# ETAPA D – PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS

BACIAS DOS RIOS TIJUCAS, BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS

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 DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS TIJUCAS E BIGUAÇU

# PRODUTO 4

# ETAPA D - PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS TIJUCAS, BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS

NOVEMBRO/2018

# APRESENTAÇÃO

O Plano de Recursos Hídricos das Bacias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas é um instrumento da Política Nacional de Recursos Hídricos, 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 de 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, na qualidade de vida dos moradores das bacias e na 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
- **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 4 – Prognóstico das Demandas Hídricas e atende ao Plano de Trabalho Detalhado e Cronograma de Execução para Elaboração do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas.

# SÚMARIO

**Súmario** ..... **5**

**Introdução** ..... **7**

**1. Cenários de demandas hídricas** ..... **9**

1.1. Série histórica da demanda hídrica ..... 9

1.1.1. Metodologia ..... 9

1.1.2. Resultados ..... 14

1.2. Cenário tendencial de demanda hídrica ..... 18

1.2.1. Metodologia ..... 18

1.2.2. Resultados ..... 26

1.3. Cenários alternativos de demanda hídrica ..... 31

1.3.1. Metodologia ..... 32

1.3.2. Resultados ..... 36

1.4. Análise comparativa dos cenários de demanda hídrica ..... 46

**2. Estimativa de carga poluidora** ..... **51**

2.1. Carga poluidora em águas superficiais ..... 51

2.1.1. Metodologia ..... 51

2.1.2. Resultados ..... 54

2.2. Carga poluidora em águas subterrâneas ..... 63

2.2.1. Cenário tendencial ..... 63

2.2.2. Cenários alternativos ..... 68

**3. Balanços hídricos** ..... **73**

3.1. Balanços hídricos em águas superficiais ..... 73

3.1.1. Metodologia ..... 73

3.1.2. Resultados ..... 81

3.1.3. Conclusões ..... 131

3.2. Balanços hídricos em águas subterrâneas ..... 137

3.2.1. Confronto preliminar ..... 137

3.2.2. Balanço hídrico ..... 142

3.2.3. Conclusões ..... 156

**4. Identificação de áreas críticas para expansão de atividades demandadoras de água** ..... **159**

4.1. Áreas críticas para expansão de atividades demandadoras de água superficial 159

4.1.1. Metodologia ..... 159

4.1.2. Resultados ..... 161

4.1.3. Conclusões ..... 171

4.2. Áreas críticas para expansão de atividades demandadoras de água subterrânea ..... 173
4.2.1. Metodologia ..... 173
4.2.2. Resultados ..... 174
**5. Proposta de enquadramento dos cursos d'água ..... 178**
5.1. Metodologia ..... 178
5.1.1. Definição da proposta de enquadramento dos cursos d'água ..... 179
5.2. Resultados ..... 180
**6. Compatibilização de disponibilidade e demanda – Proposta de medidas ... 184**
6.1. Propostas de medidas para compatibilização de disponibilidade e demandas qualiquantitativas ..... 184
6.1.1. Saneamento básico ..... 185
6.1.2. Agricultura e irrigação ..... 191
6.1.3. Criação animal ..... 196
6.1.4. Pesca e aquicultura ..... 198
6.1.5. Indústria ..... 200
6.1.6. Mineração ..... 201
6.1.7. Transporte hidroviário e navegação ..... 203
6.1.8. Turismo e lazer ..... 203
6.1.9. Conservação de mananciais e manutenção de ecossistemas ..... 204
6.1.10. Gestão dos recursos hídricos ..... 206
**7. Considerações finais ..... 214**
**Referências ..... 216**
**Apêndices ..... 230**
Apêndice 1 – Mapa de potencial retenção de água no solo ..... 232
Apêndice 2 – Mapa de declividade ..... 236
Apêndice 3 – Mapa de potencialidade e favorabilidade à explotação ..... 240
Apêndice 4 – Mapa de potencial de infiltração ..... 244
Apêndice 5 – Mapa de identificação das áreas críticas para expansão de atividades demandadoras de águas superficiais ..... 248
Apêndice 6 – Proposta de enquadramento dos cursos d'água ..... 252
Apêndice 7 – Oficinas de enquadramento participativo ..... 256
Apêndice 8 – Articulação e compatibilização de interesses internos e externos à bacia ..... 274
**Lista de siglas ..... 294**
**Lista de figuras ..... 298**
**Lista de tabelas ..... 302**

# INTRODUÇÃO

O Plano de Recursos Hídricos é um dos instrumentos de planejamento previstos 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 da bacia hidrográfica. No documento, 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 Produto da Etapa D – Prognóstico das Demandas Hídricas das Bacias Hidrográficas dos rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas.

Cabe destacar que a partir desta etapa todas as informações são apresentadas em nível de Unidade de Gestão (UG). Conforme justificado no relatório da Etapa C, as UGs são unidades de planejamento formadas por um conjunto de sub-bacias hidrográficas com características socioambientais semelhantes. As UGs da área de estudo são apresentadas na Figura 1.

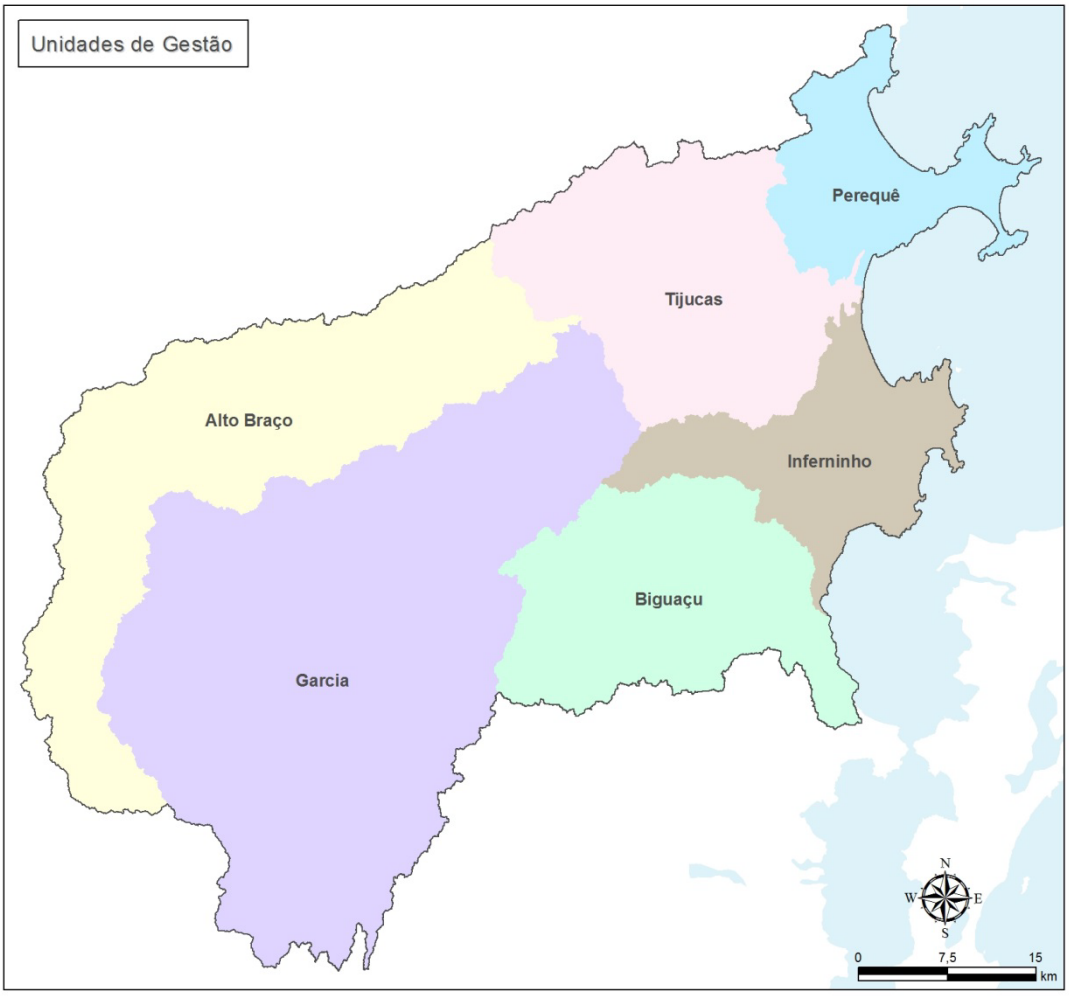



**Figura 1 – Unidades de Gestão definidas para as Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas**
Elaboração própria (2018)

Este relatório está organizado em seis capítulos, cuja ordem e estruturação difere das atividades apresentadas no Plano de Trabalho (Produto da Etapa A). A reestruturação deste Produto foi realizada de maneira que as informações apresentadas estejam cronologicamente e tecnicamente consoantes à ordem de execução das atividades e construção da proposta de enquadramento de corpos d'água.

O Capítulo 1 – Cenários de demandas hídricas apresenta os cenários de crescimento das demandas hídricas construídos para o Plano. São abordados os três cenários propostos, os horizontes do plano em que são trabalhados os cenários e a metodologia de construção de cada cenário com as hipóteses e premissas assumidas. É apresentada também a série histórica da demanda hídrica, necessária à construção dos cenários. Posteriormente são exibidos os resultados do cálculo de demanda hídrica por UG, horizonte do Plano e cenário. Ao final é apresentada a análise comparativa entre os resultados de demanda hídrica dos três cenários.

No Capítulo 2 é apresentada a estimativa de carga poluidora. As cargas foram estimadas com base na metodologia estabelecida para o cálculo das demandas hídricas, conforme se indica no Capítulo 1. Foram estimadas as cargas poluidoras em águas superficiais e subterrâneas para cada horizonte do projeto e cenário estabelecido. Da mesma maneira, estas foram estimadas para múltiplos usos d'água, tais quais esgotamento sanitário, criação animal, agricultura e poluição difusa.

O Capítulo 3 – Balanços hídricos apresenta os balanços hídricos executados para as bacias em estudo, os quais foram construídos a partir dos resultados das demandas hídricas apresentados no Capítulo 1, as cargas estimadas no Capítulo 2 e as disponibilidades hídricas apresentadas no relatório da Etapa C. São apresentados os balanços hídricos quantitativos e qualiquantitativos realizados para corpos d'águas superficiais e os balanços quantitativos realizados para águas subterrâneas. Além disso, são abordadas as metodologias com as premissas e as hipóteses adotadas para o cálculo dos balanços, os resultados dos balanços por cenário e o horizonte do Plano.

O Capítulo 4 trata do levantamento de áreas críticas para expansão das atividades demandadoras de água. Para águas superficiais, apresentam-se a metodologia com as bases de dados e os critérios adotados para identificação das áreas críticas, os resultados com as áreas críticas identificadas por UG e, ao final, uma avaliação geral das áreas críticas nas bacias em estudo. Para águas subterrâneas são apresentadas as áreas críticas identificadas a partir dos resultados dos balanços hídricos em águas subterrâneas.

O Capítulo 5 apresenta a proposta de enquadramento dos corpos d'água das bacias em estudo. A proposta de enquadramento foi construída a partir dos resultados dos balanços hídricos qualiquantitativos (Capítulo 3), das informações inerentes ao mapeamento de áreas críticas (Capítulo 4) e das oficinas de enquadramento participativo. No Capítulo 5 são descritas as oficinas de enquadramento realizadas, a metodologia e os critérios adotados na definição da proposta de enquadramento e a proposta de enquadramento por trecho hídrico das bacias em estudo.

Por fim, no Capítulo 6 discorre-se sobre as propostas de medidas para compatibilização das disponibilidades e demandas qualiquantitativas. As medidas foram propostas de modo a solucionar os conflitos identificados ao longo desta etapa e das etapas anteriores do Plano e também de modo a atender ao enquadramento sugerido no Capítulo 5.

# 1. Cenários de demandas hídricas

Nesta atividade foi realizada a montagem dos cenários de crescimento das demandas hídricas. Os cenários foram construídos a partir da série histórica das demandas hídricas, considerando os múltiplos usos da água (abastecimento urbano, abastecimento rural, abastecimento flutuante, aquicultura, criação animal, irrigação, uso industrial e mineração) e três horizontes temporais do Plano: curto (2023), médio (2027) e longo (2031) prazo.

Foram construídos três cenários para o Plano em questão. Um cenário chamado de tendencial e dois cenários alternativos, um otimista e outro moderado. O cenário tendencial pressupõe-se que seja o mais pessimista em termos de demanda hídrica, uma vez que não define qualquer alteração no índice de perdas de água ou ainda que mais nenhuma ação é tomada para que essa tendência se modifique, seguindo apenas a trajetória tendencial do consumo atual. O cenário alternativo, considerado otimista, é o que apresenta a menor demanda hídrica projetada. O cenário alternativo, considerado moderado em termos de demanda hídrica, parte da premissa de que a redução da demanda hídrica esperada é de apenas 50%, ou metade, da demanda hídrica prevista no cenário alternativo com demanda hídrica otimista.

Os horizontes temporais dos cenários foram estabelecidos em consonância com o Plano Plurianual (PPA) do Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2017c). O PPA é um instrumento de planejamento governamental que orienta as diretrizes, objetivos e metas para os investimentos públicos em um período de quatro anos. Logo, os horizontes definidos foram: curto prazo em 2023; médio prazo em 2027; e longo prazo em 2031. O ano de 2019 foi desconsiderado devido à proximidade da data de conclusão do plano em 2018.

No Capítulo 1.1 são apresentadas as séries históricas de demanda hídrica calculadas de 2010 a 2016 por Unidades de Gestão (UG). No Capítulo 1.2 são apresentadas as estimativas de projeção tendencial e os resultados da demanda hídrica por uso e por UGs para os três horizontes temporais. No Capítulo 1.3 é apresentada a metodologia de construção do cenário alternativo otimista e moderado e os resultados da demanda hídrica para cada um dos cenários, por uso, por UGs e para cada um dos três horizontes temporais do Plano. No Capítulo 1.4 é apresentada a análise comparativa dos cenários de demandas hídricas.

As informações identificadas nesta fase são utilizadas na realização do balanço hídrico e ao longo das próximas atividades da etapa D.

## 1.1. SÉRIE HISTÓRICA DA DEMANDA HÍDRICA

Este Capítulo apresenta a metodologia de distribuição das demandas hídricas por UG e o resultado da série histórica das demandas hídricas por UGs e por tipo de uso d'água.

### 1.1.1. Metodologia

#### 1.1.1.1. Cálculo da série histórica municipal

Para o posterior agrupamento das demandas em UG e para a construção dos cenários futuros de demanda hídrica, inicialmente foi realizado o cálculo da série histórica da demanda

hídrica por município. Foi calculada a demanda hídrica de retirada para os anos de 2010 a 2016. A série da demanda hídrica tem início no ano de 2010 em decorrência da disponibilidade de dados.

A metodologia utilizada para o cálculo das demandas hídricas municipais é análoga à metodologia apresentada no Relatório da Etapa C. Em decorrência da ausência de alguns dados para a série histórica considerada, foram realizados ajustes na metodologia de cálculo. Os ajustes na metodologia foram realizados para os seguintes usos: abastecimento urbano, abastecimento flutuante, aquicultura, irrigação e uso industrial. As alterações realizadas nestes usos são apresentadas nesta subseção.

## Abastecimento urbano

Foi realizada uma análise de sensibilidade dos valores da série histórica dos coeficientes Consumo Médio *Per Capita* de Água, Volume de Água Disponibilizado por Economia e Consumo Médio de Água por Economia, de modo que as demandas hídricas calculadas tivessem tendência de evolução semelhante às tendências de crescimento populacional levantadas.

Os dados de abastecimento de água, coletados através do SNIS (BRASIL, 2013), não apresentaram valores referentes aos indicadores de interesse necessários ao cálculo da demanda hídrica (População Atendida por Sistema de Abastecimento Público, Consumo Médio *Per Capita* de Água, Volume de Água Disponibilizado por Economia e Consumo Médio de Água por Economia), para o município de Porto Belo nos anos de 2010 e 2011, assim como para três dos indicadores no ano de 2015 para o município de São João Batista.

De forma a prover a continuidade da série, os valores faltantes foram preenchidos com os valores existentes dos anos mais próximos. Assim, os valores de 2010 e 2011 foram preenchidos com os valores de 2012 no caso do município de Porto Belo. Para o município de São João Batista, os valores de 2014 serviram para preencher as informações faltantes de 2015.

## Abastecimento flutuante

As estimativas de visitantes internacionais e nacionais discriminadas por municipalidades, as quais compuseram os dados desta seção, foram obtidas utilizando 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 S.A. (SANTUR, [2016]). 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 de 2012 e 2013. De forma a obter dados para os anos anteriores, foram calculados coeficientes de proporcionalidade das visitas de cada município em relação ao total estadual. Utilizando estes coeficientes, foi possível distribuir, no âmbito de desagregação municipal, os dados de movimentação de turistas, tanto nacionais quanto internacionais, contidos no Estudo de Demanda Turística da Santur, os quais eram de caráter estadual.

## Aquicultura

Em virtude da ausência de dados da área alagada por município na prática da piscicultura (EPAGRI, [2018]), para os anos de 2010 a 2014, foi adotada uma metodologia de estimativa dessa variável com base nos dados de área alagada, em hectares, por municípios, observada no ano de 2015. Para gerar essas estimativas foi utilizada a pesquisa de Produção anual da piscicultura, a qual é realizada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI, [2018]). O processo de construção das estimativas foi dividido em três etapas que são expostas a seguir:

- identificação da região de inserção;
- construção do coeficiente percentual de área alagada municipal;
- relação da área regional alagada com o coeficiente de área alagada municipal.

Na primeira etapa foi realizada a identificação da administração regional da Epagri a que cada um dos municípios das bacias em estudo pertence. Em seguida, utilizando os dados de área alagada municipais do ano de 2015, foi gerado o coeficiente de área alagada de cada município em relação a sua região de inserção, sendo esse coeficiente o percentual dos itens supracitados. Como última etapa, esse coeficiente foi multiplicado pelo total de área alagada em cada região, gerando o valor estimado de área alagada (ha) na piscicultura, amadora e profissional, para cada município no período entre 2010 a 2014. A limitação dessa metodologia é desconsiderar as possíveis alterações na distribuição regional de área alagada durante o período analisado.

## Área Irrigada

Foram construídas séries de área irrigada para arroz inundado, cana-de-açúcar e demais culturas e sistemas, por município, entre os anos de 2006 e 2030, com periodicidade anual, utilizando os dados do Censo Agropecuário (IBGE, [2007]) e do Atlas de Irrigação (ANA, 2017b). Os dados observados no Censo Agropecuário são referentes ao ano de 2006, enquanto os do Atlas de Irrigação estabelecem as áreas referentes a 2015 e projetam os dados para o ano de 2030. Os valores são relativos à área irrigada para as culturas de arroz inundado, cana-de-açúcar e demais culturas e sistemas, sendo a unidade de medida “hectares”. Os valores para os anos entre os relatórios (2006-2015, 2015-2030) foram obtidos através de interpolação log-linear, realizada com base nos valores dos extremos obtidos previamente, o que proporcionou dados em periodicidade anual entre 2006 e 2030.

## Uso industrial

Para realizar o cálculo da demanda hídrica do uso industrial foi aplicada a metodologia A, conforme apresentado no Relatório da Etapa C. Ressalta-se que em decorrência da ausência de informações para os anos anteriores, a metodologia B (também apresentado no Relatório da Etapa C), do uso do industrial não pôde ser replicada.

Depois de calculadas as séries históricas de demanda hídrica municipais, foi realizada a distribuição destas demandas por UGs. A metodologia e as hipóteses atribuídas para a distribuição são apresentas no Capítulo 1.1.1.2.

#### 1.1.1.2. Agrupamento em Unidades de Gestão

Para a distribuição das demandas hídricas foi desenvolvida uma metodologia que relacionou as demandas às bases de dados espaciais já existentes. Para cada uso de água foi atribuída a distribuição espacial de uma base de dados geográficos. As bases de dados utilizadas foram: Uso e Ocupação do Solo (elaborada e apresentada no relatório C, item referente à "Dinâmica física e ambiental"); Processos Minerários (DNPM, [2017]); e ainda Indústrias, gerado a partir de informações da Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina (FIESC, [2017]) e do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH).

A demanda hídrica de abastecimento urbano e de abastecimento rural tiveram como referência o uso e ocupação do solo de área urbanizada, de forma que a diferenciação entre rural e urbano se deu a partir da base de dados geográficos de Setores Censitários do IBGE (2010).

A demanda hídrica de irrigação teve como referência o uso e ocupação do solo de agricultura.

Para identificar a demanda hídrica para indústrias foi realizada uma pesquisa no banco de dados da FIESC ([2017]) e foram selecionadas aquelas que se caracterizam como potenciais usuários de água. A partir disso, foi feita a alocação das indústrias com os endereços disponibilizados pela FIESC, compilou-se com os usuários do tipo indústria do CEURH e o resultado foi a base de dados de usos industriais da bacia.

A demanda hídrica de mineração foi identificada a partir da base de dados do DNPM ([2017]) de Processos Minerários, com enfoque nos processos de extração realizados em leito de rio. Foram consideradas as seguintes fases do processo de mineração:

- Concessão de lavra, licenciamento, registro de extração, requerimento de lavra, requerimento de licenciamento.

As demandas de criação animal e aquicultura foram geradas a partir dos seguintes temas da base de dados de Uso e Ocupação do Solo: pastagem, campos naturais e solo exposto e vegetação natural.

A partir de análises espaciais e processos realizados em ambiente SIG (Sistema de Informação Geográfica) foram calculados os coeficientes de proporção de distribuição das demandas hídricas dos municípios em cada UG. A partir dos coeficientes, foram posteriormente distribuídas as demandas municipais nas UGs. Portanto a demanda hídrica de cada UG corresponde ao somatório da demanda hídrica de cada município pertencente a UG multiplicado pelo coeficiente de proporcionalidade de cada município na UG correspondente, conforme apresentado na Tabela 1.

Os coeficientes de proporção de distribuição das demandas hídricas dos municípios em UGs são apresentados na Tabela 1.

| Município | Unidades de Gestão | Abastecimento urbano | Abastecimento rural | Abastecimento flutuante | Aquicultura | Criação animal | Irrigação | Uso industrial | Mineração |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| São José | Biguaçu | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| Nova Trento | Tijucas | 0,08 | 0,81 | 0,08 | 0,07 | 0,07 | 0,03 | 0,50 | 0,00 |
| | Alto Braço | 0,92 | 0,19 | 0,92 | 0,93 | 0,93 | 0,97 | 0,50 | 1,00 |
| Leoberto Leal | Alto Braço | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 |
| Angelina | Garcia | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Porto Belo | Perequê | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Biguaçu | Inferninho | 0,23 | 0,23 | 0,23 | 0,48 | 0,48 | 0,34 | 0,30 | 0,40 |
| | Biguaçu | 0,77 | 0,77 | 0,77 | 0,52 | 0,52 | 0,66 | 0,70 | 0,60 |
| Antônio Carlos | Biguaçu | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Major Gercino | Garcia | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Gov. Celso Ramos | Inferninho | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Itapema | Perequê | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Bombinhas | Perequê | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 0,00 | 1,00 | 1,00 |
| Rancho Queimado | Garcia | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |
| Tijucas | Perequê | 0,52 | 0,00 | 0,52 | 0,03 | 0,03 | 0,07 | 0,17 | 0,06 |
| | Tijucas | 0,47 | 0,73 | 0,47 | 0,88 | 0,88 | 0,80 | 0,78 | 0,93 |
| | Inferninho | 0,01 | 0,27 | 0,01 | 0,09 | 0,09 | 0,14 | 0,04 | 0,01 |
| São João Batista | Tijucas | 0,55 | 0,18 | 0,55 | 0,25 | 0,25 | 0,33 | 0,73 | 0,58 |
| | Alto Braço | 0,12 | 0,00 | 0,12 | 0,02 | 0,02 | 0,02 | 0,09 | 0,05 |
| | Garcia | 0,33 | 0,82 | 0,33 | 0,73 | 0,73 | 0,66 | 0,18 | 0,37 |
| Canelinha | Tijucas | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 | 1,00 |

**Tabela 1 – Coeficientes de proporção de distribuição das demandas hídricas municipais em Unidades de Gestão**

Elaboração própria (2018)

### 1.1.2. Resultados

Da Figura 2 à Figura 9 é apresentada a série histórica da demanda hídrica mensal de retirada por uso d'água e por UG**1**. É apresentada a demanda hídrica do mês de dezembro, mês este que apresenta a maior vazão total de retirada (somatório das vazões dos múltiplos usos), portanto, considerado o mês mais crítico quanto à demanda hídrica.

Em relação ao uso de abastecimento urbano, conforme a Figura 2, a UG Biguaçu apresentou a maior demanda hídrica e um crescimento gradual ao longo da série histórica, já as UGs Alto Braço e Garcia apresentaram a menor demanda.

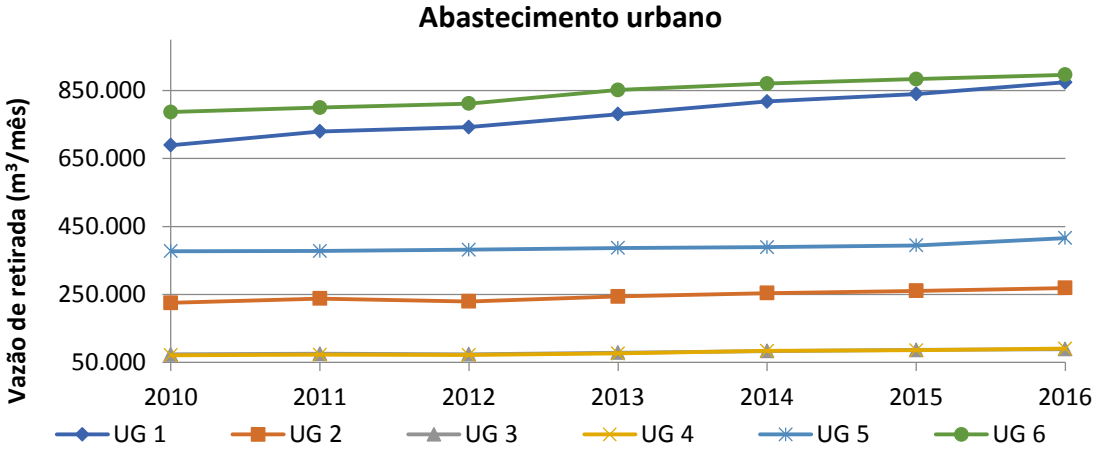



**Figura 2 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para o abastecimento urbano**
Obs.: UG 1 – Perequê; UG 2 – Tijucas; UG 3 – Alto Braço; UG 4 - Garcia; UG 5 - Inferninho; UG 6 – Biguaçu
Elaboração própria (2018)

De acordo com a Figura 3, no uso de abastecimento rural, a UG Tijucas destacou-se com a maior demanda hídrica e apresentou também uma demanda crescente ao longo da série histórica. A UG Perequê foi a que exibiu a menor demanda hídrica.

[1] UG 1 – Perequê; UG 2 – Tijucas; UG 3 – Alto Braço; UG 4 - Garcia; UG 5 - Inferninho; UG 6 – Biguaçu

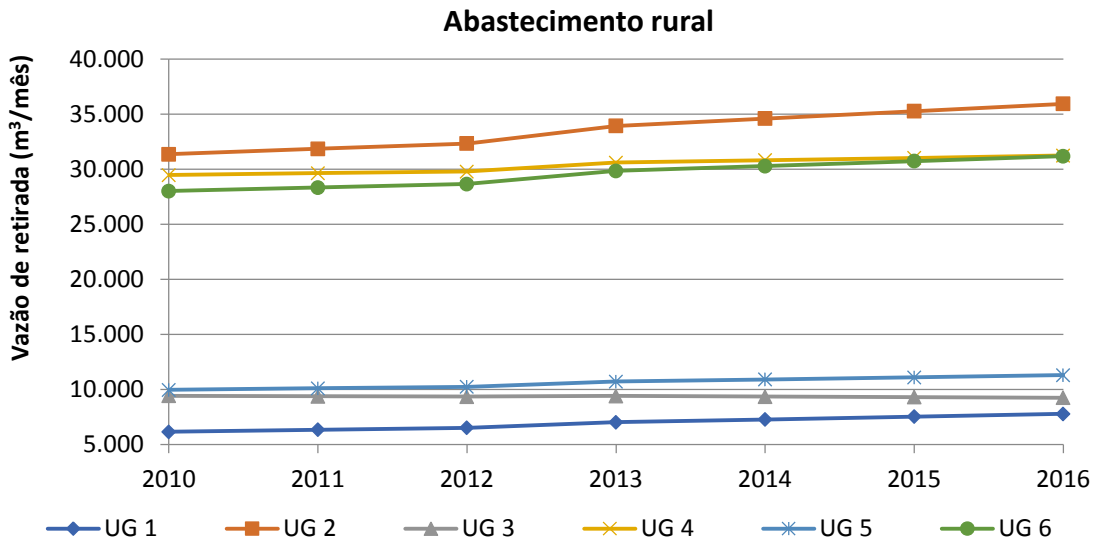



**Figura 3 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para o abastecimento rural**
Obs.: UG 1 – Perequê; UG 2 – Tijucas; UG 3 – Alto Braço; UG 4 - Garcia; UG 5 - Inferninho; UG 6 – Biguaçu
Elaboração própria (2018)

Para o abastecimento flutuante, segundo a análise da Figura 4, a UG Perequê destacou-se com a maior demanda hídrica no decorrer dos anos analisados. Entre 2010 e 2013 houve um decrescimento nas demandas de todas as UGs, mas a partir de 2013, as demandas voltaram a crescer até o final da série histórica. A menor demanda foi observada na UG Garcia.

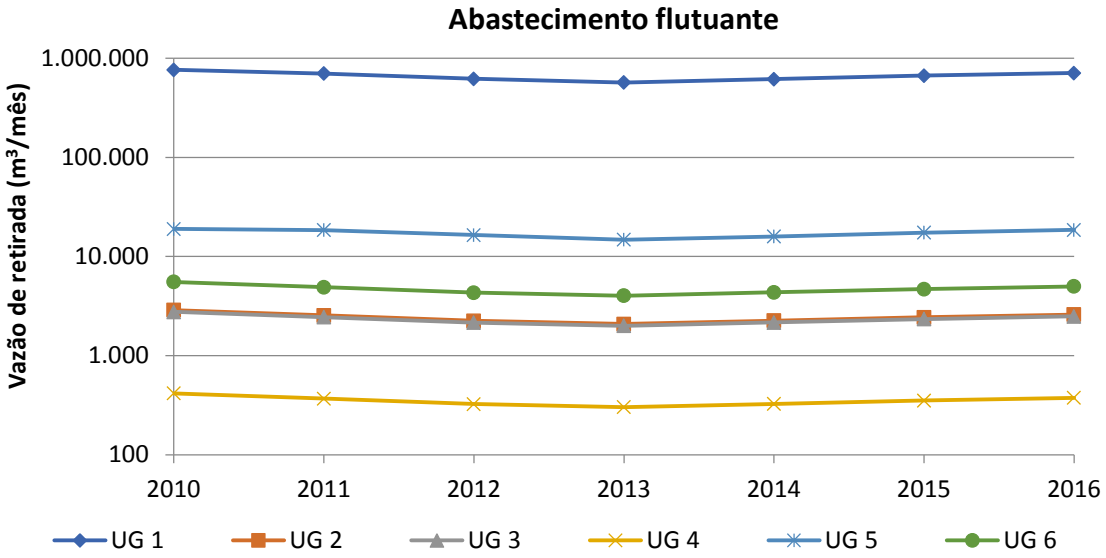



**Figura 4 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para o abastecimento flutuante**
Obs.: UG 1 – Perequê; UG 2 – Tijucas; UG 3 – Alto Braço; UG 4 - Garcia; UG 5 - Inferninho; UG 6 – Biguaçu
Elaboração própria (2018)

Em relação ao uso para a atividade de aquicultura, conforme a Figura 5, a UG Garcia se destacou com a maior demanda. As UGs Tijucas, Alto Braço, Garcia e Biguaçu apresentaram picos de demanda no ano de 2015. A UG Perequê exibiu a menor demanda hídrica ao longo da série histórica.

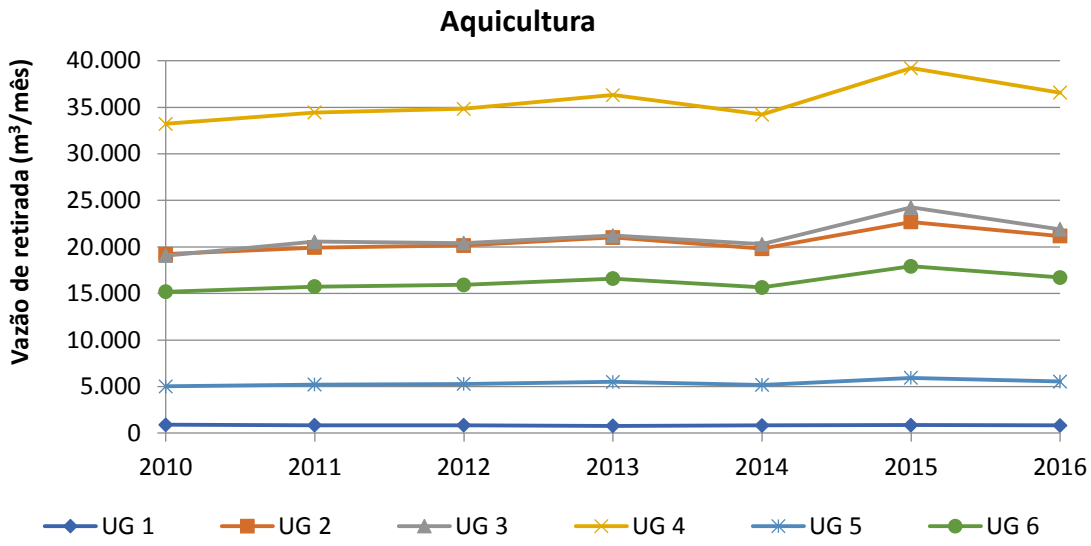



**Figura 5 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para a atividade de aquicultura**
Obs.: UG 1 – Perequê; UG 2 – Tijucas; UG 3 – Alto Braço; UG 4 - Garcia; UG 5 - Inferninho; UG 6 – Biguaçu
Elaboração própria (2018)

Como ilustrado na Figura 6, a UG Garcia destacou-se com a maior demanda hídrica para a atividade de criação animal. A menor demanda foi verificada na UG Perequê, que foi crescente entre 2010 e 2013, decresceu entre 2013 e 2015 e voltou a crescer no final da série histórica, entre 2015 e 2016.

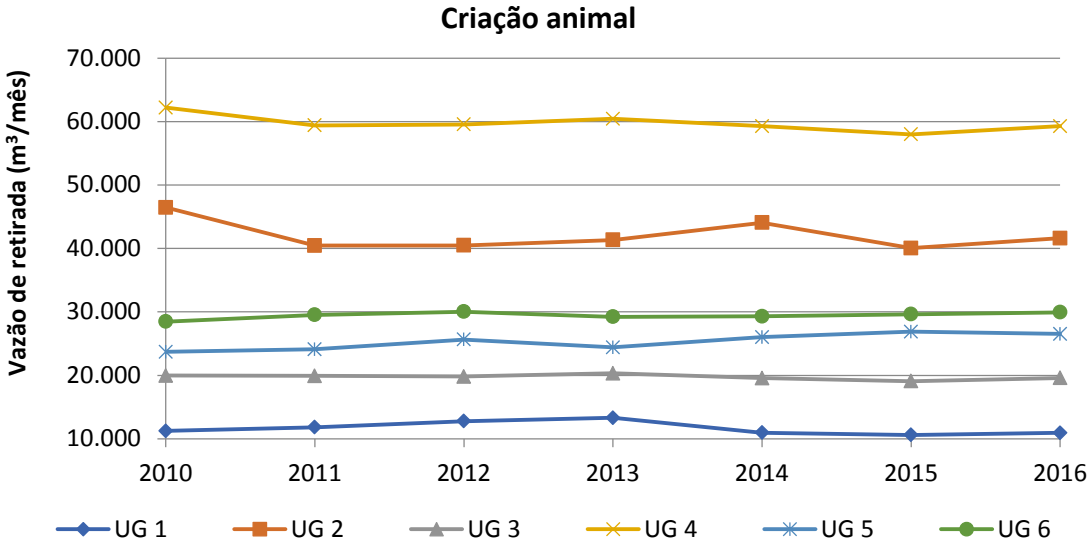



**Figura 6 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para a atividade de criação animal**
Obs.: UG 1 – Perequê; UG 2 – Tijucas; UG 3 – Alto Braço; UG 4 - Garcia; UG 5 - Inferninho; UG 6 – Biguaçu
Elaboração própria (2018)

De acordo com a Figura 7, a UG que se destacou com a maior demanda para o uso de irrigação foi a UG Tijucas. As UGs Perequê, Tijucas, Inferninho e Biguaçu apresentaram um crescimento significativo ao longo da série histórica, enquanto a UG Alto Braço exibiu um decrescimento ao longo da série histórica. A UG Tijucas foi a que mostrou um aumento mais significativo de demanda. Já a UG Garcia apresentou pouca variação de demanda ao longo dos anos analisados, e também a menor demanda.

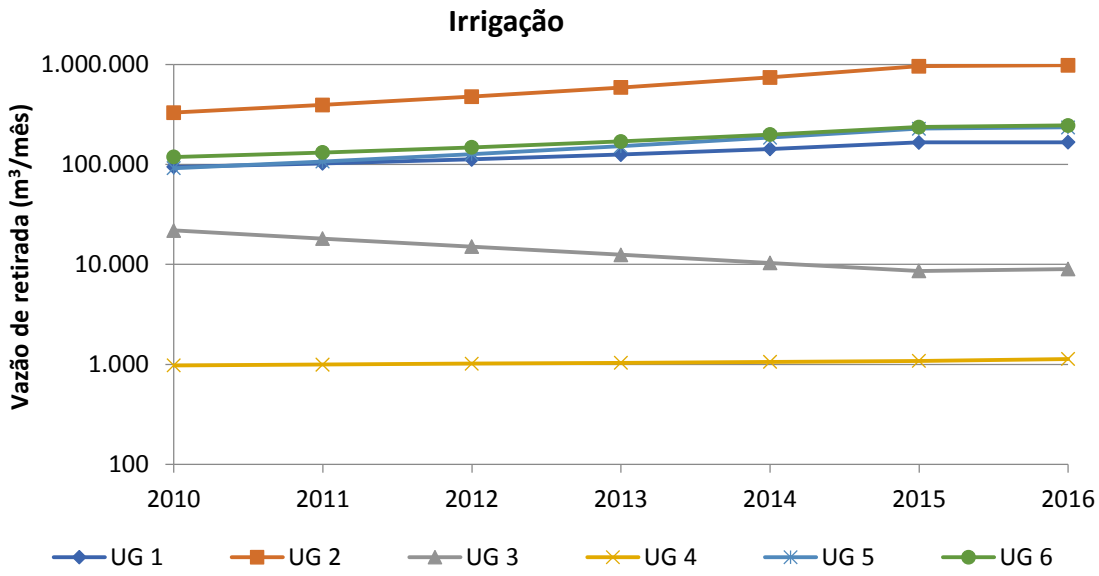



**Figura 7 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para a atividade de irrigação**
Obs.: UG 1 – Perequê; UG 2 – Tijucas; UG 3 – Alto Braço; UG 4 - Garcia; UG 5 - Inferninho; UG 6 – Biguaçu
Elaboração própria (2018)

Quanto ao uso industrial, segundo a Figura 8, a UG Biguaçu foi a que apresentou a maior demanda hídrica no decorrer dos anos analisados. As UGs Perequê, Tijucas e Biguaçu apresentaram variações de vazão de retirada significativas entre 2010 e 2016. A menor demanda da série histórica foi verificada na UG Garcia.

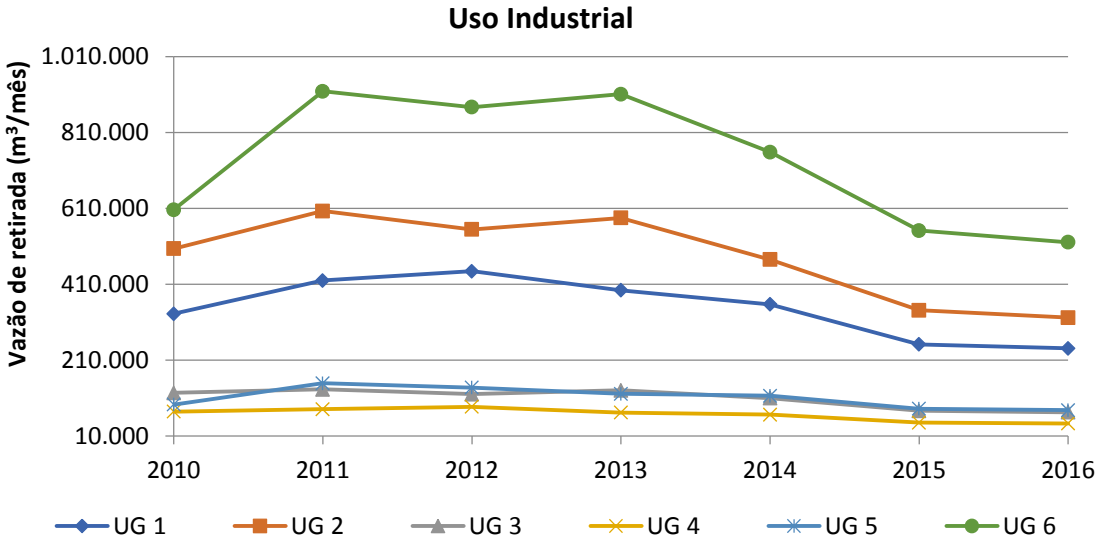



**Figura 8 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para o uso industrial**
Obs.: UG 1 – Perequê; UG 2 – Tijucas; UG 3 – Alto Braço; UG 4 - Garcia; UG 5 - Inferninho; UG 6 – Biguaçu
Elaboração própria (2018)

No caso da atividade mineradora, a UG Tijucas destacou-se com a maior demanda hídrica ao longo da série histórica, conforme pode ser observado na Figura 9. Todas as UGs apresentaram variações de vazão de retirada para este uso, mas as UGs Perequê, Alto Braço, Garcia e Biguaçu foram as que tiveram as maiores oscilações entre os anos de 2010 e 2015. A UG Inferninho foi a que apresentou a menor demanda ao longo da série histórica.

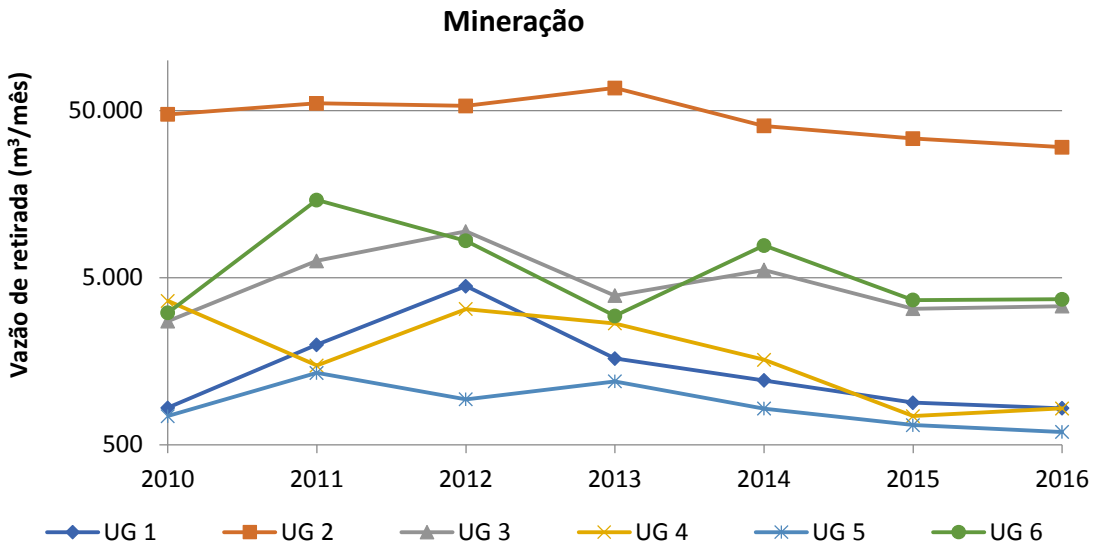



**Figura 9 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para a atividade de mineração**
Obs.: UG 1 – Perequê; UG 2 – Tijucas; UG 3 – Alto Braço; UG 4 - Garcia; UG 5 - Inferninho; UG 6 – Biguaçu
Elaboração própria (2018)

## 1.2. CENÁRIO TENDENCIAL DE DEMANDA HÍDRICA

O cenário tendencial pressupõe a continuação das tendências de desenvolvimento socioeconômicas verificadas ao longo da série histórica. A construção desse cenário tendencial da demanda hídrica de retirada foi realizada por tipo de uso da água e por Unidade de Gestão.

No Capítulo 1.2.1 é apresentada a metodologia de construção do cenário tendencial. Na metodologia é apresentado brevemente o modelo de dados em painel que é à base da estimação da tendência de crescimento da demanda hídrica de retirada. Além disso, são apresentados os procedimentos de estimação, as equações por tipo de uso d'água e os procedimentos de projeção. No Capítulo 1.2.2 são apresentadas as taxas de crescimento anual e as demandas hídricas de retirada quantificadas por uso e por UG.

### 1.2.1. Metodologia

A estimação da tendência de crescimento da demanda hídrica é realizada por meio de um modelo econométrico de dados em painel com efeitos aleatórios. O modelo 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, p. 5).

O modelo de dados em painel é apresentado matricialmente na Equação (1).

$$Y = X\beta + \mu \qquad (1)$$

Onde Y é um vetor de variáveis dependentes do modelo e X é uma matriz das variáveis explicativas. Os coeficientes estimados são representados pelo vetor β e μ é um vetor de termos de erros, que segue distribuição normal com média zero e variância $\sigma_i^2$.

O modelo com efeitos aleatórios assume o pressuposto de que os efeitos individuais não estão correlacionados. De acordo com Hsiao (2014) no caso de efeitos aleatórios, a

inferência condicional dos efeitos é realizada com base na população. No caso da análise do cenário tendencial foram empregadas as informações de todas as UGs dentro da área de estudo, e as estimativas não são generalizadas para outras localidades. Além disso, optou-se pelo efeito aleatório, pois foi empregada uma variável invariante no tempo nas estimações.

Na inferência da taxa de crescimento da demanda hídrica de retirada é realizada a previsão da variável de interesse com base em uma combinação linear dos seus valores passados, além de outras variáveis explicativas, que são destacadas pela literatura da área.

#### 1.2.1.1. Procedimentos de estimação

Para cada uso da demanda hídrica foi aplicada a mesma metodologia de estimação – painel de dados estimados via mínimos quadrados ordinários (MQO) com efeitos aleatórios. O que varia de uso para uso são as variáveis explicativas empregadas na equação. As equações são apresentadas na subseção 1.2.1.2.

O uso de variáveis log-linearizadas torna os dados moderadamente assimétricos mais normalmente distribuídos, além de permitir 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).

Para o prognóstico foi empregada uma série temporal das variáveis explicativas de 2010 até 2016. Considerando o fato do número de observações ser baixo, com um número superior de unidades *cross-section* do que unidades de tempo, isso dificulta a estimação da regressão. Para tornar mais robustas as estimações foram empregadas, complementarmente, as informações das bacias dos rios Cubatão, Madre e bacias litorâneas adjacentes para compor a base, foi aplicada uma *dummy* para diferenciar as bacias. Uma *dummy* é uma variável binária, sendo atribuído valor 1 para as bacias dos Rios Cubatão, Madre e bacias litorâneas adjacentes e valor 0 para as bacias do plano em questão.

#### 1.2.1.2. Estimativa de crescimento por uso d’água

Inicialmente são apresentados os procedimentos adotados para distribuir as variáveis explicativas que se encontram no nível municipal para nível de UG. Esses procedimentos são explicados, dado que diversas das variáveis utilizadas são comuns para as equações de projeção do cenário tendencial.

Na Tabela 2 constam as variáveis e os critérios empregados, estes decorrem da desagregação da demanda hídrica de retirada. A fim de distribuir os dados municipais previamente coletados de acordo com as UGs, foram utilizados os critérios de abastecimento urbano, abastecimento rural, abastecimento flutuante, aquicultura, criação animal, irrigação e uso industrial.

| Variável | Critério empregado |
|---|---|
| Produto Interno Bruto (PIB) (em mil reais) | Abastecimento urbano*, Abastecimento rural*, Uso industrial, Mineração, Aquicultura e Irrigação |
| População rural (em habitantes) | Abastecimento rural e Criação animal |
| Pessoal ocupado na indústria de transformação (em número de trabalhadores) | Uso industrial |
| Tarifa Média Praticada (R$/m³) | Abastecimento urbano, Abastecimento flutuante e Aquicultura |
| Quantidade de turistas (em número de turistas) | Abastecimento flutuante |
| Rebanho efetivo (em cabeças) | Criação animal |
| Área irrigada (em hectares) | Irrigação |
| Área alagada (em hectares) | Aquicultura |

*A variável referente ao PIB foi dividida de acordo com a média das áreas que compõem as proporções dos critérios de abastecimento rural e urbano, com o objetivo de contemplar todos os setores produtivos na análise.

**Tabela 2 – Variáveis e critérios de desagregação empregados na construção do cenário tendencial**
Elaboração própria (2018)

A variável tarifa média praticada (R$/m$^3$) de cada UG, que representa a relação entre a receita operacional direta total de água e esgoto (R$/ano) dividida pelo volume faturado total de água e esgoto (1.000 m³/ano), foi obtida através da média ponderada das tarifas médias dos municípios componentes da UG em questão, tomando como base a participação territorial municipal em relação ao total da UG.

As tarifas de Porto Belo para os anos de 2010 a 2014 não constavam na base de dados, e se considerou para estes anos as ocorrências mais próximas.

A seguir são apresentadas as equações para cada uso, além dos resultados dessas equações em termos de coeficientes e desvio padrão.

## Abastecimento urbano

A demanda hídrica de retirada do abastecimento urbano é estimada pela Equação (2).

$$\begin{aligned} \ln\text{DHR\_URB}_{i,t} = {} & \alpha + \beta_1 \ln\text{DHR\_URB}(-1)_{i,t} + \beta_2 \ln\text{PIB}_{i,t} \\ & + \beta_3 \ln\text{TARIFA\_MEDIA\_PRATICADA}_{i,t} \\ & + \text{e}_{i,t} \end{aligned} \qquad (2)$$

Onde $\text{DHR\_URB}_{i,\ t}$ é a demanda hídrica de retirada do abastecimento urbano no período t nas UGs da área em estudo, somados também aos dados de demanda hídrica das bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Madre e demais bacias contíguas litorâneas pertencentes a RH8; α é coeficiente da constante; $\text{DHR\_URB(-1)}_{i,\ t}$ é a variável dependente defasada e; $\text{PIB}_{i,t}$ é o Produto Interno Bruto; a variável $\text{TARIFA\_MÉDIA\_PRATICADA}_{i,t}$ é a tarifa média praticada; a variável $e_{i,t}$ é o termo do erro; a variável binária Dummy_bacia é para a bacia, assumindo valor 1, no caso das bacias de Cubatão, Madre e demais bacias contíguas da RH8, e valor 0, no caso das bacias de Tijucas, Biguaçu e contíguas. Na Tabela 3 são apresentados os coeficientes dessa equação.

| Variável | Coeficiente | Desvio padrão |
|---|---|---|
| C | 0,021906 | 0,018507 |
| LN_DHR_URB(-1) | 0,990201* | 0,008043 |
| LN_PIB | 0,012391 | 0,008485 |
| LN_TARIFA_MÉDIA_PRATICADA | -0,009596 | 0,009638 |

* Estatisticamente significante ao nível de 1% $R^2$ = 0,999939.

**Tabela 3 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para o abastecimento urbano**

Elaboração própria (2018)

## Abastecimento rural

A demanda hídrica de retirada do abastecimento rural é estimada pela Equação (3).

$$\ln DHR\_RU_{i,t} = \alpha + \beta_1 \ln DHR\_RU(-1)_{i,t} + \beta_2 \ln POPULAÇÃO\_RURAL_{i,t} + \beta_3 Dummy\_bacia + e_{i,t} \quad (3)$$

Onde DHR_RUi, t é a demanda hídrica de retirada do abastecimento rural no período t nas UGs da área em estudo, somados também aos dados de demanda hídrica das bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Madre e demais bacias contíguas litorâneas pertencentes a RH8; α é coeficiente da constante; $DHR\_RU(-1)_{i,t}$ é a variável dependente defasada; $POPULAÇÃO\_RURAL_{i,t}$ é a população rural; $e_{i,t}$ é o termo do erro; a variável binária Dummy_bacia é para a bacia, assumindo valor 1, no caso das bacias de Cubatão, Madre e demais bacias contíguas da RH8, e valor 0, no caso das bacias de Tijucas, Biguaçu e contíguas. Na Tabela 4 são apresentados os coeficientes dessa equação.

| Variável | Coeficiente | Desvio padrão |
|---|---|---|
| C | 3,397479* | 0,004622 |
| LN_DHR_RU(-1) | 0,036276* | 0,000439 |
| LN_POPULACAO_RURAL | 0,970272* | 0,000444 |
| DUMMY_BACIA | -0,845153* | 0,005587 |

* Estatisticamente significante ao nível de 1% $R^2$ = 0,997791.

**Tabela 4 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para o abastecimento rural**

Elaboração própria (2018)

## Abastecimento flutuante

A demanda hídrica de retirada do abastecimento flutuante é estimada pela Equação (4).

$$\ln DHR\_FLUTUANTE_{i,t} = \alpha + \beta_1 \ln DHR\_FLUTUANTE(-1)_{i,t} + \beta_2 \ln\_PIB_{i,t} + \beta_3 \ln TARIFA\_MÉDIA\_PRATICADA_{i,t} + \beta_4 \ln QUANTIDADE\_TURISTAS_{i,t} + \beta_5 Dummy\_bacia + e_{i,t} \quad (4)$$

Em que $DHR\_FLUTUANTE_{i,t}$ é a demanda hídrica de retirada do abastecimento flutuante no período t nas UGs da área em estudo, somados também aos dados de demanda hídrica das bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Madre e demais bacias contíguas litorâneas

pertencentes a RH8; α é coeficiente da constante; DHR_FLUTUANTE(-1)$_{i,t}$ é a variável dependente defasada; ln_PIB$_{i,t}$ é o Produto Interno Bruto; a variável TARIFA_MÉDIA_PRATICADA$_{i,t}$ é a tarifa média praticada; QUANTIDADE_TURISTAS$_{i,t}$ é a quantidade de turistas; a variável $e_{i,t}$ é o termo do erro; a variável binária Dummy_bacia é para a bacia, assumindo valor 1, no caso das bacias de Cubatão, Madre e demais bacias contíguas da RH8, e valor 0, no caso das bacias de Tijucas, Biguaçu e contíguas deste plano. Na Tabela 5 são apresentados os coeficientes dessa equação.

| Variável | Coeficiente | Desvio padrão |
|---|---|---|
| C | 0,191918* | 0,004582 |
| LN_DHR_FLUTUANTE(-1) | 0,393452* | 0,000864 |
| LN_PIB | 0,038262* | 0,000467 |
| LN_TARIFA_MEDIA_PRATICADA | -0,302531* | 0,001585 |
| LN_QUANTIDADE_TURISTAS | 0,605336* | 0,000991 |
| DUMMY_BACIA | 0,213706* | 0,001936 |

* Estatisticamente significante ao nível de 1% $R^2$ = 0,983930.

**Tabela 5 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para o abastecimento flutuante**

Elaboração própria (2018)

## Uso industrial

A demanda hídrica de retirada do uso industrial é estimada pela Equação (5):

$$\ln\text{DHR\_IND}_{i,t} = \alpha + \beta_1 \ln\text{PIB}_{i,t} + \beta_2 \ln\text{PESSOAL\_OCUPADO}_{i,t} + e_{i,t} \quad (5)$$

Onde DHR_IND$_{i,t}$ é a demanda hídrica de retirada do abastecimento urbano no período t nas UGs da área em estudo, somados também aos dados de demanda hídrica das bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Madre e demais bacias contíguas litorâneas pertencentes a RH8; α é coeficiente da constante; PIB$_{i,t}$ é o Produto Interno Bruto; a variável PESSOAL_OCUPADO é o pessoal ocupado na indústria de transformação; a variável $e_{i,t}$ é o termo do erro; a variável binária Dummy_bacia não foi significativa e foi, portanto, retirada dessa equação. Na Tabela 6 são apresentados os coeficientes dessa equação.

| Variável | Coeficiente | Desvio padrão |
|---|---|---|
| C | 0,470913 | 0,334483 |
| LN_PIB | 0,750316* | 0,075808 |
| LN_PESSOAL_OCUPADO | 0,448862* | 0,122258 |

* Estatisticamente significante ao nível de 1% $R^2$ = 0,920399.

**Tabela 6 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para o uso industrial**

Elaboração própria (2018)

## Mineração

A demanda hídrica de retirada da mineração é estimada pela Equação (6).

$$\begin{aligned}\ln\text{DHR\_MINERAÇÃO}_{i,t} &= \alpha + \beta_1 \ln\text{DHR\_MINERAÇÃO}(-1)_{i,t} + \beta_2 \ln\text{PIB}_{i,t} \\ &+ \beta_3 \text{Dummy\_UG6CUB} + e_{i,t}\end{aligned} \quad (6)$$

Onde DHR_MINERAÇÃO$_{i,\,t}$ é a demanda hídrica de retirada da mineração no período t nas nas UGs da área em estudo, somados também aos dados de demanda hídrica das bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Madre e demais bacias contíguas litorâneas pertencentes a RH8; α é coeficiente da constante; DHR_MINERAÇÃO(-1)$_{i,\,t}$ é a variável dependente defasada; PIB$_{i,t}$ é o Produto Interno Bruto; a variável $e_{i,t}$ é o termo do erro; Dummy_UG6CUB é variável binária, assumindo valor 1, no caso da UG Cachoeiras das bacias de Cubatão, Madre e bacias contíguas, e valor 0, nos demais casos. Na Tabela 7 são apresentados os coeficientes dessa equação.

| Variável | Coeficiente | Desvio padrão |
|---|---|---|
| C | -0,806774 | 0,510811 |
| LN_DHR_MINERAÇÃO(-1) | 0,979596** | 0,013883 |
| LN_PIB | 0,066420* | 0,035187 |
| DUMMY_UG6CUB | 0,932626* | 0,521115 |

* Estatisticamente significante ao nível de 1%.
** Estatisticamente significante ao nível de 10% $R^2$ = 0,983133.

**Tabela 7 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para a mineração**
Elaboração própria (2018)

## Aquicultura

A demanda hídrica de retirada da aquicultura é estimada pela Equação (7).

$$\begin{aligned}\ln\text{DHR\_AQUICULTURA}_{i,t} &= \alpha + \beta_1 \ln\text{DHR\_AQUICULTURA}(-1)_{i,t} + \\ \beta_2 \ln\text{PIB}_{i,t} &+ \beta_3 \ln\text{TARIFA\_MÉDIA\_PRATICADA}_{i,t} + \beta_4 \ln\text{AREA\_ALAGADA}_{i,t} + \\ &\beta_5 \text{Dummy\_bacia} + e_{i,t}\end{aligned} \quad (7)$$

Em que DHR_AQUICULTURA$_{i,\,t}$ é a demanda hídrica de retirada do abastecimento urbano no período t nas UGs da área em estudo, somados também aos dados de demanda hídrica das bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Madre e demais bacias contíguas litorâneas pertencentes a RH8; α é coeficiente da constante; DHR_AQUICULTURA(-1)$_{i,\,t}$ é a variável dependente defasada; PIB$_{i,t}$ é o Produto Interno Bruto; a variável TARIFA_MÉDIA_PRATICADA$_{i,t}$ é a tarifa média praticada; a variável AREA_ALAGADA é a área alagada em hectares; a variável $e_{i,t}$ é o termo do erro; a variável binária Dummy_bacia é para a bacia, assumindo valor 1, no caso das bacias de Cubatão, Madre e contíguas, e valor 0 no caso das bacias de Tijucas, Biguaçu e e demais bacias contíguas litorâneas pertencentes a RH8. Na Tabela 8 são apresentados os coeficientes dessa equação.

| Variável | Coeficiente | Desvio padrão |
|---|---|---|
| C | 2,170229* | 0,080436 |
| LN_DHR_AQUICULTURA(-1) | 0,698529* | 0,011021 |
| LN_PIB | 0,014775* | 0,000884 |
| LN_TARIFA_MEDIA_PRATICADA | -0,051405* | 0,006122 |
| LN_AREA_ALAGADA | 0,358832* | 0,012972 |
| DUMMY_BACIA | 0,013456* | 0,004887 |

* Estatisticamente significante ao nível de 1% $R^2$ = 0,997554.

**Tabela 8 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para a aquicultura**

Elaboração própria (2018)

## Criação animal

A demanda hídrica de retirada da criação animal é estimada pela Equação (8).

$$\ln\text{DHR\_CRIAÇÃO\_ANIMAL}_{i,t} = \alpha + \beta_1 \ln\text{DHR\_CRIAÇÃO\_ANIMAL}(-1)_{i,t} + \beta_2 \ln\text{POPULAÇÃO\_RURAL}_{i,t} + \beta_3 \ln\text{EFETIVO\_REBANHO}_{i,t} + \beta_4 \text{Dummy\_bacia} + e_{i,t} \quad (8)$$

Onde $\text{DHR\_CRIAÇÃO\_ANIMAL}_{i,\,t}$ é a demanda hídrica de retirada da criação animal no período t nas UGs da área em estudo, somados também aos dados de demanda hídrica das bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Madre e demais bacias contíguas litorâneas pertencentes a RH8; α é coeficiente da constante; $\text{DHR\_CRIAÇÃO\_ANIMAL(-1)}_{i,\,t}$ é a variável dependente defasada; $\text{POPULAÇÃO\_RURAL}_{i,t}$ é a população rural; a variável $\text{EFETIVO\_REBANHO}_{i,t}$ é o efetivo total dos rebanhos; a variável $e_{i,t}$ é o termo do erro; a Dummy_bacia é a variável binária para a bacia, assumindo valor 1, no caso das bacias de Cubatão, Madre e contíguas, e valor 0, no caso das bacias de Tijucas, Biguaçu e demais bacias contíguas litorâneas pertencentes a RH8. Na Tabela 9 são apresentados os coeficientes dessa equação.

| Variável | Coeficiente | Desvio padrão |
|---|---|---|
| C | 2,810606* | 0,366990 |
| LN_DHR_CRIAÇÃO_ANIMAL(-1) | 0,550485* | 0,048205 |
| LN_POPULAÇÃO_RURAL | 0,119931* | 0,014465 |
| LN_EFETIVO_REBANHO | 0,148590* | 0,017800 |
| DUMMY_BACIA | -0,097076** | 0,045916 |

* Estatisticamente significante ao nível de 1%.

** Estatisticamente significante ao nível de 5% $R^2$ = 0,968054.

**Tabela 9 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para a criação animal**

Elaboração própria (2018)

## Irrigação

A demanda hídrica de retirada da irrigação é estimada pela Equação (9).

$$\begin{aligned} \ln\text{DHR\_IRRIGAÇÃO}_{i,t} \\ = \alpha + \beta_1 \ln\text{ÁREA\_IRRIGADA}_{i,t} + \beta_2 \ln\text{PIB}_{i,t} \\ + \beta_3 \text{Dummy\_UG6CUB} + e_{i,t} \end{aligned} \quad (9)$$

Onde $\text{DHR\_IRRIGAÇÃO}_{i,t}$ é a demanda hídrica de retirada da irrigação no período t nas UGs da área em estudo, somados também aos dados de demanda hídrica das bacias hidrográficas dos rios Cubatão e Madre e demais bacias contíguas litorâneas pertencentes a RH8; α é coeficiente da constante; $\text{ÁREA\_IRRIGADA}_{i,t}$ é a variável da área irrigada em hectares; $\text{PIB}_{i,t}$ é o Produto Interno Bruto, em mil reais; a variável $e_{i,t}$ é o termo do erro; Dummy_UG6CUB é variável binária, assumindo valor 1, no caso da UG Cachoeiras da bacia de Cubatão, Madre e bacias contíguas, e valor 0, nos demais casos. Na Tabela 10 são apresentados os coeficientes dessa equação.

| Variável | Coeficiente | Desvio padrão |
|---|---|---|
| C | -4,275219 | 3,273881 |
| LN_AREA_IRRIGADA | 0,782787* | 0,245831 |
| LN_PIB | 0,828628* | 0,245831 |
| DUMMY_UG6CUB | 4,275219 | 3,713625 |

* Estatisticamente significante ao nível de 1% $R^2$ = 0,874857.

**Tabela 10 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para a irrigação**
Elaboração própria (2018)

### 1.2.1.3. Procedimentos de projeção

Para apresentar as tendências de crescimento da demanda hídrica de retirada por UG são necessários os coeficientes das variáveis obtidas nas equações do Capítulo 1.2.1.2 e as projeções das variáveis explicativas para o período 2017-2030.

Para obter as projeções das variáveis explicativas, exceto a variável dependente do período anterior, foi estimada a taxa de crescimento anual para o período 2010-2016 de cada variável para cada UG e também para o estado de Santa Catarina. Após, foi estimada a participação relativa da UG em relação ao estado de Santa Catarina para cada variável. Por fim, a participação relativa da UG foi multiplicada pela taxa de crescimento anual de Santa Catarina no período 2017-2030.

Em decorrência da indisponibilidade de informações, a taxa de crescimento anual de Santa Catarina, para o período 2017-2030, foi calculada apenas para as seguintes variáveis população, área irrigada e PIB, considerando que as informações não estão disponíveis para o ano de 2031. No caso da população, os dados provem da projeção de população do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2013), para a área irrigada foram empregadas as informações do Atlas Irrigação da Agência Nacional de Águas (ANA, 2015) e a taxa de crescimento anual do PIB foi elaborada com base em um modelo AR (1) em painel de dados para cada microrregião.

A taxa de crescimento anual da população projetada de Santa Catarina foi aplicada nas variáveis de população rural, pessoal ocupado e quantidade de turistas. Já a taxa de crescimento do PIB foi aplicada no efetivo rebanho. A taxa de crescimento da área irrigada foi aplicada na área alagada. A exceção foi a variável tarifa média praticada, na qual foi aplicada a sua própria taxa de crescimento, no período de 2010 a 2016.

### 1.2.2. Resultados

A partir da projeção das variáveis explicativas e dos coeficientes das variáveis obtidos nas equações do Capítulo 1.2.1.2, é calculada a taxa de crescimento da demanda hídrica por tipo de uso e por UG[2]. Essa taxa de crescimento é apresentada como a taxa de crescimento anual nos períodos, curto prazo (2016-2023), médio prazo (2023-2027) e longo prazo (2027-2031). Os resultados são apresentados na Tabela 11.

[2] Para a projeção da demanda hídrica é necessário retirar o logaritmo natural (ln) dos resultados. Exemplificando, a projeção da demanda hídrica de retirada anual do abastecimento urbano é dada pela seguinte expressão: exp(α + dummy_bacia + β1log(DHR_URB(-1)) + β2log(PIB) + β3log(TARIFA_MÉDIA_PRATICADA). Idem para os demais usos, sendo as variáveis na expressão são as que constam nas suas equações da subseção 0.

| Atividade | Horizonte | Unidade de Gestão | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perequê | Tijucas | Alto Braço | Garcia | Inferninho | Biguaçu |
| Abastecimento urbano | Curto | 3,7% | 3,7% | 3,3% | 3,1% | 2,4% | 3,9% |
| | Médio | 3,4% | 3,5% | 3,0% | 2,8% | 2,2% | 3,7% |
| | Longo | 3,4% | 3,6% | 2,9% | 2,7% | 2,2% | 3,7% |
| Abastecimento rural | Curto | 2,8% | 1,5% | -0,4% | 0,6% | 1,4% | 1,2% |
| | Médio | 2,6% | 1,4% | -0,4% | 0,5% | 1,3% | 1,1% |
| | Longo | 2,6% | 1,4% | -0,4% | 0,5% | 1,3% | 1,1% |
| Abastecimento flutuante | Curto | 3,3% | 3,9% | 1,8% | 2,1% | 3,3% | 2,8% |
| | Médio | 1,4% | 2,0% | 0,4% | 0,9% | 1,7% | 1,3% |
| | Longo | 1,4% | 2,0% | 0,3% | 0,9% | 1,7% | 1,3% |
| Aquicultura | Curto | -6,9% | 2,0% | 1,4% | 1,6% | -1,5% | 1,7% |
| | Médio | -2,7% | 0,7% | 0,6% | 0,3% | 0,0% | 0,5% |
| | Longo | -2,3% | 0,6% | 0,6% | 0,2% | 0,1% | 0,4% |
| Criação animal | Curto | 6,2% | -1,5% | -0,6% | -4,8% | 1,6% | 3,3% |
| | Médio | 3,4% | 0,1% | 0,3% | -1,0% | 2,1% | 1,6% |
| | Longo | 3,4% | 0,2% | 0,3% | -0,9% | 2,1% | 1,6% |
| Irrigação | Curto | 4,1% | 3,1% | 5,7% | 2,4% | 2,8% | 8,0% |
| | Médio | 3,1% | 3,8% | 4,3% | 3,1% | 3,8% | 5,5% |
| | Longo | 3,2% | 3,8% | 4,3% | 3,1% | 3,9% | 5,5% |
| Uso industrial | Curto | -0,5% | -2,3% | 7,6% | 12,3% | 1,5% | 2,7% |
| | Médio | 3,8% | 3,1% | 1,4% | 0,7% | 2,7% | 3,5% |
| | Longo | 3,8% | 3,1% | 1,4% | 0,7% | 2,7% | 3,5% |
| Mineração | Curto | 1,0% | -8,5% | 2,7% | -12,7% | -4,3% | 3,7% |
| | Médio | 1,9% | -6,1% | 2,8% | -10,4% | -2,7% | 4,2% |
| | Longo | 2,5% | -5,0% | 3,1% | -9,5% | -1,9% | 4,8% |

**Tabela 11 – Taxa de crescimento médio anual do cenário tendencial estimada por Unidade de Gestão e uso d'água**

Elaboração própria (2018)

A atividade de abastecimento urbano possui a maior e a menor taxa de crescimento médio anual para a UG Biguaçu e UG Inferninho, respectivamente, para os horizontes de curto, médio e longo prazo.

Para o abastecimento rural, a maior taxa de crescimento médio anual acontece na UG Perequê para todos os horizontes do plano. Diferentemente da atividade de abastecimento urbano, o abastecimento rural apresenta uma redução da taxa de crescimento médio, em todos os horizontes do plano na UG Alto Braço.

O abastecimento flutuante possui a maior taxa de crescimento médio anual na UG Tijucas e a menor na UG Alto Braço para todos os horizontes do plano.

Na atividade de aquicultura, para o curto prazo, a maior taxa de crescimento médio anual é observada na UG Tijucas, e há uma redução na taxa da UG Perequê. Para o horizonte de médio prazo, a maior taxa é observada na UG Tijucas, e ocorre uma redução na UG Perequê, já na UG Inferninho, a taxa de crescimento é nula. No ano de 2031, as maiores taxas de crescimento são esperadas nas UGs Tijucas e Alto Braço, enquanto a UG Perequê apresenta a maior redução.

A atividade de criação animal apresenta a maior taxa de crescimento na UG Perequê e a maior redução é na UG Garcia para todos os horizontes do plano.

Para a irrigação, nos cenários de curto, médio e longo prazo, a maior e menor taxa de crescimento médio anual são observadas na UG Biguaçu e UG Garcia, respectivamente. No cenário de médio prazo, o valor da menor taxa de crescimento se repete na UG Perequê.

No uso industrial, apenas o horizonte de curto prazo apresenta reduções nas taxas de crescimento. Para esse horizonte, a maior taxa é observada na UG Garcia, enquanto a maior redução é observada na UG Tijucas. Nos horizontes de médio e longo prazo, a menor taxa de crescimento médio é observada na UG Garcia, enquanto a maior é esperada para a UG Perequê.

Para a atividade de mineração, em todos os horizontes, a maior taxa de crescimento médio anual é esperada na UG Biguaçu, enquanto a UG Garcia apresenta a maior redução da taxa de crescimento médio.

Em uma análise geral, dentre todas as atividades realizadas nas bacias, o uso industrial é a atividade que apresenta a maior taxa de crescimento médio anual (12,3%), ao passo que a atividade de mineração possui a maior redução da taxa para curto prazo (-12,7%).

As Tabela 12, Tabela 13, Tabela 14, Tabela 15, Tabela 16 e Tabela 17 apresentam a demanda hídrica de retirada por UG, horizonte temporal do cenário tendencial e uso de água.

A Tabela 12 apresenta a demanda hídrica da UG Perequê calculada por uso de água e para cada um dos três horizontes temporais do plano. A atividade que se destaca com a maior demanda hídrica é o abastecimento urbano. O menor uso é verificado na atividade de aquicultura, a qual apresentou um decrescimento na demanda hídrica ao longo dos anos analisados. As demais atividades demonstram crescimentos de demanda hídrica durante os anos no cenário tendencial.

**UG Perequê**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário tendencial ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 1.167.319 | 1.379.771 | 1.633.649 |
| Abastecimento rural | 9.719 | 11.032 | 12.521 |
| Abastecimento flutuante | 919.631 | 984.005 | 1.052.885 |
| Aquicultura | 465 | 406 | 361 |
| Criação animal | 17.659 | 20.908 | 24.693 |
| Irrigação | 229.696 | 267.826 | 312.821 |
| Uso industrial | 231.874 | 279.177 | 336.129 |
| Mineração | 900 | 989 | 1.122 |

**Tabela 12 – Demanda hídrica de retirada da UG Perequê para os três horizontes temporais no cenário tendencial**
Elaboração própria (2018)

A demanda hídrica da UG Tijucas calculada por uso de água e para cada um dos três horizontes temporais do plano está descrita na Tabela 13. O uso preponderante está relacionado à irrigação. O menor uso é verificado para o abastecimento flutuante. A única atividade que apresenta um decaimento da demanda hídrica é a mineração. As demais atividades demonstram crescimentos graduais de demanda hídrica durante os anos no cenário tendencial.

**UG Tijucas**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário tendencial ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 359.861 | 427.155 | 509.596 |
| Abastecimento rural | 40.629 | 43.554 | 46.690 |
| Abastecimento flutuante | 3.517 | 3.875 | 4.271 |
| Aquicultura | 24.743 | 25.609 | 26.377 |
| Criação animal | 36.795 | 37.053 | 37.349 |
| Irrigação | 1.253.725 | 1.511.993 | 1.826.487 |
| Uso industrial | 267.491 | 311.360 | 362.423 |
| Mineração | 14.834 | 10.814 | 8.370 |

**Tabela 13 – Demanda hídrica de retirada da UG Tijucas para os três horizontes temporais no cenário tendencial**
Elaboração própria (2018)

Na Tabela 14 é apresentada a demanda hídrica da UG Alto Braço calculada por uso de água e para cada um dos três horizontes temporais do plano. As atividades que apresentam uso preponderante são o abastecimento urbano e o uso industrial. O menor uso é verificado na atividade de abastecimento flutuante. A única atividade que apresenta um decaimento da demanda hídrica é o abastecimento rural. As demais atividades demonstram crescimentos graduais de demanda hídrica durante os anos no cenário tendencial.

**UG Alto Braço**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário tendencial ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 115.911 | 134.109 | 154.762 |
| Abastecimento rural | 8.951 | 8.781 | 8.614 |
| Abastecimento flutuante | 2.871 | 2.923 | 2.975 |
| Aquicultura | 24.560 | 25.346 | 26.081 |
| Criação animal | 18.656 | 18.917 | 19.201 |
| Irrigação | 13.984 | 17.242 | 21.260 |
| Uso industrial | 130.596 | 139.868 | 149.799 |
| Mineração | 4.199 | 4.829 | 5.616 |

**Tabela 14 – Demanda hídrica de retirada da UG Alto Braço para os três horizontes temporais no cenário tendencial**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 15 apresenta a demanda hídrica da UG Garcia calculada por uso de água e para cada um dos três horizontes temporais do plano. A atividade com o maior uso é o abastecimento urbano. O menor uso é verificado na atividade de mineração. As atividades que apresentam decrescimentos das demandas hídricas são a criação animal e a mineração. As demais atividades demonstram crescimentos de demanda hídrica durante os anos no cenário tendencial.

**UG Garcia**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário tendencial ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 115.977 | 132.910 | 151.783 |
| Abastecimento rural | 32.642 | 33.491 | 34.362 |
| Abastecimento flutuante | 443 | 462 | 482 |
| Aquicultura | 41.411 | 41.950 | 42.285 |
| Criação animal | 39.835 | 37.844 | 36.103 |
| Irrigação | 1.373 | 1.597 | 1.857 |
| Uso industrial | 109.109 | 112.710 | 116.429 |
| Mineração | 279 | 161 | 98 |

**Tabela 15 – Demanda hídrica de retirada da UG Garcia para os três horizontes temporais no cenário tendencial**

Elaboração própria (2018)

Para a demanda hídrica da UG Inferninho, a Tabela 16 apresenta o cálculo da demanda por uso de água e para cada um dos três horizontes temporais do plano. A atividade que se destaca com o uso preponderante é o abastecimento urbano. O menor uso é verificado na atividade de mineração. A atividade de aquicultura apresenta uma oscilação de crescimento de demanda hídrica, apontando um decaimento entre os anos de 2023 a 2027, e um aumento nos anos de 2027 a 2031. Já a atividade mineração demonstra um decrescimento ao longo dos anos analisados. As demais atividades apresentam um crescimento na demanda.

**UG Inferninho**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário tendencial ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 501.257 | 558.901 | 624.292 |
| Abastecimento rural | 12.647 | 13.481 | 14.371 |
| Abastecimento flutuante | 24.030 | 26.097 | 28.341 |
| Aquicultura | 4.913 | 4.903 | 4.923 |
| Criação animal | 30.191 | 33.512 | 37.231 |
| Irrigação | 293.646 | 354.138 | 428.152 |
| Uso industrial | 87.845 | 100.231 | 114.363 |
| Mineração | 422 | 368 | 334 |

**Tabela 16 – Demanda hídrica de retirada da UG Inferninho para os três horizontes temporais do cenário tendencial**
Elaboração própria (2018)

A Tabela 17 apresenta a demanda hídrica da UG Biguaçu calculada por uso de água e para cada um dos três horizontes temporais do plano. O abastecimento urbano é a atividade que se destaca como uso preponderante. Os menores usos são demonstrados pelas atividades de mineração e abastecimento flutuante. Todas as atividades da UG Biguaçu demonstram crescimentos graduais de demanda hídrica durante os anos no cenário tendencial.

**UG Biguaçu**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário tendencial ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 1.219.140 | 1.460.530 | 1.755.557 |
| Abastecimento rural | 34.234 | 36.117 | 38.103 |
| Abastecimento flutuante | 6.213 | 6.623 | 7.060 |
| Aquicultura | 19.114 | 19.572 | 19.944 |
| Criação animal | 38.853 | 42.156 | 45.697 |
| Irrigação | 453.196 | 591.420 | 772.986 |
| Uso industrial | 646.033 | 766.842 | 910.241 |
| Mineração | 4.977 | 6.126 | 7.756 |

**Tabela 17 – Demanda hídrica de retirada da UG Biguaçu para os três horizontes temporais do cenário tendencial**
Elaboração própria (2018)

## 1.3. CENÁRIOS ALTERNATIVOS DE DEMANDA HÍDRICA

Nesta seção são apresentados a construção e os resultados dos cenários alternativos de crescimento das demandas hídricas. O Capítulo 1.3.1 expõe a metodologia e as hipóteses assumidas na construção dos cenários, enquanto que o Capítulo 1.3.2 apresenta os resultados obtidos. As informações identificadas nesta fase são utilizadas na realização dos balanços hídricos e ao longo das próximas atividades da etapa D.

## 1.3.1. Metodologia

Conforme apresentado anteriormente, são elaborados dois cenários alternativos de evolução da demanda hídrica:

- **Cenário com redução de demandas otimista**: um cenário elaborado a partir de uma redução expressiva nas demandas hídricas, associado a uma trajetória tendencial de crescimento econômico.
- **Cenário com redução de demandas moderada**: um cenário elaborado a partir de uma redução moderada nas demandas hídricas, associado a uma trajetória tendencial de crescimento econômico.

Os cenários alternativos pressupõem reduções distintas na demanda hídrica e consideram ainda as tendências de desenvolvimento socioeconômicas e ambientais verificadas ao longo da série histórica de demanda hídrica. A construção dos índices de demanda para os cenários é realizada por tipo de uso da água e por Unidade de Gestão (UG), assim como no cenário tendencial.

O Capítulo 1.3.1 apresenta a metodologia utilizada na construção do cenário com redução de demandas hídricas otimista, e o Capítulo 1.3.2 trata sobre a metodologia empregada na elaboração do cenário com redução de demandas hídricas moderada.

### 1.3.1.1. Cenário com redução de demandas otimista

Para a construção do cenário com redução de demandas otimista são assumidas premissas e hipóteses de redução das demandas por uso de água.

Para o uso abastecimento urbano, assumiu-se que a redução da demanda hídrica corresponde à redução da oferta hídrica, e esta é relacionada ao índice de perda de água.

Estabeleceu-se um coeficiente de redução de perdas para abastecimento urbano, por UG. Esse coeficiente é composto pela média dos coeficientes de redução de perdas dos municípios que fazem parte da respectiva UG. As reduções de perdas foram obtidas nos Planos Municipais de Saneamento Básico dos Municípios que compõem as Bacias Hidrográficas em estudo. A variação do índice adotada por UG corresponde à média das variações previstas nos planos de saneamento dos municípios de cada UG. A Tabela 18 apresenta as reduções dos índices de perdas assumidas para abastecimento urbano. Os resultados são expostos por UG e por horizonte temporal do plano.

| UG | 2023 | 2027 | 2031 |
|---|---|---|---|
| Perequê | -12,93% | -13,30% | -13,30% |
| Tijucas | -23,21% | -23,21% | -23,21% |
| Alto Braço | -3,50% | -3,50% | -3,50% |
| Garcia | -15,46% | -17,00% | -17,50% |
| Inferninho | -22,21% | -28,32% | -30,70% |
| Biguaçu | -15,46% | -17,00% | -17,50% |

**Tabela 18 – Redução do índice de perdas para o uso de abastecimento urbano por UG e por horizonte temporal para o cenário com redução de demandas otimista**

Elaboração própria (2018)

Para a atividade de irrigação, seguem-se as projeções do Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2017e) e do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Araranguá (SANTA CATARINA, 2015). Além disso, considera-se uma redução de 20% das demandas hídricas de todas as UGs ao final do período. A escolha dessa redução baseou-se em ações não estruturais que resultam da otimização do setor produtivo, visando tornar os processos de irrigação ecoeficientes e sustentáveis. Leva-se em conta também uma taxa de crescimento da demanda hídrica de -1,22% ao ano, cuja acumulação ano a ano resulta, para 2031, em uma taxa de crescimento negativa de 20% da demanda hídrica em relação ao cenário tendencial. Essa evolução é apresentada na Tabela 19.

| Ano | Taxa de crescimento em relação a 2016 |
|---|---|
| 2017 | -1,22% |
| 2018 | -2,46% |
| 2019 | -3,71% |
| 2020 | -4,98% |
| 2021 | -6,27% |
| 2022 | -7,57% |
| 2023 | -8,88% |
| 2024 | -10,21% |
| 2025 | -11,56% |
| 2026 | -12,92% |
| 2027 | -14,31% |
| 2028 | -15,70% |
| 2029 | -17,12% |
| 2030 | -18,55% |
| 2031 | -20,00% |

**Tabela 19 – Evolução da taxa de crescimento da demanda hídrica para irrigação para o cenário com redução de demandas otimista**
Elaboração própria (2018)

A redução do índice de demandas hídricas para os demais usos da água tem uma diminuição correspondente a 50% da variação do índice de perdas médio do abastecimento urbano da Bacia, segundo a pesquisa realizada através dos Planos de Saneamento Urbano dos Municípios, sendo ponderados por UG. Considerando a taxa de crescimento médio anual da demanda hídrica, obtida a partir da evolução média prevista dos índices de perdas, entre 2017 e 2023 define-se o valor de -1,04%, entre 2023 e 2027 de -0,17%, e entre 2027 e 2031 de -0,24%, de modo que essas taxas são acumuladas ano a ano, conforme o período considerado. O crescimento adotado é aplicado em relação ao cenário tendencial, obtendo-se, dessa forma, a evolução da taxa de crescimento acumulada, conforme apresentada na Tabela 20.

| Ano | Taxa de crescimento em relação a 2016 |
|---|---|
| 2017 | -1,04% |
| 2018 | -2,09% |
| 2019 | -3,14% |
| 2020 | -4,21% |
| 2021 | -5,30% |
| 2022 | -6,39% |
| 2023 | -7,49% |
| 2024 | -7,67% |
| 2025 | -7,85% |
| 2026 | -8,03% |
| 2027 | -8,21% |
| 2028 | -8,47% |
| 2029 | -8,73% |
| 2030 | -9,00% |
| 2031 | -9,26% |

**Tabela 20 – Evolução da taxa de crescimento da demanda hídrica para os demais usos da água para o cenário com redução de demandas otimista**
Elaboração própria (2018)

#### 1.3.1.2. Cenário com redução de demandas moderada

Para a construção deste cenário, é estabelecida uma diminuição em 50% dos índices de perdas hídricas para abastecimento urbano e de demandas para irrigação e demais usos. Dessa maneira, é estipulada uma redução na demanda hídrica em relação ao cenário tendencial, porém de forma menos significativa em relação ao cenário com redução de perdas otimista.

A Tabela 21 apresenta as reduções dos índices de perdas assumidas para abastecimento urbano para o cenário com redução de demandas moderada. Os resultados são apresentados por UG e para os horizontes temporais do plano.

| Unidades de Gestão | 2023 | 2027 | 2031 |
|---|---|---|---|
| Perequê | -6,30% | -6,47% | -6,47% |
| Tijucas | -11,08% | -11,08% | -11,08% |
| Alto Braço | -1,74% | -1,74% | -1,74% |
| Garcia | -7,49% | -8,21% | -8,54% |
| Inferninho | -10,63% | -13,37% | -14,78% |
| Biguaçu | -7,49% | -8,21% | -8,54% |

**Tabela 21 – Redução do índice de perdas para o uso de abastecimento urbano por UG e por horizonte temporal para o cenário com redução de demandas moderada**
Elaboração própria (2018)

Para a atividade de irrigação, foi considerado uma demanda hídrica 50% menor em relação ao cenário com redução da demanda hídrica otimista, portanto ao final do período de estudo terá uma redução de 10% para irrigação de todas as UGs. O crescimento adotado é aplicado em relação ao cenário tendencial. Assim, considera-se uma taxa de crescimento médio da demanda hídrica em 0,64% ao ano, de modo que essa taxa é acumulada ano a ano

até se obter, em 2031, uma taxa de crescimento negativa de 10% da demanda hídrica. Essa evolução segue conforme indica a Tabela 22.

| Ano | Taxa de crescimento em relação a 2016 |
|---|---|
| 2017 | -0,64% |
| 2018 | -1,28% |
| 2019 | -1,93% |
| 2020 | -2,58% |
| 2021 | -3,24% |
| 2022 | -3,90% |
| 2023 | -4,57% |
| 2024 | -5,24% |
| 2025 | -5,91% |
| 2026 | -6,59% |
| 2027 | -7,27% |
| 2028 | -7,96% |
| 2029 | -8,65% |
| 2030 | -9,34% |
| 2031 | -10,00% |

**Tabela 22 – Evolução da taxa de crescimento da demanda hídrica para irrigação para o cenário com redução de demandas moderada**
Elaboração própria (2018)

A taxa de crescimento das demandas hídricas para os demais usos da água tem uma redução correspondente a 50% da variação média do cenário com diminuição da demanda hídrica otimista, sendo ponderados por UG. Levando em conta a taxa de crescimento médio anual da demanda hídrica, obtida a partir da evolução média prevista dos índices de perdas, entre 2017 e 2023 estipula-se um valor de -0,52%, entre 2023 e 2027 de -0,08%, e entre 2027 e 2031 de -0,12%, de modo que essas taxas são acumuladas ano a ano, conforme o período considerado. O crescimento adotado é aplicado em relação ao cenário tendencial, obtendo-se a evolução da taxa de crescimento acumulada conforme aponta a Tabela 23.

| Ano | Taxa de crescimento em relação a 2016 |
|---|---|
| 2017 | -0,52% |
| 2018 | -1,04% |
| 2019 | -1,56% |
| 2020 | -2,09% |
| 2021 | -2,62% |
| 2022 | -3,15% |
| 2023 | -3,69% |
| 2024 | -3,77% |
| 2025 | -3,86% |
| 2026 | -3,95% |
| 2027 | -4,03% |
| 2028 | -4,16% |
| 2029 | -4,29% |
| 2030 | -4,41% |
| 2031 | -4,54% |

**Tabela 23 – Evolução da taxa de crescimento da demanda hídrica para os demais usos da água para o cenário com redução de demandas moderada**
Elaboração própria (2018)

### 1.3.2. Resultados

A Tabela 24 apresenta a taxa de crescimento médio anual da demanda hídrica para o cenário com redução de perdas otimista, estimada por UG e por cada um dos usos múltiplos da água.

Com relação à atividade de abastecimento urbano, a maior taxa de crescimento médio anual é estimada para a UG Alto Braço, em um horizonte de curto prazo. Já para os horizontes de médio e longo prazo, a maior taxa de crescimento é referente à UG Tijucas. Para os três horizontes temporais, a UG Inferninho é a que apresenta as menores taxas, para o horizonte de curto prazo ocorre a redução da taxa de crescimento.

Na atividade de abastecimento rural, a maior taxa de crescimento ocorre na UG Perequê e a menor na UG Alto Braço, sendo uma redução da taxa de crescimento. Ambas as atividades apresentam este comportamento para os três horizontes temporais.

Para a atividade de abastecimento flutuante, a UG Tijucas exibe a maior taxa de crescimento e a UG Alto Braço a menor. Esse comportamento ocorre em ambas as atividades nos três horizontes temporais.

Na aquicultura, a atividade que apresenta as maiores taxas, apesar de muito baixas, de crescimento médio anual são referentes à UG Tijucas. As maiores reduções das taxas de crescimento são estimadas para a UG Perequê. Essas estimativas são esperadas para os três horizontes de projeto.

A estimativa de demanda hídrica relacionada com a atividade de criação animal apresenta a maior taxa de crescimento na UG Perequê, e a menor é esperada com uma redução da taxa de crescimento na UG Garcia. Essa análise se repete em todos os horizontes temporais.

O uso estimado de água para a atividade de irrigação considera que a maior taxa de crescimento ocorra na UG Biguaçu. As menores taxas de crescimento são esperadas para a UG Garcia. Em ambos os casos, essas taxas são esperadas para todos os horizontes de projeto.

Com relação à atividade de uso industrial, a maior taxa de crescimento é esperada para a UG Garcia, e a maior redução dessa taxa é esperada para a UG Tijucas, ambas para um horizonte de curto prazo. Para os horizontes de médio e longo prazo, as maiores e menores taxas de crescimento são esperadas para ocorrerem na UG Perequê e UG Garcia, respectivamente.

Para a atividade de mineração, a maior taxa de crescimento é esperada para a UG Biguaçu, enquanto a maior redução é esperada para a UG Garcia. Ambas as situações são esperadas para os três horizontes temporais.

Ao comparar-se os diferentes usos da água a maior taxa de crescimento anual encontra-se no uso industrial, a curto prazo, na UG Garcia (12,89%), e a menor taxa dá-se na atividade de mineração, a curto prazo, também na UG Garcia (-15,30%).

| Atividade | Horizonte | UG | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perequê | Tijucas | Alto Braço | Garcia | Inferninho | Biguaçu |
| Abastecimento urbano | Curto | 2,17% | 0,36% | 3,30% | 1,14% | -0,92% | 2,02% |
| | Médio | 4,16% | 4,39% | 3,72% | 2,99% | 0,68% | 4,14% |
| | Longo | 4,31% | 4,51% | 3,65% | 3,14% | 1,63% | 4,47% |
| Abastecimento rural | Curto | 2,08% | 0,64% | -1,58% | -0,48% | 0,49% | 0,23% |
| | Médio | 3,01% | 1,57% | -0,66% | 0,44% | 1,41% | 1,15% |
| | Longo | 2,91% | 1,47% | -0,76% | 0,34% | 1,32% | 1,05% |
| Abastecimento flutuante | Curto | 2,58% | 3,30% | 0,94% | 1,27% | 2,58% | 2,03% |
| | Médio | 1,52% | 2,26% | 0,25% | 0,89% | 1,90% | 1,42% |
| | Longo | 1,42% | 2,16% | 0,15% | 0,79% | 1,80% | 1,32% |
| Aquicultura | Curto | -8,82% | 1,13% | 0,53% | 0,65% | -2,79% | 0,80% |
| | Médio | -3,52% | 0,68% | 0,60% | 0,14% | -0,25% | 0,41% |
| | Longo | -3,15% | 0,44% | 0,42% | -0,10% | -0,18% | 0,18% |
| Criação animal | Curto | 5,89% | -2,84% | -1,80% | -6,56% | 0,73% | 2,64% |
| | Médio | 4,10% | -0,03% | 0,16% | -1,47% | 2,45% | 1,87% |
| | Longo | 3,94% | -0,08% | 0,09% | -1,46% | 2,37% | 1,73% |
| Irrigação | Curto | 3,30% | 2,18% | 5,12% | 1,43% | 1,90% | 7,75% |
| | Médio | 2,32% | 3,20% | 3,78% | 2,26% | 3,20% | 5,26% |
| | Longo | 2,18% | 3,05% | 3,58% | 2,07% | 3,07% | 5,11% |
| Uso industrial | Curto | -1,66% | -3,70% | 7,56% | 12,89% | 0,56% | 1,98% |
| | Médio | 4,54% | 3,66% | 1,53% | 0,63% | 3,15% | 4,17% |
| | Longo | 4,44% | 3,56% | 1,43% | 0,53% | 3,05% | 4,07% |
| Mineração | Curto | 0,08% | -10,68% | 2,00% | -15,30% | -5,91% | 3,08% |
| | Médio | 2,20% | -7,78% | 3,36% | -12,98% | -3,54% | 5,13% |
| | Longo | 2,89% | -6,48% | 3,54% | -12,03% | -2,64% | 5,76% |

**Tabela 24 – Taxa de crescimento médio anual da demanda hídrica do cenário com redução de demandas otimista estimada por UG e atividade**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 25 apresenta a taxa de crescimento médio anual da demanda hídrica para o cenário com redução de perdas moderada, estimada por UG e por cada um dos usos múltiplos da água.

A taxa de crescimento médio anual da demanda hídrica do cenário com redução de perdas moderada apresentou, para o uso do abastecimento urbano, um crescimento maior, no horizonte de curto prazo, para a UG Alto Braço, já para os horizontes de médio e longo prazo as maiores taxas de crescimento são estimadas para a UG Biguaçu. A taxa de crescimento da demanda hídrica para a UG Inferninho exibiu a menor taxa de crescimento para todos os horizontes.

Com relação à demanda hídrica para abastecimento rural, as maiores taxas de crescimento médio anual são estimadas para a UG Perequê para todos os horizontes do projeto. As maiores reduções da taxa de crescimento são estimadas para a UG Alto Braço, também para os três horizontes temporais.

Estima-se que o uso de água para abastecimento flutuante possuirá as maiores taxas de crescimento médio anual da demanda hídrica para a UG Tijucas. As menores taxas são esperadas para a UG Alto Braço. Em ambas as situações, isso ocorre para os três horizontes de projeto.

Na atividade de aquicultura, a maior taxa de crescimento médio anual é esperada para a UG Tijucas, e a maior redução dessa taxa é esperada para a UG Perequê. Em ambos os casos, a situação é esperada para os três horizontes temporais do projeto.

O uso de água para criação animal apresenta, para os três horizontes de projeto, que a maior taxa de crescimento será esperada para a UG Perequê e a menor para a UG Garcia.

Para a irrigação, a maior taxa de crescimento médio anual é observada na UG Biguaçu, enquanto a menor taxa de crescimento é esperada na UG Garcia. Ambas as situações ocorrem nos três horizontes temporais.

No uso industrial, para um horizonte de projeto de curto prazo, estima-se que a maior taxa de crescimento aconteça na UG Garcia, enquanto a maior redução na UG Tijucas. Já para os horizontes de médio e longo prazo, as maiores e menores taxas são esperadas na UG Perequê e na UG Garcia, respectivamente.

A demanda hídrica para mineração apresenta nos três horizontes de projeto as maiores taxas de crescimento para a UG Biguaçu. Já as maiores reduções das taxas são esperadas para a UG Garcia.

Ao se realizar uma análise geral, que considera todos os usos de água realizados nas bacias, a atividade industrial é a que apresenta uma maior taxa de crescimento médio anual (13,54% para a UG Garcia em curto prazo).

| Atividade | Horizonte | UG | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | Perequê | Tijucas | Alto Braço | Garcia | Inferninho | Biguaçu |
| Abastecimento urbano | Curto | 3,25% | 2,49% | 3,57% | 2,45% | 1,07% | 3,34% |
| | Médio | 4,22% | 4,39% | 3,72% | 3,26% | 1,96% | 4,41% |
| | Longo | 4,31% | 4,51% | 3,65% | 3,27% | 2,38% | 4,60% |
| Abastecimento rural | Curto | 2,67% | 1,22% | -1,01% | 0,10% | 1,07% | 0,81% |
| | Médio | 3,12% | 1,67% | -0,56% | 0,54% | 1,52% | 1,25% |
| | Longo | 3,07% | 1,63% | -0,60% | 0,50% | 1,48% | 1,21% |
| Abastecimento flutuante | Curto | 3,17% | 3,89% | 1,52% | 1,85% | 3,17% | 2,62% |
| | Médio | 1,62% | 2,37% | 0,35% | 0,99% | 2,00% | 1,52% |
| | Longo | 1,58% | 2,32% | 0,30% | 0,95% | 1,96% | 1,48% |
| Aquicultura | Curto | -8,30% | 1,71% | 1,11% | 1,24% | -2,23% | 1,38% |
| | Médio | -3,42% | 0,78% | 0,70% | 0,24% | -0,15% | 0,52% |
| | Longo | -3,00% | 0,60% | 0,57% | 0,06% | -0,02% | 0,34% |
| Criação animal | Curto | 6,50% | -2,28% | -1,24% | -6,03% | 1,32% | 3,24% |
| | Médio | 4,21% | 0,07% | 0,27% | -1,36% | 2,56% | 1,98% |
| | Longo | 4,10% | 0,08% | 0,25% | -1,30% | 2,53% | 1,89% |
| Irrigação | Curto | 4,02% | 2,89% | 5,85% | 2,14% | 2,60% | 8,50% |
| | Médio | 3,20% | 4,09% | 4,66% | 3,14% | 4,08% | 6,16% |
| | Longo | 3,21% | 4,08% | 4,62% | 3,10% | 4,10% | 6,16% |
| Uso industrial | Curto | -1,09% | -3,15% | 8,18% | 13,54% | 1,14% | 2,57% |
| | Médio | 4,65% | 3,77% | 1,63% | 0,73% | 3,26% | 4,28% |
| | Longo | 4,60% | 3,73% | 1,59% | 0,69% | 3,22% | 4,24% |
| Mineração | Curto | 0,66% | -10,16% | 2,59% | -14,82% | -5,36% | 3,68% |
| | Médio | 2,31% | -7,68% | 3,47% | -12,89% | -3,44% | 5,24% |
| | Longo | 3,05% | -6,34% | 3,70% | -11,89% | -2,49% | 5,93% |

**Tabela 25 – Taxa de crescimento médio anual da demanda hídrica do cenário com redução de demandas moderada estimada por UG e atividade**

Elaboração própria (2018)

A partir da Tabela 26 até a Tabela 31 são apresentados os resultados de demanda hídrica de retirada por UG e por horizonte temporal para cada um dos cenários alternativos.

De acordo com a Tabela 26, a atividade que apresenta a maior contribuição para a demanda hídrica total para os cenários alternativos é o consumo para abastecimento urbano. Observa-se que a demanda hídrica para aquicultura exibe uma menor proporção de demanda hídrica em relação aos demais usos da água para essa UG em todos os cenários.

**UG Perequê – Demandas hídricas**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas moderada ($m^3.mês^{-1}$) | | | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas otimista ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 1.093.477 | 1.290.123 | 1.527.496 | 1.016.090 | 1.195.895 | 1.415.932 |
| Abastecimento rural | 9.363 | 10.587 | 11.950 | 8.993 | 10.126 | 11.359 |
| Abastecimento flutuante | 885.632 | 944.557 | 1.005.489 | 850.654 | 903.473 | 955.738 |
| Aquicultura | 448 | 390 | 345 | 431 | 373 | 328 |
| Criação animal | 17.007 | 20.056 | 23.555 | 16.335 | 19.184 | 22.389 |
| Irrigação | 219.750 | 249.245 | 282.836 | 209.361 | 229.507 | 250.227 |
| Uso industrial | 223.270 | 267.782 | 320.619 | 214.453 | 256.135 | 304.755 |
| Mineração | 867 | 949 | 1.071 | 832 | 908 | 1.018 |
| **Total** | **2.449.814** | **2.783.689** | **3.173.361** | **2.317.149** | **2.615.601** | **2.961.746** |

**Tabela 26 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Perequê por horizonte temporal e por cenário alternativo**

Elaboração própria (2018)

De acordo com a Tabela 27, a atividade de irrigação é a que apresenta a maior contribuição para a demanda hídrica total da UG Tijucas para os dois cenários e todos os horizontes temporais, seguida do abastecimento urbano. As menores demandas hídricas são referentes ao abastecimento flutuante, também para ambos os cenários e todos os horizontes do plano.

**UG Tijucas – Demandas hídricas**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas moderada ($m^3.mês^{-1}$) | | | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas otimista ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 319.860 | 379.815 | 453.033 | 276.257 | 328.039 | 391.276 |
| Abastecimento rural | 39.118 | 41.799 | 44.588 | 37.573 | 39.981 | 42.382 |
| Abastecimento flutuante | 3.388 | 3.721 | 4.078 | 3.254 | 3.559 | 3.876 |
| Aquicultura | 23.839 | 24.594 | 25.189 | 22.897 | 23.524 | 23.943 |
| Criação animal | 35.428 | 35.534 | 35.642 | 34.029 | 33.988 | 33.878 |
| Irrigação | 1.198.628 | 1.406.866 | 1.650.967 | 1.141.963 | 1.295.455 | 1.460.626 |
| Uso industrial | 257.653 | 298.776 | 345.869 | 247.477 | 285.780 | 328.756 |
| Mineração | 14.301 | 10.387 | 7.994 | 13.736 | 9.935 | 7.598 |
| **Total** | **1.892.215** | **2.201.492** | **2.567.360** | **1.777.186** | **2.020.261** | **2.292.335** |

**Tabela 27 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Tijucas por horizonte temporal e por cenário alternativo**

Elaboração própria (2018)

Para a UG Alto Braço é observado na Tabela 28, que a maior contribuição para a demanda total para o cenário de perdas moderadas, nos horizontes de curto e médio prazo, é referente ao uso industrial, já no horizonte de longo prazo a maior demanda é requerida pelo abastecimento urbano. Para o cenário de perdas otimistas, no horizonte de curto prazo, a atividade com maior demanda de água é o uso industrial, já em médio e longo prazo a maior contribuição é requerida pela atividade de abastecimento urbano. Ambas as atividades exibem valores muito superiores aos das demais atividades. As menores demandas são referentes à atividade de abastecimento flutuante, seguida pela mineração.

**UG Alto Braço – Demandas hídricas**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas moderada ($m^3.mês^{-1}$) | | | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas otimista ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 113.878 | 131.813 | 152.149 | 111.835 | 129.448 | 149.420 |
| Abastecimento rural | 9.283 | 9.140 | 9.012 | 8.282 | 8.064 | 7.823 |
| Abastecimento flutuante | 2.765 | 2.804 | 2.838 | 2.656 | 2.682 | 2.698 |
| Aquicultura | 23.652 | 24.325 | 24.888 | 22.718 | 23.267 | 23.656 |
| Criação animal | 17.962 | 18.154 | 18.335 | 17.252 | 17.364 | 17.428 |
| Irrigação | 8.366 | 8.181 | 7.985 | 12.741 | 14.777 | 17.010 |
| Uso industrial | 125.793 | 134.211 | 142.948 | 120.825 | 128.373 | 135.875 |
| Mineração | 4.045 | 4.636 | 5.361 | 3.885 | 4.434 | 5.096 |
| **Total** | **305.744** | **333.263** | **363.516** | **300.194** | **328.409** | **359.006** |

**Tabela 28 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Alto Braço por horizonte temporal e por cenário alternativo**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 29 apresenta os valores de demanda hídrica total para a UG Garcia. A maior contribuição para a demanda total para o cenário de perdas moderadas é referente à atividade de abastecimento urbano. Para o cenário com perdas otimistas, no horizonte de curto prazo, a atividade com a maior demanda de água é a atividade industrial, nos horizontes de médio e longo prazo, a maior demanda é requerida pelo abastecimento urbano, já a menor demanda hídrica, para os dois cenários e todos os horizontes temporais, é referente à mineração.

**UG Garcia – Demandas hídricas**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas moderada ($m^3.mês^{-1}$) | | | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas otimista ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 107.312 | 122.005 | 138.785 | 98.069 | 110.319 | 124.845 |
| Abastecimento rural | 31.448 | 32.136 | 32.783 | 30.206 | 30.738 | 31.160 |
| Abastecimento flutuante | 426 | 444 | 461 | 410 | 424 | 438 |
| Aquicultura | 39.867 | 40.258 | 40.349 | 38.293 | 38.507 | 38.352 |
| Criação animal | 38.369 | 36.320 | 34.461 | 36.853 | 34.740 | 32.756 |
| Irrigação | 1.312 | 1.485 | 1.678 | 1.250 | 1.367 | 1.484 |
| Uso industrial | 105.097 | 108.217 | 111.239 | 100.946 | 103.510 | 105.735 |
| Mineração | 269 | 155 | 93 | 258 | 148 | 89 |
| **Total** | **324.100** | **341.020** | **359.849** | **306.285** | **319.753** | **334.859** |

**Tabela 29 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Garcia por horizonte temporal e por cenário alternativo**

Elaboração própria (2018)

De acordo com a Tabela 30, a atividade que apresenta a maior contribuição para a demanda hídrica total da UG Inferninho é a de abastecimento urbano, seguida pela de irrigação, para os dois cenários e todos os horizontes temporais. A estimativa de demanda hídrica para mineração exibe as menores demandas hídricas para todos os horizontes temporais e para os cenários dessa UG.

**UG Inferninho – Demandas hídricas**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas moderada ($m^3.mês^{-1}$) | | | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas otimista ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 448.036 | 484.294 | 532.115 | 389.989 | 400.726 | 427.554 |
| Abastecimento rural | 12.176 | 12.933 | 13.714 | 11.695 | 12.370 | 13.035 |
| Abastecimento flutuante | 23.144 | 25.055 | 27.074 | 22.230 | 23.966 | 25.735 |
| Aquicultura | 4.732 | 4.704 | 4.700 | 4.545 | 4.500 | 4.468 |
| Criação animal | 29.072 | 32.163 | 35.546 | 27.924 | 30.764 | 33.787 |
| Irrigação | 280.801 | 329.522 | 386.992 | 267.527 | 303.427 | 342.375 |
| Uso industrial | 84.584 | 96.164 | 109.142 | 81.243 | 91.981 | 103.742 |
| Mineração | 406 | 353 | 319 | 390 | 338 | 303 |
| **Total** | **882.951** | **985.188** | **1.109.602** | **805.543** | **868.072** | **950.999** |

**Tabela 30 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Inferninho por horizonte temporal e por cenário alternativo**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 31 apresenta os valores de demanda hídrica por atividade realizada na UG Biguaçu. A atividade de abastecimento urbano é a que exibe os maiores valores de demanda hídrica para os dois cenários e os três horizontes temporais, seguida pelo uso industrial. Para os horizontes de curto e médio prazo de ambos os cenários, a atividade com menor demanda hídrica é a mineração, enquanto para longo prazo é o abastecimento flutuante.

**UG Biguaçu – Demandas hídricas**

| Atividade | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas moderada ($m^3.mês^{-1}$) | | | Demanda hídrica – cenário com redução de demandas otimista ($m^3.mês^{-1}$) | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) | Curto prazo (2023) | Médio prazo (2027) | Longo prazo (2031) |
| Abastecimento urbano | 1.127.943 | 1.340.587 | 1.605.027 | 1.030.795 | 1.212.182 | 1.443.820 |
| Abastecimento rural | 32.983 | 34.669 | 36.378 | 31.681 | 33.161 | 34.578 |
| Abastecimento flutuante | 5.985 | 6.359 | 6.743 | 5.749 | 6.082 | 6.409 |
| Aquicultura | 18.412 | 18.795 | 19.051 | 17.685 | 17.977 | 18.108 |
| Criação animal | 37.411 | 40.456 | 43.606 | 35.934 | 38.696 | 41.448 |
| Irrigação | 433.388 | 550.431 | 699.179 | 412.900 | 506.842 | 618.570 |
| Uso industrial | 622.081 | 735.686 | 868.550 | 597.513 | 703.686 | 825.575 |
| Mineração | 4.793 | 5.881 | 7.404 | 4.604 | 5.625 | 7.038 |
| **Total** | **2.282.996** | **2.732.864** | **3.285.938** | **2.136.861** | **2.524.251** | **2.995.546** |

**Tabela 31 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Biguaçu por horizonte temporal e por cenário alternativo**

Elaboração própria (2018)

## 1.4. ANÁLISE COMPARATIVA DOS CENÁRIOS DE DEMANDA HÍDRICA

Neste Capítulo é feita a comparação das demandas dos cenários tendencial, redução das demandas otimista e das demandas moderada. Para tal, são comparadas as demandas totais (somatório das demandas hídricas por tipo de uso de água) para cada um dos três cenários nos horizontes temporais do plano e para cada UG.

Os resultados apresentados da Figura 10 até a Figura 15 ilustram graficamente a evolução projetada das demandas hídricas totais (somatório das demandas dos múltiplos usos). De modo geral, os maiores valores de demanda hídrica são referentes ao cenário tendencial, seguido pelo cenário com redução de perdas moderada e pelo cenário de redução de perdas otimista, respectivamente.

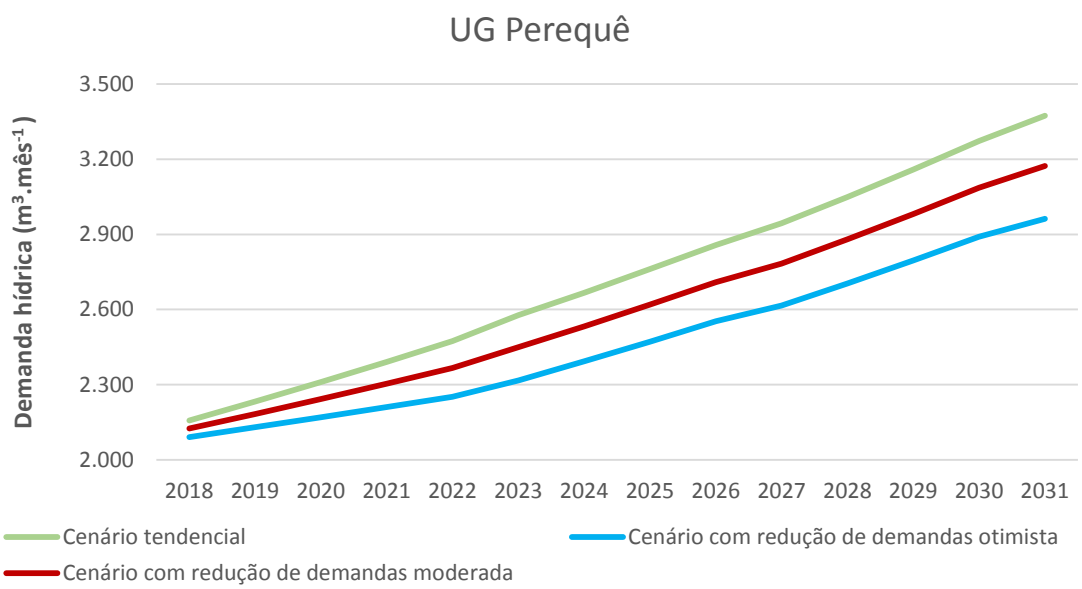



**Figura 10 – Demanda hídrica total (m³.mês⁻¹) na UG Perequê para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**

Elaboração própria (2018)

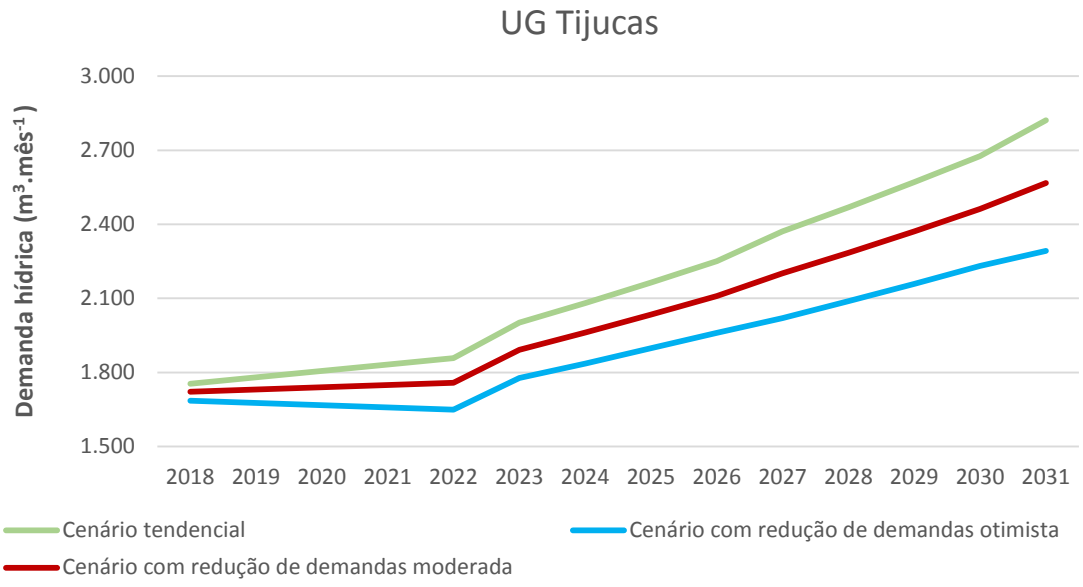



**Figura 11 – Demanda hídrica total (m³.mês⁻¹) na UG Tijucas para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**

Elaboração própria (2018)

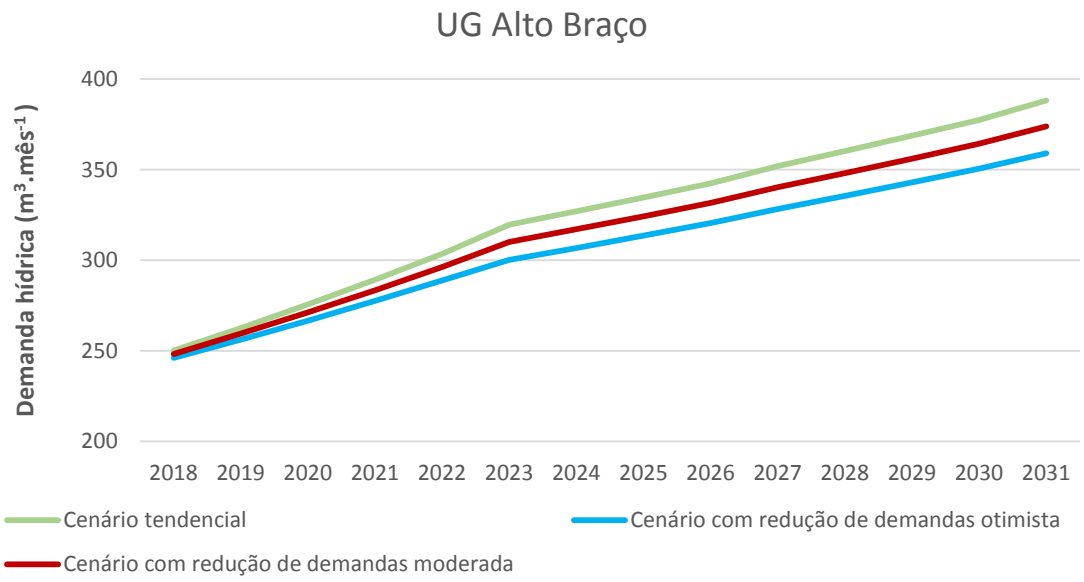



**Figura 12 – Demanda hídrica total (m³.mês⁻¹) na UG Alto Braço para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**

Elaboração própria (2018)

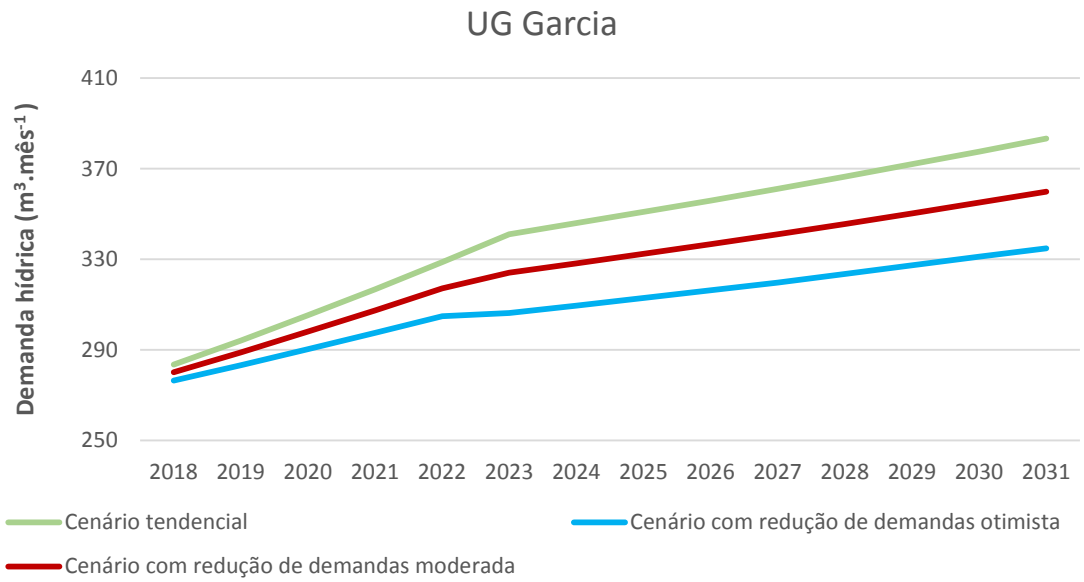



**Figura 13 – Demanda hídrica total (m³.mês⁻¹) na UG Garcia para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**

Elaboração própria (2018)

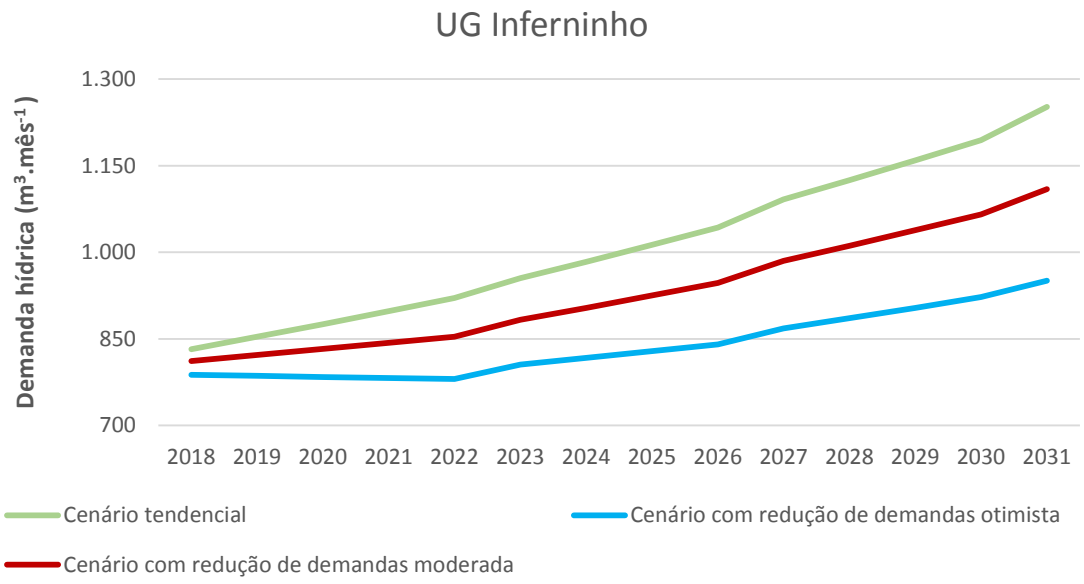



**Figura 14 – Demanda hídrica total (m³.mês⁻¹) na UG Inferninho para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**

Elaboração própria (2018)

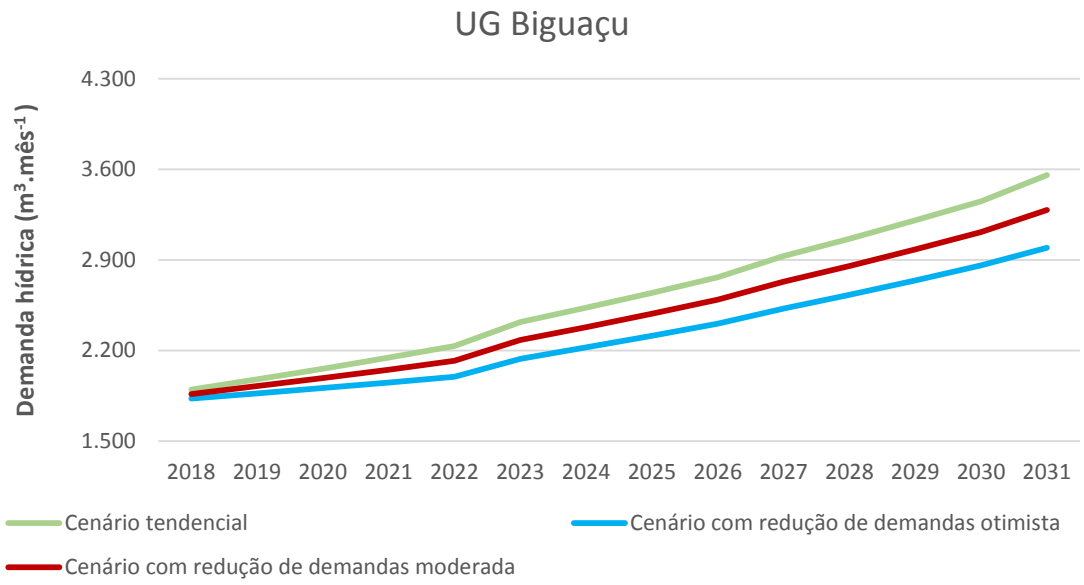



**Figura 15 – Demanda hídrica total (m³.mês⁻¹) na UG Biguaçu para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**

Elaboração própria (2018)

# 2. Estimativa de carga poluidora

A estimativa de carga poluidora tem como objetivo auxiliar no diagnóstico de qualidade das águas nas bacias em estudo. O Capítulo 2.1 apresenta a estimativa de cargas poluidoras em corpos de água superficiais enquanto o Capítulo 2.2 apresenta a estimativa para corpos de água subterrâneos.

## 2.1. CARGA POLUIDORA EM ÁGUAS SUPERFICIAIS

A estimativa de carga poluidora em águas superficiais subsidiará a realização do balanço qualiquantitativo das águas superficiais das bacias em estudo. Em virtude da disponibilidade de dados, foi realizada a estimativa de carga orgânica efluente para as atividades de esgotamento sanitário, criação animal, agricultura e poluição difusa. O Capítulo 2.1.1 apresenta a metodologia de cálculo de carga de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) por tipo de uso d'água, e o Capítulo 2.1.2 apresenta os resultados.

### 2.1.1. Metodologia

A estimativa foi realizada com base nas metodologias apresentadas no Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH-SC) (SANTA CATARINA, 2017f), no Estudo dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2006a), no PERH-ES (ESPÍRITO SANTO, 2017) e nos Planos de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itapocu (UNISUL, 2017) e do Rio Araranguá (SANTA CATARINA, 2015). Segundo as metodologias propostas, a carga orgânica é estimada a partir da $DBO_{5,20}$, que é a medida de oxigênio consumido pelos microrganismos na estabilização bioquímica da matéria orgânica durante cinco dias a 20 $^{o}$C (VON SPERLING; CHERNICHARO, 2005). A DBO é um importante parâmetro para o controle da poluição das águas por matéria orgânica. Nas águas naturais a DBO representa a demanda potencial de oxigênio dissolvido que poderá ocorrer devido à estabilização dos compostos orgânicos biodegradáveis, o que poderá acarretar níveis de oxigênio nas águas abaixo dos padrões mínimos exigidos para a sobrevivência da biota aquática.

Para realizar as estimativas de cargas, foram utilizadas as taxas de crescimento do cenário tendencial e dos cenários alternativos, atribuídas às demandas hídricas, conforme apresentado no Capítulo 1.

O Capítulo 2.1.1.1 e o Capítulo 2.1.1.2 apresentam, respectivamente, as metodologias de cálculo de carga de DBO para as atividades de criação animal, esgotamento sanitário, agrícola e poluição difusa.

#### 2.1.1.1. Criação animal

As cargas de $DBO_{5,20}$ de criação animal foram estimadas pelo produto do efetivo de rebanhos de criação animal associado aos coeficientes de produção de $DBO_{5,20}$ por animal vivo.

Os dados de efetivo dos rebanhos por espécie e por município são provenientes da Pesquisa Pecuária Municipal do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2016) e foram estimados para o presente do projeto, conforme apresentado no Produto da Etapa C do Plano.

No estabelecimento do coeficiente de produção, análogo aos Planos de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itapocu (UNISUL, 2017) e o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Araranguá (SANTA CATARINA, 2015), assumiu-se a hipótese de que a poluição em águas superficiais proveniente da criação animal se caracteriza como poluição difusa. Tal fato se justifica pelas características dos sistemas de criação animal nas bacias em estudo, com propriedades mais extensivas, em que a carga orgânica produzida é depurada ou utilizada para fins de adubação e, dessa forma, apenas uma parte da carga (aproximadamente 10%) chega diretamente aos corpos hídricos superficiais.

A Tabela 32 apresenta os coeficientes de produção de $DBO_{5,20}$ por tipo de espécie animal criada nas bacias.

| Espécie animal | $kgDBO_{5,20}$/cabeça/dia |
|---|---|
| Bovinos e bubalinos | 0,0038 |
| Equinos | 0,0023 |
| Suínos | 0,0216 |
| Ovinos e caprinos | 0,0030 |
| Aves | 0,0001 |

**Tabela 32 – Coeficientes de produção de $DBO_{5,20}$ por espécie animal**
Fonte: IMHOFF e IMHOFF (1996) e PERH-RS (RIO GRANDE DO SUL, 2007). Elaboração própria (2018)

Para calcular as cargas de criação animal para os horizontes de projeto, foram utilizadas as taxas de crescimento de demanda hídrica dessa atividade para os cenários alternativos e para o tendencial.

#### 2.1.1.2. Esgotamento sanitário

Em relação ao esgotamento sanitário, foram consideradas as cargas lançadas diretamente em corpos hídricos superficiais. As cargas de DBO de esgotamento sanitário foram utilizadas para a população urbana estimadas pela Agência Nacional de Águas (ANA), por município, para o ano de 2013, no Atlas Esgotos: Despoluição de Bacias Hidrográficas (ANA, 2017a). Assumiu-se a hipótese de que as cargas lançadas diretamente em corpos hídricos superficiais correspondem ao somatório das seguintes cargas estimadas pela ANA:

- parcela da carga lançada sem coleta e sem tratamento;
- parcela da carga lançada com coleta e sem tratamento;
- parcela da carga lançada com coleta e com tratamento.

No cálculo das cargas de esgotamento sanitário para o presente e para os horizontes de projeto foram utilizadas as taxas de crescimento de demanda hídrica de abastecimento urbano para os cenários alternativos e o cenário tendencial. Tais taxas foram projetadas em cima das cargas estimadas pela ANA para o ano de 2013.

Para o município de São José, o qual tem seu território inserido parcialmente na área de estudo, foi empregada como critério de divisão a média entre as porcentagens da área e da população do município inseridas na área de estudo, conforme apresentado no Relatório da Etapa C.

#### 2.1.1.3. Uso agrícola e poluição difusa

As cargas poluidoras difusas são provenientes de atividades que depositam poluentes de forma dispersa na bacia hidrográfica. São cargas poluidoras que chegam aos corpos hídricos de forma intermitente, associadas principalmente a eventos de precipitação.

O cálculo das cargas provenientes da agricultura e da poluição difusa foi realizado com base na metodologia adotada no PERH-ES (ESPÍRITO SANTO, 2017). A metodologia utilizada consiste no cruzamento das informações espaciais de uso e ocupação do solo de cada UG e um coeficiente de estimativa de carga de DBO associado a cada uso do solo.

As informações de uso e ocupação do solo utilizadas estão apresentadas no Relatório da Etapa C. Consoante às categorias estabelecidas de uso e ocupação do solo e às tipologias adotadas no PERH-ES, foram assumidas as seguintes premissas: área urbanizada corresponde à categoria urbano; e somatório das áreas de vegetação e reflorestamento corresponde à categoria de cobertura florestal.

A Tabela 33 apresenta as áreas (ha) por Unidade de Gestão (UG) dos usos do solo que são considerados no cálculo da poluição agrícola e difusa.

| UG | Área (ha) | | |
|---|---|---|---|
| | Agricultura | Urbano | Cobertura florestal |
| Perequê | 1.824 | 3.839 | 10.098 |
| Tijucas | 5.975 | 2.007 | 26.269 |
| Alto Braço | 6.336 | 749 | 50.866 |
| Garcia | 6.115 | 1.141 | 83.768 |
| Inferninho | 3.398 | 1.176 | 15.622 |
| Biguaçu | 3.858 | 3.267 | 25.553 |

**Tabela 33 – Áreas (ha) por UG e por tipo de uso do solo para o cálculo da poluição agrícola e difusa**
Elaboração própria (2018)

A Tabela 34 apresenta os coeficientes de estimativa de carga de DBO (kg/ha.dia) para cada uma das tipologias adotadas e as taxas de remoção de DBO associadas. Foram adotadas taxas de remoção de 95% sobre a carga gerada por tipologia, representando o decaimento deste parâmetro ao longo dos trechos de rio até atingir os exutórios das bacias.

| Tipologia | Carga de DBO unitária ($kgDBO_{5,20}$/ha.dia) | Taxa de remoção (%) |
|---|---|---|
| Agricultura | 0,0491 | 95 |
| Urbano | 0,1600 | 95 |
| Cobertura Florestal | 0,0117 | 95 |

**Tabela 34 – Coeficientes de estimativa de carga de DBO (kg/ha.dia) e taxas de remoção para cada tipologia de uso do solo**
Fonte: Espírito Santo (2017)[3]. Elaboração própria (2018)

[3] O PERH do Espirito Santo (2017) estabeleceu os coeficientes de estimativa de carga e as taxas de remoção de DBO a partir dos estudos de IEMA (2008), Comitês PCJ (2011), ANA (2013), Águasparana (2013a, 2013b), Goiás (2015) e Gomes; Perez; Curcio (1998) (apud ESPÍRITO SANTO, 2017).

Para calcular as cargas provenientes de atividade agrícola e poluição difusa urbana para os horizontes de projeto, foram utilizadas as taxas de crescimento de demanda hídrica do cenário tendencial e dos cenários alternativos. Para o uso agrícola foi atribuída a taxa de crescimento de irrigação, para a poluição difusa urbana a taxa de crescimento de abastecimento urbano.

Para as cargas difusas provenientes de cobertura florestal, utilizando dados da área em hectares de cobertura de Mata Atlântica por municípios que compõem a área em estudo (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2011), para os anos de 2010 e 2016, calculou-se a taxa de crescimento média anual das áreas nesse período. Assume-se a hipótese que as taxas de crescimento de Mata Atlântica são análogas às taxas de toda a cobertura florestal da área em estudo. As taxas de crescimento médias da cobertura florestal de Mata Atlântica foram então projetadas por UG e por horizonte temporal do projeto.

### 2.1.2. Resultados

Neste Capítulo são apresentados os resultados das estimativas de cargas de $DBO_{5,20}$ por tipo de uso: criação animal, esgotamento sanitário, agrícola e poluição difusa e por UG. Além disso, são apresentados os resultados de carga total de $DBO_{5,20}$ para cada UG e para cada um dos três cenários nos três horizontes temporais do plano.

#### 2.1.2.1. Criação animal

Na Tabela 35 estão apresentados os resultados das cargas de $DBO_{5,20}$ por UG para criação animal para os três cenários nos três horizontes temporais do plano.

De acordo com os resultados, a UG com a maior carga de $DBO_{5,20}$ para criação animal, até 2023, é a UG Garcia, a partir de 2027 a UG com maior carga passa a ser a UG Biguaçu, e a que apresenta a menor carga de $DBO_{5,20}$, em todos os cenários e horizontes, é a UG Perequê. A UG Garcia, composta pelos municípios Angelina, Major Gercino, Rancho Queimado e São João Batista, possui características rurais dentro da área de estudo, logo a atividade de criação animal e consequentemente o número de rebanhos é significativo quando comparado com as demais UGs. Já a UG Perequê, que apresenta a menor carga, está localizada na região litorânea da área em estudo, e os municípios Porto Belo, Itapema, Bombinhas e Tijucas que a compõem possuem o menor rebanho efetivo. Portanto, a carga estimada de DBO na UG Perequê é inferior à das demais UGs.

Destaca-se que as cargas de $DBO_{5,20}$ dependem, além dos rebanhos, dos coeficientes de produção de $DBO_{5,20}$ que variam de acordo com o tipo de animal. Enquanto o coeficiente para bovinos é de 0,84 kg DBO/cabeça/dia, o coeficiente para aves é de 0,0018 kg DBO/cabeça/dia. Portanto, as UGs que apresentam um número alto de cabeças de aves não possuem, necessariamente, elevada carga de DBO.

A maioria das UGs apresentou aumento de carga de $DBO_{5,20}$ para criação animal ao longo dos horizontes temporais do projeto, que pode ser justificado de acordo com a tendência da taxa de crescimento das respectivas UGs. Do cenário presente para os três cenários de 2023, a UG Perequê, a UG Inferninho e a UG Biguaçu apresentaram aumentos de cargas, ao passo que as UGs Tijucas, Alto Braço e Garcia tiveram reduções. De 2023 a 2031, somente a UG Garcia apresentou uma redução de carga conforme os coeficientes dos cenários tendenciais e alternativos.

| UG | Carga de $DBO_{5,20}$ ($kgDBO.dia^{-1}$) para criação animal | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Presente | 2023 | | | 2027 | | | 2031 | | |
| | | Tendencial | Moderado | Otimista | Tendencial | Moderado | Otimista | Tendencial | Moderado | Otimista |
| Perequê | 42 | 67 | 65 | 62 | 80 | 76 | 73 | 94 | 90 | 85 |
| Tijucas | 127 | 112 | 108 | 104 | 113 | 108 | 104 | 114 | 109 | 103 |
| Alto Braço | 121 | 115 | 111 | 106 | 117 | 112 | 107 | 118 | 113 | 107 |
| Garcia | 219 | 147 | 142 | 136 | 140 | 134 | 129 | 134 | 128 | 121 |
| Inferninho | 99 | 112 | 108 | 104 | 124 | 119 | 114 | 138 | 132 | 125 |
| Biguaçu | 110 | 142 | 137 | 132 | 155 | 148 | 142 | 168 | 160 | 152 |

**Tabela 35 – Carga de $DBO_{5,20}$ por UG para criação animal**

Elaboração própria (2018)

#### 2.1.2.2. Esgotamento sanitário

Na Tabela 36 estão apresentados os resultados das cargas de $DBO_{5,20}$ por UG para esgotamento sanitário para os três cenários nos três horizontes temporais do plano. A UG que apresenta a maior carga de $DBO_{5,20}$ para este uso é a UG Biguaçu e a que apresenta a menor carga de $DBO_{5,20}$ é a UG Alto Braço.

As cargas de $DBO_{5,20}$ para esgotamento sanitário variam em função do número de habitantes em cada UG. A UG Biguaçu é composta pelos municípios São José, Biguaçu e Antônio Carlos, os quais apresentam a maior população dentre os municípios da área em estudo e, portanto, são responsáveis pela maior carga de $DBO_{5,20}$ estimada. Já a UG Alto Braço, que apresenta a menor carga, contempla os municípios Nova Trento, Leoberto Leal e São João Batista, localizados na vertente interior da área de estudo e com número de habitantes e densidade populacional significativamente menores do que as demais UGs.

Entre o cenário presente e os cenários de 2023, 2027 e 2031, todas as UGs apresentaram crescimento de carga de $DBO_{5,20}$ proveniente do esgotamento sanitário. Observa-se um aumento gradativo da carga que está relacionado ao aumento populacional dos municípios contribuintes.

| UG | Carga de $DBO_{5,20}$ ($kgDBO.dia^{-1}$) para esgotamento sanitário | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Presente | 2023 | | | 2027 | | | 2031 | | |
| | | Tendencial | Moderado | Otimista | Tendencial | Moderado | Otimista | Tendencial | Moderado | Otimista |
| Perequê | 3.115 | 4.158 | 3.895 | 3.619 | 4.915 | 4.595 | 4.260 | 5.819 | 5.441 | 5.044 |
| Tijucas | 2.877 | 3.843 | 3.416 | 2.950 | 4.562 | 4.056 | 3.503 | 5.442 | 4.838 | 4.179 |
| Alto Braço | 708 | 921 | 905 | 889 | 1.066 | 1.048 | 1.029 | 1.230 | 1.210 | 1.188 |
| Garcia | 1.004 | 1.286 | 1.190 | 1.087 | 1.473 | 1.353 | 1.223 | 1.683 | 1.539 | 1.384 |
| Inferninho | 1.493 | 1.799 | 1.608 | 1.399 | 2.005 | 1.738 | 1.438 | 2.240 | 1.909 | 1.534 |
| Biguaçu | 5.923 | 8.055 | 7.452 | 6.811 | 9.650 | 8.857 | 8.009 | 11.599 | 10.605 | 9.539 |

**Tabela 36 – Carga de $DBO_{5,20}$ por UG, horizonte e cenário para esgotamento sanitário**

Elaboração própria (2018)

#### 2.1.2.3. Uso agrícola e poluição difusa

Na Tabela 37 estão exibidos os resultados das cargas de $DBO_{5,20}$ por UG para o uso agrícola e poluição difusa para os três cenários nos três horizontes temporais do plano.

Observa-se que os resultados variam em função, principalmente, do uso urbano, que apresenta uma maior geração de carga por hectare, e da agricultura que, de maneira geral, representa boa parte das áreas das UGs. A UG que apresenta a maior carga de $DBO_{5,20}$ para este uso, até 2023, é a UG Garcia, a partir de 2027, a UG com maior carga passa a ser a UG Biguaçu e a que apresenta a menor é a UG Inferninho..

| UG | Carga de $DBO_{5,20}$ ($kgDBO.dia^{-1}$) para uso agrícola e poluição difusa | | | | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | Presente | 2023 | | | 2027 | | | 2031 | | |
| | | Tendencial | Moderado | Otimista | Tendencial | Moderado | Otimista | Tendencial | Moderado | Otimista |
| Perequê | 0,00105 | 0,00137 | 0,00130 | 0,00122 | 0,00160 | 0,00150 | 0,00140 | 0,00187 | 0,00175 | 0,00162 |
| Tijucas | 0,00124 | 0,00153 | 0,00144 | 0,00134 | 0,00177 | 0,00164 | 0,00150 | 0,00206 | 0,00188 | 0,00169 |
| Alto Braço | 0,00131 | 0,00166 | 0,00131 | 0,00158 | 0,00190 | 0,00132 | 0,00174 | 0,00219 | 0,00135 | 0,00191 |
| Garcia | 0,00174 | 0,00192 | 0,00187 | 0,00182 | 0,00207 | 0,00199 | 0,00191 | 0,00224 | 0,00213 | 0,00200 |
| Inferninho | 0,00072 | 0,00085 | 0,00080 | 0,00075 | 0,00096 | 0,00088 | 0,00080 | 0,00109 | 0,00098 | 0,00087 |
| Biguaçu | 0,00130 | 0,00183 | 0,00173 | 0,00163 | 0,00220 | 0,00205 | 0,00190 | 0,00267 | 0,00246 | 0,00222 |

**Tabela 37 – Carga de $DBO_{5,20}$ por UG para uso agrícola e poluição difusa**

Elaboração própria (2018)

### 2.1.2.4. Cargas totais

Da Figura 16 até a Figura 21 estão apresentados os gráficos com os valores de carga total de $DBO_{5,20}$ para cada UG e para cada um dos três cenários nos horizontes temporais do Plano. As cargas totais de DBO correspondem ao somatório das cargas provenientes de esgotamento sanitário, criação animal, uso agrícola e poluição difusa.

De uma maneira geral, os maiores valores de carga são referentes ao cenário tendencial, seguido pelo cenário moderado e cenário otimista, respectivamente. Em todas as UGs, a atividade que teve maior contribuição na carga total de $DBO_{5,20}$ foi a atividade de esgotamento sanitário. Observa-se que a UG Alto Braço e a UG Garcia apresentam a proporção de carga proveniente do esgotamento sanitário menos preponderante do que as demais UGs. Já em relação à carga de $DBO_{5,20}$ proveniente do uso agrícola e poluição difusa, observa-se que são menos preponderantes que os demais usos, principalmente em decorrência da taxa de remoção de DBO atribuída. A UG Biguaçu apresentou o maior aumento de cargas (maior taxa de crescimento), ao passo que a UG Alto Braço apresentou o menor aumento de cargas (menor taxa de crescimento).

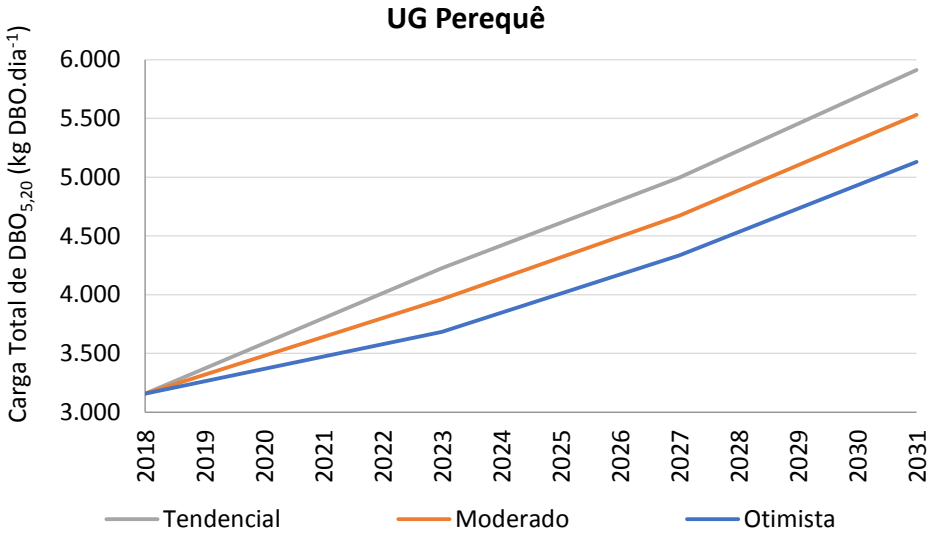



**Figura 16 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Perequê para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**
Elaboração própria (2018)

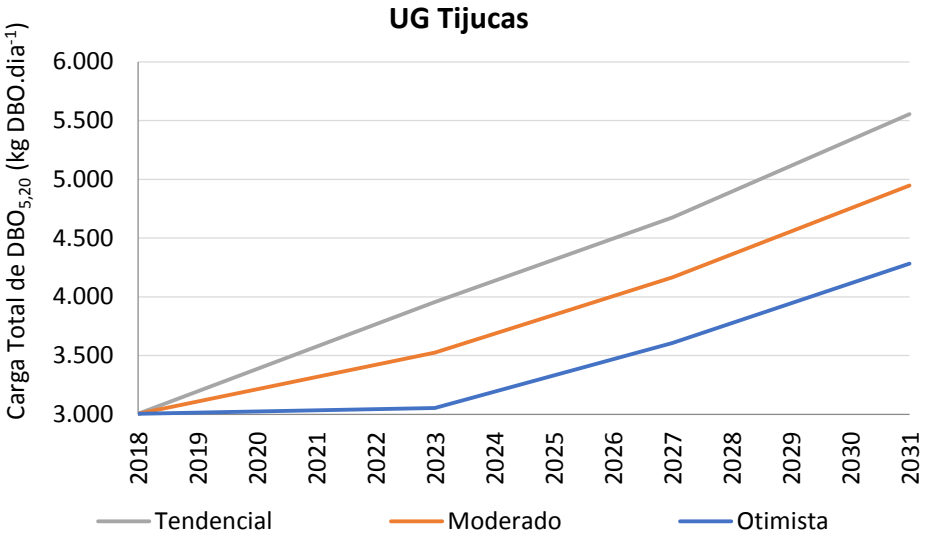



**Figura 17 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Tijucas para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**
Elaboração própria (2018)

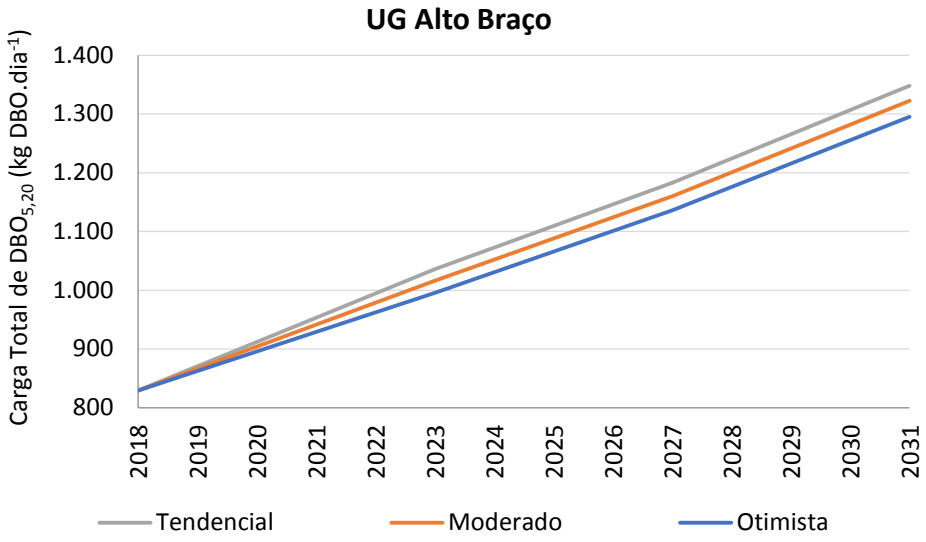



**Figura 18 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Alto Braço para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**
Elaboração própria (2018)

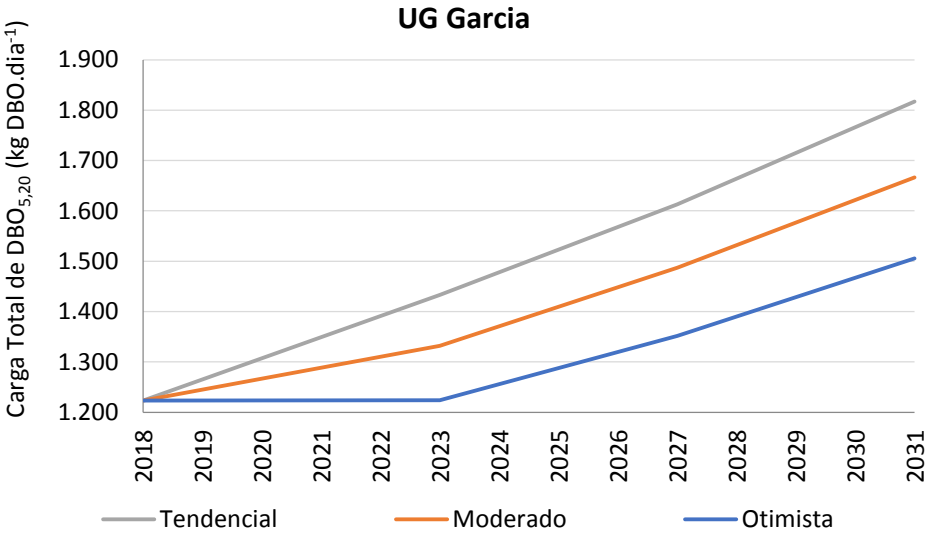



**Figura 19 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Garcia para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**
Elaboração própria (2018)

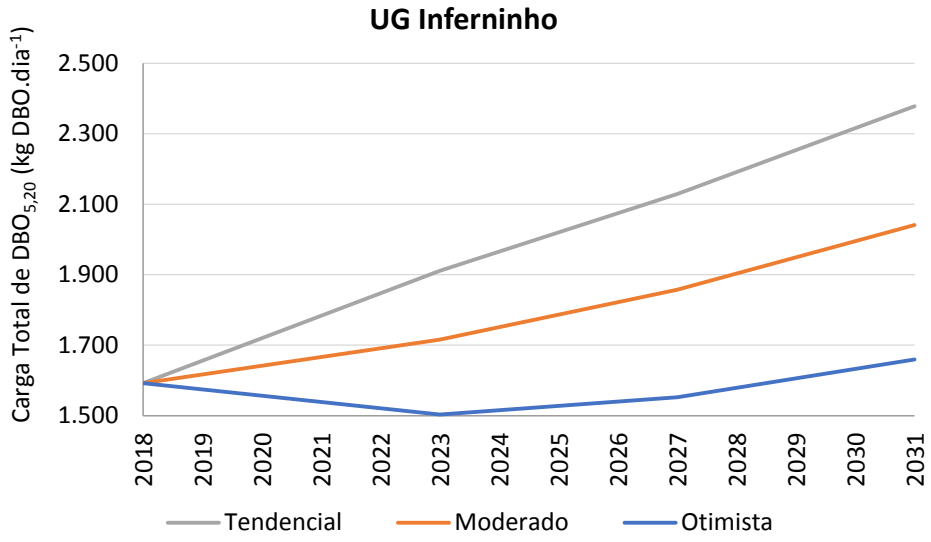



**Figura 20 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Inferninho para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**
Elaboração própria (2018)

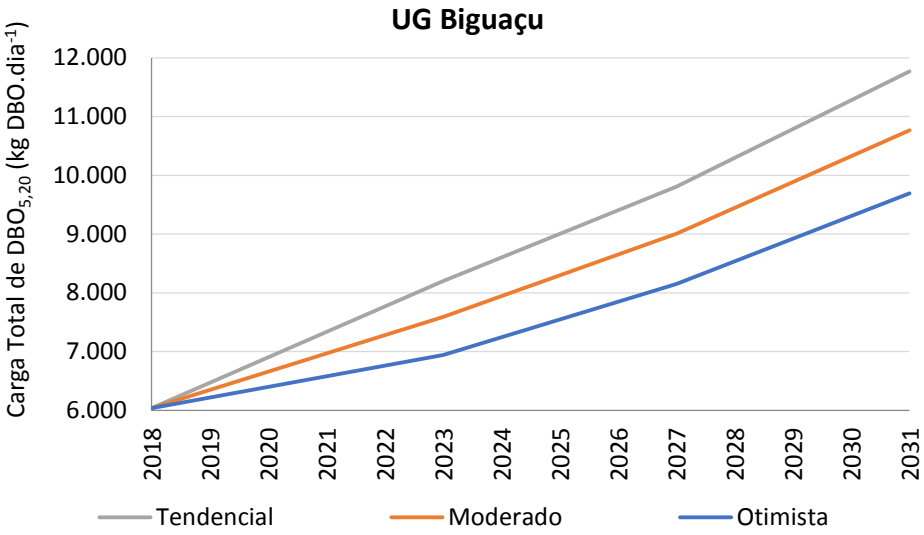



**Figura 21 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Biguaçu para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados**
Elaboração própria (2018)

## 2.2. CARGA POLUIDORA EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

### 2.2.1. Cenário tendencial

A análise do cenário qualitativo das águas subterrâneas é apresentada a partir da estimativa da carga orgânica, expressa no parâmetro de Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20}$). Para compor esta avaliação foram estimadas as cargas orgânicas provenientes do esgoto doméstico e as cargas orgânicas derivadas do esgoto animal.

#### 2.2.1.1. Metodologia

A carga orgânica doméstica é estimada com base nas cargas orgânicas apresentadas no Atlas Esgotos – Despoluição de Bacias Hidrográficas, elaborado pela ANA (2017a). Para integrar a estimativa da carga doméstica, é contabilizada a parcela de carga proveniente de solução individual, referente à porcentagem de carga orgânica lançada em fossa séptica. Observa-se que os dados publicados no Atlas Esgotos (ANA, 2017a) são referentes ao ano de 2013. Dessa forma, utiliza-se coeficientes de projeção para obter os dados de carga orgânica para o cenário atual (2016).

A eficiência das fossas sépticas varia conforme os diferentes fatores de carga de entrada, de geometria e de condições de operação. Observa-se que, de acordo com a literatura, a eficiência de remoção de $DBO_{5,20}$ em fossas sépticas é estimada no intervalo de 30% a 55% (CHERNICHARO, 2007). Para ponderar a parcela de carga orgânica lançada em água subterrânea, considera-se a eficiência do sistema de fossa séptica seguido de infiltração no solo, com 95% de remoção de $DBO_{5,20}$, mesma porcentagem de remoção aplicada para a utilização de efluentes de criação animal em fertirrigação (VON SPERLING; CHERNICHARO, 2005). Para lançamentos em solo (infiltração rápida), foi considerado uma remoção de $DBO_{5,20}$ de 90% (VON SPERLING; CHERNICHARO, 2005).

A carga orgânica animal é estimada a partir do rebanho efetivo para o cenário atual. A produção de $DBO_{5,20}$ por cabeça considera os mesmos valores utilizados para a estimativa de carga orgânica animal em recursos hídricos superficiais, porém desconsiderando o coeficiente de carga remanescente. Isso ocorre pois a depuração e utilização dos dejetos para fins de adubação no solo estima a infiltração desta carga diretamente no solo. Sendo assim, são contabilizados os seguintes valores:

- 0,378 kg DBO/cabeça/dia para bovinos e bubalinos;
- 0,230 kg DBO/cabeça/dia para equídeos;
- 0,216 kg DBO/cabeça/dia para suínos;
- 0,297 kg DBO/cabeça/dia;
- 0,00927 kg DBO/cabeça/dia para aves.

Com base nas informações dos lançamentos declarados no Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos (SANTA CATARINA, [2016]), é determinada a porcentagem de 44% da carga orgânica que atinge as águas subterrâneas, sendo considerados, nesta parcela, os lançamentos em fossa ou sumidouro, solo e fertirrigação. A partir dos dados do cadastro, é calculada a eficiência média de remoção de DBO, conforme a porcentagem de cada tipo de lançamento.

#### 2.2.1.2. Resultados

A seguir são apresentados os resultados para a estimativa de carga orgânica lançada em água subterrânea e por área de drenagem da bacia.

### Cenário atual

A Tabela 38 apresenta as estimativas de carga orgânica doméstica e carga orgânica animal lançadas em águas subterrâneas para o cenário atual.

| UG | Carga doméstica | | Carga animal | | Carga total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² |
| Perequê | 158,11 | 0,74 | 126,28 | 0,59 | 284,39 | 1,33 |
| Tijucas | 42,94 | 0,09 | 395,01 | 0,84 | 437,95 | 0,93 |
| Alto Braço | 25,28 | 0,04 | 202,52 | 0,30 | 227,80 | 0,34 |
| Garcia | 17,55 | 0,01 | 564,60 | 0,46 | 582,14 | 0,47 |
| Inferninho | 45,70 | 0,17 | 318,98 | 1,15 | 364,67 | 1,32 |
| Biguaçu | 196,59 | 0,47 | 360,12 | 0,86 | 556,71 | 1,33 |

**Tabela 38 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário atual**

Elaboração própria (2018)

A partir dos resultados é possível aferir que a UG Biguaçu apresenta a maior parcela de carga orgânica doméstica lançada em águas subterrâneas na bacia, especialmente devido à carga orgânica proveniente do esgoto doméstico, equivalente a 196,59 kg DBO/dia. A UG Biguaçu exibe grande parte de sua totalidade caracterizada por área urbanizada, abrangendo parcialmente os municípios de São José, Antonio Carlos e Biguaçu. No município de Biguaçu, 100% da população dispõe de tratamento individualizado (fossa séptica). Analogamente, a maior parte da população de São José também utiliza o sistema de esgotamento sanitário individualizado. Além da UG Biguaçu, cabe ressaltar que a UG Perequê, que abrange os

municípios de Itapema, Porto Belo, Bombinhas e a parte a noroeste de Tijucas (SC), possui alta representatividade na porcentagem de carga orgânica doméstica na bacia, contabilizando um total de 158,11 kg DBO/dia.

A UG Garcia é a UG que expõe a menor contribuição de carga doméstica, apenas 17,55 kg DBO/dia, o que representa uma carga/área de drenagem de 0,01 kg DBO/dia/km². Esta Unidade de Gestão abrange o município de Major Gercino, Angelina, Rancho Queimado e a parte sul de São João Batista, desses apenas Rancho Queimado e São José apresentam sistema de esgotamento sanitário. Por outro lado, no que se refere ao lançamento de carga orgânica animal, a UG Garcia demostra a maior parcela de lançamento em águas subterrâneas, 564,60 kg DBO/dia. Conforme o mapeamento de uso e cobertura do solo, é possível identificar que a oeste do município de Major Gercino e por toda extensão de Angelina há áreas voltadas à pastagem que são caracterizadas principalmente por uma pecuária extensiva.

Analisando-se um cenário geral de lançamento de carga orgânica na bacia, a carga proveniente de criação animal representa a maior parcela, equivalente a 1.967,51 kg DBO/dia, considerando a contribuição das UGs. Já para a carga orgânica proveniente de esgoto doméstico, o panorama geral da bacia é de 486,17 kg DBO/dia. Assim, é possível observar que a carga orgânica animal é quatro vezes maior do que a doméstica na área de estudo.

## Cenário tendencial e horizonte de curto prazo

Para a projeção de cenário de curto prazo, observa-se que as UGs Perequê e Biguaçu continuam sendo as regiões com as maiores parcelas de carga orgânica doméstica lançada em águas subterrâneas na bacia. Nestas UGs há um aumento médio de 35% em relação ao cenário atual. Analogamente, nas demais Unidades de Gestão também ocorre um aumento da carga orgânica doméstica lançada em águas subterrâneas.

Já para a carga orgânica animal, a UG Garcia que já possuía o maior lançamento de carga animal da bacia no cenário atual, obteve um decréscimo de, aproximadamente, 33% no cenário de curto prazo. As UGs Tijucas e Alto Braço exibem um decréscimo de, em média, 12% e 5%, respectivamente. Nas demais UGs, observa-se um aumento da carga orgânica animal de 61% na UG Perequê, 14% na UG Inferninho e 30% na UG Biguaçu.

De acordo com os resultados obtidos da projeção do horizonte tendencial de curto prazo, a maior contribuição do lançamento de carga orgânica da bacia é de origem animal, apresentando uma carga total de 1.955,31 kg DBO/dia. A bacia expõe uma carga doméstica total de 646,16 kg DBO/dia. No geral, observa-se que há uma redução da carga animal de 0,62% e um aumento da carga doméstica de 33%, se comparado com o cenário atual.

| UG | Carga doméstica | | Carga animal | | Carga total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² |
| Perequê | 211,00 | 0,99 | 203,81 | 0,96 | 414,81 | 1,94 |
| Tijucas | 57,34 | 0,12 | 349,09 | 0,74 | 406,43 | 0,86 |
| Alto Braço | 32,88 | 0,05 | 192,73 | 0,29 | 225.61 | 0,32 |
| Garcia | 22,47 | 0,02 | 379,43 | 0,31 | 401,90 | 0,33 |
| Inferninho | 55,07 | 0,20 | 362,93 | 1,31 | 418,00 | 1,51 |
| Biguaçu | 267,40 | 0,64 | 467,32 | 1,12 | 734,72 | 1,76 |

**Tabela 39 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário de curto prazo – 2016-2023**

Elaboração própria (2018)

## Cenário tendencial e horizonte de médio prazo

A Tabela 40 apresenta as estimativas de carga orgânica doméstica e carga orgânica animal lançadas em águas subterrâneas na bacia para a projeção de médio prazo.

Os resultados para o cenário de médio prazo, considerando todas as UGs, apontam um aumento na produção de carga orgânica proveniente do esgoto doméstico de aproximadamente 16%, exibindo uma carga doméstica total de 763,01 kg DBO/dia. Conjuntamente, em um cenário geral, observa-se um aumento de 0,5% de carga orgânica animal, indicando uma contribuição total de 2.058,66 kg DBO/dia.

Para a projeção de cenário de curto prazo, observa-se que as UGs Perequê e Biguaçu continuam sendo as regiões com as maiores parcelas de carga orgânica doméstica lançada em águas subterrâneas na bacia, com uma carga orgânica total de 569,71 kg DBO/dia, representando o cenário mais crítico de risco de contaminação das águas subterrâneas. O aumento da carga orgânica lançada em águas subterrâneas nestas UGs corresponde principalmente ao aumento da população em áreas urbanas, já que grande parte da população dessas regiões utiliza fossa séptica como alternativa de tratamento. As demais UGs, de um geral, obtêm um crescimento na carga orgânica, com exceção da UG Alto Braço, que manteve a carga de lançamento do cenário de curto prazo.

Já para a carga orgânica animal, a UG Garcia continua exibindo um decréscimo de lançamento, que já ocorreu no cenário de curto prazo, reduzindo agora, no cenário de médio prazo, em 5%. As demais UGs obtêm um aumento na carga orgânica. As UGs Tijucas, Alto Braço e Biguaçu evidenciam um pequeno acréscimo, de 1% nas UGs Tijucas e Alto Braço, e de 9% na UG Biguaçu. Nas demais UGS, observa-se uma maior taxa de aumento da carga orgânica animal de 18% para a UG Perequê e 11% na UG Inferninho.

| UG | Carga doméstica | | Carga animal | | Carga total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² |
| Perequê | 249,42 | 1,17 | 241,21 | 1,13 | 490,63 | 2,30 |
| Tijucas | 68,09 | 0,14 | 351,38 | 0,75 | 419,47 | 0,89 |
| Alto Braço | 38,06 | 0,06 | 195,49 | 0,29 | 233,55 | 0,35 |
| Garcia | 25,74 | 0,02 | 360,46 | 0,29 | 386,20 | 0,31 |
| Inferninho | 61,41 | 0,22 | 402,95 | 1,46 | 464,36 | 1,68 |
| Biguaçu | 320,29 | 0,77 | 507,16 | 1,21 | 827,45 | 1,98 |

**Tabela 40 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário de médio prazo – 2023-2027**
Elaboração própria (2018)

## Cenário tendencial e horizonte de longo prazo

A Tabela 41 apresenta as estimativas de carga orgânica doméstica e carga orgânica animal lançadas em águas subterrâneas na bacia para a projeção de longo prazo.

O cenário do longo prazo segui o mesmo padrão de acréscimo e decréscimo de carga orgânica em relação ao cenário de médio prazo. Assim, no geral, mantêm-se o aumento da produção de carga orgânica proveniente do esgoto doméstico em, aproximadamente, 18%, apresentando uma carga doméstica total de 884,67 kg DBO/dia. Conjuntamente, em um cenário geral, observa-se um aumento de 0,5% da carga orgânica animal, evidenciando uma contribuição total de 2.178,69 kg DBO/dia.

Para a projeção de cenário de longo prazo, observa-se que as UGs Perequê e Biguaçu continuam sendo as regiões com as maiores parcelas de carga orgânica doméstica lançada em águas subterrâneas na bacia, com uma carga orgânica total de 680,19 kg DBO/dia, representando o cenário mais crítico de risco de contaminação das águas subterrâneas. As demais UGs, de um modo geral, também obtêm um crescimento na carga orgânica, com exceção da Alto Braço, que mantém a carga de lançamento do cenário de curto prazo.

Já para a carga orgânica animal, a UG Garcia continua exibindo um decréscimo de lançamento, que já ocorreu no cenário de médio prazo, reduzindo agora, no cenário de longo prazo, em 5%. As demais UGs obtêm um aumento na carga orgânica. As UGs Tijucas, Alto Braço e Biguaçu expõem um acréscimo, de 1% nas UGs Tijucas e Alto Braço, e de 8% na UG Biguaçu. Nas demais UGs, observa-se uma maior taxa de aumento da carga orgânica animal de 18% para a Perequê e 11% na Inferninho.

| UG | Carga doméstica | | Carga animal | | Carga total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² |
| Perequê | 295,31 | 1,38 | 284,79 | 1,34 | 580,10 | 2,72 |
| Tijucas | 81,22 | 0,17 | 354,32 | 0,75 | 435,54 | 0,93 |
| Alto Braço | 43,93 | 0,07 | 198,49 | 0,29 | 242,42 | 0,36 |
| Garcia | 29,39 | 0,02 | 343,83 | 0,28 | 373,22 | 0,30 |
| Inferninho | 68,59 | 0,25 | 447,71 | 1,62 | 516,30 | 1,87 |
| Biguaçu | 384,88 | 0,92 | 549,55 | 1,32 | 934,43 | 2,24 |

**Tabela 41 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário de longo prazo – 2027-2031**
Elaboração própria (2018)

### 2.2.2. Cenários alternativos

A metodologia utilizada para estimar as cargas poluidoras em águas subterrâneas para os cenários alternativos é a mesma utilizada para estimar as cargas no cenário tendencial, conforme apresentado no Capítulo 2.2.1.1.

O Capítulo 2.2.2.1 apresenta os resultados da estimativa de carga poluidora em águas subterrâneas para os cenários alternativos

#### 2.2.2.1. Resultados

Os resultados da estimativa de carga poluidora são evidenciados nos Capítulos subsequentes por cenário e horizonte de projeto

## Cenário otimista e horizonte de curto prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário otimista de curto prazo resultam em um aumento de 61,40 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e em uma redução de 158,68 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, os novos coeficientes para o cenário otimista produziriam uma redução de 97,44 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia quando comparado ao cenário atual.

Quando comparados ao cenário tendencial de curto prazo, haveria uma redução de 98,77 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e de 146,48 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, os novos coeficientes para o cenário otimista causariam uma redução de 19,64 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia.

| UG | Carga doméstica | | Carga animal | | Carga total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² |
| Perequê | 183,73 | 0,86 | 188,54 | 0,88 | 372,27 | 1,75 |
| Tijucas | 44,04 | 0,09 | 322,93 | 0,69 | 366,97 | 0,78 |
| Alto Braço | 31,73 | 0,05 | 178,29 | 0,26 | 210,02 | 0,31 |
| Garcia | 18,99 | 0,02 | 351,01 | 0,29 | 370,00 | 0,30 |
| Inferninho | 42,84 | 0,15 | 335,74 | 1,21 | 378,58 | 1,37 |
| Biguaçu | 226,06 | 0,54 | 432,31 | 1,04 | 658,37 | 1,58 |

**Tabela 42 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário otimista de curto prazo – 2016-2023**
Elaboração própria (2018)

## Cenário otimista e horizonte de médio prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário otimista de médio prazo resultam em um aumento de 89,10 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e de 80,90 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, quando comparado ao cenário otimista de curto prazo, os novos coeficientes para o cenário otimista de médio prazo resultam em um aumento de 169,99 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia.

Quando comparado ao cenário tendencial de médio prazo, haveria uma redução de 126,77 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e de 168,96 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, ocorreria uma redução de 295,45 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia.

| UG | Carga doméstica | | Carga animal | | Carga total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² |
| Perequê | 216,24 | 1,01 | 221,41 | 1,038 | 437,66 | 2,05 |
| Tijucas | 52,29 | 0,11 | 322,55 | 0,686 | 374,84 | 0,80 |
| Alto Braço | 36,73 | 0,05 | 179,45 | 0,267 | 216,18 | 0,32 |
| Garcia | 21,36 | 0,02 | 330,88 | 0,269 | 352,25 | 0,29 |
| Inferninho | 44,02 | 0,16 | 369,89 | 1,337 | 413,91 | 1,50 |
| Biguaçu | 265,84 | 0,64 | 465,54 | 1,115 | 731,38 | 1,75 |

**Tabela 43 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o Cenário Otimista de Médio Prazo – 2023-2027**

Elaboração própria (2018)

## Cenário otimista e horizonte de longo prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário otimista de longo prazo resultam em um aumento de 112,09 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e de 87,17 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, os novos coeficientes para o cenário otimista de longo prazo resultariam em um aumento de 199,27 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia, quando comparados ao cenário otimista de médio prazo.

Quando comparados ao cenário tendencial de longo prazo, haveria uma redução de 154,74 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e de 201,80 6 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, ocorreria uma redução de 356,54 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia.

| UG | Carga doméstica | | Carga animal | | Carga total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² |
| Perequê | 256,03 | 1,20 | 258,41 | 1,211 | 514,44 | 2,41 |
| Tijucas | 62,37 | 0,13 | 321,50 | 0,684 | 383,87 | 0,82 |
| Alto Braço | 42,39 | 0,06 | 180,11 | 0,268 | 222,50 | 0,33 |
| Garcia | 24,18 | 0,02 | 311,98 | 0,254 | 336,16 | 0,27 |
| Inferninho | 46,97 | 0,17 | 406,24 | 1,469 | 453,21 | 1,64 |
| Biguaçu | 316,64 | 0,76 | 498,65 | 1,194 | 815,29 | 1,95 |

**Tabela 44 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário otimista de longo prazo – 2027-2031**

Elaboração própria (2018)

## Cenário moderado e horizonte de curto prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário moderado de curto prazo resultam em um aumento de 112,23 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e em uma redução de 84,30 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, quando comparados ao cenário atual, os novos coeficientes para o cenário moderado produziriam um aumento de 27,93 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia.

Quando comparado ao cenário tendencial de curto prazo, haveria uma redução de 47,78 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e de 72,11 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, os novos coeficientes para o cenário moderado provocariam um aumento de 105,73 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia.

| UG | Carga doméstica | | Carga animal | | Carga total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² |
| Perequê | 197,72 | 0,93 | 197,72 | 0,93 | 394,01 | 1,85 |
| Tijucas | 50,99 | 0,11 | 50,99 | 0,11 | 387,20 | 0,82 |
| Alto Braço | 32,31 | 0,05 | 32,31 | 0,05 | 217,93 | 0,32 |
| Garcia | 20,78 | 0,02 | 20,78 | 0,02 | 386,22 | 0,31 |
| Inferninho | 49,22 | 0,18 | 49,22 | 0,18 | 398,77 | 1,44 |
| Biguaçu | 247,37 | 0,59 | 247,37 | 0,59 | 697,45 | 1,67 |

**Tabela 45 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário moderado de curto prazo – 2016-2023**
Elaboração própria (2018)

## Cenário moderado e horizonte de médio prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário moderado de médio prazo resultam em um aumento de 103,67 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e de 92,45 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, quando comparados ao cenário moderado de curto prazo, os novos coeficientes para o cenário moderado causariam um aumento de 196,12 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia.

Quando comparado ao cenário tendencial de médio prazo, haveria uma redução de 60,95 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e de 82,99 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, os novos coeficientes para o cenário moderado provocariam uma redução de 143,95 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia.

| UG | Carga doméstica | | Carga animal | | Carga total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² | kgDBO/dia | kgDBO/dia/km² |
| Perequê | 233,28 | 1,09 | 231,48 | 1,085 | 464,76 | 2,18 |
| Tijucas | 60,54 | 0,13 | 337,21 | 0,717 | 397,76 | 0,85 |
| Alto Braço | 37,40 | 0,06 | 187,61 | 0,279 | 225,01 | 0,33 |
| Garcia | 23,63 | 0,02 | 345,93 | 0,282 | 369,56 | 0,30 |
| Inferninho | 53,20 | 0,19 | 386,71 | 1,398 | 439,91 | 1,59 |
| Biguaçu | 294,00 | 0,70 | 486,71 | 1,165 | 780,71 | 1,87 |

**Tabela 46 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário moderado de médio prazo – 2023-2027**
Elaboração própria (2018)

## Cenário moderado e horizonte de longo prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário moderado de longo prazo resultam em um aumento de 126,86 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e de 104,15 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, os novos coeficientes para o cenário moderado causariam um aumento de 231,01 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia, quando comparado ao cenário moderado de médio prazo.

Quando comparado ao cenário tendencial de longo prazo, haveria uma redução de 74,41 kg DBO/dia na carga orgânica doméstica e de 98,89 kg DBO/dia na carga orgânica animal. No total, os novos coeficientes para o cenário moderado provocariam uma redução de 173,30 kg DBO/dia da carga orgânica total na bacia.

| UG | Carga doméstica | | Carga animal | | Carga total | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² | kgDBO/ dia | kgDBO/ dia/km² |
| Perequê | 276,20 | 1,29 | 271,86 | 1,275 | 548,06 | 2,57 |
| Tijucas | 72,21 | 0,15 | 338,24 | 0,719 | 410,45 | 0,87 |
| Alto Braço | 43,17 | 0,06 | 189,48 | 0,282 | 232,65 | 0,35 |
| Garcia | 26,88 | 0,02 | 328,22 | 0,267 | 355,10 | 0,29 |
| Inferninho | 58,45 | 0,21 | 427,39 | 1,545 | 485,84 | 1,76 |
| Biguaçu | 352,00 | 0,84 | 524,61 | 1,256 | 876,60 | 2,10 |

**Tabela 47 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário moderado de longo prazo – 2027-2031**
Elaboração própria (2018)

# 3. Balanços hídricos

Nesta etapa foi realizado o balanço entre a disponibilidade e a demanda hídrica das bacias em questão, considerando as tendências de evolução da demanda para os três cenários e para os três horizontes temporais do Plano: 2023, 2027 e 2031.

A elaboração do balanço é importante para identificar áreas críticas com comprometimento qualiquantitativo dos recursos hídricos e consequentemente locais de potenciais conflitos entre os múltiplos usos das águas, locais estes onde será necessária uma intervenção e onde se deverá permitir ou restringir o uso da água com base na abundância ou escassez do recurso. Além disso, os resultados dos balanços servirão como base para a proposta de enquadramento dos corpos de água das bacias em estudo.

O Capítulo 3.1 apresenta os balanços hídricos realizados em corpos de água superficiais enquanto o Capítulo 3.2 apresenta os balanços hídricos realizados em corpos de água subterrâneos.

## 3.1. BALANÇOS HÍDRICOS EM ÁGUAS SUPERFICIAIS

Serão realizados balanços quantitativos e qualiquantitativos das águas superficiais das bacias em estudo. O balanço hídrico quantitativo tem como propósito diagnosticar o uso quantitativo dos recursos hídricos. Seu objetivo é comparar as disponibilidades e as demandas de água. Os balanços qualiquantitativos, complementarmente, consideram de forma conjunta os aspectos de quantidade e de qualidade das águas das bacias em questão, em consonância com a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), Lei nº 9.433/97, e à Política Estadual de Recursos Hídricos (PERH), Lei nº 9.748/94, segundo o art. 1º da Lei Estadual nº 9.748, "[...] a) o gerenciamento dos recursos hídricos deve ser integrado, descentralizado e participativo, sem dissociação dos aspectos de quantitativos e qualitativos [...]" (SANTA CATARINA, 1994, não paginado).

O Capítulo 3.1.1 apresenta a metodologia construída para a realização dos balanços hídricos em águas superficiais, o Capítulo 3.1.2 apresenta os resultados dos balanços quantitativos e qualiquantitativos e o Capítulo 3.1.3 as conclusões.

### 3.1.1. Metodologia

Atendendo ao estabelecido no Termo de Referência (TR), o balanço hídrico em águas superficiais será realizado utilizando o Sistema de Apoio à Decisão para o Planejamento (SADPLAN), da Diretoria de Recursos Hídricos da Secretária de Estado do Desenvolvimento Sustentável (DRHI/SDS). O SADPLAN é uma ferramenta que reúne informações acerca dos recursos hídricos superficiais do estado de Santa Catarina. A principal função do SADPLAN é calcular balanços hídricos que equacionem a diferença entre a disponibilidade e as demandas hídricas de cada trecho hídrico de uma bacia hidrográfica. O SADPLAN possibilita trabalhar com diferentes cenários de disponibilidade, demandas quantitativas e qualitativas, além de critérios de atendimento e outorga (SANTA CATARINA, 2018b).

A metodologia utilizada para realização dos balanços hídricos no SADPLAN compõe-se na estruturação e na organização dos dados de entrada no Sistema, como criação de cenários, hipóteses e critérios adotados nas simulações.

Os Subcapítulos 3.1.1.1 até o 3.1.1.8 estão estruturados sequencialmente, de acordo com as etapas realizadas para execução dos balanços e os grupos de dados gerados para entrada no SADPLAN.

### 3.1.1.1. Definição do nível zero de ottobacias

As ottobacias de nível zero são as bacias hidrográficas nas quais serão realizados os balanços hídricos no SADPLAN. É chamado de nível zero, pois corresponde a um conjunto de bacias hidrográficas com distintos níveis de classificação de Otto Pfafstetter (1989).

Para definição do nível zero foram realizadas agregações e desagregações das ottobacias da área de estudo até uma área delimitada de aproximadamente 20 km$^2$, conforme orientação da SDS. Foi levado em consideração o nível otto delimitado, os limites das UG, os cadastros de usuários de água, os exutórios das ottobacias e as interbacias federais da linha de costa, as quais são desconsideradas no SADPLAN para o cálculo do balanço hídrico.

A Figura 22 apresenta as ottobacias nível zero e as interbacias federais de linha de costa estabelecidas na área de abrangência do plano.

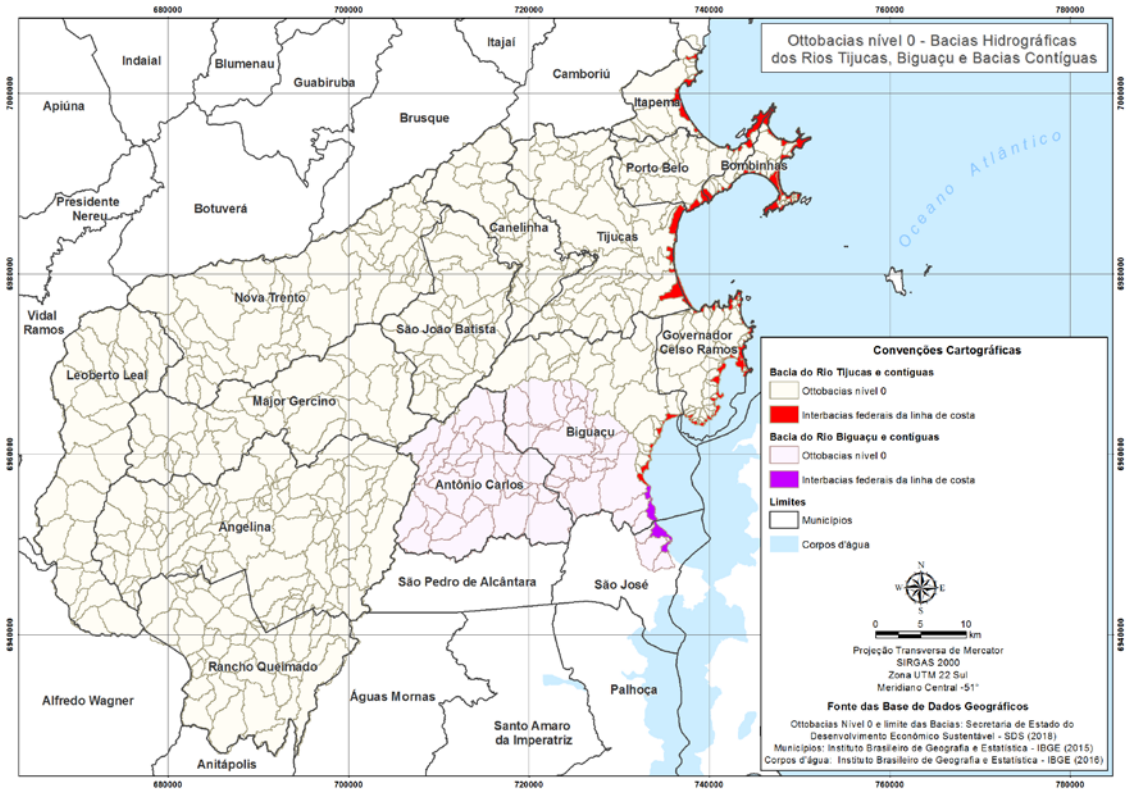



**Figura 22 – Ottobacias nível zero e as interbacias federais de linha de costa estabelecidas para as bacias dos Rios Tijucas e Bacias Contíguas e Biguaçu e Bacias Contíguas**
Elaboração própria (2018)

Para a Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas foram estabelecidas 650 ottobacias nível zero, das quais 99 são interbacias federais de linha de costa.

### 3.1.1.2. Parâmetros de demanda hídrica

O SADPLAN utiliza os dados oriundos do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH) para determinar as demandas de água consideradas no cálculo do balanço hídrico (SANTA CATARINA, 2018b). Foram consideradas somente as declarações de cadastro criadas e entregues até 25 de abril de 2018, nesta data foi realizado o primeiro balanço por meio do SADPLAN.

Nos balanços hídricos utilizou-se todos os cadastros com parecer Aprovado[4], já os com parecer Não Avaliado foram considerados os que apresentavam uma vazão insignificante, inferior a 1 $m^3.h^{-1}$, enquanto os cadastros Reprovados não foram utilizados. Os cadastros não avaliados foram selecionados devido à importância de representar espacialmente os usuários de água na bacia, subsidiando posteriormente a análise de enquadramento dos corpos d'água.

### 3.1.1.3. Parâmetros de projeções estatísticas

As projeções estatísticas são aplicadas às demandas hídricas oriundas do CEURH para a realização de balanços hídricos considerando os horizontes futuros. Logo, para cada cadastro é atribuída uma taxa de crescimento em função do uso da água associado (SANTA CATARINA, 2018b).

Foram utilizadas as taxas de crescimento de demanda hídrica estimadas pela UFSC para o cenário tendencial (Capítulo 1.2.2) e os cenários alternativos (Capítulo 1.3.2). As taxas foram estimadas por Unidade de Gestão (UG), porém o SADPLAN trabalha com *input* no âmbito municipal ou bacia hidrográfica. Logo, para a atribuição da taxa mais adequada por município, levou-se em consideração a localização espacial do munícipio dentro de cada UG e bacia hidrográfica.

### 3.1.1.4. Parâmetros de disponibilidade hídrica

Os Parâmetros de Disponibilidade Hídrica são utilizados pelo SADPLAN na definição dos dados de disponibilidade hídrica para o cálculo de um balanço hídrico. Nos parâmetros de disponibilidade hídrica são caracterizadas, dentre outros critérios, a vazão disponível para consumos e a ausência/existência de diferentes prioridades de atendimento aos setores usuários de recursos hídricos, definição de vazão ecológica (SANTA CATARINA, 2018b).

Foi criado um *input* de "Parâmetros de Disponibilidade Hídrica" para cada bacia e para cada vazão de referência. Quanto às simulações, adotou-se as seguintes vazões de referência: Q98, Q95, Q90 e QMLT. Foi considerado como vazões outorgáveis (disponível para o balanço) 50% da vazão de referência Além disso, a vazão mínima é de 50% da vazão de referência em análise e a vazão ecológica, 100% da vazão Q7,10, em consonância com a Portaria nº 312/2016 da Fatma e a Resolução CNRH nº 129/2011 que estabelece em seu art. 4º: "Cabe à autoridade outorgante estabelecer critérios específicos para a determinação de vazões mínimas

[4] Após o usuário de água realizar o cadastro, as informações são encaminhadas à SDS para validação técnica. Enquanto a SDS não avaliar o cadastro, o mesmo terá parecer Não Avaliado no sistema. Depois de avaliado pela SDS, o cadastro terá parecer Aprovado, isto quando todas as informações preenchidas pelo usuário forem julgadas consistentes pelo técnico da SDS. Caso alguma informação preenchida no cadastro esteja inconsistente ou incorreta o mesmo receberá parecer Reprovado.

remanescentes, em articulação com os demais integrantes do sistema de gerenciamento de recursos hídricos, quando couber." (BRASIL, 2011b, não paginado).

De modo complementar, foi realizado o balanço de Diversas Garantias de Atendimento (DGA) com o objetivo de identificar qual é a vazão mínima necessária para que todas as demandas hídricas sejam atendidas. Para o Balanço DGA foi assumida a hipótese mais crítica quanto às demandas hídricas e mais conservadora quanto à disponibilidade hídrica dos cursos d'água. Foi estabelecida então uma garantia hídrica inicial de 98% de permanência no tempo (com valores menores de vazões disponíveis) e uma garantia hídrica de apenas 5% de permanência, com valores maiores de vazões disponíveis, porém com uma permanência mínima no tempo. A vazão mínima considerada no balanço DGA foi estabelecida em 50% da vazão de referência Q98.

Considerou-se as prioridades de atendimento de recursos hídricos, consoante à PERH, Lei nº 9.748/94, e à PNRH, Lei nº 9.433/97). As prioridades de atendimento estabelecidas para os balanços hídricos foram:

- Abastecimento público: 1ª prioridade
- Esgotamento sanitário 1ª prioridade
- Aquicultura: 1ª prioridade
- Criação animal: 1ª prioridade
- Irrigação: 2ª prioridade
- Indústria: 2ª prioridade
- Mineração: 2ª prioridade
- Termelétrica: 2ª prioridade
- Hidrelétrica: 2ª prioridade.

O uso prioritário para criação animal é decorrente das características das bacias em estudo onde predominam pequenos e médios criadores, logo foi assumida a hipótese que para a atividade de criação animal a água seria utilizada majoritariamente para a dessedentação dos animais.

Foi estabelecida em 2 $mg.L^{-1}$ a concentração de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) dos corpos hídricos em condições naturais e das cabeceiras.

## Disponibilidade Hídrica por ottobacia

As Disponibilidades Hídricas estão definidas no Relatório da Etapa C, por UG. As vazões de referência por ottobacia foram distribuídas proporcionalmente, por relação de área de drenagem, para cada uma das ottobacias.

Para cada UG, geraram-se coeficientes de vazão (Tabela 48), que são as vazões de referência, divididos pela área da UG. Para cada ottobacia a determinação da vazão de referência em seu exutório foi calculada multiplicando-se as áreas de drenagem acumuladas das ottobacias pelo coeficiente de vazão correspondente. Dessa forma, dentro de cada UG, foi mantida uma vazão específica constante para cada vazão de referência estudada.

| Vazão de Referência | Unidade de Gestão | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | UG Perequê | UG Tijucas | UG Alto Braço | UG Garcia | UG Inferninho | UG Biguaçu |
| QMLT | 0,0218 | 0,0277 | 0,0277 | 0,0277 | 0,0223 | 0,0244 |
| Q5 | 0,0450 | 0,0571 | 0,0571 | 0,0571 | 0,0460 | 0,0502 |
| Q10 | 0,0371 | 0,0471 | 0,0471 | 0,0471 | 0,0379 | 0,0415 |
| Q15 | 0,0323 | 0,0410 | 0,0410 | 0,0410 | 0,0330 | 0,0361 |
| Q20 | 0,0292 | 0,0371 | 0,0371 | 0,0371 | 0,0299 | 0,0327 |
| Q25 | 0,0266 | 0,0338 | 0,0338 | 0,0338 | 0,0272 | 0,0298 |
| Q30 | 0,0247 | 0,0313 | 0,0313 | 0,0313 | 0,0252 | 0,0276 |
| Q35 | 0,0229 | 0,0291 | 0,0291 | 0,0291 | 0,0234 | 0,0256 |
| Q40 | 0,0214 | 0,0272 | 0,0272 | 0,0272 | 0,0219 | 0,0239 |
| Q45 | 0,0201 | 0,0255 | 0,0255 | 0,0255 | 0,0205 | 0,0224 |
| Q50 | 0,0188 | 0,0238 | 0,0238 | 0,0238 | 0,0192 | 0,0210 |
| Q55 | 0,0177 | 0,0224 | 0,0224 | 0,0224 | 0,0181 | 0,0198 |
| Q60 | 0,0164 | 0,0208 | 0,0208 | 0,0208 | 0,0167 | 0,0183 |
| Q65 | 0,0155 | 0,0197 | 0,0197 | 0,0197 | 0,0158 | 0,0173 |
| Q70 | 0,0144 | 0,0183 | 0,0183 | 0,0183 | 0,0147 | 0,0161 |
| Q75 | 0,0135 | 0,0172 | 0,0172 | 0,0172 | 0,0138 | 0,0151 |
| Q80 | 0,0127 | 0,0161 | 0,0161 | 0,0161 | 0,0129 | 0,0141 |
| Q85 | 0,0116 | 0,0147 | 0,0147 | 0,0147 | 0,0118 | 0,0129 |
| Q90 | 0,0105 | 0,0133 | 0,0133 | 0,0133 | 0,0107 | 0,0117 |
| Q95 | 0,0087 | 0,0111 | 0,0111 | 0,0111 | 0,0089 | 0,0098 |
| Q98 | 0,0072 | 0,0091 | 0,0091 | 0,0091 | 0,0074 | 0,0080 |
| Q100 | 0,0050 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0064 | 0,0051 | 0,0056 |
| Q7,10 | 0,0039 | 0,0052 | 0,0052 | 0,0052 | 0,0040 | 0,0042 |

**Tabela 48 – Coeficientes de vazão utilizados (vazão específica de contribuição – $m^3/s/km^2$) para determinação das vazões nas ottobacias da área de estudo**

Elaboração própria (2018)

### 3.1.1.5. Demandas hídricas e lançamento de poluentes complementares

Decorrente da baixa adimplência ao Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH), conforme diagnosticado no relatório da etapa B, entende-se que há necessidade de complementação das informações referentes às demandas hídricas e aos lançamentos de poluentes, isto para que o balanço executado pelo SADPLAN seja fidedigno aos cenários hídricos das bacias em estudo. Nesse sentido, o termo “complementares” refere-se aos *inputs* de dados no SADPLAN, complementares aos *inputs* provenientes do Sistema CEURH.

As demandas hídricas e lançamentos de poluentes complementares foram inseridas para cada uma das ottobacias nível zero, definidas anteriormente (Capítulo 3.1.1.1).

## Demandas hídricas

A desagregação das Demandas Hídricas de UG para ottobacias foram realizadas em procedimento análogo à desagregação das demandas de nível municipal para nível de UGs (Capítulo 1.1.1.). No SADPLAN foram inseridas as demandas complementares por uso de água: (abastecimento rural, aquicultura, criação animal, irrigação, uso industrial e mineração). Isto, por horizonte do plano 2023, 2027 e 2031 e por cenário tendencial e alternativo. No que diz respeito aos usos de abastecimento urbano e flutuante, não foi realizada a distribuição das demandas complementares de retirada por ottobacias, decorrente da representatividade dos cadastros associados ao uso abastecimento público no Sistema CEURH. As demandas de retorno de água e cargas, esgotamento sanitário, foram consideradas. Assumiu-se a hipótese que as demandas hídricas de esgotamento sanitário são o somatório das vazões de retorno dos usos abastecimento urbano, rural e flutuante.

Utilizaram-se os dados de demanda do mês considerado mais crítico, portanto com maior demanda hídrica. Nas bacias em estudo, o mês de dezembro apresenta a maior vazão total de retirada, somatório das vazões dos múltiplos usos, logo foi utilizado o mês de dezembro como referência.

Assumiu-se a hipótese de que a demanda de retirada é uma parcela da vazão de retirada proveniente dos corpos d'água superficiais. Deste modo, foi necessário realizar a desagregação da vazão total de retirada em vazão proveniente de corpos d'água superficial. A desagregação realizou-se a partir das informações obtidas no Sistema de Cadastro CEURH. Avaliou-se a proporção das vazões cadastradas, por bacia e por tipo de uso, em que a captação de água é feita por meio de corpos d'água superficiais e subterrâneos. Quanto aos corpos d'água subterrâneos, consideraram-se os seguintes tipos de fontes de captação declarados pelo usuário: poço raso, poço profundo e barragem subterrânea. No que concerne aos corpos d'água superficial, foram considerados os demais tipos de fontes de captação disponíveis no Sistema de Cadastro CEURH.

Em consequência das diferentes classes de uso de água atribuídas no Sistema de Cadastro CEURH e calculadas por meio da demanda hídrica, assumiram-se as seguintes hipóteses:

- A proporcionalidade da demanda hídrica superficial por tipo de uso na área de estudo é igual à média da proporcionalidade da demanda hídrica das bacias componentes da área de estudo. Exceção à regra, para o uso industrial, foram atribuídos os coeficientes específicos das bacias na qual a UG está localizada, visto que há diferenças significativas na proporcionalidade de uma bacia para outra.

De modo conservador será adotado que todas as demandas complementares são significantes. Além disso, para as bacias em estudo, as vazões insignificantes representam um percentual alto das demandas complementares por trecho de rio. Assim, como não há ordem de prioridade para esses usos, ficam garantidos os usos insignificantes[5], independentemente de serem usos prioritários ou não, restando pouca vazão outorgável no trecho hídrico em questão.

[5] No SADPLAN os usos insignificantes de recursos hídricos, que em geral são para subsistência, não estão sujeitos à outorga, assim são extraídos da disponibilidade hídrica total na primeira etapa de cálculo do balanço hídrico, antes mesmo dos usos mais prioritários.

### Lançamento de poluentes

Os lançamentos de poluentes complementares referem-se às concentrações de $DBO_{5,20}$ lançadas diretamente nos corpos hídricos superficiais das bacias em estudo. Obtiveram-se as concentrações por meio da razão entre as cargas poluentes e as vazões de retorno (demandas hídricas de retorno de água). A metodologia de estimativa das cargas poluentes em águas superficiais é apresentada no Capítulo 2.1.1, e as vazões de retorno no Relatório da Etapa C. Além disso, calcularam-se os lançamentos de poluentes para os usos de criação animal e esgotamento sanitário.

A desagregação das cargas poluentes para ottobacias realizou-se em procedimento análogo à desagregação das demandas de nível municipal para nível UGs (Capítulo 1.1.1).

## 3.1.1.6. Demandas fictícias

A demanda fictícia é uma demanda hídrica que não está declarada no Sistema de Cadastro CEURH. O SADPLAN utiliza as demandas fictícias para simular a existência de pontos de captação de água ou de lançamento de efluentes em trechos hídricos (SANTA CATARINA, 2018b).

Foram criadas demandas fictícias correspondentes aos pontos de captação de água para abastecimento público que não estão aprovados no Sistema de Cadastro CEURH. No que diz respeito à criação das demandas fictícias, utilizou-se as informações disponibilizadas nos questionários respondidos pelas companhias de saneamento, conforme apresentado no Relatório da Etapa C.

## 3.1.1.7. Execução dos balanços hídricos

Os balanços hídricos foram executados para o mês de dezembro, mês considerado mais crítico quanto à demanda hídrica e mês a partir do qual foram projetadas as demandas complementares. À vazão máxima considerada insignificante foi atribuído o valor de 1 $m^3.h^{-1}$.

Para os balanços qualiquantitativos foi considerado o decaimento da concentração de DBO ao longo do trecho hídrico. No SADPLAN empregou-se as taxas de decaimento da DBO (Kd) pelo algoritmo de qualidade, conforme apresentado nas Equações (10) e (11).

$$\text{Se } H \leq 2{,}5\ (\text{m})\text{, então } Kd = 0{,}3 \times \left(\frac{H}{2{,}5}\right)^{-0{,}434}\ [\text{dia}^{-1}] \qquad (10)$$

$$\text{Se } H > 2{,}5\ (\text{m})\text{, então } Kd = 0{,}3\ [\text{dia}^{-1}] \qquad (11)$$

No qual H é a profundidade (em metros) do corpo hídrico. A profundidade é obtida pelo SADPLAN por meio da equação de *Manning* (Equação (**12**)).

$$\text{Se } H = 0{,}3 \times \left(\frac{n.Q}{B.S^{1/2}}\right)^{3/5} \qquad (12)$$

Em que n é a rugosidade do leito do corpo hídrico (n = 0,035); Q é a vazão do corpo hídrico; B é a largura do corpo hídrico (obtido junto à cartografia da DRHI/SDS) e S é a declividade do corpo hídrico (obtido junto à cartografia da DRHI/SDS).

#### 3.1.1.8. Apresentação dos resultados dos balanços

Os resultados dos balanços hídricos são representados no SADPLAN, apenas no trecho de curso d'água que representa o afluente principal da ottobacia em questão. Cabe destacar que apesar de estar representado pelo trecho principal, considera-se o resultado para todos os trechos hídricos da ottobacia nível zero em análise.

Os resultados do balanço hídrico quantitativo do SADPLAN são apresentados na forma do Índice de Atendimento de Captação Total (IACT). O IACT é a fração de atendimento do conjunto de todas as demandas superficiais significativas de captação existentes em cada trecho de rio. É definido como a divisão entre a soma das captações de água atendidas (QAT) e a soma das captações solicitadas (QCAP) (SANTA CATARINA, 2018b). As classes e intervalo de valores atribuídos ao IACT foram análogas às estabelecidas no Plano de Recursos Hídricos Bacia do Rio das Antas, bacias contíguas e afluentes do Rio Peperi-Guaçu (SANTA CATARINA, 2018c), conforme orientação da SDS. A Tabela 49 apresenta as classes de valores atribuídas ao IACT. Os resultados de IACT com classe Adequado significa que todas as captações solicitadas foram atendidas ou que no trecho hídrico em questão não há captações solicitadas.

| IACT (%) | Classe |
|---|---|
| 0 | Sem atendimento |
| 1 – 49 | Extremamente crítico |
| 50 – 74 | Crítico |
| 75 – 99 | Preocupante |
| 100 | Adequado |

**Tabela 49 – Classes de valores atribuídas ao IACT**
Fonte: Santa Catarina (2018c). Elaboração própria (2018)

Os resultados do balanço hídrico qualiquantitativo são apresentados na forma de Índice de Atendimento de Diluição (IAD). O IAD (Equação (13)) reflete a relação entre a vazão de água necessária para diluir a DBO até o nível de concentração predefinido e a vazão remanescente para usos consuntivos após os balanços.

$$IAD = \frac{QTIPL_k}{QREMT_k} \quad (13)$$

Onde, QTIPLk é a vazão total indisponibilizada pelos lançamentos de DBO, desde o trecho extremo de montante até o extremo jusante do trecho “k” em análise; e QREMTk é a vazão remanescente total no trecho “k”.

Foi predefinido em 5 mg/L a concentração de DBO nos corpos hídricos da área de estudo. Tal valor corresponde a concentração limite para corpos hídricos Classe 2, consoante à Resolução Conama nº 357/2005 e consoante à Resolução do CERH nº 001/2008. Segundo o art. 42 da Resolução Conama nº 357/2005:

> Enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas classe 2, as salinas e salobras classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente. (BRASIL, 2005b, não paginado).

Valores de IAD > 1 correspondem às ottobacias onde a qualidade das águas remanescentes está com concentração de DBO superior a 5 mg/L.

### 3.1.2. Resultados

O Capítulo 3.1.2.1 apresenta os resultados dos balanços quantitativos enquanto que o Capítulo 3.1.2.2 apresenta os resultados dos balanços qualiquantitativos. Os resultados são apresentados por cenário e para cada horizonte de projeto.

#### 3.1.2.1. Balanços quantitativos

##### Cenário atual

Da Tabela 50 até a Tabela 53 são apresentados os resultados dos IACTs por vazão de referência e para cada UG das bacias em estudo. Avaliou-se a quantidade de ottobacias que se encontram em cada classe de IACT estabelecida.

De modo geral, a maioria dos trechos hídricos na bacia estão classificados como Adequado, o que representa um atendimento integral às captações demandadas nestes trechos. Sendo assim, os resultados indicam que a disponibilidade hídrica da grande maioria dos trechos atende aos usos consuntivos. Considerando a vazão de referência Q98 mais restritiva, a bacia apresentou um atendimento Adequado em 98,55 % dos trechos.

À medida que a vazão de referência se torna menos restritiva, menor tempo de permanência, maior é a disponibilidade hídrica e, portanto, maior o número de trechos hídricos que se enquadram como Adequado. Para a vazão de referência mais restritiva (Q98), oito ottobacias apresentaram uma situação em que as vazões de captação não foram integralmente atendidas, ou seja, 1,45% da bacia não é atendido pela vazão 50% da Q98. Destas, quatro apresentaram classificação de atendimento Extremamente Crítico, duas Crítico e duas Preocupante.

Quanto à progressão da vazão de referência Q98 para Q95, uma ottobacia passou de Crítico para Preocupante, a qual se refere a um trecho muito pequeno do Rio Itinga, localizado na UG Tijucas, de difícil visualização no mapa (Figura 23). Ainda considerando a vazão Q95, identificou-se que duas ottobacias, localizadas na UG Garcia e na UG Inferninho, passaram da classificação Preocupante para um IACT Adequado.

No aumento da vazão de referência, de Q95 para Q90, identificou-se uma ottobacia que passou da situação de atendimento Crítico para Preocupante, a UG Perequê.

Ao passar da vazão Q90 para a vazão de referência QMLT observam-se duas ottobacias que evoluíram sua classificação de IACT Extremamente Crítico para Preocupante. Adicionalmente, identificou-se uma ottobacia que evoluiu de uma classificação Preocupante para Adequado.

Nesse contexto, com exceção da UG Perequê e mesmo considerando a vazão de referência QMLT, todas as demais UGs apresentaram índice de atendimento Adequado, indicando um atendimento integral às vazões de captação demandadas.

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q98 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 1 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 50 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 e cenário atual**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q95 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 1 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 51 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 e cenário atual**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q90 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 0 | 1 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 1 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 52 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 e cenário atual**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para QMLT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 2 | 0 | 2 | 53 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 53 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT e cenário atual**
Elaboração própria (2018)

A Figura 23 apresenta os resultados de IACT para os trechos hídricos das bacias em estudo para a vazão de referência Q98.

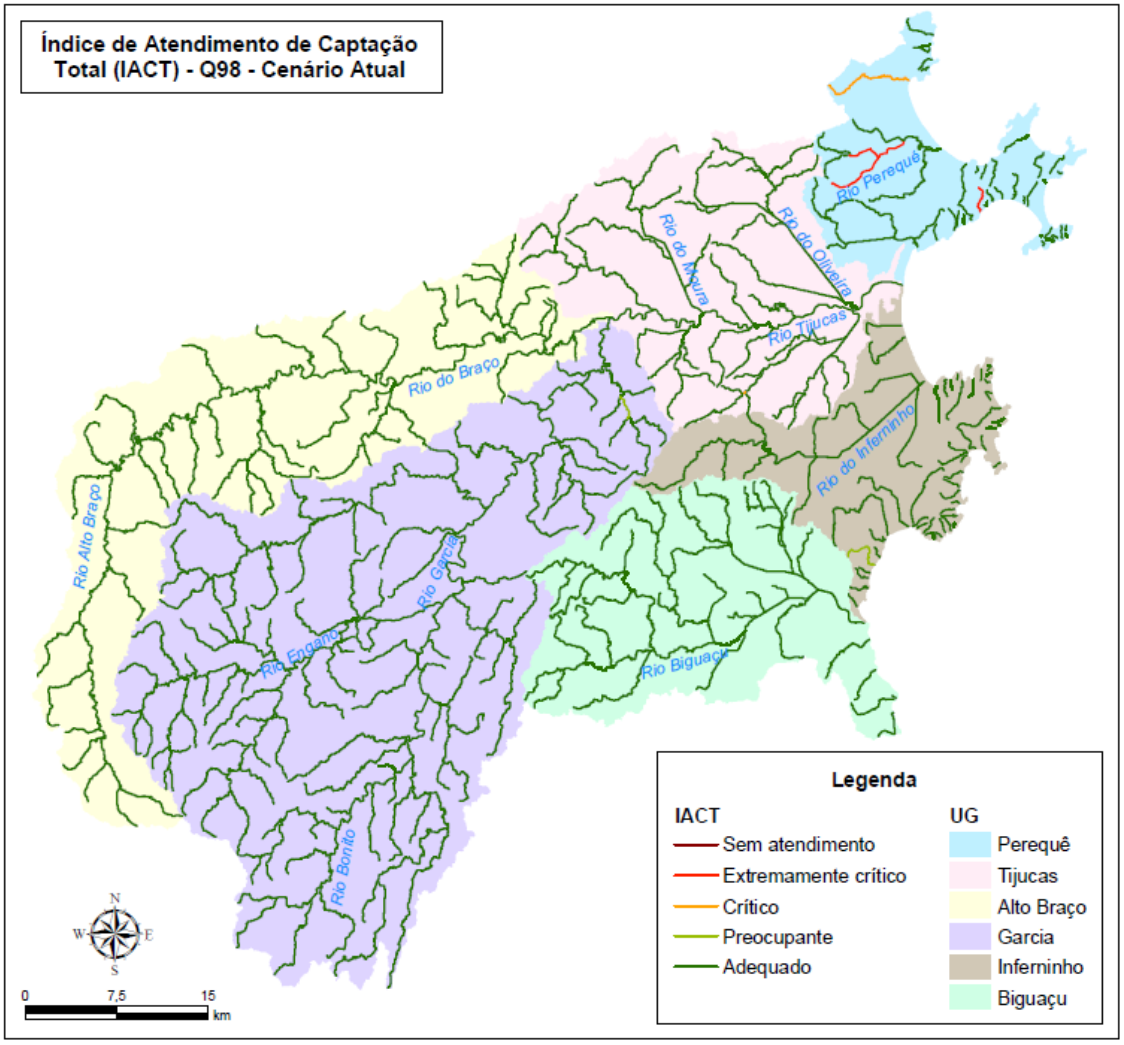



**Figura 23 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 e cenário atual**
Elaboração própria (2018)

Ressalta-se que as UGs Alto do Braço e Biguaçu apresentaram as melhores classificações do IACT. Conforme os resultados, estas UGs estão classificadas com o IACT Adequado para a vazão de referência mais restritiva, Q98, cuja disponibilidade corresponde à atual vazão máxima outorgável (50% da Q98). Portanto, nessas bacias, constatou-se que a mínima vazão de referência estudada atende integralmente às vazões totais demandadas.

Analisando-se os resultados para a vazão de referência Q98, a UG Perequê consiste na UG com situação de disponibilidade hídrica mais crítica na bacia. Nesta UG identificaram-se cinco trechos em situação de conflito hídrico, nos quais a vazão de disponibilidade de 50% da Q98 não é suficiente para atender integralmente as captações requeridas.

Quanto à Figura 23, observa-se um trecho que apresenta a classificação IACT Crítico, localizado na UG Perequê. Este trecho trata-se do Rio Areal, um dos principais mananciais de captação de água bruta que abastece o município de Itapema, com uma captação média de 51,87 L/s. A ottobacia que abrange o Rio Areal compreende o ponto de captação do Rio São Paulinho, com uma vazão média de 26,26 L/s, e o ponto de captação do Rio Sertãozinho, com

vazão média de 1,45 L/s, onde ambas captações são componentes do sistema de abastecimento público do município de Itapema. Além do abastecimento público, este trecho abrange demandas hídricas referentes aos usos voltados à criação animal, à aquicultura e às atividades de mineração, que somadas representam uma vazão de 0,79 L/s.

Os outros quatro trechos localizados na UG Perequê em situação de conflito hídrico apresentaram um IACT Extremamente Crítico. Um destes trechos consiste no Rio Zimbros, manancial de captação superficial para o abastecimento público de parte do município de Bombinhas, com uma vazão de 21,25 L/s. Nesse contexto, a disponibilidade hídrica na ottobacia do Rio Zimbros, considerando 50% da Q98, corresponde a 7,35 L/s não sendo suficiente para atender à demanda de captação.

Os outros três trechos que apresentaram IACT Extremamente Crítico compreendem o Rio Perequê e seus afluentes. O Rio Perequê consiste no trecho de maior conflito hídrico na bacia, onde ocorre a captação para os sistemas de abastecimento dos municípios de Porto Belo, Bombinhas e Itapema. O SAA Porto Belo abastece o município de Porto Belo com uma vazão de 33 L/s e o município de Bombinhas com uma vazão de 80 L/s. Além deste sistema, há o Sistema de Captação de Morretes com uma vazão de 198,5 L/s, através da derivação do Rio Perequê por meio de um canal que encaminha a água captada para a Lagoa de Acumulação, localizada na zona rural do município de Itapema. Nesse contexto, este trecho é importante para o abastecimento público da região litorânea da UG Perequê, tratando-se de um conflito hídrico recorrente em virtude da sua disponibilidade hídrica.

Ressalta-se que, embora as captações ocorram no Rio Perequê, os afluentes aparecem com IACT Extremamente Crítico, uma vez que no balanço é adotada a premissa que a disponibilidade hídrica é reservada aos usos prioritários. Isto é, a disponibilidade é reservada para abastecer as captações voltadas ao abastecimento público que estão situadas a jusante, não sendo atendidas as vazões de captação para os demais usos. Além disso, mesmo com a vazão de referência menos restritiva, QMLT, estes trechos, afluentes do Rio Perequê, não são atendidos.

Analisando-se o cenário de DGA, o qual simula o balanço hídrico considerando uma mínima vazão de referência para atender todos os trechos, constatou-se que para atender os trechos a montante das captações do rio Perequê demandaria uma vazão correspondente à Q55, ou seja, uma vazão com uma permanência de 55% do tempo. Observa-se que, apesar de a QMLT ser uma referência a uma vazão superior à Q55, os trechos a montante das captações do rio Perequê não são atendidos. Isso ocorre devido à vazão mínima a ser reservada, a qual é definida como a maior vazão entre a vazão mínima reservada à diluição de efluentes (QMIN) e a vazão ecológica (100% da Q7,10). Dessa forma, para o balanço hídrico com vazão de referência QMLT, bem como para as demais vazões de referência selecionadas, a vazão mínima reservada à diluição de efluentes (QMIN) foi estabelecida como 50% da vazão de referência, já para o cenário DGA estabeleceu-se a QMIN como 50% da Q98. Sendo assim, para o cenário de vazão de referência QMLT, a vazão disponível para a captação corresponde a 50% da QMLT.

## Cenário tendencial

Da Tabela 54 até a Tabela 57 são apresentados os resultados do IACT por vazão de referência e UG para um cenário de curto prazo.

Em uma análise geral, observa-se que a maioria dos trechos mantêm a classificação de atendimento Adequado, indicando um atendimento integral às captações demandadas nestas ottobacias. Considerando a vazão de referência mais restritiva (Q98), a bacia apresentou IACT Adequado em 98,37% dos trechos.

A UG Perequê apresentou a situação hídrica mais crítica para todas as vazões de referência. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, seis ottobacias apresentaram um cenário em que a vazão de disponibilidade não atende às vazões de captação integralmente. Destas, cinco apresentaram classificação de atendimento Extremamente Crítico e uma apresentou situação Preocupante.

Os trechos que apresentaram situação Extremamente Crítico, localizados na UG Perequê, correspondem ao Rio Perequê e seus afluentes, ao Rio Areal e ao Rio Zimbros, correspondentes aos trechos de captação para abastecimento público dos municípios Porto Belo, Bombinhas e Itapema. Observa-se que para o cenário de curto prazo, há um aumento na projeção de crescimento populacional e consequente acréscimo na demanda voltada ao abastecimento público da região. Desta forma, em especial o Rio Areal, que no cenário atual apresentava classificação Crítico, passou a apresentar situação de atendimento Extremamente Crítico.

Salienta-se que, ainda para a vazão de menor restrição, QMLT, há quatro trechos na UG Perequê que não são atendidos. Os dois trechos a montante das captações do Rio Perequê permanecem com a classificação Extremamente Crítico, enquanto o Rio Perequê e o Rio Zimbros passam para a situação Preocupante.

A partir do cenário de curto prazo, referente ao ano de 2023, está sendo contabilizada a vazão referente à transposição do Rio Tijucas. A transposição consistirá na captação de 210 L/s no Rio Tijucas (UG Tijucas), sendo esta vazão encaminhada para a ETA Zimbros, compondo o sistema de abastecimento do município de Bombinhas (UG Perequê), não dependendo mais da captação no Rio Perequê. Sendo assim, para simular os cenários tendenciais, foi desconsiderada a parcela da vazão de captação no Rio Perequê que é direcionada ao município de Bombinhas. Entretanto, observa-se que, apesar da obra de transposição, o Rio Perequê e seus afluentes continuam apresentando situação hídrica extremamente crítica, considerando a projeção de demanda das captações existentes.

Para o cenário de DGA, constatou-se que para atender aos trechos a montante das captações do Rio Perequê demandaria uma vazão correspondente à Q50, ou seja, a vazão com uma permanência de 50% do tempo.

As UGs que apresentaram melhor classificação de IACT foram a UG Alto Braço e UG Biguaçu. Nestas duas unidades, ainda que para um cenário de aumento de vazões de demanda, o IACT em todos os trechos é Adequado, o que representa um atendimento integral às vazões de captação demandadas para todas as vazões de referência estudadas.

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q98 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 1 | 51 |
| Tijucas | 0 | 1 | 0 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 1 | 0 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 54 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário tendencial de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q95 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 1 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 55 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário tendencial de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q90 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 56 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário tendencial de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para QMLT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 2 | 0 | 2 | 53 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 57 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário tendencial de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 24 apresenta os resultados de IACT para os trechos hídricos das bacias em estudo para a vazão de referência Q98, considerando a projeção do cenário de curto prazo.

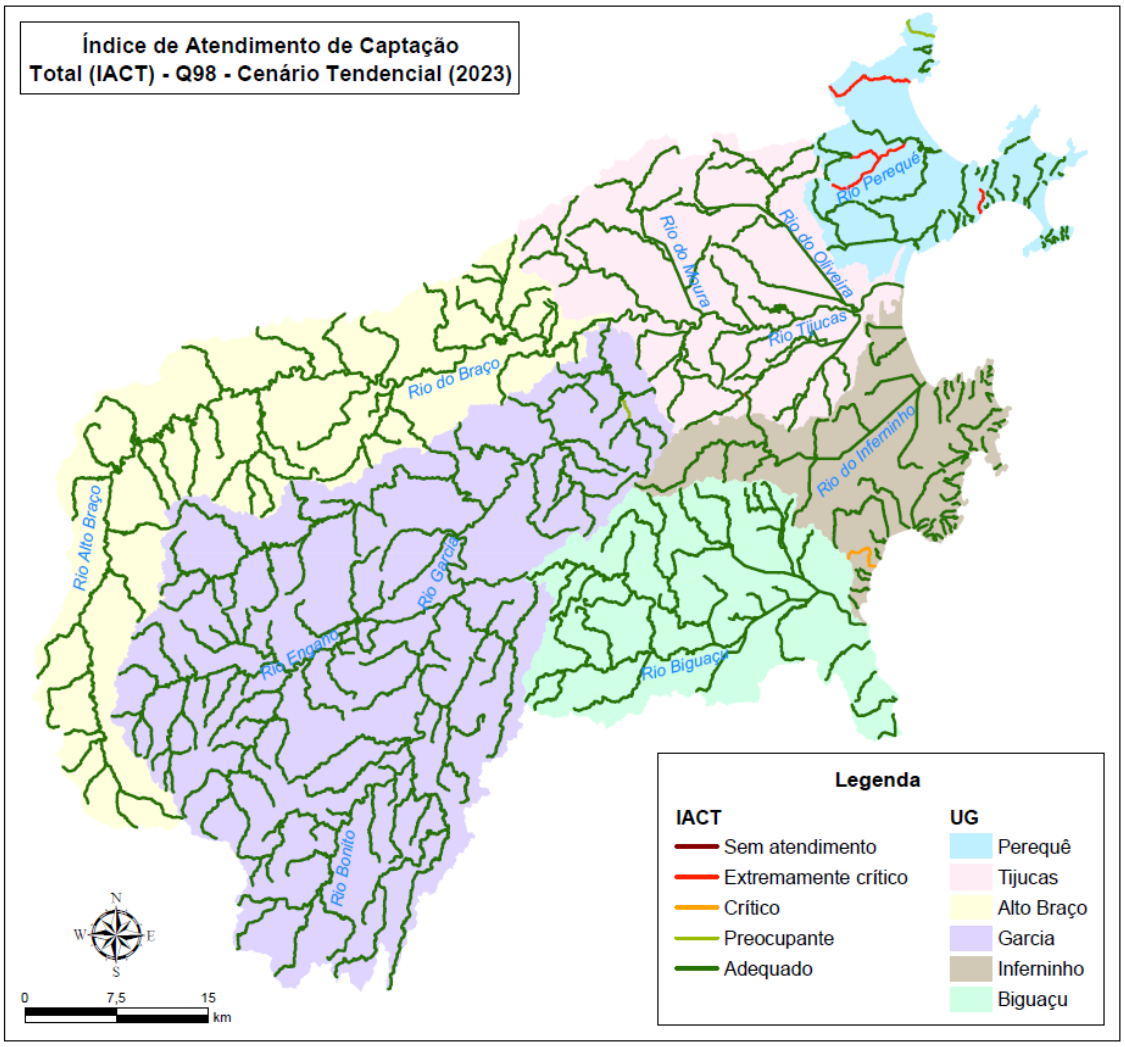



**Figura 24 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário tendencial de curto prazo**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 58 até a Tabela 61 apresentam os resultados do IACT por vazão de referência e UG para um cenário de médio prazo.

De modo geral, é possível observar que a maioria das ottobacias mantém-se com uma classificação de atendimento Adequado, em trechos em que ocorre atendimento integral às vazões de captação demandadas. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, a bacia apresentou IACT Adequado em 98,37% dos trechos. Nesse contexto, foram identificados nove trechos que apresentaram situação de conflito hídrico, em que não há vazão disponível para o atendimento integral das vazões de demanda.

Para o cenário de médio prazo, a UG Perequê permanece como a unidade com situação hídrica mais crítica da bacia. Considerando a vazão de referência mais restritiva, Q98, foram identificadas seis ottobacias em que a vazão de disponibilidade não é suficiente para atender as vazões de captação de modo integral, sendo cinco em situação de atendimento Extremamente Crítico e uma em situação de atendimento Crítico. Analogamente ao cenário de

curto prazo, os trechos que apresentaram situação Extremamente Crítico na UG Perequê consistem no Rio Perequê e seus afluentes, Rio Areal e Rio Zimbros.

Observa-se que devido à evolução da projeção de crescimento da demanda o trecho da UG Perequê, que apresentava situação Preocupante no cenário de curto prazo, passa a apresentar situação de atendimento Crítico neste horizonte de médio prazo. Este trecho em situação hídrica crítica consiste no Rio Mata Camboriú, o qual demonstra quatro pontos de captação componentes do sistema de abastecimento público do município de Itapema e dois pontos de lançamento de efluentes, totalizando uma vazão de demanda projetada de 23,36 L/s em confronto com a vazão disponível de 16,99 L/s para a vazão de referência Q98.

Destaca-se também um pequeno trecho do Rio Itinga, localizado na UG Tijucas, o qual apresentou situação de atendimento Extremamente Crítico para a vazão de referência mais restritiva (Q98). Este trecho do rio compreende o ponto de captação superficial que compõe o sistema de abastecimento do município de Tijucas. Sendo assim, para a projeção do cenário de médio prazo, considerando o crescimento da demanda voltada ao abastecimento público, há um atendimento de apenas 36,5% da vazão de captação.

À medida que se torna menos restritiva a vazão de referência, há uma redução no número de trechos em situação crítica. Entretanto, ainda para a vazão de menor restrição, QMLT, há quatro trechos localizados na UG Perequê que apresentam situação de conflito hídrico. Os dois trechos a montante das captações do Rio Perequê permanecem com classificação Extremamente Crítico, enquanto o Rio Perequê e o Rio Zimbros passam para a situação de atendimento Crítico.

Quanto ao cenário de DGA, constatou-se que para atender a todos os trechos da bacia demandaria uma vazão correspondente a Q45 para vazões de demanda consideradas de primeira prioridade, ou seja, seria necessária uma vazão com permanência de 45% do tempo para atender às captações voltadas ao abastecimento público, à diluição de efluentes, à aquicultura e à criação animal. Para atender aos demais usos seria necessária a vazão Q40, referente à vazão de permanência de 40% do tempo.

As UGs que apresentaram melhor classificação de IACT foram a UG Alto Braço e a UG Biguaçu. Nestas duas unidades, para o horizonte de médio prazo, o IACT em todos os trechos é Adequado, o que representa um atendimento integral às vazões de captação demandadas para todas as vazões de referência estudadas.

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q98 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 1 | 0 | 51 |
| Tijucas | 0 | 1 | 0 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 1 | 0 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 1 | 0 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 58 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário tendencial de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q95 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 1 | 51 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 1 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 59 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário tendencial de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q90 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 60 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário tendencial de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para QMLT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 2 | 2 | 0 | 53 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 61 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário tendencial de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 25 demonstra os resultados de IACT para os trechos hídricos das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 considerando a projeção do cenário de médio prazo.

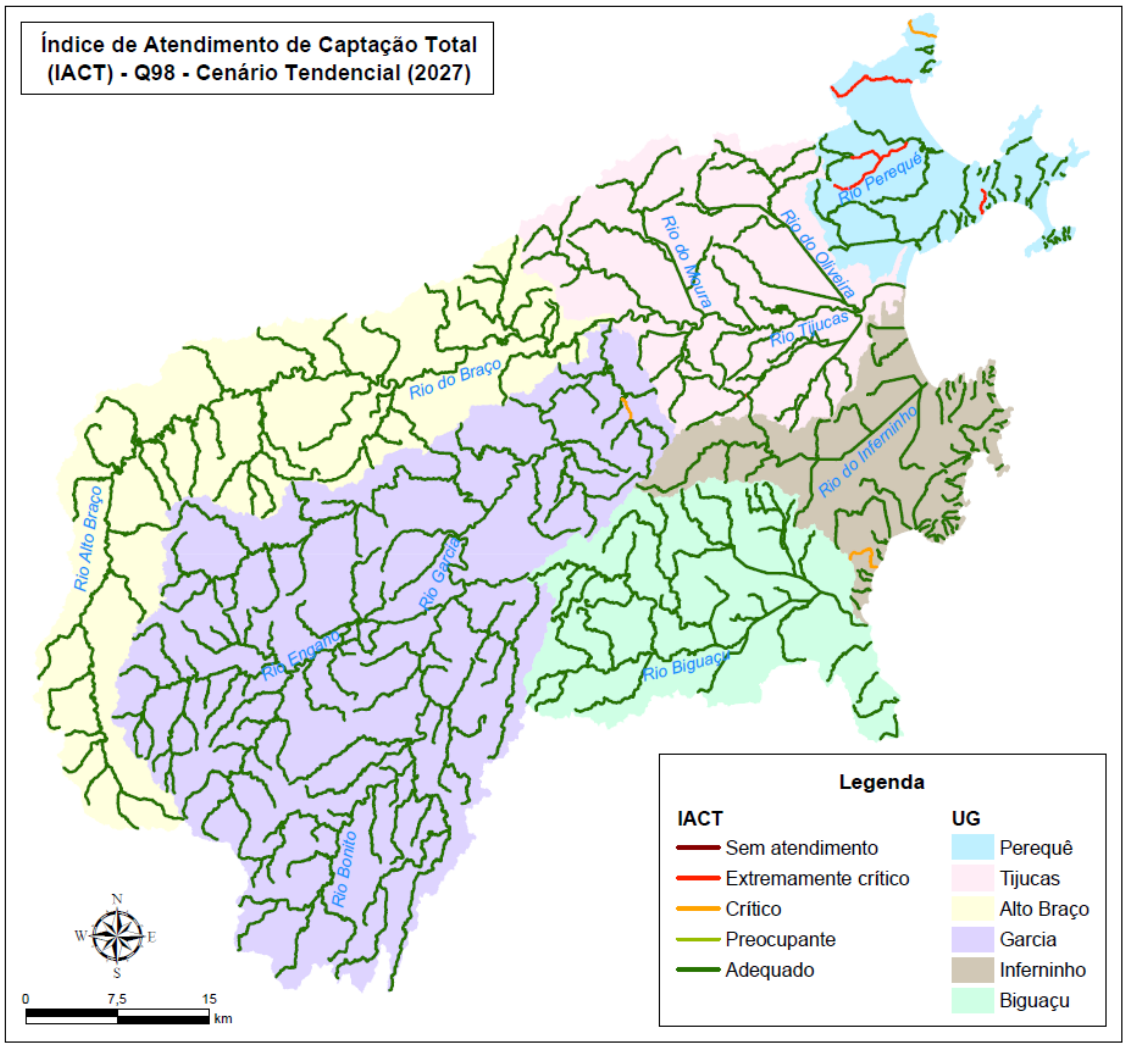



**Figura 25 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário tendencial de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

Da Tabela 62 até a Tabela 65 expõe-se os resultados do IACT por vazão de referência e UG para o cenário de longo prazo.

No que diz respeito à análise geral dos resultados do IACT no horizonte de longo prazo, observa-se que a maioria dos trechos permanece com atendimento Adequado. Considerando a vazão de referência mais restritiva, Q98, 97,82% dos trechos apresentaram classificação Adequado para o IACT, sendo identificados apenas 12 trechos com situação de conflito hídrico.

De maneira análoga aos demais cenários, a UG Perequê permanece indicando a situação hídrica mais crítica da bacia. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, esta unidade demonstra cinco trechos em situação de atendimento Extremamente Crítico e um trecho em situação de atendimento Crítico, referente ao Rio Perequê e seus afluentes, Rio Areal, Rio Zimbros e Rio Mata Camboriú.

Considerando a vazão de referência Q98, destacam-se dois trechos que apresentam uma situação de atendimento Extremamente Crítico. Um destes, localizado na UG Tijucas, consiste no pequeno trecho de captação no Rio Itinga, que demonstra IACT Extremamente

Crítico nos cenários anteriores. O outro trecho, localizado na UG Inferninho, consiste no manancial Represa São Miguel, onde está localizado o sistema de captação São Miguel que abastece parte da população urbana do município de Biguaçu. Com o aumento da vazão de demanda voltada ao abastecimento público em 50,1% em relação à vazão de demanda atual, estre trecho passou a apresentar uma situação de atendimento Extremamente Crítico.

Com a progressão das vazões de referência da mais restritiva para a menos restritiva, há uma redução no número de trechos em que há situação de conflito hídrico. Dessa forma, para a vazão de referência menos restritiva, QMLT, identificaram-se seis trechos com vazão de disponibilidade insuficiente para atender a todas as captações demandadas. À vista disso, cinco estão localizados na UG Perequê e um na UG Inferninho, referentes ao Rio Perequê e seus afluentes, Rio Zimbros, Rio São Miguel, com IACT Extremamente Crítico e o Rio Areal com IACT Preocupante.

Analisando o cenário de DGA, identificou-se que, para atender integralmente a todos os trechos da bacia conforme a projeção de demanda de longo prazo, seria necessária uma vazão disponível de Q5, isto é, com uma permanência de 5% do tempo. Este resultado reflete que, independente da vazão de referência disponível, a demanda projetada para o cenário de longo prazo poderá não ser atendida.

As UGs Alto Braço e Biguaçu permanecem com a melhor situação hídrica da bacia, apresentando classificação de atendimento Adequado para todos os trechos.

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q98 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 1 | 1 | 50 |
| Tijucas | 0 | 1 | 0 | 2 | 72 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 1 | 0 | 206 |
| Inferninho | 0 | 1 | 0 | 0 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 62 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário tendencial de longo prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q95 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 1 | 51 |
| Tijucas | 0 | 1 | 0 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 1 | 0 | 0 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 63 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário tendencial de longo prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q90 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 1 | 51 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 1 | 0 | 0 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 64 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para QMLT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 0 | 1 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 1 | 0 | 0 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 65 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário tendencial de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

A Figura 26 apresenta os resultados de IACT para os trechos hídricos das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 considerando a projeção do cenário de longo prazo.

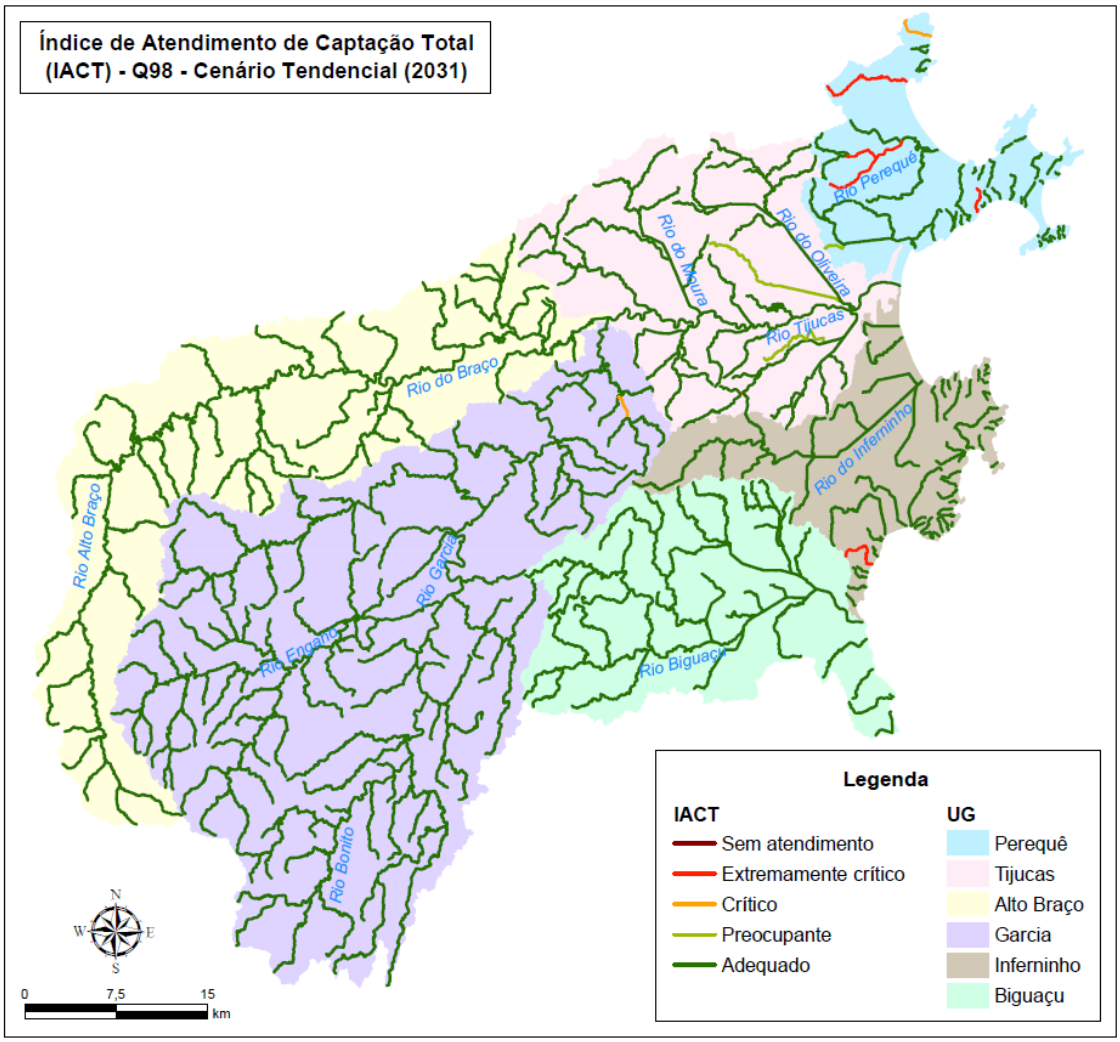



**Figura 26 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário tendencial de longo prazo**
Elaboração própria (2018)

## Cenários alternativos

### *Cenário moderado*

Da Tabela 66 até a Tabela 69 são apresentados os resultados do IACT por vazão de referência e UG, para um cenário moderado de curto prazo. À vista disso, considera-se o atendimento de 50% das metas de planejamento de redução de perdas apresentadas no cenário otimista de curto prazo.

De acordo com os resultados da contribuição da redução de perdas em uma projeção moderada, identifica-se que a maioria dos trechos permanece com a classificação de atendimento Adequado. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, verifica-se que 98,37% dos trechos apresentam uma vazão disponível para o atendimento integral das vazões de captação demandadas.

Em comparação com os resultados do cenário tendencial de curto prazo, observa-se que o número de trechos que apresentam um IACT Adequado se manteve para a vazão de referência Q98. A alteração restringiu-se ao trecho que compreende o Rio São Miguel, localizado na UG Inferninho, o qual apresentava um IACT Crítico, passando para uma classificação de atendimento

Preocupante. A principal demanda deste trecho consiste no ponto de captação do SAA São Miguel, que abastece parte da população urbana do município de Biguaçu. Com a redução moderada das perdas, este trecho teve um acréscimo de 8,27% no atendimento à demanda de captação. Ao aumentar a vazão de referência para Q95, este trecho passa a ser integralmente atendido.

A medida que se majora a vazão disponível, conforme se reduz a permanência das vazões de referência, ocorre um aumento no número de trechos que passam a ser integralmente atendidos. Contudo, mesmo para a vazão de referência de menor restrição, QMLT, há quatro trechos localizados na UG Perequê que não são integralmente atendidos. À vista disso, dois desses trechos, afluentes ao Rio Perequê, apresentam classificação IACT Extremamente Crítico, enquanto os outros dois, que compreendem as captações no Rio Perequê e o Rio Zimbros, apresentam IACT Preocupante. Os resultados para a vazão QMLT não diferem do cenário tendencial.

Considerando o cenário de DGA, verificou-se que para atender integralmente a demanda dos trechos hídricos das bacias seria necessária a vazão Q50, referente à vazão de permanência de 50% do tempo, para usos prioritários e uma vazão Q55 para usos de prioridade secundária.

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q98 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 1 | 51 |
| Tijucas | 0 | 1 | 0 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 1 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 66 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário moderado de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q95 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 67 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário moderado de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q90 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 1 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 68 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário moderado de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para QMLT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 2 | 0 | 2 | 53 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 69 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário moderado de curto prazo**

Elaboração própria (2018)

A Figura 27 demonstra os resultados de IACT para os trechos hídricos das bacias em estudo para a vazão de referência Q98, considerando a projeção do cenário moderado de curto prazo.

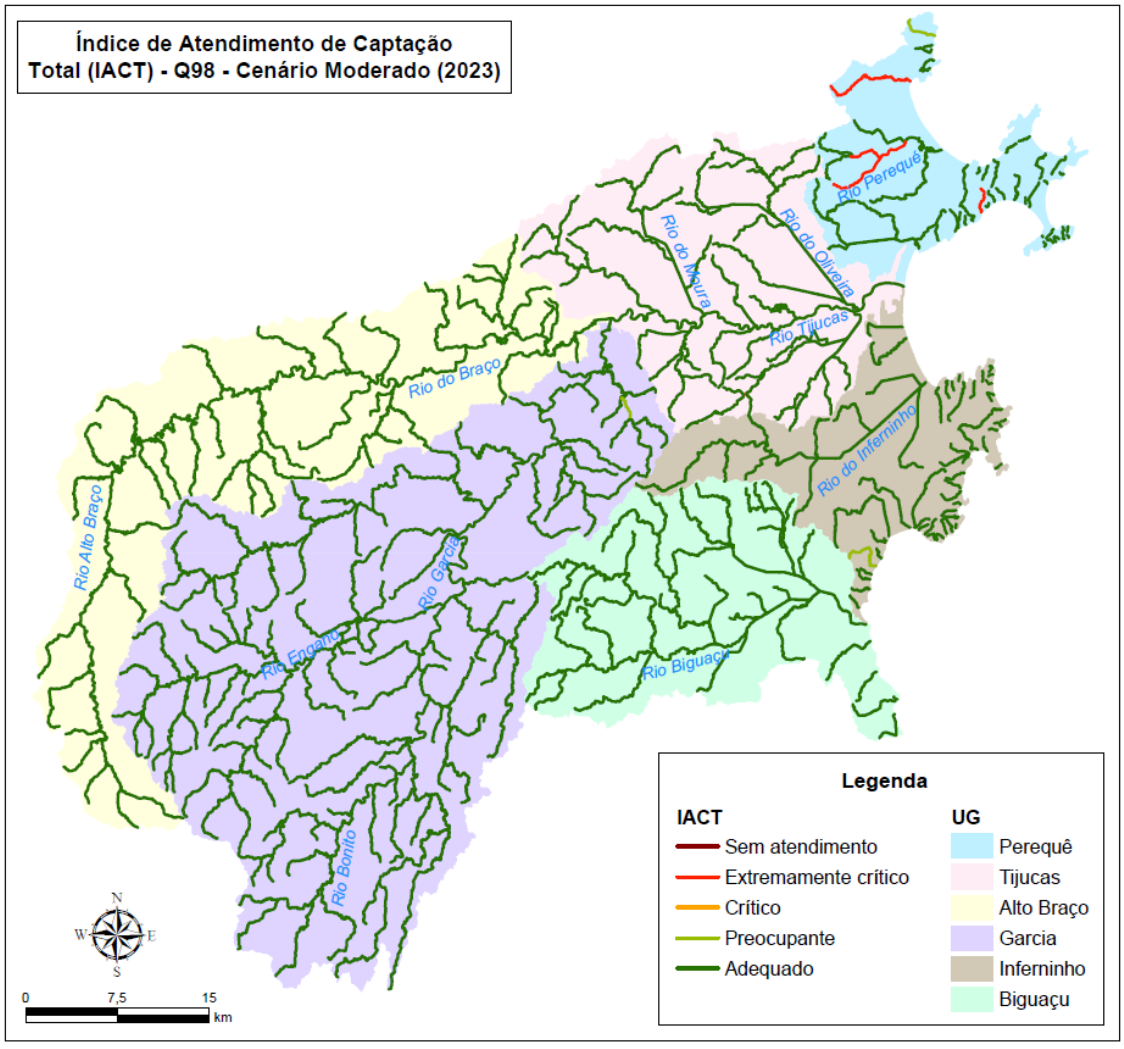



**Figura 27 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de curto prazo**

Elaboração própria (2018)

Da Tabela 70 até a Tabela 73 demonstra-se os resultados do IACT por vazão de referência e UG para um cenário moderado de médio prazo. Este cenário considera o atendimento de 50% das metas de planejamento de redução de perdas demonstradas no cenário otimista de médio prazo.

Tendo em vista o panorama geral, identificou-se que as alterações em relação ao cenário tendencial de médio prazo foram pouco significativas. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, o número de trechos que indica atendimento integral às captações demandadas (IACT Adequado) permaneceu o mesmo, representando 98,37% das ottobacias.

Quanto à Q98, a alteração nos resultados restringiu-se ao trecho que compreende o Rio Mata Camboriú, o qual apresentava classificação Crítico no cenário tendencial e passa a apresentar um IACT Preocupante. No Rio Mata Camboriú estão localizados pontos de captação que compõem o sistema de abastecimento do município de Itapema. Com base na projeção moderada da redução de perdas, este trecho demonstra um acréscimo de 5% no atendimento às demandas de captação. Já quando se considera o aumento da vazão disponível para Q95, este rio passa a ter suas captações integralmente atendidas.

Já para a vazão Q90, observa-se que, comparado ao cenário tendencial, há uma evolução quanto à criticidade de atendimento do pequeno trecho localizado no Rio Itinga, na UG Tijucas. Assim, o trecho que demonstrava uma classificação de atendimento Crítico, altera-se para um IACT Preocupante.

Considerando a vazão de atendimento de menor restrição, QMLT, os resultados não se alteram em relação à projeção do cenário tendencial de médio prazo. Portanto, os trechos referentes ao Rio Perequê e seus afluentes, e, ao Rio Zimbros permanecem sem atendimento integral, com situação de atendimento Extremamente Crítico e Crítico.

Com base na avaliação do cenário de DGA, verificou-se que para atender integralmente à demanda nestes trechos seria necessária a vazão Q45, referente à vazão de permanência de 45% do tempo. À vista disso, entende-se que a contribuição da redução de perdas em uma projeção de cenário moderado não alteraria significativamente a situação tendencial de atendimento às captações, especialmente nos trechos em que ocorrem as captações voltadas ao abastecimento público na UG Perequê.

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q98 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 1 | 51 |
| Tijucas | 0 | 1 | 0 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 1 | 0 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 1 | 0 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 70 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário moderado de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q95 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 1 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 71 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário moderado de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q90 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 1 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 72 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário moderado de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para QMLT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 2 | 2 | 0 | 53 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 73 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário moderado de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 28 apresenta os resultados de IACT para os trechos hídricos das bacias em estudo para a vazão de referência Q98, considerando a projeção do cenário moderado de médio prazo.

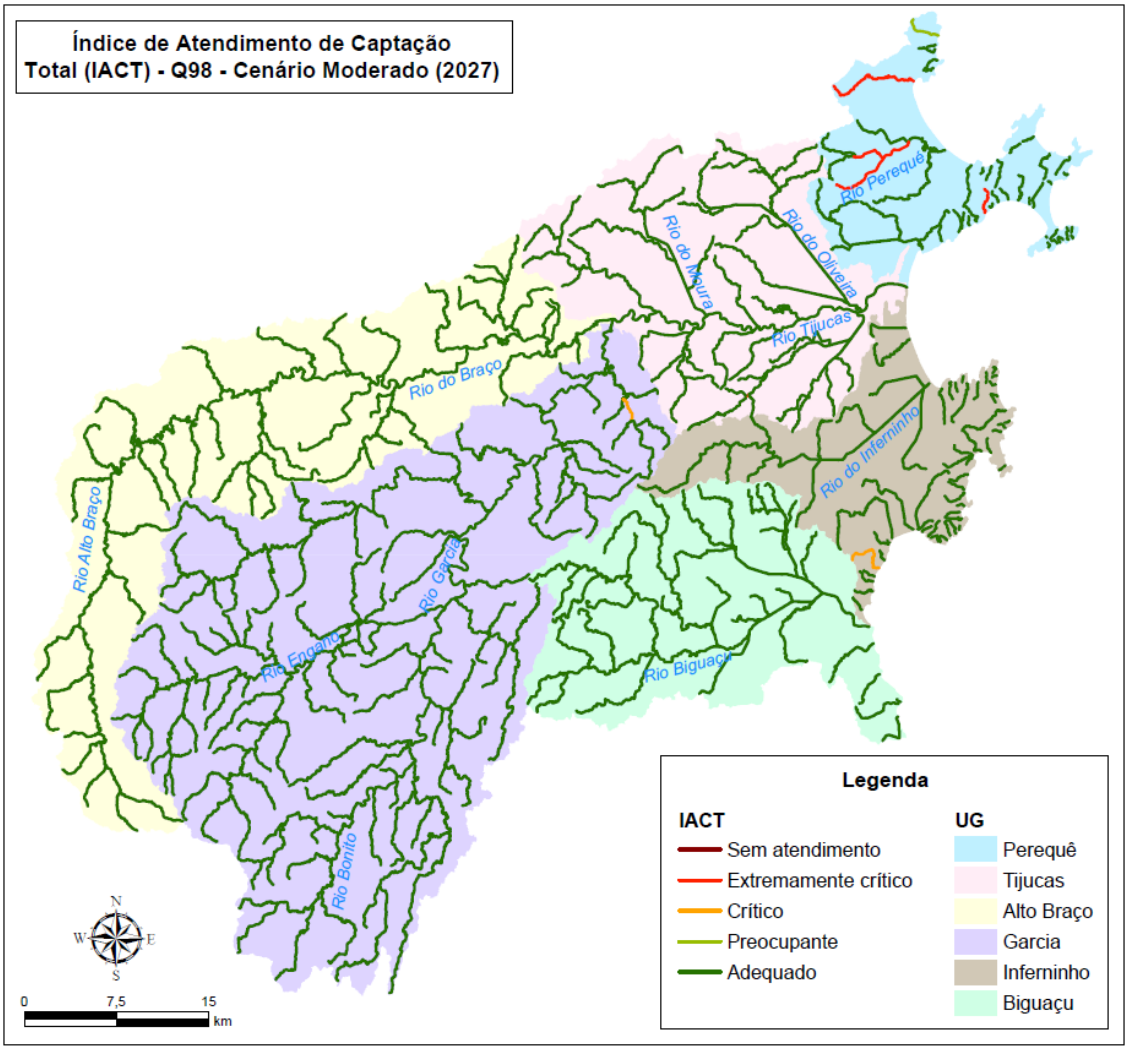



**Figura 28 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

Da Tabela 74 até a Tabela 77 são apresentados os resultados do IACT por vazão de referência e UG, para um cenário moderado de longo prazo. Este cenário considera o atendimento de 50% das metas de planejamento de redução de perdas demonstradas no cenário otimista de longo prazo.

De acordo com a projeção para o cenário moderado de longo prazo, identificou-se que a maioria dos trechos permanece com a classificação de atendimento Adequado. Considerando a vazão de referência de maior restrição, Q98, cerca de 98,19% dos trechos apresentam atendimento integral às vazões de captações demandadas.

Em comparação com os resultados do cenário tendencial de longo prazo, não são verificadas alterações significativas para o atendimento integral da demanda nos trechos. No que diz respeito à vazão de referência Q98, registrou-se um aumento de 0,36% no atendimento às demandas de captação. As alterações restringiram-se à redução da criticidade do atendimento de alguns trechos.

Para a vazão de referência Q98, um afluente do Rio Santa Luzia, localizado na UG Perequê, passou da classificação Preocupante para Adequado, tendo suas captações integralmente atendidas. Na UG Tijucas, um afluente pela margem esquerda do Rio Itinga, passou da classificação de atendimento Preocupante para Adequado. Os dois citados anteriormente estão situados em região de agricultura e criação animal, cuja demanda está concentrada principalmente nessas atividades.

Ademais, quanto à vazão Q98, houve alteração no trecho referente ao Rio São Miguel, localizado na UG Inferninho, em que passa de uma situação de atendimento Extremamente Crítico no cenário tendencial para a classificação Crítico no cenário moderado. Neste trecho, a principal demanda é voltada ao abastecimento público, em virtude da captação referente ao SAA São Miguel. Verifica-se por meio da progressão das vazões de referência, a partir da vazão Q95, que este trecho passa a ser integralmente atendido, IACT Adequado.

À proporção que se aumenta as vazões de referência, ocorre a redução no número de trechos em situação crítica. No que tange à vazão de referência menos restritiva, QMLT, há quatro trechos, localizados na UG Perequê, que não apresentam vazão disponível para o atendimento integral às captações demandadas. Desse modo, dois desses trechos, que no cenário tendencial apresentavam situação de atendimento Extremamente Crítico, passam a apresentar IACT Crítico. Estes trechos referem-se ao Rio Perequê e ao Rio Zimbros, onde estão localizados os pontos de captação dos sistemas de abastecimento.

Para a simulação do cenário de DGA, verificou-se que para atender integralmente a demanda nestes trechos seria necessária a vazão Q35, referente à vazão de permanência de 35% do tempo. Este resultado representa uma melhora em relação ao cenário tendencial de longo prazo, o qual não apresentou vazão disponível para o atendimento destas captações.

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q98 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 1 | 0 | 51 |
| Tijucas | 0 | 1 | 0 | 1 | 73 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 1 | 0 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 1 | 0 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 74 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário moderado de longo prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q95 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 1 | 51 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 1 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 75 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário moderado de longo prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q90 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 76 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário moderado de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para QMLT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 2 | 2 | 1 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 77 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário moderado de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

A Figura 29 apresenta os resultados de IACT para os trechos hídricos das bacias em estudo para a vazão de referência Q98, considerando a projeção do cenário moderado de longo prazo.

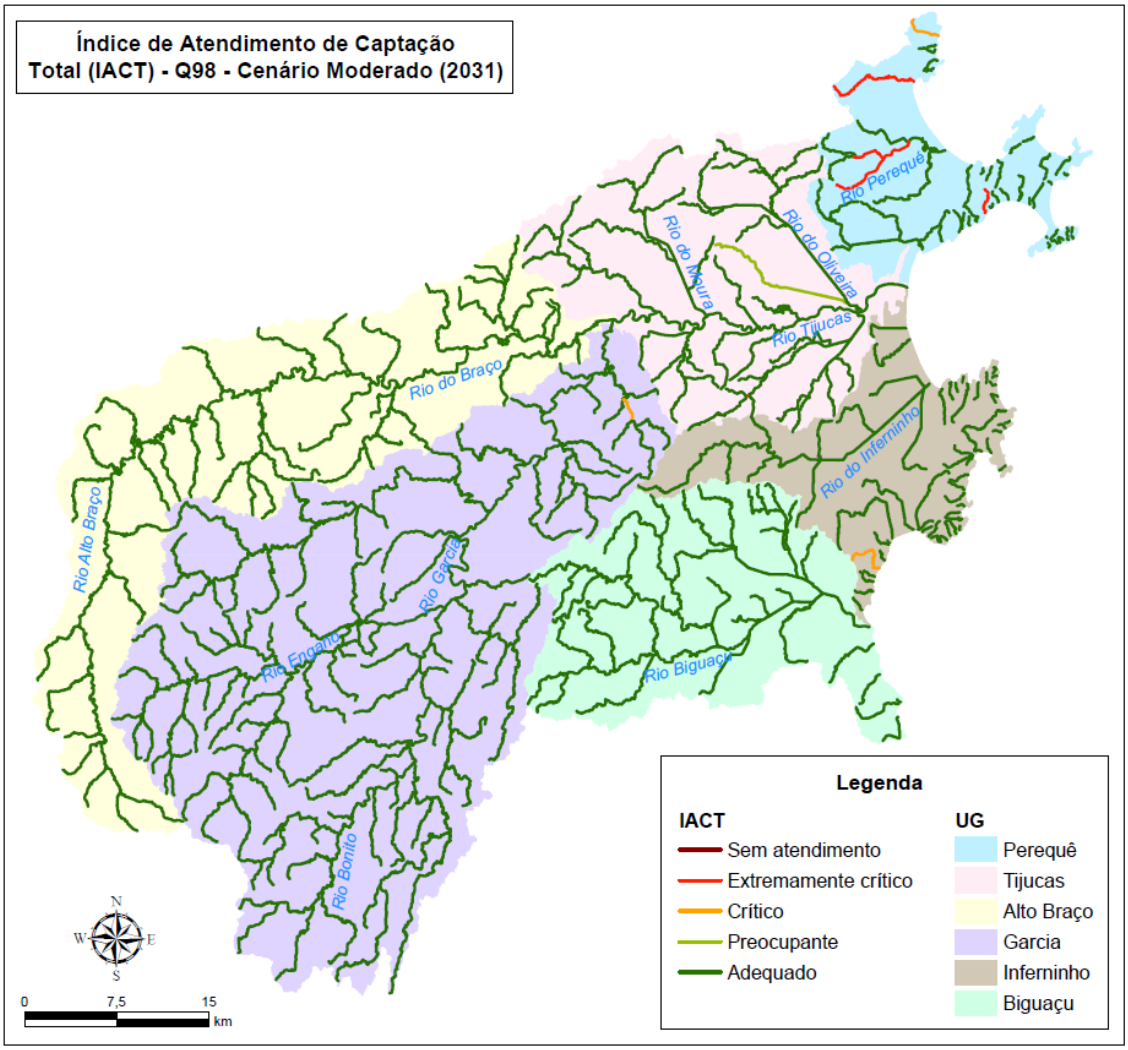



**Figura 29 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

## *Cenário otimista*

Na Tabela 78, na Tabela 79, na Tabela 80 e na Tabela 81 são apresentados os resultados do IACT por vazão de referência e UG, para o cenário otimista de curto prazo. O cenário considera o atendimento integral à meta planejada de redução de perdas para o ano de 2023, a qual resulta em uma redução média de -15,47% do índice de perdas para o uso de abastecimento urbano, -8,88% de crescimento da demanda de irrigação e -7,49% para os demais usos.

A partir da projeção das demandas, considerando um cenário otimista de curto prazo, em que há uma maior redução das perdas de água, identifica-se que a maioria dos trechos se mantém com a classificação de atendimento Adequado. Considerando a vazão de referência mais restritiva (Q98), a região hidrográfica apresentou 98,37% dos trechos com classificação de atendimento das captações como Adequado.

Comparando-se com a projeção das demandas no cenário tendencial, observa-se que o número de trechos que apresentam atendimento integral às captações demandadas (IACT Adequado) se manteve o mesmo para a vazão de referência Q98. A evolução se restringiu à

porcentagem de captações atendidas nos trechos que não apresentam atendimento integral, ou seja, na criticidade. Sendo assim, verificaram-se dois trechos que alteraram a classe de atendimento em virtude da projeção otimista de redução das perdas. Nesse contexto, o pequeno trecho do Rio Itinga, localizado na UG Tijucas, classificado como Extremamente Crítico no cenário tendencial de curto prazo, passa a ser classificado como Crítico, devido ao aumento de 10,23% no atendimento às demandas de captação. O outro trecho, localizado na UG Inferninho, consiste no manancial Represa São Miguel, onde está localizado o sistema de captação São Miguel, o qual apresentava uma classificação de IACT Crítico no cenário tendencial de curto prazo e passou a apresentar um atendimento Preocupante, com o aumento de 19,98% do atendimento à demanda de captação.

A UG Perequê permanece com a situação mais crítica para todas as vazões de referência. Para a vazão de referência mais restritiva (Q98), igualmente ao cenário tendencial, seis ottobacias apresentaram um cenário em que a vazão de disponibilidade não atende às vazões de captação integralmente.

Ao aumentar a disponibilidade, à medida que se reduz a permanência das vazões de referência, há um aumento no número de trechos que passam a apresentar IACT Adequado. Entretanto, ainda para a vazão de referência de menor restrição, QMLT, há quatro trechos localizados na UG Perequê que não são integralmente atendidos. Destes, três trechos compreendem o Rio Perequê e seus afluentes e o outro trecho refere-se ao Rio Zimbros, onde estão localizadas as captações voltadas ao abastecimento público, cujas vazões de captação são superiores à vazão outorgável (50% da Q98).

Considerando um cenário de DGA, para atender aos afluentes do trecho de captação do Rio Perequê seria necessária uma vazão correspondente à $Q_{50}$, referente a 50% de permanência do tempo. Este resultado de DGA compreende à vazão de disponibilidade necessária para atender às demandas projetadas no cenário tendencial de curto prazo.

Sendo assim, percebe-se que, embora as medidas de redução de perdas sejam efetivas, o crescimento da demanda de abastecimento público na região litorânea, em especial na UG Perequê, não será possivelmente atendido com os sistemas de captação existentes, permanecendo em situação de conflito hídrico.

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q98 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 1 | 51 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 1 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 78 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário otimista de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q95 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 1 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 79 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário otimista de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q90 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 1 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 80 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário otimista de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para QMLT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 2 | 0 | 2 | 53 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 81 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário otimista de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 30 apresenta os resultados de IACT para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98, considerando a projeção do cenário otimista de curto prazo.

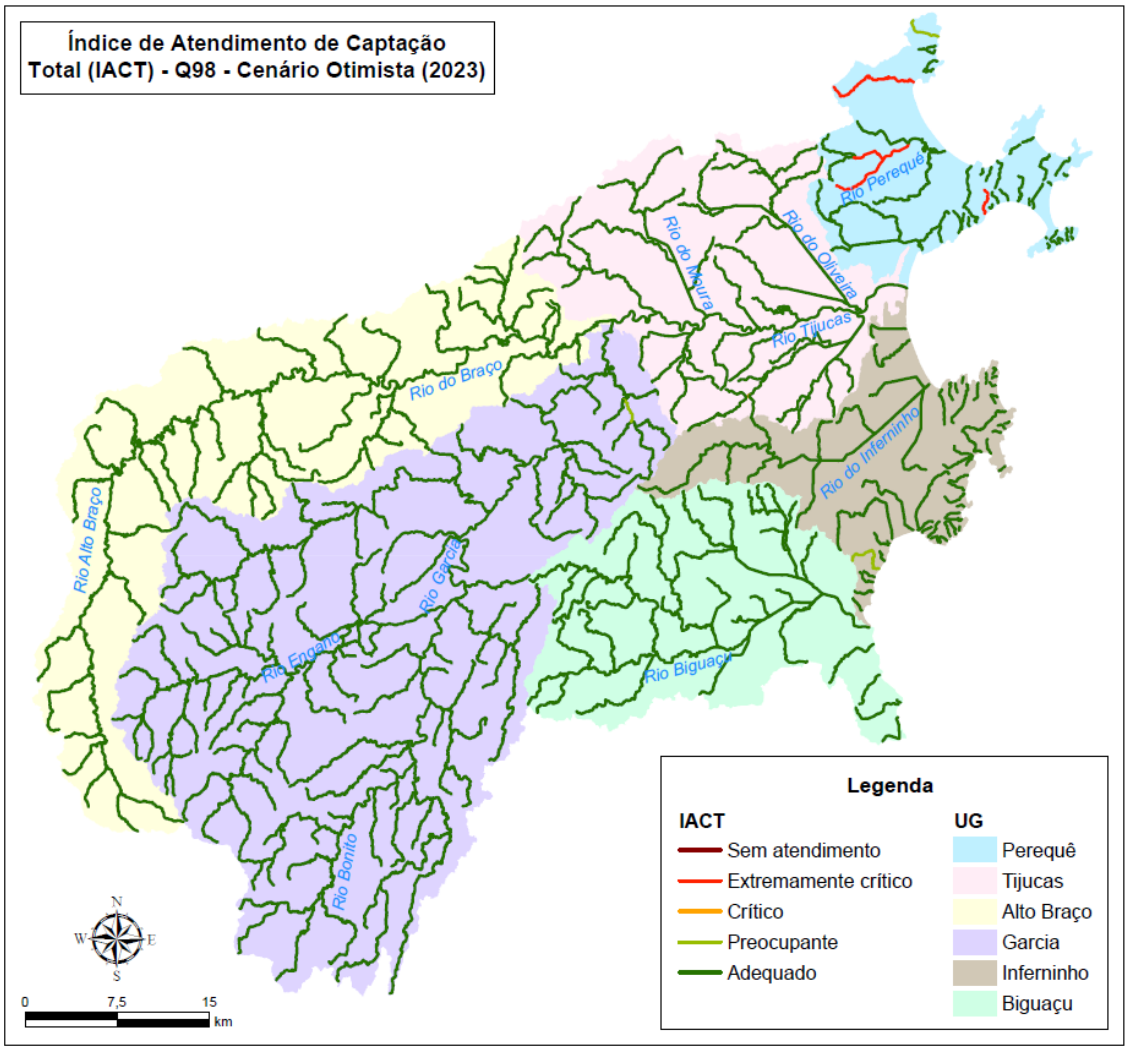



**Figura 30 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de curto prazo**

Elaboração própria (2018)

Na Tabela 82, na Tabela 83, na Tabela 84 e na Tabela 85 são apresentados os resultados do IACT por vazão de referência e UG, para um cenário otimista de médio prazo. O cenário considera o atendimento integral à meta planejada de redução de perdas para o ano de 2027, a qual resulta em uma redução média de -17,06% do índice de perdas para o uso de abastecimento urbano, -14,31% de crescimento da demanda de irrigação e -8,21% para os demais usos.

Em um panorama geral do cenário, observou-se que as alterações em relação ao cenário tendencial de médio prazo ocorrem apenas para vazões de referência a partir da Q95. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, a classificação de atendimento dos trechos que apresentam alguma situação de conflito hídrico permaneceu igual ao resultado do cenário tendencial de médio prazo. Sendo assim, 98,37% dos trechos da área de estudo apresentam atendimento classificado como Adequado, o que indica um atendimento integral às vazões de captação demandadas na grande maioria da bacia.

Para a vazão de referência Q95, o Rio Mata Camboriú, localizado na UG Perequê, que apresentava classificação Preocupante no cenário tendencial, passa a ter sua demanda completamente atendida com a projeção otimista de redução das perdas. Ademais, o Rio

Areal, que anteriormente era classificado como Extremamente Crítico para esta vazão, passa para uma classificação de atendimento Crítico. Além destes, dois trechos que apresentavam situação Preocupante, um localizado na UG Garcia e outro na UG Inferninho, passam a ter as suas captações integralmente atendidas.

Para a vazão Q90, observa-se que, comparado ao cenário tendencial, há uma evolução quanto à criticidade de atendimento do pequeno trecho localizado no Rio Itinga, na UG Tijucas. Este trecho, que apresentou classificação de atendimento Crítico, passa a ter um IACT Preocupante.

Quando analisada a evolução com a vazão QMLT, observa-se que os trechos referentes ao local onde ocorrem as captações voltadas ao abastecimento público no Rio Perequê e no Rio Zimbros, que exibiam um IACT Crítico, passam a apresentar situação de atendimento Preocupante.

Apesar da evolução das vazões de referência, com o aumento da disponibilidade nos trechos não há um atendimento integral dos trechos a montante no Rio Perequê e da captação realizada no Rio Zimbros. Considerando o cenário de DGA, verificou-se que para atender integralmente à demanda nestes trechos seria necessária a vazão Q50, referente à vazão de permanência de 50% do tempo, apresentando, portanto, uma evolução da vazão requerida para um cenário tendencial, o qual necessitaria uma vazão Q40 para atender integralmente aos trechos.

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q98 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 1 | 51 |
| Tijucas | 0 | 1 | 0 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 1 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 82 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário otimista de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q95 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 83 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário otimista de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q90 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 1 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 84 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário otimista de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para QMLT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 2 | 0 | 2 | 53 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 85 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário otimista de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

A Figura 31 apresenta os resultados de IACT para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98, considerando a projeção do cenário otimista de médio prazo.

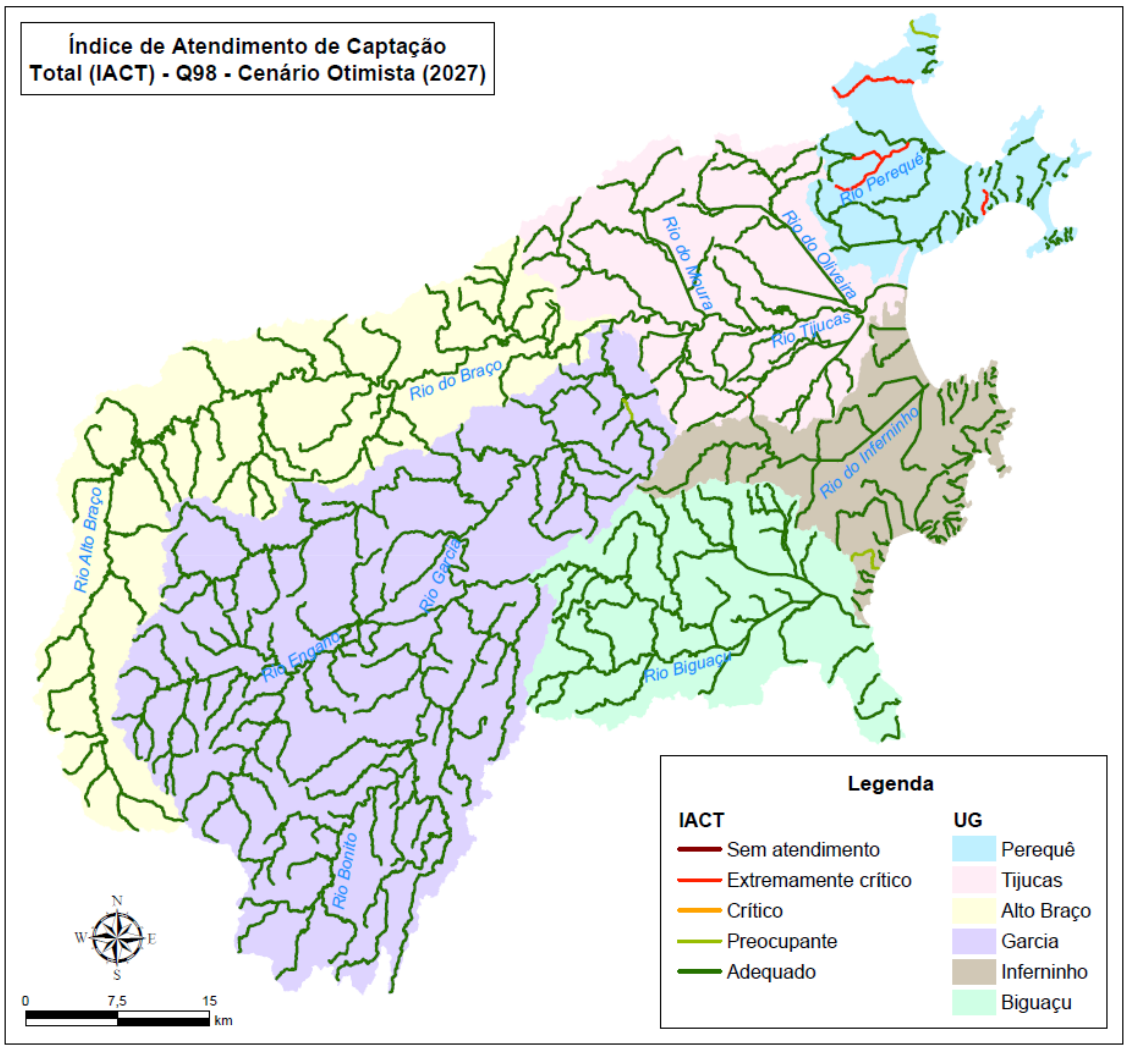



**Figura 31 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

Na Tabela 86, na Tabela 87, na Tabela 88 e na Tabela 89 são apresentados os resultados do IACT por vazão de referência e UG, para um cenário otimista de longo prazo. O cenário considera o atendimento integral à meta planejada de redução de perdas para o ano de 2027, a qual resulta em uma redução média de -17,62% do índice de perdas para o uso de abastecimento urbano, -20,00% de crescimento da demanda de irrigação e -9,26% para os demais usos.

Conforme os resultados da projeção das demandas, considerando um cenário otimista de longo prazo, verifica-se que a maior parte dos trechos se mantém com a classificação de atendimento Adequado. Para a vazão de referência mais restritiva (Q98), as bacias em estudo apresentaram 98,37% dos trechos em que as vazões de captação demandadas são integralmente atendidas.

Em comparação com os resultados do cenário tendencial de longo prazo, observaram-se alterações pouco significativas para o atendimento integral da demanda nas UGs. Para a

vazão de referência Q98, houve o aumento de 0,54% do atendimento às demandas de captação.

Nesse contexto, para a vazão de referência Q98, um afluente do Rio Santa Luzia, localizado na UG Perequê, passou da classificação Preocupante para Adequado, tendo suas captações integralmente atendidas. Na UG Tijucas, dois trechos passaram da classificação de atendimento Preocupante para Adequado, a saber: o Rio Teles e um afluente pela margem esquerda do Rio Itinga. Estes trechos estão situados em região de agricultura e criação animal, cuja demanda se concentra principalmente nestas atividades.

Além destes, o trecho referente ao Rio São Miguel, localizado na UG Inferninho, passou de uma situação de atendimento Extremamente Crítico para a classificação Preocupante, considerando a vazão Q98. Neste trecho, a principal demanda é voltada ao abastecimento público, em virtude da captação referente ao Sistema de Abastecimento de Água (SAA) de São Miguel. Observa-se que, aumentando a disponibilidade, a partir da vazão Q95, este trecho passa a ser integralmente atendido.

À medida que se aumenta as vazões de referência, há redução no número de trechos em situação crítica. Para a vazão de referência menos restritiva, QMLT, há ainda quatro trechos, localizados na UG Perequê, que não apresentam vazão disponível para o atendimento integral às captações demandadas. Destes, dois trechos que no cenário tendencial apresentavam situação de atendimento Extremamente Crítico passam a apresentar IACT Crítico. Tratam-se dos trechos do Rio Perequê e do Rio Zimbros, onde estão localizados os pontos de captação dos sistemas de abastecimento.

Considerando o cenário de DGA, verificou-se que, para atender integralmente à demanda nestes trechos, seria necessária a vazão Q40, referente à vazão de permanência de 40% do tempo. Este resultado representa uma melhora em relação ao cenário tendencial de longo prazo, o qual não apresentou vazão disponível para o atendimento destas captações.

De modo geral, entende-se que o cenário otimista de redução de perdas dos sistemas de abastecimento, em um horizonte de longo prazo, ocasionaria algumas alterações positivas, melhorando o panorama de atendimento às demandas. Entretanto, essas alterações não são suficientes para melhorar significativamente o atendimento às demandas que desencadeiam os principais conflitos hídricos nas bacias, como é o caso do Rio Perequê e do Rio Zimbros.

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q98 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 1 | 0 | 51 |
| Tijucas | 0 | 1 | 0 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 1 | 0 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 1 | 68 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 86 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário otimista de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q95 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 5 | 0 | 1 | 51 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 1 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 87 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário otimista de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para Q90 | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 4 | 1 | 0 | 52 |
| Tijucas | 0 | 0 | 1 | 0 | 74 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 88 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário otimista de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IACT para QMLT | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Sem atendimento | Extremamente crítico | Crítico | Preocupante | Adequado |
| Perequê | 0 | 2 | 2 | 0 | 53 |
| Tijucas | 0 | 0 | 0 | 0 | 75 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 0 | 0 | 207 |
| Inferninho | 0 | 0 | 0 | 0 | 69 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 |

**Tabela 89 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário otimista de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

A Figura 32 apresenta os resultados de IACT para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98, considerando a projeção do cenário otimista de longo prazo.

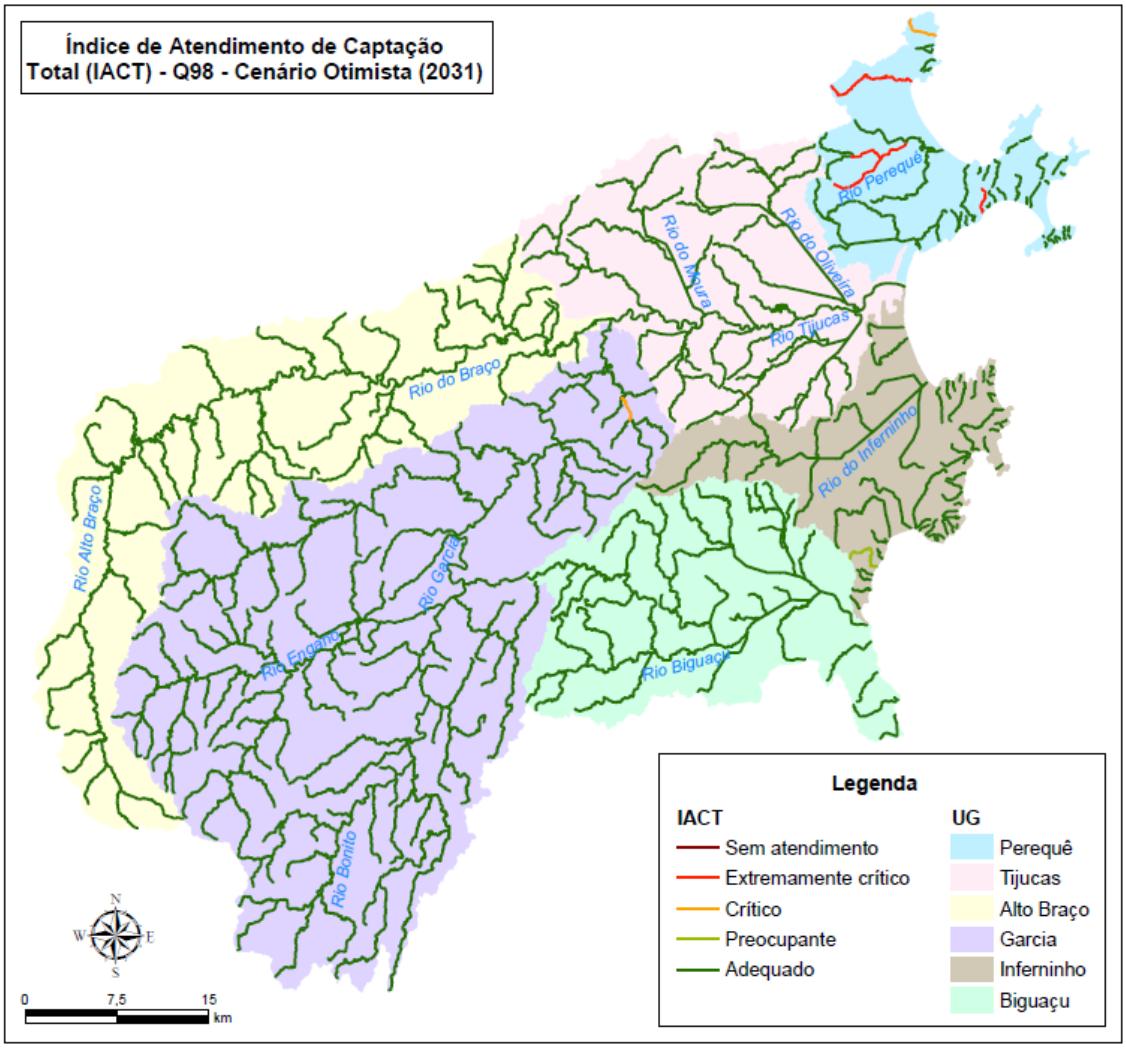



**Figura 32 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

### 3.1.2.2. Balanços qualiquantitativos

#### Cenário atual

A Tabela 90 apresenta os resultados dos IADs por vazão de referência e UG das bacias em estudo. Foi avaliada a quantidade de ottobacias que atendem à concentração limite de DBO de 5 mg/L nos corpos hídricos da área de estudo, correspondente ao limite estabelecido para rios enquadrados como Classe 2, de acordo com a Resolução Conama nº 357/2005 e em conformidade com a Resolução CERH nº 001/2008.

Em uma avaliação geral do balanço qualiquantitativo da bacia, identificou-se que a grande maioria dos cursos da água apresentaram vazão disponível para atendimento à diluição da concentração de DBO, considerando o limite predefinido de 5 mg/L. Observa-se que, para a

vazão de referência mais restritiva (Q98), cerca de 17,4% dos trechos apresentam uma situação qualiquantitativa crítica, em que não há vazão disponível para a diluição.

À proporção que as vazões de referência se tornam menos restritivas, ocorre uma redução no número de trechos que apresentam conflitos qualitativos. Para a vazão de referência mais restritiva (Q98), 96 trechos apresentaram concentração de DBO maior que a capacidade de diluição destes corpos hídricos, sendo a maioria localizados na UG Inferninho.

Ao aumentar a disponibilidade para a vazão Q95, identificaram-se nove ottobacias que passaram de uma situação de conflito (IAD > 1) para um cenário em que a vazão remanescente é suficiente para o atendimento da diluição da concentração de DBO até atingir o limite pré-definido (IAD < 1).

Para a vazão de referência Q90 foram registrados seis trechos que passaram de uma situação de conflito para um cenário de disponibilidade de atendimento à demanda de diluição.

Na progressão da vazão Q90 para a vazão QMLT, observa-se uma redução de 20 conflitos em trechos que passaram a apresentar atendimento à demanda de diluição. Entretanto, cabe ressaltar que, apesar do aumento na vazão de disponibilidade, há a ocorrência de 61 trechos na bacia que apresentam situação de conflito entre as vazões de captação e a vazão de atendimento à diluição. Neste contexto, observa-se que, considerando uma vazão disponível de 50% da QMLT, a concentração de matéria orgânica nos 61 trechos em conflito é maior que a capacidade de autodepuração destes rios, caracterizando trechos em que a qualidade dos recursos hídricos pode estar comprometida. Apenas a UG Garcia apresentou um atendimento integral à demanda de diluição quando considerada a vazão de referência QMLT.

| UG | Ottobacias com IAD > 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 28 | 26 |
| Tijucas | 8 | 8 | 6 | 3 |
| Alto Braço | 6 | 6 | 6 | 1 |
| Garcia | 9 | 5 | 4 | 0 |
| Inferninho | 31 | 30 | 29 | 24 |
| Biguaçu | 13 | 9 | 8 | 7 |
| Total | 96 | 87 | 81 | 61 |

**Tabela 90 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 para o cenário atual**
Elaboração própria (2018)

A Figura 33 apresenta os resultados de IAD para os trechos hídricos das bacias em estudo para a vazão de referência Q98.

Em uma análise geral dos resultados do IAD na bacia, identificou-se que a grande maioria dos cursos da água que apresentam concentração de DBO superior a 5 mg/L consiste em rios localizados no litoral da bacia (Figura 33). Isso ocorre principalmente devido à concentração de áreas urbanas, representando uma região característica de produção de carga orgânica proveniente do esgotamento doméstico. Além disso, deve-se considerar que a grande maioria dos rios litorâneos têm comprimento menor quando comparados aos rios de interior, portanto com reduzida capacidade de autodepuração.

Para a vazão de referência Q98, a UG Alto Braço apresentou o menor número de trechos com conflito qualitativo. Os seis trechos que apresentaram concentração de DBO

acima da concentração pré-definida são afluentes do Rio do Braço. Observa-se que estes trechos estão localizados na região da área urbana de Nova Trento, caracterizando uma região de produção de esgotamento doméstico. Além disso, foi identificado um cadastro de lançamento de efluentes de mineração no trecho a jusante destes afluentes, no Rio do Braço.

Dentre as UGs, a Inferninho apresentou situação mais crítica, com 31 trechos em situação de conflito qualitativo. Estes trechos compreendem os rios localizados em regiões de mancha urbana no litoral norte do município de Biguaçu e na região urbana do litoral de Governador Celso Ramos, caracterizando uma área de intensa produção de carga orgânica proveniente do esgotamento doméstico. De acordo com os dados do Atlas Esgotos (ANA, 2017a), Biguaçu é o município da bacia com a maior carga orgânica lançada em corpos d'água superficiais, contabilizando 3.448 kg DBO/dia. Ademais, ressalta-se que Biguaçu também corresponde ao município com a maior contribuição de carga orgânica animal, considerando o rebanho efetivo e a metodologia aplicada.

Observa-se que o Índice de Atendimento com Coleta e Tratamento (2013) para o município de Biguaçu é de 0% (ANA, 2017a), e cerca de 42,7% do efluente gerado é lançado sem tratamento. De maneira análoga, no município de Governador Celso Ramos, tal Índice é de 0% (ANA, 2017a), e cerca de 33,5% do efluente gerado não tem tratamento.

A UG Perequê também se destaca por apresentar um adensamento de conflitos qualitativos, onde foram registrados 29 trechos que apresentaram concentração de DBO acima de 5 mg/L. Entre estes trechos, destacam-se o Rio Areal, o Rio Perequê e seus afluentes mais a jusante e o Rio Santa Luzia. A grande maioria dos rios que apresentaram situação de conflito estão localizados em área urbanizada, especialmente os rios localizados no litoral de Bombinhas e Itapema, o que indica a interferência da produção de carga orgânica proveniente do esgotamento doméstico.

O Índice de Atendimento com Coleta e Tratamento (2013) para o município de Itapema é 59,8% (ANA, 2017a), caracterizando o melhor índice de cobertura de coleta e tratamento de esgotamento sanitário na bacia. Para o município de Bombinhas, o Índice é de 16%, porém a grande maioria do esgotamento sanitário é encaminhado para soluções individuais (tanques sépticos). No município de Porto Belo, o Índice corresponde a 1,4%, e cerca de 23,3% do efluente gerado é lançado sem tratamento (ANA, 2017a).

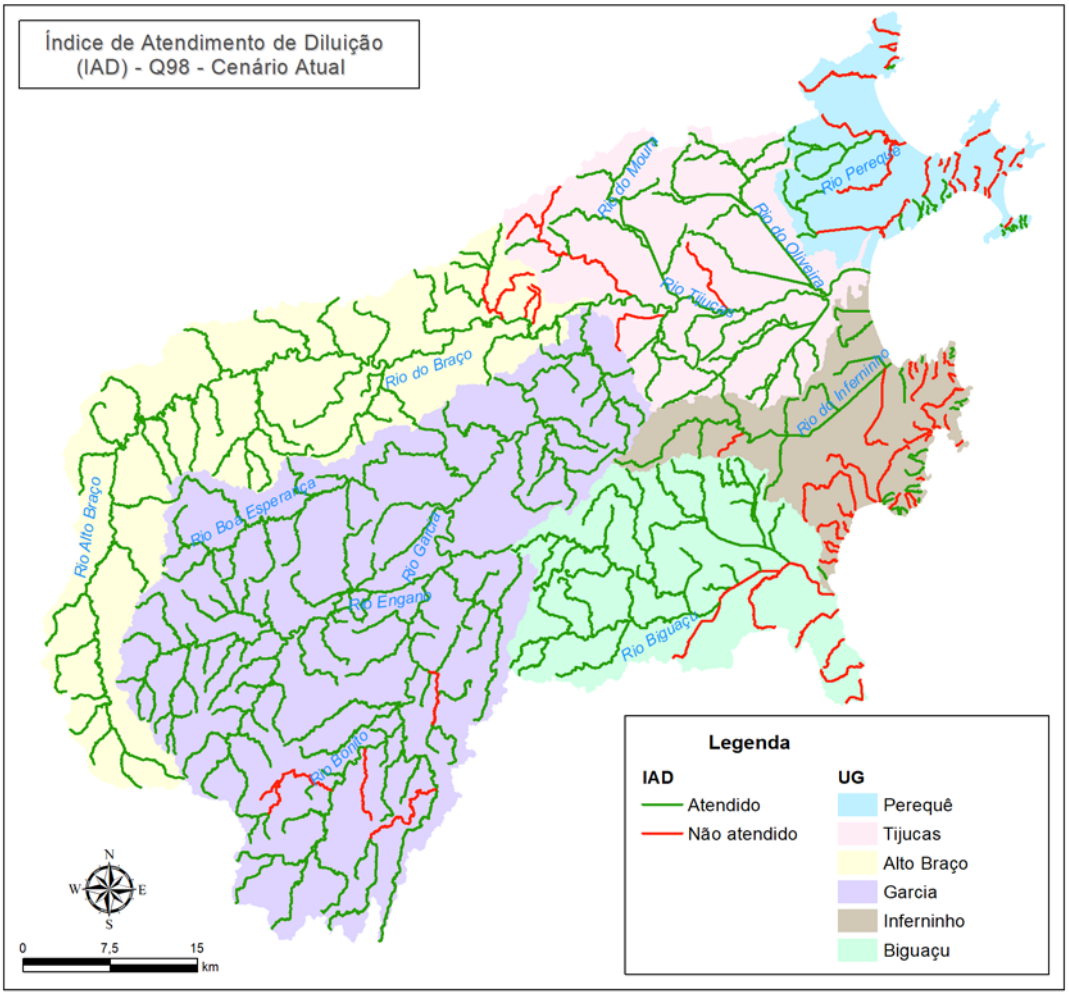



**Figura 33 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 e para o cenário atual**

Elaboração própria (2018)

## Cenário tendencial

A Tabela 91 apresenta os resultados dos IADs por vazão de referência e UG das bacias em estudo para o cenário tendencial de curto prazo.

Em uma análise geral do balanço qualiquantitativo para este horizonte, observou-se que a maioria dos trechos apresentam vazão disponível para atendimento à diluição da concentração de DBO, considerando o limite estabelecido pela legislação de 5 mg/L. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, cerca de 18,33% das ottobacias apresentam situação de conflito, em que não há vazão disponível para a diluição dos efluentes lançados. Observa-se que os resultados demonstraram uma situação muito similar ao cenário atual, com o acréscimo de alguns trechos com vazão insuficiente para o atendimento à diluição.

À medida que as vazões de referência tornam-se menos restritivas, há uma redução no número de trechos que apresentam conflitos qualitativos. Para a vazão de referência mais restritiva (Q98), até a vazão de referência menos restritiva (QMLT), há uma redução de 37 conflitos, em trechos que passaram a exibir atendimento à demanda de diluição.

Considerando a projeção da demanda de diluição de DBO, para a vazão de referência Q98, ocorreu um aumento de cinco trechos em conflito em relação ao cenário atual. Observa-se ainda que, para a vazão menos restritiva, QMLT, ocorrem 64 trechos em conflito, caracterizando trechos em que a concentração de DBO estaria acima do limite estabelecido pela legislação para rios Classe 2.

| UG | Ottobacias com IAD > 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 29 | 26 |
| Tijucas | 8 | 8 | 8 | 3 |
| Alto Braço | 8 | 6 | 6 | 1 |
| Garcia | 10 | 9 | 5 | 0 |
| Inferninho | 33 | 31 | 30 | 27 |
| Biguaçu | 13 | 13 | 13 | 7 |
| Total | 101 | 96 | 91 | 64 |

**Tabela 91 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência, com IAD > 1 – cenário tendencial de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 34 apresenta os resultados de IAD dos trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98 e para o cenário de curto prazo.

Analisando-se os resultados, observa-se que, de maneira análoga ao cenário atual, a maioria dos cursos d'água em conflito estão localizados na região litorânea da bacia, onde há concentração de áreas urbanas e, consequentemente, maior produção de carga orgânica proveniente do esgotamento doméstico.

A UG Inferninho permanece apresentando a situação hídrica qualiquantitativa mais crítica da bacia, com 33 trechos em conflito, considerando a vazão mais restritiva (Q98), o que representa um aumento de dois trechos em conflito em relação ao cenário atual. De maneira similar, a UG Perequê também tem muitos trechos em que a vazão disponível é insuficiente para o atendimento à demanda de diluição.

Conforme a progressão das vazões de referência, a UG Alto Braço permanece como a unidade que apresenta os melhores resultados de IAD, com o menor número de trechos em situação de conflito. Em relação ao cenário atual, para atender ao aumento da demanda de diluição de efluentes, observa-se que no cenário de curto prazo há um aumento de dois trechos em situação de conflito, localizados nos afluentes do Rio do Braço.

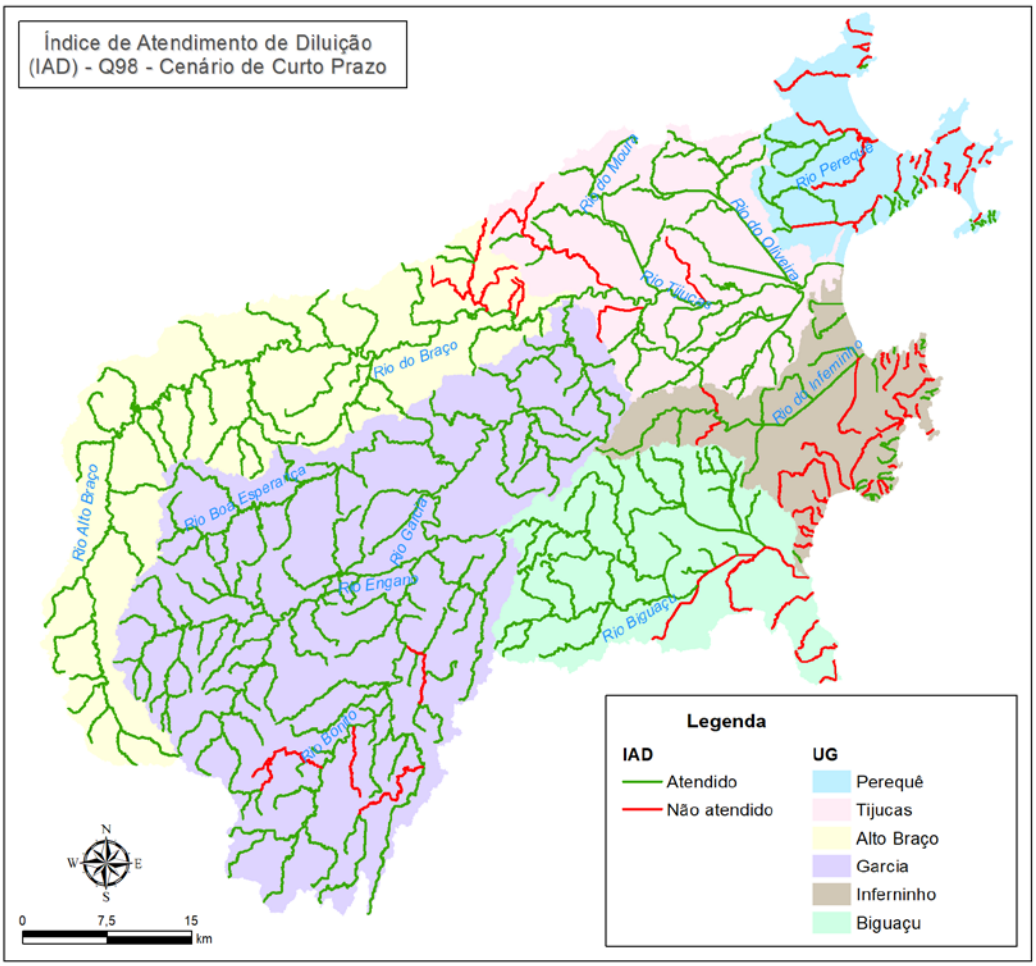



**Figura 34 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário tendencial de curto prazo**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 92 apresenta os resultados dos IADs por vazão de referência e UG das bacias em estudo, para o cenário de médio prazo.

Observando o panorama geral dos resultados do balanço qualiquantitativo para este horizonte, identificou-se que o cenário apresenta uma situação muito similar aos cenários precedentes, em que a maioria dos trechos exibe vazão disponível para atendimento à diluição da concentração de DBO, considerando o limite estabelecido pela legislação de 5 mg/L para rios Classe 2. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, cerca de 19,24% dos trechos demonstram situação de conflito, em que não há vazão disponível para a diluição da concentração de DBO.

Considerando a evolução da demanda de diluição de DBO no cenário de médio prazo, para a vazão de referência mais restritiva (Q98), há um aumento de cinco trechos em conflito qualiquantitativo quando comparado ao cenário de curto prazo. Avaliando-se a evolução dos resultados à medida que se torna a vazão menos restritiva, observa-se que, para a vazão de menor restrição, QMLT, ainda ocorrem 69 trechos em conflito, caracterizando locais onde a concentração de DBO estaria acima do limite estabelecido pela legislação para rios Classe 2.

| UG | Ottobacias com IAD > 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 29 | 28 |
| Tijucas | 9 | 8 | 8 | 3 |
| Alto Braço | 9 | 7 | 6 | 3 |
| Garcia | 11 | 10 | 8 | 0 |
| Inferninho | 35 | 31 | 31 | 27 |
| Biguaçu | 13 | 13 | 13 | 8 |
| Total | 106 | 98 | 95 | 69 |

**Tabela 92 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência, com IAD > 1 – cenário tendencial de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 35 apresenta os resultados de IAD para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98 e para o cenário de médio prazo.

De maneira equivalente aos cenários anteriores, a maioria dos cursos d'água que demonstram situação de conflito estão localizados na região litorânea da bacia. Isso ocorre especialmente devido à produção de carga orgânica provinda do esgotamento doméstico, uma vez que estas áreas consistem em regiões de adensamento populacional. Nos rios localizados no interior da bacia, que apresentaram IAD < 1, tratam-se, em sua maioria, de afluentes que precedem pontos de lançamento identificados no Cadastro de Usuários de Recursos Hídrico (CEURH) ou de locais de áreas de pastagens em que a carga orgânica animal é significativa.

O cenário mais crítico em relação ao conflito qualiquantitativo permanece ocorrendo na UG Inferninho. Para a vazão mais restritiva (Q98), ocorrem 35 trechos em situação de conflito, representando um acréscimo de dois trechos em relação ao cenário de curto prazo.

Analogamente, a UG Perequê também se destaca pelo grande número de trechos com vazão de disponibilidade insuficiente para o atendimento da demanda de diluição. Observa-se que os resultados da UG Perequê para o cenário de médio prazo permanecem iguais aos resultados para o cenário de curto prazo, exceto quando comparados os resultados para a vazão de referência QMLT, na qual há um acréscimo de dois trechos em conflito em relação ao cenário de curto prazo.

A UG Alto do Braço permanece apresentando a melhor situação qualiquantitativa da bacia, com o menor número de trechos em situação de conflito. Em comparação ao cenário de curto prazo, houve um aumento de um trecho em conflito para a vazão de referência Q98.

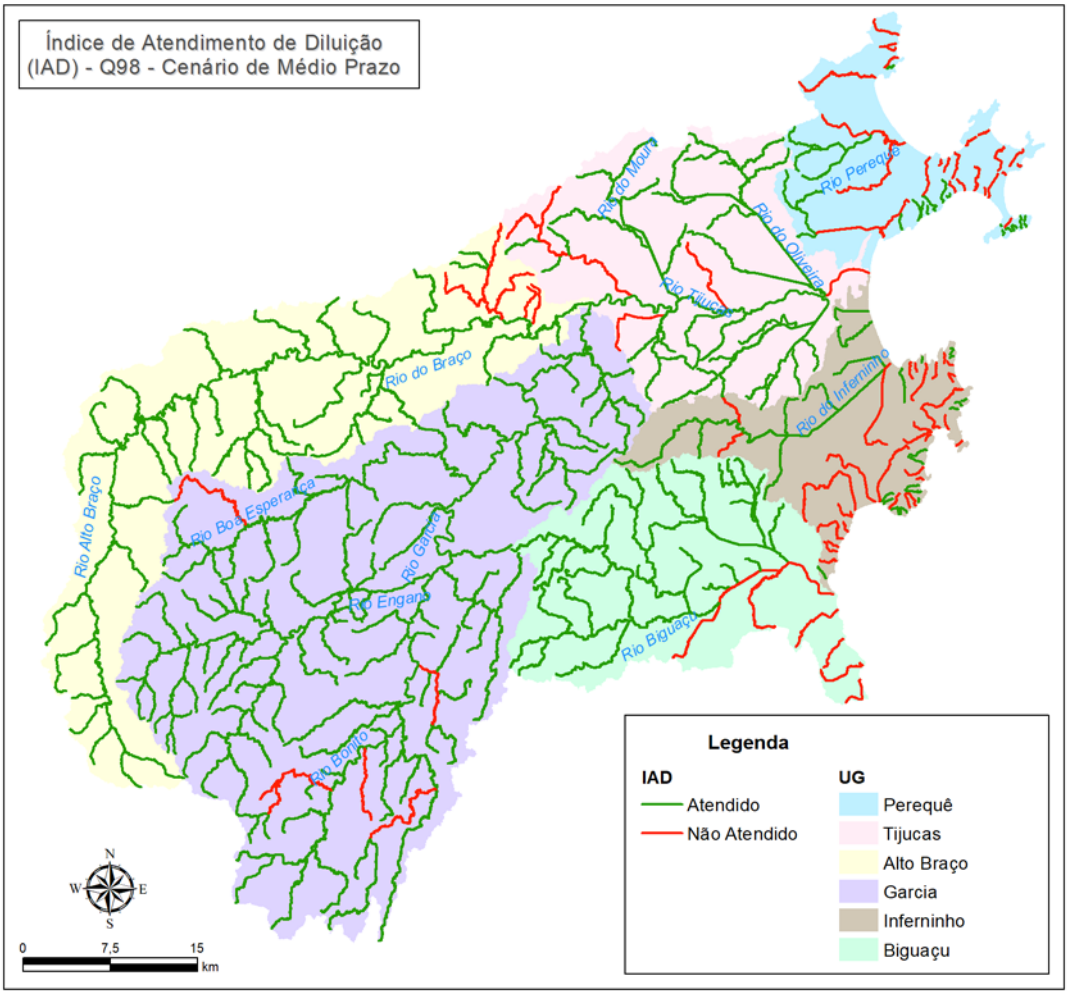



**Figura 35 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário tendencial de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 93 apresenta os resultados dos IADs por vazão de referência e UG das bacias em estudo para o cenário de longo prazo.

Na análise geral dos resultados da bacia para este cenário, identificou-se que a maioria dos trechos apresenta vazão disponível para o atendimento à diluição da concentração de DBO até este atingir o limite de 5 mg/L, o qual é estabelecido pela legislação para rios Classe 2. Considerando a vazão de referência mais restritiva, Q98, cerca de 20,15% dos trechos apresentam situação de conflito, em que não há vazão disponível para a diluição da concentração de DBO.

Com a projeção da demanda de diluição de DBO em longo prazo, observou-se que, para a vazão de referência mais restritiva (Q98), há um aumento de cinco trechos que apresentam conflito qualiquantitativo quando comparado ao cenário de médio prazo, totalizando 111 trechos sem atendimento à diluição.

De acordo com a evolução das vazões de referência, apresentada nos resultados, ainda para a vazão de referência de menor restrição (QMLT), ocorrem 73 trechos em conflito entre a vazão de usos consuntivos e a vazão remanescente para a diluição de DBO. Esta situação

ilustra que em um horizonte de longo prazo, mesmo para uma vazão de menor restrição, haverá 13,25% da bacia em conflito qualiquantitativo.

| UG | Ottobacias com IAD > 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 29 | 28 |
| Tijucas | 10 | 9 | 8 | 4 |
| Alto Braço | 9 | 8 | 7 | 4 |
| Garcia | 13 | 10 | 10 | 0 |
| Inferninho | 35 | 34 | 31 | 29 |
| Biguaçu | 15 | 13 | 13 | 8 |
| Total | 111 | 103 | 98 | 73 |

**Tabela 93 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência, com IAD > 1 – cenário tendencial de longo prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 36 apresenta os resultados de IAD para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98 e para o cenário de longo prazo.

Em conformidade com a tendência exposta nos cenários precedentes, a maioria dos trechos que apresentam situação de conflito se localizam na região litorânea da bacia, havendo alguns afluentes na região interior. Para a vazão de referência de maior restrição (Q98), houve o acréscimo de um trecho em conflito, localizado na UG Tijucas, quando comparado ao horizonte de médio prazo. Na UG Garcia houve o acréscimo de dois trechos, um afluente do Rio Boa Esperança e um trecho do afluente do Rio Bonito. Na UG Biguaçu também houve um acréscimo de dois trechos em conflito, ambos localizados no próprio Rio Biguaçu, onde há significativa área de pastagem representando uma região de potencial produção de carga orgânica animal. As demais UGs apresentaram a mesma quantidade de ottobacias que no cenário de médio prazo, com IAD > 1.

A UG Inferninho novamente apresentou a situação mais crítica. Para a vazão de referência Q98, ocorreram 35 trechos em situação de conflito. A UG Perequê também permanece com um significativo número de trechos em situação de conflito qualiquantitativo, apresentando 29 ottobacias com IAD > 1.

A UG Alto Braço continuou apresentando a melhor classificação em relação ao índice de atendimento na bacia, com o menor número de trechos em situação de conflito. Conforme pode ser visualizado nos resultados, verificou-se nesta UG apenas nove trechos em conflito para a vazão de referência mais restritiva (Q98). Estes trechos consistem em afluentes do Rio do Braço, localizados na região urbana de Nova Trento a montante de um lançamento de efluentes de mineração.

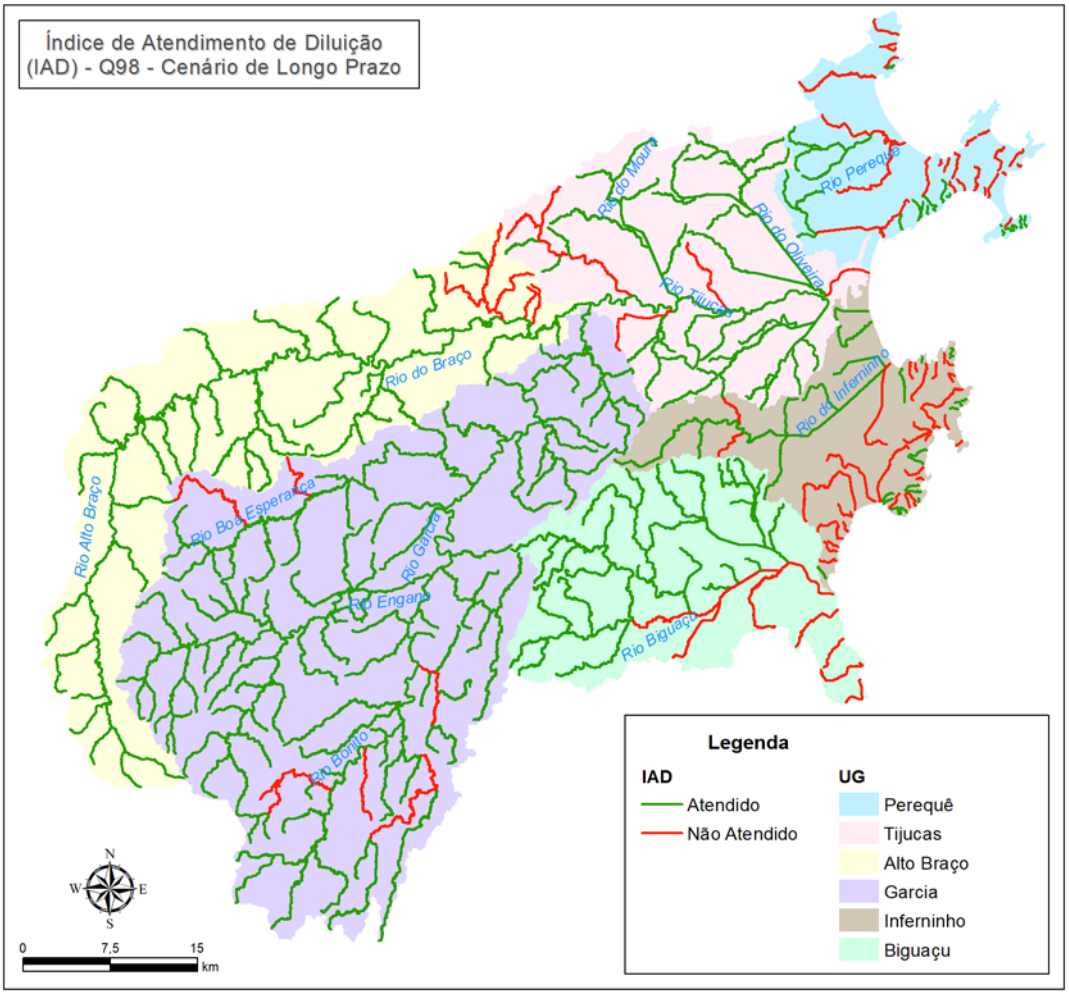



**Figura 36 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

## Cenários alternativos

### *Cenário moderado*

A Tabela 94 apresenta os resultados dos IADs por vazão de referência e UG das bacias em estudo, para o cenário moderado de curto prazo.

Os resultados do balanço qualiquantitativo, considerando uma projeção moderada na redução das perdas, consistiram em alterações pouco significativas no atendimento à diluição da carga de DBO lançada. Desta forma, para a vazão de referência mais restritiva, Q98, verificou-se que 17,97% dos trechos apresentaram situação de conflito, em que não há vazão remanescente disponível para o atendimento à diluição. Este resultado representa uma redução de apenas 0,33% dos conflitos contabilizados no cenário tendencial de curto prazo.

Tendo em vista a pequena alteração em relação ao cenário tendencial, observou-se que os dois únicos trechos que passaram a atender à demanda de diluição estão localizados na

UG Inferninho. Estes trechos consistem na foz do Rio Inferninho e em um dos afluentes pela margem esquerda do Rio Inferninho, ambos localizados em regiões de pastagens e campos naturais, de acordo com o uso do solo. Sendo assim, no cenário moderado de curto prazo, a carga de DBO de origem animal lançada nestes trechos passa a ser diluída até atingir o limite estabelecido pela legislação para rios Classe 2.

Em virtude do aumento da disponibilidade à medida que se reduz a permanência das vazões de referência, há a redução do número de trechos em situação de conflito. Ao progredir da vazão mais restritiva (Q98) para a vazão de referência de menor restrição (QMLT), há uma redução de 38 conflitos, em trechos que passaram a apresentar disponibilidade para o atendimento à demanda de diluição.

| UG | Ottobacias com IAD > 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 29 | 26 |
| Tijucas | 8 | 8 | 7 | 3 |
| Alto Braço | 8 | 6 | 6 | 1 |
| Garcia | 10 | 8 | 5 | 0 |
| Inferninho | 31 | 31 | 29 | 24 |
| Biguaçu | 13 | 13 | 11 | 7 |
| **Total** | **99** | **95** | **87** | **61** |

**Tabela 94 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário moderado de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 37 apresenta os resultados de IAD para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98 e para o cenário moderado de curto prazo.

A UG Inferninho e a UG Perequê permanecem com os piores cenários no âmbito qualiquantitativo, sendo os trechos do litoral os mais críticos. Essa região é caracterizada por grande adensamento urbano, especialmente próximos aos trechos em que estão localizados os municípios de Bombinhas e Itapema e algumas áreas de Governador Celso Ramos, que contribuem com a geração de carga de DBO proveniente de esgotamento doméstico. Além disso, nessa região há ainda grandes áreas de pastagem e campos naturais, especialmente no município de Biguaçu, onde a carga de DBO de origem animal é significativa.

De maneira geral, observa-se que a execução dos balanços qualiquantitativos, contabilizando a redução das perdas em um cenário de curto prazo, apresentou resultados que pouco diferenciaram do cenário tendencial, sendo necessárias outras alternativas para a redução das cargas lançadas em corpos hídricos.

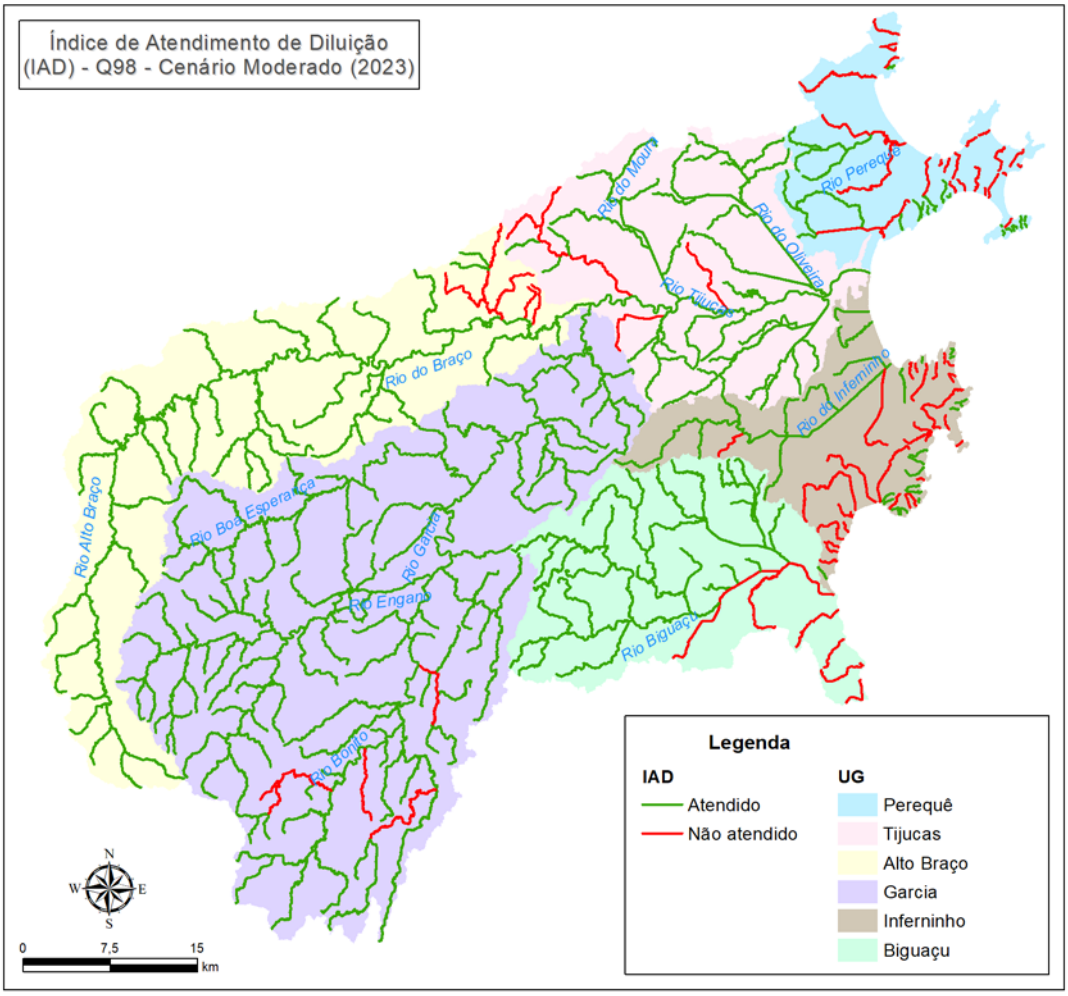



**Figura 37 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de curto prazo**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 95 exibe os resultados dos IADs por vazão de referência e UG das bacias em estudo, para o cenário moderado de médio prazo.

A maior parte da bacia permanece apresentando vazão remanescente disponível para o atendimento da demanda de diluição de DBO. Considerando a vazão de referência de maior restrição, Q98, 17,97% das ottobacias que compõem a área de estudo apresentaram situação de conflito, em que não há atendimento à demanda de diluição.

Entre as alterações observadas em relação ao cenário tendencial de médio prazo, observou-se que os resultados expostos compreendem uma redução de 1,27% dos conflitos qualiquantitativos para a vazão de referência mais restritiva (Q98). Esta porcentagem corresponde ao atendimento à demanda de diluição em sete trechos que anteriormente apresentavam IAD > 1.

Considerando a simulação do balanço qualiquantitativo para todas as vazões de referência, a UG Inferninho foi a unidade que apresentou a maior alteração quanto à redução no número de trechos em conflito quando comparado aos resultados do cenário tendencial de médio prazo. Para a vazão de referência Q98, foi identificada a redução de quatro trechos

nesta UG, os quais compreendem o Rio Inferninho e um de seus afluentes pela margem esquerda e dois pequenos rios na região litorânea do município de Governador Celso Ramos.

Ao avaliar a evolução dos resultados com o aumento das vazões de referência, observou-se que na progressão da vazão de referência de maior restrição (Q98) para a vazão de menor restrição (QMLT) ocorre a redução de 33 conflitos, em trechos que passam a ter vazão disponível para a diluição da carga de DBO e para o atendimento do limite de concentração estabelecido pela legislação para rios Classe 2. Entretanto, para a vazão QMLT, ocorrem ainda 66 trechos em situação de conflito.

| UG | Ottobacias com IAD > 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 29 | 27 |
| Tijucas | 8 | 8 | 8 | 3 |
| Alto Braço | 8 | 7 | 6 | 3 |
| Garcia | 10 | 10 | 7 | 0 |
| Inferninho | 31 | 31 | 30 | 25 |
| Biguaçu | 13 | 13 | 13 | 8 |
| Total | 99 | 98 | 93 | 66 |

**Tabela 95 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário moderado de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 38 apresenta os resultados de IAD para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98 e para o cenário moderado de médio prazo.

A UG Inferninho permanece com o maior número de trechos em situação de conflito qualiquantitativo, seguido pela UG Perequê. A espacialização dos resultados mostra que os trechos que apresentam concentração de DBO acima do limite estabelecido estão concentrados na região litorânea da área de estudo. Nesta região há significativa geração de carga orgânica proveniente, em grande parte, do esgotamento doméstico, sem serviços de coleta e tratamento, lançadas em rios pequenos cuja capacidade de autodepuração é menor.

Além da carga de DBO do esgotamento doméstico, a projeção de médio prazo da carga proveniente da criação animal também contribui para o agravamento deste cenário, especialmente no município de Biguaçu, no entorno do Rio Inferninho.

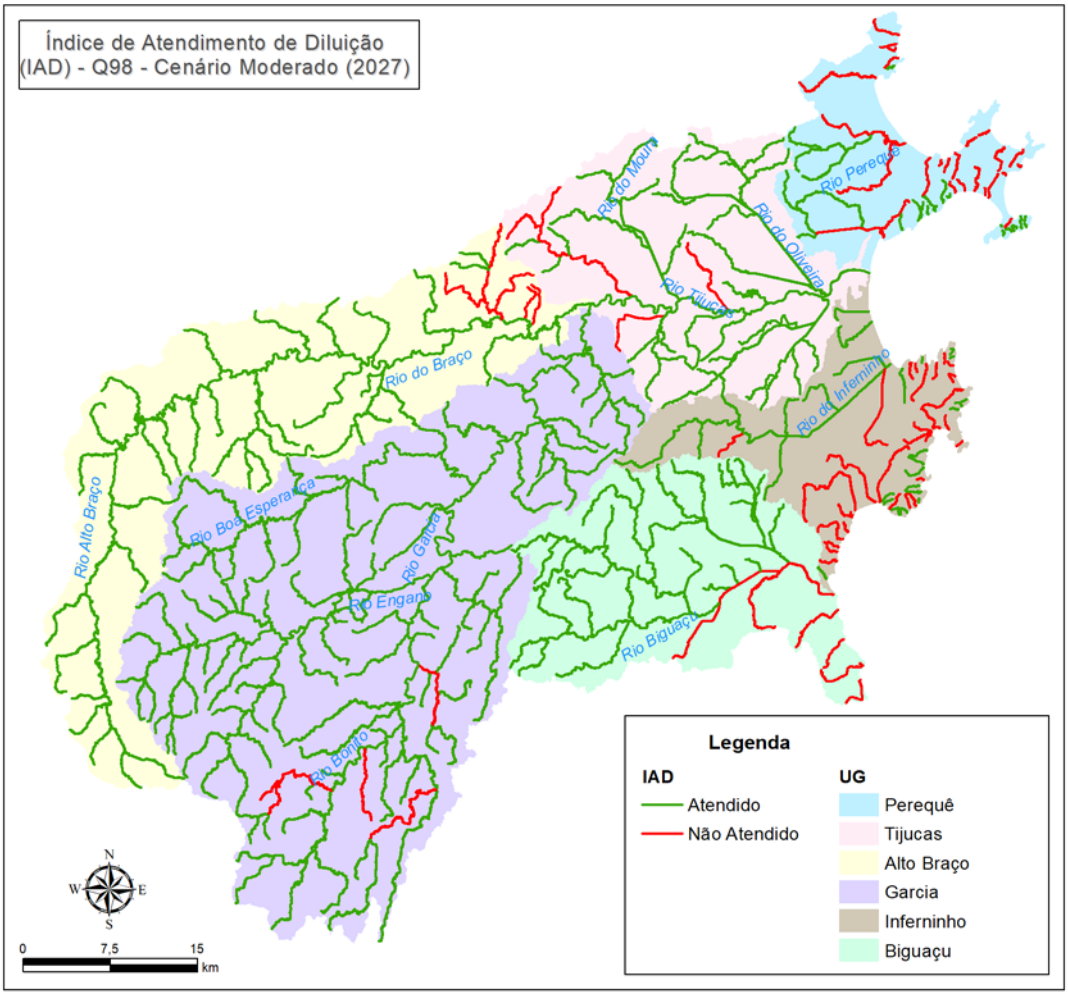



**Figura 38 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 96 exibe os resultados dos IADs por vazão de referência e UG das bacias em estudo, para o cenário moderado de longo prazo.

Segundo os resultados, verifica-se que a projeção moderada de redução das perdas, para o horizonte de longo prazo, não garante o atendimento à demanda de diluição. Considerando a vazão de referência mais restritiva, Q98, identificou-se que 18,87% das ottobacias apresentaram concentração de DBO acima do estabelecido pela legislação para rios Classe 2.

Em comparação com o cenário tendencial de longo prazo, a redução de perdas contribuiu para a redução máxima de 1,27% dos conflitos, considerando a vazão de referência Q98. O resultado indica que, para a vazão de referência de maior restrição, sete trechos passaram a apresentar vazão disponível para o atendimento da demanda de diluição.

Avaliando-se os resultados para todas as vazões de referência, a UG Inferninho foi a unidade que apresentou a maior alteração quanto ao número de trechos em conflito, quando comparado ao cenário tendencial de longo prazo. Percebeu-se que esta alteração ocorreu devido à redução da projeção de demanda de diluição nos trechos referentes à foz do Rio Inferninho, a um de seus afluentes pela margem esquerda e a um dos trechos no litoral de

Governador Celso Ramos. O entorno destes trechos é caracterizado, principalmente, por área de pastagem e campos naturais, portanto, de acordo com a metodologia, nesses locais há um significativo lançamento de carga de DBO proveniente da criação animal.

Com base na progressão das vazões de referência, verificou-se que, ao passar da vazão de referência mais restritiva (Q98) para a vazão de referência de menor restrição (QMLT), ocorre a redução de 34 conflitos, em trechos que passaram a apresentar vazão remanescente disponível para o atendimento da demanda de diluição. Embora ocorra a redução de conflitos, para a vazão de referência menos restritiva (QMLT), ainda ocorrem 70 trechos em situação de conflito qualiquantitativo.

| UG | Ottobacias com IAD > 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 29 | 28 |
| Tijucas | 8 | 8 | 8 | 3 |
| Alto Braço | 9 | 8 | 7 | 4 |
| Garcia | 10 | 10 | 9 | 0 |
| Inferninho | 33 | 31 | 31 | 27 |
| Biguaçu | 15 | 13 | 13 | 8 |
| Total | 104 | 99 | 97 | 70 |

**Tabela 96 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário moderado de longo prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 39 apresenta os resultados de IAD para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98 e para o cenário moderado de longo prazo.

A UG Inferninho e a UG Perequê aparecem com o maior número de trechos em que a demanda de diluição de DBO não é atendida. Apesar da contribuição da redução das perdas projetadas no cenário moderado de longo prazo, observa-se que o panorama tendencial qualiquantitativo da bacia se mantém, com a maior parte dos trechos na região litorânea apresentando concentração de DBO acima do limite estabelecido para rios Classe 2.

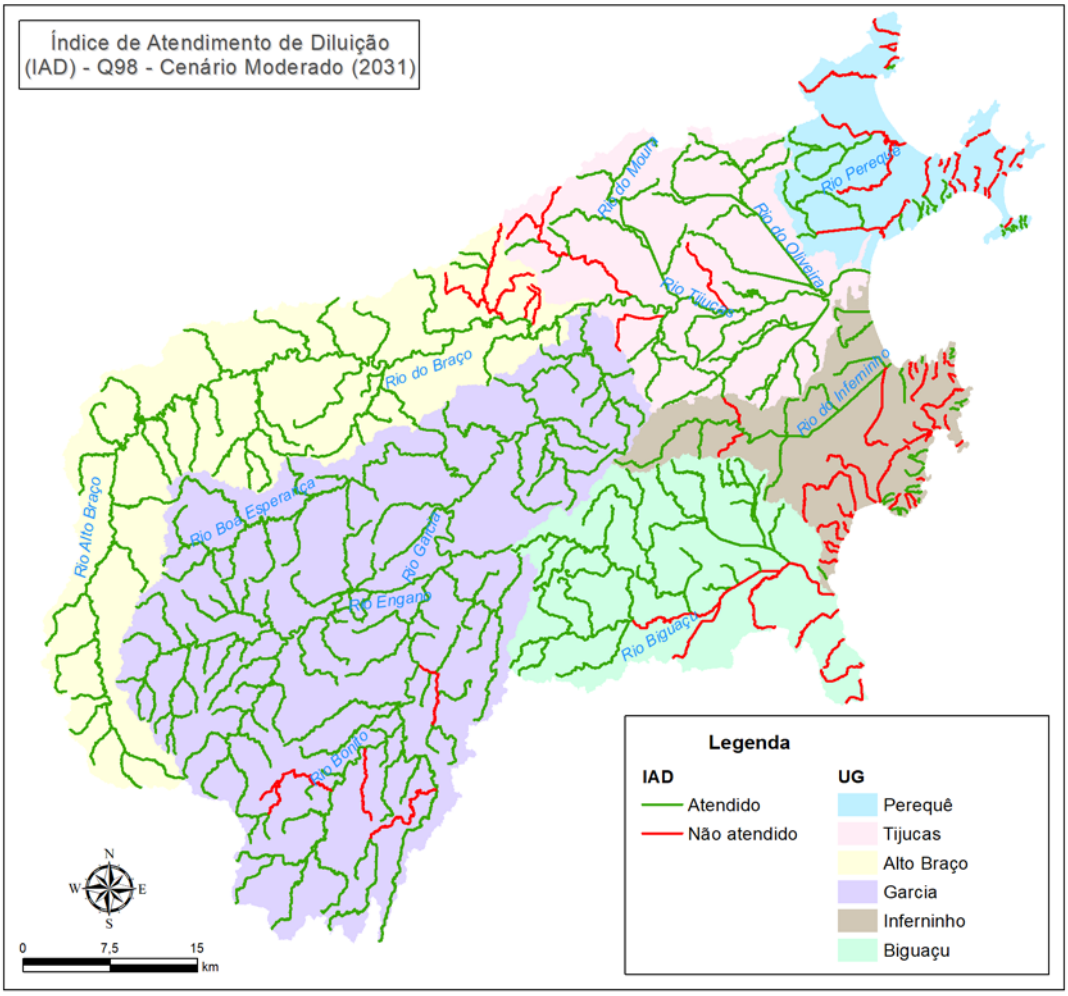



**Figura 39 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de longo prazo**
Elaboração própria (2018)

## *Cenário otimista*

A Tabela 97 apresenta os resultados dos IADs por vazão de referência e UG das bacias em estudo para o cenário otimista de curto prazo.

De modo geral, para o balanço qualiquantitativo, considerando uma projeção otimista na redução das perdas, verificou-se que a maioria dos trechos apresentou vazão disponível para a diluição da carga de DBO lançada, no limite estabelecido pela legislação de 5 mg/L para rios Classe 2. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, cerca de 17,60% das ottobacias apresentaram situação de conflito, em que não há vazão disponível para a diluição dos efluentes lançados. Esse resultado representa uma redução de 0,73% em relação aos trechos que apresentaram conflito no cenário tendencial de curto prazo.

Com o aumento da disponibilidade, conforme a evolução da vazão de referência, há uma redução no número de trechos que apresentam conflitos qualitativos. Na progressão da vazão de referência mais restritiva (Q98) à vazão de referência menos restritiva (QMLT) há uma redução de 38 conflitos, em trechos que passaram a apresentar atendimento à demanda

de diluição. Entretanto, ainda para a vazão de referência menos restritiva, QMLT, ocorreram 59 trechos em conflito.

Observa-se que os resultados apresentaram situação muito similar aos obtidos no cenário tendencial de curto prazo. Sendo assim, entende-se que, apesar da redução de perdas em uma proporção otimista, de acordo com a metodologia adotada e com os coeficientes de projeção para o cenário otimista, a vazão remanescente não é suficiente para a diluição das cargas de DBO lançadas. Frente a este cenário, reconhece-se que a redução da carga de DBO na fonte consistiria em uma alternativa mais eficiente para a adequação da concentração de DBO ao limite estabelecido na legislação.

| UG | Ottobacias com IAD > 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 29 | 26 |
| Tijucas | 8 | 8 | 7 | 3 |
| Alto Braço | 7 | 6 | 6 | 1 |
| Garcia | 9 | 6 | 5 | 0 |
| Inferninho | 31 | 30 | 29 | 22 |
| Biguaçu | 13 | 13 | 9 | 7 |
| Total | 97 | 92 | 85 | 59 |

**Tabela 97 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário otimista de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 40 apresenta os resultados de IAD para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98 e para o cenário otimista de curto prazo.

A UG Inferninho continua apresentando o pior resultado para o balanço qualiquantitativo, com 31 trechos em situação de conflito na vazão de referência mais restritiva (Q98). A UG Perequê também permanece como a segunda situação mais crítica, com 29 trechos em conflito qualitativo. Em ambas as UGs, a situação de não atendimento se concentra principalmente nos trechos do litoral, onde há adensamento de população urbana e rios de menor extensão, representando menor capacidade de autodepuração.

A UG Alto Braço e a UG Garcia consistem nas unidades que apresentam melhores condições para o atendimento da demanda de diluição.

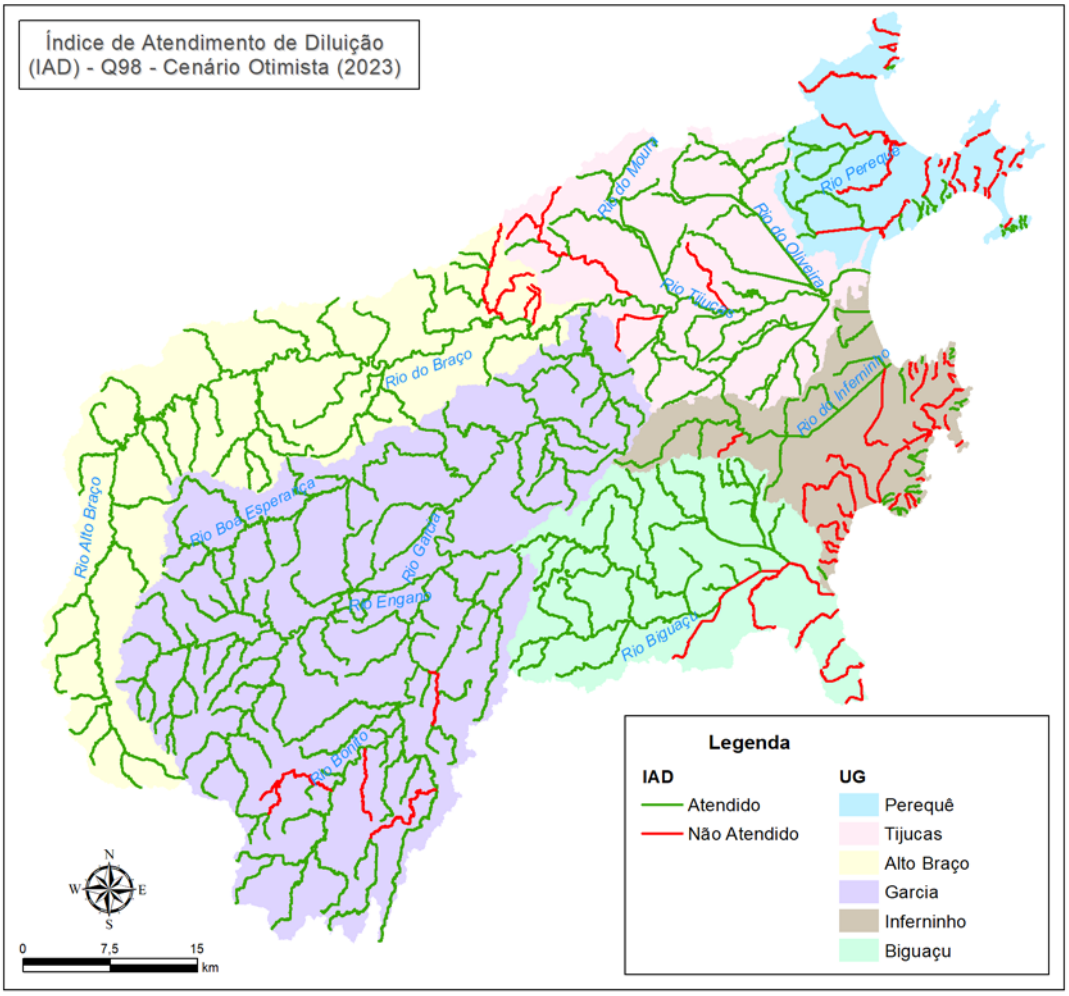



**Figura 40 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de curto prazo**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 98 apresenta os resultados dos IADs por vazão de referência e UG das bacias em estudo, para o cenário otimista de médio prazo.

Analisando-se a projeção otimista de redução das perdas para um horizonte de médio prazo, observa-se uma evolução muito pequena das demandas de diluição em relação ao cenário otimista de curto prazo. Identificou-se que, para a vazão de referência mais restritiva, Q98, cerca de 17,97% das ottobacias apresentaram vazão de disponibilidade insuficiente para a diluição da carga de DBO lançada, representando apenas um acréscimo de dois trechos em situação de conflito comparado ao cenário anterior.

Considerando a simulação para todas as vazões de referência, a UG Alto Braço e a UG Biguaçu foram as unidades que apresentaram maior alteração quanto ao número de trechos em conflito, quando comparado aos resultados do cenário otimista de curto prazo. Entretanto, de modo geral, a evolução temporal da demanda de diluição não apresentou impacto significativo nos trechos hídricos.

Comparado ao cenário tendencial de médio prazo, os resultados apresentados mostram que houve uma redução de 1,27% dos conflitos qualiquantitativos na região

hidrográfica, considerando a vazão de referência mais restritiva (Q98). Sendo assim, a redução de perdas seria efetiva para a redução da concentração da DBO em um total de sete trechos.

Na proporção em que se aumenta a disponibilidade, percebe-se que há redução no número de ottobacias em situação de conflito qualiquantitativo. Ao analisar a evolução dos resultados da vazão de referência Q98 para a vazão QMLT, identificou-se uma redução de 37 conflitos, em trechos que passaram a ter vazão disponível para o atendimento da diluição de DBO. Apesar do aumento da disponibilidade, para a vazão de referência menos restritiva (QMLT), ainda ocorrem 62 trechos em conflito.

| UG | Ottobacias com IAD > 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 29 | 26 |
| Tijucas | 8 | 8 | 7 | 3 |
| Alto Braço | 8 | 7 | 6 | 3 |
| Garcia | 10 | 8 | 5 | 0 |
| Inferninho | 31 | 30 | 29 | 23 |
| Biguaçu | 13 | 13 | 13 | 7 |
| Total | 99 | 95 | 89 | 62 |

**Tabela 98 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário otimista de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 41 apresenta os resultados de IAD para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98 e para o cenário otimista de médio prazo.

A espacialização dos resultados apresenta a mesma tendência dos demais cenários, sendo a UG Inferninho e a UG Perequê as unidades com o maior número de trechos com vazão de disponibilidade insuficiente para o atendimento da demanda de diluição de DBO.

A UG Garcia foi a unidade que apresentou melhor cenário, considerando o somatório de trechos em conflito de todas as vazões de referência simuladas.

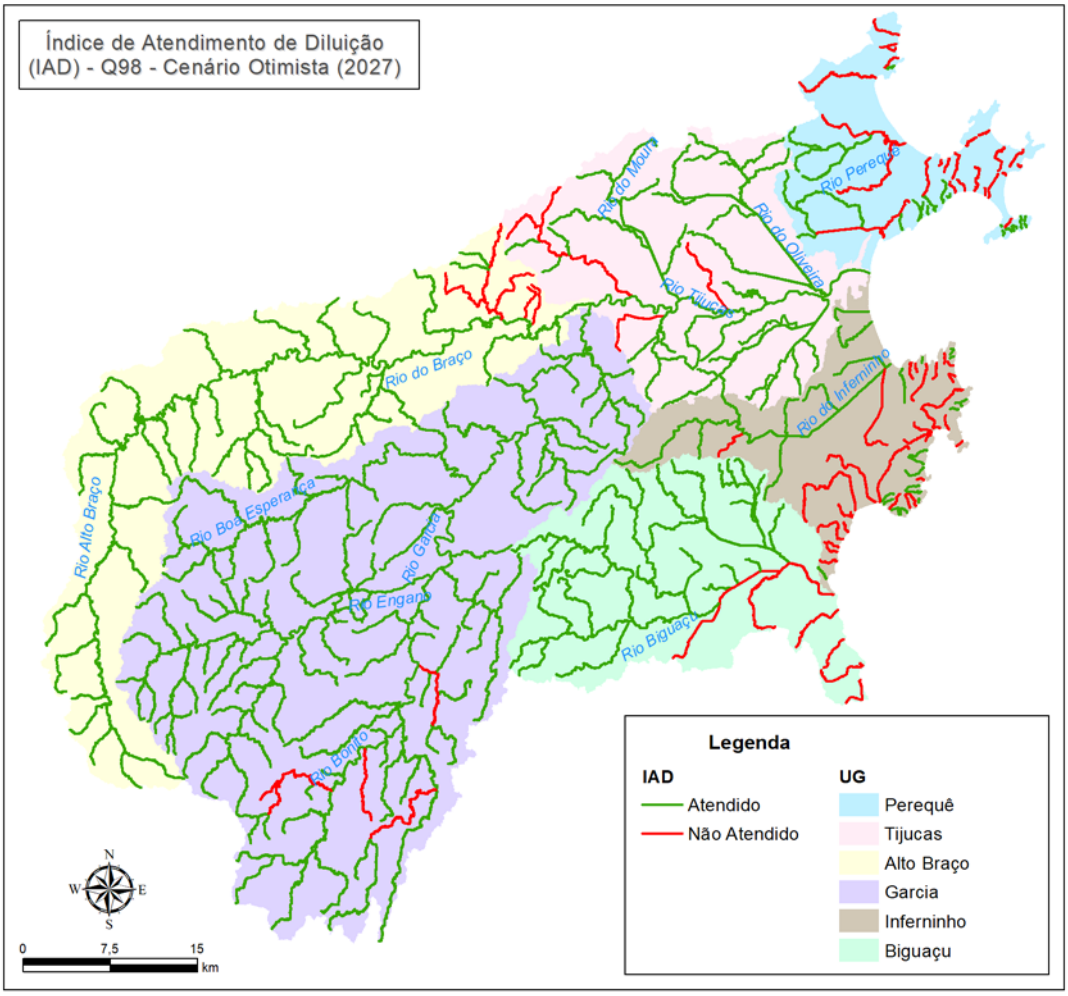



**Figura 41 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de médio prazo**

Elaboração própria (2018)

A Tabela 99 apresenta os resultados dos Índices IAD por vazão de referência e UG das bacias em estudo, para o cenário otimista de longo prazo.

Em comparação com o cenário otimista de médio prazo, não houve um aumento significativo da demanda de diluição. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, cerca de 18,15% dos trechos foram identificados em situação de conflito qualiquantitativo, o que indica o aumento de um trecho em conflito em relação ao horizonte otimista de médio prazo.

Comparando-se os resultados aos apresentados no cenário tendencial de longo prazo, observa-se uma redução de 2,00% dos conflitos em toda a região hidrográfica, considerando a vazão de referência mais restritiva (Q98). Desta forma, verifica-se que a redução de perdas em um horizonte de longo prazo apresentaria uma eficácia pequena na redução da concentração de DBO nos trechos, reduzindo 11 conflitos qualiquantitativos para a vazão Q98.

À medida que se aumenta a vazão de disponibilidade, reduzindo a permanência, ocorre a redução no número de trechos que apresentam conflitos. Da vazão de referência mais restritiva (Q98) para a vazão de referência menos restritiva (QMLT) há uma redução de 34

conflitos. Sendo assim, ainda para a vazão menos restritiva, QMLT, verificaram-se 66 trechos em que a concentração de DBO está acima do limite estabelecido pela legislação.

| UG | Ottobacias com IAD > 1 | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 29 | 28 |
| Tijucas | 8 | 8 | 8 | 3 |
| Alto Braço | 9 | 8 | 6 | 3 |
| Garcia | 10 | 10 | 7 | 0 |
| Inferninho | 31 | 31 | 29 | 24 |
| Biguaçu | 13 | 13 | 13 | 8 |
| Total | 100 | 99 | 92 | 66 |

**Tabela 99 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário otimista de longo prazo**
Elaboração própria (2018)

A Figura 42 apresenta os resultados de IAD para os trechos hídricos das bacias em estudo, para a vazão de referência Q98 e para o cenário otimista de longo prazo.

Os resultados indicam que, apesar da adoção de medidas para a redução das perdas, a situação de conflitos entre as vazões demandadas para captações de demais usos e a vazão remanescente disponível para a diluição de cargas deve permanecer ocorrendo na parte litoral da região hidrográfica.

A UG Inferninho e a UG Perequê permanecem com situação crítica referente à vazão remanescente para o atendimento à diluição de DBO. Estas regiões são compostas de áreas urbanas de grande adensamento populacional, especialmente no verão, e, consequentemente, grande geração de carga orgânica proveniente do esgoto doméstico. Sendo assim, o cenário crítico nestas UGs é resultado do aumento da população na projeção de longo prazo e da deficiência no atendimento de coleta e tratamento de esgotos domésticos nos municípios desta região.

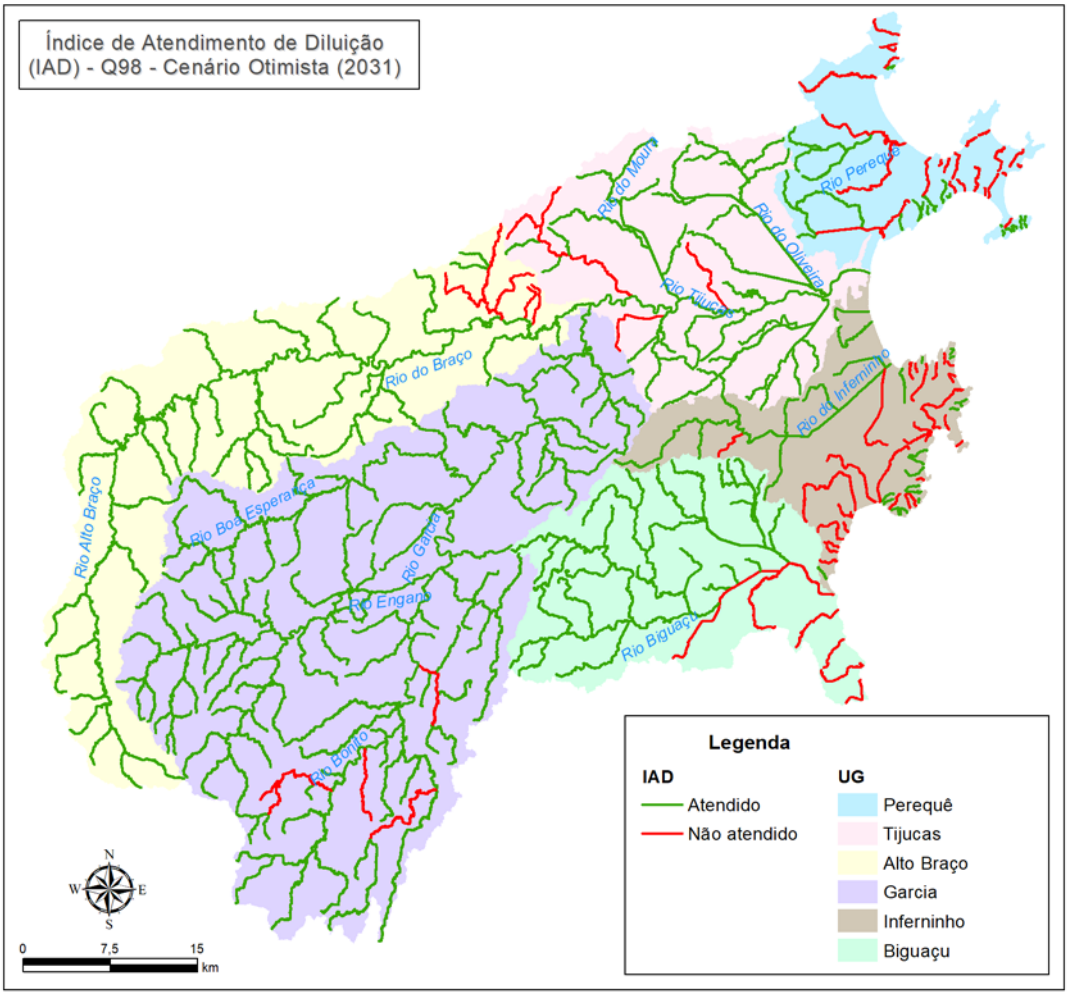



**Figura 42 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de longo prazo**

Elaboração própria (2018)

### 3.1.3. Conclusões

Conforme a análise dos resultados obtidos dos balanços hídricos, é possível identificar que, dentro de um panorama geral, as bacias apresentam uma situação hídrica que assegura o atendimento às demandas de captação na grande maioria dos trechos. As simulações realizadas para as diferentes disponibilidades mostraram que, ainda para o cenário hídrico mais desfavorável, a vazão disponível correspondente a Q98 (excedida em 98% do tempo) atende integralmente às captações demandadas na maior parte dos trechos da bacia.

Na projeção das demandas futuras, para o cenário tendencial de curto, médio e longo prazo, observou-se que o aumento da demanda provocou pouca alteração nos resultados do balanço hídrico quantitativo, traduzido na forma do IACT. Considerando o cenário tendencial de longo prazo, apenas 0,73% dos trechos hídricos deixaram de ser integralmente atendidos. Sendo assim, embora tenham sido estabelecidos coeficientes de projeção que aumentam significativamente as demandas, os resultados dos balanços hídricos tendenciais traduzem a situação quantitativa hídrica favorável da maioria dos trechos. Deste modo, conforme

apresentado nas tabelas com os resultados de IACT por vazão de referência (Capítulo 3.1.2.1) observa-se que a restrição ao efetivo acesso à água consiste em um problema pontual, em trechos que permanecem apresentando situação de não atendimento integral às demandas, independente do aumento da disponibilidade.

A Tabela 100 apresenta a porcentagem de ottobacias classificadas como “Adequado” nos balanços hídricos quantitativos, observa-se que não há alterações significativas com as mudanças de cenário analisado, além disso a maioria das modificações ocorrem do cenário tendencial para o moderado, principalmente nas UGs Inferninho e Tijucas.

Considerando o aspecto quantitativo, a Tabela 101 apresenta a porcentagem de ottobacias classificadas como “Atendido” nos balanços hídricos qualiquantitativos, observa-se que não há alterações representativas com as mudanças de cenário analisadas e apenas ocorrem modificações na quantidade de ottobacias adequadas nas UGs Perequê e Tijucas no horizonte de longo prazo.

| Horizontes | | 2023 | | | 2027 | | | 2031 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Balanço** | **UGs** | **Tendencial** | **Moderado** | **Otimista** | **Tendencial** | **Moderado** | **Otimista** | **Tendencial** | **Moderado** | **Otimista** |
| Quantitativo | UG Perequê | 89,5% | 89,5% | 89,5% | 89,5% | 89,5% | 89,5% | 87,7% | 89,5% | 89,5% |
| | UG Tijucas | 98,7% | 98,7% | 98,7% | 98,7% | 98,7% | 98,7% | 96,0% | 97,3% | 98,7% |
| | UG Alto Braço | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |
| | UG Garcia | 99,5% | 99,5% | 99,5% | 99,5% | 99,5% | 99,5% | 99,5% | 99,5% | 99,5% |
| | UG Inferninho | 98,6% | 98,6% | 98,6% | 98,6% | 98,6% | 98,6% | 98,6% | 98,6% | 98,6% |
| | UG Biguaçu | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% | 100,0% |

**Tabela 100 - Porcentagem de ottobacias "Adequadas" pelo balanço quantitativo**

| Horizontes | | 2023 | | | 2027 | | | 2031 | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| **Balanço** | **UGs** | **Tendencial** | **Moderado** | **Otimista** | **Tendencial** | **Moderado** | **Otimista** | **Tendencial** | **Moderado** | **Otimista** |
| Qualiquantitativo | UG Perequê | 49,1% | 49,1% | 49,1% | 49,1% | 49,1% | 49,1% | 49,1% | 49,1% | 49,1% |
| | UG Tijucas | 89,3% | 89,3% | 89,3% | 88,0% | 89,3% | 89,3% | 86,7% | 89,3% | 89,3% |
| | UG Alto Braço | 90,1% | 90,1% | 91,4% | 88,9% | 90,1% | 90,1% | 88,9% | 88,9% | 88,9% |
| | UG Garcia | 95,2% | 95,2% | 95,7% | 94,7% | 95,2% | 95,2% | 93,7% | 95,2% | 95,2% |
| | UG Inferninho | 52,2% | 55,1% | 55,1% | 49,3% | 55,1% | 55,1% | 49,3% | 52,2% | 55,1% |
| | UG Biguaçu | 79,0% | 79,0% | 79,0% | 79,0% | 79,0% | 79,0% | 75,8% | 75,8% | 79,0% |

**Tabela 101 - Porcentagem de ottobacias com IAD "Atendido" pelo balanço qualiquantitativo**

De acordo com a análise dos resultados dos balanços qualiquantitativos, verificou-se que a maior dificuldade quanto à garantia da preservação dos recursos hídricos nas bacias está centrada, principalmente, nas condições de qualidade da água e, em especial, nas ottobacias localizadas na região litorânea. Assim, de acordo com a metodologia aplicada, a problemática no atendimento à demanda de diluição de DBO nos trechos mostrou-se ser mais ampla que a situação de conflito quantitativo ao atendimento às demandas de captação. Em função da carga proveniente do esgotamento sanitário e em alguns locais da carga provinda da criação animal, ocorrem regiões em que vários trechos próximos apresentam concentração de DBO acima do limite estabelecido pela legislação para rios Classe 2.

O aumento da disponibilidade, com a progressão da vazão de referência para cenários de menor restrição, consequentemente ocasionou na redução do número de trechos que se encontravam em situação de conflito qualiquantitativo. Entretanto, apesar do aumento na disponibilidade, resta ainda um significativo número de trechos que permanecem apresentando vazão insuficiente para a diluição da carga de DBO para a adequação aos limites estabelecidos.

De modo geral, observou-se que o atendimento integral à meta de redução das perdas, simulado no cenário otimista, não altera significativamente as situações de conflitos hídricos em ambos aspectos qualitativo e quantitativo. Este resultado deve-se principalmente à pouca diferença entre os coeficientes tendenciais e os coeficientes do cenário otimista. Além disso, observou-se que, mesmo com o aumento da disponibilidade, há ocorrência de conflitos.

Deve-se considerar que a situação crítica de disponibilidade hídrica para atendimento às demandas de captação é um problema pontual, atribuído a alguns trechos onde ocorrem captações de água utilizadas no abastecimento público dos municípios. Este cenário sugere a necessidade de implementação de medidas estruturais ou não estruturais que otimizem os sistemas de abastecimento de água. Quanto ao cenário qualitativo, observa-se que há abrangência de conflitos nos trechos hídricos da região litoral. Neste caso, o aumento da disponibilidade mostrou não ser efetivo na garantia da qualidade, sendo necessárias medidas de redução das cargas lançadas. Entende-se, porém, que os fatores de qualidade e quantidade são indissociáveis, devendo ser garantidos de forma integrada dentro do sistema de gestão, a fim de assegurar o acesso efetivo aos recursos hídricos.

A UG Perequê consiste na unidade que apresenta a situação hídrica mais crítica, considerando os panoramas de quantidade e qualidade dos recursos hídricos. Em relação à disponibilidade hídrica para o atendimento às demandas de captação, esta UG se destacou por apresentar cenários de conflito para todas as vazões de referência. Entretanto, a condição crítica de disponibilidade hídrica nesta unidade consiste em conflitos pontuais, precisamente localizados no Rio Perequê e em seus afluentes, no Rio Zimbros e no Rio Areal. A partir da projeção das demandas dos cenários tendenciais, o Rio Mata Camboriú também passa a apresentar situação de conflito. A problemática da disponibilidade hídrica nestes trechos ocorre em detrimento essencialmente da demanda voltada ao abastecimento público. As captações existentes nestes trechos contabilizam uma vazão superior à vazão outorgável, situação que caracteriza um cenário hídrico que inviabiliza a capacidade de suporte do atual sistema de captação de água.

O Rio Perequê e seus trechos a montante compreendem uma região de conflito recorrente. Observa-se que os trechos a montante das captações no Rio Perequê apresentaram situação de não atendimento em função do uso prioritário a jusante. No Rio

Perequê estão situados os pontos de captação que compõem os sistemas de abastecimento público dos municípios de Bombinhas, Porto Belo e Itapema. Considerando que estes três municípios apresentam uma demanda de abastecimento elevada, em detrimento do crescimento da população e, especialmente, em virtude da população flutuante, o manancial compartilhado não dispõe de capacidade para atender ao volume de água que é demandado.

O problema da indisponibilidade de água atinge especialmente o município de Bombinhas, que frente à situação de desabastecimento recorre aos caminhões-pipa. Além disso, no Rio Zimbros (ou Ribeirão da Lagoa), onde está localizado o sistema da Barragem Praia da Lagoa, que também compõe o sistema de abastecimento público do município, apresenta-se recorrente situação extremamente crítica de atendimento à demanda. Nesse contexto, a concessionária responsável pelo abastecimento do município está em fase de execução da obra de transposição do Rio Tijucas, com uma vazão média de captação de 210 L/s, que garantirá o abastecimento integral do município e a independência do Sistema de Abastecimento de Água Perequê.

Ao contabilizar a captação de água bruta no Rio Tijucas, a partir do cenário tendencial de curto prazo, observa-se que, embora a obra atenue a situação de conflito no Rio Perequê e resolva a deficiência hídrica de Bombinhas, as projeções de demanda dos municípios de Porto Belo e de Itapema permanecem sendo superiores à vazão disponível neste manancial. Os resultados dos cenários tendenciais, considerando a metodologia de projeção das demandas, apontam que as situações de conflito hídrico neste manancial e nos trechos a montante permanecem com atendimento extremamente crítico. Adicionalmente, apesar de considerar as projeções do cenário alternativo otimista, no qual prevê o atendimento integral às metas planejadas de redução de perdas, estes trechos permanecem apresentando conflito hídrico.

A UG Perequê também se destaca por apresentar cenários críticos em relação à qualidade da água. Os resultados do balanço qualiquantitativo indicam que, para a vazão Q98, mais de 50% dos trechos dessa unidade apresentam situação crítica de atendimento à demanda de diluição da carga de DBO lançada. Os trechos que apresentam concentração de DBO acima do limite estabelecido pela legislação para rios Classe 2 estão localizados na região urbana dos municípios de Bombinhas, Porto Belo e Itapema, onde há grande adensamento urbano e, consequentemente, elevada produção de carga orgânica proveniente do esgoto doméstico. Além disso, o índice de atendimento de coleta e tratamento de esgoto, especialmente nos municípios de Bombinhas e Porto Belo, é baixo, resultando no cenário de aumento da concentração de DBO nos corpos hídricos que supera a capacidade de autodepuração destes trechos.

Na UG Tijucas, a situação de não atendimento à demanda de captação se concentra apenas em um pequeno trecho do Rio Itinga, onde está localizado um ponto de captação que compõe o sistema de abastecimento do município de Tijucas. Com exceção deste conflito hídrico pontual, a UG apresenta favorável situação de disponibilidade hídrica, mesmo considerando o incremento tendencial das demandas futuras. Quanto ao cenário qualiquantitativo, ocorrem alguns trechos de conflitos nesta unidade, os quais compreendem dois afluentes pela margem esquerda do Rio Tijucas e um afluente do Rio da Galera. Estes trechos estão localizados em regiões que abrangem áreas urbanas e também áreas de pastagem e campos naturais, onde há contribuição de carga de DBO proveniente da produção de esgotamento doméstico e de criação animal.

A UG Alto Braço apresentou a melhor situação, considerando a garantia integrada do acesso à água nas condições de qualidade e quantidade adequadas. Avaliando-se o cenário de disponibilidade hídrica, a unidade apresentou atendimento integral às demandas de captação

para todos os cenários. Quanto à qualidade, para a vazão de referência de maior restrição (Q98), a UG Alto Braço apresentou apenas seis trechos em conflito qualiquantitativo. Estes trechos consistem em afluentes pela margem esquerda do Rio do Braço, localizados na região urbana de Nova Trento, onde não há rede de coleta e tratamento de esgoto.

A UG Garcia apresenta uma boa situação de disponibilidade hídrica, com apenas um conflito pontual, que compreende o trecho do Ribeirão Fernandes, afluente pela margem direita do Rio Tijucas, no qual está localizado o ponto de captação de água bruta que compõe o sistema de abastecimento do município de São João Batista. Avaliando-se as condições de qualidade da água, a UG apresentou conflitos em trechos localizados sobre áreas de pastagem e campos naturais, onde há significativa produção de carga animal. Além disso, são rios que se encontram sobre a região urbana dos municípios de Rancho Queimado e de Angelina, em que há também a contribuição de carga orgânica provinda do esgotamento doméstico.

A UG Inferninho também exibe boas condições de disponibilidade hídrica. Apenas o trecho referente ao Rio São Miguel apresenta situação de não atendimento integral às demandas nos cenários atual e futuro, o qual consiste no manancial de captação de água bruta que abastece parte da população urbana do município de Biguaçu. A grande problemática da UG Inferninho se concentra principalmente no aspecto qualitativo. Esta unidade apresentou o pior cenário de índice de atendimento à diluição da carga de DBO, considerando todas as vazões de referência e horizontes em estudo. Este cenário é justificado na elevada carga de DBO estimada para as regiões de adensamento urbano, localizadas no litoral de Governador Celso Ramos e Biguaçu, onde não há sistema centralizado de tratamento de esgoto. Além disso, alguns trechos em situação de conflito estão localizados sobre áreas de pastagens e campos naturais, em que é contabilizada uma significativa carga de DBO de origem animal, especialmente no município de Biguaçu.

A UG Biguaçu apresentou uma situação hídrica quantitativa muito boa, com atendimento integral às demandas de captações em todos os cenários. Entretanto, quanto aos resultados do índice de atendimento à diluição da carga de DBO, esta unidade apresentou conflitos qualitativos em alguns trechos localizados na região urbana dos municípios de São José e no Rio Biguaçu. Nestes trechos ocorre o aporte da carga de DBO proveniente do esgoto doméstico e também da carga animal, nas regiões de pastagem e campo natural no entorno do Rio Biguaçu.

A partir dos resultados verificados para o balanço hídrico, realiza-se uma avaliação preliminar de critérios de outorga para as bacias em estudo. Nesse contexto, verificou-se que, para a vazão de referência Q98, ocorrem conflitos quantitativos pontuais, os quais não são atendidos apenas com o aumento da vazão de referência. Para os resultados de qualidade, observou-se que a progressão entre as vazões mínimas de referência (Q98, Q95 e Q90) não alterou significativamente o número de trechos com DBO acima do limite estabelecido, permanecendo em sua grande maioria, para as vazões de referência estudadas, trechos de rios indisponíveis para novas outorgas de diluição de efluentes. Já a vazão ecológica compreende a vazão mínima para a garantia da manutenção dos ecossistemas aquáticos. De acordo com a Lei nº 14.675/2009, cabe ao IMA estabelecer a vazão ecológica para outorga de rios de domínio do Estado. Atualmente, a vazão ecológica foi estabelecida conforme a Portaria FATMA nº312/2016, como sendo a Q7,10, a qual corresponde à vazão mínima média de sete dias consecutivos de duração e dez anos de recorrência. Nesse contexto, a proposta preliminar sugere que a vazão ecológica permaneça com a definição estabelecida pelo IMA.

## 3.2. BALANÇOS HÍDRICOS EM ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A análise do confronto das disponibilidades e demandas hídricas subterrâneas consistiu em duas etapas, uma de avaliação e outra de processamento dos dados, com metodologias distintas:

- Confronto preliminar
- Balanço hídrico quantitativo.

Na primeira etapa foram confrontados os dados disponíveis sobre os poços, referentes ao banco de dados do Sistema de Informação de Águas Subterrânea (SIAGAS), do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH) da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) e das companhias de saneamento. Considerando apenas os dados do cenário atual, foi avaliada a razão entre as vazões de captação e as de disponibilidade hídrica instalada e instalável. Observou-se que o confronto preliminar considera apenas as disponibilidades pontuais, representadas pelas vazões de estabilização dos testes de bombeamento, obtidas da base de dados do SIAGAS. Sendo assim, esse cenário retrata apenas um panorama pontual do confronto entre as vazões de retirada e as explotáveis.

Para quantificar a disponibilidade hídrica subterrânea para o cenário atual e para os cenários tendenciais, foi calculado, na segunda etapa, o volume potencial de infiltração, determinado com base no cálculo do balanço hídrico quantitativo. As vazões correspondentes ao volume de infiltração foram confrontadas com as vazões de demanda atual e para os cenários tendenciais. Ademais, o volume de infiltração foi especializado a fim de determinar as áreas com maior disponibilidade hídrica subterrânea, em conformidade com as características de uso e cobertura do solo, tipo de solo, declividade, zona aquífera e densidade de fraturamento.

### 3.2.1. Confronto preliminar

#### 3.2.1.1. Metodologia

A análise preliminar foi realizada a partir do confronto entre os dados dos poços cadastrados, visando o diagnóstico e a comparação destes resultados com os obtidos do cálculo do balanço hídrico em que foram utilizadas as variáveis hidrológicas.

**Disponibilidade hídrica subterrânea**

A disponibilidade hídrica refere-se ao volume de água potencial passível de ser explotado do sistema aquífero, a qual pode ser classificada nos seguintes tipos:

- Disponibilidade hídrica subterrânea instalada
- Disponibilidade hídrica subterrânea instalável
- Disponibilidade hídrica subterrânea total.

As disponibilidades hídricas subterrâneas foram estimadas baseadas nos dados dos poços cadastrados no SIAGAS. Considerando que o cadastramento não abrange a totalidade dos poços existentes da área, optou-se por aplicar um coeficiente 5 de clandestinidade (SILVA; KIRCHHEIM,

[2011]), o qual contabilizou cinco poços clandestinos para cada um poço cadastrado. Sendo assim, as vazões de disponibilidade foram multiplicadas por 5 em virtude deste critério.

## Disponibilidade hídrica subterrânea instalada

A disponibilidade instalada consiste no volume anual passível de explotação através das obras de captação existentes. Para o cálculo da disponibilidade é considerado o valor máximo para a vazão explotação, que ocorre em um regime de bombeamento de 24 horas diárias. Assim, para o levantamento da disponibilidade hídrica instalada, foram utilizados os dados consistidos dos poços em situação de bombeamento no SIAGAS, considerando em regime de bombeamento de 24 horas.

No total foram contabilizados 35 poços que possibilitaram a caracterização da disponibilidade hídrica instalada nas Bacias dos rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas.

| UG | Número de poços | Vazão de estabilização m³/h | Vazão de estabilização m³/mês |
|---|---|---|---|
| Perequê | 11 | 303,38 | 221.463,75 |
| Tijucas | 7 | 373,50 | 272.655,00 |
| Alto Braço | 5 | 70,70 | 51.611,00 |
| Garcia | 9 | 418,12 | 305.223,95 |
| Inferninho | 1 | 5,00 | 3.650,00 |
| Biguaçu | 2 | 63,53 | 46.376,90 |
| Total | 35 | 1.234,22 | 900.980,60 |

**Tabela 102 – Disponibilidade hídrica instalada dos poços cadastrados no SIAGAS por UG**

Elaboração própria (2018)

## Disponibilidade hídrica subterrânea instalável

De acordo com Morais (2011), a disponibilidade instalável trata do volume de água passível de ser bombeado dos poços paralisados. Dessa forma, na área de estudo foram considerados os poços que se encontram parados, não instalados, abandonados ou colmatados. A vazão de estabilização em m³/mês considerou que o poço tem um regime de bombeamento de 24 horas diárias.

No total foram contabilizados 28 poços que possibilitaram a caracterização da disponibilidade hídrica instalável nas Bacias dos rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas.

| UG | Número de poços | Vazão de estabilização m³/h | Vazão de estabilização m³/mês |
|---|---|---|---|
| Perequê | 4 | 50,12 | 36.583,95 |
| Tijucas | 9 | 26,45 | 19.308,50 |
| Alto Braço | 1 | 75,00 | 54.750,00 |
| Garcia | 8 | 70,40 | 51.392,00 |
| Inferninho | 2 | 126,00 | 91.980,00 |
| Biguaçu | 4 | 145,00 | 105.850,00 |
| Total | 28 | 492,97 | 359.864,45 |

**Tabela 103 – Disponibilidade hídrica instalável dos poços cadastrados no SIAGAS por UG**

Elaboração própria (2018)

### *Disponibilidade hídrica subterrânea total*

Para o levantamento da disponibilidade hídrica total, foram utilizados os dados consistidos dos poços cadastrados na rede de monitoramento do SIAGAS, ou seja, dados de poços que se encontram em operação, parados, não instalados, colmatados e abandonados, e que apresentam dados de vazão de estabilização coerentes com a situação de bombeamento.

No total foram contabilizados 63 poços na bacia dos rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas. Dessa maneira, estima-se que a disponibilidade hídrica na região seja de 1.727,18 m³/h. A disponibilidade hídrica total, contabilizando o índice de clandestinidade, é apresentada na Tabela 104.

| UG | Número de poços | Vazão de estabilização m³/h | Vazão de estabilização m³/mês |
|---|---|---|---|
| Perequê | 15 | 353,49 | 258.047,70 |
| Tijucas | 16 | 399,95 | 291.963,50 |
| Alto Braço | 6 | 145,70 | 106.361,00 |
| Garcia | 17 | 488,51 | 356.615,95 |
| Inferninho | 3 | 131,00 | 95.630,00 |
| Biguaçu | 6 | 208,53 | 152.226,90 |
| Total | 63 | 1.727,18 | 1.260.845,05 |

**Tabela 104 – Disponibilidade hídrica total dos poços cadastrados no SIAGAS por UG**
Elaboração própria (2018)

## Demanda hídrica subterrânea cadastrada

A demanda hídrica cadastrada foi computada a partir dos poços selecionados na etapa de diagnóstico – Etapa C. Nesse contexto, foram contabilizados 97 poços do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH). Salienta-se que para esta estimativa foram incluídos os cadastros ainda não avaliados, pois foram identificados apenas 17 poços com o parecer “aprovado” na bacia, o que consiste em um cenário pouco representativo para compor o confronto entre disponibilidade e demanda hídrica subterrânea. Dessa forma, foram considerados os cadastros que apresentaram parecer “aprovado” ou “não avaliado”.

Além destes, foram considerados quatro poços de captação subterrânea sob operação das companhias de saneamento, sendo três de propriedade da Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan), dois poços localizados em Rancho Queimado e um em Major Gercino; e um poço de propriedade do Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto (Samae) de Tijucas, localizado no bairro de Nova Descoberta no município de Tijucas. Levando em consideração a pequena representatividade amostral dos dados, optou-se ainda por incorporar na estimativa da demanda hídrica os poços do SIAGAS que estão em bombeamento, considerando que estes estão em regime de operação e aptos a extrair a vazão de estabilização cadastrada de acordo com o teste de bombeamento (SILVA; KIRCHHEIM, [2011]). Observa-se que a maior parte dos poços cadastrados no SIAGAS não sobrepõem os pontos de captação representados pelo Cadastro de Usuários, consistindo em bases de dados complementares. Ressalta-se que as vazões dos poços cadastrados no SIAGAS representam o potencial de captação e não a parcela da vazão de consumo, consistindo em valores máximos de captação.

A estimativa da demanda hídrica subterrânea, a partir dos dados secundários disponíveis, consiste em um valor subestimado em relação à real vazão de extração na bacia. Isso porque há a ocorrência de um grande número de poços, em sua maioria ponteiras, que não possuem cadastro e

nem registro. Além disso, de acordo com a Resolução SDS nº 02, de 14 de agosto de 2014, os poços com vazões inferiores a 5 m³/dia não estão sujeitos ao processo de outorga e têm maior probabilidade de não estarem cadastros no Sistema CEURH, embora o mesmo seja obrigatório para todos os usuários de água, consoante ao Art. 7º da Portaria SDS nº25/2006 . Nesse contexto, adotou-se um fator de clandestinidade que considera cinco poços existentes para cada um poço cadastrado, multiplicando-se todas as vazões de demanda resultantes por 5.

Considerando que a base de dados do Cadastro de Usuários (SANTA CATARINA, [2016]) apresenta os valores de vazão de captação em m³/mês; que a base de dados do SIAGAS e do Samae Tijucas apresentam os valores de vazão de estabilização em m³/h; e que os dados de captação subterrânea disponibilizados pela Casan são expostos em m³/dia, optou-se por estabelecer critérios de compatibilização das unidades. Tais critérios baseiam-se, de acordo com Silva e Kirchheim ([2011]), no regime de operação de 12 horas/dia, em dias ininterruptos, levando em conta que não há informações sobre o regime de operação dos poços. O regime de operação adotado representa uma média do regime de operação dos poços em relação à variação sazonal, especialmente quando considerados os sistemas de captação de água para abastecimento público.

A estimativa da demanda hídrica subterrânea por uso consuntivo foi determinada baseada nos setores registrados no Cadastro de Usuários (SANTA CATARINA, [2016]). Os poços de captação das companhias de saneamento foram integralmente classificados como setor usuário de abastecimento público. Os poços cadastrados no SIAGAS foram classificados de acordo com o uso de água registrado na ficha de caracterização dos poços. Já para os poços do SIAGAS que não continham a informação de uso de água e para os poços do Cadastro de Usuários que estavam classificados como “outros usos”, a definição do setor usuário ocorreu conforme a localização da captação subterrânea por imagem de satélite, bem como a avaliação do nome do proprietário registrado, bem como por avaliação dos dados registrados.

A Tabela 105 apresenta a demanda hídrica subterrânea total por UG, considerando todos os setores usuários e contabilizando o fator de clandestinidade.

| UG | Abastecimento público | Criação animal | Irrigação | Industrial | Mineração | Total |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Perequê | 128.134,38 | 0,00 | 0,00 | 126.493,45 | 0,00 | 254.627,83 |
| Tijucas | 53.052,50 | 0,00 | 41.650,00 | 46.537,50 | 48.750,00 | 189.990,00 |
| Alto Braço | 21.987,50 | 907,20 | 112.907,20 | 220,00 | 0,00 | 136.021,90 |
| Garcia | 134.997,23 | 1.100,00 | 152.643,40 | 1.687,50 | 0,00 | 290.428,13 |
| Inferninho | 15.325,00 | 0,00 | 0,00 | 20.530,00 | 0,00 | 35.855,00 |
| Biguaçu | 118.458,45 | 22.500,00 | 6.000,00 | 8.650,00 | 0,00 | 155.608,45 |
| Total | 471.955,05 | 24.507,20 | 313.200,60 | 204.118,45 | 48.750,00 | 1062.531,30 |

**Tabela 105 – Demanda hídrica subterrânea por UG e por uso consuntivo em m³/mês**

Elaboração própria (2018)

### 3.2.1.2. Resultados

Com base no confronto entre os dados de disponibilidade hídrica subterrânea total e as vazões de demanda hídrica subterrânea, obteve-se o resultado de uma análise preliminar dos recursos hídricos subterrâneos. Esta foi realizada através da razão entre as vazões de captação subterrânea contabilizadas e a soma da disponibilidade hídrica total para cada UG.

Nesse contexto, adotou-se as faixas de classificação propostas pela European Environment Agency e pelas Nações Unidas, consideradas adequadas conforme a metodologia de balanço qualiquantitativo apresentado pela ANA (2013a). As classes propostas são apresentadas na Tabela 106 e caracterizam a situação da utilização dos recursos hídricos em função da razão de retirada e da vazão disponível, estimadas em % (Bq).

| Bq (%) | Situação hídrica | Descrição |
|---|---|---|
| < 5 | Excelente | Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre. |
| 5 a 10 | Confortável | Pode ocorrer a necessidade de gerenciamento para a solução de problemas locais de abastecimento. |
| 10 a 20 | Preocupante | A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios. |
| 20 a 40 | Crítica | Exige intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos. |
| 40 a 100 | Muito crítica | - |
| > 100 | Péssimo | - |

**Tabela 106 – Faixas de classificação da situação hídrica**
Fonte: ANA (2013). Elaboração própria (2018)

A Tabela 107 apresenta a razão entre a demanda hídrica cadastrada e a disponibilidade hídrica total, bem como a correspondente classificação da situação hídrica por UG. Observa-se que as razões foram calculadas com base nas vazões de demanda e disponibilidade mensais.

| UG | Razão demanda/disponibilidade total (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 100,045 | Péssimo |
| Tijucas | 65,977 | Muito crítica |
| Alto Braço | 129,663 | Péssimo |
| Garcia | 82,571 | Muito crítica |
| Inferninho | 38,014 | Crítica |
| Biguaçu | 103,641 | Péssimo |

**Tabela 107 – Análise preliminar de situação hídrica das águas subterrâneas**
**Elaboração própria (2018)**

A partir da análise da razão entre a vazão de retirada e a disponibilidade hídrica instalada e instalável, obteve-se a classificação “péssimo” para as UGs Perequê, Alto Braço e Biguaçu, o que indica áreas de superexploração, em que a demanda supera a disponibilidade do sistema aquífero.

O principal setor consuntivo que contribui para a situação hídrica “péssimo” na UG Alto Braço consiste na demanda por irrigação. Esta UG compõe uma unidade predominantemente rural, que abrange integralmente os municípios de Leoberto Leal e Nova Trento, onde ocorrem altas demandas de irrigação. Observa-se, entretanto, que todos os poços voltados à irrigação situados nesta unidade apresentam parecer “não avaliado” no Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos.

Na UG Biguaçu, o principal setor consuntivo que contribui negativamente para o balanço hídrico preliminar é a alta demanda de abastecimento público.

No geral, observa-se que a partir dos dados dos poços cadastrados, é possível verificar um cenário preliminar do confronto entre disponibilidades e demandas subterrâneas. Há que se considerar o limitado universo amostral e que este se encontra heterogeneamente distribuído, o que condiciona a representatividade deste cenário.

## 3.2.2. Balanço hídrico

### 3.2.2.1. Metodologia

A análise quantitativa entre a vazão de retirada e a vazão disponível dos recursos hídricos subterrâneos foi realizada a partir do método do balanço hídrico, que consiste na aplicação do princípio da conservação de massa. Para a estimativa da infiltração através do cálculo do balanço hídrico subterrâneo, contabilizam-se as entradas, as saídas e as variações de água armazenada no reservatório superficial.

$$I = V_p - V_q - V_e \qquad (14)$$

Em que:

I = Taxa de infiltração

$V_p$ = Volume médio precipitado

$V_q$ = Volume médio escoado

$V_e$ = Volume médio evapotranspirado.

#### Precipitação

A precipitação média anual utilizada no cálculo do balanço hídrico foi computada a partir das isoietas de precipitação média anual provindas dos estudos hidrológicos de regionalização de vazões das bacias hidrográficas estaduais de Santa Catarina e foram disponibilizadas pela SDS (SANTA CATARINA, 2006a).

#### Evapotranspiração

A evapotranspiração potencial (ETP) está relacionada à quantidade de água transferida para a atmosfera por evaporação e transpiração, na unidade de tempo, de uma superfície extensa, completamente coberta de vegetação de porte baixo e bem suprida de água (PENMAN, 1956).

Para o cálculo da evapotranspiração potencial, utilizou-se a fórmula empírica de Thornthwaite (1948), que emprega um fator tabelado do comprimento do dia, o qual depende da latitude e da variável monitorada, temperatura média do ar.

$$ETP = F_c * 16 (10 * T/I)^{a} \qquad (15)$$

Onde:

ETP = evapotranspiração de referência (mm/dia) para um mês de 30 dias e comprimento de 12 horas (mm/mês).

T = temperatura média do ar (ºC).

I = índice térmico anual ou índice de calor anual.

Fc = fator de correção em função da latitude e do mês do ano (Tabela 108).

A = constante que varia de local para local.

Os valores de temperatura média mensal foram obtidos a partir dos dados climatológicos disponíveis pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), os quais abrangem 29 anos hidrológicos (1961 a 1990). Foram selecionadas as informações de temperatura média mensal presentes para o estado de Santa Catarina, que no total contabilizaram 14 estações. A partir dos dados, foi realizada uma interpolação geoestatística para obter os valores de temperatura média na área de estudo.

O índice térmico anual é calculado de acordo com a equação:

$$I = \Sigma\,(T/5)^{1,514} \qquad (16)$$

O valor de Fc foi calculado para a latitude do centroide de cada UG (Tabela 108), utilizando como base os valores tabulados pela Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura (UNESCO, 1982) apud Tucci (2012).

| UG | Latitude | JAN. | FEV. | MAR. | ABR. | MAIO | JUN. | JUL. | AGO. | SET. | OUT. | NOV. | DEZ. |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Perequê | 27,16 | 1,183 | 1,019 | 1,055 | 0,956 | 0,929 | 0,867 | 0,914 | 0,969 | 1,000 | 1,106 | 1,126 | 1,195 |
| Tijucas | 27,24 | 1,183 | 1,019 | 1,055 | 0,956 | 0,929 | 0,867 | 0,914 | 0,968 | 1,000 | 1,107 | 1,126 | 1,196 |
| Alto Braço | 27,34 | 1,184 | 1,020 | 1,055 | 0,955 | 0,928 | 0,866 | 0,913 | 0,968 | 1,000 | 1,107 | 1,127 | 1,196 |
| Garcia | 27,52 | 1,185 | 1,020 | 1,055 | 0,955 | 0,927 | 0,865 | 0,912 | 0,967 | 1,000 | 1,108 | 1,128 | 1,198 |
| Inferninho | 27,37 | 1,184 | 1,020 | 1,055 | 0,955 | 0,928 | 0,866 | 0,913 | 0,968 | 1,000 | 1,107 | 1,127 | 1,197 |
| Biguaçu | 27,49 | 1,185 | 1,020 | 1,055 | 0,955 | 0,928 | 0,865 | 0,913 | 0,968 | 1,000 | 1,107 | 1,127 | 1,197 |

**Tabela 108 – Fator de correção em função da latitude e o mês do ano**
Fonte: UNESCO (1982 apud TUCCI, 2004). Elaboração própria (2018)

O valor de a = constante é calculado da seguinte forma:

$$a = 6{,}75\,x\,10^{-7} * I^3 - 7{,}71 * 10^{-6} * I^2 + 1{,}79 * 10^{-2} * I + 0{,}49239 \qquad (17)$$

A ETP difere da evapotranspiração real (ETR), pois esta considera as condições reais (existentes) de fatores atmosféricos e a umidade do solo. A ETR é igual ou menor que a ETP (ETR < ETP). Dessa forma, objetivando-se estimar a ETR, foi utilizado a relação de 0,69 entre ETR e ETP, para a metodologia de Thornthwaite (1948), conforme especificado por Kobiyama e Chaffe (2008).

## Escoamento superficial

A vazão média de longo termo (QMLT) representa a vazão média de uma bacia hidrográfica, dentro de um período de observação. Para se determinar o escoamento superficial, foram utilizadas as vazões médias de longo termo em cada UG calculada, a partir da equação de regionalização da QMLT da Região M4, apresentada no estudo de Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina (SANTA CATARINA, 2006a).

A equação de regionalização foi aplicada para as UGs Perequê, Inferninho e Biguaçu, que apresentaram área de drenagem maior que 140 km², valor este correspondente à menor área de drenagem dos postos fluviométricos utilizados no estudo de regionalização. Para as UGs Tijucas, Alto Braço e Garcia foi aplicada a equação de regionalização para a área total da bacia do Rio Tijucas, a qual abrange estas três UGs, e, posteriormente, calculada a vazão de cada UG por relação de área de drenagem entre esta UG e a bacia.

Os resultados para as vazões médias de longo termo e as respectivas áreas de drenagem e precipitação média anual são apresentados na Tabela 109.

| UG | Perequê | Tijucas | Alto Braço | Garcia | Inferninho | Biguaçu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Área de drenagem – AD (km²) | 213,31 | 470,31 | 672,89 | 1227,89 | 276,58 | 417,65 |
| Precipitação média anual (método das isoietas) – P(mm/ano) | 1519,71 | 1497,22 | 1514,87 | 1674,96 | 1513,41 | 1743,30 |
| Vazão média de longo termo – QMLT (m³/s) | 4,65 | 13,03 | 18,65 | 34,02 | 6,17 | 10,19 |

**Tabela 109 – Área de drenagem, precipitação média e vazão média de longo termo das UGs**
Fonte: Santa Catarina (2006a). Elaboração própria (2018)

## Representação espacial do potencial de infiltração

Para o cálculo do balanço hídrico foi levado em consideração os limites pré-estabelecidos para as UGs, ainda que uma mesma UG intercepte duas ou mais unidades aquíferas. Considerando que a taxa de infiltração não é uniforme sobre a área de uma UG, foi gerado um mapa de potencial infiltração em SIG (Sistema de Informação Geográfica), a partir da integração entre os mapas de hidrogeologia, densidade de fraturamento, declividade, solos e uso e cobertura do solo. Dessa forma, possibilitou-se a identificação de áreas com maior ou menor potencial de infiltração.

A integração dos mapas foi realizada conforme a metodologia apresentada na Figura 43, modificada de Gonçalves et al. (2009) e Gonçalves et al. (2007).




**Figura 43 – Metodologia para a elaboração do mapa potencial de infiltração em águas subterrâneas**
Fonte: Gonçalves et al. (2007, 2009). Elaboração própria (2018)

## *Solos e uso e cobertura do solo*

O mapa de uso e cobertura do solo apresenta, em classes, os tipos de uso e cobertura da terra na região em estudo. A cobertura do solo determina a variação do potencial de infiltração, representando as áreas de maior ou menor potencial de recarga em função da ocupação, da impermeabilização das superfícies e do tipo de vegetação.

O mapa de solos apresenta as classes dos solos que compõem a região em estudo. O tipo de solo define as características de condutividade e transmissividade hidráulica, de acordo com a textura, profundidade e teor de argila.

Foram atribuídos pesos de 1 a 5 para as classes de solos e de uso e cobertura dos solos, sendo a classe 5 referente à maior capacidade de infiltração. O resultado da integração dos dois mapas é apresentado na Figura 44 e no Apêndice 1

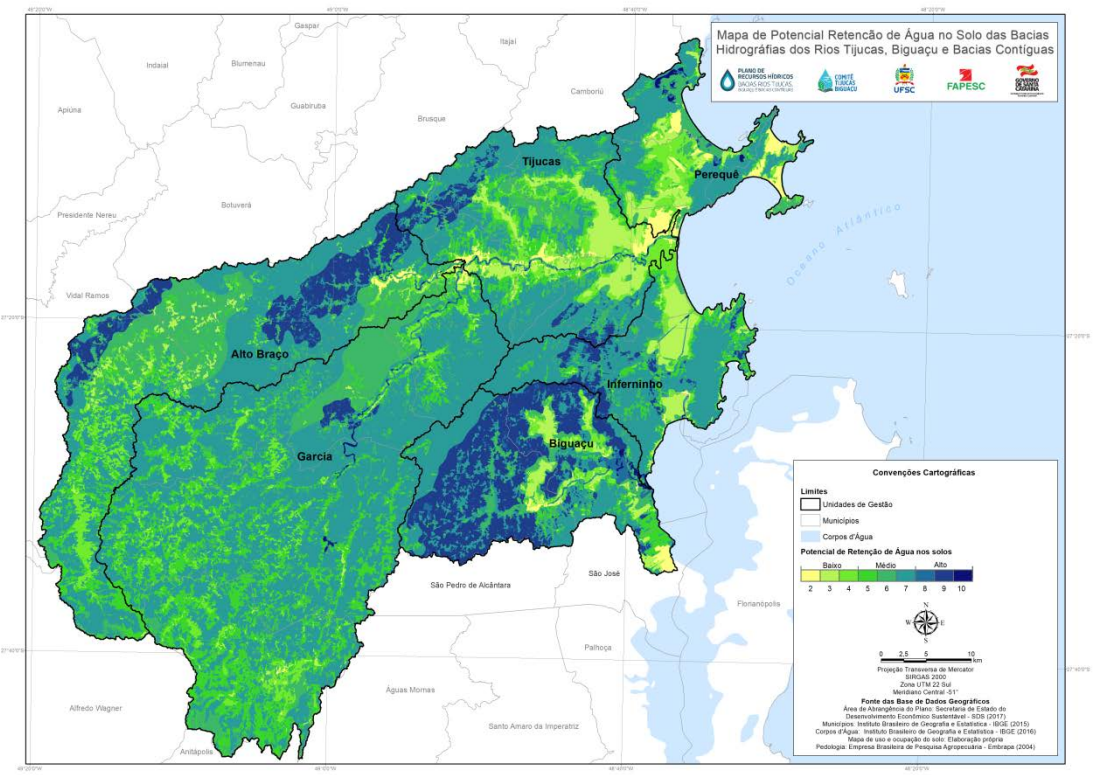



**Figura 44 – Mapa do potencial de retenção de água nos solos**

Fonte: Embrapa (2004). Elaboração própria (2018)

## *Declividade*

A declividade da superfície influencia diretamente no comportamento do escoamento superficial, interferindo na taxa de infiltração. Dessa forma, quanto maior a declividade, menor a infiltração. Nesse contexto, foram definidos pesos de 1 a 5, de acordo com a inclinação do terreno, sendo o peso 5 atribuído às áreas com maior declividade.

A Figura 45 e o Apêndice 2 apresentam o Mapa de declividade das bacias em estudo.

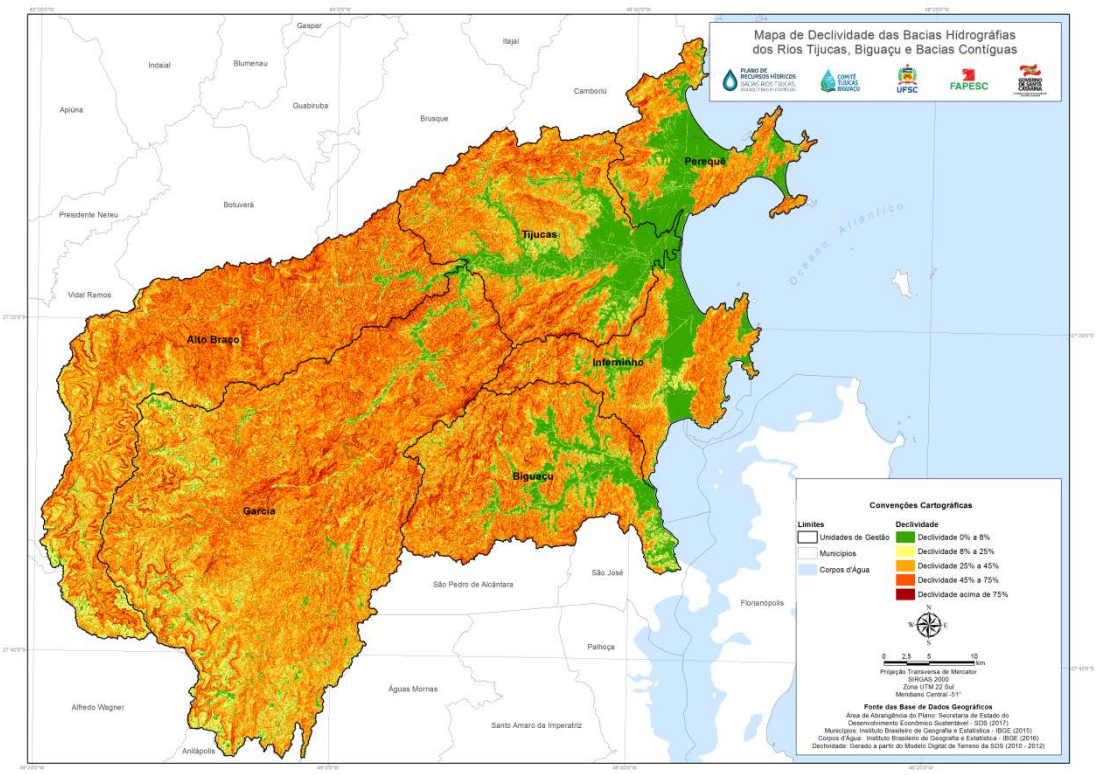



**Figura 45 – Mapa de declividade**
Fonte: Santa Catarina (2012). Elaboração própria (2018)

## *Zonas aquíferas e densidade de fraturas*

O mapa de zonas aquíferas representa a classificação de sistemas aquíferos em relação às condições hidrogeológicas e às características de fluxo subterrâneo, considerando as diferentes litologias aquíferas e a homogeneidade do comportamento hidráulico. Nesse contexto, o conjunto das variáveis que delimitam as zonas aquíferas determinam as características hidrodinâmicas e, consequentemente, a produtividade, e a potencialidade dos sistemas aquíferos. Sendo assim, a partir das vazões médias de explotação de cada zona aquífera, foi determinada a ponderação referente ao potencial de infiltração, de 0,05 a 5, proporcional às vazões médias, sendo 5 correspondente à zona aquífera de maior vazão média.

A densidade e a conectividade das fraturas são fatores influentes na determinação do fluxo subterrâneo, pois evidenciam as direções preferenciais de escoamento de água subterrânea. Dessa forma, foi classificada a ponderação de 2 a 5, considerando a classificação determinada no diagnóstico, conforme os intervalos estatísticos da densidade de fraturamento: pouco fraturado, moderadamente fraturado, muito fraturado e intensamente fraturado, sendo 5 correspondentes a zonas intensamente fraturadas.

A integração destes dois mapas (soma) resultou em um mapa parcial representativo da potencialidade e favorabilidade de explotação na área da bacia, apresentado na Figura 46 e no Apêndice 3.

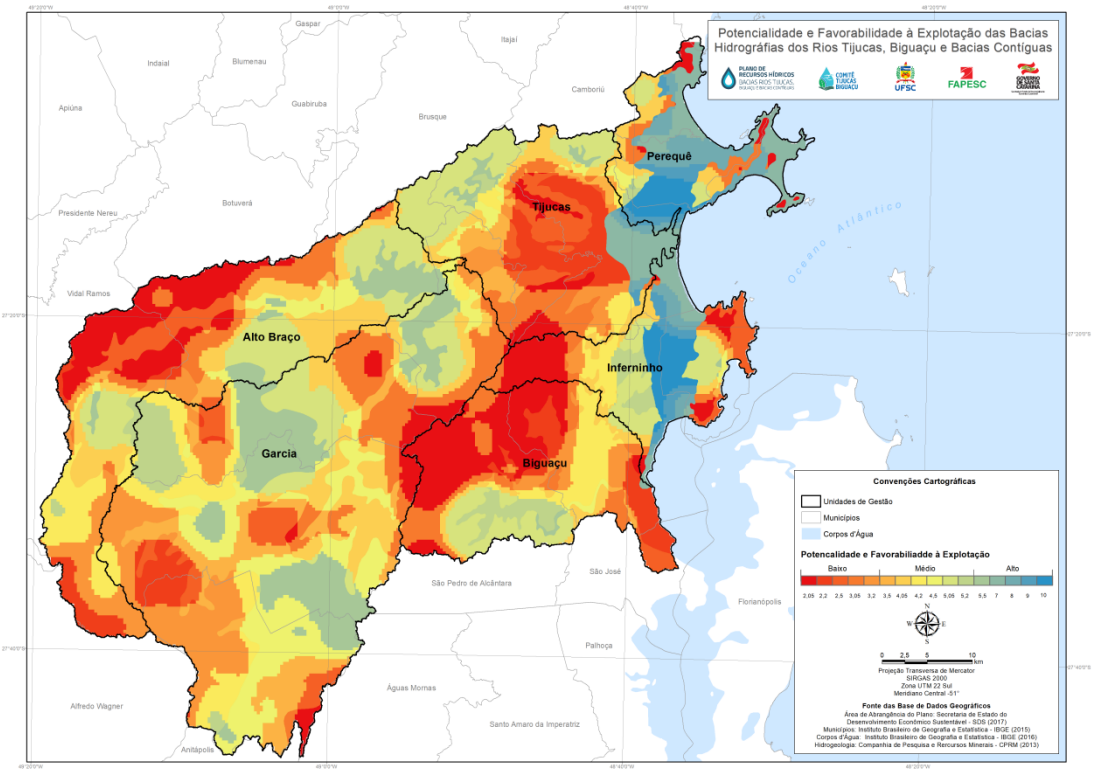



**Figura 46 – Mapa de potencialidade e favorabilidade à explotação de águas subterrâneas**
Fonte: Santa Catarina (2012) e Companhia de Pesquisa e Recursos Minerais (CPRM) (2013). Elaboração Própria (2018)

## *Representação espacial do potencial de infiltração*

A representação espacial da disponibilidade hídrica compreende no resultado da integração das bases supracitadas. Para realizar a integração, foram determinados graus de importância para cada mapa parcial, considerando a maior ou menor influência destes fatores no processo de infiltração. Dessa forma, atribuíram-se ponderações no formato de um fator multiplicador a ser inserido no processo de interação final.

Para o mapa de potencial de retenção de água no solo, que reúne as características provenientes do tipo de solo e uso e cobertura do solo, foi atribuído o maior grau de importância, correspondente ao fator multiplicador 5. De acordo com a escala de valores de um processo analítico hierárquico apresentado por Camara et al. (1996), a intensidade de importância 5 representa um valor essencial no processo. Nesse contexto, o maior grau de importância foi atribuído considerando que o tipo do solo e as características de uso e cobertura do solo constituem componentes de primeira resposta hidrológica ao processo de infiltração.

Para a componente declividade, atribuiu-se um grau de importância moderada, correspondente ao fator multiplicador 3, considerando que esta variável determina o tempo de permanência do fluxo nas condições superficiais (CHIARANDA, 2002).

As condições de subsuperfície e de profundidade, representadas neste estudo pelas componentes de densidade de fraturamento e pelas zonas aquíferas combinadas, apresentam um grau de importância menor que os demais, correspondente ao fator multiplicador 1. Isso porque são considerados componentes de contato secundário, que se desenvolvem e sofrem modificações em velocidades menores que os níveis superiores (CHIARANDA, 2002).

Nesse contexto, a Figura 47 e o Apêndice 5 apresenta o resultado do processo de combinação e ponderação das múltiplas variáveis consideradas.

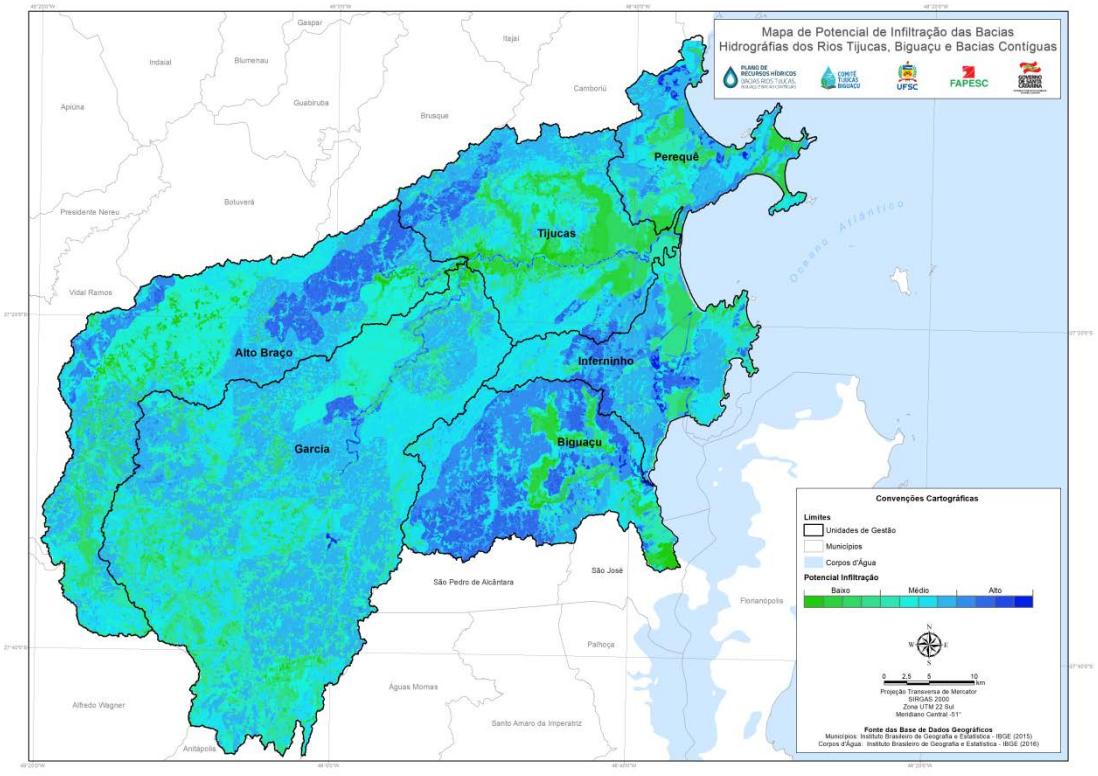



**Figura 47 – Mapa do potencial de infiltração de água no subsolo**
Elaboração Própria (2018)

Observa-se que precisão dos resultados está condicionada à distribuição e à precisão dos dados de entrada.

#### 3.2.2.2. Resultados

## Disponibilidade hídrica subterrânea

O resultado para o cálculo da disponibilidade hídrica, de acordo com o método do balanço hídrico, considerando as variáveis de precipitação, evapotranspiração real e a QMLT, resultou nos valores de infiltração para cada UG, apresentados na Tabela 110.

| UG | Precipitação (mm/ano) | Evapotranspiração real – 0,69 ETP (mm/ano) | Vazão QMLT (mm/ano) | Infiltração (m³/mês) |
|---|---|---|---|---|
| Perequê | 1.519,70 | 642,16 | 688,14 | 3.366.771,22 |
| Tijucas | 1.497,20 | 636,09 | 873,84 | -499.069,44 |
| Alto Braço | 1.514,90 | 611,53 | 873,84 | 1.655.889,31 |
| Garcia | 1.675,00 | 618,03 | 873,84 | 18.738.717,58 |
| Inferninho | 1.513,40 | 646,27 | 703,73 | 3.766.111,60 |
| Biguaçu | 1.743,30 | 643,00 | 769,26 | 11.521.398,87 |

**Tabela 110 – Disponibilidade hídrica subterrânea – taxa de infiltração**
Elaboração própria (2018)

Confrontando os valores de infiltração obtidos do método do balanço hídrico, observa-se que nas UGs Perequê, Alto Braço, Garcia, Inferninho e Biguaçu, há um excedente hídrico o qual permite que ocorra a recarga de água subterrânea. O mesmo cenário não ocorre na UG Tijucas, na qual apresenta uma taxa de infiltração negativa. Dentre os principais fatores que condicionam a deficiência hídrica na UG Tijucas estão a menor taxa de precipitação e o maior escoamento superficial, em relação às áreas adjacentes.

Diante desses cenários, cabe salientar que mesmo havendo um excedente hídrico, não há a garantia de que os níveis atuais de disponibilidade hídrica subterrânea serão mantidos com essas taxas de infiltração.

Além disso, aquíferos quando não confinados, podem ser recarregados por locais adjacentes por meio de locais preferenciais de fluxo subterrâneos como fraturas e poros. Dessa maneira, a UG Tijucas, por exemplo, pode ter os níveis de água e, portanto, de disponibilidade constantes, cabendo estudos pontuais para verificar a real situação do local.

## Demanda hídrica subterrânea

A demanda hídrica subterrânea para compor o cálculo do balanço quantitativo foi contabilizada de maneira análoga à demanda hídrica subterrânea utilizada na análise preliminar. Sendo assim, foram contabilizados 97 poços do CEURH, que apresentaram os pareceres “aprovado” ou “não avaliado”, um poço de captação subterrânea do Samae Tijucas e três da Casan. Além disso, foram considerados os poços do SIAGAS que estão em bombeamento.

Observa-se que a estimativa da demanda hídrica subterrânea baseada nos dados secundários selecionados possivelmente consiste em um valor subestimado em relação à situação real. Dessa forma, como adotado na etapa preliminar, manteve-se o fator de clandestinidade para o cálculo da demanda, considerando cinco poços existentes para cada um poço cadastrado. Além disso, foi mantido o critério de regime de operação de 12 horas/dia, em dias ininterruptos, considerando que não há informação individual sobre o regime de poços.

A estimativa da demanda hídrica subterrânea foi determinada com base nos setores usuários presentes no cadastro (SANTA CATARINA, [2016]). Os poços que não continham informação sobre o uso de água subterrânea ou que estavam categorizados como “outros usos”, foram classificados de acordo com a análise dos dados e a localização, por avaliação de imagem de satélite.

Para realizar a projeção da demanda nos cenários futuros, de acordo com os coeficientes utilizados para os recursos hídricos superficiais, o setor usuário abastecimento público foi subdividido em: abastecimento público urbano, abastecimento público rural e abastecimento público flutuante. Os poços referentes ao abastecimento urbano e ao abastecimento rural foram diferenciados com base em imagem de satélite e no mapa de uso e ocupação do solo. A demanda hídrica subterrânea referente ao abastecimento flutuante foi computada a partir da proporcionalidade entre o abastecimento público urbano e o abastecimento público rural, baseada na série histórica de demandas hídricas do estudo dos cenários tendenciais.

As Tabela 111, Tabela 112, Tabela 113 e Tabela 114 apresentam os resultados para a demanda hídrica subterrânea para o cenário atual e para os cenários tendenciais.

| Atividade / UG | Perequê | Tijucas | Alto Braço | Garcia | Inferninho | Biguaçu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Abastecimento público urbano | 84.242,38 | 43.252,50 | 21.987,50 | 7.697,50 | 15.325,00 | 34.458,45 |
| Abastecimento público rural | 43.892,00 | 9.800,00 | 0,00 | 127.299,73 | 0,00 | 84.000,00 |
| Abastecimento público flutuante | 54.758,47 | 364,06 | 714,02 | 29,40 | 582,54 | 164,54 |
| Criação animal | 0,00 | 0,00 | 907,20 | 1.100,00 | 0,00 | 22.500,00 |
| Irrigação | 0,00 | 41.650,00 | 112.907,20 | 152.643,40 | 0,00 | 6.000,00 |
| Industrial | 126.493,45 | 46.537,50 | 220,00 | 1.687,50 | 20.530,00 | 8.650,00 |
| Mineração | 0,00 | 48.750,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Demanda total (m³/mês) | 309.386,29 | 190.354,06 | 136.735,92 | 290.457,53 | 36.437,54 | 155.772,99 |
| Demanda total (mm/ano) | 17,41 | 4,86 | 2,44 | 2,84 | 1,58 | 4,47 |

**Tabela 111 – Valores de demanda hídrica para o cenário atual computados, quando não especificado, em m³/mês**
Elaboração própria (2018)

| Atividade / UG | Perequê | Tijucas | Alto Braço | Garcia | Inferninho | Biguaçu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Abastecimento público urbano | 112.426,65 | 57.764,85 | 28.600,85 | 9.854,92 | 18.468,35 | 46.869,13 |
| Abastecimento público rural | 54.789,73 | 11.080,23 | 0,00 | 133.068,44 | 0,00 | 92.265,68 |
| Abastecimento público flutuante | 70.741,17 | 493,84 | 823,97 | 34,71 | 752,64 | 204,74 |
| Criação animal | 0,00 | 0,00 | 863,36 | 739,25 | 0,00 | 29.197,79 |
| Irrigação | 0,00 | 53.167,43 | 175.786,15 | 185.085,22 | 0,00 | 11.104,71 |
| Industrial | 121.657,90 | 38.630,07 | 396,04 | 4.263,10 | 23.069,93 | 10.723,80 |
| Mineração | 0,00 | 23.909,52 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Demanda total (m³/mês) | 359.615,45 | 185.045,96 | 206.470,37 | 333.045,63 | 42.290,92 | 190.365,85 |
| Demanda total (mm/ano) | 20,24 | 4,72 | 3,68 | 3,25 | 1,84 | 5,46 |

**Tabela 112 – Valores de demanda hídrica para o cenário de curto prazo computados, quando não especificado, em m³/mês**
Elaboração própria (2018)

| Atividade / UG | Perequê | Tijucas | Alto Braço | Garcia | Inferninho | Biguaçu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Abastecimento público urbano | 132.896,01 | 68.592,32 | 33.105,21 | 11.291,53 | 20.594,37 | 56.138,88 |
| Abastecimento público rural | 62.173,66 | 11.882,21 | 0,00 | 136.466,67 | 0,00 | 97.328,42 |
| Abastecimento público flutuante | 75.718,67 | 544,27 | 838,57 | 36,24 | 817,73 | 218,29 |
| Criação animal | 0,00 | 0,00 | 875,73 | 702,29 | 0,00 | 31.687,09 |
| Irrigação | 0,00 | 64.131,53 | 216.777,81 | 215.215,72 | 0,00 | 14.494,07 |
| Industrial | 146.435,53 | 44.956,33 | 424,06 | 4.405,41 | 26.322,43 | 12.727,69 |
| Mineração | 0,00 | 17.428,28 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Demanda total (m³/mês) | 417.223,86 | 207.534,95 | 252.021,39 | 368.117,85 | 47.734,53 | 212.594,44 |
| Demanda total (mm/ano) | 23,48 | 5,30 | 4,49 | 3,60 | 2,07 | 6,09 |

**Tabela 113 – Valores de demanda hídrica para o cenário de médio prazo computados, quando não especificado, em m³/mês**
**Elaboração própria (2018)**

| Atividade / UG | Perequê | Tijucas | Alto Braço | Garcia | Inferninho | Biguaçu |
|---|---|---|---|---|---|---|
| Abastecimento público urbano | 157.347,96 | 81.814,97 | 38.212,75 | 12.891,94 | 23.002,47 | 67.460,89 |
| Abastecimento público rural | 70.552,70 | 12.742,24 | 0,00 | 139.951,68 | 0,00 | 102.668,97 |
| Abastecimento público flutuante | 81.030,88 | 599,74 | 853,31 | 37,83 | 888,31 | 232,70 |
| Criação animal | 0,00 | 0,00 | 889,15 | 669,88 | 0,00 | 34.335,54 |
| Irrigação | 0,00 | 77.455,57 | 267.297,49 | 250.230,72 | 0,00 | 18.948,33 |
| Industrial | 176.259,53 | 52.318,61 | 454,06 | 4.552,47 | 30.033,49 | 15.106,03 |
| Mineração | 0,00 | 13.484,30 | 0,00 | 0,00 | 0,00 | 0,00 |
| Demanda total (m³/mês) | 485.191,07 | 238.415,44 | 307.706,76 | 408.334,52 | 53.924,27 | 238.752,46 |
| Demanda total (mm/ano) | 27,30 | 6,08 | 5,49 | 3,99 | 2,34 | 6,84 |

**Tabela 114 – Valores de demanda hídrica para o cenário de longo prazo computados, quando não especificado, em m³/mês**

Elaboração própria (2018)

## Balanço hídrico

### *Cenário atual*

O resultado do confronto entre a disponibilidade e a demanda hídrica subterrânea para o cenário atual é apresentado na Tabela 115. A análise do balanço quantitativo foi realizada através da razão entre as vazões de demanda hídrica e as de disponibilidade hídrica por UG.

Para avaliar o cenário, assim como no confronto preliminar dos dados, adotaram-se as faixas de classificação propostas pela AEA e pelas Nações Unidas, consideradas adequadas conforme a metodologia de balanço qualiquantitativo apresentada pela ANA (2013a). As classes propostas foram apresentadas na Tabela 106 e caracterizam a situação da utilização dos recursos hídricos em função da razão de retirada e da vazão disponível, apresentada em porcentagem.

| UG | Razão demanda/Disponibilidade (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 9,192 | Confortável |
| Tijucas | - | Péssimo |
| Alto Braço | 8,258 | Confortável |
| Garcia | 1,550 | Excelente |
| Inferninho | 0,968 | Excelente |
| Biguaçu | 1,349 | Excelente |

**Tabela 115 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário atual**

**Elaboração própria (2018)**

A partir dos resultados da razão entre demanda e disponibilidade hídrica subterrânea é possível observar que a situação hídrica da bacia é, no geral, considerada boa. Entretanto, a situação da UG Tijucas é "péssima", já que há um déficit hídrico na UG. Sendo assim, não é possível contrabalancear os níveis explotados. Além da UG Tijucas, a UG Perequê requer atenção e estudos aprofundados de escala local para que o cenário subterrâneo seja melhor caracterizado. Nessa região o cenário atual apresenta déficit hídrico, cenário este que não corresponde à situação hídrica calculada pelo método do balanço hídrico. Assim, levando em consideração que não há uma estação meteorológica no local, aconselha-se a instalação para

que possa ser melhor avaliado as variáveis de entrada no cálculo do balanço, como precipitação, vazão superficial e evapotranspiração real.

## *Cenários tendencial*

### Cenário de curto prazo

A Tabela 116 apresenta os resultados do balanço hídrico para um cenário de curto prazo, referente ao período de 2016 a 2023. Este cenário aponta que não haverá mudanças significativas na situação hídrica das UGs Garcia, Inferninho e Biguaçu. Já nas UGs Perequê e Alto Braço haverá uma piora na situação hídrica. A UG Perequê terá uma alta taxa de crescimento, principalmente para o setor de criação animal, e a UG Alto Braço uma alta taxa de crescimento para os setores industrial, mineração e irrigação, e como consequência ocorrerá uma piora na situação hídrica. A UG Tijucas permanece com situação hídrica "péssima", já que, para o cenário de curto prazo, há um aumento na demanda e a disponibilidade atual já não supre a demanda atual.

| UG | Razão demanda/Disponibilidade (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 10,685 | Preocupante |
| Tijucas | - | Péssimo |
| Alto Braço | 12,470 | Preocupante |
| Garcia | 1,777 | Excelente |
| Inferninho | 1,123 | Excelente |
| Biguaçu | 1,649 | Excelente |

**Tabela 116 – Balanço hídrico para o cenário de curto prazo**
Elaboração própria (2018)

### Cenário de médio e longo prazo

A Tabela 117 e Tabela 118 apresentam os resultados do balanço hídrico para um cenário de médio prazo, referente ao período de 2023 a 2027, e de longo prazo, referente ao período de 2027 a 2031. No geral, para ambos os cenários, haverá um balanço da demanda hídrica subterrânea e, portanto, não ocorrerão mudanças na situação hídrica.

| UG | Razão demanda/Disponibilidade (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 12,396 | Preocupante |
| Tijucas | - | Péssimo |
| Alto Braço | 15,221 | Preocupante |
| Garcia | 1,965 | Excelente |
| Inferninho | 1,268 | Excelente |
| Biguaçu | 1,841 | Excelente |

**Tabela 117 – Balanço hídrico para o cenário de médio prazo**
Elaboração própria (2018)

| UG | Razão demanda/Disponibilidade (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 14,416 | Preocupante |
| Tijucas | - | Péssimo |
| Alto Braço | 18,584 | Preocupante |
| Garcia | 2,179 | Excelente |
| Inferninho | 1,432 | Excelente |
| Biguaçu | 2,068 | Excelente |

**Tabela 118 – Balanço hídrico para o cenário de longo prazo**
Elaboração própria (2018)

## *Cenários alternativos*

### Cenário otimista de curto prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário otimista de curto prazo apresentaram uma mudança na situação hídrica da UG Alto Braço, que passou da situação hídrica “confortável" para "excelente”, quando comparado ao cenário atual.

Quando comparada ao cenário tendencial de curto prazo, as UGs Perequê e Alto Braço passaram de uma situação hídrica "preocupante" para "confortável" e "preocupante" para "excelente", respectivamente.

A UG Tijucas, onde a demanda é maior que a disponibilidade, a situação hídrica se manterá “péssima”, caso não ocorra uma diminuição da demanda. Nas demais UGs não houve alteração na situação hídrica, pois já possuíam a melhor situação possível, segundo faixas de classificação propostas pela AEA e pelas Nações Unidas e apenas as mantiveram.

| UG | Razão demanda/Disponibilidade (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 9,70 | Confortável |
| Tijucas | - | Péssimo |
| Alto Braço | 4,64 | Excelente |
| Garcia | 0,81 | Excelente |
| Inferninho | 0,97 | Excelente |
| Biguaçu | 1,44 | Excelente |

**Tabela 119 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário otimista de curto prazo (2016-2023)**
Elaboração própria (2018)

### Cenário otimista de médio prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário otimista de médio prazo, quando comparado ao cenário otimista de curto prazo, apresentou uma mudança apenas na situação hídrica da UG Alto Braço, que passou de uma situação hídrica "excelente" para "confortável'.

Quando comparados ao cenário tendencial de médio prazo, a UG Alto Braço passou de uma situação hídrica "preocupante” para "confortável".

| UG | Razão demanda/Disponibilidade (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 11,18 | Preocupante |
| Tijucas | - | Péssimo |
| Alto Braço | 5,36 | Confortável |
| Garcia | 0,84 | Excelente |
| Inferninho | 1,05 | Excelente |
| Biguaçu | 1,58 | Excelente |

**Tabela 120 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário otimista de médio prazo (2023-2027)**
Elaboração própria (2018)

## Cenário otimista de longo prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário otimista de longo prazo apresentaram mudanças apenas na situação hídrica da UG Alto Braço, na qual manteve a situação hídrica "confortável", quando comparado ao cenário otimista de médio prazo, e alterou-se de "preocupante" para "confortável" quando comparado ao cenário tendencial de longo prazo.

| UG | Razão demanda/Disponibilidade (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 12,89 | Preocupante |
| Tijucas | - | Péssimo |
| Alto Braço | 6,16 | Confortável |
| Garcia | 0,86 | Excelente |
| Inferninho | 1,16 | Excelente |
| Biguaçu | 1,73 | Excelente |

**Tabela 121 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário otimista de longo prazo (2027-2031)**
Elaboração própria (2018)

## Cenário moderado de curto prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário moderado de curto prazo resultaram em mudanças na situação hídrica das UGs Perequê e Alto Braço, nas quais passaram de uma situação hídrica "confortável" para "preocupante", quando comparada ao cenário atual, e mantiveram a situação hídrica quando comparadas com o cenário tendencial de curto prazo. A UG Tijucas, onde a demanda é maior que a disponibilidade, a situação hídrica se manterá “péssima” caso não ocorra uma diminuição da demanda. Nas demais UGs não houve alteração na situação hídrica, pois as UGs possuíam a melhor situação possível, segundo faixas de classificação propostas pela AEA, e as mantiveram.

| UG | Razão demanda/Disponibilidade (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 10,20 | Preocupante |
| Tijucas | - | Péssimo |
| Alto Braço | 11,97 | Preocupante |
| Garcia | 1,70 | Excelente |
| Inferninho | 1,05 | Excelente |
| Biguaçu | 1,57 | Excelente |

**Tabela 122 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário moderado de curto prazo (2016-2023)**
Elaboração própria (2018)

### Cenário moderado de médio prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário moderado de médio prazo, quando comparado ao cenário moderado de curto prazo e tendencial de médio prazo, não apresentaram mudanças na situação hídrica da bacia.

| UG | Razão demanda/Disponibilidade (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 11,80 | Preocupante |
| Tijucas | - | Péssimo |
| Alto Braço | 14,27 | Preocupante |
| Garcia | 1,85 | Excelente |
| Inferninho | 1,17 | Excelente |
| Biguaçu | 1,74 | Excelente |

**Tabela 123 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário moderado de médio prazo (2023-2027)**
Elaboração própria (2018)

### Cenário moderado de longo prazo

Os coeficientes estabelecidos para o cenário moderado de longo prazo, quando comparado ao cenário moderado de médio prazo e tendencial de longo prazo, não apresentaram mudanças na situação hídrica da bacia.

| UG | Razão demanda/disponibilidade (%) | Situação hídrica |
|---|---|---|
| Perequê | 13,67 | Preocupante |
| Tijucas | - | Péssimo |
| Alto Braço | 16,99 | Preocupante |
| Garcia | 2,01 | Excelente |
| Inferninho | 1,30 | Excelente |
| Biguaçu | 1,94 | Excelente |

**Tabela 124 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário moderado de longo prazo (2027-2031)**
Elaboração própria (2018)

## 3.2.3. Conclusões

A partir dos resultados do balanço hídrico em águas subterrâneas, observa-se que, de modo geral, as UGS apresentaram resultados favoráveis para explotação de águas subterrâneas, tanto no cenário atual quanto nos cenários e horizontes futuros previstos.

As UGs Garcia, Inferninho e Biguaçu apresentaram os melhores resultados, sua situação hídrica é excelente para todos os cenários e horizontes temporais.

A UG Alto Braço, que atualmente tem uma situação hídrica confortável, foi classificada como preocupante nos cenários tendencial e moderado em todos os horizontes temporais, já no cenário otimista, à curto prazo, estimou-se uma melhora e sua situação hídrica foi classificada como excelente, porém, à médio e longo prazo, a situação hídrica volta a ser confortável. Estima-se que ocorrência do crescimento das demandas hídricas, na UG Alto Braço, nos setores industrial, mineração e irrigação é fator fundamental para a piora no resultado dos balanços a médio e longo prazo.

Na UG Perequê, atualmente, a situação hídrica é confortável, entretanto, nos cenários tendencial e moderado, ela passa a ser classificada como preocupante, em todos os horizontes temporais. Já no cenário otimista, à curto prazo, estima-se que a UG Perequê terá situação hídrica confortável, porém, à médio e longo prazo, há um aumento de demanda e a UG passa

a ser classificada como preocupante. A ocorrência de crescimento das demandas hídricas no setor de criação animal piorou a situação hídrica dessas UGs nos cenários futuros.

O pior resultado foi referente a UG Tijucas que apresentou situação hídrica péssima em todos os cenários e horizontes temporais analisados. Nesta UG é verificada uma taxa de infiltração negativa, ou seja, não há recarga de água subterrânea, principalmente devido a menor taxa de precipitação e o maior escoamento superficial em relação às áreas adjacentes. Neste sentido a demanda hídrica é superior à disponibilidade hídrica, fazendo com que o balanço hídrico em águas subterrâneas apresente situação hídrica péssima.

# 4. Identificação de áreas críticas para expansão de atividades demandadoras de água

Esta atividade tem como objetivo orientar a expansão das atividades demandadoras de água e a avaliação da possibilidade de implantação de novas atividades que utilizam recursos hídricos nas bacias em estudo. A identificação de áreas críticas é fator primordial para o planejamento do equilíbrio entre a oferta e a demanda de água, considerando as características qualiquantitativas dos mananciais disponíveis. As áreas identificadas como críticas deverão ser analisadas para que se possam definir medidas estruturais e não estruturais necessárias, além de ações mitigadoras prioritárias a serem recomendadas pelo Plano.

O Capítulo 4.1 apresenta o levantamento de áreas críticas identificadas nos balanços hídricos realizados em corpos de água superficiais enquanto o Capítulo 4.2 apresenta o levantamento de áreas críticas identificadas nos balanços hídricos realizados em águas subterrâneas.

## 4.1. ÁREAS CRÍTICAS PARA EXPANSÃO DE ATIVIDADES DEMANDADORAS DE ÁGUA SUPERFICIAL

O Capítulo 4.1.1 apresenta a descrição da metodologia adotada para a identificação das áreas críticas em corpos de água superficiais, o Capítulo 4.1.2 apresenta os resultados das áreas críticas identificadas por UG enquanto que o Capítulo 4.1.3 apresenta as conclusões.

### 4.1.1. Metodologia

Para a identificação das áreas críticas em cada UG foi realizada uma sobreposição de temáticas socioambientais com os resultados dos balanços hídricos do Sistema de Apoio a Decisão e Planejamento (SADPLAN). Consoante às resoluções CERH-SC nº 001/2008 e Conama nº 357/2005 serão utilizadas temáticas que tratam de restrições e fragilidades socioambientais quanto aos usos de recursos hídricos, quais sejam:

- Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Proteção Integral nas esferas federais – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) –, estaduais – Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) –, e municipais – prefeituras e fundações municipais de meio ambiente.
- Terras Indígenas (TI) mapeadas pela Fundação Nacional do Índio (Funai).
- Áreas de Preservação Permanente de Nascentes elaboradas a partir da base de dados geográficos de nascentes, mapeadas pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Cataria (SDS).

Para representação dos resultados do SADPLAN, serão utilizados os seguintes índices: Índice de Disponibilidade Remanescente (IDR) e Índice de Criticidade para Outorga de Diluição (ICOD).

O IDR representa a relação entre as vazões consumidas e as vazões disponíveis nos trechos hídricos, sem considerar a vazão mínima no trecho (Q7,10). O IDR foi construído com o intuito de complementar os resultados do IACT (Capítulo 3.1.1.8), pois permite avaliar a quantidade de água ainda disponível para a aprovação de novas outorgas em cada trecho hídrico. O IDR é calculado conforme a Equação (18).

$$IDR = \frac{Q\_remd2}{Q\_disp1} \quad (18)$$

Onde: Q_remD2 é a vazão remanescente disponível para usos consuntivos no trecho hídrico após o ciclo de atendimento de 2ª prioridade; e Q_disp1 é a vazão disponível para atendimento aos usos consuntivos no trecho hídrico para o ciclo de atendimento de 1ª prioridade. Conforme apresentando no Capítulo 3.1.1, "1ª prioridade" e "2ª prioridade" tratam-se dos ciclos de cálculos realizados pelo SADPLAN para as diferentes prioridades de atendimento dos usos de recursos hídricos.

Para classificação do IDR é adotada uma adaptação dos índices provenientes do critério de classificação *Water Exploitation Index*, utilizado pela Agência Nacional de Águas (ANA) e proveniente da European Environment Agency e da Organização das Nações Unidas. A classificação adotada para o IDR está apresentada na Tabela 125.

| IDR (%) | Situação do corpo hídrico | Descrição |
|---|---|---|
| > 95 | Excelente | Pouca ou nenhuma atividade de gerenciamento é necessária. A água é considerada um bem livre. |
| 95 a 90 | Confortável | Pode ocorrer necessidade de gerenciamento para solução de problemas locais de abastecimento. |
| 90 a 80 | Preocupante | A atividade de gerenciamento é indispensável, exigindo a realização de investimentos médios. |
| 80 a 60 | Crítico | Exige intensa atividade de gerenciamento e grandes investimentos. |
| 60 a 0 | Muito crítico | - |
| = 0 | Péssimo | - |

**Tabela 125 – Índices de disponibilidade remanescente para o balanço hídrico quantitativo**
Fonte: ANA (2016). Elaboração própria (2018)

O ICOD é calculado de forma similar ao Índice de Atendimento de Diluição (IAD) (Capítulo 3.1.1.8), porém supondo que toda vazão consumível no trecho em análise já está comprometida e que, portanto, a única vazão remanescente é a que corresponde a vazão de restrição (vazão mínima). O valor de ICOD > 1 indica a impossibilidade de concessão de novas autorizações para diluir poluentes nos trechos hídricos considerados. A Equação (19) apresenta a formulação do ICOD.

$$ICOD = \frac{QTIPL_k}{QMIN_k} \quad (19)$$

Onde, QTIPLk é a vazão total indisponibilizada pelos lançamentos de DBO desde o trecho de extremo de montante até o extremo jusante do trecho "k" em análise; e QMINk é a vazão de restrição, ou seja, a mínima vazão a ser garantida na seção de jusante do trecho k.

### 4.1.2. Resultados

Da Tabela 126 a Tabela 129 são apresentados os resultados dos IDRs por vazão de referência e para cada Unidade de Gestão das bacias em estudo. A partir dos resultados foi avaliado o número de ottobacias que se encontram em cada classe de IDR estabelecida.

Em uma análise geral, a maioria dos trechos hídricos das bacias em estudo foi classificada como "Excelente", indicando que há disponibilidade de água, do ponto de vista quantitativo, para o atendimento a novas outorgas. À medida que a vazão de referência se torna menos restritiva, maior é a disponibilidade hídrica, e, portanto, maior o número de trechos hídricos que passam para a situação "Confortável" e "Excelente" de IDR.

Para a vazão de referência mais restritiva (Q98), 86,75% dos trechos hídricos estão classificados como "Excelente". Observa-se que a UG Alto Braço apresentou todos os trechos hídricos com classificação "Excelente", representando a região de maior disponibilidade hídrica da área em estudo. Nesse contexto, ressalta-se que a UG Alto Braço e UG Biguaçu apresentaram Índices de Atendimento (IACT) integral em todos os trechos da bacia na avaliação do confronto entre demanda e disponibilidade, entretanto, a UG Biguaçu apresenta quatro trechos com vazão remanescente em situação "Preocupante" e 14 trechos em situação "Confortável".

O restante dos trechos hídricos da bacia que não apresentam classificação "Excelente" (73 ottobacias), contabilizam 2 trechos com classificação de disponibilidade "Péssimo", 8 trechos com classificação "Muito Crítico", 11 trechos identificados como "Crítico", 19 como "Preocupante" e 33 trechos classificados como "Confortável".

Ao ser analisada a progressão das vazões de referência, observa-se que, da vazão mais restritiva (Q98) à vazão de menor restrição (QMLT), há um aumento de 8,71% de trechos que passam para a situação "Excelente". As Unidades de Gestão que apresentaram maior alteração em razão da progressão da vazão foram a UG Tijucas e UG Biguaçu, com 20 ottobacias e 17 ottobacias respectivamente que passaram a apresentar classificação "Excelente" na progressão da Q98 para a QMLT.

A UG Perequê apresentou a pior situação no que se refere a disponibilidade remanescente nos cursos hídricos superficiais. Apesar de não apresentar o maior número de trechos com classificação inferior à "Excelente", a UG Perequê é a única que permanece apresentando dois trechos com classificação "Péssimo" para todas as vazões de referência, os quais consistem em um trecho do Rio Perequê e do Rio Zimbros.

A UG Tijucas também se destaca por apresentar uma situação preocupante quanto à vazão remanescente para novas outorgas. Esta Unidade de Gestão apresentou o maior número de ottobacias com classificação inferior à "Excelente". Ainda para a vazão de referência de menor restrição (QMLT), esta unidade apresentou um trecho com classificação "Muito Crítico", três trechos com classificação "Preocupante" e dez trechos com classificação "Confortável".

| UG | Ottobacias por classe de IDR para Q98 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Péssimo | Muito crítico | Crítico | Preocupante | Confortável | Excelente |
| Perequê | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 47 |
| Tijucas | 0 | 3 | 9 | 11 | 11 | 41 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 206 |
| Inferninho | 0 | 2 | 0 | 2 | 6 | 59 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 4 | 14 | 44 |

**Tabela 126 – Número de ottobacias por classe IDR e Unidade de Gestão para a Q98**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IDR para Q95 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Péssimo | Muito crítico | Crítico | Preocupante | Confortável | Excelente |
| Perequê | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 47 |
| Tijucas | 0 | 1 | 7 | 12 | 9 | 46 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 206 |
| Inferninho | 0 | 1 | 1 | 0 | 6 | 61 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 1 | 11 | 50 |

**Tabela 127 – Número de ottobacias por classe IDR e Unidade de Gestão para a Q95**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IDR para Q90 | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Péssimo | Muito crítico | Crítico | Preocupante | Confortável | Excelente |
| Perequê | 2 | 1 | 2 | 2 | 3 | 47 |
| Tijucas | 0 | 1 | 3 | 11 | 10 | 50 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 206 |
| Inferninho | 0 | 1 | 1 | 0 | 4 | 63 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 52 |

**Tabela 128 – Número de ottobacias por classe IDR e Unidade de Gestão para a Q90**
Elaboração própria (2018)

| UG | Ottobacias por classe de IDR para QMLT | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | Péssimo | Muito crítico | Crítico | Preocupante | Confortável | Excelente |
| Perequê | 2 | 0 | 1 | 3 | 1 | 50 |
| Tijucas | 0 | 1 | 0 | 3 | 10 | 61 |
| Alto Braço | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 81 |
| Garcia | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 206 |
| Inferninho | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 67 |
| Biguaçu | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 61 |

**Tabela 129 – Número de ottobacias por classe IDR e Unidade de Gestão para a QMLT**
Elaboração própria (2018)

A Tabela 130 apresenta os resultados do ICOD para o parâmetro de qualidade de água DBO, por vazão de referência e por Unidade de Gestão das bacias em estudo, para o cenário atual.

Para vazão de referência mais restritiva, Q98, identificou-se que 20,15% do total dos trechos apresentam ICOD > 1. Esse resultado representa a criticidade do ponto de vista qualitativo dos trechos hídricos das bacias em estudo. Sendo assim, conclui-se que para esses trechos toda a vazão remanescente (consumível e mínima) já foi comprometida e, portanto,

não há possibilidade para concessão de outorga de diluição de efluentes para novos usuários de água. A medida que a vazão de referência se torna menos restritiva, maior é a disponibilidade hídrica para a diluição de poluentes, e, portanto, menor o número de trechos em situação qualitativa crítica (ICOD > 1).

Analisando-se os resultados conforme a progressão das vazões de referência, observa-se que poucos trechos hídricos deixam de apresentar situação restritiva quando evolui-se para as vazões Q95 e Q90. A mudança mais significativa ocorre na vazão de referência menos restritiva, QMLT, em que 30 trechos passam da situação restritiva à uma condição de disponibilidade hídrica para outorga de diluição.

No progresso da vazão de referência Q98 para a vazão de referência Q95, observa-se que três trechos deixaram a situação restritiva, um localizado na UG Garcia e dois localizados na UG Biguaçu. Ao passar da Q95 para a Q90, foram identificados quatro trechos que deixaram de apresentar situação restritiva, dois localizados na UG Garcia, um localizado na UG Tijucas e um na UG Alto Braço. Na evolução da Q90 para QMLT, verificaram-se as alterações mais significativas. Na UG Perequê, um trecho deixou de apresentar situação restritiva, na UG Tijucas dois trechos, na UG Alto Braço foram dois trechos, na UG Garcia sete trechos, na UG Inferninho seis trechos e na UG Biguaçu foram cinco trechos que passaram a apresentar ICOD < 1.

Considerando o panorama geral, observa-se que a Unidade de Gestão mais crítica é a UG Inferninho. Para a vazão de referência mais restritiva, Q98, são verificados 35 trechos com situação restritiva (ICOD > 1). De maneira similar, a UG Perequê também se destaca por apresentar 29 trechos em situação restritiva, sendo a segunda Unidade de Gestão mais crítica.

As Unidades de Gestão com melhor situação de disponibilidade para outorga de diluição são a UG Tijucas e UG Alto braço, em que ambas apresentam igualmente nove trechos com ICOD >1.

É notório que a região na qual se concentra a maior parte dos trechos hídricos com ICOD > 1 está localizada na vertente litorânea da área de estudo. Estes resultados estão consoantes aos resultados apresentados no Capítulo 3.1.2.2, no qual são exibidos os trechos hídricos com IAD superior a 1 e onde está descrita a justificativa para tais resultados.

| UG | Ottobacias com ICOD > 1 (situação restritiva) | | | |
|---|---|---|---|---|
| | Q98 | Q95 | Q90 | QMLT |
| Perequê | 29 | 29 | 29 | 28 |
| Tijucas | 9 | 9 | 8 | 6 |
| Alto Braço | 9 | 9 | 8 | 6 |
| Garcia | 14 | 13 | 11 | 4 |
| Inferninho | 35 | 35 | 35 | 29 |
| Biguaçu | 15 | 13 | 13 | 8 |
| Total | 111 | 108 | 104 | 81 |

**Tabela 130 – Número de ottobacias por Unidade de Gestão e por vazão de referência em situação restritiva**
Elaboração própria (2018)

Da Figura 48 a Figura 53 são apresentadas a sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas nas UGs da área de estudo para o cenário atual e a vazão de referência Q98.

Na UG Perequê, a região que abrange as nascentes do Rio Perequê e seu afluente pela margem esquerda, do Rio Areal e do Rio Mata Camboriú está inserida em uma Unidade de Conservação de Proteção Integral e, portanto, a utilização dos recursos hídricos nessas regiões

é restrita, devendo ser preservados os parâmetros de qualidade dentro dos limites estabelecidos para rios enquadrados como Classe Especial (Resolução Conama nº 357/2005). Ademais, observa-se que o Rio Zimbros, bem como os demais rios adjacentes a ele localizados na região litorânea de Bombinhas estão inseridos integralmente e alguns parcialmente na UC de Proteção Integral do Parque Natural Municipal Costeira do Zimbros, bem como o Rio Barreiro que está parcialmente inserido no Parque Natural Municipal da Galheta e por essa razão consiste em áreas restritas para expansão do uso dos recursos hídricos. Além destes, os rios localizados no bairro de Canto Grande estão integralmente inseridos na UC do Parque Natural Municipal do Morro do Macaco.

Observa-se que grande parte dos referidos trechos apresentam criticidade do ponto de vista qualitativo (valor ICOD > 1), indicando que não apresentam concentrações de DBO adequadas ao enquadramento de rios de Classe II considerando a vazão de referência Q98. Entre esses trechos destacam-se o Rio Areal e o Rio Mata Camboriú, os quais apresentam situação crítica no aspecto qualitativo (ICOD > 1) e quantitativo (IDR “Muito Crítico” e “Crítico”).

A UG Perequê apresenta poucos trechos hídricos que se encontram fora da área de UCs e que ao mesmo tempo estão em situação hídrica confortável do ponto de vista qualiquantitativo. Esses trechos consistem nos afluentes pela margem direita do Rio Perequê, um trecho do Rio Perequê a montante das captações voltadas ao abastecimento público dos municípios de Bombinhas, Porto Belo e Itapema, e os trechos que abrangem as nascentes do Rio Santa Luzia. Nesses trechos, de acordo com os resultados obtidos e a metodologia adotada, há possibilidade de expansão das atividades demandadoras de água. Entretanto, no trecho referente ao Rio Perequê, bem como nos seus afluentes, observa-se que apesar de existir vazão remanescente disponível, essa vazão está comprometida devido às captações de jusante nos sistemas de abastecimento do cenário atual.

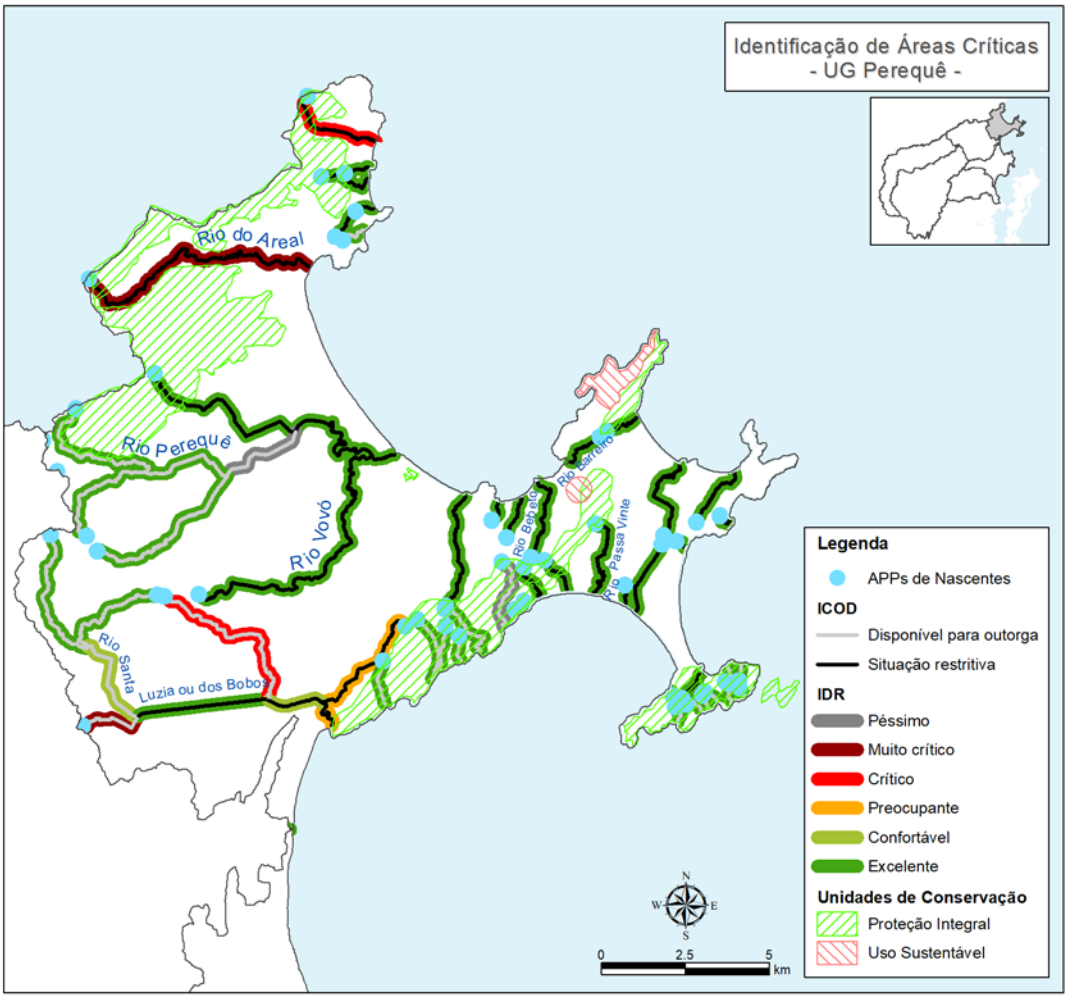



**Figura 48 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Perequê para o cenário atual e vazão de referência Q98**
Elaboração própria (2018)

Para a UG Tijucas, identificou-se que um trecho do Rio da Dona, afluente pela margem direita do Rio Tijucas, encontra-se inserido na área pertencente à Reserva Indígena Canelinha, compreendendo uma área em que as atividades demandadoras de água são restritas.

Analisando-se o aspecto qualitativo, observa-se que a foz do Rio Tijucas, um afluente pela margem esquerda do Rio Tijucas, e o Rio Kroecker são trechos que apresentam situação restritiva quanto à diluição de poluentes. Quando observadas as restrições quantitativas, destacam-se o Rio Oliveira e seu afluente o Rio Teles, o Rio Itinga e o afluente pela margem esquerda do Rio da Galera, os quais apresentaram uma disponibilidade remanescente "Crítica" ou "Muito crítica". Esses trechos que apresentam conflitos qualiquantitativos indicam a necessidade de restrição futura de uso dos recursos hídricos e planejamento dos usos existentes.

Entre os trechos hídricos que se encontram em situação favorável para a expansão das atividades demandadoras de água está o Rio Tijucas, com exceção do trecho na sua foz, o qual apresenta criticidade quanto ao parâmetro qualitativo (ICOD > 1).

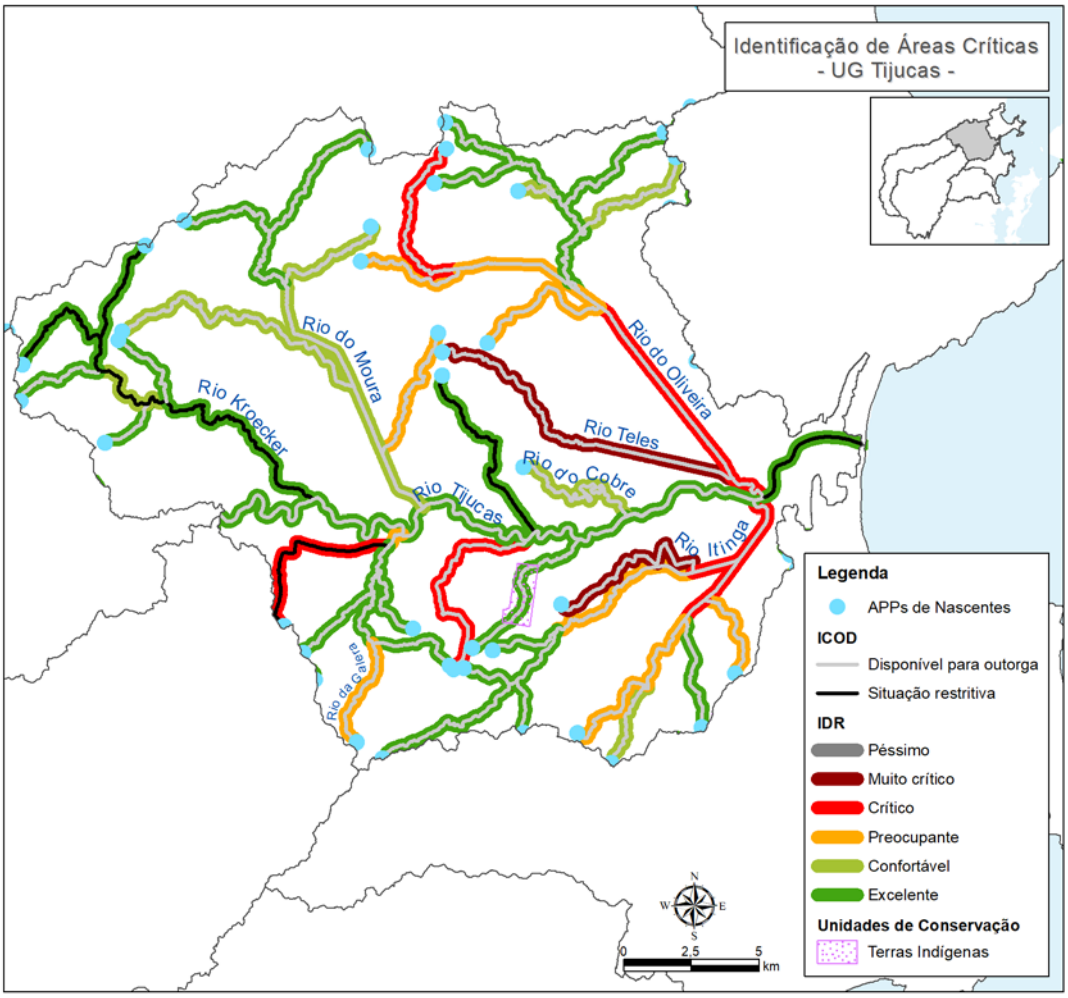



**Figura 49 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Tijucas para o cenário atual e vazão de referência Q98**

Elaboração própria (2018)

A UG Alto Braço apresenta, quase que em sua totalidade, trechos hídricos com situação adequada nos parâmetros qualiquantitativos. Observa-se que os trechos de nascente do Ribeirão do Salto e do Ribeirão do Reginaldo se encontram inseridos em UCs de Uso Sustentável e de Proteção Integral, respectivamente. Nestes trechos o uso dos recursos hídricos deverá ser restritivo. Além disso, identificou-se que os afluentes pela margem esquerda do Rio do Braço, localizados próximos a sua foz no Rio Tijucas, apresentam criticidade quanto à qualidade, com ICOD > 1. Os demais trechos hídricos da UG Alto Braço apresentam condições favoráveis à expansão de atividades demandadoras de água.

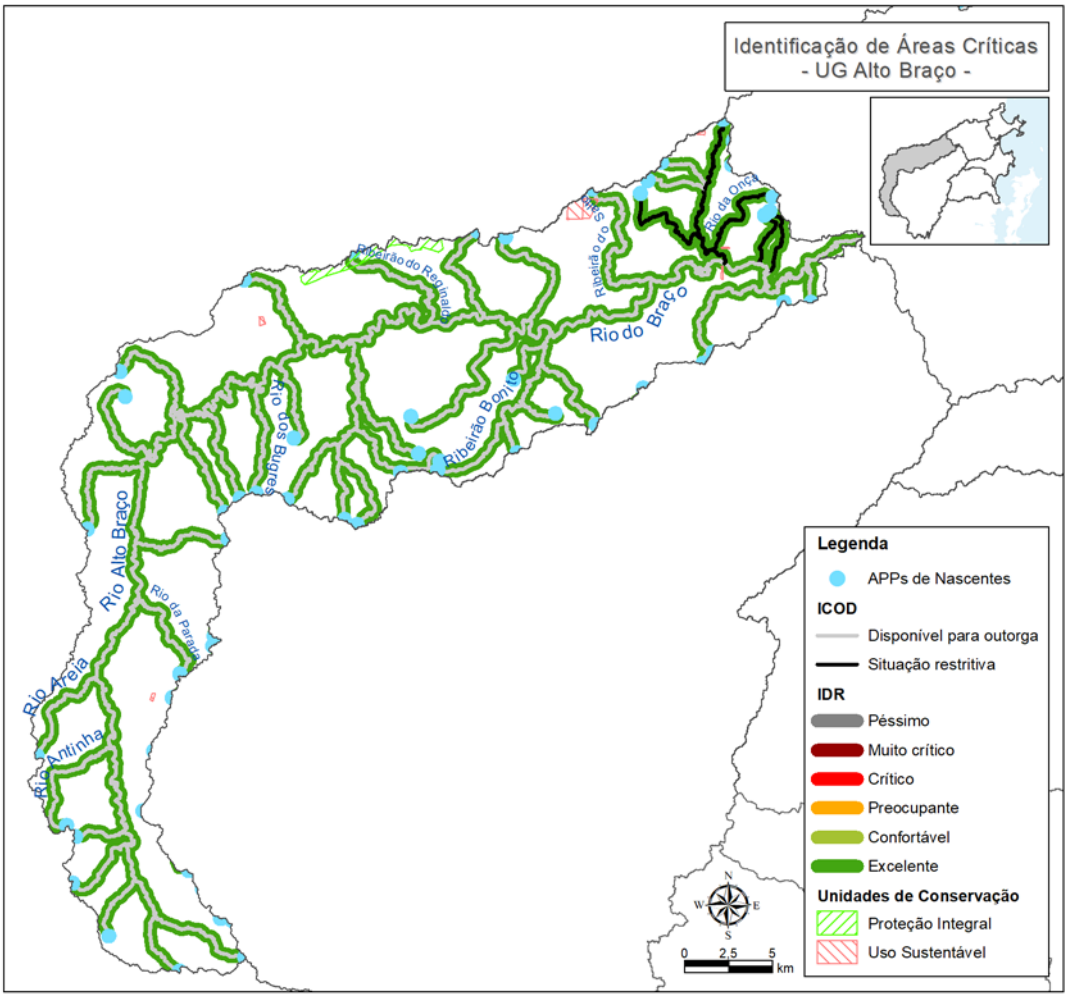



**Figura 50 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Alto Braço para o cenário atual e vazão de referência Q98**

Elaboração própria (2018)

A UG Garcia também apresenta a grande maioria dos trechos hídricos em situação qualiquantitativa adequada, o que indica uma região favorável à expansão de atividades demandadoras de água. Entretanto, verifica-se que os trechos de nascente do Ribeirão Fernandes, Ribeirão Arataca e Ribeirão do Salto, afluentes pela margem direita do Rio Tijucas, estão inseridos na UC de Uso Sustentável: Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) do Caraguatá. Além desses, o trecho da foz do Rio Águas Claras, afluente pela margem esquerda do Rio Tijucas, está inserido em uma área de TI, caracterizando um trecho restritivo quanto à expansão de atividades demandadoras de água.

Os trechos que apresentam restrição qualitativa (ICOD > 1) compreendem dois afluentes do Rio Boa Esperança, o Rio da Vargem dos Pinheiros afluente pela margem direita do Rio Garcia, o Rio das Antas afluente pela margem direita do Rio Bonito e seu afluente o Rio do Scharf, e o Rio Taquaras afluente pela margem esquerda do Rio Bonito.

Ademais, há um único trecho que apresenta restrição quanto à disponibilidade de vazão remanescente (IDR com classificação “Muito Crítico”), situado no Ribeirão Fernandes, afluente pela margem esquerda do Rio Tijucas.

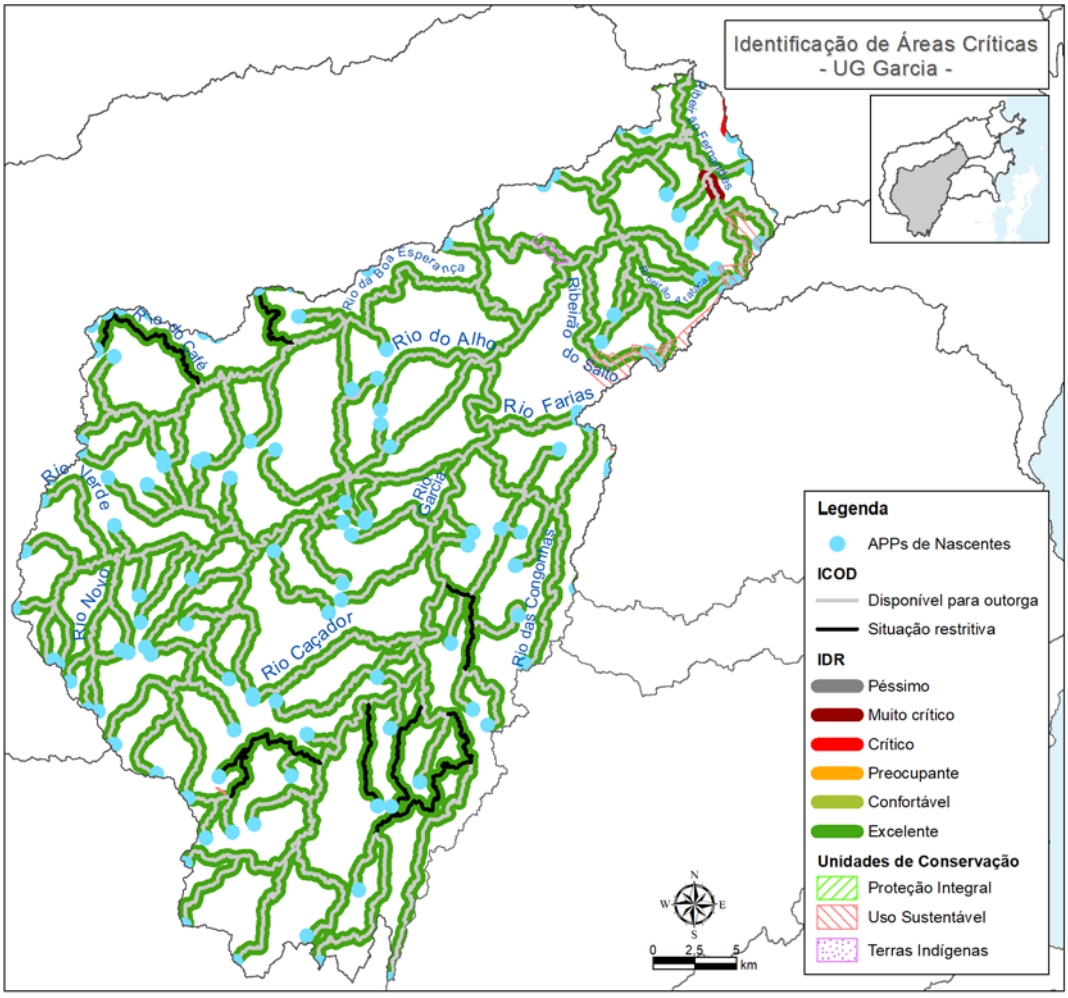



**Figura 51 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Garcia para o cenário atual e vazão de referência Q98**

Elaboração própria (2018)

Na UG Inferninho, observa-se que há grande parte dos trechos hídricos do litoral de Governador Celso Ramos que se encontram inseridos na UC de Uso Sustentável Área de Proteção Ambiental Anhatomirim (APA Anhatomirim), a qual consiste em uma região de restrição quanto ao uso dos recursos hídricos. Além desses, o trecho que compreende a nascente do Rio Inferninho também está inserido em área de restrição, na UC de Uso Sustentável RPPN Reserva do Caraguatá. Ademais, os trechos localizados no litoral do município de Biguaçu estão inseridos na UC de Proteção Integral do Parque Natural Municipal da Serra de São Miguel.

Além das áreas de restrição delimitadas pelas UCs, verifica-se que existem três trechos inseridos em TIs. Uma das terras indígenas consiste na Mbiguaçu, situada adjacente ao Parque da Serra de São Miguel. As demais TIs abrangem trechos de nascente de dois afluentes do Rio Inferninho.

A maioria dos trechos localizados no litoral, embora estejam inseridos em área de restrição, apresentam criticidade quanto ao parâmetro qualitativo (ICOD > 1), o que indica um cenário limitante no que se refere ao uso dos recursos hídricos especialmente para outorga de diluição. Na análise quantitativa, no que tange à vazão remanescente disponível, destacam-se

um trecho hídrico inserido no Parque da Serra de São Miguel e um afluente pela margem esquerda do Rio Inferninho que apresentam IDR classificado com “Muito Crítico”.

Em um panorama geral, há a possibilidade de expansão das atividades demandadoras de água no Rio Inferninho, com exceção do trecho de nascente e do trecho de foz que apresentam restrições. Dessa forma, compreende-se que as expansões deverão ser planejadas de modo integrado a fim de não prejudicar as condições a jusante desse rio.

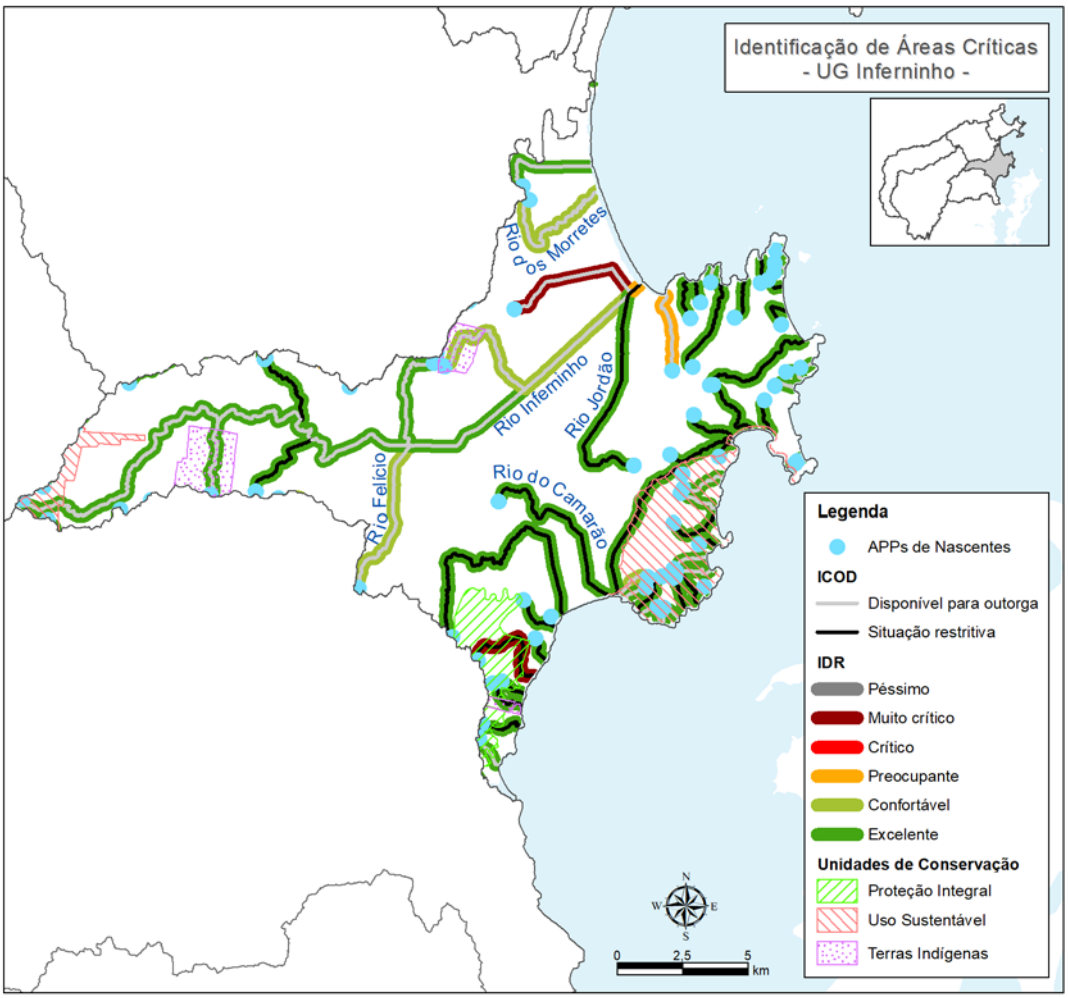



**Figura 52 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Inferninho para o cenário atual e vazão de referência Q98**
Elaboração própria (2018)

A UG Biguaçu, apresenta alguns trechos do Rio Farias e Rio Rachadel inseridos na UC de Uso Sustentável RPPN Reserva do Caraguetá, portanto, a utilização dos recursos hídricos está restrita nessa região. Ademais, observa-se que a UG está inserida parcialmente em uma UC de Proteção Integral, entretanto, não abrange nenhum de seus trechos hídricos.

Na análise qualiquantitativa, observa-se que os trechos localizados no litoral sul e grande parte dos trechos no Rio Biguaçu apresentam situação de restrição quanto à qualidade dos recursos hídricos (ICOD > 1). No que se refere à vazão remanescente disponível, alguns trechos localizados na margem esquerda do Rio Biguaçu se encontram em situação “Preocupante” ou “Confortável”.

De acordo com os resultados obtidos e com a metodologia adotada, os trechos na região montante do Rio Biguaçu consistem em áreas que apresentariam possibilidade de expansão das atividades demandadoras de água. Entretanto, ressalta-se que a expansão das atividades nesses trechos deve ser planejada de modo integrado, objetivando não comprometer a disponibilidade hídrica e as condições de qualidade nos trechos a jusante.

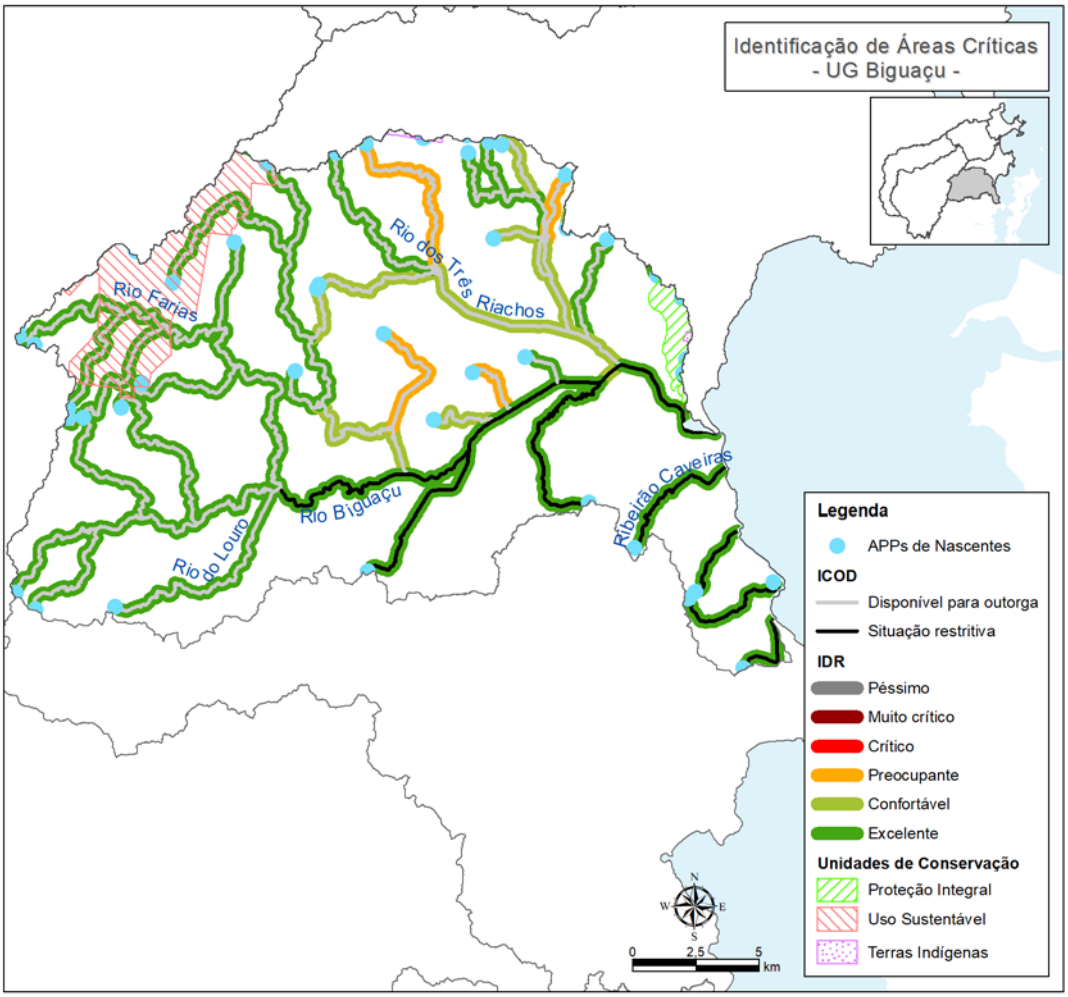



**Figura 53 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Biguaçu para o cenário atual e vazão de referência Q98**
Elaboração própria (2018)

Após a identificação dos trechos críticos por UGs foi realizada a sobreposição das temáticas anteriormente definidas e determinadas as áreas críticas para expansão de atividades demandadoras de água superficiais nas bacias em estudo. A Figura 54 (também apresentada em forma de mapa no Apêndice 6) apresenta o resultado da identificação das áreas críticas para a expansão de atividades demandadoras de água de superficiais. Tais áreas foram definidas a partir da identificação de ocorrência de:

- Ottobacias com resultados de IDR inferiores a 90% (que se caracterizam como: “Preocupantes”; “Críticos”; “Muito críticos”; e “Péssimo”).
- Ottobacias com resultados de ICOD caracterizado como “Situação restritiva”.
- Unidade de Conservação de Proteção Integral.

- Unidade de Conservação de Uso Sustentável.
- Terra Indígena.

Destaca-se que cerca de 27% da bacia foi identificada como área crítica para expansão de atividades demandadoras de água, e grande parte desse percentual se deve aos resultados do ICOD existentes na área de abrangência do PRH.

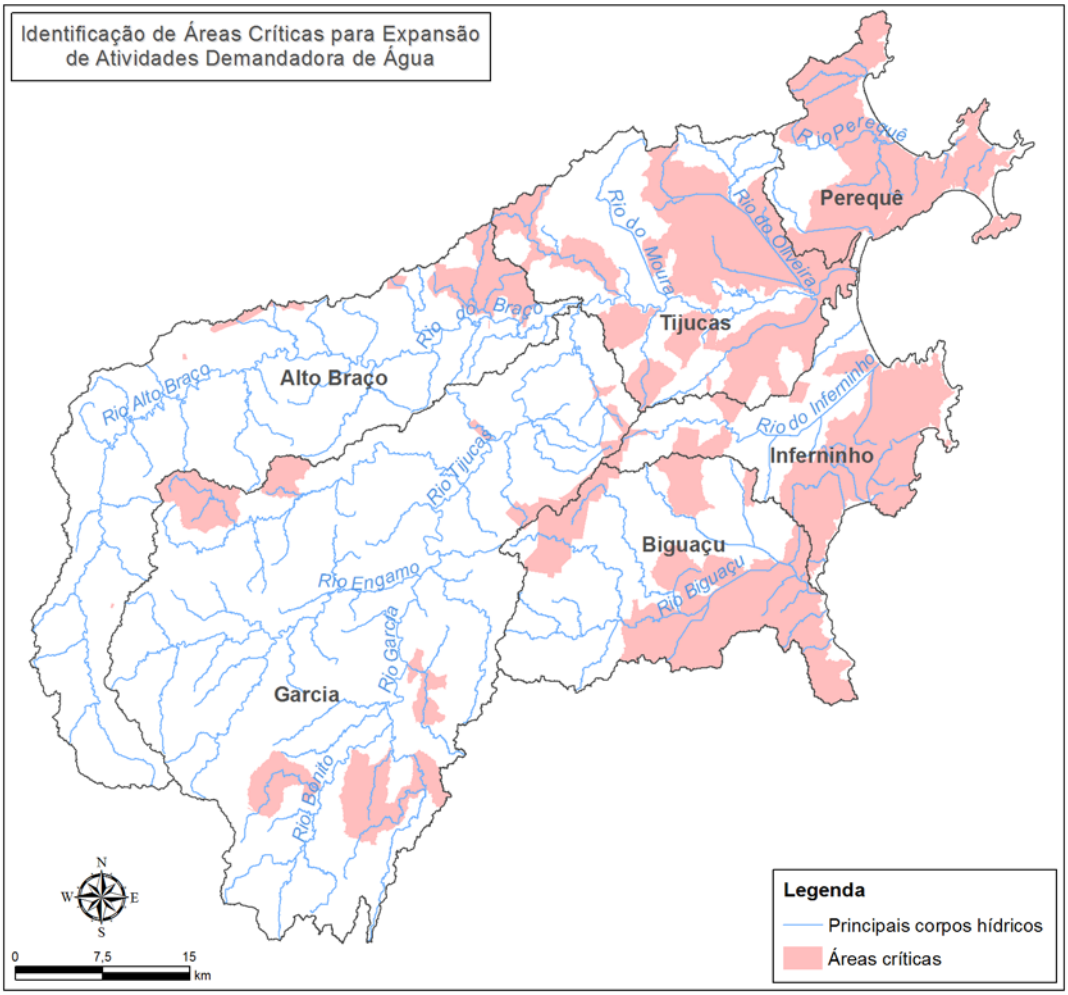



**Figura 54 – Resultado da identificação das áreas críticas para expansão de atividades demandadoras de água nas bacias em estudo**

Elaboração própria (2018)

### 4.1.3. Conclusões

Conforme a avaliação dos resultados, observa-se que o IDR é classificado como "Excelente" para 86,75% dos trechos inseridos na área de estudo, considerando a vazão de referência Q98. A partir da evolução das vazões de referência, aumentando-se a disponibilidade, não se atingem mudanças significativas. No progresso da vazão de referência da Q98 para a $Q_{MLT}$, há um aumento de 8,71% dos trechos que passam a ter o IDR como "Excelente".

No que se refere à vazão remanescente disponível, a UG Alto Braço é a única que não apresenta trechos em condições de área crítica para expansão de atividades demandadoras de água (IDR inferior a 90%) para as vazões simuladas. As demais Unidades de Gestão apresentam

pelo menos um trecho em situação crítica para a expansão. A UG Perequê é a unidade com situação de disponibilidade hídrica mais crítica, apresentando dois trechos que permaneceram com IDR com classificação “Péssimo” para todas as vazões de referência simuladas. Isso significa que nestes trechos as vazões de captação são superiores a 50% da vazão de referência, e no caso da Q98, as vazões de captação são superiores à vazão outorgável.

Em uma análise geral, a UG Perequê apresentou as condições mais críticas para expansão das atividades demandadoras. Além do cenário de criticidade quanto à quantidade de vazão remanescente, o seu território está inserido em grande parte em áreas de Unidades de Conservação, portanto muitos dos trechos hídricos estão inseridos em áreas de restrição. Ademais, grande parte dos trechos localizados no litoral dessa Unidade de Gestão apresentam criticidade em relação à qualidade, considerando a demanda para a diluição de concentração de DBO.

Em relação ao ICOD, identificou-se que as cargas calculadas de DBO lançadas considerando as vazões remanescentes para a diluição geraram um impacto significativo nos trechos de rios. Assim, observa-se que a grande maioria dos trechos localizados na região litorânea da área de estudo, apresentaram situação crítica quanto à capacidade de diluição. Cabe ressaltar que muitos dos trechos que apresentaram situação crítica de qualidade estão inseridos em UCs ou em TIs, áreas que requerem uma qualidade superior à aferida no cenário apresentado.

Verificou-se que apesar do aumento na vazão disponível para a diluição, há ainda 14,70% dos trechos cuja disponibilidade de outorga para diluição seria restritiva em virtude da carga de DBO existente. Entende-se que nestes trechos as cargas de DBO lançadas estão acima da capacidade depuradora dos corpos d'água. Entre as regiões de maior criticidade, aponta-se principalmente a UG Inferninho, a qual apresentou o maior número de trechos com parecer “situação restritiva” quanto à vazão de diluição das cargas de DBO.

O resultado da sobreposição das condições de restrição do uso dos recursos hídricos identificou que a maior parte da região hidrográfica é caracterizada como área favorável à expansão de atividades demandadoras de água. A parte identificada como área crítica (27% da região hidrográfica) está localizada na extensão leste, abrangendo principalmente as bacias litorâneas. De modo geral, grande parte das áreas são identificadas como críticas em virtude dos critérios de qualidade, considerando a vazão disponível para outorga de diluição. Esse cenário considera que a estimativa das cargas de DBO que são lançadas no corpo d'água, especialmente nas áreas de adensamento urbano, é o principal fator restritivo para a expansão de atividades demandadoras de água nesses locais.

Nesse contexto, recomenda-se um gerenciamento específico para a UG Perequê e para a UG Inferninho, uma vez que a vazão outorgável nessas unidades está comprometida, principalmente na UG Perequê na qual às captações realizadas voltadas ao abastecimento público estão acima da vazão disponível para outorga. Sendo assim, há necessidade de monitoramento das vazões a montante e a jusante dos pontos de captação, com implementação de estações hidrométricas com curvas de descarga consolidadas. Como em ambas unidades há criticidade quanto à carga de DBO lançada em corpo hídrico, assinala-se a necessidade de implementação do monitoramento de qualidade da água e da implantação de medidas de redução das cargas de efluentes domésticos, industriais e de criação animal, além de controle do uso de agrotóxicos.

O gerenciamento dos recursos hídricos deve ser realizado de modo integrado na bacia hidrográfica. Dessa forma, apesar de grande parte da bacia ter apresentado situação favorável à

expansão de atividades demandadoras de água, é imprescindível que haja também o monitoramento da qualidade e da quantidade das águas nas demais áreas, para constatação da situação real dos corpos d'água ao longo do tempo e para uma adequada caracterização de parâmetros indicadores como um instrumento de controle ambiental e de gestão dos recursos hídricos.

## 4.2. ÁREAS CRÍTICAS PARA EXPANSÃO DE ATIVIDADES DEMANDADORAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA

### 4.2.1. Metodologia

O mapeamento das áreas críticas para a expansão de atividades demandadoras de água subterrânea foi realizado considerando a ocorrência de dois fatores: as restrições quanto à disponibilidade hídrica subterrânea (quantitativa) e as restrições quanto à possibilidade de contaminação aquífera (qualitativa). Decorrente das bases de dados disponíveis, os resultados dos critérios de identificação qualitativa e quantitativa de área críticas foram apresentados separadamente.

Para a identificação e análise das áreas críticas quanto à disponibilidade hídrica subterrânea foram considerados os resultados do balanço hídrico. Sendo assim, foram consideradas críticas para expansão as Unidades de Gestão com razão entre demanda e disponibilidade (Bq) superior a 10%, caracterizando as situações hídricas “preocupante”, “crítico”, “muito crítico” e “péssimo” para o cenário atual.

As áreas restritivas quanto à sua possibilidade de contaminação aquífera foram identificadas considerando as propriedades naturais dos aquíferos e o potencial de contaminação em virtude do uso e ocupação do solo. Nesse contexto, a identificação das áreas críticas para a expansão de atividades demandadoras de água subterrânea na abordagem qualitativa considera a interação entre a vulnerabilidade natural do aquífero e a potencial carga poluente, ou seja, é resultante da análise da sobreposição dos resultados obtidos nos mapas de Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos (baseado na aplicação do método GOD) e de Possibilidade de Existência de Carga Poluente (baseado na aplicação do método POSH), apresentados no âmbito do Produto C deste plano. Foram consideradas como áreas críticas, as áreas classificadas com perigo de contaminação moderado, alto e extremo, de acordo com a matriz de sobreposição das metodologias GOD e POSH (Figura 55).

| Possibilidade de existência de Carga Poluente (Método POSH) | Vulnerabilidade Natural dos Aquíferos (Método GOD) | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| | Insignificante | Baixa | Média | Alta | Extrema |
| Extremamente Baixo | Baixo | Baixo | Baixo | Baixo | Baixo |
| Baixo | Baixo | Baixo | Baixo | Baixo | Baixo |
| Moderado | Baixo | Baixo | Moderado | Alto | Alto |
| Elevado | Moderado | Moderado | Alto | Extremo | Extremo |

**Figura 55 – Matriz de determinação do perigo à contaminação**
Adaptado de Meira, De-Campos e Pereira (2014)

Deve-se ressaltar a necessidade de ponderações quanto à interpretação e ao uso dos mapas de identificação de áreas críticas para a expansão de atividades demandadoras de água subterrânea por dois principais motivos. O primeiro mapa, baseado no balanço quantitativo é apresentado por Unidade de Gestão, as quais foram definidas considerando principalmente os limites das bacias determinadas pelos recursos hídricos superficiais, não convergindo com a distribuição dos recursos hídricos subterrâneos. O segundo mapa, baseado na interação entre vulnerabilidade natural e a possibilidade de existência de carga poluente envolve algumas simplificações geológicas e hidrogeológicas. Sendo assim, os limites identificados como áreas críticas para expansão de atividades demandadoras de água subterrânea devem ser interpretadas como áreas mais suscetíveis aos problemas de disponibilidade e contaminação, onde devem ser direcionadas ações preventivas prioritárias.

### 4.2.2. Resultados

A Figura 56 e a Figura 57 apresentam, respectivamente, a identificação das áreas críticas para expansão das atividade demandadoras de águas subterrâneas pela a análise qualitativa e quantitativa.

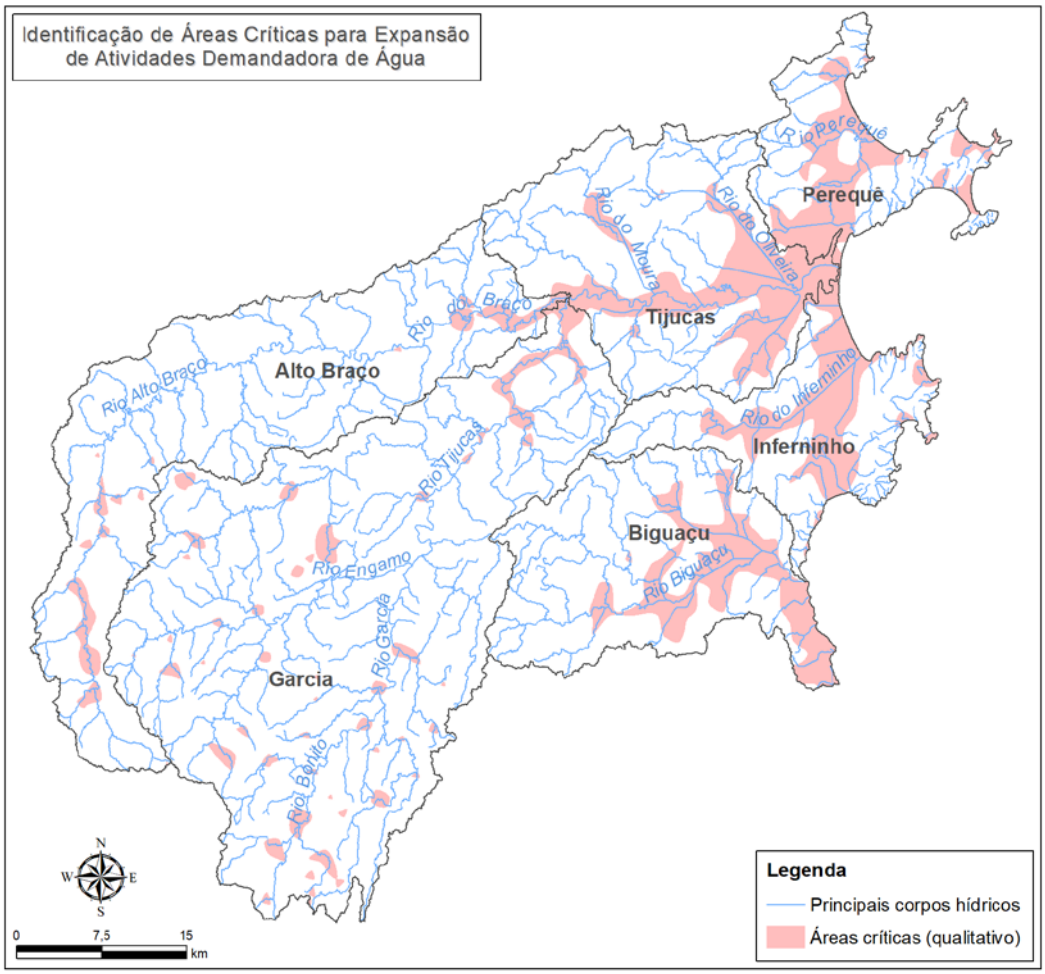



**Figura 56 – Identificação de áreas críticas para expansão das atividades demandadoras de águas subterrâneas pela análise qualitativa**

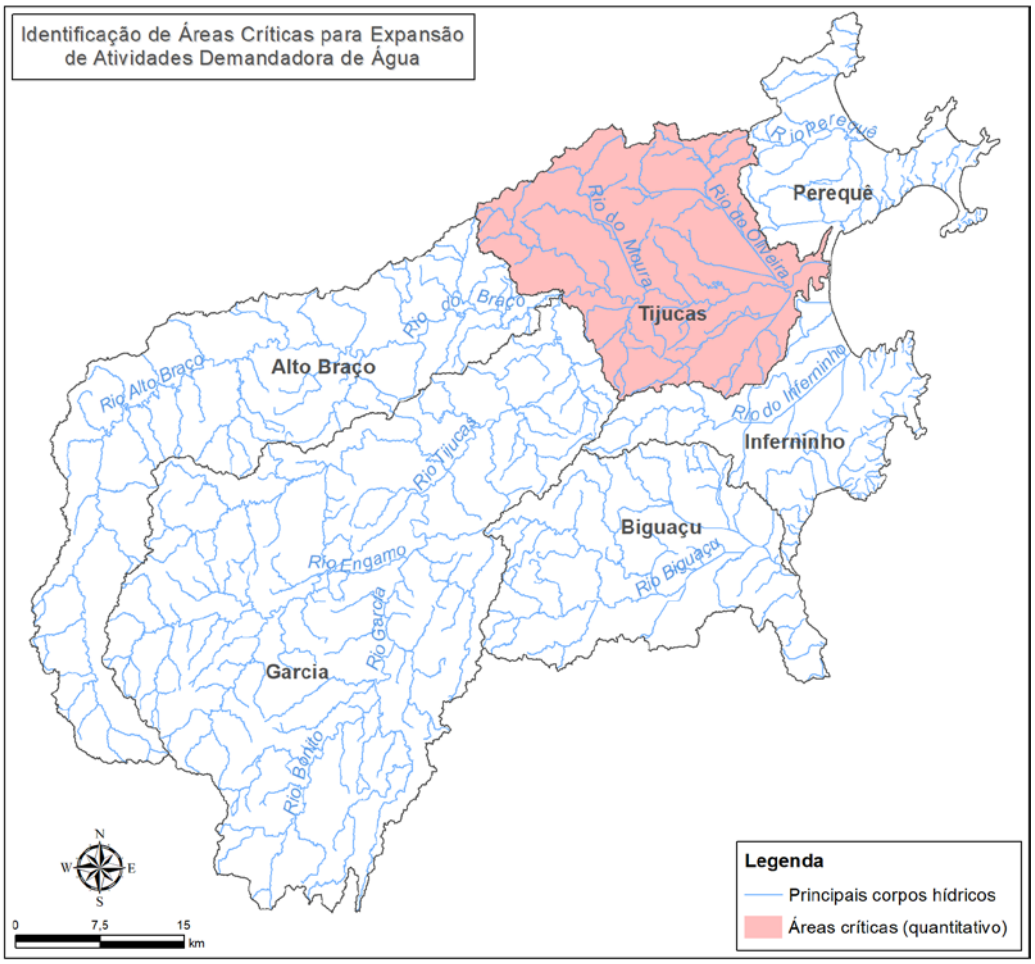



**Figura 57 – Identificação de áreas críticas para expansão das atividades demandadoras de águas subterrâneas pela análise quantitativa**

Na UG Perequê as áreas críticas qualitativas representam 39% do território, a maior porcentagem dentre as UGs das bacia. Principalmente na porção pertencente ao município de Porto Belo, no qual toda a região central e litorânea apresenta possibilidade de existência de carga poluente moderada à elevada sobreposta com uma área de vulnerabilidade média, no litoral, à extrema, na porção central, caracterizando alta possiblidade de contaminação das águas subterrâneas.

Segundo a análise qualitativa a UG Tijucas possui 26% de seu território classificado como área crítica. A vulnerabilidade natural dos aquíferos é classificada como extrema na região leste e noroeste e como média em parte da região central, sobrepostas com possibilidade de existência de carga poluente moderada à elevada na maior parte da bacia, resultam em áreas com risco de contaminação alto a extremo, principalmente nas regiões dos Rios Tijucas, do Moura e do Oliveira.

Na UG Alto Braço, pela análise qualitativa, 5% do território corresponde a áreas críticas. Ao sul da UG observa-se áreas de vulnerabilidade alta e extrema que decaem no Rio Alto Braço, nessa região a possibilidade de existência de carga poluente varia de alta à moderada e, portanto, oferece um alto risco para contaminação. Já ao norte da UG Alto Braço há áreas de extrema vulnerabilidade e possiblidade de carga poluente moderada nas áreas próximas ao Rio do Braço, caracterizando um alto perigo à contaminação do aquífero.

A UG Garcia apresenta 5% de sua área classificada como área crítica qualitativa, essas regiões são caracterizadas por uma vulnerabilidade natural do aquífero de média à alta e possibilidade de existência de carga poluente no geral moderado, mas com a presença de alguns pontos considerados elevado, assim o perigo de contaminação do aquífero é moderado.

A UG Inferninho apresentou 33% de áreas críticas qualitativas, principalmente devido a uma faixa de extrema vulnerabilidade do aquífero sobreposta a regiões de possibilidade de existência de carga poluente moderado a elevado, resultando em perigo de contaminação extremo em uma grande área.

De acordo com a análise qualitativa, 25% do território da UG Biguaçu é classificado como área crítica, nessas áreas observa-se que a possibilidade de existência de carga poluente é moderada à elevada e a vulnerabilidade vai de média, próximo ao litoral sul, à extrema, mais ao centro da UG, deste modo o perigo de contaminação é considerado alto.

Pela análise quantitativa e conforme os critérios metodológicos adotados, apenas a UG Tijucas apresentaria criticidade quanto a expansão das atividades demandadoras de água subterrânea do ponto de vista quantitativo. Tal fato é justificado pelo déficit hídrico verificado no cenário anual nesta UG. Além da contaminação antrópica, aquíferos sedimentares costeiros costumam apresentar problemas de intrusão salina. A salinização dos aquíferos pode estar relacionada ao avanço da cunha salina, ou seja, a superexplotação do aquífero resulta em desequilíbrio, em que a recarga natural produzida pelas águas da chuva, não equivale a quantidade explotada e, portanto, ocorre um avanço da interface salina. Na bacia em estudo, para toda a região leste (litorânea) e extremo oeste, há a ocorrência de aquíferos sedimentares. Assim, a região litorânea demanda de atenção quanto à superexplotação, para que não ocorra o avanço da cunha salina.

Ademais, cabe ressaltar que há a necessidade de preservar as regiões de encostas com declividade superior a 45, pois tais áreas consistem em regiões de suma importância para a manutenção e recarga de aquíferos que vão abastecer as nascentes.

# 5. Proposta de enquadramento dos cursos d'água

O enquadramento de corpos d'água estabelece o nível de qualidade d'água dos corpos hídricos da bacia hidrográfica. Além disso, é um instrumento de planejamento da Lei nº 9.433/1997, a Lei das Águas (BRASIL, 1997b), e tem como base os níveis de qualidade que os corpos hídricos devem possuir, isto considerando a condição atual e os horizontes futuros. O enquadramento dos corpos d´água deve ser resultado de acordo coletivo, estabelecido a partir do diálogo entre o comitê de bacias, a sociedade civil e os órgãos do governo que atuam na área de recursos hídricos e setores usuários (ANA, 2018b).

É importante salientar que a proposta de enquadramento apresentado no âmbito deste Plano é o resultado das oficinas, reuniões e diálogos participativos realizadas na bacia e com o Grupo de Acompanhamento do Plano (GAP), cujos resultados estão apresentados no Apêndice 7 e no Apêndice 8. Essa proposta deverá ser discutida novamente e aprovada em Assembleia a ser realizada no âmbito do Comitê Tijucas-Biguaçu e, posteriormente, junto ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Será necessário ainda que o Comitê elabore o Plano de Efetivação do Enquadramento, que definirá as metas e prazos de execução das ações envolvidas e detalhará o plano de investimentos para efetivar o enquadramento.

O Capítulo 5.1 apresenta a metodologia utilizada na construção da proposta de enquadramento, enquanto o Capítulo 5.2 apresenta o enquadramento proposto para as bacias em estudo.

## 5.1. METODOLOGIA

A metodologia para a proposta de enquadramento deste Plano tem como base as orientações estabelecidas pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2013b) no documento Planos de Recursos Hídricos e Enquadramento dos Corpos de Água.

A proposta de enquadramento apresentada se refere aos corpos hídricos superficiais de água doce. Em decorrência da disponibilidade de dados, não foi possível identificar o ponto de influência das águas salobras[6], porém sugere-se que seja adotado classe de enquadramento de águas salobras correspondente a classe de agua doce. Por exemplo, classe 1 de água doce, corresponde a classe 1 de água salobra. Quanto à elaboração da proposta de enquadramento, inicialmente foi realizada a estimativa da qualidade das águas superficiais nas bacias em estudo. Para a estimativa da qualidade de água dos corpos hídricos superficiais da bacia, foram utilizados os resultados do balanço hídrico qualiquantitativo realizados no SADPLAN (Capítulo 3.1.2.2). A partir da realização do balanço hídrico qualiquantitativo, consoante a Resolução

[6] a SDS está identificando (encontra-se em fase de análise e validação) os trechos de água salobra na área de abrangência do Plano, dessa forma, os cursos d'água inicialmente classificados como água doce, e que forem identificados como salobra, deverão se reclassificados como tal, conforme os critérios da Resolução Conama nº357/2005.

Conama nº 357/2005, foi possível identificar a classe na qual os corpos d'água superficiais da bacia estariam enquadrados considerando a qualidade das águas.

Os resultados do balanço foram discutidos junto à comunidade nas oficinas participativas, descritas no Apêndice 7. Posteriormente, foram realizadas interações entre a equipe técnica da UFSC, os integrantes do Grupo de Acompanhamento do Plano (GAP), os integrantes do Comitê de Bacias e a SDS para discussão dos resultados das oficinas participativas. A partir destas interações definiu-se a proposta de enquadramento dos cursos d'água das bacias em estudo, apresentada no Capítulo 5.1.1.

### 5.1.1. Definição da proposta de enquadramento dos cursos d'água

A definição da proposta de enquadramento dos cursos de água das bacias em estudo expressa o resultado das interações realizadas entre a UFSC, o GAP, o Comitê de Bacias, a SDS e os participantes das oficinas de enquadramento e demais oficinas realizadas no âmbito deste Plano.

A proposta de enquadramento dos cursos d'água foi elaborada considerando os seguintes fatores:

- Preceitos legais, em especial as Resoluções Conama nº357/2005 e a Resolução CNRH nº 91/2008.
- Resultados do balanço hídrico qualiquantitativo referente à situação atual das classes dos corpos d'água superficiais.
- Resultados das oficinas de enquadramento realizadas na Bacia (Apêndice 7).
- Resultados das reuniões e diálogos sociais com entidades e prefeituras da bacia (Apêndice 8).
- Usos e ocupação do solo da área de estudo, bem como suas características biogeográficas.
- Usuários de água identificados a partir do CEURH e das oficinas participativas.

A partir da análise desses fatores, foi elaborada uma sugestão de enquadramento dos trechos de rios em classes, consoante à Resolução Conama nº 357/2005. De modo geral os resultados refletem as seguintes considerações:

- Os trechos hídricos em áreas de Unidades de Conservação de Proteção Integral devem ser enquadrados em Classe Especial, consoante a Resolução Conama n° 357/2005.
- Os trechos hídricos em áreas de Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Terras Indígenas devem ser enquadrados no mínimo em Classe 1, consoante a Resolução Conama nº 357/2005.
- As Áreas de Proteção Permanente de nascentes (50 metros a partir das nascentes) sugere-se que sejam enquadradas em Classe Especial.
- Os trechos hídricos em áreas próximas às nascentes e densamente vegetadas e preservadas sugere-se que sejam enquadrados no mínimo em Classe 1.
- Os trechos hídricos cuja foz está em áreas costeiras, de modo a garantir a balneabilidade dessas áreas, sugere-se que sejam enquadrados no mínimo em Classe 2.
- Os trechos em áreas que não se enquadram nas características apresentadas nas classes Especial e 1, e que apresentam diferentes usos e ocupações do solo, sugere-se que sejam enquadrados no mínimo em Classe 2 (definido nas oficinas).

## 5.2. RESULTADOS

Aproximadamente, 2.171 km de cursos d'água foram enquadrados na bacia, de forma que a maior parte destes encontra-se na Classe 1, seguido da Classe 2 e da Classe especial, conforme apresentado na Tabela 131.

| Enquadramento | Trecho (km) | % |
|---|---|---|
| Classe 1 | 1469 | 68 |
| Classe 2 | 656 | 30 |
| Classe especial | 46 | 2 |
| **Total** | **2171** | **100,0** |

**Tabela 131 – Extensões dos trechos de rio por classe de enquadramento**
Elaboração própria (2018)

A proposta de enquadramento dos cursos d'água está exposta na Figura 58 e no Apêndice 6.

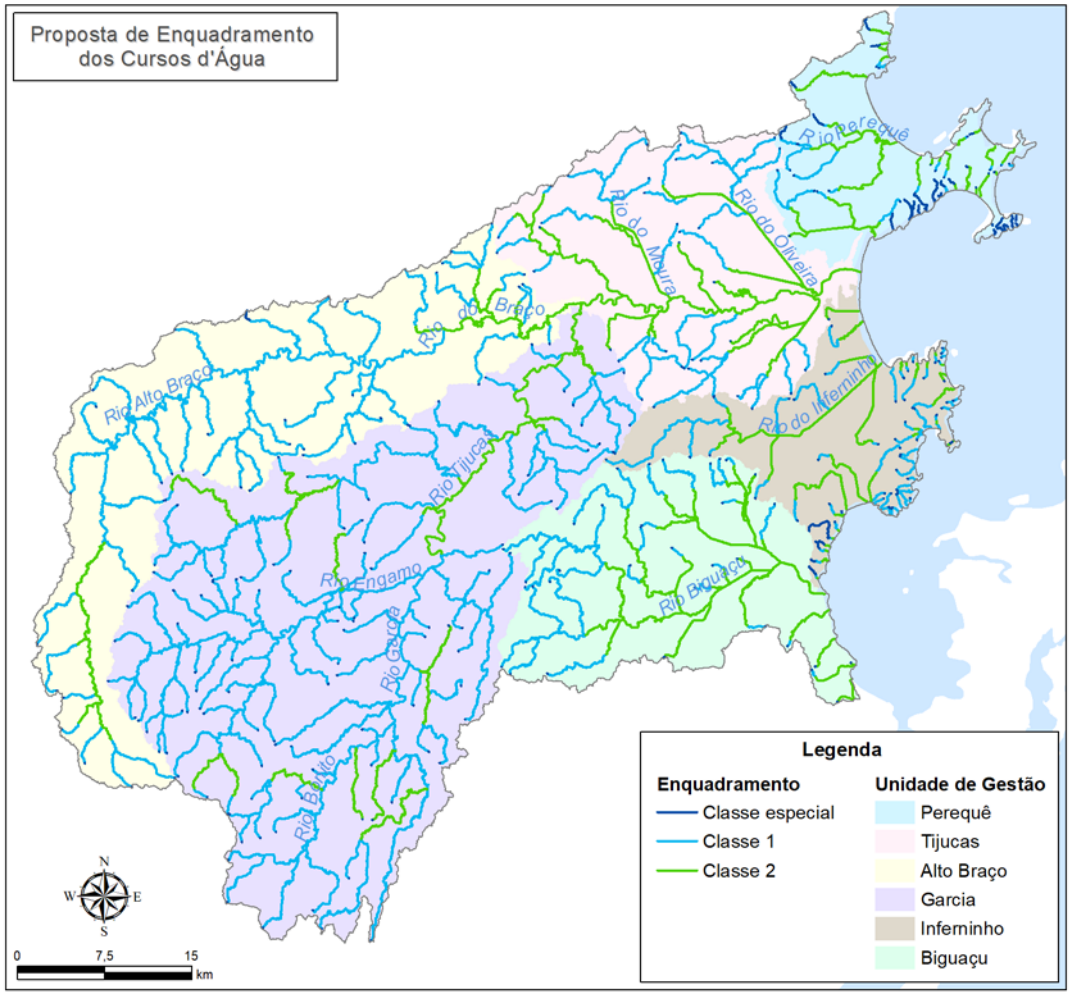



**Figura 58 – Proposta final do enquadramento dos cursos d'água das Bacias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas**
Elaboração própria (2018)

A Tabela 132 apresenta a extensão dos trechos enquadrados em cada classe por UG. Destaca-se que a UG Garcia é a unidade que apresentou maior extensão de trechos enquadrados na bacia. Por outro lado, a UG Perequê tem a menor extensão de trechos enquadrados, entretanto esta UG é a que tem maior percentual de trechos enquadrados em classe especial.

Ressalta-se também os trechos hídricos de foz de rio que foram enquadrados em classe especial ou Classe 1 por estarem inseridos em UCs. A condição de classe especial ou Classe 1 estabelecida por preceitos legais não é condizente, na maioria dos casos, com a qualidade da água destes trechos nas bacias em estudo. Tal fato decorre da grande densidade demográfica das regiões litorâneas associado ao baixo índice de coleta e tratamento de esgotamento sanitário, além do aporte de cargas poluentes sem capacidade elevada de autodepuração em trechos hídricos a montante dos trechos de foz.

| UG | Enquadramento | Trecho (km) | % |
|---|---|---|---|
| Perequê | Classe 1 | 33 | 25 |
| | Classe 2 | 74 | 56 |
| | Classe especial | 24 | 19 |
| | **Total** | **132** | **100** |
| Tijucas | Classe 1 | 158 | 50 |
| | Classe 2 | 153 | 49 |
| | Classe especial | 2 | 1 |
| | **Total** | **313** | **100** |
| Alto Braço | Classe 1 | 334 | 83 |
| | Classe 2 | 66 | 16 |
| | Classe especial | 3 | 1 |
| | **Total** | **403** | **100** |
| Garcia | Classe 1 | 718 | 82 |
| | Classe 2 | 151 | 17 |
| | Classe especial | 5 | 1 |
| | **Total** | **874** | **100** |
| Inferninho | Classe 1 | 92 | 52 |
| | Classe 2 | 77 | 43 |
| | Classe especial | 10 | 5 |
| | **Total** | **179** | **100** |
| Biguaçu | Classe 1 | 133 | 49 |
| | Classe 2 | 135 | 50 |
| | Classe especial | 2 | 1 |
| | **Total** | **270** | **100** |

**Tabela 132 – Extensões dos trechos de rios por classe de enquadramento em cada UG das bacias em estudo**
Elaboração própria (2018)

# 6. Compatibilização de disponibilidade e demanda – Proposta de medidas

Buscando estabelecer uma situação de equilíbrio entre oferta e demanda qualiquantitativa de água, foram levantadas medidas estruturais e não estruturais, que visam não só solucionar os conflitos identificados ao longo do Plano, mas também atender o enquadramento proposto.

A partir de reuniões realizadas com representantes das prefeituras da área em estudo, câmaras e secretarias municipais relacionadas às áreas relevantes na discussão de recursos hídricos, setores de usuários de água, entidades de saneamento público, federações de trabalhadores, entre outros, foram identificados projetos de grandes empreendimentos que possam afetar direta ou indiretamente os recursos hídricos nas bacias em estudo. Os projetos de grandes empreendimentos identificados assim como os diálogos realizados com a comunidade, prefeituras e entidades são apresentados no Apêndice 8.

De modo complementar, a partir de pesquisa bibliográfica, também foram identificadas medidas necessárias para compatibilização da disponibilidade e demanda, a partir dos resultados dos balanços qualiquantitativos dos cenários analisados. As medidas propostas neste relatório consideram as águas superficiais e subterrâneas e contemplam os seguintes setores: saneamento básico, agricultura e irrigação, criação animal, pesca e aquicultura, indústria e mineração, transporte hidroviário, navegação, turismo e lazer, conservação de mananciais, manutenção de ecossistemas, e gestão dos recursos hídricos. As medidas identificadas são apresentadas no Capítulo 6.1.

Na próxima etapa do Plano (Etapa E), as medidas identificadas serão validadas e hierarquizadas em conjunto com a comunidade a partir da realização de três oficinas participativas e posteriormente serão detalhadas e atribuídas por Unidade de Gestão. Além disso serão estabelecidas metas e ações estratégicas buscando atender a anseios dos diferentes setores usuários de água e a critérios de preservação ambiental e de desenvolvimento econômico e social.

## 6.1. PROPOSTAS DE MEDIDAS PARA COMPATIBILIZAÇÃO DE DISPONIBILIDADE E DEMANDAS QUALIQUANTITATIVAS

Destacamos a seguir as ações de intervenção estrutural e não estrutural necessárias para compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas, visando solucionar os conflitos identificados, associando alternativas de intervenção e mitigação dos principais problemas identificados nas etapas anteriores do Plano de forma a estabelecer os cenários desejados e a compatibilização dos interesses internos e externos à bacia.

As ações identificadas foram baseadas nos diálogos realizados com os atores estratégicos da bacia, reuniões com o Comitê, analise de outros Planos de Recursos Hídricos de bacias estaduais e nacionais, bem como uma vasta pesquisa bibliográfica. Também foram considerados os resultados das oficinas participativas realizadas com a comunidade, com destaque para a Oficina de Reconhecimento de Território, que promoveu a identificação participativa de conflitos e potencializadas internas e externas à bacia através da matriz SWOT (do inglês – *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats*), e da Oficina de Enquadramento, que identificou usos, conflitos, pontos críticos e boas práticas por meio do Mapeamento Participativo.

As medidas contemplam os seguintes setores: saneamento básico, agricultura e irrigação, criação animal, pesca e aquicultura, indústria e mineração, transporte hidroviário, navegação, turismo e lazer, conservação de mananciais, manutenção de ecossistemas e gestão dos recursos hídricos. Essas medidas foram organizadas como estruturais e não estruturais, identificando ainda a aplicação para águas superficiais ou subterrâneas.

Ressalta-se que se trata de um levantamento inicial de medidas e ações necessárias para minimização dos conflitos identificados, que servirão como subsídio para as discussões a serem realizadas nas Oficinas de Ações Estratégicas. A partir dos resultados dessas oficinas, as ações propostas serão detalhadas e complementadas na Etapa E do Plano de Recursos Hídricos, a partir do estabelecimento de metas e ações estratégicas para os horizontes de curto, médio e longo prazo.

### 6.1.1. Saneamento básico

O saneamento básico é definido como o conjunto de serviços e ações com o objetivo de alcançar níveis crescentes de salubridade ambiental, nas condições que maximizem a promoção e a melhoria das condições de vida nos meios urbano e rural. Além disso, especifica os quatro conjuntos de serviços públicos que o constituem: abastecimento de água, o esgotamento sanitário, o manejo de resíduos sólidos e o manejo de águas pluviais (KOBIYAMA; MOTA; CORSEUIL, 2008).

Segundo o Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina, a poluição urbana das águas superficiais e subterrâneas é originada principalmente do lançamento de efluentes domésticos (SANTA CATARINA, 2017f).

De acordo com a análise dos resultados dos balanços qualiquantitativos apresentados, verificou-se que a maior dificuldade quanto à garantia da preservação dos recursos hídricos está relacionada principalmente com as condições de qualidade da água.

Em especial nas bacias dos rios localizados na região litorânea, onde há um maior adensamento populacional e consequentemente maior lançamento de carga proveniente de efluente sanitário doméstico e, em alguns locais da carga provinda da criação animal, os resultados dos balanços qualiquantitativos indicaram que vários trechos apresentam concentração de DBO acima do limite estabelecido pela legislação para rios Classe 2, o que representaria um enquadramento em classes superiores à Classe 3.

O uso da água para as dinâmicas de saneamento básico apresenta algumas deficiências estruturais e não estruturais, podendo ser citada a falta de redes coletoras e estações de tratamento, deficiência nos sistemas de coleta de lixo reciclável e a falta de implementação e revisão dos Planos de Saneamento Básico, o que reflete na qualidade ambiental dos corpos hídricos. Em termos de esgotamento sanitário, a prioridade deve ser investir na infraestrutura de coleta e tratamento dos municípios mais populosos e povoados.

Com relação às águas subterrâneas, a ampliação dos sistemas de saneamento é necessária a fim de evitar o lançamento direto em subsuperfície mediante a utilização de fossas sépticas, nas quais aumenta-se a carga de poluentes subterrânea. Como consequência, haverá redução da demanda para diluição dos poluentes e aumento na qualidade da água subterrânea.

Com relação à disponibilidade de recursos, a projeção das demandas futuras apontou uma situação favorável de disponibilidade hídrica para atendimento às demandas de captação, mas identificou alguns problemas pontuais de disponibilidade, relacionada aos trechos onde ocorrem captações de água utilizadas no abastecimento público dos municípios, conflito que fica ainda mais intensificado durante o verão. Este cenário sugere a necessidade implementação de medidas estruturais e não estruturais que otimizem os sistemas de abastecimento de água, sobretudo aquelas relacionadas à redução das perdas de água nos sistemas de abastecimento público.

Além da implementação de medidas estruturais como a melhoria e implantação de novos sistemas de captação e saneamento é necessário a implementação de medidas não estruturais, como fortalecer a fiscalização e realizar medidas de conscientização ambiental relacionadas às ligações às redes já existentes e ao descarte correto de resíduos entre outros assuntos relacionados.

Entende-se, porém, que os fatores de qualidade e quantidade são indissociáveis, devendo serem garantidos de forma integrada dentro do sistema de gestão a fim de garantir o acesso efetivo aos recursos hídricos.

Entre as possíveis medidas mitigadoras para solucionar os problemas de saneamento apresentados, estão:

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas estruturais** | |
| Incremento da estrutura e promoção da melhoria da eficiência dos sistemas de saneamento | Águas superficiais e subterrâneas |
| Redução das perdas de água no sistema de abastecimento público | Águas superficiais e subterrâneas |
| Controle da descarga de lodo proveniente do tratamento de água (ETAs) | Águas superficiais e subterrâneas |
| Redução da carga poluidora gerada pelo manejo incorreto dos resíduos sólidos | Águas superficiais e subterrâneas |
| **Medidas não estruturais** | |
| Estudo dos efeitos hidrológicos e dinâmica da drenagem urbana e agrícola | Águas superficiais e subterrâneas |
| Emissão e/ou renovação de alvarás de funcionamento apenas após a ligação da unidade à rede coletora. | Águas superficiais e subterrâneas |
| Priorização da dotação de recursos para serviços de saneamento básico em áreas críticas e com problemas de poluição de mananciais superficiais e subterrâneos | Águas superficiais e subterrâneas |
| Criação de sistemas de reservas de energia para períodos de sobrecarga do sistema. | Águas superficiais e subterrâneas |

**Tabela 133 – Resumo de ações para o setor de saneamento básico**
Elaboração própria (2018)

A seguir, apresentamos uma descrição sucinta das medidas apontadas na Tabela 133.

#### 6.1.1.1. Incremento da estrutura e promoção da melhoria da eficiência dos sistemas de saneamento

Entre as ações para incrementar a estrutura e promover a melhoria da eficiência dos sistemas de saneamento, está a complementação e implantação dos sistemas de saneamento básico, incluindo abastecimento, adutoras, tratamento de efluentes, drenagem, canalizações e construção de aterros sanitários, conforme previsto nos Planos de Saneamento dos

municípios, adequando-se à realidade do local. Além disso, é importante promover o atendimento e o cumprimento do disposto em portarias e nas licenças ambientais.

As ações de melhoria da eficiência dos sistemas de tratamento de efluentes existentes devem ser estendidas para as áreas rurais. Além do mais, deve-se incentivar a ligação de todas as unidades à rede coletora.

Segundo o exposto na reunião com a Prefeitura de Biguaçu, é preciso incentivar a fiscalização periódica do Aterro Sanitário existente na região, principalmente perante os descartes de efluentes. Outra ação necessária é a implementação de um sistema de coleta e tratamento de esgoto no município, considerando que o Rio Biguaçu atualmente apresenta padrões de qualidade de água enquadrados na classe 4 de acordo com as análises realizadas para o Plano.

De acordo com o Plano Municipal de Saneamento Básico de São J. Batista (SÃO JOÃO BATISTA, 2012), é necessário estender as ações de saneamento básico às populações rurais não abastecidas pelo sistema público. Da mesma forma, o Plano Municipal de Saneamento de Major Gercino (SANTA CATARINA, 2011a) aponta a necessidade de investimento em abastecimento de água e esgotamento sanitário na área rural. O Plano Municipal de Saneamento Básico de Leoberto Leal (SANTA CATARINA, 2011b) propõe o investimento em abastecimento de água e esgotamento sanitário na área rural além da ampliação da capacidade de tratamento de água. Na reunião com a Prefeitura de Angelina foi apontada a necessidade de existência de um projeto de esgotamento sanitário para a região central do município. Segundo a reunião com a Prefeitura de Rancho Queimado, também é preciso fomentar a implantação do esgotamento sanitário descentralizado no município. Já na reunião com a Prefeitura de Antônio Carlos, destacou-se que é preciso implantar o sistema de coleta e tratamento de esgoto no município, o qual já possui um projeto, mas sem previsão de implementação.

#### 6.1.1.2. Redução de perdas de água no sistema de abastecimento público

O controle e a redução de perdas de água em sistemas públicos de abastecimento de água são uma das principais ações estruturantes a serem implementadas na bacia, afim de garantir a compatibilização de disponibilidade e demanda de recursos hídricos, já que os estudos identificaram alguns problemas pontuais de disponibilidade, relacionada principalmente aos trechos onde ocorrem captações de água utilizadas no abastecimento público dos municípios

A redução das perdas de água no sistema de abastecimento público pode ser alcançada através de medidas operacionais e de gestão, através da adequação das instalações, equipamentos, processos e implementação de novas tecnologias, coma utilização de métodos de monitoramento de pressão na rede, por exemplo, por meio da macromedição de água bruta e tratada, ou ainda através da substituição de hidrômetros antigos.

De acordo com o Oficio da Casan CT/D 0601, datado de 29 de maio de 2018, em fevereiro de 2017 foi criada pela empresa a equipe de geofonamento da Superintendência Regional de Negócios da região metropolitana da Grande Florianópolis, com o objetivo de detecção e localização de vazamentos ocultos com aparelhos de geofone e haste de escuta. A atividade de geofonamento abrange a instalação de macromedidores e acompanhamento dos dados pelo sistema supervisório,

encontrando vazamentos ocultos relevantes para a redução de perdas. Foram iniciadas atividades nos municípios de Santo Amaro da Imperatriz, Biguaçu e Águas Mornas.

Além dessa ação, a Casan tem investido em instrumentos de macromedição, telemetria, gestão de pressão e melhorias operacionais em adutoras e redes de distribuição. A substituição de hidrômetros está sendo considerada foco principal na gestão comercial de perdas.

Segundo o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Porto Belo (2011), a perda atual é de 47%, e o documento não apresenta os índices de redução.

O PMSB de Bombinhas (2010) aponta que a perda atual do município é desconhecida. O plano foi elaborado em 2010 e teve 2017 como horizonte estabelecido. Para esse horizonte, a redução dos índices de perdas desejada é de 32,5%. Como medidas a serem adotadas no município, o PMSB aponta a necessidade de descobrir pontos de vazamento no sistema e identificar potenciais melhorias. Monitoramento da pressão da água, redução da pressão durante a noite e geofonamento também são outras ações indicadas.

Em Canelinha, a SEMAIS informou através de contato telefônico que a perda atual do município em 2017 foi de 60%. O município dispõe de um geofone para identificação de vazamentos ocultos, e o horário dos operadores da ETA foi ampliado, pois ocorriam perdas no sistema devido ao transbordamento do reservatório principal pelo ladrão, que jogava água tratada para fora da rede pluvial.

Segundo o PMSB de Governador Celso Ramos (2016), a perda atual do sistema de abastecimento do munícipio é de 53%. O plano foi elaborado em 2016 e prevê redução de 43% das perdas em seu horizonte de longo prazo. As tecnologias para redução de perdas indicadas no plano são a implantação de macromedidores, avaliação e redução de índice de perdas, estudo de pressão e compra e instalação de manômetros para monitoramento de pressão em pontos estratégicos.

De acordo com o PMSB de Itapema (2014), a perda atual do sistema de abastecimento no município é de 20,36%. O plano foi elaborado em 2014 e teve como horizontes estabelecidos os anos de 2016, 2023, 2033 e 2048. Para esses horizontes, as reduções dos índices de perdas desejadas são de, respectivamente, 0,27%, 0,37%, 0,37% e 0,37%, mantendo em 20% o máximo de perdas no sistema. O plano prevê como ações estratégicas para redução de perdas a implementação e estruturação de programa de controle de perdas, a substituição de rede precária, a substituição de ramais precários, a implantação de macromedidores nas adutoras de água tratada, investimentos em setorização, automação e telemetria no sistema de abastecimento, além da elaboração de campanhas periódicas e atividades com a participação da comunidade relativas ao uso racional da água. Além disso, a curto prazo (2017-2023), o plano prevê realizar a substituição de hidrômetros, de modo a trocar 21.845 hidrômetros durante o período.

m Leoberto Leal, de acordo com o PMSB (SANTA CATARINA, 2011b), a perda atual do sistema de abastecimento de 28,50%. O plano foi elaborado em 2011 e, para o horizonte de longo prazo, a redução de perda esperada é de 3,50%.

O PMSB de São João Batista (2012) aponta que a perda atual do município é de 20%. Entre as ações estratégicas propostas no Plano, destaca-se a intenção de instalar a macromedição para a adução de água bruta e para a água tratada direcionada para a distribuição nas diferentes zonas de pressão existentes.

Conforme o Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) de Tijucas (2016), a perda atual do município é de 41,41%. O plano foi elaborado em 2014 e teve como horizontes estabelecidos os anos até 2035. Para esses horizontes, as reduções dos índices de perdas desejadas são de 16,41%. Entre as ações estratégicas a serem realizadas, deverá ser instalada macromedição do volume de água bruta aduzida até a ETA. Ainda de acordo com o Plano de Tijucas, é preciso desenvolver programas de micromedição com o objetivo de substituir os hidrômetros mais antigos e de usuários com maior consumo, com adequadas especificações dos novos micromedidores.

#### 6.1.1.3. Controle da descarga de lodo proveniente das Estações de Tratamento de Água (ETA)

Os produtos químicos utilizados no processo de tratamento de água para a purificação, clarificação e desinfecção resultam em quantidades de lodo que retornam ao corpo hídrico, muitas vezes sem que ocorra o seu devido tratamento, podendo prejudicar a saúde pública e o ecossistema (SANTA CATARINA, 2017a).

Os principais resíduos gerados nas ETAs são: lavagem de filtros, lodos dos decantadores e rejeitos de limpeza dos tanques de produtos químicos. Esses resíduos têm características diferentes, com frequências de descargas distintas.

Os resíduos dos decantadores têm em sua composição grandes concentrações de alumínio, quando o sulfato de alumínio é utilizado como coagulante primário. Esse material quando disposto em rios com baixa velocidade de escoamento ou lagoas poderá causar problemas na fauna desses corpos hídricos (SOUZA, 1999).

Medidas como a desidratação do lodo por centrifugação, espessamento por gravidade (sedimentadores) ou flotação, remoção de água de lodo de ETAs, através de filtração forçada ou utilizando leitos de secagem, e lagoas de lodo são indicadas.

O Plano de Saneamento Básico de São João Batista (2012) prevê a necessidade de desenvolver um projeto e implantar tratamento para reaproveitamento dos efluentes da ETA, além de obter o licenciamento ambiental.

#### 6.1.1.4. Redução da carga poluidora através do manejo correto dos resíduos sólidos

Conforme identificado nas reuniões com as prefeituras e na análise dos PMSB dos municípios da bacia, é necessário implementar ações para redução da carga poluidora através de ações que promovam o manejo e descarte adequado dos resíduos sólidos urbanos.

Para o manejo correto dos resíduos sólidos pode-se incentivar a implantação de usinas de reciclagem, promover a educação sobre a separação dos resíduos sólidos e ampliar a fiscalização de empresas geradoras de resíduos sólidos tóxicos.

O PMSB de Tijucas (TIJUCAS, 2016) aponta como ações a necessidade de dar um destino adequado aos resíduos sólidos urbanos da limpeza pública, e limpeza e desobstrução do sistema de drenagem pluvial. Outra medida apontada é a necessidade de desenvolver Programas de Educação Sanitária Continuada, em especial para a divulgação de medidas de

incentivo à ampliação da separação dos resíduos destinados à Coleta Seletiva de Recicláveis, principalmente nas escolas. Da mesma forma é preciso estudar e implantar um sistema de coleta de resíduos orgânicos e o tratamento através de compostagem. Por fim, o PMSB, ao tratar da redução da carga poluidora, estabelece a necessidade de um sistema de controle de geração de todos os resíduos gerados no município.

O PMSB de São João Batista (2012) propõe a implantação de Pontos de Entrega Voluntária de Recicláveis nas áreas rurais do município, além do desenvolvimento de Programas de Educação Sanitária Continuada.

Conforme o PMSB de Porto Belo (2011), uma ação possível é a implantação, de forma sistemática, de campanhas e programas de educação para o manejo de resíduos sólidos no município.

#### 6.1.1.5. Estudo dos efeitos hidrológicos e dinâmica da drenagem urbana e agrícola

A modelagem do fluxo de água e poluentes, realizada por meio de estudos hidrogeológicos e hidroquímicos, auxilia na predição do comportamento futuro desses fluxos no corpo hídrico. A realização do estudo dos efeitos hidrológicos e da dinâmica da drenagem urbana e agrícola são essenciais para proporcionar uma regulação das atividades de drenagem, através de obras de macro e microdrenagem.

É necessário também o exercício das atividades de fiscalização e monitoramento de lançamentos indevidos no sistema de drenagem urbana que conduzam à obstrução de dispositivos hidráulicos, assim como a identificação de áreas problemáticas e posterior execução de obras de macrodrenagem e microdrenagem nessas áreas.

Segundo o PMSB de Tijucas (2016) é importante a adoção de medidas voltadas à minimização do arraste de sedimentos para o sistema de drenagem com medidas de pavimentação de ruas e retenção destes sedimentos.

#### 6.1.1.6. Emitir e renovar alvarás de funcionamento apenas após a ligação da unidade à rede coletora

Esta medida se aplica no sentido de garantir a ligação adequada à rede coletora, no intuito de evitar ligações irregulares à rede pluvial, conforme conflito identificado nas oficinas participativas realizadas na bacia, apesar dessa atividade ser caracterizada como crime ambiental.

#### 6.1.1.7. Priorizar dotação de recursos para saneamento básico em áreas críticas e com problemas de poluição de mananciais superficiais e subterrâneos

Considerando os problemas financeiros enfrentados pelos municípios, conforme identificado nas reuniões realizadas com as entidades executivas dos municípios, os municípios devem identificar as áreas críticas e com problemas de poluição de mananciais superficiais e subterrâneos e promover a priorização da dotação de recursos específicos para serviços de saneamento básico nessas regiões. Também devem ser identificadas fontes de recursos estaduais

e federais que promovam a implantação de estações de tratamento, a redução dos níveis de poluição em bacias hidrográficas e a proteção dos mananciais de sistemas de produção de água.

Um exemplo é o Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas (PRODES), uma iniciativa da Agência Nacional de Águas (ANA) consiste na concessão de estímulo financeiro pela União aos prestadores de serviço de saneamento que investirem na implantação e operação de Estações de Tratamento de Esgotos (ETE). Podem participar do PRODES os empreendimentos destinados ao tratamento de esgotos com capacidade inicial de tratamento de pelo menos 270kg de DBO (carga orgânica) por dia, cujos recursos para implantação da estação não venham da União.

#### 6.1.1.8. Criação de sistemas de reserva de energia

O funcionamento dos equipamentos de dosagem de produtos químicos das ETAs, bem como as bombas de recalque, necessita de um fornecimento contínuo de energia elétrica. Problemas nesse fornecimento podem afetar o funcionamento contínuo dos equipamentos de dosagem de produtos químicos e sistemas de telemetria e controle, bem como na distribuição de água com a diminuição da pressão na rede em algumas localidades. É importante que os sistemas de tratamento sejam dotados de geradores ou outros sistemas de reservas de energia para evitar problemas de fornecimento decorrentes da falta de energia elétrica.

Conforme o PMSB de Tijucas (2016), é necessário complementar o sistema de geração de energia elétrica da ETA de forma a assegurar o funcionamento contínuo dos equipamentos e garantir o fornecimento de água.

### 6.1.2. Agricultura e irrigação

De acordo com os estudos realizados, verificou-se que o uso da água para a agricultura irrigada, criação animal, pesca e aquicultura apresenta conflitos relacionados à disputa pela água disponível em quantidade e qualidade necessárias.

De acordo com os resultados das oficinas participativas, o uso de água para a agricultura irrigada apresenta conflitos relacionados à disputa pela água disponível em quantidade e qualidade necessárias.

Constatou-se como conflitos relacionados à agricultura e recursos hídricos na bacia o desenvolvimento de atividades de agricultura e pecuária em Áreas de Preservação Permanente (APP), a supressão de mata ciliar, a poluição devido ao uso indiscriminado de agrotóxicos e fertilizantes químicos na agricultura, especialmente nos arrozais, o descarte irregular de embalagens de agrotóxicos, a falta de regulação e fiscalização de queimadas, assim como a falta de maiores investimentos na orientação dos produtores rurais sobre formas de uso sustentável da terra, entre outros fatores, gera a degradação da qualidade dos corpos hídricos, afetando muitas vezes outros usos de recursos hídricos na bacia como a produção de moluscos, um setor onde a manutenção da qualidade ambiental marinha é essencial para a manutenção dos resultados socioeconômicos e consolidação da atividade.

Conforme os cenários projetados neste Plano, prevê-se um aumento da demanda hídrica para irrigação, o que torna necessário o desenvolvimento de novas tecnologias no meio rural para adequar essa procura à disponibilidade hídrica, aliada à proteção dos recursos disponíveis.

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) desenvolve programas institucionais que incentivam os produtores rurais a otimizarem seu processo produtivo, viabilizando a redução da demanda de água para o setor de irrigação e criação animal. Entre os programas desenvolvidos estão ações voltadas à educação ambiental, à preservação da água e saneamento ambiental e à gestão socioambiental.

O Programa Desenvolvimento e Sustentabilidade Ambiental surgiu a partir da preocupação da ocupação do território realizada sem o devido planejamento, numa situação em que os custos ambientais são desconsiderados ou não valorizados. Ao considerar o crescimento demográfico e o aumento de pressões de uso e demanda pelos recursos naturais, verifica-se uma elevação na degradação do ambiente e uma redução da disponibilidade e qualidade de água. Dessa forma, o programa é direcionado ao estudo, desenvolvimento a difusão de sistemas de informações e tecnologias que possibilitem o manejo sustentável dos recursos ambientais e o destino adequado dos resíduos e efluentes agrícolas, industriais e humanos, considerando também os aspectos socioeconômicos e culturais (EPAGRI, 2018a).

O Programa Grãos contempla ações de pesquisa, assistência técnica e extensão rural, voltadas ao desenvolvimento e disponibilização de tecnologias apropriadas aos produtores de grãos, especialmente arroz irrigado, feijão e milho. Uma das formas para os produtores melhorarem suas atividades produtivas se dá pela adoção de tecnologias apropriadas às condições edafoclimáticas das propriedades. O programa então oferece serviço de pesquisa, de assistência técnica e de extensão, priorizando o alto desempenho técnico e econômico a partir da eficiência do uso das tecnologias apropriadas de produção e bom gerenciamento da atividade de produção (EPAGRI, 2018b).

O aumento da disponibilidade hídrica para a agricultura também pode ser obtido aumentando a reserva de água, por exemplo, através da coleta e armazenamento de água da chuva. De acordo com Bertoncini (2008), a estrutura necessária para a coleta de água da chuva é pequena, sendo feita nos telhados por meio de calhas de bambu, em propriedades rurais.

Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 2007), entre as vantagens do reúso de água estão a economia de água na agricultura, a reciclagem de nutrientes para irrigação, a economia de insumos, a substituição das águas de melhor qualidade, o controle de poluição sobre corpos hídricos receptores e da eutrofização. Ainda de acordo com o documento, essa fonte adicional de água é renovável e segura, podendo ser aplicada na produção agrícola de forma sustentável, sem a necessidade da expansão de novas áreas de captação. De acordo com Bertoncini (2008), o reúso de água na agricultura e na pecuária é uma alternativa viável que aumenta a eficiência da utilização de água e reduz a captação de fontes naturais e o gasto com energia elétrica.

A Tabela 134 exibe as possíveis medidas mitigadoras e ações possíveis para solucionar os problemas apresentados.

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas estruturais** | |
| Racionalizar e tornar mais eficientes os sistemas de irrigação. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Adotar medidas para reduzir perdas no cultivo de arroz irrigado. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Utilização de técnicas que propiciem a conservação do solo e o controle da erosão e do assoreamento. | Águas superficiais e subterrâneas. |

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas não estruturais** | |
| Estimular a agricultura agroecológica e orgânica. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Fomentar a elaboração de planos de monitoramento de risco ambiental de pesticidas. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Estimular a redução do uso de agrotóxicos e adoção de programas de recolhimento de embalagens. | Águas superficiais e subterrâneas. |

**Tabela 134 – Resumo das ações para a agricultura e irrigação**
Elaboração própria (2018)

### 6.1.2.1. Racionalizar e tornar mais eficientes os sistemas de irrigação

O planejamento do sistema de irrigação dos cultivos, inicialmente realizado na estruturação e sistematização da lavoura, deve buscar ser mais eficaz no manejo de água, obtendo uma melhor distribuição de água também no sistema de drenagem. A racionalização da quantidade demandada de recursos hídricos para irrigação aumenta a eficiência do processo e auxilia no equacionamento dos conflitos pelo uso de água na irrigação.

Segundo Kongyan (2005) e Rosegrant, Cai e Cline (2002), para aumentar a eficiência do uso de água é necessário investir em sistemas de irrigação mais eficientes e em novas tecnologias poupadoras de água, relacionadas ao manejo racional do recurso, à redução das perdas por evaporação e ao controle do déficit hídrico na irrigação.

Conforme Marouelli et al (2011), no Brasil apenas metade da água captada para fins de irrigação são efetivamente utilizados pelas plantas, e as perdas são maiores em sistemas de irrigação por superfície. Segundo Mantovani, Bernardo e Palaretti (2006), esse problema ocorre da baixa utilização de critérios técnicos de manejo de água na maioria das áreas irrigadas, das informações escassas e incompletas de parâmetros para manejo de água e do uso de sistemas de irrigação com baixa eficiência de aplicação de água. O desperdício de água na irrigação eleva os custos de produção e compromete a disponibilidade e qualidade da água.

Rosegrant, Cai e Cline (2002) apontam que as ações para melhorar a eficiência do uso de água na agricultura irrigada são melhorias técnicas com a adoção de sistemas de irrigação avançados, como a aspersão, o gotejamento, a microaspersão, o uso conjunto de águas superficiais e subterrâneas e a agricultura de precisão, com estratégias para o monitoramento da demanda de água pelas plantas. Outras ações incluem a adoção de estratégias de manejo de água com base na demanda da cultura e melhoria da manutenção de equipamentos.

### 6.1.2.2. Adotar medidas para reduzir perdas no cultivo de arroz irrigado

Segundo Gomes et al. (2008), as perdas de água por percolação e infiltrações no cultivo de arroz dependem de atributos intrínsecos do solo relacionados a sua textura e estrutura e da topografia do terreno, altura da lâmina de água, permeabilidade e da existência, próximo à área irrigada, de canais de drenagem profundos. Todavia, sempre que a quantidade de água infiltrada no solo superar a sua capacidade de retenção, ocorrerão perdas por percolação profunda.

O manejo do uso de água nas lavouras de arroz irrigado por inundação é fundamental para a redução das perdas. A altura da lâmina de água bem como a rede de drenagem da lavoura devem ser adaptadas para maior eficiência.

De acordo com o PRH de Itapocu (SANTA CATARINA, 2017a), deve-se incentivar a adoção do sistema pré-germinado, uma vez que esse sistema apresenta uma demanda hídrica média menor para o cultivo de arroz.

Segundo a Epagri (2010, não paginado):

> A pré-germinação é realizada imergindo-se as sementes em água, à temperatura ambiente, durante 24 a 48 horas mantendo-as, após, por igual período fora d'água, até que se inicie o processo de germinação, com a emissão da radícula e do coleóptilo. A pré-germinação tem como objetivo adequar as sementes para a semeadura em áreas alagadas.

As sementes podem ser colocadas em tambores, cochos, tanques ou outros recipientes providos de sistema de drenagem, ou colocadas em sacos dentro de rios, vales ou açudes.

Outras estratégias que podem ser adotadas são: sistematização e regularização do terreno; racionalização e melhoria nos procedimentos operacionais; construção de taipas antecipadas; redução das perdas de água por infiltrações laterais e percolação; redução do período de irrigação; controle da altura da lâmina de água; uso de sistemas intermitentes de irrigação; uso de cultivares de arroz de menor duração do ciclo biológico (precoce ou superprecoce), que apresentem alta produtividade; cultivo do arroz em solos favoráveis; consideração da chuva efetiva na lavoura; e melhoria da capacitação e treinamento em serviço das práticas poupadoras de água (GOMES et al., 2008).

#### 6.1.2.3. Utilização de técnicas que propiciem a conservação do solo e o controle da erosão e do assoreamento

O problema da erosão ocorre principalmente com o manejo inadequado em áreas de cultura. Essa exposição e abertura do solo pode provocar o carreamento de sedimentos para os corpos hídricos, influenciando na qualidade hídrica, além de ser uma das causas do assoreamento. Uma das técnicas que podem controlar esses eventos é o terraceamento, que disciplina o volume de escoamento das águas, reduzindo a declividade do terreno e, por consequência, a velocidade da água, contribuindo para a recarga de aquíferos.

Segundo Machado e Wadt (2016), o terraceamento da lavoura é uma prática de combate à erosão fundamentada na construção de terraços com o propósito de disciplinar o volume de escoamento das águas das chuvas. Essa prática deve ser utilizada em conjunto com manejo do solo, calagem e adubação fertilizante balanceadas e com práticas como: a rotação de culturas e cultivo em nível ou em contorno.

#### 6.1.2.4. Estimular a redução do uso de agrotóxicos e adoção de programas de recolhimento de embalagens

De acordo com a proposta do Programa Nacional de Redução de Agrotóxicos (PRONARA), desenvolvido pelo Grupo de Trabalho de Agrotóxicos da Comissão Nacional de

Agroecologia e Produção Orgânica (CNAPO), deve-se estimular a ampliação da fiscalização das medidas de recolhimentos de embalagens de agrotóxicos e destinação final de produtos vencidos e contaminados.

A Lei nº 12.305 (BRASIL, 2010) trata sobre a Política Nacional de Resíduos Sólidos e o art. 33 atribui ao setor de agrotóxicos a responsabilidade de estruturar e implementar um sistema de logística reversa para receber os resíduos após o uso dos produtos.

Um exemplo de política para recolhimento de embalagens de agrotóxicos é a Campanha de Recolhimento de Embalagens de Agrotóxicos Vazias (CAMPO LIMPO), iniciativa da ARASUL, do Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina (IMA) – antiga Fundação do Meio Ambiente (Fatma), com parceria das prefeituras, da EPAGRI, da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc) e das empresas que comercializam agrotóxicos. A campanha contou com o envolvimento dos municípios de Águas Mornas, Angelina, Anitápolis, Antônio Carlos, Canelinha, Governador Celso Ramos, Major Gercino, Nova Trento, Rancho Queimado, Santo Amaro da Imperatriz, São Bonifácio, São João Batistas, São Pedro de Alcântara e Tijucas.

Conforme reunião com a Prefeitura de Antônio Carlos, é preciso fomentar Projetos de Agricultura Familiar Orgânica para estimular a consciência ambiental, minimizando impactos gerados pelo grande uso de agrotóxicos e a alta demanda de água, e ainda prover recursos financeiros destinados a programas de Agricultura Familiar.

De acordo com os registros da reunião com a Prefeitura de Rancho Queimado, é necessário implementar programas de logística reversa para embalagens de agrotóxicos. A reunião apontou ainda a necessidade de desenvolver e ampliar o Programa Merenda Escolar, que oferece alimentos orgânicos para as escolas. Outra medida é estimular a transição da agricultura convencional para a agricultura orgânica.

As reuniões com as prefeituras de Angelina e de São João Batista apresentaram como ação a necessidade de fomentar projetos para a redução do uso de agrotóxicos e produção orgânica através da disseminação de técnicas de agroecologia.

#### 6.1.2.5. Estimular a agricultura agroecológica e orgânica

Como complementação ao controle de pesticidas utilizados na agricultura, cabe o estímulo à agroecologia, na qual não há a utilização de pesticidas. A agroecologia é um modelo de produção agrícola que se preocupa em manter a produtividade do solo a longo prazo e, para isso, utiliza de artifícios que mantenham a terra em condições férteis de produção para que esta possa ser reutilizada em novos plantios. Entre esses artifícios estão a compostagem, o uso de defensivos naturais, a rotação de culturas, a diversidade no plantio, entre outros.

A área da bacia tem um grande potencial para a produção orgânica e agroecológica, devido ao fato de ser constituída, principalmente, de pequenas propriedades rurais, dispor de mão de obra qualificada e instituições de apoio, como a Epagri, além de estar próxima a centros consumidores, como Florianópolis.

Devem ser promovidas ações de incentivo à produção orgânica e agroecológica, através da criação de linhas de crédito específicos e, principalmente, da promoção de capacitações nas distintas etapas da cadeia produtiva, desde a produção até a comercialização.

Também devem ser divulgadas as ações e iniciativas de associações e grupos de agricultores que trabalham com agricultura agroecológica e orgânica, buscando a facilitação da cooperação entre grupos e trocas de experiências.

#### 6.1.2.6. Fomentar a elaboração de planos de monitoramento de risco ambiental de pesticidas

O cultivo e o manejo do solo exercem grande influência na qualidade das águas subterrâneas e nas taxas de recarga de alguns aquíferos. Algumas práticas agrícolas são capazes de causar contaminação difusa por nutrientes e pesticidas. Assim, estudos de monitoramento ambiental devem ser realizados para a delimitação dos limites máximos para resíduos de pesticidas e para que práticas de remediação sejam recomendadas (RIBEIRO, et al., 2007).

### 6.1.3. Criação animal

Segundo os resultados das oficinas participativas do Plano, o uso de água para a criação animal, assim como para agricultura e irrigação, apresenta conflitos relacionados à disputa pela água disponível devido à expansão da fronteira agropecuária, afetando negativamente o corpo hídrico.

A proximidade da pecuária nas margens dos rios compromete a regeneração natural da mata ciliar devido ao pisoteio e alimentação herbívora, além de aumentar a presença de dejetos carreados para as águas dos rios. Outro problema é a devastação da vegetação nativa, devido à limpeza dos terrenos.

Conforme citado anteriormente, a Epagri desenvolve programas institucionais que incentivam a redução da demanda de água para o setor de irrigação e criação animal.

O Programa Desenvolvimento Sustentável da Pecuária contempla as atividades de bovinocultura de leite, bovinocultura de corte, ovinocultura e apicultura. O objetivo do programa é aumentar a competitividade da pecuária, utilizando sistemas sustentáveis de produção, a base de pastagens perenes e sistemas de múltiplo uso, visando o fortalecimento da agricultura familiar, segurança alimentar e a qualidade dos produtos.

A Tabela 135 exibe as possíveis ações e medidas mitigadoras para solucionar os problemas apresentados.

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas estruturais** | |
| Promover o aproveitamento de resíduos orgânicos e o manejo de resíduos agropecuários. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Incentivo à implantação de esterqueiras. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| **Medidas não estruturais** | |
| Aumentar a fiscalização de atividades pecuárias nas proximidades das margens do rio. | Águas superficiais e subterrâneas. |

**Tabela 135 – Resumo das ações para a criação animal**
Elaboração própria (2018)

### 6.1.3.1. Promover o aproveitamento de resíduos orgânicos e o manejo de resíduos agropecuários

De modo geral, a reciclagem dos resíduos no meio rural pode ser feita com o objetivo de reciclagem energética ou reciclagem orgânica e de nutrientes. A reciclagem energética de resíduos tem como objetivo a geração de calor ou de gás combustível. A conversão de matéria orgânica em energia pode ser consumada através de vários processos, dependendo do material e do tipo de energia desejada.

Conforme Konzen (2000), é possível reaproveitar dejetos animais por meio de alternativas de manejo, sistemas de tratamento dos resíduos e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção de grãos (entre eles milho e soja), forragens e pastagens para bovinos, como já ocorre no Triângulo Mineiro e no Centro-Oeste brasileiro.

Outra alternativa é a implantação de biodigestores como fonte alternativa de energia para a área rural.

De acordo com Augusto e Kunz (2011, p. 164):

> A biodigestão anaeróbia é o processo biológico no qual a matéria orgânica é degradada na ausência de oxigênio, formando majoritariamente metano ($CH_4$) e dióxido de carbono ($CO_2$). Essa mistura de gases é denominada de biogás e pode ser coletada e usada como fonte de energia (térmica ou elétrica) em substituição aos combustíveis fósseis, diminuindo a demanda e o impacto ambiental pela utilização de uma fonte de energia renovável.

Ainda segundo esses autores, a biodigestão anaeróbia pode ser usada no tratamento de resíduos sólidos ou líquidos, reduzindo a poluição ocasionada pelo lançamento do dejeto no meio ambiente e ainda oferecendo como subprodutos biogás e biofertilizantes, que podem ser aplicados na propriedade rural.

Os resíduos orgânicos de origem animal têm grande representatividade na área de estudo. Como constatado em todas as Unidades de Gestão (UG) do Plano, com exceção da UG Perequê, a carga orgânica animal ultrapassa a carga orgânica doméstica. Assim, o reaproveitamento dos resíduos agropecuários é de suma importância para a garantia da qualidade das águas.

### 6.1.3.2. Incentivo à implantação de esterqueiras

Segundo Cardoso, Oyamada e da Silva (2015), a contaminação dos lençóis freáticos é o principal problema ambiental causado pelo manejo inadequado dos dejetos suínos. Os principais tipos de processos de tratamento desses dejetos no Brasil são: lagoas de decantação, esterqueiras, bioesterqueiras, biodigestores, compostagem e cama sobreposta.

A utilização de esterqueiras em sequência a aplicação do esterco no solo pode reduzir a necessidade de fertilizantes agrícolas, funcionando como adubo orgânico, reduzindo a poluição ambiental nas áreas de maior concentração de animais. Esse processo visa a reutilização dos resíduos animais reduzindo a carga poluidora que atinge os recursos hídricos da bacia.

#### 6.1.3.3. Aumentar a fiscalização de atividades pecuárias nas margens do rio

As atividades pecuárias próximas às margens dos rios geram impactos principalmente sobre as matas ciliares, sendo substituídas por pastagens, propiciando a ocorrência de eventos como a erosão do solo.

Desta forma, uma maior fiscalização quanto às atividades pecuárias pode ser determinante na manutenção das matas ciliares e consequentemente promover a melhoria da qualidade dos corpos hídricos

### 6.1.4. Pesca e aquicultura

Segundo os resultados das oficinas participativas e das reuniões realizadas com a comunidade realizadas para este Plano de Recursos Hídricos, o uso de água para a pesca e aquicultura apresenta conflitos relacionados à disputa pela água disponível, à má qualidade dos corpos hídricos e a falta de estrutura para a maricultura. Também foi relatado problemas relacionados à falta de incentivos para promoção da pesca artesanal e falta de fiscalização na pesca industrial em áreas próximas à costa.

A Epagri desenvolve programas institucionais que incentivam a pesquisa e ações de desenvolvimento sustentável do setor. O Programa Aquicultura e Pesca da Epagri abrange atividades de pesquisa, desenvolvimento ações de extensão rural e pesqueira, nas áreas de maricultura, piscicultura de águas continentais e pesca. Visa ainda o fortalecimento e consolidação das cadeias produtivas da piscicultura e do cultivo de moluscos, o fomento da capacidade de gestão e organização dos pescadores e a agregação de valor ao pescado e ao desenvolvimento de tecnologias para o cultivo de novas espécies como alternativa de renda aos aquicultores e pescadores.

A Tabela 136 exibe as possíveis ações para minimizar os problemas apresentados.

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas estruturais** | |
| Melhoria do sistema de saneamento básico em áreas de maricultura. | Águas superficiais. |

**Tabela 136 – Resumo das ações para a pesca e aquicultura**
Elaboração própria (2018)

#### 6.1.4.1. Melhoria do sistema de saneamento básico em áreas de maricultura

Segundo Hoffmann et al. (2017), o desenvolvimento do cultivo de moluscos em Santa Catarina teve início no final da década de 80, através de um programa de pesquisa e extensão do Laboratório de Mexilhões-LAMEX, atual Laboratório de Moluscos Marinhos (LMM) do departamento de Aquicultura da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), em conjunto com a Associação de Crédito e Assistência Pesqueira de Santa Catarina (ACARPESC), atual Epagri, envolvendo pescadores artesanais. O espaço marinho foi ocupado de forma desordenada, onde a situação irregular dos maricultores impedia a sua inserção em políticas públicas e a obtenção de incentivos de apoio à produção.

Segundo o Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável da Maricultura Catarinense,

> Moluscos bivalves como ostras, mexilhões, vieiras e berbigões são organismos filtradores que capturam seu alimento da água. Juntamente com seu alimento, formado principalmente por microalgas e microorganismos naturalmente presentes no mar, os moluscos podem filtrar e acumular bactérias, vírus e toxinas patógenas aos seres humanos. Isto significa que a qualidade destes alimentos está diretamente relacionada às condições sanitárias das águas onde são cultivados. No caso específico dos contaminantes microbianos, o risco é aumentado pelo hábito de se consumir bivalves crus (ex: ostras) ou levemente cozidos (ex: mexilhões). Por este motivo, a manutenção da qualidade ambiental marinha é essencial para a manutenção dos resultados socioeconômicos e consolidação deste setor. (EPAGRI, 2015, p. 28).

A Cidasc monitora, quinzenalmente, 26 pontos do Litoral Catarinense para avaliar a qualidade da água, no que se refere ao consumo dos alimentos produzidos nesses espaços, e a Epagri estuda criar um processo de classificação das áreas produtivas de moluscos, conforme a quantidade de resíduos presentes. Isso permitiria a rastreabilidade dos produtos da maricultura catarinense.

O Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável da Maricultura Catarinense (EPAGRI, 2015) prevê entre suas metas intervenções ambientais que possuem relação direta com a qualidade dos corpos hídricos.

- Meta 16 – Aumentar os investimentos em coleta e tratamento de esgotos.
- Meta 17 – Ampliar os programas de monitoramento sanitário das áreas de cultivo.
- Meta 18 – Implantar programas de monitoramento ambiental.
- Meta 19 – Criar um selo de procedência para produtos da maricultura catarinense.
- Meta 20 – Obter certificação orgânica e de comércio justo.

Para atingir essas metas, o Plano Estratégico indica a necessidade da Cidasc, as Prefeituras e o Governo Estadual intensificarem os investimentos para assegurar que a rede de coleta e tratamento atenda toda Grande Florianópolis. Todas as prefeituras de municípios produtores de moluscos devem ser informadas e engajadas no Plano Estratégico de Desenvolvimento, de forma a estarem comprometidas em ampliar a rede de coleta e tratamento de esgotos, com apoio do Ministério das Cidades e de agências de cooperação e bando de desenvolvimento internacional.

Além de investimentos em implantação de redes e estações de tratamento, ações de melhoria nos sistemas de tratamento existente também são necessárias, como a instalação de medidores de transbordo.

O transbordo de ETE ou Estações Elevatórias de Esgoto (EEE) pode ocorrer durante eventos climáticos extremos ou panes de energia. Para minimizar o problema é necessário a instalação de medidores do nível de líquido equipados com alarmes. Esses dispositivos podem ser configurados para indicar quando um excesso de volume ocorre e alertar a Cidasc e as associações de produtores sobre o problema, criando um canal de comunicação direto entre o setor da maricultura com as empresas de saneamento básico, como já existe em outros países (SANTA CATARINA, 2017b).

### 6.1.5. Indústria

Nas oficinas e reunião realizadas na bacia identificou-se que o uso de recursos hídricos para o setor industrial apresenta conflitos relacionados à disputa pela água disponível em quantidade e qualidade para atender aos diversos setores usuários.

Ações voltadas para minimizar esse conflito visam especialmente controlar e prevenir a geração de resíduos industriais, promover o fortalecimento da capacidade institucional de gestão de resíduos através de ações de cooperação intersetoriais e implementar instrumentos de controle mais eficientes de forma a possibilitar o uso de outros instrumentos para a gestão, planejamento e tomada de decisão pelos setores público e privado.

Além disso é importante dispor de um plano de desenvolvimento integrado que considere a bacia hidrográfica como unidade de planejamento, visando garantir a disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade para todos os usos da bacia.

A Tabela 137 exibe as possíveis ações para solucionar os problemas apresentados.

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas estruturais** | |
| Implantação de medidas de controle da carga poluidora. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Promover a redução da demanda por água. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| **Medidas não estruturais** | |
| Adequação à legislação vigente, à fiscalização e ao monitoramento. | Águas superficiais e subterrâneas. |

**Tabela 137 – Resumo das ações estratégicas para o setor industrial**
Elaboração própria (2018)

#### 6.1.5.1. Implantação de medidas de controle da carga poluidora

A Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011 do Conama, dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes. A Seção II das Condições e Padrões de Lançamento de Efluentes, art. 16, afirma que os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam às condições e aos padrões previstos nesse artigo (BRASIL, 2011c).

A promoção de projetos de Estação de Tratamento de Efluentes Industriais (ETEI) permite que estudos preliminares de tratabilidade indiquem as técnicas e tecnologias a serem empregadas no tratamento do efluente industrial.

Além do tratamento dos efluentes industriais por parte das empresas, é necessário que a iniciativa pública realize incentivos, a fim de promover e intensificar o tratamento de água utilizada nos processos produtivos do setor industrial.

É possível ainda promover a redução da geração de resíduos industriais por meio do fortalecimento da capacidade institucional de gestão dos resíduos e da implementação de instrumentos de controle mais eficientes. Além disso a geração e divulgação de informação ambiental e ações de educação ambiental voltadas para o setor, são importantes para divulgar e promover boas práticas, de forma a possibilitar o uso de outros instrumentos para a gestão de resíduos e subsidiar o processo de planejamento e a tomada de decisão pelos setores público e privado.

#### 6.1.5.2. Promover a redução da demanda por água

O levantamento de informação sobre como se dá o uso de água nas etapas do processo produtivo industrial é essencial para identificar ações que promovam a redução da demanda de água para os processos produtivos. Além disso pode subsidiar a elaboração de planos de investimento, mapeando áreas onde é possível realizar melhorias e motivar acionistas a adotar práticas sustentáveis.

Em conjunto com a racionalização do uso de água, pode-se buscar medidas de reaproveitamento nos diferentes processos produtivos. O reúso de águas nas operações industriais consiste no aproveitamento dos efluentes da própria empresa, após o tratamento, como insumo reintroduzido no processo de produção. A reutilização de água depende das diferentes necessidades de qualidade em cada etapa do processo industrial.

É preciso também encorajar projetos adicionais de racionalização e reutilização de água. Outra medida de controle de dejetos industriais é a redução da geração de resíduos por meio de técnicas que possibilitem a redução do resíduo, procedimentos que viabilizem sua recuperação ou reciclagem, assim como a utilização de alternativas que levem em conta as técnicas de disposição no solo. Outras ações são mudanças tecnológicas, substituição de matérias primas e alterações nos procedimentos e práticas operacionais.

#### 6.1.5.3. Adequação à legislação vigente, à fiscalização e ao monitoramento

As atividades que causam impactos ambientais devem se adequar à legislação vigente por meio de licenciamento ambiental, visando minimizar o impacto ambiental, atendendo ao disposto na Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011 do Conama, que define as condições e padrões de lançamento de efluentes, entre outras providências.

Os processos de licenciamento do setor industrial devem estimular a realização do automonitoramento, com base em análises amostrais para o controle e o acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores por parte dos responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos. Os parâmetros e padrões devem ser determinados pelo órgão ambiental competente que deverá averiguar o monitoramento.

É necessário ainda reforçar as ações de fiscalização ambiental e a realização de monitoramentos periódicos, sobretudo nos pontos de lançamento, visando coibir ações irregulares e identificar possíveis problemas antes do impacto ambiental ser consolidado.

### 6.1.6. Mineração

Segundo os resultados das oficinas o uso de água para a mineração apresenta conflitos relacionados à disputa pela água disponível, uma vez que as atividades de mineração elevam a turbidez da água, aumentam a exposição do solo a processos erosivos, além de alterar na quantidade e qualidade dos recursos hídricos superficiais e subterrâneos.

Conforme abordado nos cenários de demanda hídrica, deve ocorrer nos próximos anos um aumento da demanda hídrica para mineração, o que torna necessária a criação de medidas para reduzir esses conflitos e os danos causados por essa atividade.

No município de São João Batista, realizou-se um laudo Técnico da Associação Caminho das Águas de Tijucas, do Comitê da Bacia Hidrográfica dos rios Tijucas e Biguaçu, conforme Maia et al. (2012), informando sobre a presença de mineradoras e de um Termo de Ajuste de Conduta (TAC) para Extração de areia, argila e saibro no Vale do Rio Tijucas, firmado no ano de 2005. Além disso, pontuou sobre a percepção de que as normas de extração estariam sendo descumpridas.

Nas Oficinas de Reconhecimento do Território constatou-se ainda como pontos fracos da bacia a extração mineral nos padrões como é realizada atualmente e a existência de conflitos entre agricultores e mineradores devido às erosões nas margens dos rios.

A Tabela 138 exibe as possíveis medidas/ações mitigadoras para solucionar os problemas apresentados.

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas não estruturais** | |
| Fiscalização nas áreas de extração de areia em leito de rio. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Implementar o Plano Diretor de Mineração, além de adequar a atividade mineradora de acordo com a Agência Nacional de Mineração (ANM) | Águas superficiais |

**Tabela 138 – Resumo das ações para a mineração**
Elaboração própria (2018)

### 6.1.6.1. Fiscalização nas áreas de extração de areia em leito de rio

As atividades de extração de areia, ao mesmo tempo em que são importantes para o desenvolvimento socioeconômico de uma região, também apresentam impactos negativos, quando se considera os efeitos sobre o meio ambiente.

Segundo o estudo técnico da Confederação Nacional dos Municípios (CNM, 2012), alguns municípios do País contam com a Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais (CFEM), que é uma contrapartida que a empresa de exploração paga aos municípios, estados e União pela utilização econômica dos recursos minerais em seus respectivos territórios.

A emissão de licenças ambientais para locais em que a mineração em leito de rio possa ser realizada deve estar de acordo com as normas e procedimentos para licenciamento ambiental no setor de extração mineral definidas pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Segundo a Resolução nº 10 do Conama, de 6 de dezembro de 1990, a exploração de bens minerais deverá ser precedida de licenciamento ambiental do órgão estadual de meio ambiente ou do Ibama (BRASIL, 1990).

Em caso de o minerador praticar a atividade sem a devida autorização ou licença, incorrerá na prática de crime contida na norma do art. 44 da Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (BRASIL, 1998), podendo cumprir a pena de detenção no período de seis meses a um ano, além do pagamento de multa.

Nas oficinas participativas da bacia foram identificados diversos pontos onde a extração de areia no leito dos rios é realizada de maneira irregular, sendo a principal causa da desestabilização do talude e intensificação do processo erosivo ripário. É preciso fomentar a adequação, licenciamento e fiscalização periódica do serviço de extração de areia.

#### 6.1.6.2. Implementar o Plano Diretor de Mineração além de adequar a atividade mineradora de acordo com a ANM

O Plano Diretor de Mineração tem por objetivo realizar o diagnóstico técnico setorial, usando a estratégia participativa e democrática de ampla discussão com representantes de órgãos afins, de entidades representativas do setor e da sociedade organizada. Devem conciliar o aproveitamento das substâncias minerais com a ocupação do solo e os efeitos de degradação ambiental relacionados.

A implementação do Plano Diretor de Mineração deve se basear na realização de estudos complementares quanto à proteção dos solos durante o processo de licenciamento, de forma a reduzir processos erosivos e despejo de efluentes no corpo hídrico.

No município de Tijucas já existe um Plano Diretor de Mineração, instituído pela Lei Complementar nº 05/2010 (TIJUCAS, 2016).

### 6.1.7. Transporte hidroviário e navegação

O transporte hidroviário é uma atividade que ainda necessita de estudos sobre impactos ambientais e viabilidade de implementação na bacia.

É importante promover estudos para a avaliação do potencial hidroviário da bacia hidrográfica, com levantamento de informações acerca da infraestrutura disponível (extensão, calado, vazão e obstáculos), bem como das embarcações.

O estado de Santa Catarina através do Pró-Náutica, que tem como objetivo manter a competitividade da indústria catarinense e fomentar o polo náutico do Estado, promove incentivos à Indústria Náutica que beneficia a indústria de embarcações de lazer, através da redução de carga tributária.

A Tabela 139 exibe as possíveis medidas e ações mitigadoras para solucionar os problemas apresentados.

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas não estruturais** | |
| Prever, no planejamento estratégico municipal e estadual, a compatibilização entre os projetos hidroviários e de aproveitamento turístico com os de geração de energia elétrica. | Águas superficiais. |
| Realizar estudos para levantar o potencial hidroviário da bacia. | Águas superficiais. |
| Realizar estudos do impacto cumulativo da implantação das diversas PCHs na bacia. | Águas superficiais. |

**Tabela 139 – Resumo das ações do transporte hidroviário e navegação**
Elaboração própria (2018)

O Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina (Sebrae) desenvolveu, em 2015, o Plano Estratégico de Desenvolvimento do Setor Náutico do município de Tijucas, que ainda não teve início de implementação. Na região há histórico de construção naval artesanal, a qual deve ser estimulada para evitar o desaparecimento de estaleiros familiares.

### 6.1.8. Turismo e lazer

Com vistas ao desenvolvimento do potencial turístico da região, pautado especialmente no ecoturismo e no turismo sustentável, percebe-se a importância da

elaboração de estudos para proporcionar a descoberta de novas possibilidades de exploração dessa atividade na bacia.

A Tabela 140 apresenta as possíveis medidas a serem realizadas para compatibilizar o uso de água para o turismo e lazer.

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas não estruturais** | |
| Estruturar e estimular as atividades turísticas sustentáveis existentes na bacia. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Avaliar a viabilidade e o potencial de incentivar novas atividades de ecoturismo e desenvolver políticas de incentivo e valorização do potencial turístico da bacia. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Desenvolver atividades de lazer, turismo rural e ecoturismo, considerando o potencial da região e pautando-se por estudos de viabilidade de tais atividades. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Incentivar estudos para minimizar os efeitos nocivos da mineração nos rios navegáveis e promover o diálogo entre as partes interessadas. | Águas superficiais e subterrâneas. |

**Tabela 140 – Resumo das ações para o turismo e lazer**
Elaboração própria (2018)

Segundo a reunião com a Prefeitura de Tijucas, entre as ações de turismo e lazer para a região, destaca-se o interesse em aproveitar a instalação do complexo náutico Tijucas Marine Center para trazer recursos e benefícios para o município e para a bacia.

A partir do levantamento realizado nas oficinas de reconhecimento do território, constante no relatório da Etapa B deste Plano de Recursos Hídricos, a mineração mostrou-se como uma atividade que pode prejudicar a navegação em certos trechos da bacia, devido ao assoreamento dos rios. Assim, devem ser realizados estudos para propor formas de mitigar os efeitos nocivos desta importante atividade econômica, além de promover o diálogo entre os setores do comércio e comunidade para garantir que as soluções se aproximem dos interesses de ambas as partes.

### 6.1.9. Conservação de mananciais e manutenção de ecossistemas

De acordo com os resultados das oficinas realizadas para o Plano de Recursos Hídricos, a conservação de mananciais e de ecossistemas deve ser realizada, a fim de reduzir aspectos que diminuam a quantidade e qualidade da água disponível.

A Tabela 141 exibe as possíveis medidas e ações mitigadoras possíveis para solucionar os problemas apresentados.

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas não estruturais** | |
| Fomento à implementação do programa de proteção de mananciais superficiais e subterrâneos. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Fiscalização e controle de ocupação em APPs. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Limitar a quantidade de água explotada. | Águas superficiais e subterrâneas |
| Implementar programas de incentivo para adesão aos programas de preservação. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Implantação e ampliação de bancos de sementes de espécies nativas. | Águas superficiais e subterrâneas. |

**Tabela 141 – Resumo das ações para a conservação de mananciais e manutenção de ecossistemas**
Elaboração própria (2018)

#### 6.1.9.1. Fomento à implementação de programa de proteção de mananciais superficiais e subterrâneos

É necessário a implementação de um Programa de Proteção de Mananciais Superficiais e Subterrâneos, para que haja o mapeamento, a identificação e a implementação de práticas que visem a preservação das unidades aquíferas, como a consolidação dos locais de perímetros de proteção de poços (PPP), em conjunto com as medidas de conservação dos mananciais superficiais. Os PPPs são definidos para impedir a contaminação da água subterrânea por atividades antrópicas.

De acordo com Rheinheimer (2010), o cultivo em áreas inapropriadas ou de preservação, o uso de agrotóxicos, a substituição da mata nativa por espécie exótica, a adubação fosfatada e a ausência de tratamento de dejetos alteram os parâmetros de potabilidade das águas.

Para eliminar completamente o risco de contaminação de um manancial de água potável, quer seja poço ou fonte, recomenda-se que as atividades potencialmente contaminantes sejam proibidas dentro de sua área de captação de recarga, formando um perímetro de proteção (WAHNFRIED; HIRATA, 2005).

É necessário manter e apoiar programas e ações que assegurem a preservação da bacia e que possibilitem atender ao suprimento da população no futuro, somando esforços com todos os entes públicos e privados ligados ao meio ambiente.

#### 6.1.9.2. Fiscalização e controle de ocupação em Áreas de Preservação Permanente (APP)

A ocupação irregular das áreas de preservação permanente pela agricultura, pecuária ou crescimento urbano desordenado causam prejuízos à qualidade de vida e ao desenvolvimento econômico da bacia.

A preservação das APPs tem um importante papel de proteção e manutenção dos recursos hídricos, de conservação da diversidade da fauna e flora, de impedimento de processos erosivos, de inundação e assoreamento, bem como o controle da poluição da água.

Mesmo nos perímetros urbanos, as áreas com mais de 45º de declividade também são APPs e devem permanecer com a vegetação nativa preservada, assim como as áreas de topos de morro, montes e montanhas – reconhecidas paisagens de recarga de aquíferos, as quais devem ser mantidas com a vegetação nativa preservada. Ocupar essas áreas aumenta o risco de deslizamentos e causa impactos na qualidade e na quantidade das águas subterrâneas.

Deve-se incentivar o controle das ocupações e desmatamentos em áreas de preservação permanente, promovendo também a recuperação da mata ciliar degradada nos corpos hídricos da bacia.

#### 6.1.9.3. Limitar a quantidade de água explotada

Nas UGs com situação hídrica péssima, crítica e muito crítica é necessário limitar a quantidade de água explotada, baseada na taxa de recarga dos aquíferos. Assim, é preciso realizar o cadastramento dos poços e consequentemente a fiscalização da extração.

Na região ocorre a captação de água através de ponteiras, que é feita sem qualquer tipo de acompanhamento técnico, aumentando ainda mais as chances de contaminação e de superexplotação das reservas.

#### 6.1.9.4. Implementar programas de incentivo para adesão aos programas de preservação

Para incentivar o produtor rural e investir em ações que ajudem a preservar a água, a ANA criou o Programa Produtor de Água. Este usa o conceito Pagamento por Serviços Ambientais (PSA), que estimula os produtores a investirem no cuidado do trato com as águas, recebendo apoio técnico e financeiro para implementação de práticas conservacionistas.

O Programa Produtor de Água é um forte aliado para a conservação de mananciais através das propriedades rurais, trazendo como benefícios a recuperação e a proteção das nascentes, o saneamento ambiental, a melhor qualidade da água bruta e o menor custo de tratamento da água.

Também podem ser propostos incentivo à adoção pelos municípios de programas como o Programa IPTU Verde com redução nas taxas de IPTU para imóveis que apresentem projetos de captação de água da chuva, telhados verdes, captação de energia solar e tratamento de esgoto.

#### 6.1.9.5. Implantação e ampliação de bancos de sementes de espécies nativas

A criação ou a ampliação de bancos de sementes nativas têm como objetivo a recuperação de áreas degradadas, como na recomposição de matas ciliares, essenciais para a saúde da bacia hidrográfica.

### 6.1.10. Gestão dos recursos hídricos

O Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica é o principal órgão de gestão participativa e integrada de água. Esse Comitê deve promover ações conjuntas entre os municípios, estado e entidades da União, visando a realização de estudos sobre a bacia, ampliar a rede de monitoramento e implementar políticas de proteção dos recursos hídricos.

O Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas (PROCOMITÊS) tem o objetivo de contribuir para o aperfeiçoamento da capacidade operacional dos Comitês de Bacias Hidrográficas. Além disso, também promove a consolidação desses colegiados como espaços eficazes na elaboração das políticas de recursos hídricos, de forma descentralizada e participativa.

Uma questão relevante a ser tratada no âmbito dos comitês de bacias é a compatibilização dos Planos que abrangem os municípios e que se relacionam com a problemática de recursos hídricos como os Planos Diretores, de Saneamento Básico, de Recursos Hídricos Estadual, entre outros.

Segundo a Lei nº 11.445 (BRASIL, 2007), todas as prefeituras têm a obrigação de elaborar seu PMSB. Sem ele, a partir de 2014, as prefeituras passaram a não poder mais receber recursos federais para projetos de saneamento básico. As atividades previstas pelos planos de saneamento estão relacionadas ao abastecimento de água potável, ao esgotamento sanitário, ao manejo de resíduos sólidos e a drenagem e manejo das águas pluviais urbanas. Nesse sentido, deve-se implementar e fomentar os PMSBs já existentes e apoiar a elaboração de políticas municipais de saneamento básico, incluindo os respectivos marcos regulatórios.

Além disso, se faz necessária a elaboração de planos diretores para os municípios que não os possuem, para regularizar o uso e a ocupação do solo, preservando áreas de interesse ambiental e a gestão integrada dos órgãos da bacia.

Alguma das ações necessárias estão listadas na Tabela 142.

| Ação | Recurso Afetado |
|---|---|
| **Medidas não estruturais** | |
| Ampliar a rede de monitoramento de qualidade da água. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Fomentar a implantação de redes de informação e a realização de estudos sobre a bacia. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Implementar ações de proteção contra eventos críticos. | Águas superficiais. |
| Incentivo à captação, ao armazenamento e ao uso de água da chuva. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Fiscalização, regulação, outorga e cobrança. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Implementar o Pagamento por Serviços Ambientais | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Educação ambiental, capacitação e mobilização social. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Implementar e fomentar os PMSBs já existentes e apoiar a elaboração das políticas municipais de saneamento básico, incluindo os respectivos marcos regulatórios. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Fortalecimento do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Compatibilização, integração e articulação entre os diferentes planos que envolvem os municípios da bacia. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Incentivo à elaboração de planos diretores e de planejamento urbano. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Promover a gestão integrada dos órgãos da bacia. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Fomentar estudos técnicos para a melhoria da capacidade gerencial e a maior eficiência, eficácia e efetividade na prestação dos serviços de saneamento básico. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Sistematização, estruturação e manutenção de base de dados de recursos hídricos. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Melhorar a fiscalização e o planejamento da ocupação do solo de áreas com relevância para a manutenção dos rios, ribeiros e mananciais. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Incentivo à adoção pelos municípios do Programa Imposto Predial e Territorial Urbano (IPTU) Verde. | Águas superficiais e subterrâneas. |
| Incentivar a aprovação do ICMS Ecológico. | Águas superficiais e subterrâneas. |

**Tabela 142 – Resumo das ações para gestão dos recursos hídricos**
Elaboração própria (2018)

### 6.1.10.1. Ampliar a rede de monitoramento de qualidade da água

O monitoramento é uma das ferramentas que compõe o sistema de informações sobre os recursos hídricos, um dos instrumentos da Lei das Águas, Lei Federal nº 9.433/1997, que visa principalmente à produção, à sistematização e à disponibilização de dados e informações sobre as condições hídricas em termos de quantidade e qualidade de água para os diversos usos. Este sistema de informações é fundamental para a aplicação de todos os instrumentos previstos na Lei das Águas (BRASIL, 1997b) e para a disseminação de informações confiáveis, sendo de extrema importância para a tomada de decisões seguras em um sistema compartilhado de decisão.

Magalhães (2000) afirma que o adequado monitoramento pode ser considerado como um dos pré-requisitos para o sucesso de qualquer sistema de gestão de águas, já que permite a obtenção do arcabouço de informações necessárias, o acompanhamento das medidas efetivadas, a atualização da base de dados e o direcionamento das decisões.

O monitoramento da qualidade da água visa identificar as alterações nas características físicas, químicas e biológicas da água, decorrentes de atividades antrópicas e de fenômenos naturais. Das práticas relacionadas a esse monitoramento inclui a coleta de dados e de amostras de água em locais específicos georreferenciados, realizada em intervalos regulares de tempo, de modo a gerar informações que possam ser utilizadas para a definição das condições presentes da qualidade da água.

A bacia deve dispor de uma rede de monitoramento hidrometeorológico, fluviométrico e de qualidade de água e realizar a manutenção das estações de monitoramento instaladas (operação e manutenção).

A rede de monitoramento de água objetiva verificar e acompanhar a qualidade de água dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos. Deve ser composta por pontos de coleta, instrumentos, equipamentos, protocolos base para a determinação dos parâmetros a serem avaliados e pela estrutura logística que envolve o transporte, o recebimento e o encaminhamento de amostras para os laboratórios de análise.

As análises de qualidade de água deverão ter seus resultados relacionados ao uso e ocupação do solo da bacia, considerando os limites estabelecidos pela Resolução Conama nº 357/2005, conforme a classe de enquadramento dos corpos d'água e, quando possível, estimar as cargas orgânicas e de nutrientes. Os resultados do monitoramento deverão ser sistematizados em um banco de dados georreferenciado para permitir a análise da evolução da qualidade de água no tempo e no espaço.

Tendo em vista a necessidade de planejar o uso dos recursos hídricos nos horizontes do plano, considerando o desenvolvimento econômico e demográfico da região e a disponibilidade hídrica em quantidade e qualidade, que contemple os diversos usos de água, é fundamental o estabelecimento de um programa de monitoramento hídrico qualiquantitativo que forneça subsídios para a avaliação das condições dos corpos hídricos e para a tomada de decisões associada ao gerenciamento dos recursos superficiais e subterrâneos.

O monitoramento integrado das águas subterrâneas deve prover informações sobre a qualidade e a dinâmica dos aquíferos em relação às variações sazonais e aos efeitos antrópicos. As informações sobre a qualidade e os usos de água e a capacidade de

armazenamento, explotação e recarga dos aquíferos são componentes essenciais para o entendimento, proteção e otimização do uso do recurso hídrico subterrâneo.

O Programa Nacional de Águas subterrâneas apresenta entre seus subprogramas a ampliação do conhecimento hidrogeológico e o monitoramento qualiquantitativo das águas subterrâneas. Nesse sentido, é reforçada a importância do monitoramento qualiquantitativo das águas subterrâneas como um instrumento para dar suporte às estratégias, ações preventivas e políticas de uso, proteção e conservação do recurso hídrico subterrâneo.

Segundo esse Programa, o monitoramento e sistemas de informação integrados são essenciais para compatibilizar e normatizar procedimentos comuns entre os estados, a fim de ampliar a base de conhecimento hidrogeológico dos aquíferos e acompanhar as alterações espaciais e temporais na qualidade e quantidade das águas subterrâneas para fins de gestão integrada de recursos hídricos.

É necessário realizar o cadastro de todos os poços tubulares e ampliar a rede de monitoramento. Além disso, precisa-se implantar o monitoramento do uso do solo e da exploração dos recursos naturais. Os estudos e a implementação de uma rede efetiva de monitoramento qualiquantitativo fornecem subsídios para a determinação da disponibilidade subterrânea, controle do uso de água subterrânea e a preservação da qualidade da água, afim de garantir o uso sustentável do recurso. Atualmente, a Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas (RIMAS) tem 394 poços cadastrados no Brasil, nenhum deles se encontra na região de estudo, e o Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS) não disponibiliza informações suficientes para uma detalhada caracterização subterrânea. Os estudos necessários para alimentar o sistema SIAGAS e o cadastro de recursos hídricos poderão ser feitos na forma de pesquisa científica acadêmica, junto às universidades e aos órgãos ambientais.

Conforme aponta o PMSB de Tijucas (2016), é preciso dar início ao monitoramento de parâmetros básicos da qualidade do Rio Tijucas no ponto de captação (turbidez, cor e pH).

#### 6.1.10.2. Fomentar a implantação de redes de informação e a realização de estudos sobre a bacia

A necessidade de se obter informações técnicas, melhorar o conhecimento ambiental, com maior desenvolvimento tecnológico e monitoramento dos recursos hídricos é essencial para agregar informações técnicas que sirvam como base para elaboração de ações estratégias que visem o uso, proteção e conservação de água.

Para garantir a melhora no processo de conhecimento acerca dos recursos hídricos da bacia, se faz necessária a atualização de instrumentos de medição e monitoramento, garantindo a sua eficiência e eficácia. A análise dos resultados do monitoramento hidrometeorológico, fluviométrico e de qualidade de água permite corrigir, se necessário, e realizar a manutenção das estações de monitoramento instaladas. Além do mais, o monitoramento qualiquantitativo de águas subterrâneas e superficiais amplia e garante a preservação e a potabilidade da água.

O fomento de estudos técnicos também é uma ação possível para a melhoria da capacidade gerencial na prestação de serviços de saneamento básico, priorizando áreas

críticas com poluição de mananciais e o desenvolvimento das Bases de Dados de Recursos Hídricos, como promover o incentivo ao cadastramento no Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH/SC), o qual expõe o uso das águas superficiais e subterrâneas sob domínio estadual.

#### 6.1.10.3. Implementar ações de proteção contra eventos críticos

De acordo com os resultados das oficinas apresentados na Etapa B deste Plano de Recursos Hídricos, constatou-se como ponto fraco a existência de áreas de risco de ocorrência de desastres naturais, principalmente enxurradas, uma vez que todos os municípios demonstram a ocorrência de danos ou prejuízos ocorridos como resultado de desastres naturais.

Entre as possíveis medidas a serem tomadas, pode-se destacar a elaboração de projetos de desassoreamento e revitalização das margens dos rios, córregos ou cursos d'água. Desse modo, é possível aumentar o canal do corpo hídrico e reduzir a probabilidade de que este transborde.

Outra ação que pode ser promovida para o gerenciamento e o enfrentamento de situações de escassez hídrica é considerar as ações previstas no Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA). Esse Plano foi instituído em 10 de maio de 2016 por meio da Portaria nº 150, sendo um instrumento elaborado pelo Governo Federal em colaboração com a sociedade civil, setor privado e governos estaduais que têm como objetivo promover a redução da vulnerabilidade nacional da mudança do clima e realizar uma gestão do risco associada a esse fenômeno (BRASIL, 2016).

É importante também desenvolver projetos de desassoreamento e revitalização das margens dos rios, córregos ou cursos d´água, buscando a resiliência nos momentos de maior pluviosidade.

Além disso, deve-se fomentar o monitoramento das condições climáticas e a criação de uma rede de comunicação para emissão de alertas.

#### 6.1.10.4. Incentivo à captação, ao armazenamento e ao uso de água da chuva

É preciso incrementar a capacidade de armazenamento da bacia. Entre as medidas para aumentar a oferta hídrica está o armazenamento de água da chuva. A gerência das águas pluviais visa o aumento na disponibilidade hídrica, para isso deve-se levar em conta a inovação e a modernização de processos tecnológicos e a utilização de práticas operacionais sustentáveis.

Além de contribuir para o uso racional de água, a captação de água da chuva minimiza o impacto das precipitações pluviais, podendo, em regiões de maior impermeabilização dos solos, ser enquadrada no conceito de medida não estrutural da drenagem urbana. (FERNANDES; MEDEIROS NETO; MATTOS, 2007).

Conforme destacado no capítulo anterior, nas reuniões com as prefeituras, vários municípios da bacia manifestaram a intenção de implementar dispositivos legais que exijam a captação e o armazenamento de água da chuva.

### 6.1.10.5. Promover a fiscalização, regulação, outorga e cobrança

Segundo a ANA (2009), a outorga de direito de uso tem como objetivo assegurar o controle quantitativo e qualitativo dos usos de água, bem como o efetivo exercício dos direitos de acesso aos recursos hídricos.

A Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997b) atribui à ANA a responsabilidade pela análise técnica para a emissão da outorga de direito de uso de água em corpos hídricos de domínio da União. Em corpos hídricos de domínio dos estados e do Distrito Federal, a solicitação de outorga deve ser feita junto ao órgão gestor estadual de recursos hídricos. Em Santa Catarina, a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS) é órgão gestor dos recursos hídricos de dominialidade estadual.

Ainda a Lei nº 9.433 (BRASIL, 1997b) estabelece a cobrança pelo uso de água segundo a Política Nacional de Recursos Hídricos. Esta tem como objetivo obter verba para a recuperação das bacias hidrográficas, estimular o investimento em despoluição, dar ao usuário uma sugestão do real valor da água e incentivar a utilização de tecnologias limpas e poupadoras de recursos hídricos. Essa cobrança não é um imposto ou tarifa, portanto, não pode ser cobrada pelas distribuidoras de águas na cidade, sendo então, uma remuneração pelo uso de um bem público. A cobrança não é realizada pela ANA.

Propõe-se a melhoria na fiscalização com vistas ao incremento no monitoramento do desmatamento ilegal e ao planejamento da ocupação do solo em áreas de rios, ribeiros e mananciais, aplicando de forma efetiva as regras para licenciamento ambiental, seja em âmbito municipal, estadual ou federal, visando a máxima preservação dessas áreas.

### 6.1.10.6. Pagamento por Serviços Ambientais (PSA)

Uma ação estratégica indicada em diversas reuniões com atores estratégicos seria a aprovação do ICMS Ecológico, uma forma de PSA, em que os municípios que adotam práticas de preservação e conservação ambiental ganhem maiores pontuações nos critérios de repasse e por consequência recebem recursos financeiros como forma de compensação pelas áreas destinadas à preservação.

O PSA foi regulamentado em Santa Catarina através da Lei nº 15.133, de 19 de janeiro de 2010, que estabelece formas de controle, gestão e financiamento deste Programa.

O PSA já foi apontado como uma ação estratégica a ser realizada nos próximos anos por alguns municípios da bacia, em reuniões realizadas. Outras ações propostas foram: Programa de Recuperação das Matas Ciliares e de PSAs. A Prefeitura de Major Gercino indicou ser necessário fomentar o desenvolvimento desse Programa para a proteção de nascentes e restauração da mata ciliar.

Da mesma forma, a Prefeitura de Antônio Carlos apresentou uma ação necessária para fomentar a criação de um Programa PSA para a proteção de nascentes e recuperação da mata ciliar, além de uma ação para solicitar a compensação ambiental de grandes indústrias, como a Fomento Econômico Mexicano (FEMSA), Coca-Cola, que possuem grande demanda hídrica na região.

### 6.1.10.7. Educação ambiental, capacitação e mobilização social

Para garantir a promoção da educação ambiental e mobilização social são apresentadas medidas empregadas em planos de recursos hídricos e fomentadas em planos de saneamento básico municipais, além de outros instrumentos que se mostram alinhados aos usos e conflitos identificados na área de estudo.

- Capacitação de administrações municipais, prestadores públicos, conselheiros, agentes de saúde, agentes sociais e comunitários, dentre outros, para a gestão e a prestação dos serviços de saneamento básico.
- Promover o diálogo entre a comunidade e as autoridades municipais e estaduais em relação à construção de Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCHs).
- Encorajar as práticas de desenvolvimento de baixo impacto, de forma a promover uma economia agrícola sustentável.
- Capacitar e incentivar proprietários rurais para implantar atividades de turismo rural e ecológico, turismo de base comunitária e turismo rural sustentável, com a captação de recursos destinados à conservação ambiental.
- Inclusão das Secretarias Municipais de Saúde e Vigilância Sanitária nos processos educativos a serem realizados com as comunidades.
- Desenvolver práticas permanentes de educação ambiental para o saneamento básico, destinando-se uma parcela mínima dos recursos de programas e ações.
- Capacitar agricultores em associativismo; implantação de agroindústrias familiares e administração rural.
- Estimular o desenvolvimento da pesca e da aquicultura.
- Desenvolvimento de projetos pedagógicos e material educativo adequados e da articulação com a Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação, visando a incorporação do tema em seus programas.
- Produção e divulgação de materiais pedagógicos e técnicos sobre a bacia, visando a sensibilização e conscientização da comunidade.
- Promover oportunidades de treinamento para a população, com ênfase para o descarte correto dos resíduos sólidos e compostagem de resíduos orgânicos.
- Conscientização dos problemas de sobrecarga dos sistemas de abastecimento de água e energia elétrica em períodos de maior atração de turistas na região.

Na esfera administrativa, as medidas devem visar a capacitação de administrações municipais, prestadores públicos, conselheiros, agentes de saúde, agentes sociais e comunitários. Estes devem realizar a gestão e a prestação dos serviços de saneamento básico, como ações de recuperação, reestruturação e revitalização, além de promover a divulgação das responsabilidades legais vigentes, por meio de esforço cooperado do Governo Federal com associações de municípios.

A partir do Programa de Modernização do Setor Saneamento, uma iniciativa do Ministério das Cidades, pode-se capacitar operadores dos sistemas de saneamento e técnicos de nível superior das prestadoras de serviços de saneamento municipais com cursos gratuitos oferecidos pela Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental (ReCESA) (UFG, [200-?]).

Para a agricultura, é fundamental capacitar agricultores em associativismo, estimular a implantação de agroindústrias familiares e a administração rural. Deve-se encorajar práticas de desenvolvimento de baixo impacto, de forma a promover uma economia agrícola sustentável. O desenvolvimento da pesca, com destaque para a pesca artesanal e da maricultura, e da aquicultura vai ao encontro destas medidas, pois a incentiva dessas atividades que dependem de garantias da qualidade das águas e sua preservação.

A educação ambiental pode ser trabalhada com toda a comunidade a partir da produção e a divulgação de materiais pedagógicos e técnicos sobre a bacia, visando a sensibilização e a conscientização da comunidade, principalmente dos jovens para o cuidado com a água. Devem ser oferecidas oportunidades de treinamento para a população, com ênfase para o descarte correto dos resíduos sólidos e compostagem dos orgânicos.

Tendo em vista a sobrecarga dos sistemas de abastecimento de água e energia elétrica nos períodos de maior atração de turistas em cada região, sugere-se incentivar projetos de ecoturismo para a criação de uma consciência ambiental. Esses projetos, além de minimizarem os impactos gerados pelo grande fluxo de turistas em diversas regiões da bacia, incentivam o respeