diagnóstico da demanda hídrica subterrânea da bacia hidrográfica do Rio Cubatão, Rio da Madre e bacias contíguas foi definido a partir da quantificação das vazões de captação relacionadas aos diferentes usos da água subterrânea. A estimativa da demanda foi subsidiada por dados secundários, por estudos e pesquisas previamente realizados na bacia, sendo esses consistidos através de informações coletadas junto aos setores de usuários representativos.

A estimativa das vazões de captação de água subterrânea foi realizada através do processamento dos dados contidos no Cadastro de Usuários de Água, em conjunto com os dados disponibilizados pelas companhias de saneamento, e com os dados dos poços em bombeamento do Siagas. A partir da quantificação das demandas em análise conjunta com as condições hidrogeológicas dos sistemas de aquíferos, é possível estabelecer um panorama de compatibilização entre disponibilidade e demanda hídrica subterrânea.

Considerou-se a análise dos usos múltiplos que ocorrem na bacia, tendo como base principal o Cadastro de Usuários de Água do estado de Santa Catarina. Identificando os principais setores consuntivos de águas subterrâneas da bacia, sendo detalhadas as particularidades de cada uso e confrontando essas informações com os dados contidos no cadastro.

2.6.1. Quantificação da demanda hídrica subterrânea

De acordo com os dados do CEURH, disponibilizados pela SDS (SANTA CATARINA, 2017), foi possível avaliar 85 usuários de água subterrânea cadastrados na área da bacia. A maior parte dos usuários cadastrados identificados estão localizados entre os municípios de Palhoça e Santo Amaro da Imperatriz, com destaque também para o município de Garopaba. Salienta-se que entre os dados avaliados, foram identificados dois usuários cadastrados que apresentam o parecer de outorga reprovado, os quais foram desconsiderados do cálculo da estimativa da demanda hídrica subterrânea, sendo apenas considerados os poços com os pareceres "aprovados" e "não avaliados".

Além destes, foram considerados 16 pontos de captação subterrânea sob operação da Casan, sendo 13 situados no município de Garopaba e três em Paulo Lopes. Na estimativa da demanda hídrica geral também foram considerados os dados dos poços cadastrados no Siagas, que se encontram em bombeamento, considerando que os respectivos poços estão em regime de operação e aptos a extrair a vazão de estabilização cadastradas de acordo com o teste de bombeamento (SILVA; KIRCHHEIM, 2011).

Ressalta-se que a maior parte dos poços cadastrados no Siagas e no cadastro da SDS compõem dados complementares que não se sobrepõem. Dessa forma, visando um espaço amostral de maior representatividade, optou-se por incorporar as vazões de estabilização referentes ao teste de bombeamento do Siagas à estimativa da demanda hídrica, ainda que estas representem o potencial de captação e não a vazão de consumo.

Ressalta-se que a estimativa da vazão média de demanda hídrica a partir do levantamento de dados secundários consiste em um valor subestimado em relação à vazão real de extração, considerando a existência de um grande número de poços que não possuem cadastro e nem registro (SILVA; KIRCHHEIM, 2011). No estudo das informações hidrogeológicas em Santa Catarina, Silva e Kirchheim (2011) utilizam um fator de

clandestinidade que considera dez poços clandestinos para cada um poço cadastrado. Entretanto, no presente estudo optou-se por considerar um fator de clandestinidade de cinco poços para cada um poço cadastrado, tendo em vista que foram incorporadas as vazões dos testes de bombeamento dos poços cadastrados no Siagas, que conceitualmente, consistem em vazões máximas de captação.

Nesse contexto, a vazão média de captação dos poços cadastrados na bacia é de 27,90 m³/h ou de 1.0043,82 m³/mês, considerando uma operação ininterrupta de 12 horas por dia. A vazão média de extração caracteriza uma alta demanda hídrica, que ocorre especialmente em virtude dos poços localizados em Garopaba, onde há alta densidade de demanda hídrica subterrânea.

O somatório das vazões de extração, representando a vazão de demanda hídrica total da bacia é de 2.706,25 m³/h, o que corresponde a uma demanda de 974.250,91 m³/mês. Considerando o fator de clandestinidade, a demanda hídrica subterrânea da bacia consiste em 13.531,26 m³/h, que representa uma demanda total de 4,87 hm³/mês.

A Figura 57 presenta a miniatura do mapa de proporcionalidade das demandas hídricas subterrâneas na área da bacia no local dos poços cadastrados. É possível perceber que as maiores demandas se concentram no município de Garopaba, com destaque também para um poço com alta demanda no município de Águas Mornas.

Em Águas Mornas foram identificados oito poços cadastrados, sendo a maioria destes destinados ao uso na irrigação (SANTA CATARINA, 2017). A vazão média de extração dos poços é de 149,3 m³/h, indicando uma alta demanda comparada à média total da bacia. Observa-se que a alta vazão de extração se deve principalmente a um poço identificado no Cadastro de Usuários, cuja vazão média é de 1.111,1 m³/h, e tem seu uso destinado à criação animal. Ressalta-se, porém, que o cadastro deste poço ainda não foi avaliado no processo de outorga. O somatório das vazões de extração dos poços em Águas Mornas é de 1.194,8 m³/h, caracterizando uma região de alta densidade de demanda hídrica subterrânea.

Na parte do município de Florianópolis que se encontra dentro dos limites da bacia foram contabilizados quatro poços cadastrados na base do Siagas (CPRM, [2017]), cuja vazão média de estabilização é de 4,14 m³/h. O somatório das vazões de extração nestes poços é de 16,58 m³/h.

Em Garopaba foram identificados 13 poços, sendo a maior parte (dez poços) localizada sobre o sistema de aquíferos sedimentares litorâneos (as1). Os poços compõem o sistema de abastecimento de água sob operação da Casan. Conforme as informações disponibilizadas pela Casan (2017), a vazão média de captação desses poços é de 825,36 m³/dia. Considerando a operação simultânea desses poços, em um regime de operação de 12 horas, o somatório das vazões de extração é de 894,14 m³/h, caracterizando uma região de significativa demanda.

No município de Palhoça foram identificados 28 poços cadastrados, cuja vazão média de captação consiste em 8,79 m³/h. O somatório das vazões de extração dos poços localizados no município é de 246,21 m³/h, destacando-se especialmente a densidade de demanda hídrica na região norte do município. Foram identificados sete poços sob operação do Sistema de Água e Esgoto (SAE), localizados sobre o sistema de aquíferos fraturados e utilizados para o abastecimento público do bairro Pedra Branca (SANTA CATARINA, 2017). Os poços operados

pelo SAE Pedra Branca totalizam uma demanda hídrica de 35.892 m³/mês. Ademais, foi identificado, na base Siagas (CPRM, 2017), um poço de propriedade da Águas de Palhoça, cuja vazão de extração é de 10,8 m³/h. Entretanto, de acordo com os dados do Relatório de Fiscalização do Sistema de Abastecimento de Águas de Palhoça (ARIS, 2013), o sistema de captação subterrânea na região da praia da Pinheira é composto por 19 ponteiras, totalizando uma vazão média de 90 m³/h.

Em Paulo Lopes foram identificados cinco poços, cuja vazão média de captação é 22,21 m³/h e que contabilizam uma demanda hídrica de 111,03 m³/h. Observa-se que três destes poços identificados são operados pela Casan e compõem o sistema de abastecimento de água localizados nos bairros Areias e Sorocaba. De acordo com consulta realizada à Casan (2017), há dois pontos de captação subterrânea que compõem o SAA Paulo Lopes Areias, que juntos contabilizam vazão média de captação de 679,96 m³/h. O outro ponto de captação subterrânea operado pela Casan é referente ao SAA Paulo Lopes Sorocaba, o qual apresenta uma vazão média de captação de 291,17 m³/mês (CASAN, 2017). No município de Santo Amaro da Imperatriz, foram contabilizados 19 poços cadastrados, cuja vazão média de captação é de 7,31 m³/h, sendo a maior parte localizada sobre o sistema de aquíferos fraturados. Ademais, foram identificadas três áreas de concessão de lavra para exploração de água mineral destinadas ao engarrafamento e ao setor balneário-hoteleiro (DNPM, 2017). Ressalta-se que os setores de produção de água mineral engarrafada e de balnearioterapia exercem importante papel na economia local. O somatório das vazões de extração dos poços contabilizados é 138,85 m³/h, representando uma região de média densidade de demanda especialmente na área limite com o município de Águas Mornas, onde também há ocorrência de águas termais.

Em São José, na área delimitada pelos limites da bacia, foram identificados 18 poços, que apresentam vazão média de captação de 5,23 m³/h, e contabilizam uma demanda hídrica total de 94,22 m³/h. Em virtude da grande quantidade de poços contabilizados, juntamente com a região norte de Palhoça, esta é uma região de relevante densidade de demandas hídricas subterrâneas (Figura 57 e Apêndice 12), sendo a maior parte da captação realizada em ambiente fraturado.

Em São Pedro de Alcântara foram contabilizados dois poços, que representam uma vazão de captação média de 5,22 m³/h. O somatório das vazões de extração dos poços contabilizou uma demanda hídrica de 10,44 m³/h.

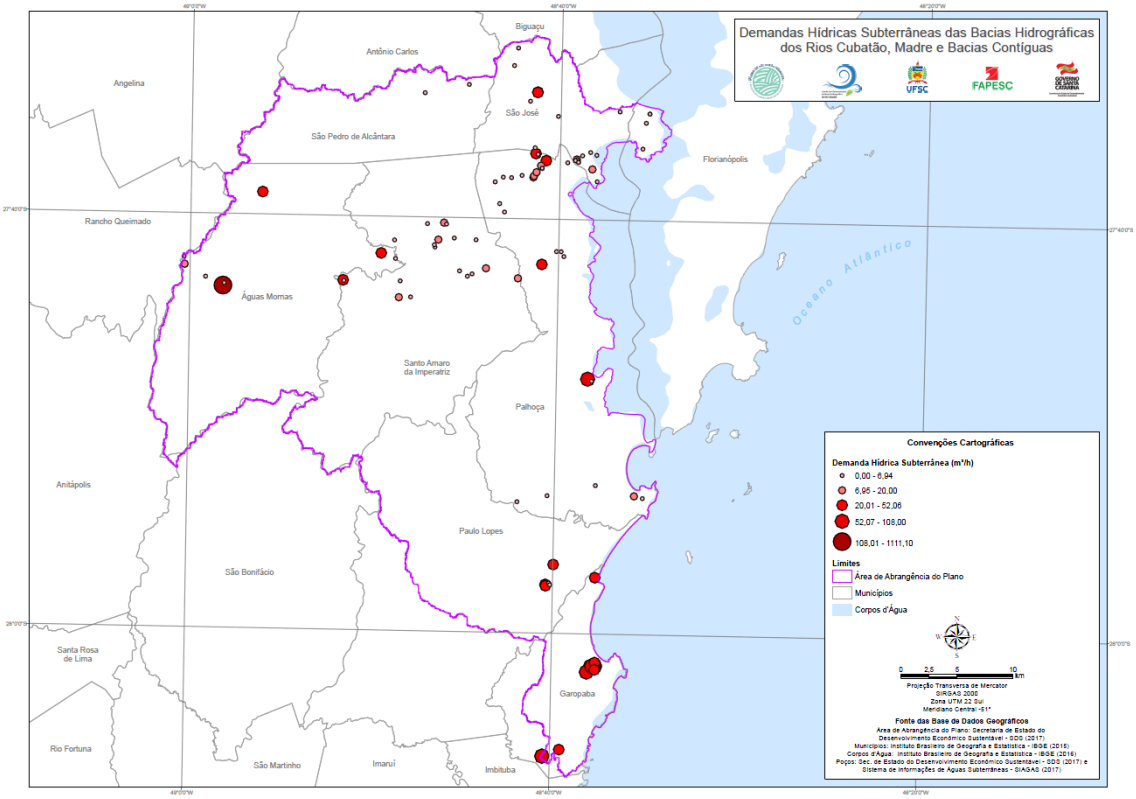


Figura 57 – Demanda hídrica subterrânea no local dos poços cadastrados
Fonte: CPRM (2017) e Santa Catarina (2017)

Município	Número de Poços	Extração[1] (m³/h)
Águas Mornas	8	1.194,77
Florianópolis	4	16,58
Garopaba	13	894,14
Palhoça	28	246,21
Paulo Lopes	5	111,03
Santo Amaro da Imperatriz	19	138,85
São José	18	94,22
São Pedro de Alcântara	2	10,44
TOTAL	97	2.706,25

[1] Vazões de extração considerando um regime de operação de 12h/dia.

Tabela 105 – Demanda hídrica por município da bacia
Fonte: Santa Catarina ([201-]) e CPRM (2017). Elaboração própria (2017)

A Figura 58 apresenta a miniatura do mapa de densidade das demandas hídricas subterrâneas de acordo com os poços contabilizados, presente também no Apêndice 13. O mapa representa a magnitude da demanda de captação de água subterrânea por unidade de área (km²), utilizando a função de Kernel (ROSENBLATT, 1956; PARZEN, 1962).

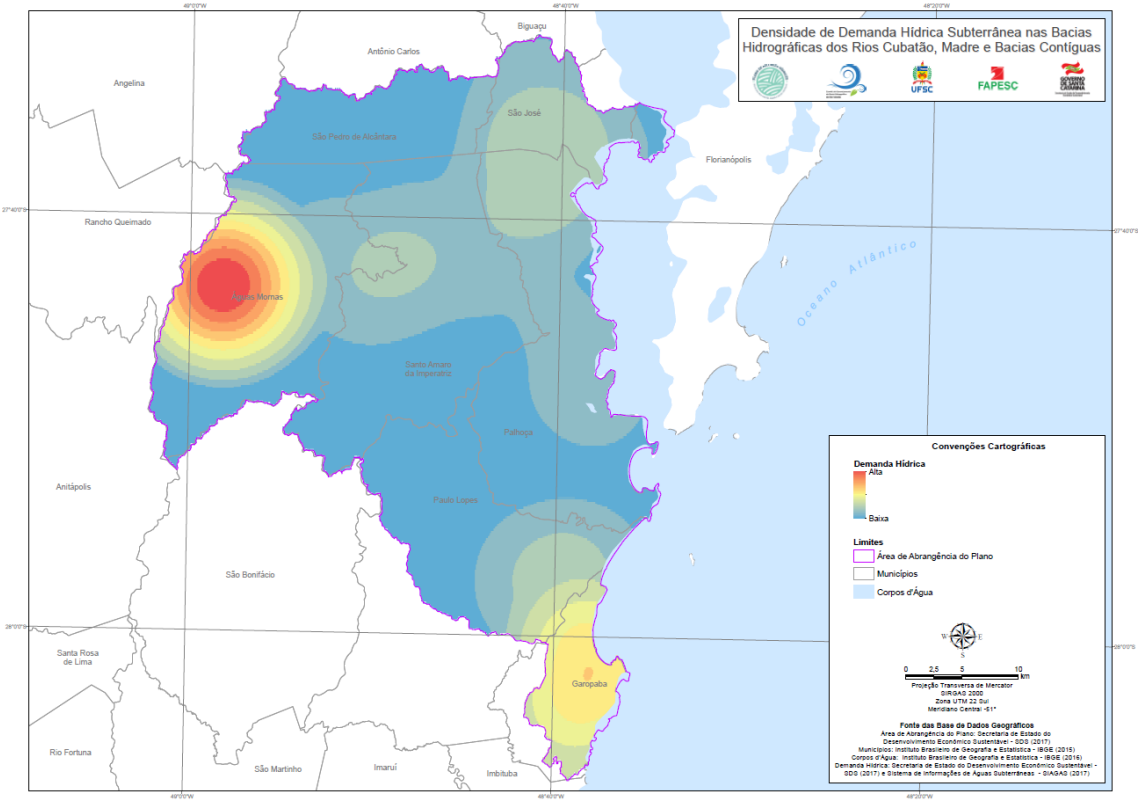


Figura 58 – Densidade de Demanda Hídrica Subterrânea
Fonte: Santa Catarina (2017) e CPRM (2017). Elaboração própria (2017)

2.6.2. Panorama geral dos usos múltiplos

A avaliação geral dos usos múltiplos da água subterrânea na bacia foi baseada nos dados do CEURH, disponibilizados pela SDS (SANTA CATARINA, 2017), contando com 85 usuários cadastrados. Destes, foram excluídos os cadastros reprovados no processo de outorga, restando 83 usuários cadastrados. A partir destes dados, traçou-se um panorama geral dos principais usos múltiplos da água subterrânea (Figura 59), bem como o perfil da demanda total mensal representativa de cada setor usuário (Figura 60). Observa-se que o tamanho e a representatividade do universo amostral consistiram em fatores limitantes para a caracterização dos usos da água subterrânea. Sendo assim, os dados apresentados nessa seção, especialmente quantitativos, devem ser avaliados sob um aspecto particular, evitando generalizações deste cenário para a caracterização da bacia.

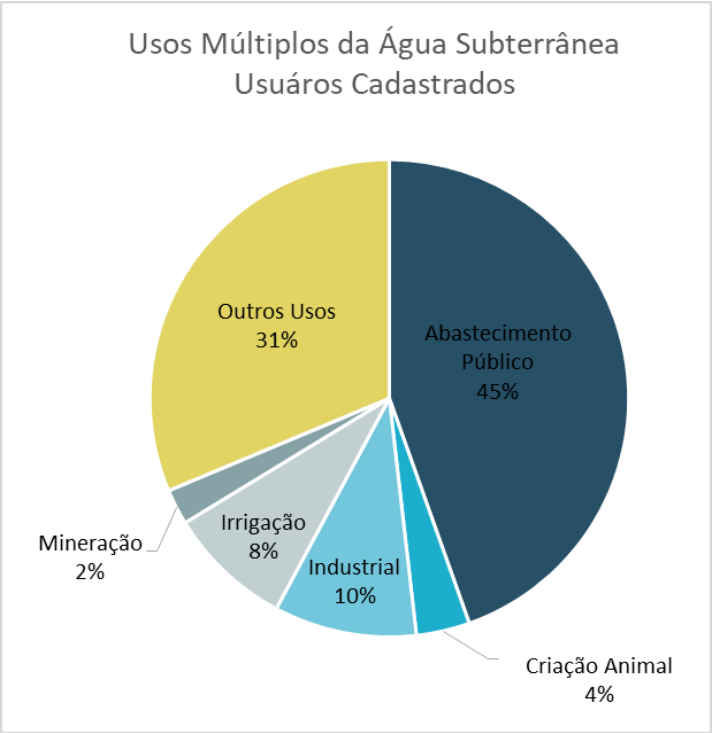


Figura 59 – Panorama geral dos usos múltiplos da água subterrânea por número de usuários cadastrados
Fonte: Santa Catarina ([201-]).

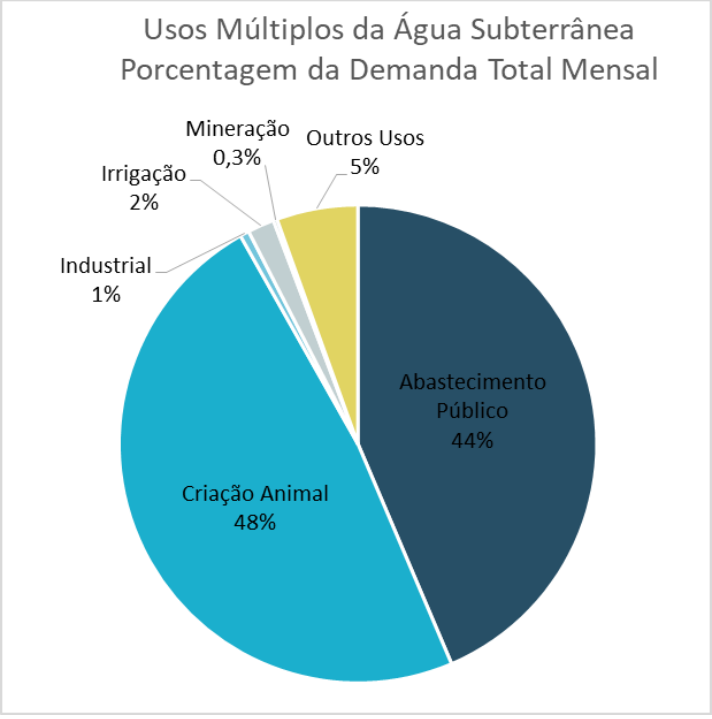


Figura 60 – Panorama geral dos usos múltiplos da água subterrânea por porcentagem de demanda total mensal
Fonte: Santa Catarina ([201-]).

2.6.2.1. Abastecimento público

O abastecimento público consiste no setor de maior representatividade na bacia, caracterizando cerca de 45% dos usuários cadastrados e 44% da demanda hídrica subterrânea mensal (SANTA CATARINA, 2017). De acordo com os dados do Cadastro de Usuários, o abastecimento público representa uma demanda de cerca de 361.572 m³/mês.

Observou-se que a maior parte dos poços cadastrados cuja captação da água subterrânea é destinada ao abastecimento público se concentra no município de Garopaba. Segundo informações da Casan (2017), o município de Garopaba conta com 13 pontos de captação subterrânea. Um destes pontos pertence ao SAA da Praia da Gamboa, responsável por abastecer uma população urbana de 1.083 habitantes. Os outros 12 pontos de captação subterrânea pertencem ao SAA de Garopaba e são responsáveis por abastecer uma população urbana de 18.544 habitantes (CASAN, 2017).

Conforme o Cadastro de Usuários, foram identificados sete poços sob operação do SAE Pedra Branca, que compõem o sistema de abastecimento público do bairro Pedra Branca no município de Palhoça. Adicionalmente, conforme os dados do Siagas (CPRM, 2017), foi identificado um poço de captação subterrânea de propriedade do Samae Palhoça, localizado na região sul do município, que abastece a região da praia da Pinheira.

De acordo com os dados da Casan (2017), o município de Paulo Lopes conta com três pontos de captação de água subterrânea, sendo dois pontos pertencentes ao SAA Paulo Lopes Areias e um pertencente ao SAA Paulo Lopes Sorocaba. O SAA Paulo Lopes Areias conta com uma captação subterrânea através de sete ponteiras que abastecem uma população urbana e rural de 1.841 habitantes. A captação de água subterrânea no SAA Paulo Lopes Sorocaba ocorre através de quatro ponteiras e abastece uma população de 935 habitantes.

2.6.2.2. Industrial

Observa-se que, avaliando o número de usuários identificados, o uso da água subterrânea voltado ao setor industrial consiste na segunda atividade mais representativa na bacia, caracterizando 10% dos usuários cadastrados. Constatou-se que a maior parte dos cadastros de usuários de água subterrânea para o uso industrial se concentram no município de São José.

Embora o setor industrial seja a categoria usuária de segunda maior representatividade no que se refere ao número de usuários cadastrados, este setor representa apenas 1% da demanda hídrica subterrânea mensal (Figura 60), totalizando uma vazão de 5.120,50 m³/mês. Os municípios de São José e Palhoça dominam o setor industrial da bacia, com destaque para a indústria de construção civil (SANTA CATARINA, 2014), que representa 50% dos usuários de água subterrânea identificados para a atividade industrial. Adicionalmente, foram identificados um poço de uso industrial no município de Santo Amaro da Imperatriz, voltado à produção de laticínios, e um poço no município de São Pedro de Alcântara, referente à mineração de água mineral engarrafada.

O setor industrial de produção de água mineral engarrafada consiste em uma atividade de destaque na bacia, tendo grande importância econômica, especialmente nos municípios de Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas. De acordo com os dados dos

Processos Minerários situados na bacia (DNPM, 2017), os processos de concessão de lavra para exploração de água mineral concentram-se principalmente na região de aquíferos fraturados localizada entre os municípios de Santo Amaro da Imperatriz e Águas Mornas, e na região norte do município de Palhoça, no bairro Pedra Branca.

2.6.2.3. Irrigação

O panorama geral dos usos indica que a atividade de irrigação consiste em cerca de 8% dos usuários de água subterrânea cadastrados, concentrando-se principalmente nos municípios de Águas Mornas e Palhoça.

O setor de irrigação representa 2% da demanda hídrica subterrânea total mensal, caracterizando uma vazão média de 14.983,40 m³/mês, sendo as maiores vazões concentradas no município de Águas Mornas na zona de aquíferos fraturados. O município de Águas Mornas é predominantemente rural, e tem sua atividade agropecuária voltada principalmente para produção de milho em grão, cebola e batata-inglesa. No município de Palhoça ressalta-se a produção de arroz (GASPARINI; VIEIRA, 2010). Os municípios de Águas Mornas e Palhoça destacam-se também pela produção de banana em lavoura permanente.

2.6.2.4. Criação animal

A criação animal consiste no setor usuário que representa a maior demanda hídrica subterrânea mensal da bacia, caracterizando 48 % da demanda total. De acordo com os dados do Cadastro de Usuários de Água (SANTA CATARINA, 2017), foram identificados três poços cujo uso da água subterrânea é voltado à criação animal nos municípios de Águas Mornas e Palhoça, representando 4% dos usuários cadastrados.

A alta demanda hídrica computada para este setor deve-se, principalmente, ao poço localizado no município de Águas Mornas, cuja vazão de demanda média mensal cadastrada é de 400.000 m³/mês. Segundo os dados da Pesquisa Pecuária Municipal (IBGE, 2015), o município de Águas Mornas compreende 59% da produção pecuária da bacia, com destaque para produção de galináceos.

2.6.2.5. Mineração

O setor de mineração representa 2% dos usuários de água subterrânea cadastrados e 0,3% da demanda hídrica subterrânea mensal da bacia. De acordo com os dados do Cadastro de Usuários (SANTA CATARINA, 2017), o setor de mineração é representado por duas barragens subterrâneas localizadas na região sul do município de Palhoça, sobre o sistema de aquíferos sedimentares continentais. As barragens subterrâneas somam uma demanda hídrica mensal de 2.100 m³/mês.

Segundo os dados do Sigmine (DNPM, 2017), a construção civil consiste no principal uso da exploração mineral na bacia. O município de Palhoça concentra o maior número de concessões de lavra, representando grande atividade extrativista voltada à construção civil. Nesse contexto, observou-se que as barragens subterrâneas identificadas no Cadastro de Usuários estão situadas sobre processos minerários destinados à exploração de areia.

2.7. DIAGNÓSTICO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

As características da qualidade das águas subterrâneas estão relacionadas diretamente com os meios de percolação do fluxo subterrâneo, estando, portanto, sob influência dos tipos de rocha que armazenam, bem como das características litológicas. Dessa forma, a qualidade dos recursos hídricos subterrâneos é decorrente dos processos físicos, químicos e biológicos que ocorrem principalmente em função dos tipos litológicos (CETESB, 2016).

Além das características de origem natural, a qualidade da água subterrânea pode sofrer alteração em detrimento das cargas poluidoras de origem antrópica, pontuais ou difusas, provenientes das atividades em ambiente rural ou urbano. Entre as potenciais fontes de contaminação, pode-se destacar os lixiviados originários das áreas de uso agrícola e do escoamento superficial de áreas urbanas; a infiltração de efluentes domésticos ou industriais; e a contaminação em função de eventuais vazamentos de postos de combustíveis, ou, devido às atividades de mineração.

O diagnóstico de qualidade das águas subterrâneas da bacia do Rio Cubatão, rio da Madre e bacias contíguas inclui a abordagem dos aspectos hidroquímicos das unidades hidrogeológicas principais que compõem a região em estudo. Na sequência, são apresentados os instrumentos legais que estabelecem as diretrizes de análise e enquadramento da qualidade da água subterrânea em detrimento dos usos preponderantes.

Nesse contexto, são avaliadas análises de qualidade da água subterrânea em locais nos quais se obtiveram acesso aos dados, considerando os parâmetros de relevância e os padrões estabelecidos em concordância com a legislação vigente. Salienta-se que a quantidade limitada de dados caracteriza uma análise não representativa no escopo geral do diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas na bacia, devendo ser interpretada como uma avaliação pontual.

2.7.1. Aspectos hidroquímicos

A caracterização hidroquímica das águas subterrâneas da bacia hidrográfica ocorreu através da abordagem dos resultados das análises químicas apresentadas nas caracterizações dos poços cadastrados no Siagas. Observa-se que as amostras cadastradas no banco de dados do Siagas são referentes a diferentes datas de coleta. Embora esta abordagem avalie os resultados analíticos das coletas realizadas em anos diferenciados, considera-se que a alteração das concentrações dos elementos químicos nas águas subterrâneas não seja tão expressiva ao longo do tempo quando analisadas apenas as condições naturais.

Para realizar o diagnóstico hidroquímico das águas subterrâneas da bacia, os resultados analíticos das amostras dos poços do Siagas foram projetados no diagrama triangular de Piper. O diagrama de Piper consiste em uma metodologia frequentemente utilizada na classificação hidroquímica das águas quanto aos seus cátions e ânions dominantes (CUSTÓDIO; LLAMAS, 1983). A determinação do diagrama ocorre a partir da plotagem das concentrações dos íons em porcentagens, separando-os em proporções dos cátions principais Ca^{2+}, Mg^{2+}, $(Na^{+} + K)^{+}$ e os ânions $(HCO_3^{-} + CO_3^{-})$, Cl^{-}, SO_4^{2-}. As proporções de cátions e ânions são então traçadas em gráficos triangulares com escalas em porcentagens estabelecidas, sendo destes determinada a classificação hidroquímica da água a partir da localização das maiorias dos pontos, conforme evidenciado na Figura 61.

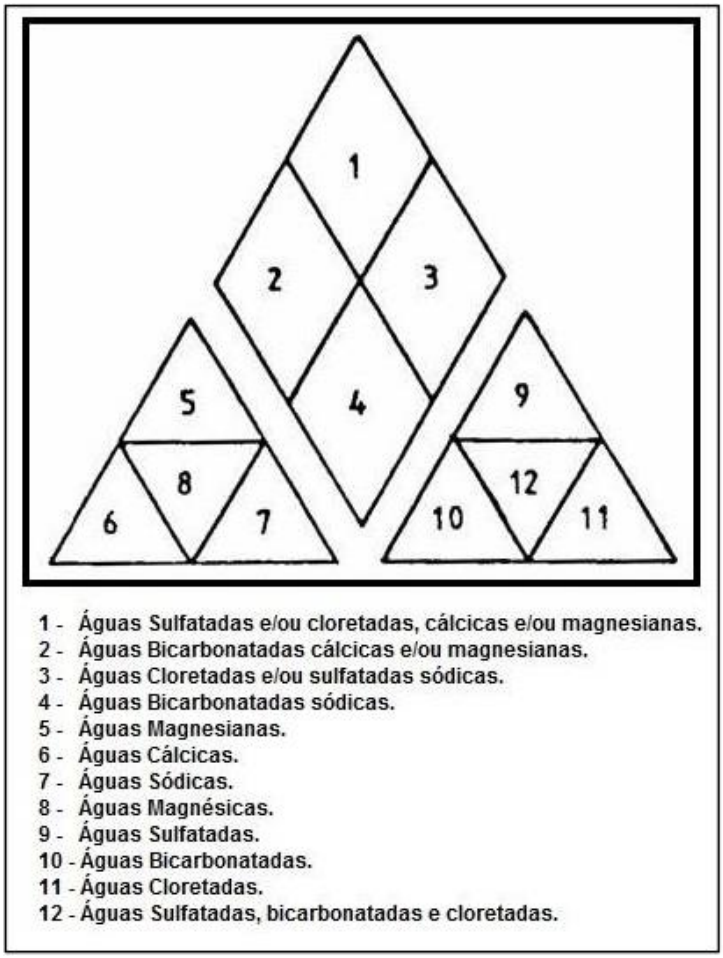


Figura 61 – Classificação Hidroquímica das águas de acordo com o Diagrama Triangular de Piper
Fonte: Melo (2014).

Para facilitar a análise de plotagem dos dados no diagrama de Piper, foi utilizado o *software* de distribuição livre Qualigraf desenvolvido pela Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME, 2015). Observa-se que entre os poços que exploram os sistemas de aquíferos da bacia do Rio Cubatão, Rio da Madre e das bacias contíguas, apenas alguns apresentam análises químicas cadastrados no Siagas. Nesse contexto, ressalta-se que devido ao limitado universo amostral, a aplicação do diagrama triangular de Piper torna-se restrita, devendo sua classificação ser interpretada apenas como uma caracterização das águas pontualmente amostradas, não podendo ser estabelecida como uma classificação geral das águas subterrâneas da bacia.

A Figura 62 apresenta a miniatura do mapa dos poços consultados para a caracterização hidroquímica (Apêndice 14), e a Tabela 106 apresenta todos os dados utilizados para a elaboração do diagrama de Piper.

Poço	Código SIAGAS	Município	Cond. Elétrica (µS/cm)	Na^{+} (mg/L)	K^{+} (mg/L)	Ca^{2+} (mg/L)	Mg^{2+} (mg/L)	Cl^{-} (mg/L)	HCO_3^{-} (mg/L)	SO_4^{2-} (mg/L)	Profundidade (m)
P1	4300019815	Palhoça	87,00	8,30	5,40	4,43	0,96	4,36	42,56	2,10	41
P2	4300019820	Palhoça	88,10	9,00	5,40	6,46	0,41	5,18	41,11	1,00	120
P3	4300019822	Palhoça	1107,00	176,00	3,70	34,87	10,45	282,95	193,74	33,09	74
P4	4300019859	Palhoça	86,20	10,00	2,92	4,48	1,41	5,23	37,25	1,00	78
P5	4300022331	Palhoça	1253,00	174,08	9,60	53,63	19,50	365,50	52,82	12,50	120
P6	4300022332	Palhoça	96,00	15,18	2,30	4,55	1,62	5,31	46,38	1,80	120
P7	4300019075	Santo Amaro da Imperatriz	123,00	13,00	4,10	7,41	1,60	3,67	57,31	1,53	100
P8	4300019082	Santo Amaro da Imperatriz	41,00	6,00	2,50	1,2	0,48	1,77	15,00	0,01	120
P9	4300019088	São José	95,00	10,23	1,53	5,23	1,38	7,86	32,43	3,10	72
P10	4300019089	São José	86,60	9,16	1,72	3,82	1,98	6,59	31,20	1,10	42
P11	4300019081	São Pedro de Alcântara	87,00	8,14	2,15	5,59	1,97	4,28	40,44	1,20	54

Tabela 106 – Dados das análises químicas dos poços consultados

Fonte: CPRM (2017)

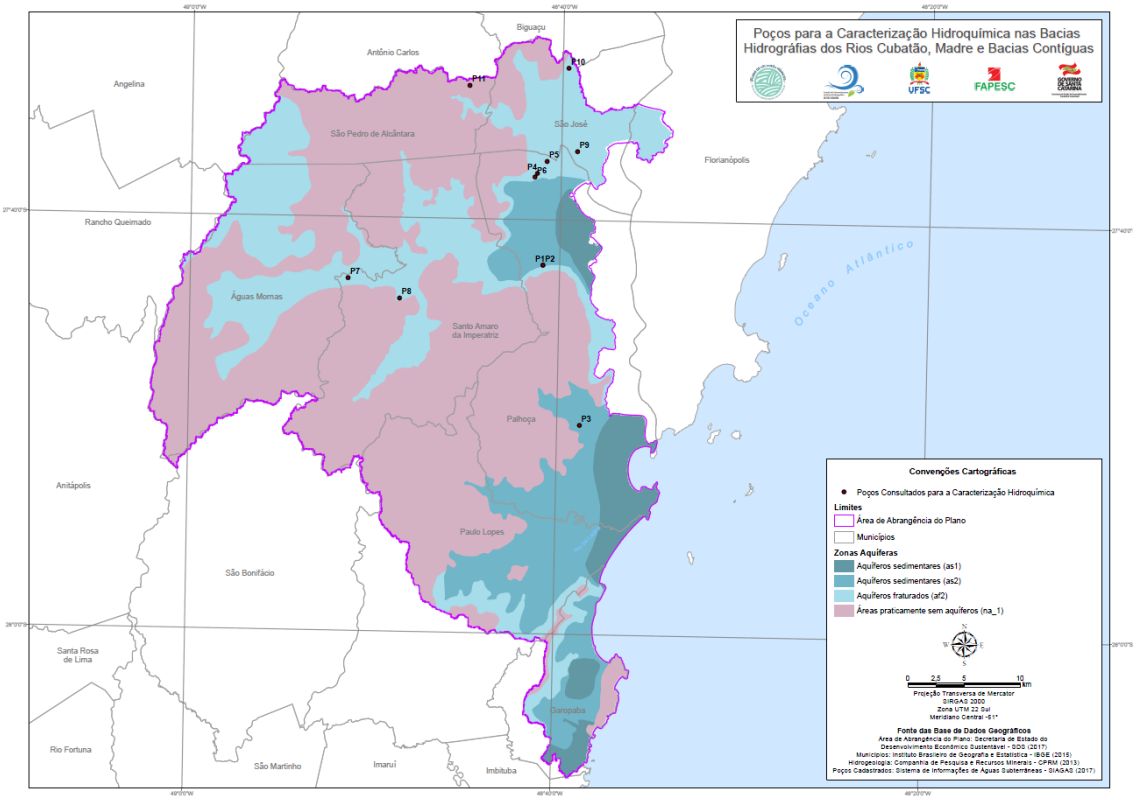


Figura 62 – Poços Consultados para a caracterização hidroquímica e zonas aquíferas
Fonte: CPRM (2017) e Machado (2013). Elaboração própria (2017)

Conforme as análises químicas dos poços avaliados, o Diagrama de Piper (Figura 63) apresenta uma predominância de águas bicarbonatadas sódicas.

Observa-se que 73% das amostras são classificadas como águas bicarbonatadas sódicas, seguidas de 18% das amostras classificadas como águas cloretadas sódicas, e com uma pequena parcela de 9%, representada por uma única amostra, classificada como águas bicarbonatadas mistas (cálcicas ou magnesianas).

As águas bicarbonatadas sódicas são características de altos teores de sódio e cálcio, representados, neste caso, por um teor médio de bicarbonato de 53,66 mg/L e um teor médio de sódio de 39,92 mg/L. Conforme é possível visualizar na Figura 62, a maior parte dos poços consultados para a elaboração da caracterização hidroquímica estão situados sobre o sistema de aquíferos fraturados (af2).

A classificação das águas em bicarbonatadas sódicas converge com a predominante classificação hidroquímica de águas características da Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino, referente ao sistema de aquíferos fraturados (MACHADO, 2013). De acordo com Machado (2013), trata-se de águas com qualidade boa, com rápida circulação através das fraturas.

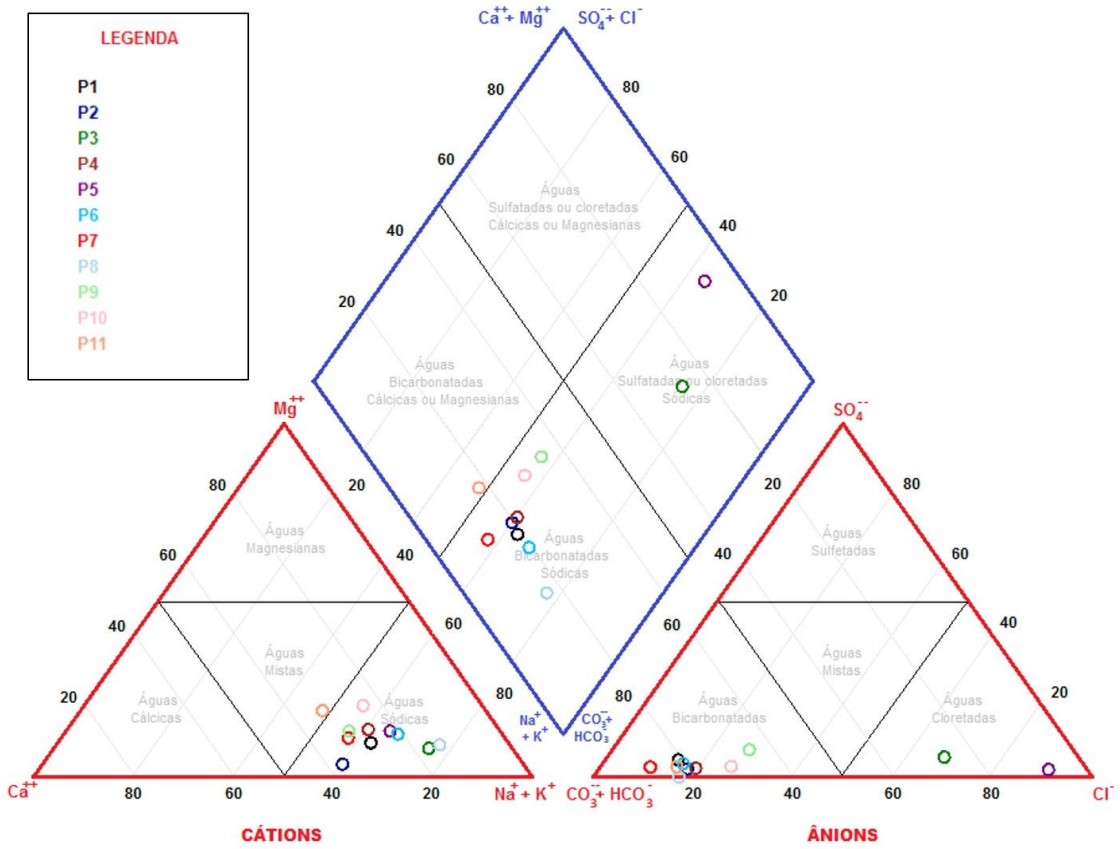


Figura 63 – Plotagem das amostras no Diagrama de Piper
Fonte: CPRM (2017). Elaboração própria (2017)

2.7.2. Instrumentos legais

Com o objetivo de avaliar as características que determinam a qualidade da água e regulamentar o controle de poluição dos recursos hídricos subterrâneos, foram desenvolvidos instrumentos legais que estabelecem limites e padrões de concentração para os determinados parâmetros de qualidade.

Atualmente, a Resolução Conama nº 396 de 3 de abril de 2008 consiste no instrumento legal que regulamenta a qualidade da água subterrânea, o qual dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. As águas subterrâneas são classificadas em 6 classes conforme apresentado na Tabela 107. Para cada uso considerado preponderante são estabelecidos valores máximos permitidos (VMP) para os parâmetros avaliados com alta probabilidade de ocorrência, bem como, para cada classe são determinados valores padrões para os parâmetros selecionados.

Classe	Descrição
Classe Especial	Águas destinadas à preservação de ecossistemas em UCs de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial.
Classe 1	Águas sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às características hidrogeoquímicas naturais.
Classe 2	Águas sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.

Classe	Descrição
Classe 3	Águas com alteração da sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais.
Classe 4	Águas com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo.
Classe 5	Águas que possam estar com alteração da sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas às atividades que não têm requisitos de qualidade para uso.

Tabela 107 – Classificação das águas subterrâneas
Fonte: Brasil (2008).

A Resolução nº 420, de 28 de dezembro de 2009, estabelece diretrizes para o gerenciamento de áreas contaminadas e apresenta uma lista dos valores orientadores para a proteção de qualidade do solo e águas subterrâneas.

Complementarmente, como instrumento legal de avaliação da potabilidade das águas subterrâneas, são aplicados os critérios da Portaria do MS nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011, que estabelece os padrões de qualidade da água para consumo humano (BRASIL, 2011). Os limites padrões de potabilidade são definidos em concordância com a análise do risco à saúde humana e, em alguns casos, baseando-se em características organolépticas da água, de acordo com o estabelecido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) (CETESB, 2016).

Para as águas minerais naturais, geralmente são avaliadas as características microbiológicas, de acordo com a Resolução RCD n° 275, de 22 de setembro de 2005, emitida pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), a qual define os padrões microbiológicos para consumo humano.

2.7.3. Pontos de monitoramento

A partir da interpretação das análises de qualidade da água existentes na bacia, objetivou-se comparar os valores dos parâmetros avaliados com os limites estabelecidos pela legislação vigente. Sendo assim, buscou-se levantar as análises de qualidade da água subterrânea realizadas, junto aos processos de licenciamento da Fatma, aos processos de outorga da SDS e aos setores usuários representativos, no ano de 2017.

Por meio do levantamento dos dados, foram identificadas análises de qualidade da água subterrânea provenientes, em sua maioria, de poços de monitoramento em postos de combustíveis. Entretanto, as análises das águas subterrâneas coletadas junto aos poços de monitoramento dos postos de combustíveis, avaliam principalmente os parâmetros BTEX e PAH, e, por esse motivo não foram consideradas para o presente estudo.

Considerando a dificuldade de obtenção dos dados e frente ao universo amostral limitado, foram avaliados somente duas áreas pontuais dentro dos limites da bacia. Dessa forma, para fins de análise, foram apenas consideradas a análise da fonte de água mineral de uma rede hoteleira localizada no município de Santo Amaro da Imperatriz, e, as análises dos pontos de captação subterrânea do SAA Garopaba - Poço 14, e, do SAA Paulo Lopes - Sorocaba.

A Figura 64 (Apêndice 15) e a Tabela 108 apresentam os pontos de monitoramento de água subterrânea considerados para a análise atual. Observa-se que os resultados da

avaliação dos laudos de qualidade da água subterrânea devem ser interpretados como uma caracterização pontual, considerando a limitada amostra dos dados.

Ponto	Município	Data da coleta
SAA Garopaba – Poço 14	Garopaba	13/3/2017
SAA Paulo Lopes - Sorocaba	Paulo Lopes	10/7/2017
Água Mineral – Fonte Hotel e Balneário	Santo Amaro da Imperatriz	25/9/2017

Tabela 108 – Pontos de monitoramento de qualidade da água subterrânea
Fonte: Casan (2017) e Rede Hoteleira (2017). Elaboração própria (2017)

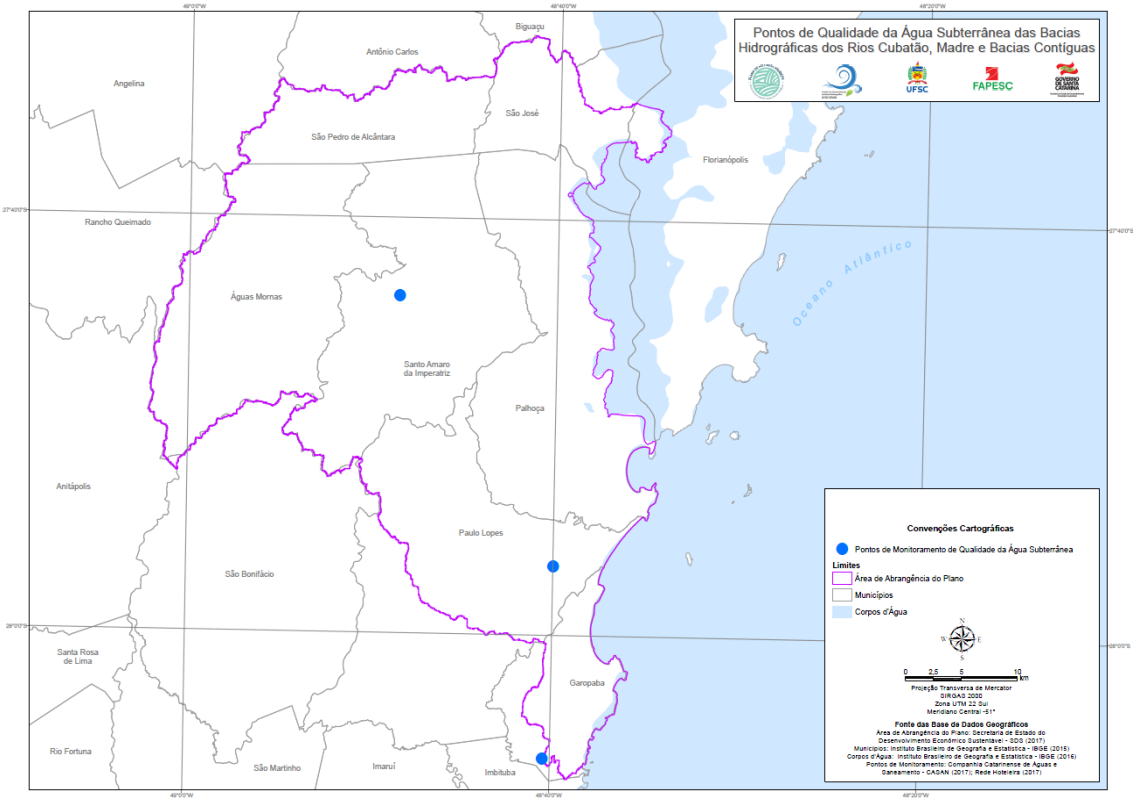


Figura 64 – Pontos de monitoramento de qualidade da água subterrânea
Fonte: Casan (2017) e Rede Hoteleira. Elaboração própria (2017)

2.7.4. Resultados

As análises de qualidade da água subterrânea nos pontos de monitoramento obtidos através do levantamento de dados são apresentadas na Tabela 109. Salienta-se que os parâmetros avaliados para os pontos de captação de água subterrânea da Casan diferem dos parâmetros avaliados para a fonte de água mineral do Hotel e Balneário localizado em Santo Amaro da Imperatriz. As coletas das amostras nos três pontos são referentes às análises de qualidade da água bruta.

Para fins de avaliação da qualidade da água subterrânea, os resultados das análises dos pontos de captação da Casan foram comparados com seus respectivos VMPs estabelecidos pela Resolução Conama nº 396/2008, considerando o uso preponderante para consumo humano. Para tanto, são apresentados somente os resultados dos parâmetros contidos no Anexo I desta resolução (parâmetros com maior probabilidade de ocorrência).

A Tabela 109 apresenta o resultado para a análise de qualidade da água bruta do ponto de captação subterrânea do SAA Garopaba – Poço 14.

Parâmetro	Resultado	Unidade	VMP
Inorgânicos			
Sólidos Dissolvidos Totais	87	mg/L	1000
Antimônio	<0,002	mg/L	0,005
Arsênio Total	<0,002	mg/L	0,01
Bário Total	0,020	mg/L	0,7
Berílio Total	<0,002	mg/L	0,004
Boro Total	<0,002	mg/L	0,5
Cádmio Total	<0,001	mg/L	0,005
Chumbo Total	<0,005	mg/L	0,01
Cianeto Livre	<0,001	mg/L	0,07
Cloreto Total	4,2	mg/L	250
Ferro Dissolvido	0,012	mg/L	0,3
Fluoreto Total	0,021	mg/L	1,5
Manganês Total	0,04	mg/L	0,1
Mercúrio Total	0,00002	mg/L	0,001
Níquel Total	<0,010	mg/L	0,020
Nitrato	0,1	mg/L	10
Nitrito	<0,008	mg/L	1,0
Prata Total	<0,002	mg/L	0,1
Selênio Total	<0,002	mg/L	0,01
Sulfato Total	4,4	mg/L	250
Urânio Total	<0,010	mg/L	0,015
Vanádio Total	<0,005	mg/L	0,05
Zinco Total	0,06	mg/L	5,0
Agrotóxicos			
Clordano (cis + trans)	<0,030	µg/L	0,20
Alaclor	<0,10	µg/L	20
Aldrin + Dieldrin	<0,00001	µg/L	0,03
Atrazina	<0,10	µg/L	2
DDT	<0,00200	µg/L	2
Endrin	<0,00400	µg/L	0,6
Malation	< 0,05	µg/L	190
Metolacloro	< 0,10	µg/L	10
Metoxicloro	< 0,03	µg/L	20
Pentaclorofenol	< 0,00001	mg/L	0,009
Simazina	< 0,50	µg/L	2
Orgânicos			
Benzo(a)antraceno	<0,01000	µg/L	0,05
Benzo(a)pireno	<0,01000	µg/L	0,05
Benzeno	< 0,00016	mg/L	5
Criseno	<0,0500	µg/L	0,05
Dibenzo(a,h)antraceno	<0,0500	µg/L	0,05

Parâmetro	Resultado	Unidade	VMP
1,2 - Dicloroetano	< 0,00016	mg/L	0,01
1,1 - Dicloroeteno	< 0,00016	mg/L	0,03
Diclorometano	< 0,00016	mg/L	0,02
Etilbenzeno	< 0,16	µg/L	200
Fenóis	<0,0007	mg/L	3
Hexaclorobenzeno	<0,0065	µg/L	1
Tetracloreto de carbono	< 0,00016	mg/L	0,002
Tetracloroeteno	< 0,00016	mg/L	0,04
Tolueno	< 0,16	mg/L	0,17
Xileno Total (o+m+p)	< 0,01000	µg/L	300

Tabela 109 – Análise de qualidade da água do ponto de captação do SAA Garopaba (Poço 14)
Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

A Tabela 110 apresenta o resultado para a análise de qualidade da água bruta do ponto de captação subterrânea do SAA Paulo Lopes - Sorocaba.

Parâmetro	Resultado	Unidade	VMP
Inorgânicos			
Sólidos Dissolvidos Totais	90	mg/L	1000
Antimônio	<0,002	mg/L	0,005
Arsênio Total	<0,002	mg/L	0,01
Bário Total	0,020	mg/L	0,7
Berílio Total	<0,002	mg/L	0,004
Boro Total	<0,002	mg/L	0,5
Cádmio Total	<0,001	mg/L	0,005
Chumbo Total	<0,005	mg/L	0,01
Cianeto Livre	<0,001	mg/L	0,07
Cloreto Total	4,2	mg/L	250
Ferro Dissolvido	0,012	mg/L	0,3
Fluoreto Total	0,021	mg/L	1,5
Manganês Total	0,007	mg/L	0,1
Mercúrio Total	<0,00002	mg/L	0,001
Níquel Total	<0,010	mg/L	0,020
Nitrato	3,4	mg/L	10
Nitrito	<0,008	mg/L	1,0
Prata Total	<0,002	mg/L	0,1
Selênio Total	<0,002	mg/L	0,01
Sulfato Total	3,3	mg/L	250
Urânio Total	<0,010	mg/L	0,015
Vanádio Total	<0,005	mg/L	0,05
Zinco Total	0,050	mg/L	5,0
Agrotóxicos			
Clordano (cis + trans)	<0,030	µg/L	0,20
Alaclor	<0,10	µg/L	20
Aldrin + Dieldrin	<0,00001	µg/L	0,03
Atrazina	<0,10	µg/L	2

Parâmetro	Resultado	Unidade	VMP
DDT	<0,00200	µg/L	2
Endrin	<0,00400	µg/L	0,6
Malation	< 0,05	µg/L	190
Metolacloro	< 0,10	µg/L	10
Metoxicloro	< 0,03	µg/L	20
Pentaclorofenol	< 0,00001	mg/L	0,009
Simazina	< 0,50	µg/L	2
Orgânicos			
Benzo(a)antraceno	<0,01000	µg/L	0,05
Benzo(a)pireno	<0,01000	µg/L	0,05
Benzeno	< 0,00016	mg/L	5
Criseno	<0,0500	µg/L	0,05
Dibenzo(a,h)antraceno	<0,0500	µg/L	0,05
1,2 - Dicloroetano	< 0,00016	mg/L	0,01
1,1 - Dicloroeteno	< 0,00016	mg/L	0,03
Diclorometano	< 0,00016	mg/L	0,02
Etilbenzeno	< 0,16	µg/L	200
Fenóis	< 0,0007	mg/L	3
Hexaclorobenzeno	< 0,0065	µg/L	1
Tetracloreto de carbono	< 0,00016	mg/L	0,002
Tetracloroeteno	< 0,00016	mg/L	0,04
Tolueno	< 0,16	mg/L	0,17
Xileno Total (o+m+p)	< 0,48	µg/L	300

Tabela 110 – Análise de qualidade da água do ponto de captação do SAA Paulo Lopes - Sorocaba
Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

A Tabela 111 apresenta o resultado para a análise de qualidade da água bruta mineral de uma das fontes de captação subterrânea do hotel balneário localizado em Santo Amaro da Imperatriz. Ressalta-se que os parâmetros analisados para este ponto são de caráter quase que integralmente microbiológicos, sendo avaliados de acordo com os padrões de qualidade físico-químicos para consumo humano, conforme Resolução Anvisa RDC n° 275/2005.

Parâmetro	Resultado	Unidade	VMP
Físico-Químicos			
Condutividade específica a 25°C	111,5	µs/cm	-
pH	7,13	-	-
Microbiológicos			
Bactérias heterotróficas	<5	UFC/mL	-
Clostridium perfringens	Ausência	UFC/100mL	Ausência
Coliformes Termotolerantes	Ausência	UFC/100mL	Ausência
Coliformes Totais	Ausência	UFC/100mL	Ausência
Enterococcus spp	Ausência	UFC/100mL	Ausência
Escherichia coli	Ausência	UFC/100mL	Ausência
Pseudomonas aeruginosa	Ausência	UFC/100mL	Ausência

Tabela 111 – Análise de qualidade da água do ponto de captação de uma rede hoteleira de Santo Amaro da Imperatriz.
Fonte: Rede Hoteleira (2017). Elaboração própria (2017)

De acordo com os resultados das análises realizadas nos pontos de monitoramento avaliados neste tópico, todos os parâmetros se encontram dentro dos limites estabelecidos pelos instrumentos legais vigentes.

2.8. POTENCIAIS CONFLITOS RELACIONADOS AO DIAGNÓSTICO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A partir dos diagnósticos da água subterrânea apresentados, foi possível identificar alguns potenciais conflitos na bacia. Desta forma, este tópico apresenta a vulnerabilidade natural, os riscos de contaminação, os usos da terra e seus riscos e o resultado do risco de contaminação.

2.8.1. Vulnerabilidade natural

O conhecimento da vulnerabilidade à poluição dos aquíferos de uma região é importante para o planejamento da gestão de suas águas subterrâneas e da ocupação do território (CBH-RB, 2016).

A vulnerabilidade do aquífero à poluição se refere ao conjunto de propriedades intrínsecas dos estratos que separam o aquífero saturado da superfície do solo (FOSTER, 1987). Essas propriedades determinam a suscetibilidade de um aquífero sofrer efeitos adversos de uma carga contaminante, aplicada na superfície (FOSTER et al., 2006).

De acordo com Foster et al. (2013) apud CBH-RB (2016), o mapeamento da vulnerabilidade dos aquíferos à poluição é uma poderosa ferramenta para a comunicação entre os hidrogeólogos e os demais interessados no planejamento dos recursos hídricos e do uso da terra, mas duas realidades devem ser consideradas:

- Primeira, que todas as avaliações de vulnerabilidade representam uma síntese das informações disponíveis, incorporando níveis diversos de incerteza e sem possibilidade de uma calibração independente.
- Segunda, que todos os mapas de vulnerabilidade à poluição dos aquíferos pretendem ser uma ferramenta para identificar onde haverá necessidade de pesquisas hidrogeológicas mais detalhadas, e onde podem ser necessárias medidas de proteção prioritárias para enfrentar ameaças potenciais de poluição das águas subterrâneas. Neste sentido, devem ser consideradas como um primeiro passo, e não como uma palavra final a respeito do tema. Além disso, para evitar mal-entendidos, devem ser executados com o máximo de simplicidade (FOSTER et al., 2013).

Para o mapeamento da vulnerabilidade natural dos aquíferos à contaminação, foi utilizado como referencial teórico o relatório do CBH-RB (2016), no qual utilizou a metodologia GOD – que pondera descritores tais como: ocorrência de estratos de cobertura (profundidade e espessura do solo e declividade do terreno), grau de confinamento da água subterrânea (Mapa Hidrogeológico) e distância até o lençol freático ou o teto do aquífero confinado (densidade de fraturamento) (FOSTER et al., 2006).

Foster et al. (2006) destacam que, no caso dos aquíferos fraturados, a principal ênfase do método GOD está na possibilidade de existirem fraturas bem desenvolvidas, que podem favorecer o fluxo. A possibilidade de tal fluxo é considerada o fator mais crucial no

aumento da vulnerabilidade e na redução da atenuação dos poluentes, já que a sobrecarga hidráulica é responsável por muitos casos de contaminação (FOSTER et al. 2006).

Conforme Lopes (2013) e Lopes e Scheibe (2015), o método de vulnerabilidade GOD original não incluía um estudo explícito do solo (S), no entanto, de acordo com Foster et al. (2006), a maioria dos processos que provocam a atenuação e/ou eliminação dos contaminantes no subsolo ocorre com muito mais frequência na zona biologicamente ativa do solo, fato este que justifica sua consideração (CBH-RB, 2016).

Um outro fator que contribui no que se refere à acessibilidade dos contaminantes é a declividade do terreno, pois tem relação direta com o escoamento superficial de águas e fluídos e, consequentemente, relação inversa com a infiltração nos solos. Assim, a declividade afeta a capacidade de recarga dos aquíferos e atribui aos relevos mais planos elevados índices de vulnerabilidade por estimular a permanência de águas de superfície e, por consequência, sua infiltração nos materiais que constituem os aquíferos sotopostos (MAIA; CRUZ, 2011).

Aplicaram-se aos três parâmetros os valores propostos por Foster et al. (2006) que variam de zero a um, em que valores mais altos indicam maior vulnerabilidade natural e o nível de vulnerabilidade resultante é obtido por meio do produto desses valores.

2.8.1.1. Cobertura de solos

A base de dados da "Cobertura de Solos" será resultado do somatório de três condicionantes físicas para a acessibilidade à zona saturada do aquífero: textura dos solos, declividade do terreno e espessura dos solos. Ao resultado do somatório desta variável foram atribuídas cinco classes com pontuação variando de 0 a 1, valores utilizados para fins de multiplicação pelos demais descritores (CBH-RB, 2016).

2.8.1.2. Textura dos solos

Para realizar o mapa de textura dos solos, presente no Apêndice 16 e apresentado em miniatura na Figura 65, as classes de textura de solos foram avaliadas a partir dos perfis-tipo (IAC, 1990; OLIVEIRA et al., 1999) e separadas em três classes principais (CBH-RB, 2016):

- Fina – solos constituídos predominantemente por argilas e siltes, podendo ocorrer areias de forma subordinada.
- Média – solos constituídos com constituição equilibrada entre grãos de tamanho argila, silte e areia.
- Grossa – solos constituídos predominantemente por areias e subordinadamente por grãos finos - silte e argila.

No mapa da Embrapa (2004), para as áreas que não haviam dados de textura dos solos, como as áreas urbanizadas e de afloramento rochoso, foram considerados como índice de vulnerabilidade – 0, pois não haverá ou será pouca a infiltração para o aquífero de água superficial nessas regiões. Já para a região de solo indiscriminados, solo orgânico e drenagem foram considerados os valores 0,2 e para as dunas foram considerados o índice de vulnerabilidade 0,3, pois acreditasse que haja uma grande quantidade de infiltração de água superficial (Figura 65). Dessa maneira, na Tabela 112 foram descritos os valores de profundidade e índice de vulnerabilidade para a área de estudo.

Textura	Índice de Vulnerabilidade
Fina	0,0
Média	0,2
Grossa	0,3

Tabela 112 – Classes e índices de vulnerabilidade para textura do solo da área de estudo
Fonte: CBH-RB (2016). Elaboração própria (2017)

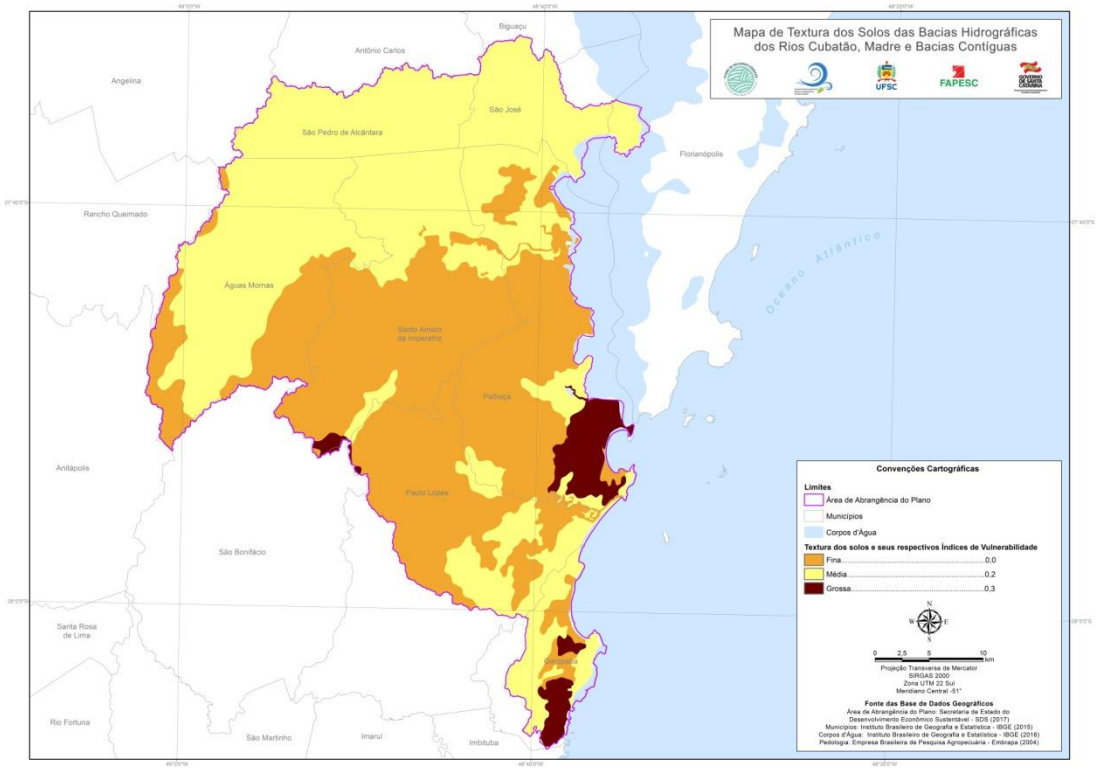


Figura 65 – Mapa de textura dos solos da bacia do Rio Cubatão Sul, Madre e bacias contíguas e pontuações relativas a vulnerabilidade natural
Fonte: Embrapa (2004). Elaboração própria (2017)

2.8.1.3. Declividade

Para o cálculo da declividade da bacia do Rio Cubatão Sul, Madre e bacias contíguas foram utilizadas as imagens de Modelo Digital de Elevação (MDE) com resolução de 30 m, disponibilizadas no *site* EarthExplorer[4], provenientes do *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) (FARR; KOBRICK, 2000), conforme exposto na Figura 66 e no Apêndice 17. As declividades médias foram classificadas com base no padrão Embrapa (1979) e os valores de vulnerabilidade atribuídos de acordo com o relatório CBH-RB, 2016 (Tabela 113).

Classe de Declividade	Limites Percentuais (%)	Índice de Vulnerabilidade
Plano	(0% - 3%)	0,4
Suave ondulado	(3% - 8%)	0,3

[4]Disponível em: <http://earthexplorer.usgs.gov/>.

Classe de Declividade	Limites Percentuais (%)	Índice de Vulnerabilidade
Ondulado	(8% - 20%)	0,2
Forte ondulado	(20% - 45%)	0,2
Montanhoso	(45% - 75%)	0,1
Escarpado	(>75%)	0,0

Tabela 113 – Classes de declividade e seus respectivos limites percentuais e índices de vulnerabilidade
Fonte: Embrapa (1979). Elaboração própria (2017)

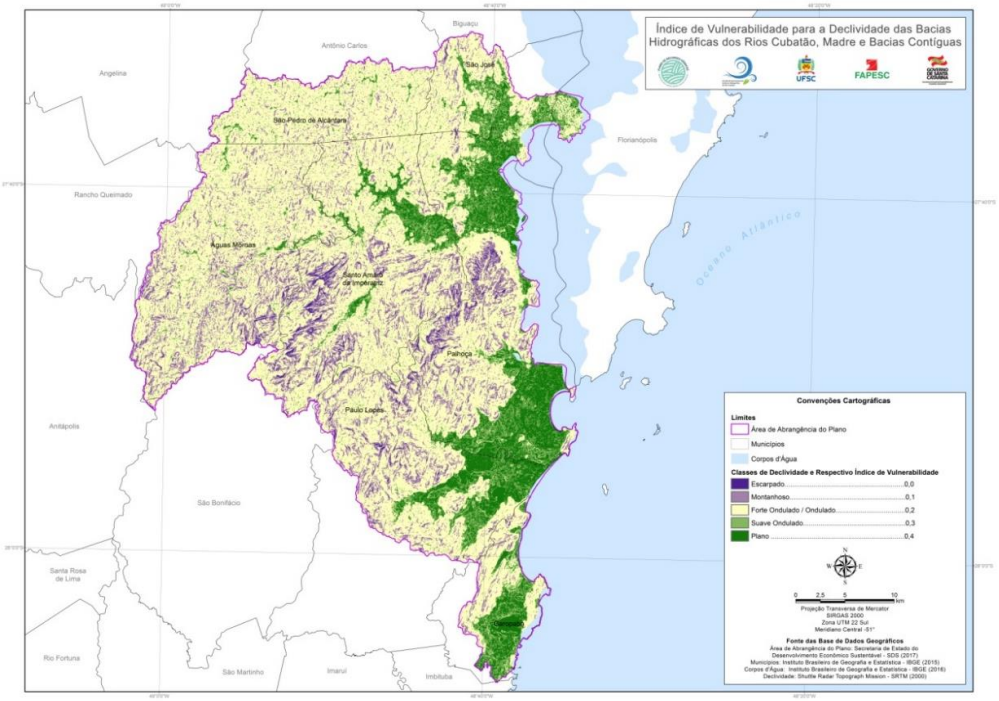


Figura 66 – Declividade do terreno da área de estudo
Fonte: Farr & Kobrick (2000) e Embrapa (1979). Elaboração própria (2017)

2.8.1.4. Espessura

O mapa de espessura do solo foi produzido de acordo como Mapa de Solos de Santa Catarina (EMBRAPA, 2004), no qual as profundidades descritas variam de <60 cm, entre 60 e 150 cm e > 150 cm (Figura 67 e Apêndice 18). Assim, para a matriz de cálculo, atribuiu-se o índice de vulnerabilidade para cada uma das três classes acima descritas, de acordo com o relatório CBH-RB (2016), em que o pior cenário possui o valor de 0,3 como índice de vulnerabilidade e o melhor cenário 0,1.

Nas áreas que não haviam dados de profundidade, como as áreas urbanizadas, de drenagem e de afloramento rochoso foram considerados que a espessura de solo é menor que 60 cm. Já para a região de dunas, foram considerados profundidades maiores que 150 cm para as camadas de sedimento. Dessa maneira, na Tabela 114 foram descritos os valores de profundidade e o índice de vulnerabilidade para a área de estudo.

Espessura (cm)	Índice de vulnerabilidade
Pouco profundo (<60 cm)	0,3
Profundo (60 - 150 cm)	0,2
Muito profundo (>150 cm)	0,1

Tabela 114 – Classes e índices de vulnerabilidade para espessura do solo da área de estudo
Elaboração própria (2017)

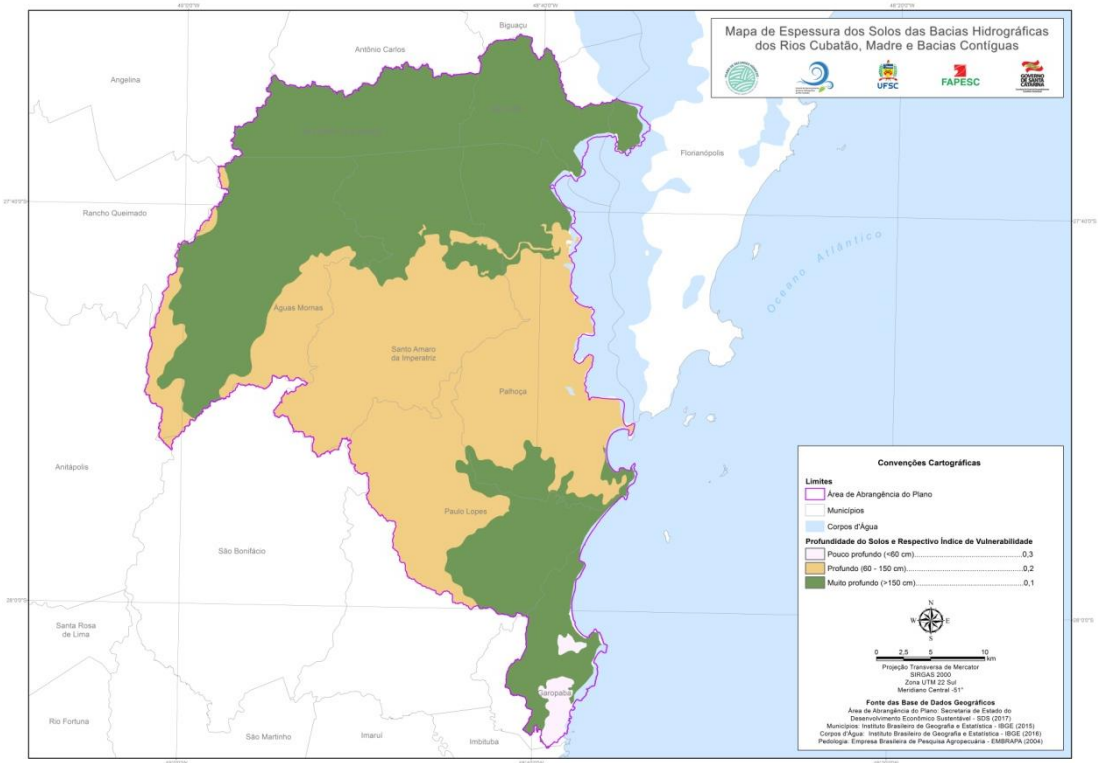


Figura 67 – Mapa de espessura dos solos da bacia do Rio Cubatão Sul, Madre e bacias contíguas e pontuações relativas a vulnerabilidade natural
Fonte: Embrapa (2004). Elaboração própria (2017)

2.8.1.5. Densidade de fraturamento

O mapa de densidade de fraturas (Figura 68 e Apêndice 19) foi obtido através da vetorização dos lineamentos do Mapa Geológico da CPRM (2014), acrescido de lineamentos delimitados por fotointerpretação na escala de 1:250.000. A fotointerpretação foi feita a partir do Modelo Digital Sombreado, produto do MDE (FARR; KOBRICK, 2000).

A densidade de fraturas levou em consideração uma malha de polígonos com 6 km x 6 km, totalizando 36 km² por célula interpolada. Para cada célula de 36 km² foi calculada a Densidade de fraturas (*Df*), levando-se em consideração a Equação 48.

Equação 48

$$Df = L / A$$

Onde:

- L = comprimento acumulado dentro da célula
- A = área da célula

Feito o somatório dos comprimentos de linha dentro de cada célula, as células que obtiveram maior *Df* representam as regiões com maior grau de fraturamento.

A partir do cálculo da densidade de fraturamento, foi definido o total de quatro classes, levando em consideração os quartis estatísticos. Para cada classe, foram atribuídos valores de vulnerabilidade, em que as regiões com maior grau de fraturamento são as de maior vulnerabilidade. As classes de densidade de fraturas e suas respectivas áreas são apresentadas na Tabela 115, enquanto a porcentagem na área de estudo e o índice de vulnerabilidade são expostos na Tabela 116.

Quartil	Classificação	Intervalo (m)
Inferior	Pouco fraturado	0 - 0,000245532
2º quartil	Moderadamente fraturado	0,000245532 - 0,000374594
3º quartil	Muito fraturado	0,000245532 - 0,000374594
Superior	Intensamente fraturado	0,000538282 - 0,000802701

Tabela 115 – Intervalos estatísticos utilizados para definição de classes de densidade de fraturamento
Elaboração própria (2017)

Classificação	Vulnerabilidade	Área (Km²)	% da área de estudo
Intensamente fraturado	1	397,09	25,08
Muito fraturado	0,8	393,28	24,83
Moderadamente fraturado	0,6	399,79	25,25
Pouco fraturado	0,4	393,43	24,84

Tabela 116 – Classes de densidade de fraturas
Elaboração própria (2017)

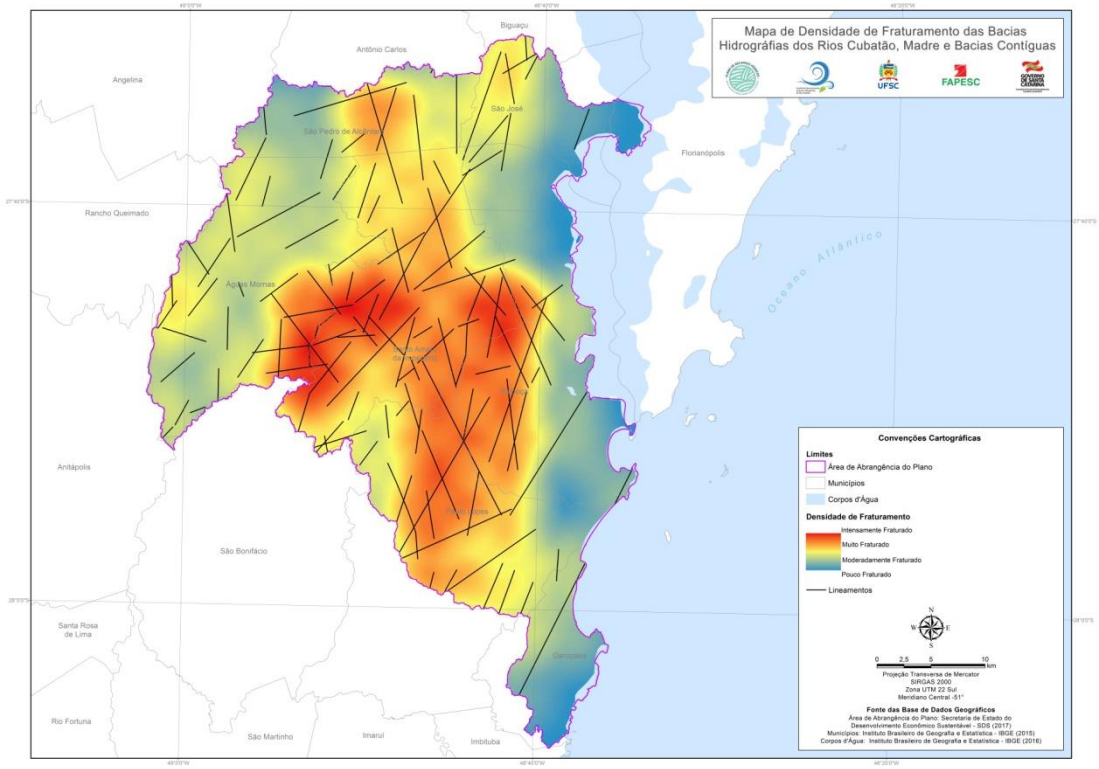


Figura 68 – Mapa de densidade de fraturamento e lineamentos
Elaboração própria (2017)

2.8.1.6. Zonas aquíferas

A atribuição de índices de vulnerabilidade para as zonas aquíferas da área de estudo (Apêndice 20) apresentado em miniatura na Figura 69, levou em consideração o Mapa Hidrogeológico do estado de Santa Catarina (CPRM, 2012), no qual o índice de vulnerabilidade

foi atribuído de acordo com o grau de confinamento. Segundo Foster e Hirata (1991) aquíferos livres apresentam maior índice de vulnerabilidade. Nesse sentido, as vulnerabilidades para as zonas aquíferas foram categorizadas de acordo com a Tabela 117.

Grau de Confinamento	Zonas Aquíferas	Vulnerabilidade
Aquífero livre	as1, as2,	1
Aquífero livre à semiconfinado	af2	0,8
Aquiclude	na_1	0,4

Tabela 117 – Classes e índices de vulnerabilidade das zonas aquíferas
Fonte: CPRM (2012). Elaboração própria (2017)

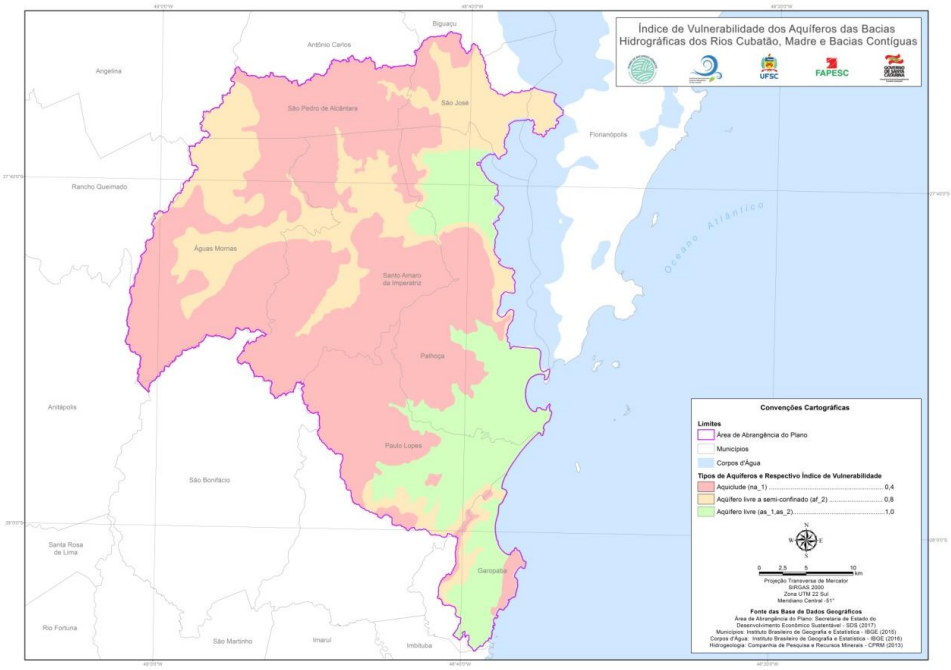


Figura 69 – Mapa das zonas aquíferas da bacia do Rio Cubatão Sul, Madre e bacias contíguas e pontuações relativas a vulnerabilidade natural
Fonte: CPRM (2012). Elaboração própria (2017)

2.8.1.7. Resultados

A avaliação da vulnerabilidade natural dos aquíferos levou em consideração algumas argumentações técnicas que são consagradas em toda a América Latina (FOSTER; HIRATA, 1988; FOSTER et al., 2006) na escolha do método GOD de avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação (CBH-RB, 2016). O método GOD propõe cinco classes de vulnerabilidade (FOSTER et al., 2006), considerando a representação de um índice absoluto de vulnerabilidade do aquífero à contaminação (Tabela 118). Assim, foram adotadas as cinco classes de vulnerabilidade propostas para o resultado da matriz de cruzamento dos dados, apresentadas na Figura 70.

Vulnerabilidade	Definição correspondente
Extrema	Vulnerável à maioria dos contaminantes com impacto rápido em muitos cenários de contaminação
Alta	Vulnerável a muitos contaminantes (exceto os que são fortemente adsorvidos ou rapidamente transformados) em muitas condições de contaminação
Moderada	Vulnerável a alguns contaminantes, mas somente quando continuamente lançados ou lixiviados
Baixa	Vulnerável somente a contaminantes conservadores, a longo prazo, quando contínuo e

Vulnerabilidade	Definição correspondente
	amplamente lançados ou lixiviados
Insignificante	Presença de camadas confinantes sem fluxo vertical significativo de água subterrânea (percolação)

Tabela 118 – Classes de vulnerabilidade adotadas

Fonte: Foster et al. (2006). Elaboração própria (2017)

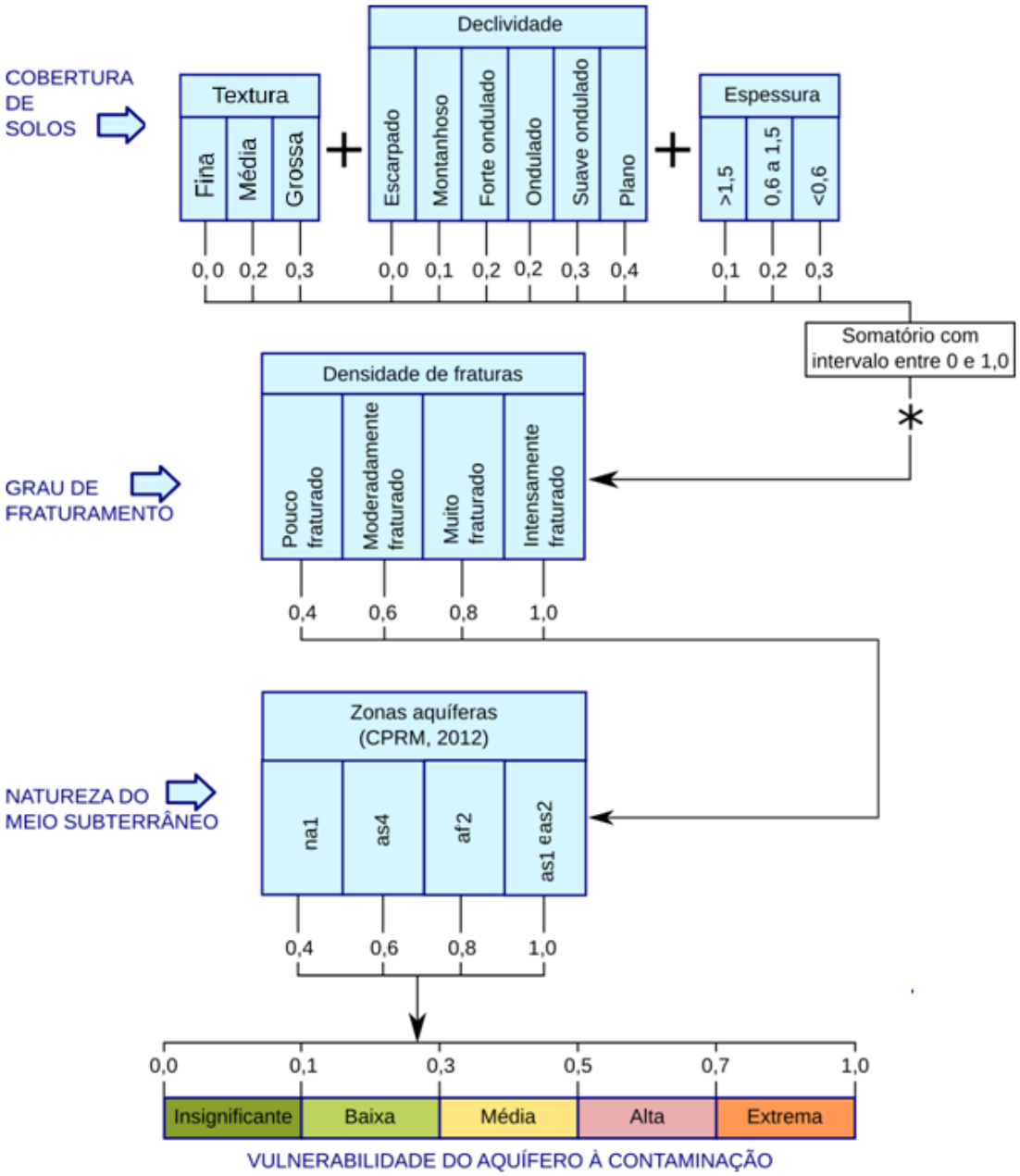


Figura 70 – Matriz de cálculo e índices de vulnerabilidade a serem obtidos a partir da aplicação do método GOD e sua respectiva classificação

Fonte: Foster et al. (2006). Elaboração própria (2017)

Conforme exposto, uma limitação importante foi a ausência de dados consistentes sobre a profundidade da zona saturada (NE) dos aquíferos. As diferentes escalas dos produtos temáticos-meio, utilizados para o cruzamento do mapa-alvo, também constituem em um fator limitante para uma melhor definição das áreas de cada classe de vulnerabilidade. Assim, recomenda-se a produção de novas bases temáticas de interesse à gestão dos recursos

naturais, sobretudo a água, em escala padronizada, visando o melhor apoio a decisões de sua câmara técnica.

A Figura 71 apresenta a miniatura do mapa de vulnerabilidade natural dos aquíferos, também presente no Apêndice 21.

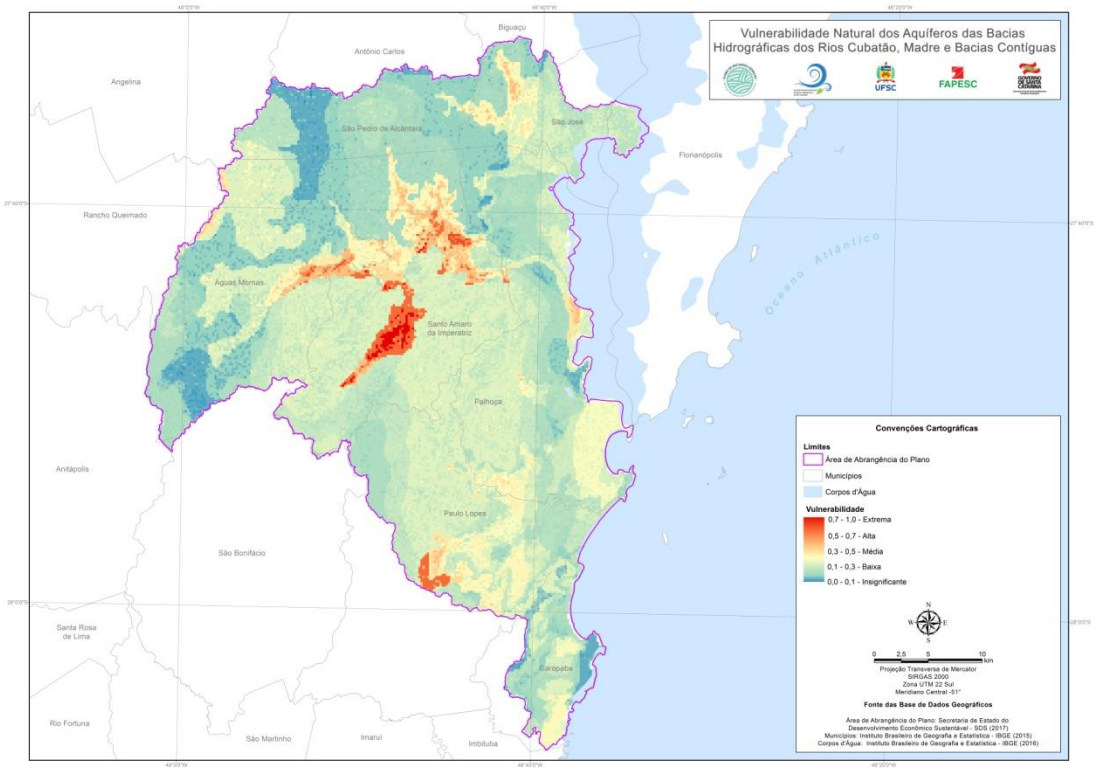


Figura 71 – Mapa de vulnerabilidade das bacias do Rio Cubatão Sul, Madre e bacias contíguas
Elaboração própria (2017)

2.8.2. Riscos de contaminação

Como vulnerabilidade, conforme Foster (1987) e Foster e Hirata (1993), entende-se a maior ou menor suscetibilidade à contaminação do material de subsuperfície a um evento contaminador. Partindo-se deste princípio, é possível existir um aquífero com um alto índice de vulnerabilidade, mas sem risco de poluição, caso não haja carga poluente, ou de haver um risco de poluição excepcional, apesar de o índice de vulnerabilidade ser baixo. É importante ressaltar a diferença entre vulnerabilidade e risco de poluição. O risco é causado não pelas características intrínsecas do aquífero, muito estáveis, mas pela existência e características de atividades poluentes, fator dinâmico que, em princípio, pode ser controlado (NANNI et al., 2005).

Há várias causas possíveis para a deterioração da qualidade em um aquífero e/ou reserva de água subterrânea. Estas são classificadas segundo sua origem e encontram-se descritas na Figura 72.

TIPO DE PROBLEMA	CAUSA SUBJACENTE	CONTAMINANTES PRINCIPAIS
CONTAMINAÇÃO DO AQÜÍFERO	proteção inadequada de aqüíferos vulneráveis contra emissões e lixiviados provenientes de atividades urbanas/industriais e intensificação do cultivo agrícola	microorganismos patógenos, nitrato ou amônio, cloreto, sulfato, boro, arsênico, metais pesados, carbono orgânico dissolvido, hidrocarbonetos aromáticos e halogenados, certos pesticidas
CONTAMINAÇÃO NO PRÓPRIO POÇO OU CAPTAÇÃO	poço ou captação cuja construção/projeto inadequado permite o ingresso direto de água superficial ou água subterrânea rasa poluída	principalmente microorganismos patógenos
Intrusão Salina	água subterrânea salina (e às vezes poluída) que, por excesso de extração, é induzida a fluir para o aqüífero de água doce	principalmente cloreto de sódio, mas pode incluir também contaminantes persistentes produzidos antropicamente
Contaminação Natural	relacionada com a evolução química da água subterrânea e a dissolução de minerais (pode ser agravada pela poluição ocasionada pela atividade humana e/ou extração excessiva)	principalmente fluoreto e ferro solúvel, às vezes sulfato de magnésio, arsênico, manganês, selênio, cromo e outras espécies inorgânicas

Figura 72 – Quadro de classificação dos problemas de qualidade da água subterrânea
Fonte: Foster et al. (2006). Elaboração própria (2017)

2.8.3. Usos da terra e seus riscos

A maioria das águas subterrâneas origina-se diretamente do excesso de precipitação infiltrando a superfície terrestre. Assim, o uso da terra tem uma grande influência na qualidade da água subterrânea e nas taxas de recarga. Diferentes práticas de uso da terra deixam assinaturas distintivas sobre a qualidade das águas subterrâneas (FOSTER; CHERLET, 2014), conforme evidenciado na Figura 73.

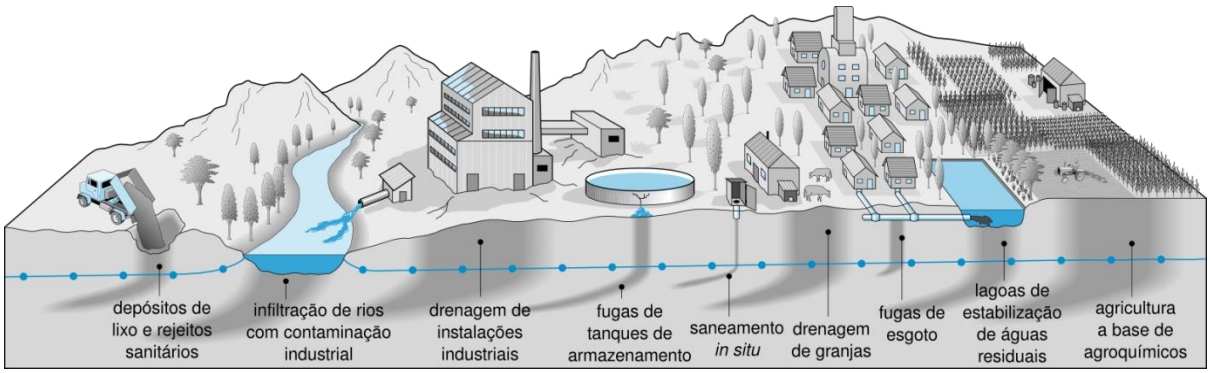


Figura 73 – Atividades comuns que geram risco de poluição nas águas subterrâneas
Fonte: Foster et al. (2006). Elaboração própria (2017)

Além do uso da terra, a preocupação com a contaminação da água subterrânea se concentra, principalmente, na classificação do aquífero, ou seja, os livres e rasos estão sujeitos à alta vulnerabilidade, já que o tempo para que os contaminantes atinjam o aquífero é maior do que a dos confinados (Figura 74).

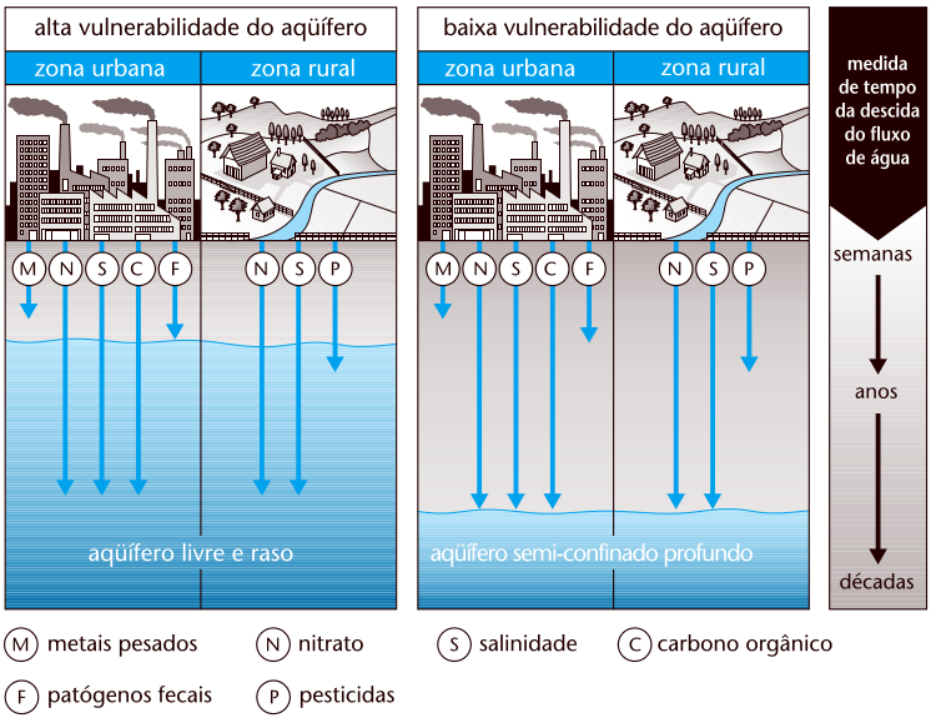


Figura 74 – Classificação do sistema aquífero quanto à vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação
Fonte: Foster e Hirata (2006). Elaboração própria (2017)

As principais fontes de contaminações consideradas para a área de estudo foram baseadas no mapa de uso e ocupação do solo produzido pela equipe do PRH (apresentado na Etapa C – Tomo I), considerando valores para a carga poluente baseados na aplicação da metodologia *Pollutant Origin; Surcharge Hydraulically* (POSH). A metodologia POSH foi utilizada como base para definir quais as principais atividades do município que representam perigo para o aquífero e seus valores qualitativos. Os tipos de carga poluente e seus valores foram adaptados aos tipos de atividades que recobrem a área de estudo, conforme mostra a Tabela 119.

Tipo de atividade	Possibilidade da existência de carga poluente
Área urbanizada	Elevado
Área de mineração	Elevado
Corpos d'água	Elevado
Agricultura	Elevado
Pastagens e campos naturais e solo exposto	Moderado
Reflorestamento	Baixo
Vegetação natural	Extremamente baixo

Tabela 119 – Níveis qualitativos baseado em POSH para fontes de carga poluente
Elaboração própria (2017)

A Figura 75 apresenta uma miniatura do mapa de possibilidade de existência de carga poluente, presente no Apêndice 22.

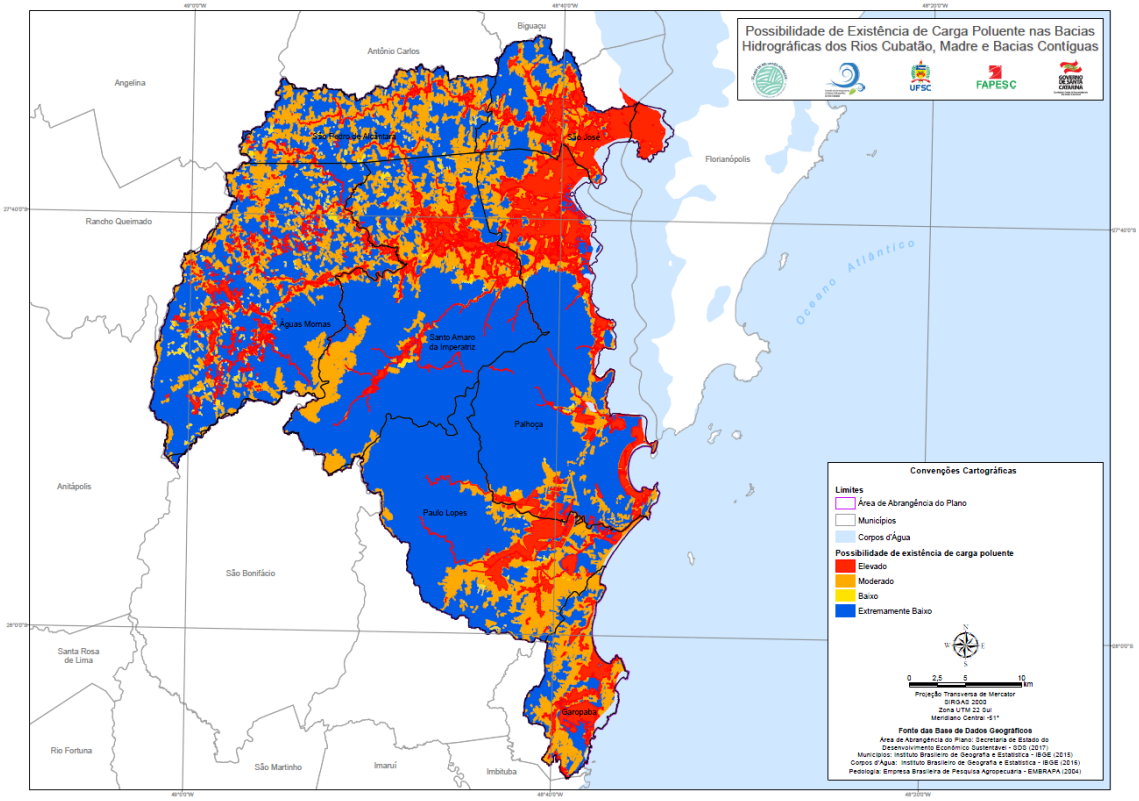


Figura 75 – Mapa de possibilidade da existência de carga poluente
Elaboração própria (2017)

2.8.4. Resultado do risco de contaminação

A análise do mapa de vulnerabilidade da área de estudo e do mapa de possibilidade da existência de carga poluente possibilitou inferir o risco de contaminação da água subterrânea nos municípios que abrangem a bacia do Rio Cubatão do Sul, Madre e bacias contíguas

Na região de Águas Mornas, a possibilidade de existência de carga poluente é extremamente baixa na maioria dos casos, e o índice de vulnerabilidade é predominantemente baixo. No município as áreas de maior risco à contaminação ocorrem em um pequeno trecho a leste do município que recai sobre área de alta e extrema vulnerabilidade, e a carga poluente é elevada e a oeste do município onde a vulnerabilidade é de alta a moderada e há trechos de possibilidade de existência de carga poluente alta e moderada.

Em Florianópolis, o índice de vulnerabilidade é baixo e a possibilidade de existência de carga poluente é majoritariamente elevada, portanto o risco de contaminação nessa região é moderado, considerando a possibilidade alta de carga poluente e a baixa vulnerabilidade da região aquífera.

A porção central e a parte litorânea do município de Garopaba apresenta possibilidade de existência de carga poluente elevada em virtude da existência de área urbanizada e de corpos hídricos na região. Nos locais de possibilidade de existência de carga poluente elevada sua total abrangência recai sobre áreas de vulnerabilidade baixa, com exceção do trecho localizado a sul do município que possui vulnerabilidade média.

No município de Palhoça as regiões que merecem destaque estão localizadas entre a Ponta do Pesqueiro e a Ponta da Enseada (local de desemboque dos Rios Cambirela, Neto e Mata-Fome), onde o índice de vulnerabilidade é moderado e a possibilidade de existência de carga poluente é elevada. Outro local de destaque está localizado nas margens do Rio Cubatão, na parte oeste do município, em um pequeno trecho que apresenta possibilidade de existência de carga poluente de moderada a elevada e índice de vulnerabilidade de médio a alto, caracterizando uma área de risco de contaminação.

Em Paulo Lopes, a região central do município apresenta possibilidade de carga poluente alta, entretanto essa região recai sobre área de vulnerabilidade baixa. A área com alto índice de vulnerabilidade localizada na região sudoeste de Paulo Lopes recai sobre área de baixa possibilidade de carga poluente. Sendo assim, o risco de contaminação nessas áreas é moderado.

No município de Santo Amaro da Imperatriz a região centro norte do município apresenta alto risco à contaminação, uma vez que a possibilidade de carga poluente é elevada e a vulnerabilidade varia de média a extrema. Além disso, na região às margens do Rio Vargem do Braço, caracterizada por ser uma região de alto risco de contaminação, o índice de vulnerabilidade é extremo e há possibilidade elevada e moderada de existência de carga poluente.

Em São José, a área de ocorrência de vulnerabilidade média recai sobre áreas com possibilidade de carga poluente alta e moderada, o que caracteriza uma região de alto risco de contaminação.

Em São Pedro de Alcântara, a vulnerabilidade é majoritariamente baixa ou insignificante, com exceção de um pequeno trecho no limite com o município de São José, onde há elevada e moderada possibilidade de existência de carga poluente e médio índice de vulnerabilidade. Nesse contexto, pode-se considerar o risco de contaminação predominantemente baixo na área que abrange este município.

3. Considerações finais

Para a consolidação das informações dos recursos hídricos das bacias hidrográfica da região deste Plano foram levantadas informações junto a diversas instituições, além daquelas que estavam disponíveis na internet para consulta e *download* pelas instituições oficiais governamentais, com objetivo de obter uma visão macro atualizada da situação das bacias referentes ao Plano de Recursos Hídricos em questão, através de consulta ao maior número possível de estudos acadêmicos; campanhas de monitoramento formais; estudos e pesquisas de instituições oficiais; e de organizações não governamentais desenvolvidos para esta região.

Os dados hidrológicos disponíveis não foram suficientes para a realização de um novo estudo de regionalização de vazões, uma vez que estes se encontraram com grandes falhas no período histórico, após o ano de 2005, não consistidos, baixa densidade e distribuição de postos fluviométricos na região hidrográfica do plano. Dessa forma, os estudos de disponibilidade hídrica foram realizados utilizando-se as equações de regionalização realizadas para o estado de Santa Catarina no ano de 2006.

Os usos múltiplos dos recursos hídricos foram estudados, bem como os possíveis conflitos de usos das águas. Para o levantamento de informações, utilizou-se também o CEURH.

As UGs foram concebidas levando-se em consideração os limites de bacias hidrográficas, os limites de municípios e o uso e ocupação do solo. Foram determinadas oito UGs para o PRH, de forma que, para cada uma, foram calculadas as vazões características com as equações de regionalização: vazão média de longo termo, vazão específica, vazão com permanência de 98% no tempo, vazão mínima de sete dias consecutivos, período de retorno de dez anos, entre outras.

O diagnóstico da qualidade de água superficial foi proveniente principalmente dos processos de licenciamento ambiental de empreendimentos realizados pela Fatma e de captações de água bruta da Casan. Na região do PRH, há rios de classe 2, em que os limites estabelecidos para os parâmetros da Resolução Conama nº 357/2005 foram utilizados para verificação de atendimento à referida classe. Quase todos os rios monitorados, em algum momento, apresentaram algum parâmetro fora do limite estabelecido, seja nas proximidades das cabeceiras onde há captação de água para abastecimento ou em trechos mais a jusante na região de suas fozes. Estas constatações devem ser interpretadas com cautela, pois são amostras pontuais e que deveriam ser comparadas a outras campanhas de monitoramento, na busca de uma caracterização sazonal do teor desses parâmetros.

Não foi possível calcular cargas orgânicas e de nutrientes com os dados do monitoramento de qualidade da água, pois não houve registro de vazão nos dias da coleta de água. Os dados das matas ciliares (APP) de margem de rios, nascente e lagos naturais foram levantados e confrontados com uso e ocupação do solo.

Na área do PRH foram identificadas quatro diferentes zonas aquíferas, sendo a maior parte da área (cerca de 57%) identificada como praticamente sem aquíferos. O panorama geral aponta que o sistema de aquíferos apresenta produtividade de média a baixa, com predominância de águas bicarbonatadas sódicas. Os principais usos das águas subterrâneas identificados foram: abastecimento público, balnearioterapia (água termais) e engarrafamento de água mineral. Os resultados das análises de qualidade de água apresentaram-se dentro dos

limites estabelecidos pelos instrumentos legais vigentes, devendo ser interpretado como uma avaliação pontual. Os riscos de contaminação dos aquíferos da área do PRH foram estudados levando-se em consideração a vulnerabilidade natural e uso e ocupação do solo.

Para o diagnóstico da demanda hídrica na região do PRH, avaliou-se os usos preponderantes de água. Foram quantificadas as vazões de retirada, retorno e consumo para cada um dos usos de água: abastecimento urbano, abastecimento rural, abastecimento da população flutuante, aquicultura, criação animal, irrigação, uso industrial e mineração, considerando o ano de 2016 como cenário hídrico atual. As maiores demandas hídricas totais (observadas nos meses de dezembro, novembro e janeiro) são dos municípios de Florianópolis, Palhoça e São José, enquanto que as menores demandas (nos meses de junho e agosto) são de Águas Mornas e São Pedro de Alcântara. O abastecimento urbano é a atividade que mais demanda água das bacias em estudo (82%) e a mineração é a atividade com menor demanda de água (7%). Posteriormente, as informações do diagnóstico das demandas hídricas possibilitarão a elaboração dos balanços hídricos das bacias, etapa na qual será avaliada a relação demanda e disponibilidade de água.

Com relação ao diagnóstico da qualidade das águas superficiais, recomenda-se a implantação de uma rede de monitoramento de qualidade de água com um programa sistemático de coleta e análises, com pontos em locais estratégicos, que representem a qualidade das águas dos rios ao longo de seus trechos, parâmetros condizentes com as atividades socioeconômicas nas bacias e frequência de campanhas, incluindo medições de vazões. Adicionalmente, programas que mobilizem as comunidades em torno da qualidade das águas dos rios, córregos e outros corpos d'água das localidades onde elas vivem, como o "Observando os Rios" da ONG SOS Mata Atlântica, devem ser fomentados pelo comitê, pois o projeto prevê medições uma vez por mês e incluem uma avaliação de 16 parâmetros, que envolve níveis de oxigênio, fósforo, PH, odor, aspectos visuais, entre outros, e classifica a qualidade das águas em cinco níveis de pontuação, de acordo com a legislação vigente.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANTA CATARINA (ARESC). **Fiscalização Emergencial dos Serviços de Saneamento Básico:** GEFIS nº 017/2015. São Pedro de Alcântara, 2015a.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANTA CATARINA (ARESC). **Relatório de Fiscalização de Acompanhamento dos Serviços de Saneamento Básico:** GEFIS nº 075/2016. São José, 2016a.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANTA CATARINA (ARESC). **Relatório de Fiscalização de Acompanhamento dos Serviços de Saneamento Básico:** nº 104/2016. Garopaba, 2016b.

AGÊNCIA DE REGULAÇÃO DE SERVIÇOS PÚBLICOS DE SANTA CATARINA (ARESC). **Relatório de Fiscalização Inicial dos Serviços de Saneamento Básico:** GEFIS nº 020/2016. Santo Amaro da Imperatriz, 2016c.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **A navegação e sua interface com o setor de recursos hídricos**. Brasília, maio 2005a. 49 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas Brasil:** Abastecimento Urbano de Água. 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Objetivos.aspx>. Acesso em: 7 nov. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Atlas irrigação**: uso da água na agricultura irrigada: áreas irrigadas por tipologia, por município e Unidade da Federação. 2017a. [Planilha em Excel]. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/en/resources.get?id=461&fname=_ATLAS_Irrigacao_AreasIrrigadas_2015_2030_ANA_Metadados_env.xlsx&access=private >. Acesso em: 20 out. 2017.

_____. **Atlas esgotos:** despoluição de bacias hidrográficas. Brasília, 2017b. 88 p

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Disponibilidade e demandas de recursos hídricos no Brasil.** Brasília, maio 2005b. 123 p. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/planejamento/planos/pnrh/VF%20DisponibilidadeDemanda.pdf>. Acesso em: 20 out. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Encontre mapas interativos, conjuntos de dados geográficos, imagens de satélite e outros serviços:** Abastecimento Urbano de Água. 9 maio 2017c. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=575df5de-4c8b-4be6-9e1b-2a8c996fd555>. Disponível em: 3 nov. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Nota Técnica nº 56/2015/SPR**. Documento nº 00000.072835/2015-56. Atualização da base de demandas de recursos hídricos no Brasil. 4 dez. 2015b.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **O Turismo e o Lazer e sua Interface com o Setor de Recursos Hídricos**. Brasília, 2005d. 49 p.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Portaria nº 149, de 26 de março de 2015. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 30 mar. 2015c. Disponível em: <https://www.google.com.br/search?q=Portaria+n%C2%BA+149%2C+de+26+de+mar%C3%A7o+de+2015&oq=Portaria+n%C2%BA+149%2C+de+26+de+mar%C3%A7o+de+2015&aqs=chrome..69i57.574j0j9&sourceid=chrome&ie=UTF-8>. Acesso em: 3 dez. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos**. Hidroweb. [2017?]a. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/hidroweb/>. Acesso em: 3 dez. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos.** Usos da Água. [2017?]b. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/snirh/snirh-1/acesso-tematico/usos-da-agua>. Acesso em: 13 set. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (ANEEL). **Sistema de Informações Georreferenciadas do Setor Elétrico (SIGEL)**. [2017]. Disponível em: <http://sigel.aneel.gov.br/portal/home/index.html>. Acesso em: 3 nov. 2017.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RCD nº 275, de 22 de setembro de 2005. **Aprova o Regulamento Técnico para Águas Envasadas e Gelo.** Brasília, 2005. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33916/394219/RDC_274_2005.pdf/19d98e61-fa3b-41df-9342-67e0167bf550>. Acesso em: 27 out. 2017.

AGÊNCIA REGULADORA DE SERVIÇOS DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA (AGESAN). **Relatório de acompanhamento GEFIS nº 050/2014**. Águas Mornas, 2014. 17 p.

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO (ARIS). **Relatório de Fiscalização do Sistema de Abastecimento de Água do Município de Palhoça.** Florianópolis, 2013.

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO (ARIS). **Relatório de fiscalização do sistema de abastecimento de água do município de Paulo Lopes.** Florianópolis, 2016. 25 p.

AGÊNCIA REGULADORA INTERMUNICIPAL DE SANEAMENTO (ARIS). **Relatório de visita técnica ao sistema de abastecimento de água do município de Palhoça.** Florianópolis, 2015. 11 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DA INDÚSTRIA DE HOTÉIS EM SANTA CATARINA (ABIH-SC). **Taxa de Ocupação Hoteleira**. 2017. Disponível em: <http://www.abih-sc.com.br/taxa-de-ocupacao>. Acesso em: 17 out. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR 9649:** Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário. Rio de Janeiro: ABNT, 1986. 7 p.

ASSOCIAÇÃO NÁUTICA BRASILEIRA (ACATMAR). **Lista de Estruturas Náuticas**. Florianópolis, 2017.

BALTAGI, B. H. Econometric Analysis of Panel Data. 3th ed. Chichester, UK: Wiley, 2005.

BANCO CENTRAL DO BRASIL (BCB). **Sistema gerenciador de séries temporais**. [2017]. Disponível em: <https://www3.bcb.gov.br/sgspub/consultarvalores/consultarValoresSeries.do?method=consultarValores> Acesso em: 16 out. 2017.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 14 dez. 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 27 out. 2017.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS).** [201-]. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/>. Acesso em: 18 jul. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução nº 357, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União,** Brasília, DF, 18 mar. 2005. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>. Acesso em: 27 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução Conama nº 396, de 3 de abril de 2008. Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 7 abr. 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562>. Acesso em: 27 out. 2017.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução Conama nº 420, de 28 de dezembro de 2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas. **Diário Oficial [da] União,** Brasília, DF, 30 dez. 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=620>. Acesso em: 27 out. 2017.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997.

BUNGE ALIMENTOS S. A. Uso da tecnologia de filtração por osmose reversa para reuso de efluentes em indústria alimentícia**:** Unidade Bunge Jaguaré. In**: PRÊMIO FIESP DE CONSERVAÇÃO E REUSO DE ÁGUA**, 11., 2015, São Paulo. São Paulo: Bunge, 2015. p. 1-37. Disponível em: <http://az545403.vo.msecnd.net/uploads/2016/03/bunge_4962.pdf>. Acesso em: 18 jul. 2017.

CAMPANÁRIO, P. **Florianópolis: dinâmica demográfica e projeção da população por sexo, grupos etários, distritos e bairros (1950-2050).** Florianópolis, 2007. 22 p. Disponível em: <http://www.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/06_05_2016_10.57.51.165f6d5987d5575003562ec5bbdd5850.pdf>. Acesso em: jun. 2017.

CHRISTOFIDIS, M. **O enquadramento participativo de corpos d'água como um instrumento da gestão de recursos hídricos com aplicação na bacia do Rio Cubatão Sul - SC.** 2006. 176 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental)–Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

COITINHO, J. B. L. **Águas Minerais de Santa Catarina.** 2000. 235 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil)–Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2000.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIBEIRA DE IGUAPE E LITORAL SUL (CBH-RB). **Relatório Técnico - Fase II**: Projeto – Elaboração do Mapa de Zoneamento da Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos da UGRHI-11- RB-250 - Contrato FEHIDRO 171/2014. 2016.

COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO SÃO FRANCISCO (CBHSF). **A Bacia:** principais características. 2018.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (CETESB). **Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2013-2015.** São Paulo, 2016.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (Casan). Dados de Monitoramento de Captações de Águas Bruta Superficial. 2017.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Geobank**. 2017. Disponível em: <http://geobank.cprm.gov.br/>. Acesso em: 16 out. 2017.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina.** Porto Alegre, 2012. 1 Mapa. Escala 1:500.000.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Mapa Geológico do Estado de Santa Catarina.** Porto Alegre, 2014. 1 Mapa.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS)**. [2017]. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php>. Acesso em: 15 out. 2017.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução nº 15, de 11 de janeiro de 2001. **Diário Oficial [da] União,** Brasília, DF, 12 jan. 2001.

CUSTÓDIO, E.; LLAMAS, M. R. **Hidrologia subterrânea**. 2. ed. Barcelona: Ediciones Omega S. A., 1983. 1.157 p.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE).** 23 mar. 2015. Disponível em: <http://www.dnpm.gov.br/assuntos/ao-minerador/sigmine>. Acesso em: 16 out. 2017.

DERNER, A. L. **Novas modalidades turísticas no município de Santo Amaro da Imperatriz**: uma abordagem exploratória. 2004. 101 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)–Curso de Ciências Econômicas, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2004.

EDLINGER, A. L. et al. Caracterização de efluentes de indústria metalúrgica e proposta de tratamento. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE GESTÃO AMBIENTAL, 3., 2012, Goiânia. **Anais**... Goiânia: IBEAS, 2012. p. 1-8.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, 1979, Rio de Janeiro. **Súmula...** Rio de Janeiro, 1979. 83 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Solos do Estado de Santa Catarina. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. Rio de Janeiro, n. 46, 2004. 721 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Estatísticas da aquicultura**. [2017?]. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=676>. Acesso em: 8 nov. 2017.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável da Maricultura Catarinense (2015-2020).** Florianópolis, 2015a. 66 p.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Síntese Informativa da Maricultura.** Florianópolis, 2015b.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Vazão de Água Necessária para o Cultivo de Peixes em Viveiros de Terra no Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 2015c.

EUCLYDES, H. P. **Regionalização de vazões máximas e mínimas para a bacia do Rio Juatuba-MG.** 1992. 66 f. Dissertação–Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1992.

EXTERCKOTER, R. K. **Diagnóstico da qualidade das relações ambientais estabelecidas no uso da água na Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão Sul (SC)**. 2006. 158 f. Dissertação (Mestrado em Agrossistemas)–Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2006.

FARR, T. G.; KOBRICK, M. **The shuttle radar topography mission:** a global DEM. 2000.

FATTA-KASSINOS, D.; MERIC, S.; NIKOLAOU, A. Pharmaceutical residues in environmental waters and wastewater: current state of knowledge and future research. **Analytical and Bioanalytical Chemistry**, Heidelberg, v. 399, p. 251-275, 2011. <http://dx.doi.org/10.1007/s00216-010-4300-9> Acesso em: 7 dez. 2017.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE MINAS GERAIS (FIEMG); FUNDAÇÃO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE (FEAM). **Guia técnico ambiental da indústria de laticínios.** [S.I]: [s.n], [201-?]. 70 p.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (FIESC). **Guia da indústria SC.** [2017]. Disponível em: <http://www.guiadaindustriasc.com.br/>. Acesso em: 4 out. 2017.

FLORIANÓPOLIS (Município). Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental (SMHSA). **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (PMISB):** Produto 11 – Versão consolidada final. Florianópolis, 2011, 299 p.

FOSTER, S. Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON THE VULNERABILITY OF SOIL AND GROUNDWATER TO POLLUTANTS. **Proceedings**... Noordwijk: International Association of Hydrological Sciences, 1987. v. 38, p. 69–86.

FOSTER S.; CHERLET J. **The links between land use and groundwater**: Governance provisions and management strategies to secure a 'sustainable harvest'. Stockholm: Global Water Partnership, 2014.

FOSTER, S. et al. **Proteção da qualidade da água subterrânea:** um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. São Paulo: Serviços Técnicos Ambientais Ltda. (SERVMAR), 2006.

FOSTER, S. et al. The aquifer pollution vulnerability concept: aid or impediment in promoting groundwater protection?. **Hydrogeology Journal**, v. 21, p. 1389-1392, 2013.

FOSTER, S.; HIRATA, R. **Determinação do risco de contaminação de águas subterrâneas:** um método baseado em dados existentes. São Paulo: Instituto de Geológico, n. 10, 1993.

FOSTER, S.; HIRATA, R. **Determinación del riesgo da contaminación de águas subterrâneas:** Una metodologia baseada em dados existentes. 2. ed. Lima, Peru: CEPIS, 1991.

FOSTER, S.; HIRATA, R. **Groundwater pollution risk assessment: A methodology using available data**. Lima: Pan American Center for Sanitary Engineering and Environmental Sciences (CEPIS), 1988.

FUNDAÇÃO ARTHUR BERNARDES (FUNARBE). **Desenvolvimento de Matriz de Coeficientes Técnicos para Recursos Hídricos no Brasil:** Relatório técnico 6. Brasília, 2011.

FUNDAÇÃO CEARENSE DE METEOROLOGIA E RECURSOS HÍDRICOS (FUNCEME). **Qualigraf**. 2015. Disponível em: <http://www3.funceme.br/qualigraf/app/pagina/show/2>. Acesso: 28 nov. 2017.

FUNDAÇÃO CERTI. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC):** Caracterização geral das regiões hidrográficas de Santa Catarina. 2017.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE (FATMA). **Dados de licenciamento ambiental**. 2017. Disponível em: <https://sgpe.sea.sc.gov.br/atendimento/consProcessoSEASC.do>. Acesso em: 21 set. 2017.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE (FATMA). Projeto de proteção da Mata Atlântica em Santa Catarina (PPMA-SC). **Delimitação e planejamento de demarcação do Parque Estadual da Serra do Tabuleiro:** Diagnóstico socioeconômico e ambiental. Curitiba, 2008.

GASPARINI, M. F. **Percepção social de riscos de contaminação e intoxicação por agrotóxicos: e**studo de caso envolvendo a atividade rizícola no litoral centro-sul de Santa Catarina (SC). 2008. 138 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Sociais)– Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Florianópolis, 2008.

GASPARINI, M. F.; VIEIRA, P. F. A (in)visibilidade social da poluição por agrotóxicos nas práticas de rizicultura irrigada: síntese de um estudo de percepção de risco em comunidades sediadas na zona costeira de Santa Catarina. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, n. 21, p. 115-127, jan/jun. 2010. Curitiba: Editora UFPR, 2010.

HSIAO, C. **Analysis of panel data**. 3th ed. Cambridge: UP, 2014.

HYNDMAN, R. J.; ATHANASOPOULOS, G. **Forecasting: principles and practice**. OTexts, 2013.

INSTITUTO AGRONÔMICO DE CAMPINAS (IAC). **Mapa Pedológico do Estado de São Paulo**. 1990. 1 mapa. Escala 1:500.000.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo Agropecuário 2006.** 2006. Disponível em: <https://ww2.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/agropecuaria/censoagro/default.shtm> . Acesso em: 13 nov. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Comissão Nacional de Classificação (CONCLA). **Classificação Nacional de Atividades Econômicas (CNAE**). 2018. Disponível em: <http://cnae.ibge.gov.br/busca-online-cnae.html?view=secao&tipo=cnae&versaosubclasse=9&versaoclasse=7&secao=B>. Acesso em: 1º jan. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Pesquisa Pecuária Municipal (PPM)**. 2015. Disponível em: <sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 jul. 2017.

LOPES, A. R. B. C. **Recursos hídricos e uso da terra na bacia do Rio do Peixe/SC, mapeamento das áreas de vulnerabilidade e risco de contaminação do Sistema Aquífero Serra Geral**. 2013. 317 f. Tese (Doutorado em Geografia)–Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2013.

LOPES, A. R.; SCHEIBE, L. F. Vulnerabilidade e risco de contaminação das águas do Sistema Aquífero Serra Geral na Bacia do Rio do Peixe/SC. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 30, n. 3, p. 560–570, 2015.

MACHADO, J. L. F. **Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina.** Porto Alegre: CPRM, 2013.

MACHADO, J. L. F. Unidades Hidroestratigráficas do Estado de Santa Catarina. In: XVIII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2014, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: ABAS, 2015. p. 1-20.

MAIA, P. H. P.; CRUZ, M. J. Um novo método para avaliar a vulnerabilidade de aquíferos. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, v. 15, n. 2, p. 29-40, 2011.

MELO, N. Z. R. **Considerações Hidroquímicas da Água de Poços que Exploram o Sistema Aquífero Serra Geral (SASG) na Região de Londrina - PR.** 2014. 64 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação)–Curso de Engenharia Ambiental, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina, 2014.

NANNI, A. S. et al. Vulnerabilidade natural e risco de contaminação do aquífero Serra Geral pela suinocultura na região das missões - RS. In: **XVI Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos**, 2005, João Pessoa. SBRH, 2005.

NOGUEIRA, L. S.; PASQUALETTO, A. **Plano de prevenção de riscos ambientais (PGRA) para empresas de galvanoplastia.** Goiânia: Universidade Católica de Goiás, 2008. 28 p.

OLIVEIRA, J. B. et al. **Mapa pedológico do estado de São Paulo**: legenda expandida. Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 1999. 64 p., 1 mapa. Escala 1.500.000.

OPERADOR NACIONAL DO SISTEMA ELÉTRICO (ONS). **Estimativas das vazões para as atividades de uso consuntivo de água em bacias do Sistema Interligado Nacional (SIN).** 31 dez. 2005. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/downloads/Relatorio%20final%20ONS.pdf>. Acesso em:31 mar. 2017.

PARZEN, E. On Estimation of a Probability Density Function and Mode. **The Annals of Mathematics Statistics**, v. 33, p. 1065-1076. 1962.

PISCICULTURA **Panamá e o cultivo de arroz**. Tubarão: Unisul TV, 2011. Color. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=K4G5WoCjm3M>. Acesso em: 7 nov. 2017.

PRUDENCIO, J. M.; VIEIRA, P. F.; FONSECA, A. L. O. Etnoconservação de recursos naturais na zona costeira catarinense: uma análise das transformações da paisagem na bacia do Rio da Madre, à luz do enfoque de ecodesenvolvimento. **Desenvolvimento e Meio Ambiente,** v. 32, p. 41-60, 18 dez. 2014. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.5380/dma.v32i0.35553>. Acesso em: 7 nov. 2017.

RAPOSO, C. **Resíduos de medicamentos e hormônios na água preocupam cientistas.** 2017. Disponível em: <http://www.ufrgs.br/secom/ciencia/residuos-de-medicamentos-e-hormonios-na-agua-preocupam-cientistas/>. Acesso em: 10 out. 2017.

ROSENBLATT, M. Remarks on Some Nonparametric Estimate of a Density Function. **The Annals of Mathematics Statistics**, v. 15, p. 832-837, 1956.

SANTA CATARINA. **Cadastro de Usuários de Água.** Manual Técnico: Análise de declarações – estudo dos instrumentos de gestão de recursos hídricos para o estado de Santa Catarina e apoio para sua implementação. 2006a.

SANTA CATARINA. Portaria SAR nº 12, de 28 de março de 2017. Estabelece critérios e procedimentos complementares para o monitoramento microbiológico e de ficotoxinas em locais de cultivo e de extração de moluscos bivalves no Estado de Santa Catarina. **Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina,** Florianópolis, 31 mar. 2017.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. **Estudos dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para sua Implementação**: Panorama dos Recursos Hídricos em Santa Catarina. Florianópolis, 2006b. 230 p.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. **Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina.** 2006c.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Biblioteca Virtual**: Estimativa de consumos unitários. [201?]. Disponível em: <http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/sirhsc/biblioteca_visualizar_arquivos.jsp?idEmpresa=59&idPasta=503>. Acesso em: 27 mar. 2017.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). **Resolução nº 03, de 14 de agosto de 2014**. Dispõe sobre os procedimentos e critérios de natureza técnica a serem observados no exame dos pedidos de outorga de uso de águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina. Florianópolis, 14 ago. 2014.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008. Estabelece os critérios de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água superficial, em rios de domínio do Estado de Santa Catarina e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina.** Florianópolis, 31 jul. 2008. Disponível em: <http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=717&idMenuPai=333>. Acesso em: 1º dez. 2017.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Sistema Administrativo para Gestão de Recursos Hídricos de SC:** Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos. [201-]. Disponível em: <http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/adm/adm/index.jsp>. Acesso em: 23 out. 2017.

SANTA CATARINA. Secretaria do Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia. Portal Estatístico de Planejamento de Santa Catarina. **Produto Interno Bruto:** Indústria. [20--]. Disponível em: <https://sites.google.com/a/spg.sc.gov.br/portal/pib/industria>. Acesso em: 11 Jul. 2017.

SANTA CATARINA TURISMO (SANTUR). **Estatísticas e Indicadores Turísticos**: Pesquisa de Demanda Turística - Alta Temporada/Anual - 2008-2016. 2017a. Disponível em: <http://turismo.sc.gov.br/institucional/index.php/pt-br/informacoes/estatisticas-e-indicadores-turisticos/category/39-pesquisa-de-demanda-turistica-alta-temporada-anual-2008-2016>. Acesso em: 17 nov. 2017.

SANTA CATARINA TURISMO (SANTUR). **O que fazer:** Estâncias Termais. 2017b. Disponível em: <http://turismo.sc.gov.br/o-que-fazer/estancias-termais/>. Acesso em: 27 nov. 2017c.

SILVA, D. R. A.; KIRCHEIM, R. E. Informações Hidrogeológicas Básicas do Estado de SC. In: **XIX SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS**, 19., 2011. Maceió: ABRH, 2011. p. 1-18.

SILVA, E. N. **Estudos ambientais simplificados e o Movimento Rio Cubatão Vivo:** um estudo de caso sobre um projeto de instalação de pequenas centrais hidrelétricas em Santa Catarina. 2011. 168 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Sociais)-Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Florianópolis, 2011.

SOCIOAMBIENTAL CONSULTORES ASSOCIADOS. **Estudo Ambiental Simplificado da PCH – Antônio Munhoz Bonilha (4,75 MW) Rio Cubatão Sul Município de Santo Amaro da Imperatriz/SC**. Florianópolis, 2007.

TUCCI, C.E.M. Regionalização de vazões. In: TUCCI, C.E.M., org. **Hidrologia**. Porto Alegre, EDUSP, ABRH, 1993. p. 573-611.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Ensino Universitário (FAPEU). Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Consistência de Dados Fluviométricos Bacia do Atlântico Trecho Sudeste Sub Bacias 82, 83 e 84**: relatório final. Florianópolis, 2000.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). Fundação de Amparo à Pesquisa e ao Ensino Universitário (FAPEU). Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL). **Regionalização de Vazões da Bacia do Atlântico Trecho Sudeste Sub Bacias 82, 83 e 84**: relatório final. Florianópolis, 2001.

VON SPERLING, M.; CHERNICHARO, C. A. L. **Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions.** Londres: Iwa Publishing, 2005. 835 p.

WOOLDRIDGE, J**. Introductory econometrics**: A modern approach. South-Western College, 2013.

ZUANAZZI, P. T.; BARTELS, M. **Estimativas para a população flutuante do Litoral Norte do RS**. Porto Alegre: FEE, 2016.

Apêndices

APÊNDICE 1 – DADOS SOCIOECONÔMICOS DAS BACIAS DOS RIOS CUBATÃO, MADRE E BACIAS CONTÍGUAS

Aquicultura

Município	Área alagada (hectares)
Águas Mornas	40,9
Garopaba	12,9
Palhoça	9,8
Paulo Lopes	3,4
Santo Amaro da Imperatriz	33,3
São José	10
São Pedro de Alcântara	30,57

Tabela 120 – Área alagada referente à piscicultura dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (2015)

Elaboração própria (2017)

Irrigação

Município	Arroz inundado - Coeficiente de retirada (L/s/ha)											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Águas Mornas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garopaba	0,566	0,325	0,194	0,025	0,012	0,019	0,019	0,045	0,084	0,249	0,586	0,661
Palhoça	0,568	0,426	0,180	0,033	0,014	0,017	0,017	0,039	0,076	0,222	0,661	0,700
Paulo Lopes	0,566	0,325	0,194	0,025	0,012	0,019	0,019	0,045	0,084	0,249	0,586	0,661
Santo Amaro da Imperatriz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São José	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Pedro de Alcântara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 121 – Coeficientes de retirada de água mensal para irrigação de arroz inundado nos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas

Elaboração própria (2017)

Município	Cana de açúcar - Coeficiente de retirada (L/s/ha)											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Águas Mornas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Garopaba	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Palhoça	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Paulo Lopes	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Santo Amaro da Imperatriz	0	0	0,163	0,152	0,021	0,016	0	0,026	0	0	0,115	0,061
São José	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
São Pedro de Alcântara	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabela 122 – Coeficientes de retirada de água mensal para irrigação de cana de açúcar nos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas

Elaboração própria (2017)

Município	Demais culturas e sistemas - Coeficiente de retirada (L/s/ha)											
	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro
Águas Mornas	0	0	0,02008274	0,01021456	0,00051510	0,00017456	0	0,00025912	0	0,00007078	0,00931888	0,00031932
Garopaba	0	0	0,04402507	0,04377670	0	0	0	0,01701616	0	0	0,04124560	0,02434194
Palhoça	0,36396614	0,29940592	0,16990466	0,02857685	0,00793730	0,00814538	0,00813921	0,01027164	0,01942173	0,06623691	0,35705891	0,41987221
Paulo Lopes	0,56077988	0,32272234	0,19312126	0,02520100	0,01156356	0,01648873	0,01654648	0,04158518	0,07926487	0,24068340	0,57744306	0,65444307
Santo Amaro da Imperatriz	0	0	0,01520007	0,01341766	0,00179891	0,00136298	0	0,00215111	0	0,00000031	0,01552439	0,00534752
São José	0,36396614	0,29940592	0,16990466	0,02857685	0,00793730	0,00814538	0,00813921	0,01027164	0,01942173	0,06623691	0,35705891	0,41987221
São Pedro de Alcântara	0	0	0,02620006	0,04568193	0	0	0	0,00969379	0	0	0,04015308	0,01372594

Tabela 123 – Coeficientes de retirada de água mensal para irrigação das demais culturas nos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas

Elaboração própria (2017)

Uso Industrial

Município	VAB transformação e da construção civil (R$ 1.000)						
	Alimentos e bebidas	Automóveis	Confecção e têxtil	Demais atividades	Eletrometalmecânica	Madeira e celulose	Construção civil
Águas Mornas	28	0	0	20	15.513	620	17.313
Florianópolis	33.221	8.704	35.541	64.648	55.355	6.731	1.012.983
Garopaba	232	0	7.231	16.873	431	1.265	17.073
Palhoça	36.064	86.802	14.274	76.825	86.968	51.420	409.598
Paulo Lopes	2.556	26	9	2.216	122	580	11.777
Santo Amaro da Imperatriz	1.975	63	1.481	17.984	2.052	2.922	62.413
São José	30.361	15.823	12.962	294.021	36.915	6.294	406.143
São Pedro de Alcântara	33	0	0	64	154	268	3.657

Tabela 124 – VAB da indústria da transformação e da construção civil dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (R$ 1.000) (2013)

Elaboração própria (2017)

Mineração

Município	VAB extrativa (R$ 1.000)
Águas Mornas	19
Florianópolis	2.383
Garopaba	28
Palhoça	6.849
Paulo Lopes	3.425
Santo Amaro da Imperatriz	454
São José	112
São Pedro de Alcântara	0

Tabela 125 – VAB da indústria extrativa dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (R$ 1.000) (2013)

Elaboração própria (2017)

Abastecimento público

Município	Consumo médio *per capita* de água
Águas Mornas	117,02
Florianópolis	145,78
Garopaba	185,7
Palhoça	159,53
Paulo Lopes	113,28
Santo Amaro da Imperatriz	124,69
São José	156,4
São Pedro de Alcântara	76,82

Tabela 126 – Consumo médio *per capita* de água dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (l/hab/dia) (2015)

Elaboração própria (2017)

Município	Volume de água disponibilizado por economia
Águas Mornas	14,37
Florianópolis	19,8
Garopaba	12,6
Palhoça	20,55
Paulo Lopes	14,95
Santo Amaro da Imperatriz	59,71
São José	14,37
São Pedro de Alcântara	12,89

Tabela 127 – Volume de água disponibilizado por economia dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (m³/mês) (2015)

Elaboração própria (2017)

Município	Consumo médio de água por economia
Águas Mornas	9,42
Florianópolis	11,6
Garopaba	9,08
Palhoça	12,55
Paulo Lopes	9,17
Santo Amaro da Imperatriz	9,66
São José	10,73
São Pedro de Alcântara	9,58

Tabela 128 – Consumo médio de água por economia dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (m³/mês) (2015)

Elaboração própria (2017)

População

Município	População (habitantes)		
	Total	Urbana	Rural
Águas Mornas	6.113	2.564	3.549
Florianópolis	469.690	451.901	17.789
Garopaba	21.061	17.789	3.272
Palhoça	157.833	155.508	2.325
Paulo Lopes	7.203	5.188	2.015
Santo Amaro da Imperatriz	21.920	16.554	5.366
São José	132.346	129.587	2.759
São Pedro de Alcântara	5.373	4.259	1.114

Tabela 129 – População total, rural e urbana dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (habitantes) (2015)

Elaboração própria (2017)

APÊNDICE 2 – RELAÇÃO DOS DOCUMENTOS DOS PROCESSOS DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL CONSULTADOS NA FATMA

Título do relatório	Data	Autor	Identificação
Documento Fatma 00004557/2017	09/11/2016	AquaVita	Montante
Documento Fatma 00004557/2017	09/11/2016	AquaVita	Jusante
Documento Fatma 00016091/2017	01/02/2017	QMC Laboratório de Análises	Montante
Documento Fatma 00016091/2017	01/02/2017	QMC Laboratório de Análises	Jusante
Documento Fatma 00016091/2017	02/02/2017	QMC Laboratório de Análises	Rio Inferninho - Ponte da Comunidade
Documento Fatma 00016091/2017	02/02/2017	QMC Laboratório de Análises	Rio Inferninho - Ponte da BR 101
Documento Fatma 00016091/2017	02/02/2017	QMC Laboratório de Análises	Rio Inferninho - Foz
Relatório de Análise nº 5307/2016-1.0	29/03/2016	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra A
Relatório de Análise nº 5307/2016-1.0	29/03/2016	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra B
Relatório de Análise nº 5307/2016-1.0	29/03/2016	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P01
Relatório de Análise nº 5307/2016-1.0	29/03/2016	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P02
Relatório de Análise nº 5307/2016-1.0	29/03/2016	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P04
Relatório de Análise nº 5307/2016-1.0	29/03/2016	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P06
Relatório de Análise nº 21889/2016-1.0	15/12/2016	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P01
Relatório de Análise nº 21889/2016-1.0	15/12/2016	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P02
Relatório de Análise nº 21889/2016-1.0	15/12/2016	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P04
Relatório de Análise nº 21889/2016-1.0	15/12/2016	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P06
Relatório de Análise nº 4524/2017-1.0	14/03/2017	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P01
Relatório de Análise nº 4524/2017-1.0	14/03/2017	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P02
Relatório de Análise nº 4524/2017-1.0	14/03/2017	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P04
Relatório de Análise nº 4524/2017-1.0	14/03/2017	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P06
Relatório de Análise nº 10668/2017-1.0	21/06/2017	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P01

Título do relatório	Data	Autor	Identificação
Relatório de Análise nº 10668/2017-1.0	21/06/2017	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P02
Relatório de Análise nº 10668/2017-1.0	21/06/2017	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P04
Relatório de Análise nº 10668/2017-1.0	21/06/2017	GreenLab Análises Químicas e Toxicológicas	Amostra P06
Relatório de ensaio - nº 900/2012	16/07/2012	QMC Laboratório de Análises	PONTO 02 (Dois)
Relatório de ensaio - nº 900/2012	16/07/2012	QMC Laboratório de Análises	PONTO 01 (Um)
Relatório de ensaio - nº 1481/2012	08/11/2012	QMC Laboratório de Análises	Tubulação - Terreno ao lado loja pik star
Relatório técnico do vazamento ocorrido no dia 03/12/2013	12/02/2014	BIOAGRI	Ponto 01 - Montante da Barragem da PCH Barra Clara
Relatório técnico do vazamento ocorrido no dia 03/12/2013	12/02/2014	BIOAGRI	Ponto 02 - Barragem da PCH Barra Clara
Relatório técnico do vazamento ocorrido no dia 03/12/2013	12/02/2014	BIOAGRI	Ponto 03 - Canal de Fuga da PCH Barra Clara
Relatório técnico do vazamento ocorrido no dia 03/12/2013	12/02/2014	BIOAGRI	Ponto 04 - Jusante da Casa de Força da PCH Barra Clara
Relatório de ensaio nº 2016/29911-7	19/04/2016	LABB Laboratório Beckhauser e Barros	07 Montante
Relatório de ensaio nº 2016/29911-6	19/04/2016	LABB Laboratório Beckhauser e Barros	06 Jusante
Relatório de ensaio A_9312.2016_Au_1_1	31/08/2016	Freitag	P 01 - Montante do Reservatório
Relatório de ensaio A_9312.2016_Au_2_1	31/08/2016	Freitag	P 02 - TVR da CGH Garcia de Angelina próximo ao Barramento
Relatório de ensaio A_9312.2016_Au_3_1	31/08/2016	Freitag	P 03 - TVR da CGH Garcia de Angelina próximo à Casa de Força
Relatório de ensaio A_9312.2016_Au_4_1	31/08/2016	Freitag	P 04 - Jusante da casa de Força da CGH Garcia de Angelina
Documento Fatma 00030914/2017	09/05/2017	AquaVita	Montante
Documento Fatma 00030914/2017	09/05/2017	AquaVita	Jusante
Relatório de ensaio nº 2014/24589-6	20/10/2014	LABB Laboratório Beckhauser e Barros	06 Jusante
Relatório de ensaio nº 2014/24589-7	20/10/2014	LABB Laboratório Beckhauser e Barros	07 Montante
Relatório de ensaio nº 2015/27100-6	29/07/2015	LABB Laboratório Beckhauser e Barros	06 Jusante
Relatório de ensaio nº 2015/27100-7	29/07/2015	LABB Laboratório Beckhauser e Barros	07 Montante
Relatório de ensaio nº 2015/27981-7	11/11/2015	LABB Laboratório Beckhauser e	06 Jusante

Título do relatório	Data	Autor	Identificação
		Barros	
Relatório de ensaio nº 2015/27981-6	11/11/2015	LABB Laboratório Beckhauser e Barros	07 Montante
Relatório de ensaio nº 2016/30596-6	08/06/2016	LABB Laboratório Beckhauser e Barros	06 Jusante
Relatório de ensaio nº 2016/30596-7	08/06/2016	LABB Laboratório Beckhauser e Barros	07 Montante
Relatório de ensaio nº 6302/2016.0.A	11/10/2016	LABB Laboratório Beckhauser e Barros	07 Montante
Relatório de ensaio - nº 900/2012	16/07/2012	QMC Laboratório de Análises	Ponto 03 (Três)
Relatório de ensaio - nº 910/2012	18/07/2012	QMC Laboratório de Análises	Ponto 02 (Dois)
Relatório de ensaio - nº 910/2012	18/07/2012	QMC Laboratório de Análises	Ponto 03 (Três)
Relatório de monitoramento da estação de tratamento de efluentes domésticos do empreendimento pedra branca	15/03/2013	-	Montante ETE
Relatório de monitoramento da estação de tratamento de efluentes domésticos do empreendimento pedra branca	10/06/2013	-	Montante ETE
Relatório de monitoramento da estação de tratamento de efluentes domésticos do empreendimento pedra branca	20/10/2013	-	Montante ETE
Relatório de monitoramento da estação de tratamento de efluentes domésticos do empreendimento pedra branca	10/12/2013	-	Montante ETE
Relatório de monitoramento da estação de tratamento de efluentes domésticos do empreendimento pedra branca	15/03/2013	-	Jusante ETE
Relatório de monitoramento da estação de tratamento de efluentes domésticos do empreendimento pedra branca	10/06/2013	-	Jusante ETE
Relatório de monitoramento da estação de tratamento de efluentes domésticos do empreendimento pedra branca	20/10/2013	-	Jusante ETE
Relatório de monitoramento da estação de tratamento de efluentes domésticos do empreendimento pedra branca	10/12/2013	-	Jusante ETE

APÊNDICE 3 – DADOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA (FATMA)

Ponto	Coordenadas		Data da coleta	Identificação	Óleos e graxas totais mg/L	pH	Sólidos suspensos totais mg/L	Rios
				Limites (*)	Virtualmente Ausentes	6,0 a 9,0		
F06	727464	6909772	29/03/2016	Amostra A	10,60		4,00	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F07	727621	6910040	29/03/2016	Amostra B	13,20		<2	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F09	727657	6910059	29/03/2016	Amostra P01	7,50		<2	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F11	727685	6910042	29/03/2016	Amostra P02	9,50		2,00	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F10	727658	6909911	29/03/2016	Amostra P04	9,50		<2	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F08	727625	6909421	29/03/2016	Amostra P06	12,90		3,00	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F09	727657	6910059	15/12/2016	Amostra P01	< 1,0	6,32	<2	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F11	727685	6910042	15/12/2016	Amostra P02	< 1,0	6,30	<2	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F10	727658	6909911	15/12/2016	Amostra P04	< 1,0	6,38	<2	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F08	727625	6909421	15/12/2016	Amostra P06	< 1,0	6,72	<2	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F09	727657	6910059	14/03/2017	Amostra P01	< 1,0	6,40	<2	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F11	727685	6910042	14/03/2017	Amostra P02	< 1,0	6,36	6,50	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F10	727658	6909911	14/03/2017	Amostra P04	< 1,0	6,41	3,00	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F08	727625	6909421	14/03/2017	Amostra P06	9,10	6,83	2,00	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F09	727657	6910059	21/06/2017	Amostra P01	< 1,0	6,47	2,00	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F11	727685	6910042	21/06/2017	Amostra P02	< 1,0	6,41	3,00	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F10	727658	6909911	21/06/2017	Amostra P04	< 1,0	6,46	2,00	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)
F08	727625	6909421	21/06/2017	Amostra P06	< 1,0	6,69	5	Canal de drenagem (afluente Rio da Madre)

(*) Limites estabelecidos para rios classe 2, de acordo com Resolução Conama 357/2005 (valores em destaque que não atenderam aos limites estabelecidos).

Tabela 130 – Parâmetros de qualidade de água – canal de drenagem (afluente Rio da Madre)

Fonte: Fatma (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Coordenadas		Data da coleta	Identificação	Coliformes termotolerantes NMP/100 mL	Cor aparente mg PtCo/L	DBO mg/L O2
				Limites (*)	(1)		5
F04	729948	6944321	16/07/2012	Ponto 02 (Dois)	230	76,20	8,40
F05	730211	6944186	16/07/2012	Ponto 01 (Um)	80	99,80	13,00
F01	729345	6944979	16/07/2012	Ponto 03 (Três)	230	99,80	15,00
F04	729948	6944321	18/07/2012	Ponto 02 (Dois)	21000	323,40	5,00
F01	729345	6944979	18/07/2012	Ponto 03 (Três)	20000	312,10	6,00
F02	729519	6942781	15/03/2013	Montante ETE	1500		4,81
F02	729519	6942781	10/06/2013	Montante ETE	567000		4,56
F02	729519	6942781	20/10/2013	Montante ETE	8900		30,93
F02	729519	6942781	10/12/2013	Montante ETE	90 (UFC/mL)		21,56
F03	729582	6942849	15/03/2013	Jusante ETE	4300		19,50
F03	729582	6942849	10/06/2013	Jusante ETE	6890		2,78
F03	729582	6942849	20/10/2013	Jusante ETE	2009000000		41,39
F03	729582	6942849	10/12/2013	Jusante ETE	320 (UFC/mL)		12,15

(*) Limites estabelecidos para rios classe 2, de acordo com Resolução Conama 357/2005 (valores em destaque que não atenderam aos limites estabelecidos).

(1) Coliformes termotolerantes: para o uso de recreação de contato secundário não deverá ser excedido um limite de 2500 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para dessedentação de animais criados confinados não deverá ser excedido o limite de 1000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras, coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de 4000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos seis amostras coletadas durante o período de um ano, com periodicidade bimestral. A E. Coli poderá ser determinada em substituição ao parâmetro de coliformes termotolerantes, de acordo com limites estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Tabela 131 – Parâmetros de qualidade de água – Rio Maruim e afluente Córrego dos Pombos (parte 1)

Fonte: FATMA (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Ferro mg/L	Manganês mg/L	Materiais flutuantes (presença, ausência)	Nitrogênio amoniacal mg/L	Óleos e graxas minerais mg/L	Óleos vegetais e gorduras animais mg/L	pH	Sólidos sedimentáveis mL/L	Turbidez UNT	Fosfato total mg/L
		0,1	**Virtualmente ausentes**	**(2)**	**Virtualmente ausentes**		**6,0 a 9,0**		**100**	
F04	0,53	0,15	Presente	0,49			7,28		6,08	
F05	0,65	0,16	Presente	0,50			7,15		8,72	
F01	0,65	0,15	Presente	0,49			7,85		8,40	
F04	1,73	0,77	Presente	0,27			7,26		42,16	
F01	1,67	0,90	Presente	2,77			7,19		46,08	
F02				0,09	0,00	0,00	6,90	<0,1	61,23	0,11
F02				2,26	0,00	0,00	6,20	<0,1	26,79	6,20
F02				3,06	9,50	5,60	6,10	<0,1	40,78	10,50
F02				3,30	1,78	0,90	6,68	<0,1	25,00	3,12
F03				2,25	0,00	0,00	6,60	<0,1	80,00	6,08
F03				3,78	0,00	0,00	6,70	<0,1	31,00	2,68
F03				4,77	13,45	7,78	6,30	<0,1	51,22	20,00
F03				7,8	17,5	22,8	6,9	<0,1	33,11	12,77

(*) Limites estabelecidos para rios classe 2, de acordo com Resolução Conama 357/2005 (valores em destaque que não atenderam aos limites estabelecidos).

(2) 3,7 mg/L N, para pH ≤ 7,5; 2,0 mg/L N, para 7,5 < pH ≤ 8,0; 1,0 mg/L N, para 8,0 < pH ≤ 8,5; 0,5 mg/L N, para pH > 8,5.

Tabela 132 – Parâmetros de qualidade de água – Rio Maruim e afluente Córrego dos Pombos (parte 2)

Fonte: Fatma (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Oxigênio dissolvido mg/L	Alcalinidade bicarbonato mg/L	Alcalinidade carbonato mg/L	Alcalinidade fenolftaleína mg/L	Alcalinidade hidróxido mg/L	Alcalinidade total mg/L	Coloração	Material flotado	Material sedimentado	Material suspenso
	5									
F04	8,22	16,00	<2	<2	<2	16,00	Presente	Presente	Presente	Presente
F05	7,92	18,00	<2	<2	<2	18,00	Presente	Presente	Presente	Presente
F01	8,73	18,00	<2	<2	<2	18,00	Presente	Presente	Presente	Presente
F04	8,12	12,00	<2	<2	<2	12,00	Presente	Presente	Presente	Presente
F01	7,95	14,00	<2	<2	<2	14,00	Presente	Presente	Presente	Presente
F02	9,17									
F02	3,00									
F02	2,12									
F02	4,50									
F03	6,65									
F03	2,04									
F03	2,08									
F03	1,01									

(*) Limites estabelecidos para rios classe 2, de acordo com Resolução Conama 357/2005 (valores em destaque que não atenderam aos limites estabelecidos).

Tabela 133 – Parâmetros de qualidade de água – Rio Maruim e afluente Córrego dos Pombos (parte 3)

Fonte: Fatma (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Organismos	Turvação	Cálcio mg/L	Cloreto mg/L	Coliformes totais NMP/100 mL	Condutividade eletrolítica µS/cm	Contagem Total de bactérias NMP/100 mL	Dióxido de carbono mg/L	Dureza de cálcio mg/L	Dureza de magnésio mg/L
				250						
F04	Presente	Presente	1,60	<5	16000,00	55,20	21000,00	4,00	4,00	8,00
F05	Presente	Presente	1,60	5,50	16000,00	54,70	21000,00	6,00	4,00	8,00
F01	Presente	Presente	2,40	6,00	16000,00	52,00	21000,00	4,00	6,00	8,00
F04	Presente	Presente	2,40	7,10	30000,00	54,70	50000,00	12,00	6,00	8,00
F01	Presente	Presente	1,60	7,00	30000,00	52,00	50000,00	9,40	4,00	10,00
F02										
F02										
F02										
F02										
F03										
F03										
F03										
F03										

(*) Limites estabelecidos para rios classe 2, de acordo com Resolução Conama 357/2005 (valores em destaque que não atenderam aos limites estabelecidos).

Tabela 134 – Parâmetros de qualidade de água – Rio Maruim e afluente Córrego dos Pombos (parte 4)

Fonte: Fatma (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Dureza total mg/L	Magnésio mg/L	Nitrato (N-NO3) mg/L	Nitrito (N-NO2) mg/L	Odor	Sulfato mg/L	Sulfeto mg/L	Sólidos dissolvidos totais mg/L	Rio
			10	**1**	**Virtualmente ausente**	**250**	**0,002**	**500**	
F04	12,00	1,90	0,11	0,04	Presente	<5	<0,002		Rio Maruim
F05	12,00	1,90	0,18	0,07	Presente	<5	0,01		Rio Maruim
F01	14,00	1,90	<0,10	0,06	Presente	<5	<0,002		Rio Maruim
F04	14,00	1,90	0,32	0,05	Presente	10,00	<0,002		Rio Maruim
F01	14,00	2,40	0,27	0,06	Presente	8,06	<0,002		Rio Maruim
F02			3,67					84,67	Afluente Córrego dos Pombos
F02			11,55					120,11	Afluente Córrego dos Pombos
F02			15,60					105,89	Afluente Córrego dos Pombos
F02			9,00					90,51	Afluente Córrego dos Pombos
F03			12,89					235,00	Afluente Córrego dos Pombos
F03			5,67					152,25	Afluente Córrego dos Pombos
F03			8,00					204,68	Afluente Córrego dos Pombos
F03			5,05					101,33	Afluente Córrego dos Pombos

(*) Limites estabelecidos para rios classe 2, de acordo com Resolução Conama 357/2005 (valores em destaque que não atenderam aos limites estabelecidos).

Tabela 135 – Parâmetros de qualidade de água – Rio Maruim e afluente Córrego dos Pombos (parte 5)

Fonte: Fatma (2017). Elaboração própria (2017)

APÊNDICE 4 – RELAÇÃO DOS RELATÓRIOS DAS ANÁLISES DE ÁGUA CONSULTADAS NA CASAN

Título do Relatório	Data	Autor
Relatório de Ensaio nº 4711/2017-1.0	05/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4713/2017-1.0	05/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4710/2017-1.0	05/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4712/2017-1.0	05/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4702/2017-1.0	05/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4701/2017-1.0	05/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4719/2017-1.0	05/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4709/2017-1.0	05/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 7594/2016-1.0	06/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 2145/2017-1.0	03/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 2146/2017-1.0	03/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 2147/2017-1.0	03/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 2144/2017-1.0	03/2017	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6246/2016-1.0	05/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 11644/2016-1.0	10/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6248/2016-1.0	05/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6245/2016-1.0	05/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 11640/2016-1.0	10/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 11646/2016-1.0	10/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 11643/2016-1.0	10/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 11645/2016-1.0	10/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6242/2016-1.0	05/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6254/2016-1.0	05/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 11641/2016-1.0	10/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6247/2016-1.0	05/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6236/2016-1.0	05/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6885/2015-1.0	05/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6887/2015-1.0	05/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 16124/2015-1.0	11/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 16117/2015-1.0	11/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6884/2015-1.0	05/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 16116/2015-1.0	11/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 16125/2015-1.0	11/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6874/2015-1.0	05/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6873/2015-1.0	05/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 16106/2015-1.0	11/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6893/2015-1.0	05/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 16123/2015-1.0	11/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6882/2015-1.0	05/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 16114/2015-1.0	11/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 16107/2015-1.0	11/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 16113/2015-1.0	11/2015	CTQ Análises Químicas

Título do Relatório	Data	Autor
Relatório de Ensaio nº 6881/2015-1.0	05/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 6886/2015-1.0	05/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 8147/2014-1.0	05/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 8149/2014-1.0	05/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 8146/2014-1.0	05/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 8144/2014-1.0	05/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 8138/2014-1.0	05/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4553/2014-1.0	03/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4552/2014-1.0	03/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4554/2014-1.0	03/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 4551/2014-1.0	03/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 8155/2014-1.0	05/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 8139/2014-1.0	05/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 8145/2014-1.0	05/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 2924/2014-1.0	02/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 8148/2014-1.0	05/2014	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 854/2015-1.0	01/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 15434/2015-1.0	10/2015	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 870/2016-1.0	01/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 12849/2016-1.0	11/2016	CTQ Análises Químicas
Relatório de Ensaio nº 197/2017-1.0	01/2017	CTQ Análises Químicas

APÊNDICE 5 – DADOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA (CASAN)

Ponto	Município	Data da coleta	Identificação	Coordenadas	
C01	Santo Amaro da Imperatriz	20/04/2017	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C01	Santo Amaro da Imperatriz	21/09/2016	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C01	Santo Amaro da Imperatriz	08/04/2016	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C01	Santo Amaro da Imperatriz	25/09/2015	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C01	Santo Amaro da Imperatriz	10/04/2015	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C01	Santo Amaro da Imperatriz	11/04/2014	ETA Caldas da Imperatriz	715975	6931940
C02	Águas Mornas	20/04/2017	ETA Santa Cruz da Figueira	718782,54	6930395,4
C02	Águas Mornas	12/04/2016	ETA Santa Cruz da Figueira	718782,54	6930395,4
C02	Águas Mornas	21/09/2016	ETA Santa Cruz da Figueira	718782,54	6930395,4
C02	Águas Mornas	14/04/2015	ETA Santa Cruz da Figueira	718782,54	6930395,4
C02	Águas Mornas	08/10/2015	ETA Santa Cruz da Figueira	718782,54	6930395,4
C02	Águas Mornas	18/04/2014	ETA Santa Cruz da Figueira	718782,54	6930395,4
C03	Palhoça	25/04/2017	ETA Cubatão - Rio Vargem do Braço (Pilões)	721116,45	6929899,5
C03	Palhoça	15/04/2015	ETA Cubatão - Rio Vargem do Braço (Pilões)	721116,45	6929899,5
C03	Palhoça	09/10/2015	ETA Cubatão - Rio Vargem do Braço (Pilões)	721116,45	6929899,5
C03	Palhoça	14/04/2014	ETA Cubatão - Rio Vargem do Braço (Pilões)	721116,45	6929899,5
C04	Palhoça	25/04/2017	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726229,8	6934814,8
C04	Palhoça	16/06/2016	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726229,8	6934814,8
C04	Palhoça	14/04/2016	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726229,8	6934814,8
C04	Palhoça	15/04/2015	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726229,8	6934814,8
C04	Palhoça	09/10/2015	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726229,8	6934814,8
C04	Palhoça	14/04/2014	ETA Cubatão - Rio Cubatão Sul	726229,8	6934814,8
C05	Garopaba	13/03/2017	SAA Macacu 3 Zé Antonio – Córrego Zé Antonio	729770,04	6898503,2
C05	Garopaba	10/03/2014	SAA Macacu 3 Zé Antonio – Córrego Zé Antonio	729770,04	6898503,2
C06	Garopaba	13/03/2017	SAA de Macacu 2 - Córrego Zé Gregório	731217,96	6901308,7
C06	Garopaba	10/03/2014	SAA de Macacu 2 - Córrego Zé Gregório	731217,96	6901308,7
C07	Garopaba	13/03/2017	SAA Siriú - Córrego Poço da Anta	731306,43	6903062,4
C07	Garopaba	10/03/2014	SAA Siriú - Córrego Poço da Anta	731306,43	6903062,4
C08	Garopaba	13/03/2017	SAA Macacu 1 Abílio – Córrego Abílio	731438,35	6901396,8
C08	Garopaba	10/03/2014	SAA Macacu 1 Abílio – Córrego Abílio	731438,35	6901396,8
	Limites para rios de água doce classe 2 - Conama 357/2005				

Tabela 136 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 1)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Alumínio dissolvido mg/L	Antimônio mg/L	Arsênio total mg/L	Bário total mg/L	Berílio total mg/L	Boro total mg/L
C01	0,1	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C01	0,05	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C01	0,079	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C01	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C01	0,11	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C01	0,094	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C02	0,093	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C02	0,069	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C02	0,09	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C02	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C02	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C02	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C03	0,06	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C03	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002

Ponto	Alumínio dissolvido mg/L	Antimônio mg/L	Arsênio total mg/L	Bário total mg/L	Berílio total mg/L	Boro total mg/L
C03	<0,005	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C03	0,093	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C04	0,06	<0,002	<0,002	0,019	<0,002	<0,002
C04	0,03	<0,002	<0,002	0,02	<0,002	<0,002
C04	<0,005	<0,002	<0,002	0,02	<0,002	<0,002
C04	0,11	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002
C04	0,58	<0,002	<0,002	0,04	<0,002	<0,002
C04	0,14	<0,002	<0,002	0,025	<0,002	<0,002
C05	0,015	<0,002	<0,002	0,011	<0,002	0,01
C05	0,02	<0,002	<0,002	0,008	<0,002	0,009
C06	<0,005	<0,002	<0,002	0,02	<0,002	0,01
C06	<0,005	<0,002	<0,002	0,011	<0,002	0,01
C07	0,05	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	0,011
C07	0,015	<0,002	<0,002	0,01	<0,002	0,01
C08	0,03	<0,002	<0,002	0,013	<0,002	0,01
C08	0,028	<0,002	<0,002	0,014	<0,002	0,011
Limites	**0,1**	**0,005**	**0,01**	**0,7**	**0,04**	**0,5**

Tabela 137 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 2)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Cádmio total mg/L	Chumbo total mg/L	Cianeto livre mg/L	Clordano µg/L	Cloreto mg/L	Cloro residual livre mg/L
C01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,4	<0,003
C01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,2	<0,003
C01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,20	2,7	<0,003
C01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,2	0,005
C01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,4	<0,003
C01	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,5	<0,003
C02	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2	<0,003
C02	<0,001	<0,005	<0,001	<0,20	2,4	<0,003
C02	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2	<0,003
C02	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,2	<0,003
C02	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	1,9	0,014
C02	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,3	<0,003
C03	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,4	<0,003
C03	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,7	<0,003
C03	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,5	0,005
C03	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,7	<0,003
C04	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	3	<0,003
C04	<0,001	<0,005	<0,001	<0,2	3,4	0,019
C04	<0,001	<0,005	<0,001	<0,2	2,6	<0,003
C04	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	3,7	<0,003
C04	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	2,6	0,28
C04	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	3	<0,003
C05	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	7,9	<0,003
C05	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	8,3	<0,003
C06	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	6,4	<0,003
C06	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	6,9	<0,003
C07	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	8,3	<0,003
C07	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	9,5	<0,003
C08	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	7,1	<0,003
C08	<0,001	<0,005	<0,001	<0,03	7,3	<0,003
Limites	**0,001**	**0,01**	**0,005**	**0,04**	**250**	**0,01**

Tabela 138 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 3)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Clorofila a µg/L	Cobre dissolvido mg/L	Cromo total mg/L	Ferro dissolvido mg/L	Fluoreto total mg/L	Fósforo total mg/L
C01	<3	<0,002	<0,002	<0,002	0,19	<0,02
C01	<3	<0,002	<0,002	<0,002	0,1	<0,02
C01	<3	<0,002	<0,002	<0,002	0,18	<0,02
C01	<3	<0,002	<0,002	0,059	0,12	<0,02
C01	<3	<0,002	<0,002	0,02	0,14	<0,02
C01	<3	<0,002	<0,002	<0,002	0,092	<0,02
C02	<3,0	<0,002	<0,002	0,014	0,15	<0,02
C02	<3,0	<0,002	<0,002	<0,002	0,14	<0,02
C02	<3,0	<0,002	<0,002	0,02	0,095	<0,02
C02	<3,0	<0,002	<0,002	<0,002	0,098	<0,02
C02	<3,0	<0,002	<0,002	0,052	0,093	<0,02
C02	<3,0	<0,002	<0,002	0,011	0,1	<0,02
C03	<3	<0,002	<0,002	0,033	0,078	<0,02
C03	<3	<0,002	<0,002	<0,002	0,022	<0,02
C03	<3	<0,002	<0,002	<0,002	0,048	<0,02
C03	<3	<0,002	<0,002	0,012	0,039	<0,02
C04	<3	<0,002	<0,002	0,25	0,088	<0,02
C04	<3	<0,002	<0,002	0,22	0,058	<0,02
C04	<3	<0,002	<0,002	<0,002	0,054	<0,02
C04	<3	<0,002	<0,002	<0,002	0,041	<0,02
C04	<3	<0,002	<0,002	1,6	0,057	<0,02
C04	<3	<0,002	<0,002	0,83	0,016	<0,02
C05	<3	<0,002	<0,002	0,07	0,039	<0,02
C05	<3	<0,002	<0,002	0,011	0,039	<0,02
C06	<3	<0,002	<0,002	0,08	0,044	<0,02
C06	<3	<0,002	<0,002	0,099	0,029	<0,02
C07	<3	<0,002	<0,002	0,13	0,09	<0,02
C07	<3	<0,002	<0,002	0,14	0,079	<0,02
C08	<3	<0,002	<0,002	0,2	0,036	<0,02
C08	<3	<0,002	<0,002	0,099	0,033	<0,02
Limites	**30**	**0,009**	**0,07**	**0,3**	**1,4**	**0,1**

Tabela 139 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 4)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Lítio total mg/L	Manganês mg/L	Mercúrio total mg/L	Níquel total mg/L	Nitrato (N-NO3) mg/L	Nitrito (N-NO2) mg/L
C01	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,5	<0,008
C01	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,7	<0,008
C01	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,63	<0,008
C01	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,38	<0,008
C01	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,54	<0,008
C01	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	1,4	<0,008
C02	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,3	0,02
C02	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,57	<0,008
C02	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,5	<0,008
C02	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,3	<0,008
C02	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,31	<0,008
C02	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,89	<0,008
C03	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,4	0,05
C03	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	2,6	0,025
C03	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,86	<0,008
C03	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,74	<0,008
C04	<0,002	0,017	<0,00002	<0,01	1	<0,008
C04	<0,002	0,04	<0,00002	<0,01	1,3	<0,008
C04	<0,002	0,03	<0,00002	<0,01	1,5	<0,008
C04	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	1,5	0,04

Ponto	Lítio total mg/L	Manganês mg/L	Mercúrio total mg/L	Níquel total mg/L	Nitrato (N-NO3) mg/L	Nitrito (N-NO2) mg/L
C04	<0,002	0,15	<0,00002	<0,01	1,7	<0,008
C04	<0,002	0,075	<0,00002	<0,01	1,7	<0,008
C05	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,2	<0,008
C05	<0,002	<0,002	<0,00002	<0,01	0,18	<0,008
C06	<0,002	0,007	<0,00002	<0,01	0,07	<0,008
C06	<0,002	0,008	<0,00002	<0,01	0,23	<0,008
C07	<0,002	0,02	<0,00002	<0,01	0,1	0,03
C07	<0,002	0,021	<0,00002	<0,01	2,1	<0,008
C08	<0,002	0,022	<0,00002	<0,01	0,3	0,01
C08	<0,002	0,017	<0,00002	<0,01	0,37	<0,008
Limites	**2,5**	**0,1**	**0,0002**	**0,025**	**10**	**1**

Tabela 140 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 5)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Nitrogênio amoniacal mg/L	Selênio total mg/L	Sólidos dissolvidos totais mg/L	Sulfato mg/L	Sulfeto mg/L	Zinco mg/L
C01	<0,1	<0,002	48	1,2	<0,001	0,06
C01	<0,1	<0,002	36	0,95	<0,001	<0,005
C01	<0,1	<0,002	20	0,73	<0,001	<0,005
C01	<0,1	<0,002	22	3,5	<0,001	<0,005
C01	<0,1	<0,002	78	0,76	<0,001	<0,005
C01	<0,1	<0,002	278	0,66	<0,001	<0,005
C02	<0,1	<0,002	44	1,1	<0,001	<0,005
C02	<0,1	<0,002	58	0,62	<0,001	<0,005
C02	<0,1	<0,002	<10	0,9	<0,001	<0,005
C02	<0,1	<0,002	48	5,8	<0,001	<0,005
C02	<0,1	<0,002	26	0,5	<0,001	<0,005
C02	<0,1	<0,002	368	0,77	<0,001	<0,005
C03	<0,1	<0,002	42	1,2	<0,001	<0,005
C03	<0,1	<0,002	132	0,76	<0,001	<0,005
C03	<0,1	<0,002	82	0,69	<0,001	<0,005
C03	<0,1	<0,002	22	2,5	<0,001	<0,005
C04	<0,1	<0,002	58	1,6	<0,001	0,06
C04	<0,1	<0,002	46	2,1	<0,001	<0,005
C04	<0,1	<0,002	18	1,3	<0,001	<0,005
C04	<0,1	<0,002	78	1,7	<0,001	<0,005
C04	<0,1	<0,002	38	1,3	<0,001	0,012
C04	<0,1	<0,002	56	2,2	<0,001	<0,005
C05	<0,1	<0,002	70	3	<0,001	0,06
C05	<0,1	<0,002	50	4	<0,001	<0,005
C06	<0,1	<0,002	56	3,1	<0,001	0,05
C06	<0,1	<0,002	44	3,7	<0,001	<0,005
C07	<0,1	<0,002	60	3,6	<0,001	0,08
C07	<0,1	<0,002	32	4,5	<0,001	<0,005
C08	<0,1	<0,002	56	7,1	<0,001	0,06
C08	<0,1	<0,002	48	4,8	<0,001	<0,005
Limites	**3,7mg/L N, para pH ≤ 7,5**	**0,01**	**500**	**250**	**0,002**	**0,18**

Tabela 141 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 6)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Acrilamida µg/L	Alacor µg/L	Aldrin +Dieldrin µg/L	Atrazina µg/L	Benzeno mg/L	Benzidina µg/L
C01	< 0,30	< 0,10	< 0,00001	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C01	< 0,30	< 0,10	< 0,00001	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C01	< 0,30	< 0,10	< 0,010000	< 0,10	< 0,00016	< 0,10
C01	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C01	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010

Ponto	Acrilamida µg/L	Alacor µg/L	Aldrin +Dieldrin µg/L	Atrazina µg/L	Benzeno mg/L	Benzidina µg/L
C01	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,00100
C02	< 0,30	< 0,10	< 0,00001	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C02	< 0,30	< 0,10	< 0,010000	< 0,10	< 0,00016	< 0,10
C02	< 0,30	< 0,10	< 0,00001	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C02	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C02	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C02	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,00100
C03	< 0,30	< 0,10	< 0,00001	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C03	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C03	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C03	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,00100
C04	< 0,30	< 0,10	< 0,00001	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C04	< 0,30	< 0,10	< 0,010000	< 0,10	< 0,00016	< 0,10
C04	< 0,30	< 0,10	< 0,010000	< 0,10	< 0,00016	< 0,10
C04	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C04	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C04	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,00100
C05	< 0,30	< 0,10	< 0,00001	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C05	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,00100
C06	< 0,30	< 0,10	< 0,00001	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C06	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,00100
C07	< 0,30	< 0,10	< 0,00001	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C07	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,00100
C08	< 0,30	< 0,10	< 0,00001	< 0,10	< 0,00016	< 0,0010
C08	< 0,30	< 0,10	< 0,000010	< 0,10	< 0,00016	< 0,00100
Limites	**0,5**	**20**	**0,005**	**2**	**0,005**	**0,001**

Tabela 142 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 7)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Benzo(a)antraceno µg/L	Benzo(a)pireno µg/L	Benzo(b)fluoranteno µg/L	Benzo(k)fluoranteno µg/L2	Carbaril µg/L
C01	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01
C01	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01
C01	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
C01	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01000
C01	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01000
C01	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000
C02	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01
C02	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
C02	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01
C02	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01000
C02	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01000
C02	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000
C03	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01
C03	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01000
C03	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01000
C03	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000
C04	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01
C04	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
C04	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
C04	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01000
C04	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01000
C04	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000
C05	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01
C05	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000

Ponto	Benzo(a)antraceno µg/L	Benzo(a)pireno µg/L	Benzo(b)fluoranteno µg/L	Benzo(k)fluoranteno µg/L2	Carbaril µg/L
C06	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01
C06	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000
C07	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01
C07	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000
C08	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,0100	< 0,01
C08	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000	< 0,01000
Limites	**0,05**	**0,05**	**0,05**	**0,05**	**0,02**

Tabela 143 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 8)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	2-Clorofenol µg/L	Criseno µg/L	2,4 D	Demeton (Demeton-O+Demeton-S) µg/L	Dibenzo(a,h)antraceno µg/L
C01	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C01	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C01	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10
C01	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C01	< 0,10	< 0,0500	< 1,0	< 0,10	< 0,0500
C01	< 0,10	< 0,05000	< 1,0	< 0,10	< 0,05000
C02	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C02	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10
C02	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C02	< 0,10	< 0,0500	< 1,0	< 0,10	< 0,0500
C02	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C02	< 0,10	< 0,05000	< 1,0	< 0,10	< 0,05000
C03	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C03	< 0,10	< 0,0500	< 1,0	< 0,10	< 0,0500
C03	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C03	< 0,10	< 0,05000	< 1,0	< 0,10	< 0,05000
C04	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C04	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10
C04	< 0,10	< 0,10		< 0,10	< 0,10
C04	< 0,10	< 0,0500	< 1,0	< 0,10	< 0,0500
C04	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C04	< 0,10	< 0,05000	< 1,0	< 0,10	< 0,05000
C05	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C05	< 0,10	< 0,05000	< 1,0	< 0,10	< 0,05000
C06	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C06	< 0,10	< 0,05000	< 1,0	< 0,10	< 0,05000
C07	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C07	< 0,10	< 0,05000	< 1,0	< 0,10	< 0,05000
C08	< 0,10	< 0,0500		< 0,10	< 0,0500
C08	< 0,10	< 0,05000	< 1,0	< 0,10	< 0,05000
Limites	**0,1**	**0,05**	**4**	**0,1**	**0,05**

Tabela 144 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 9)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	1,2-Dicloroetano mg/L	1,1-Dicloroeteno mg/L	2,4-Diclorofenol µg/L	Diclorometano mg/L	DDT (p,p'-DDT+p,p'-DDE+p,p'-DDD) µg/L
C01	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,00200
C01	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,00200
C01	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,15
C01	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C01	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C01	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C02	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,00200
C02	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,15
C02	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,00200
C02	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C02	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C02	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C03	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,00200
C03	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C03	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C03	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C04	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,00200
C04	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,15
C04	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,15
C04	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C04	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C04	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C05	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,00200
C05	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C06	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,00200
C06	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C07	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,00200
C07	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
C08	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,00200
C08	< 0,00016	< 0,00016	< 0,10	< 0,00016	< 0,002000
Limites	**0,01**	**0,003**	**0,3**	**0,02**	**0,002**

Tabela 145 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 10)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Dodecacloro pentaciclodecano (Mirex) µg/L	Endossulfan (a+b+sulfato) µg/L	Endrin µg/L	Estireno mg/L	Etilbenzeno µg/L
C01	< 0,00100	< 0,05	< 0,00400	< 0,00016	< 0,16
C01	< 0,00100	< 0,05	< 0,00400	< 0,00016	< 0,16
C01	< 0,10	< 0,05000	< 0,0500	< 0,00016	< 0,16
C01	< 0,00100	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C01	< 0,00100	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C01	< 0,001000	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C02	< 0,00100	< 0,05	< 0,00400	< 0,00016	< 0,16
C02	< 0,10	< 0,05000	< 0,0500	< 0,00016	< 0,16
C02	< 0,00100	< 0,05	< 0,00400	< 0,00016	< 0,16
C02	< 0,00100	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C02	< 0,00100	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	0,051
C02	< 0,001000	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C03	< 0,00100	< 0,05	< 0,00400	< 0,00016	< 0,16
C03	< 0,00100	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C03	< 0,00100	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	0,05
C03	< 0,001000	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016

Ponto	Dodecacloro pentaciclodecano (Mirex) µg/L	Endossulfan (a+b+sulfato) µg/L	Endrin µg/L	Estireno mg/L	Etilbenzeno µg/L
C04	< 0,00100	< 0,05	< 0,00400	< 0,00016	< 0,16
C04	< 0,10	< 0,05000	< 0,0500	< 0,00016	< 0,16
C04	< 0,10	< 0,05000	< 0,0500	< 0,00016	< 0,16
C04	< 0,00100	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C04	< 0,00100	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C04	< 0,001000	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C05	< 0,00100	< 0,05	< 0,00400	< 0,00016	< 0,16
C05	< 0,001000	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C06	< 0,00100	< 0,05	< 0,00400	< 0,00016	< 0,16
C06	< 0,001000	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C07	< 0,00100	< 0,05	< 0,00400	< 0,00016	< 0,16
C07	< 0,001000	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
C08	< 0,00100	< 0,05	< 0,00400	< 0,00016	< 0,16
C08	< 0,001000	< 0,05000	< 0,004000	< 0,00016	< 0,00016
Limites	**0,001**	**0,056**	**0,004**	**0,02**	**90**

Tabela 146 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 11)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Fenóis Totais (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina) mg/L	Glifosato µg/L	Gution µg/L
C01	< 0,0007	< 0,05000	
C01	< 0,0007	< 0,05000	
C01	< 0,0007	< 0,05000	
C01	< 0,0007	< 0,05000	
C01	< 0,0007	< 0,05000	< 0,00500
C01	< 0,0007	< 50	< 0,00500
C02	< 0,0007	< 0,05000	
C02	< 0,0007	< 0,05000	
C02	< 0,0007	< 0,05000	
C02	< 0,0007	< 0,05000	< 0,00500
C02	< 0,0007	< 0,05000	
C02	< 0,0007	< 50	< 0,00500
C03	< 0,0007	< 0,05000	
C03	< 0,0007	< 0,05000	< 0,00500
C03	< 0,0007	< 0,05000	
C03	< 0,0007	< 50	< 0,00500
C04	< 0,0007	< 0,05000	
C04	< 0,0007	< 0,05000	
C04	< 0,0007	< 0,05000	
C04	< 0,0007	< 0,05000	< 0,00500
C04	< 0,0007	< 0,05000	
C04	< 0,0007	< 50	< 0,00500
C05	< 0,0007	< 0,05000	
C05	< 0,0007	< 50	< 0,00500
C06	< 0,0007	< 0,05000	
C06	< 0,0007	< 50	< 0,00500
C07	< 0,0007	< 0,05000	
C07	< 0,0007	< 50	< 0,00500
C08	< 0,0007	< 0,05000	
C08	< 0,0007	< 50	< 0,00500
Limites	**0,003**	**65**	**0,005**

Tabela 147 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 12)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Heptacloro+Heptacloro Epóxido µg/L	Hexaclorobenzeno µg/L	Indeno(1,2,3-cd)pireno µg/L
C01	< 0,01	< 0,0065	< 0,0500
C01	< 0,01	< 0,0065	< 0,0500
C01	< 0,040000	< 0,10	< 0,10
C01	< 0,010000	< 0,0065	< 0,0500
C01	< 0,010000	< 0,0065	< 0,0500
C01	< 0,010000	< 0,00650	< 0,05000
C02	< 0,01	< 0,0065	< 0,0500
C02	< 0,040000	< 0,10	< 0,10
C02	< 0,01	< 0,0065	< 0,0500
C02	< 0,010000	< 0,0065	< 0,0500
C02	< 0,010000	< 0,0065	< 0,0500
C02	< 0,010000	< 0,00650	< 0,05000
C03	< 0,01	< 0,0065	< 0,0500
C03	< 0,010000	< 0,0065	< 0,0500
C03	< 0,010000	< 0,0065	< 0,0500
C03	< 0,010000	< 0,00650	< 0,05000
C04	< 0,01	< 0,0065	< 0,0500
C04	< 0,040000	< 0,10	< 0,10
C04	< 0,040000	< 0,10	< 0,10
C04	< 0,010000	< 0,0065	< 0,0500
C04	< 0,010000	< 0,0065	< 0,0500
C04	< 0,010000	< 0,00650	< 0,05000
C05	< 0,01	< 0,0065	< 0,0500
C05	< 0,010000	< 0,00650	< 0,05000
C06	< 0,01	< 0,0065	< 0,0500
C06	< 0,010000	< 0,00650	< 0,05000
C07	< 0,01	< 0,0065	< 0,0500
C07	< 0,010000	< 0,00650	< 0,05000
C08	< 0,01	< 0,0065	< 0,0500
C08	< 0,010000	< 0,00650	< 0,05000
Limites	**0,01**	**0,0065**	**0,05**

Tabela 148 – Parâmetro de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 13)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Gama-Lindano (gama-HCH,gama BHC) µg/L	Malation µg/L	Metolacloro µg/L	Metoxicloro µg/L	Paration µg/L
C01	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,03	< 0,0400
C01	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,03	< 0,0400
C01	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,0500	< 0,10
C01	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C01	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C01	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C02	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,03	< 0,0400
C02	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,0500	< 0,10
C02	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,03	< 0,0400
C02	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C02	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C02	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C03	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,03	< 0,0400
C03	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C03	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C03	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C04	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,03	< 0,0400

Ponto	Gama-Lindano (gama-HCH,gama BHC) µg/L	Malation µg/L	Metolacloro µg/L	Metoxicloro µg/L	Paration µg/L
C04	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,0500	< 0,10
C04	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,0500	< 0,10
C04	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C04	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C04	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C05	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,03	< 0,0400
C05	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C06	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,03	< 0,0400
C06	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C07	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,03	< 0,0400
C07	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
C08	< 0,02	< 0,05	< 0,10	< 0,03	< 0,0400
C08	< 0,02000	< 0,05000	< 0,10	< 0,03000	< 0,04000
Limites	**0,02**	**0,1**	**10**	**0,03**	**0,04**

Tabela 149 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 14)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	PCBs - Bifenilas Policloradas µg/L	Pentaclorofenol mg/L	Simazina µg/L
C01	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C01	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C01	< 0,010	< 0,00001	< 0,50
C01	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C01	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C01	< 0,001	< 0,00010	< 0,50
C02	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C02	< 0,010	< 0,00001	< 0,50
C02	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C02	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C02	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C02	< 0,001	< 0,00010	< 0,50
C03	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C03	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C03	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C03	< 0,001	< 0,00010	< 0,50
C04	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C04	< 0,010	< 0,00001	< 0,50
C04	< 0,010	< 0,00001	< 0,50
C04	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C04	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C04	< 0,001	< 0,00010	< 0,50
C05	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C05	< 0,001	< 0,00010	< 0,50
C06	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C06	< 0,001	< 0,00010	< 0,50
C07	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C07	< 0,001	< 0,00010	< 0,50
C08	< 0,001	< 0,00001	< 0,50
C08	< 0,001	< 0,00010	< 0,50
Limites	**0,001**	**0,009**	**2**

Tabela 150 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 15)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno mg/L	2,4,5-T µg/L	Tetracloreto de carbono mg/L	Tetracloroeteno mg/L
C01	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C01	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C01	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C01	< 0,50		< 0,00016	< 0,00016
C01		< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C01	< 0,50	< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C02	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C02	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C02	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C02		< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C02	< 0,50		< 0,00016	< 0,00016
C02	< 0,50	< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C03	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C03		< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C03	< 0,50		< 0,00016	< 0,00016
C03	< 0,50	< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C04	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C04	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C04	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C04		< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C04	< 0,50		< 0,00016	< 0,00016
C04	< 0,50	< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C05	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C05	< 0,50	< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C06	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C06	< 0,50	< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C07	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C07	< 0,50	< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
C08	< 0,020		< 0,00016	< 0,00016
C08	< 0,50	< 0,50	< 0,00016	< 0,00016
Limites	**0,5**	**2**	**0,002**	**0,01**

Tabela 151 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 16)
Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Tolueno µg/l	Toxafeno µg/l	2,4,5-TP µg/l	Tributilestanho µg/L	1,2,3-Triclorobenzeno + 1,2,4-Triclorobenzeno mg/l
C01	< 0,16	< 0,01			< 0,00032
C01	< 0,16	< 0,01			< 0,00032
C01	< 0,16	< 0,10			< 0,00032
C01	< 0,16	< 0,01000			< 0,00032
C01	< 0,16	< 0,0100	< 0,10	< 0,0630	< 0,00032
C01	< 0,16	< 0,01000	< 0,10	< 0,06300	< 0,00032
C02	< 0,16	< 0,01			< 0,00032
C02	< 0,16	< 0,10			< 0,00032
C02	< 0,16	< 0,01			< 0,00032
C02	< 0,16	< 0,0100	< 0,10	< 0,0630	< 0,00032
C02	< 0,16	< 0,01000			< 0,00032
C02	< 0,16	< 0,01000	< 0,10	< 0,06300	< 0,00032
C03	< 0,16	< 0,01			< 0,00032
C03	< 0,16	< 0,0100	< 0,10	< 0,0630	< 0,00032
C03	< 0,16	< 0,01000			< 0,00032
C03	< 0,16	< 0,01000	< 0,10	< 0,06300	< 0,00032

Ponto	Tolueno µg/L	Toxafeno µg/L	2,4,5-TP µg/L	Tributilestanho µg/L	1,2,3-Triclorobenzeno + 1,2,4-Triclorobenzeno mg/L
C04	< 0,16	< 0,01			< 0,00032
C04	< 0,16	< 0,10			< 0,00032
C04	< 0,16	< 0,10			< 0,00032
C04	< 0,16	< 0,0100	< 0,10	< 0,0630	< 0,00032
C04	< 0,16	< 0,01000			< 0,00032
C04	< 0,16	< 0,01000	< 0,10	< 0,06300	< 0,00032
C05	< 0,16	< 0,01			< 0,00032
C05	< 0,16	< 0,01000	< 0,10	< 0,06300	< 0,00032
C06	< 0,16	< 0,01			< 0,00032
C06	< 0,16	< 0,01000	< 0,10	< 0,06300	< 0,00032
C07	< 0,16	< 0,01			< 0,00032
C07	< 0,16	< 0,01000	< 0,10	< 0,06300	< 0,00032
C08	< 0,16	< 0,01			< 0,00032
C08	< 0,16	< 0,01000	< 0,10	< 0,06300	< 0,00032
Limites	**2**	**0,01**	**10**	**0,063**	**0,02**

Tabela 152 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 17)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

Ponto	Tricloroeteno mg/L	2,4,6-Triclorofenol mg/L	Trifularina µg/L	Xileno Total (o+m+p) µg/L	3,3-Diclorobenzidi
C01	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C01	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C01	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 20
C01	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C01	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,5	< 0,0100
C01	< 0,00016	< 0,00001	< 0,10	< 0,48	< 0,01000
C02	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C02	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 20
C02	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C02	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,5	< 0,0100
C02	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C02	< 0,00016	< 0,00001	< 0,10	< 0,48	< 0,01000
C03	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C03	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,5	< 0,0100
C03	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C03	< 0,00016	< 0,00001	< 0,10	< 0,48	< 0,01000
C04	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C04	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 20
C04	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 20
C04	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,5	< 0,0100
C04	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C04	< 0,00016	< 0,00001	< 0,10	< 0,48	< 0,01000
C05	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C05	< 0,00016	< 0,00001	< 0,10	< 0,48	< 0,01000
C06	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C06	< 0,00016	< 0,00001	< 0,10	< 0,48	< 0,01000
C07	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C07	< 0,00016	< 0,00001	< 0,10	< 0,48	< 0,01000
C08	< 0,00016	< 0,0001	< 0,10	< 0,48	< 0,0100
C08	< 0,00016	< 0,00001	< 0,10	< 0,48	< 0,01000
Limites	**0,03**	**0,01**	**0,2**	**300**	**N/A**

Tabela 153 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 18)

Fonte: Casan (2017). Elaboração própria (2017)

APÊNDICE 6 – MAPA APPS

APPs (de Rios, Nascentes e Lagos Naturais) das Bacias Hidrográfias dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Oceano Atlântico
Anitápolis
Paulo Lopes
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Convenções Cartográficas

Áreas de Preservação Permanente

Nascentes, Rios e Lagos Naturais

Limites

Área de Abrangência do Plano

Municípios

Corpos d'Água

N
W E
S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)

APÊNDICE 7 – DADOS DOS POÇOS CADASTRADOS

Código Siagas	Município	Coordenadas UTM		Profundidade (m)	Vazão de estabilização (m³/h)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão específica (m³/h/m)	Situação
		NORTE	ESTE						
4300019045	Águas Mornas	6934599	714990	60	16,5	6,95	28,6	0,762	Não instalado
4300019048	Águas Mornas	6934596	714975	120	7,92	9,5	54	0,178	Não instalado
4300019056	Águas Mornas	6933261	710208	84	-	-	-	-	Não instalado
4300019057	Águas Mornas	6933211	710241	102	-	-	-	-	Não instalado
4300019059	Águas Mornas	6932829	712627	120	9,31	3,85	28,38	0,38	Parado
4300019060	Águas Mornas	6932907	712623	90	11,31	2	36	0,333	Não instalado
4300019077	Águas Mornas	6934449	714257	46	39,6	3,5	4,5	39,6	Bombeando
4300019078	Águas Mornas	6933954	713719	65	-	-	-	-	Parado
4300019492	Águas Mornas	6933956	715532	120	3,272	5,4	54	0,067	Bombeando
4300019858	Águas Mornas	6934692	714708	-	-	-	-	-	Não instalado
4300019570	Florianópolis	6946355	746488	152	1,4	2	-	-	Bombeando
4300022440	Florianópolis	6947673	736955	100	-	-	-	-	Não instalado
4300022439	Florianópolis	6946837	738253	80	4,4	6	47	0,107	Bombeando
4300022439	Florianópolis	6946837	738253	80	3,443	14,5	48	0,103	Bombeando
4300019551	Florianópolis	6946014	737930	100	5,739	15,5	27,2	0,491	Bombeando
4300019574	Florianópolis	6943711	737620	120	3	7	88,25	0,037	Bombeando
4300003060	Garopaba	6897700	733900	45	66	1,72	23	-	Equipado
4300003061	Garopaba	6897600	733900	50	31	2	10	3,88	Equipado
4300019825	Garopaba	6897628	733176	46	42	6,42	22,08	2,682	Bombeando
4300019826	Garopaba	6897754	733149	45	41,78	7	19,23	3,416	Bombeando
4300019827	Garopaba	6897539	733271	50	12,22	3,96	13,31	1,307	Bombeando
4300019828	Garopaba	6897852	733255	46	28,28	3,16	22,73	1,445	Bombeando
4300019829	Garopaba	6897488	732919	41	60	9	19	6	Bombeando
4300019830	Garopaba	6897447	733163	47	38	5,07	14,66	3,962	Bombeando
4300019831	Garopaba	6897542	733016	38,7	12	2,5	14	1,043	Bombeando

Código Siagas	Município	Coordenadas UTM		Profundidade (m)	Vazão de estabilização (m³/h)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão específica (m³/h/m)	Situação
		NORTE	ESTE						
4300019832	Garopaba	6897247	733260	45	41,78	6,4	18,13	3,562	Parado
4300004395	Palhoça	6912960	737275	12	5,5	0,3	1,26	-	-
4300019052	Palhoça	6922283	732695	100	-	-	-	-	Seco
4300019053	Palhoça	6941109	732484	84	-	-	-	-	Seco
4300019055	Palhoça	6940043	729697	136	0,5	45	-	-	Abandonado
4300019079	Palhoça	6939806	725395	72	37,71	2,55	18,51	2,363	Não instalado
4300019815	Palhoça	6933424	728592	41	34,41	4,73	8,47	9,201	Bombeando
4300019815	Palhoça	6933424	728592	41	51,4	1,25	13,5	4,196	Bombeando
4300019815	Palhoça	6933424	728592	41	36,967	0,25	6,22	6,192	Bombeando
4300019815	Palhoça	6933424	728592	41	9,279	1,65	2,2	16,871	Bombeando
4300019815	Palhoça	6933424	728592	41	18,594	2,2	3,16	19,369	Bombeando
4300019815	Palhoça	6933424	728592	41	27,941	3,16	4,73	17,797	Bombeando
4300019820	Palhoça	6933428	728597	120	8,6	0	39,82	0,216	Colmatado
4300019820	Palhoça	6933428	728597	120	8,175	0,5	48,7	0,17	Colmatado
4300019821	Palhoça	6933449	728453	150	0,842	15	41,3	0,032	Seco
4300019822	Palhoça	6919124	731838	74	2,64	6,1	33,2	0,097	Parado
4300019859	Palhoça	6941618	728108	78	27,379	0,15	43,56	0,631	Parado
4300019859	Palhoça	6941618	728108	78	27,379	1,23	3,79	10,695	Parado
4300019859	Palhoça	6941618	728108	78	27,379	0,41	2,52	12,976	Parado
4300019859	Palhoça	6941618	728108	78	27,379	0,58	2,56	13,828	Parado
4300019859	Palhoça	6941618	728108	78	27,379	1,53	3,99	11,13	Parado
4300020108	Palhoça	6912720	736816	12	10,8	0,3	-	-	Bombeando
4300022330	Palhoça	6942233	728523	45	9,157	1,94	22,4	0,448	Bombeando
4300022331	Palhoça	6942677	728969	120	51,23	1,1	58,48	0,893	Bombeando
4300022332	Palhoça	6941295	727885	120	11,896	3,35	87,5	0,141	Bombeando

Código Siagas	Município	Coordenadas UTM		Profundidade (m)	Vazão de estabilização (m³/h)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão específica (m³/h/m)	Situação
		NORTE	ESTE						
4300023550	Palhoça	6943227	728300	45	-	-	-	-	Parado
4300023553	Palhoça	6942745	728000	60	-	-	-	-	Colmatado
4300019046	Santo Amaro da Imperatriz	6934981	719051	132	5,78	13,7	72	0,099	Bombeando
4300019047	Santo Amaro da Imperatriz	6935003	719046	156	-	-	-	-	Seco
4300019049	Santo Amaro da Imperatriz	6932830	714490	222	5	19,3	-	-	Não instalado
4300019050	Santo Amaro da Imperatriz	6932606	714605	120	7,5	6,9	-	-	Não instalado
4300019051	Santo Amaro da Imperatriz	6937149	719864	88	15	6	13,4	2,027	Bombeando
4300019058	Santo Amaro da Imperatriz	6932129	715855	112	-	-	-	-	Seco
4300019075	Santo Amaro da Imperatriz	6932310	711239	100	20,3	2,49	12,85	1,959	Não instalado
4300019076	Santo Amaro da Imperatriz	6931951	715947	180	3,3	6,8	98	0,036	Bombeando
4300019082	Santo Amaro da Imperatriz	6930494	715824	120	20	3	22	1,053	Bombeando
4300019083	Santo Amaro da Imperatriz	6930768	715858	100	-	-	-	-	Abandonado
4300019084	Santo Amaro da Imperatriz	6935622	722731	82	4	8,3	72	0,063	Bombeando
4300019085	Santo Amaro da Imperatriz	6932001	710920	100	4,17	4,04	21,5	0,239	Bombeando
4300019086	Santo Amaro da Imperatriz	6932047	710854	112	40	8	24	2,5	Bombeando
4300019181	Santo Amaro da Imperatriz	6933077	723606	47,5	13,2	1,73	23,9	0,595	Bombeando
4300019182	Santo Amaro da Imperatriz	6932181	726455	320	8,8	3	96	0,095	Bombeando
4300019495	Santo Amaro da Imperatriz	6935608	715449	168	4	2	72	0,057	Bombeando
4300019496	Santo Amaro da Imperatriz	6935639	719358	61	9	3,8	-	-	Bombeando
4300019662	Santo Amaro da Imperatriz	6932789	716284	76	1,61	5,04	66	0,026	Não instalado
4300019667	Santo Amaro da Imperatriz	6933086	716356	70	2,66	3,7	36	0,082	Não instalado
4300019854	Santo Amaro da Imperatriz	6937065	718388	57,4	0,66	19	54	0,019	Bombeando
4300019855	Santo Amaro da Imperatriz	6932390	711354	-	-	-	-	-	Não instalado
4300019862	Santo Amaro da Imperatriz	6932037	710872	55	-	-	-	-	Não instalado
4300022248	Santo Amaro da Imperatriz	6935180	718999	130	5	0,2	7,9	0,649	Bombeando

Código Siagas	Município	Coordenadas UTM		Profundidade (m)	Vazão de estabilização (m³/h)	Nível estático (m)	Nível dinâmico (m)	Vazão específica (m³/h/m)	Situação
		NORTE	ESTE						
4300019054	São José	6941899	733110	100	17,6	6	10,35	4,046	Bombeando
4300019080	São José	6942788	731728	90	9,1	1,54	48,73	0,193	Bombeando
4300019088	São José	6943553	731679	72	10,14	5,1	45,5	0,251	Parado
4300019089	São José	6950993	730913	42	24,3	2,63	31,43	0,844	Parado
4300019768	São José	6944063	728908	123,7	19,31	8,02	97,15	0,217	Abandonado
4300019769	São José	6947032	735586	176	1,931	3,88	126	0,016	Bombeando
4300019770	São José	6946601	735427	100	-	-	-		Seco
4300019771	São José	6940796	733537	61,5	1,8	2,52	54	0,035	Bombeando
4300019772	São José	6940752	733666	75	2,5	3,3	4,05	3,333	Parado
4300019773	São José	6943149	733507	150	1,2	40	90	0,024	Bombeando
4300019774	São José	6947986	727590	89	5,045	1	49	0,105	Bombeando
4300019775	São José	6948773	728242	40	24	1,3	35,3	0,706	Bombeando
4300019074	São Pedro de Alcântara	6946650	712474	125	7,8	3,2	17	0,565	Parado
4300019081	São Pedro de Alcântara	6949470	722094	54	18	1,83	18,36	1,089	Bombeando
4300019490	São Pedro de Alcântara	6948746	718183	102	3,5	7,5	42	0,101	Bombeando
4300019848	São Pedro de Alcântara	6948326	716392	120	-	-	-	-	Não instalado
4300019849	São Pedro de Alcântara	6947874	714511	120	-	-	-	-	Bombeando
4300019851	São Pedro de Alcântara	6947395	717897	140	-	-	-	-	Não instalado
4300019852	São Pedro de Alcântara	6944373	713456	95	-	-	-	-	Não instalado
4300019853	São Pedro de Alcântara	6947183	721785	180	-	-	-	-	Bombeando
4300019857	São Pedro de Alcântara	6946520	717825	131	-	-	-	-	Não instalado
4300019074	São Pedro de Alcântara	6946650	712474	125	7,8	3,2	17	0,565	Parado

Tabela 154 – Poços cadastrados no Siagas

Município	Coordenadas UTM		Atividade	Tipo	Parecer	Vazão média (m³/mês)
	NORTE	ESTE				
Águas Mornas	6931580	700123	Criação Animal	Poço profundo	Não avaliado	400000
Águas Mornas	6933483	696701	Irrigação	Poço raso	Não avaliado	2607
Águas Mornas	6939926	703687	Irrigação	Poço raso	Não avaliado	10886,4
Águas Mornas	6932375	698574	Irrigação	Poço raso	Não avaliado	30
Águas Mornas	6931793	700236	Irrigação	Poço profundo	Aprovado	960
Águas Mornas	6930395	699117	Criação Animal	Poço raso	Reprovado	50000
Garopaba	6897265	733272	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	9219
Garopaba	6905456	733321	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	2281
Garopaba	6905456	733321	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	2281
Garopaba	6905456	733321	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	2281
Garopaba	6897248	732588	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	28512
Garopaba	6905457	733294	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	1296
Garopaba	6905487	733322	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	1296
Garopaba	6890120	730101	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	13828
Garopaba	6905456	733321	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	2281
Garopaba	6897486	733030	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	28369
Garopaba	6897578	733032	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	19792
Garopaba	6897575	733168	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	23095
Garopaba	6897513	733194	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	27728
Garopaba	6905456	733321	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	2281
Garopaba	6905456	733321	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	2281
Garopaba	6889533	728587	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	35640
Garopaba	6905456	733321	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	2281
Garopaba	6897881	733284	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	17155
Garopaba	6897636	733197	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	26397
Garopaba	6897540	733414	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	28369

Município	Coordenadas UTM		Atividade	Tipo	Parecer	Vazão média (m³/mês)
	NORTE	ESTE				
Garopaba	6897033	732557	Abastecimento Público	Poço raso	Não avaliado	23760
Garopaba	6898275	735177	Outros Usos	Poço profundo	Não avaliado	135
Garopaba	6893725	734787	Outros Usos	Poço profundo	Aprovado	150
Palhoça	6942008	728624	Outros Usos	Poço profundo	Não avaliado	1020
Palhoça	6941977	728623	Outros Usos	Poço profundo	Não avaliado	1760
Palhoça	6941364	726829	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	750
Palhoça	6940793	724433	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	750
Palhoça	6941211	725153	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	750
Palhoça	6938845	724835	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	750
Palhoça	6938099	725260	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	750
Palhoça	6941166	725893	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	750
Palhoça	6942489	730910	Industrial	Poço raso	Não avaliado	41
Palhoça	6934555	730320	Irrigação	Poço raso	Não avaliado	200
Palhoça	6934119	730559	Irrigação	Poço raso	Não avaliado	100
Palhoça	6934563	729909	Criação animal	Poço raso	Não avaliado	90
Palhoça	6923177	732679	Outros usos	Poço raso	Não avaliado	25000
Palhoça	6922889	737959	Outros usos	Poço raso	Não avaliado	0,03
Palhoça	6912241	726367	Mineração	Barragem subterrânea	Não avaliado	1500
Palhoça	6912775	729058	Mineração	Barragem subterrânea	Não avaliado	600
Palhoça	6912518	737563	Outros usos	Poço raso	Não avaliado	18
Palhoça	6912518	737563	Outros usos	Poço raso	Não avaliado	18
Palhoça	6913678	733371	Criação animal	Poço raso	Não avaliado	15
Palhoça	6941314	727898	Abastecimento público	Poço profundo	Aprovado	4320
Palhoça	6943247	728263	Abastecimento público	Poço profundo	Aprovado	1584
Palhoça	6943246	728318	Abastecimento público	Poço profundo	Aprovado	1692
Palhoça	6941191	727841	Abastecimento público	Poço profundo	Aprovado	4680

Município	Coordenadas UTM		Atividade	Tipo	Parecer	Vazão média (m³/mês)
	NORTE	ESTE				
Palhoça	6943312	728072	Abastecimento público	Poço profundo	Aprovado	9216
Palhoça	6941648	728123	Abastecimento público	Poço profundo	Aprovado	3600
Palhoça	6942679	728993	Abastecimento público	Poço profundo	Aprovado	10800
Palhoça	6942487	730992	Industrial	Poço raso	Reprovado	6000
Paulo Lopes	6904833	728880	Abastecimento público	Poço profundo	Não avaliado	1468,8
Paulo Lopes	6904833	728880	Abastecimento público	Poço profundo	Não avaliado	1652
Paulo Lopes	6904834	728852	Abastecimento público	Poço profundo	Não avaliado	1744,2
Paulo Lopes	6904833	728880	Abastecimento público	Poço profundo	Não avaliado	2203
Paulo Lopes	6904834	728852	Abastecimento público	Poço profundo	Não avaliado	1836
Paulo Lopes	6904981	729210	Abastecimento público	Poço profundo	Não avaliado	1175
Paulo Lopes	6904834	728852	Abastecimento público	Poço profundo	Não avaliado	2570,4
Paulo Lopes	6904834	728852	Abastecimento público	Poço profundo	Não avaliado	1799,28
Paulo Lopes	6904741	728905	Abastecimento público	Poço raso	Não avaliado	10808,64
Paulo Lopes	6904826	729290	Outros usos	Poço raso	Não avaliado	30
Santo Amaro da Imperatriz	6932845	721244	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	45
Santo Amaro da Imperatriz	6935620	722720	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	675
Santo Amaro da Imperatriz	6932370	721948	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	600
Santo Amaro da Imperatriz	6935779	720776	Outros usos	Poço raso	Não avaliado	110
Santo Amaro da Imperatriz	6937023	720086	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	396
Santo Amaro da Imperatriz	6930522	716872	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	600
Santo Amaro da Imperatriz	6932578	722363	Industrial	Poço profundo	Aprovado	1152
São José	6943837	728000	Industrial	Poço profundo	Não avaliado	30
São José	6948790	728257	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	8640
São José	6942781	731738	Industrial	Poço profundo	Não avaliado	915
São José	6952733	726519	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	750
São José	6943404	732957	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	450

Município	Coordenadas UTM		Atividade	Tipo	Parecer	Vazão média (m³/mês)
	NORTE	ESTE				
São José	6946631	730082	Outros usos	Poço profundo	Não avaliado	70
São José	6942691	731599	Industrial	Poço raso	Não avaliado	10
São José	6942532	731870	Industrial	Poço profundo	Não avaliado	1,5
São José	6943110	732238	Outros usos	Poço raso	Não avaliado	640,8
São José	6942532	731870	Industrial	Poço profundo	Não avaliado	471
São José	6951169	726161	Outros usos	Poço profundo	Aprovado	99
São Pedro de Alcântara	6949488	722123	Industrial	Poço profundo	Aprovado	2500

Tabela 155 – Poços cadastrados SDS

APÊNDICE 8 – MAPA DOS POÇOS CADASTRADOS

Poços Cadastrados das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão
UFSC
FAPESC
GOVERNO DE SANTA CATARINA
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Angelina
Antônio Carlos
Biguaçu
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Anitápolis
Paulo Lopes
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Oceano Atlântico

Convenções Cartográficas

Poços
- Poços Monitorados - CASAN
- Poços Cadastrados - SDS
- Poços Cadastrados - SIAGAS

Fase dos Processos de Exploração de Água Mineral
- Demais Fases
- Concessão de Lavra

Limites
- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

N
W
E
S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Poços: Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN (2017),
Sec. de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017) e
Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS (2017)
Processos Minerários: Departamento Nacional de Produção Mineral - DNPM (2017)

APÊNDICE 9 – MAPA DAS ZONAS AQUÍFERAS E LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS CADASTRADOS

Zonas Aquíferas e Localização dos Poços nas Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Oceano Atlântico
Anitápolis
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Convenções Cartográficas

- Poços Cadastrados no SIAGAS

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

Zonas Aquíferas

- Aquíferos sedimentares (as1)
- Aquíferos sedimentares (as2)
- Aquíferos fraturados (af2)
- Áreas praticamente sem aquíferos (na_1)

N W E S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Hidrogeologia: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2012)
Poços: Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS (2017)

APÊNDICE 10 – MAPA HIPSOMÉTRICO E ESTRUTURAS LINEARES

Mapa Hipsométrico das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São Pedro de Alcântara
São José
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Oceano Atlântico
Palhoça
Anitápolis
Paulo Lopes
São Bonifácio
Garopaba
Santa Rosa de Lima
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Convenções Cartográficas

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

Modelo Digital de Elevação

- 1290
- -10

- Lineamentos

N
W E
S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Modelo Digital de Elevação: Shuttle Radar Topograph Mission - SRTM (2000)

APÊNDICE 11 – MAPA DAS ZONAS AQUÍFERAS E ESTRUTURAS LINEARES

Zonas Aquíferas e Estruturas Lineares das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São Pedro de Alcântara
São José
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Oceano Atlântico
Anitápolis
São Bonifácio
Paulo Lopes
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Convenções Cartográficas

- Poços Cadastrados
- Lineamentos

Zonas Aquíferas

- Aquíferos sedimentares (as1)
- Aquíferos sedimentares (as2)
- Aquíferos fraturados (af2)
- Áreas praticamente sem aquíferos (na_1)

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

N
W E
S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Poços: Sistema de Informações de Águas Subterrâneasl - SIAGAS (2017)
Hidrogeologia: Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais - CPRM (2012)
SRTM - Shuttle Radar Topograph Mission: Farr e Kobrick (2000)

APÊNDICE 12 – MAPA DE DEMANDA HÍDRICA SUBTERRÂNEA

Demandas Hídricas Subterrâneas das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Anitápolis
Paulo Lopes
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Oceano Atlântico

Convenções Cartográficas

Demanda Hídrica Subterrânea (m³/h)

- 0,00 - 6,94
- 6,95 - 20,00
- 20,01 - 52,06
- 52,07 - 108,00
- 108,01 - 1111,10

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

N
W E
S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Poços: Sec. de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017) e Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS (2017)

APÊNDICE 13 – MAPA DE DENSIDADE DE DEMANDA HÍDRICA SUBTERRÂNEA

Densidade de Demanda Hídrica Subterrânea nas Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Paulo Lopes
Anitápolis
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Oceano Atlântico

Convenções Cartográficas

Demanda Hídrica

Alta

Baixa

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

W E S

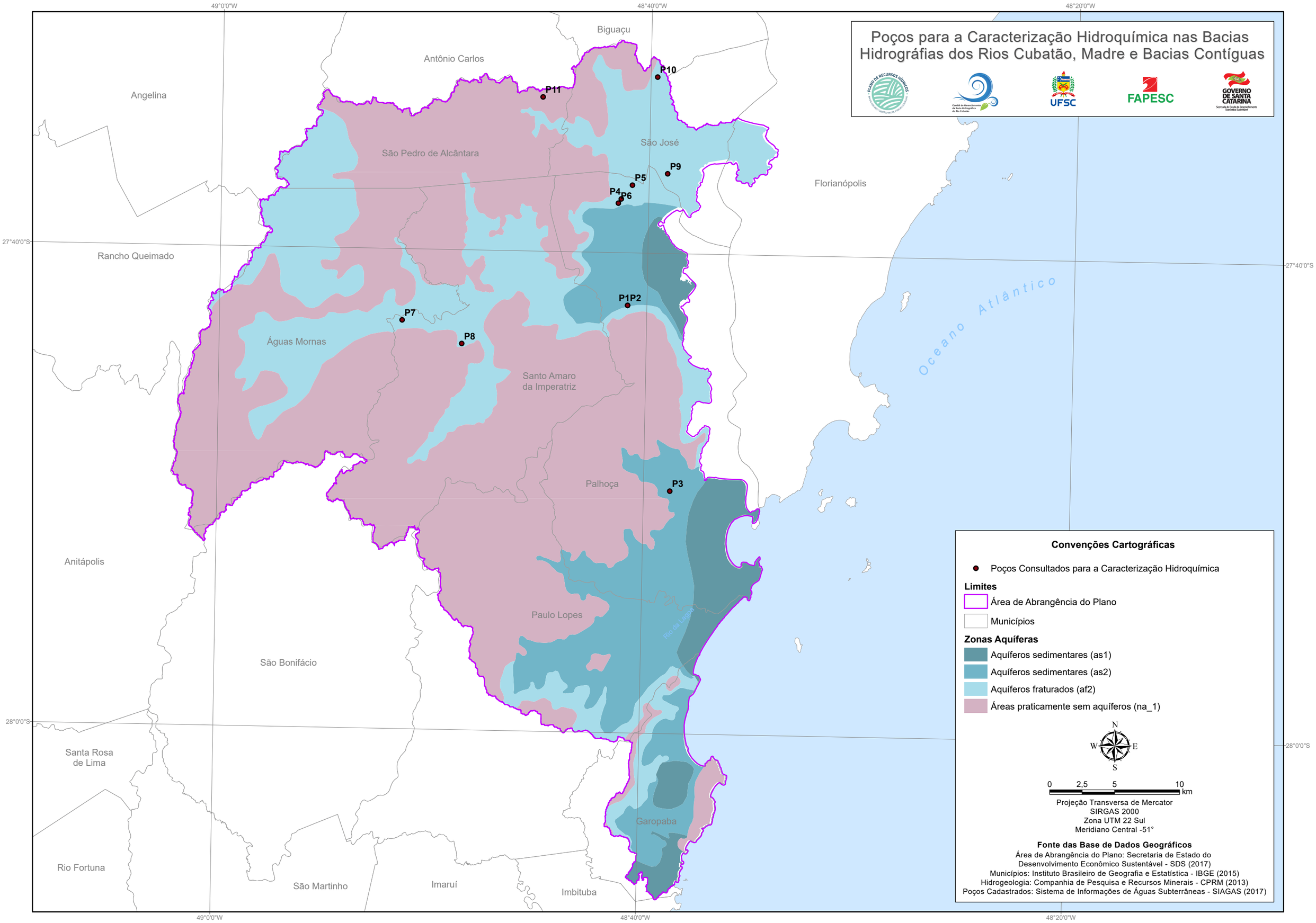
0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Demanda Hídrica: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017) e Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS (2017)

APÊNDICE 14 – MAPA DE POÇOS CONSULTADOS PARA A CARACTERIZAÇÃO HIDROQUÍMICA E ZONAS AQUÍFERAS



Poços para a Caracterização Hidroquímica nas Bacias Hidrográfias dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas
49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S
Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São Pedro de Alcântara
São José
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Anitápolis
Paulo Lopes
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba
Oceano Atlântico
P1P2
P3
P4
P5
P6
P7
P8
P9
P10
P11
Convenções Cartográficas
Poços Consultados para a Caracterização Hidroquímica
Limites
Área de Abrangência do Plano
Municípios
Zonas Aquíferas
Aquíferos sedimentares (as1)
Aquíferos sedimentares (as2)
Aquíferos fraturados (af2)
Áreas praticamente sem aquíferos (na_1)
N
W
E
S
0
2,5
5
10
km
Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°
Fonte das Base de Dados Geográficos
Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Hidrogeologia: Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - CPRM (2013)
Poços Cadastrados: Sistema de Informações de Águas Subterrâneas - SIAGAS (2017)

APÊNDICE 15 – MAPA DOS PONTOS DE MONITORAMENTO DE QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA

Pontos de Qualidade da Água Subterrânea das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Oceano Atlântico
Anitápolis
Paulo Lopes
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Convenções Cartográficas

- Pontos de Monitoramento de Qualidade da Água Subterrânea

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

N
W
E
S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Pontos de Monitoramento: Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN (2017); Rede Hoteleira (2017)

APÊNDICE 16 – MAPA DE TEXTURA DOS SOLOS

Mapa de Textura dos Solos das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Oceano Atlântico
Anitápolis
Paulo Lopes
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Convenções Cartográficas

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

Textura dos solos e seus respectivos Índices de Vulnerabilidade

- Fina.....0,0
- Média.....0,2
- Grossa.....0,3

N
W E
S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Pedologia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2004)

APÊNDICE 17 – MAPA DE DECLIVIDADE E PONTUAÇÕES RELATIVAS À VULNERABILIDADE NATURAL

Índice de Vulnerabilidade para a Declividade das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Paulo Lopes
Anitápolis
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba
Oceano Atlântico

Convenções Cartográficas

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

Classes de Declividade e Respectivo Índice de Vulnerabilidade

- Escarpado.....0,0
- Montanhoso.....0,1
- Forte Ondulado / Ondulado.....0,2
- Suave Ondulado.....0,3
- Plano 0,4

N
W E
S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Declividade: Shuttle Radar Topograph Mission - SRTM (2000)

APÊNDICE 18 – MAPA DE ESPESSURA DOS SOLOS E PONTUAÇÕES RELATIVAS À VULNERABILIDADE NATURAL

Mapa de Espessura dos Solos das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Oceano Atlântico
Anitápolis
Paulo Lopes
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Convenções Cartográficas

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

Profundidade do Solos e Respectivo Índice de Vulnerabilidade

- Pouco profundo (<60 cm).....0,3
- Profundo (60 - 150 cm).....0,2
- Muito profundo (>150 cm).....0,1

N
W E
S

0 2,5 5 10
km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Pedologia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2004)

APÊNDICE 19 – MAPA DE DENSIDADE DE FRATURAMENTO

Mapa de Densidade de Fraturamento das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão

UFSC

FAPESC

GOVERNO DE SANTA CATARINA
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Oceano Atlântico
Anitápolis
Paulo Lopes
São Bonifácio
Santa Rosa de Lima
Garopaba
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Convenções Cartográficas

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

Densidade de Fraturamento

- Intensamente Fraturado
- Muito Fraturado
- Moderadamente Fraturado
- Pouco Fraturado

Lineamentos

N
W E
S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)

APÊNDICE 20 – MAPA DO ÍNDICE DE VULNERABILIDADE DAS ZONAS AQUÍFERAS

Índice de Vulnerabilidade dos Aquíferos das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas

49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°40'0"S
28°0'0"S

Biguaçu
Antônio Carlos
Angelina
São Pedro de Alcântara
São José
Florianópolis
Rancho Queimado
Águas Mornas
Santo Amaro da Imperatriz
Palhoça
Oceano Atlântico
Anitápolis
Paulo Lopes
São Bonifácio
Garopaba
Santa Rosa de Lima
Rio Fortuna
São Martinho
Imaruí
Imbituba

Convenções Cartográficas

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

Tipos de Aquíferos e Respectivo Índice de Vulnerabilidade

- Aquiclude (na_1) 0,4
- Aqüífero livre a semi-confinado (af_2) 0,8
- Aqüífero livre (as_1,as_2)..... 1,0

N
W E
S

0 2,5 5 10 km

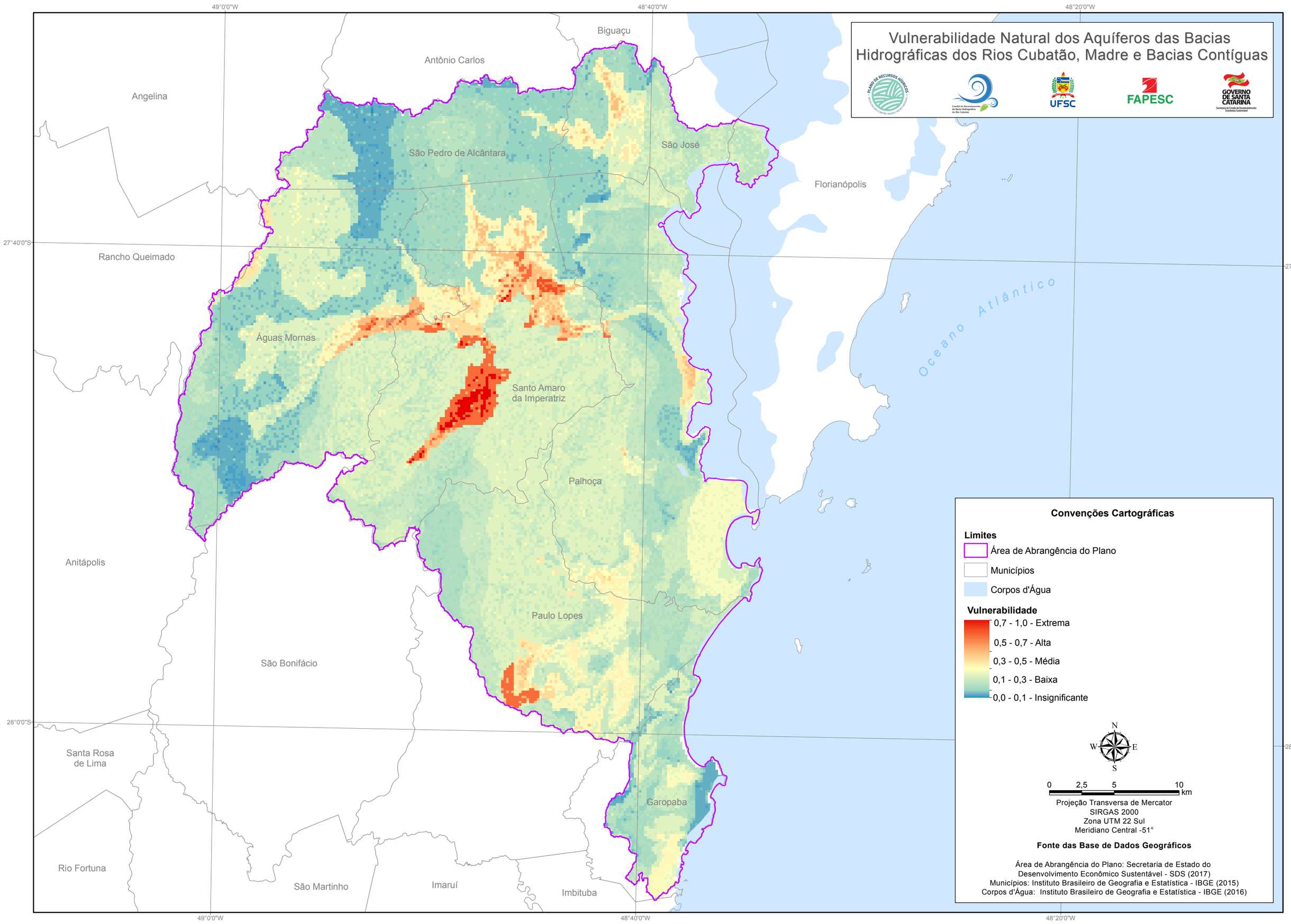
Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Hidrogeologia: Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais - CPRM (2013)

APÊNDICE 21 – MAPA DE VULNERABILIDADE NATURAL DOS AQUÍFEROS

Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos das Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas



Convenções Cartográficas

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

Vulnerabilidade

- 0,7 - 1,0 - Extrema
- 0,5 - 0,7 - Alta
- 0,3 - 0,5 - Média
- 0,1 - 0,3 - Baixa
- 0,0 - 0,1 - Insignificante

N W E S

0 2,5 5 10 km

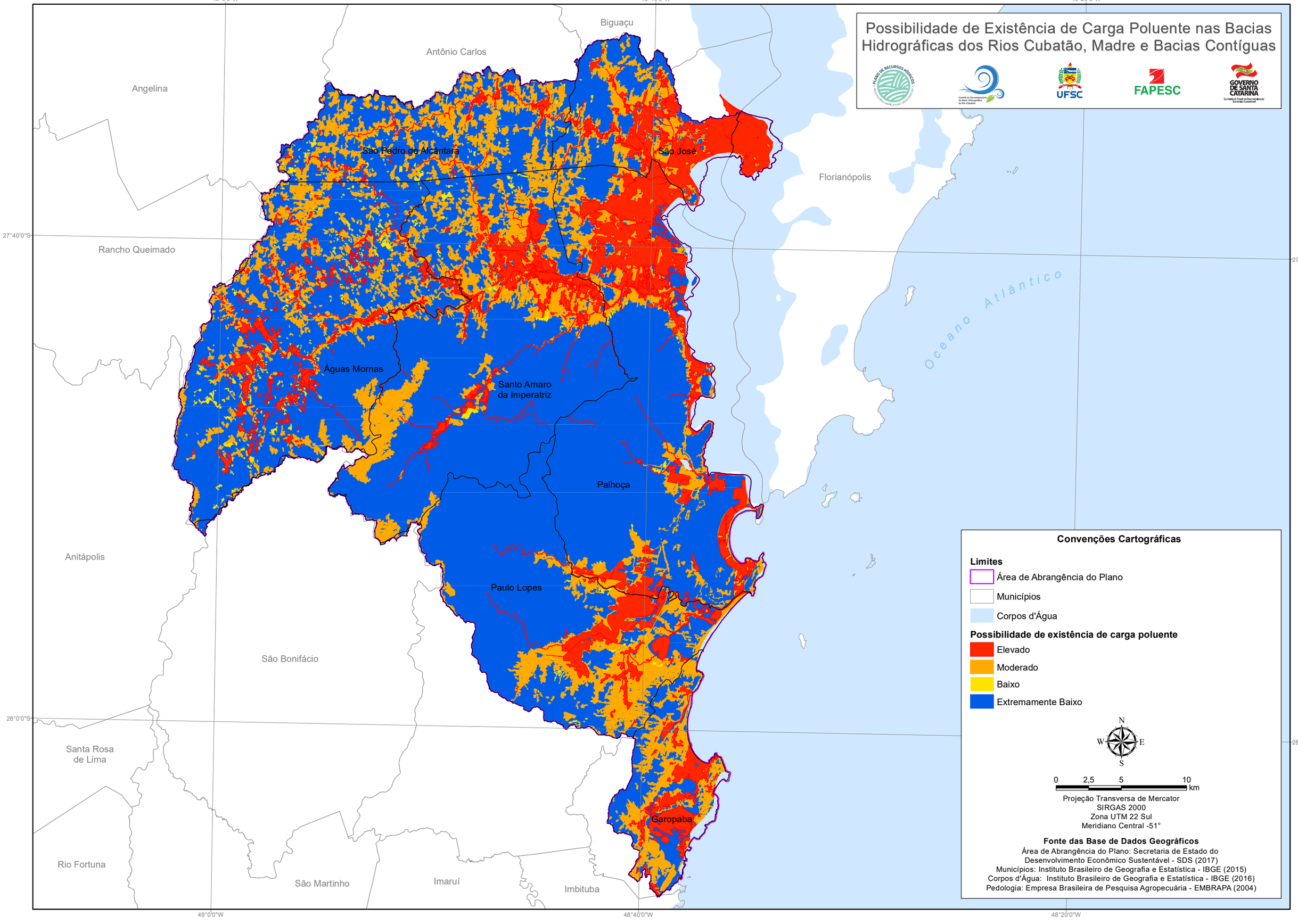
Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)

APÊNDICE 22 – MAPA DE POSSIBILIDADE DE EXISTÊNCIA DE CARGA POLUENTE

Possibilidade de Existência de Carga Poluente nas Bacias Hidrográficas dos Rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas



Convenções Cartográficas

Limites

- Área de Abrangência do Plano
- Municípios
- Corpos d'Água

Possibilidade de existência de carga poluente

- Elevado
- Moderado
- Baixo
- Extremamente Baixo

N, W, E, S

0 2,5 5 10 km

Projeção Transversa de Mercator
SIRGAS 2000
Zona UTM 22 Sul
Meridiano Central -51°

Fonte das Base de Dados Geográficos

Área de Abrangência do Plano: Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2017)
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)
Pedologia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (2004)

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tipos de empreendimento de energia elétrica. 12

Figura 2 – Marinas e trechos do rio Cubatão Sul com exploração de rafting 13

Figura 3 – Estabelecimentos de turismo e lazer na área de estudo 15

Figura 4 – Distribuição espacial dos estabelecimentos de turismo e lazer nas bacias dos rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas..... 15

Figura 5 – Detalhamento dos estabelecimentos de turismo e lazer nas bacias dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas..... 16

Figura 6 – Tipos de uso realizados nas bacias dos rios Cubatão, Madre e Bacias Contíguas..... 17

Figura 7 – Distribuição dos usuários cadastrados no CEURH do setor de Turismo e Lazer nas bacias dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas..... 17

Figura 8 – População abastecida (%) pelo sistema de água..... 21

Figura 9 – População urbana abastecida (%) pelo sistema de água 21

Figura 10 – Pontos de captação de água e lançamento de efluente dos cadastros de abastecimento público e esgotamento sanitário nas bacias em estudo 28

Figura 11 – Número de pontos de captação de água e lançamento de efluente para a atividade de criação animal, cadastrados por município das bacias e por parecer 36

Figura 12 – Áreas de monitoramento microbiológico e de ficotoxinas em locais de cultivo e de extração de moluscos bivalves próximas às bacias de estudo..... 39

Figura 13 – Número de produtores, viveiros, área alagada e produção por município das bacias objeto de estudo para o ano de 2015 41

Figura 14 – Pontos de captação de água para irrigação, cadastrados no Sistema CEURH, nas bacias em estudo e apresentados por tipo de parecer..... 43

Figura 15 – Número de pontos de captação de água para irrigação, cadastrados por município das bacias de estudo 43

Figura 16 – Número de pontos de lançamento de efluente para irrigação, cadastrados por município das bacias de estudo 44

Figura 17 – Número de estabelecimentos de agricultura familiar e não familiar por município das bacias de estudo 44

Figura 18 – Gráfico do número de indústrias, por tipo de atividade, cadastradas no sistema Fiesc 45

Figura 19 – Número total de indústrias por município das bacias de estudo, cadastradas no sistema Fiesc 46

Figura 20 – Gráfico do número de indústrias, por tipo de atividade, nas bacias de estudo, levantadas junto a Fatma..... 47

Figura 21 – Gráfico do número total de indústrias por município das bacias de estudo, cadastradas no sistema de licenciamento ambiental da Fatma 47

Figura 22 – Gráfico do número de cadastros de indústrias presentes nas bacias, agrupadas por tipo de atividade industrial 48

Figura 23 – Pontos de captação de água das indústrias cadastradas, no Sistema CEURH, nas bacias em estudo 49

Figura 24 – Pontos de lançamento de efluente das indústrias cadastradas no Sistema de Cadastro CEURH, nas bacias em estudo 50

Figura 25 – Pontos de captação de mineração cadastrados nas bacias em estudo 52

Figura 26 – Pontos de lançamento da mineração cadastrados nas bacias em estudo 54

Figura 27 – Estações fluviométricas e pluviométricas do inventário das estações do HidroWeb dentro do limite do PRH 56

Figura 28 – UGs: PRH Cubatão, Madre e bacias contíguas 72

Figura 29 – Vazão média de longo termo nas UGs 75

Figura 30 – Vazão média de longo termo específica nas UGs 76

Figura 31 – Vazão média de longo termo mensal – UG1 78

Figura 32 – Vazão média de longo termo mensal – UG2 78

Figura 33 – Vazão média de longo termo mensal – UG3 79

Figura 34 – Vazão média de longo termo mensal – UG4 79

Figura 35 – Vazão média de longo termo mensal – UG5 80

Figura 36 – Vazão média de longo termo mensal – UG6 80

Figura 37 – Vazão média de longo termo mensal – UG7* 81

Figura 38 – Vazão média de longo termo mensal – UG8 81

Figura 39 – Permanência das vazões médias mensais – UG1 84

Figura 40 – Permanência das vazões médias mensais – UG2 84

Figura 41 – Permanência das vazões médias mensais – UG3 85

Figura 42 – Permanência das vazões médias mensais – UG4 85

Figura 43 – Permanência das vazões médias mensais – UG5 86

Figura 44 – Permanência das vazões médias mensais – UG6 86

Figura 45 – Permanência das vazões médias mensais – UG7 87

Figura 46 – Permanência das vazões médias mensais – UG8 87

Figura 47 – Vazão com 98% do tempo nas UGs 88

Figura 48 – Vazão mínima anual de sete dias consecutivos e período de retorno de 10 anos nas UG 102

Figura 49 – Área abastecida pela ETA Morro dos Quadros 106

Figura 50 – Pontos de monitoramento de qualidade da água superficial 145

Figura 51 – APPs de margens de rios, nascentes e lagos naturais 153

Figura 52 – Metodologia empregada no diagnóstico dos recursos hídricos subterrâneos 156

Figura 53 – Localização dos poços cadastrados na SDS, na Casan e no Siagas, e processos minerários de exploração de água mineral cadastrados no DNPM 162

Figura 54 – Mapa das zonas aquíferas da bacia do Rio Cubatão do Sul, Madre e bacias contíguas e localização dos poços cadastrados no Siagas 164

Figura 55 – Interpretação das principais direções de fraturamento observadas na área de estudo utilizando o modelo sombreado 171

Figura 56 – Interpretação das principais direções de fraturamento observadas na área de estudo utilizando o modelo sombreado e suas respectivas zonas aquíferas 171

Figura 57 – Demanda hídrica subterrânea no local dos poços cadastrados 175

Figura 58 – Densidade de Demanda Hídrica Subterrânea 176

Figura 59 – Panorama geral dos usos múltiplos da água subterrânea por número de usuários cadastrados 177

Figura 60 – Panorama geral dos usos múltiplos da água subterrânea por porcentagem de demanda total mensal 177

Figura 61 – Classificação Hidroquímica das águas de acordo com o Diagrama Triangular de Piper 181

Figura 62 – Poços Consultados para a caracterização hidroquímica e zonas aquíferas 183

Figura 63 – Plotagem das amostras no Diagrama de Piper 184

Figura 64 – Pontos de monitoramento de qualidade da água subterrânea 186

Figura 65 – Mapa de textura dos solos da bacia do Rio Cubatão Sul, Madre e bacias contíguas e pontuações relativas a vulnerabilidade natural 192

Figura 66 – Declividade do terreno da área de estudo 193

Figura 67 – Mapa de espessura dos solos da bacia do Rio Cubatão Sul, Madre e bacias contíguas e pontuações relativas a vulnerabilidade natural 194

Figura 68 – Mapa de densidade de fraturamento e lineamentos 195

Figura 69 – Mapa das zonas aquíferas da bacia do Rio Cubatão Sul, Madre e bacias contíguas e pontuações relativas a vulnerabilidade natural 196

Figura 70 – Matriz de cálculo e índices de vulnerabilidade a serem obtidos a partir da aplicação do método GOD e sua respectiva classificação 197

Figura 71 – Mapa de vulnerabilidade das bacias do Rio Cubatão Sul, Madre e bacias contíguas198

Figura 72 – Quadro de classificação dos problemas de qualidade da água subterrânea 199

Figura 73 – Atividades comuns que geram risco de poluição nas águas subterrâneas 199

Figura 74 – Classificação do sistema aquífero quanto à vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação 200

Figura 75 – Mapa de possibilidade da existência de carga poluente..... 201

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Lista de estruturas náuticas nas bacias dos Rios Cubatão Sul, Madre e Contíguas .. 13

Tabela 2 – Dados gerais dos PMSB..... 19

Tabela 3 – População abastecida pelo sistema de água e extensão total da rede existente 20

Tabela 4 – Resumo das informações dos sistemas de abastecimento de água que tiveram questionários respondidos pelas entidades..... 24

Tabela 5 – População abastecida pelo sistema de esgoto e extensão total da rede existente .. 25

Tabela 6 – Caracterização do sistema de tratamento dos municípios da bacia 27

Tabela 7 – Diagnóstico da infraestrutura hídrica de abastecimento público realizada pela ANA para os municípios das bacias em estudo 29

Tabela 8 – Recomendações e constatações feitas pelas agências reguladoras para os sistemas de abastecimento nas bacias em estudo 30

Tabela 9 – Resumo das informações dos sistemas de esgotamento sanitário que tiveram questionários respondidos pelas entidades Elaboração própria (2017)..... 31

Tabela 10 – Resumo das informações do sistema de drenagem de Águas Mornas..... 31

Tabela 11 – Caracterização do órgão gestor dos resíduos sólidos urbanos 32

Tabela 12 – Destino dos resíduos sólidos domiciliares, públicos e hospitalares 32

Tabela 13 – Caracterização das unidades de processamento de resíduos sólidos urbanos..... 34

Tabela 14 – Situação da coleta seletiva de lixo nos municípios da bacia 34

Tabela 15 – Resumo das informações do sistema de coleta de resíduos sólidos do município de Águas Mornas..... 35

Tabela 16 – Dados de produção de piscicultura de água doce na Regional da Grande Florianópolis da Epagri 40

Tabela 17 – Ponto de captação e lançamento de cadastros no Sistema CEURH para as bacias hidrográficas em estudo 42

Tabela 18 – Inventário das estações fluviométrica do HidroWeb da região do PRH (parte 1) .. 57

Tabela 19 – Inventário das estações fluviométrica do HidroWeb da região do PRH (parte 2) .. 57

Tabela 20 – Inventário das estações pluviométrica do HidroWeb da região do PRH..... 59

Tabela 21 – Legenda que se aplica da Tabela 22 à Tabela 31..... 60

Tabela 22 – Período de dados disponíveis das estações fluviométrica convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 1) 61

Tabela 23 – Período de dados disponíveis das estações fluviométrica convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 2) 61

Tabela 24 – Período de dados disponíveis das estações fluviométrica convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 3) 62

Tabela 25 – Período de dados disponíveis das estações fluviométrica convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 4) 62

Tabela 26 – Período de dados disponíveis das estações fluviométrica convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 5) 63

Tabela 27 – Período de dados disponíveis das estações pluviométricas convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 1) 64

Tabela 28 – Período de dados disponíveis das estações pluviométricas convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 2) 65

Tabela 29 – Período de dados disponíveis das estações pluviométricas convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 3) 66

Tabela 30 – Período de dados disponíveis das estações pluviométricas convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 4) 67

Tabela 31 – Período de dados disponíveis das estações pluviométricas convencionais do HidroWeb da região do PRH (parte 5) 68

Tabela 32 – Percentual de área da UG dentro dos municípios..... 73

Tabela 33 – Vazão média de longo termo e vazão específica..... 74

Tabela 34 – Vazão média de longo termo e vazão específica (continuação) 74

Tabela 35 – Vazão média de longo termo mensal 77

Tabela 36 – Vazão média de longo termo mensal (continuação)..... 77

Tabela 37 – Vazão média de longo termo mensal específica 82

Tabela 38 – Vazão média de longo termo mensal específica (continuação)..... 82

Tabela 39 – Permanência das vazões médias mensais 83

Tabela 40 – Permanência das vazões médias mensais (continuação)..... 83

Tabela 41 – Vazões mínimas médias de t meses consecutivos 89

Tabela 42 – Vazões mínimas médias de t meses consecutivos (continuação) 89

Tabela 43 – Vazão mínima de um mês consecutivo e período de retorno T (anos) por UG 91

Tabela 44 – Vazão mínima de 2 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG 92

Tabela 45 – Vazão mínima de 3 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG 93

Tabela 46 – Vazão mínima de 4 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG 93

Tabela 47 – Vazão mínima de 5 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG 94

Tabela 48 – Vazão mínima de 6 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG 95

Tabela 49 – Vazão mínima de 7 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG 96

Tabela 50 – Vazão mínima de 8 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG 96

Tabela 51 – Vazão mínima de 9 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG 97

Tabela 52 – Vazão mínima de 10 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG .. 98

Tabela 53 – Vazão mínima de 11 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG .. 98

Tabela 54 – Vazão mínima de 12 meses consecutivos e período de retorno T (anos) por UG .. 99

Tabela 55 – Vazões mínimas anuais médias de 7 dias consecutivos 100

Tabela 56 – Vazões mínimas anuais médias de 7 dias consecutivos (continuação) 100

Tabela 57 – Vazões mínimas anuais médias de 7 dias consecutivos e período de retorno T... 101

Tabela 58 – Vazões mínimas anuais médias de 7 dias consecutivos e período de retorno T (continuação) 101

Tabela 59 – População residente nas áreas urbanas, em número de habitantes, estimada para o ano de 2016 para cada um dos municípios das bacias 107

Tabela 60 – Coeficientes CM, VE e CE estimados para o ano de 2016 e o coeficiente CP, calculado para o ano de 2016, para cada município..... 108

Tabela 61 – População residente nas áreas rurais, em número de habitantes, estimada para o ano de 2016 para cada um dos municípios das bacias 109

Tabela 62 – Quantidade estimada de visitantes, por município no ano de 2016..... 111

Tabela 63 – Tempos médio de estadia da população flutuante adotados para os municípios das bacias..... 112

Tabela 64 – Área superficial alagada (ha) para a produção de piscicultura em água doce estimada por município das bacias para o ano de 2016..... 113

Tabela 65 – Efetivo de rebanhos por espécie animal e por município das bacias estimados para o ano de 2016..... 115

Tabela 66 – Coeficientes de retirada de água atribuídos por espécie animal criada 115

Tabela 67 – Proporcionalidade e coeficientes de retorno de água atribuídos por espécie animal criada nas bacias 116

Tabela 68 – Área irrigada, em 2015, por município das bacias 117

Tabela 69 – VAB a preços correntes (1.000 R$) estimados para 2016 por tipo de atividade industrial e por município das bacias..... 120

Tabela 70 – Coeficientes de retirada de água atribuídos por tipo de atividade industrial..... 121

Tabela 71 – Coeficientes de retorno de água atribuídos por tipo de atividade industrial. 121

Tabela 72 – VAB a preços correntes (1.000 R$) da indústria extrativa estimados para 2016 para os municípios das bacias em estudo 124

Tabela 73 – Variáveis econômicas estimadas para o cálculo das demandas hídricas das bacias em estudo..... 128

Tabela 74 – Vazões de retirada, retorno e consumo de abastecimento urbano, calculadas para os municípios das bacias em estudo 129

Tabela 75 – Vazões de retirada, retorno e consumo de abastecimento rural, calculadas para os municípios das bacias em estudo..... 130

Tabela 76 – Vazões de retirada de abastecimento da população flutuante, calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo..... 131

Tabela 77 – Vazões de retorno de abastecimento da população flutuante calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo. 131

Tabela 78 – Vazões de consumo de abastecimento da população flutuante, calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo..... 132

Tabela 79 – Vazões de retirada, retorno e consumo para a atividade da aquicultura, calculadas para os municípios das bacias em estudo..... 133

Tabela 80 – Vazões de retirada para a criação animal, calculadas por espécie para os municípios das bacias em estudo 133

Tabela 81 – Vazões de retorno para a criação animal, calculadas por espécie para os municípios das bacias em estudo 134

Tabela 82 – Vazões de consumo para a criação animal, calculadas por espécie para os municípios das bacias em estudo 134

Tabela 83 – Vazões de retirada de água para irrigação, calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo. 135

Tabela 84 – Vazões de retorno de água para irrigação, calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo 135

Tabela 85 – Vazões de consumo de água para irrigação, calculadas por mês para os municípios das bacias em estudo 136

Tabela 86 – Vazões de retirada, retorno e consumo de água para uso industrial, calculadas por metodologia proposta, para os municípios das bacias em estudo 137

Tabela 87 – Vazões de retirada, retorno e consumo de água para mineração, calculadas para os municípios das bacias em estudo..... 137

Tabela 88 – Demandas hídricas totais mensais de retirada de água, calculadas para os municípios das bacias em estudo 139

Tabela 89 – Demandas hídricas totais mensais de retorno de água, calculadas para os municípios das bacias em estudo 140

Tabela 90 – Demandas hídricas totais mensais de consumo de água, calculadas para os municípios das bacias em estudo 140

Tabela 91 – Demandas hídricas totais anuais de retirada de água por tipo de atividade, calculadas para os municípios das bacias em estudo 142

Tabela 92 – Demandas hídricas totais anuais de retorno de água por tipo de atividade, calculadas para os municípios das bacias em estudo 142

Tabela 93 – Demandas hídricas totais anuais de consumo de água por tipo de atividade, calculadas para os municípios das bacias em estudo 143

Tabela 94 – Parâmetros de qualidade de água das estações Poço Fundo e ETA Casan Montante146

Tabela 95 – Relação e identificação dos pontos de monitoramento de qualidade da água da Fatma 148

Tabela 96 – Relação e identificação dos pontos de monitoramento de qualidade da água superficial da Casan 150

Tabela 97 – Usos do solo nas APPs da bacia 153

Tabela 98 – Principais trabalhos acadêmicos utilizados para o levantamento de dados do diagnóstico de águas subterrâneas 158

Tabela 99 – Número de poços cadastrados no SIAGAS, por município da bacia 159

Tabela 100 – Poços outorgados cadastrados na SDS 159

Tabela 101 – Número de poços cadastrados CEURH, por município da bacia 160

Tabela 102 – Poços de captação de água subterrânea monitorados pela Casan 161

Tabela 103 – Usuários de água subterrânea mineral contatados 161

Tabela 104 – Número de poços identificados por zona aquífera e % de área de cada zona aquífera por município 165

Tabela 105 – Demanda hídrica por município da bacia 175

Tabela 106 – Dados das análises químicas dos poços consultados 182

Tabela 107 – Classificação das águas subterrâneas 185

Tabela 108 – Pontos de monitoramento de qualidade da água subterrânea 186

Tabela 109 – Análise de qualidade da água do ponto de captação do SAA Garopaba (Poço 14)188

Tabela 110 – Análise de qualidade da água do ponto de captação do SAA Paulo Lopes - Sorocaba 189

Tabela 111 – Análise de qualidade da água do ponto de captação de uma rede hoteleira de Santo Amaro da Imperatriz. 189

Tabela 112 – Classes e índices de vulnerabilidade para textura do solo da área de estudo 192

Tabela 113 – Classes de declividade e seus respectivos limites percentuais e índices de vulnerabilidade..... 193

Tabela 114 – Classes e índices de vulnerabilidade para espessura do solo da área de estudo 194

Tabela 115 – Intervalos estatísticos utilizados para definição de classes de densidade de fraturamento..... 195

Tabela 116 – Classes de densidade de fraturas 195

Tabela 117 – Classes e índices de vulnerabilidade das zonas aquíferas 196

Tabela 118 – Classes de vulnerabilidade adotadas..... 197

Tabela 119 – Níveis qualitativos baseado em POSH para fontes de carga poluente..... 200

Tabela 120 – Área alagada referente à piscicultura dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (2015) 218

Tabela 121 – Coeficientes de retirada de água mensal para irrigação de arroz inundado nos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas..... 218

Tabela 122 – Coeficientes de retirada de água mensal para irrigação de cana de açúcar nos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas..... 219

Tabela 123 – Coeficientes de retirada de água mensal para irrigação das demais culturas nos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas..... 219

Tabela 124 – VAB da indústria da transformação e da construção civil dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (R$ 1.000) (2013)..... 220

Tabela 125 – VAB da indústria extrativa dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (R$ 1.000) (2013) 220

Tabela 126 – Consumo médio per capita de água dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (l/hab/dia) (2015)..... 221

Tabela 127 – Volume de água disponibilizado por economia dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (m³/mês) (2015)..... 221

Tabela 128 – Consumo médio de água por economia dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (m³/mês) (2015) 222

Tabela 129 – População total, rural e urbana dos municípios da bacia dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas (habitantes) (2015) 222

Tabela 130 – Parâmetros de qualidade de água – canal de drenagem (afluente Rio da Madre)228

Tabela 131 – Parâmetros de qualidade de água – Rio Maruim e afluente Córrego dos Pombos (parte 1)..... 229

Tabela 132 – Parâmetros de qualidade de água – Rio Maruim e afluente Córrego dos Pombos (parte 2)..... 230

Tabela 133 – Parâmetros de qualidade de água – Rio Maruim e afluente Córrego dos Pombos (parte 3)..... 231

Tabela 134 – Parâmetros de qualidade de água – Rio Maruim e afluente Córrego dos Pombos (parte 4)..... 232

Tabela 135 – Parâmetros de qualidade de água – Rio Maruim e afluente Córrego dos Pombos (parte 5)..... 233

Tabela 136 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 1) 240

Tabela 137 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 2) 241

Tabela 138 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 3) 241

Tabela 139 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 4) 242

Tabela 140 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 5) 243

Tabela 141 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 6) 243

Tabela 142 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 7) 244

Tabela 143 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 8) 245

Tabela 144 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 9) 245

Tabela 145 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 10) 246

Tabela 146 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 11) 247

Tabela 147 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 12) 247

Tabela 148 – Parâmetro de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 13)..... 248

Tabela 149 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 14) 249

Tabela 150 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 15) 249

Tabela 151 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 16) 250

Tabela 152 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 17) 251

Tabela 153 – Parâmetros de qualidade de água – água bruta – Casan (parte 18) 251

Tabela 154 – Poços cadastrados no Siagas 260

Tabela 155 – Poços cadastrados SDS 264

LISTA DE SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Acatmar	Associação Náutica Brasileira
AD	Área de drenagem
ANA	Agência Nacional de Águas
Aneel	Agência Nacional de Energia Elétrica
Anvisa	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
APP	Área de Preservação Permanente
Aresp	Associação de Recicladores Esperança
ATT	Área de Transbordo e Triagem
BCB	Banco Central do Brasil
Casan	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
Cedap	Centro de Diagnósticos Anátomo Patológicos
Cehpar	Centro de Hidráulica e Hidrologia Prof. Parigot de Souza
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
Cetres	Centro de Tratamento de Resíduos
CEURH	Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos
CGH	Centrais Geradoras Hidrelétricas
Cidasc	Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de SantaCatarina
CMC	Cubatão, Madre e Bacias Contíguas
CNAE	Classificação Nacional de Atividades Econômicas
Comcap	Companhia Melhoramentos da Capital
Conama	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais
CREP	Criar, Reciclar, Educar e Preservar
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNPM	Departamento Nacional de Produção Mineral
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Epagri	Empresa de pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina

ETA	Estação de Tratamento de Água
ETE	Estação de Tratamento de Esgoto
Fapesc	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina
Fatma	Fundação do Meio Ambiente
Fiesc	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
Funarbe	Fundação Arthur Bernardes
Funceme	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
HidroWeb	Sistema de Informações Hidrológicas
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MDE	Modelo digital de elevação
MMA	Ministério do Meio Ambiente
OMS	Organização Mundial da Saúde
ONS	Operador Nacional do Sistema Elétrico
PCH	Pequenas Centrais Hidrelétricas
PERH/SC	Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina
PIB	Produto Interno Bruto
PMISB	Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico
PMSB	Plano Municipal de Saneamento Básico
PNQA	Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas
PNRH	Política Nacional dos Recursos Hídricos
POSH	*Pollutant Origin; Surcharge Hydraulically*
PRH	Planos de Recursos Hídricos
RCC	Resíduos de Construção Civil
RDC	Resíduos de Construção e Demolição
SAA	Sistema de Abastecimento de Água
SAE	Sistema de Água e Esgoto
Samae	Sistema Autônomo Municipal de Água e Esgoto
Sanetal	Engenharia e Consultoria em Saneamento e Meio Ambiente Ltda.
Santur	Santa Catarina Turismo
SDS	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico sustentável
SIA	Sistema Integrado de Abastecimento

Siagas	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIF	Sistema Integrado de Abastecimento da Região de Florianópolis
Sigmine	Sistema de Informações Geográficas da Mineração
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos
SNIS	Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
SRTM	*Shuttle Radar Topography Mission*
STE	Serviços Técnicos de Engenharia S.A.
TI	Terra Indígena
UASB	*Upflow Anaerobic Sludge Blanket*
UC	Unidade de Conservação
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UG	Unidades de Gestão
Unisul	Universidade do Sul de Santa Catarina
UTM	Universal Transversa de Mercator
VAB	Valores Adicionados Brutos
VMP	Valor Máximo Permitido

Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Cubatão

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

FAPESC

GOVERNO DE SANTA CATARINA
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável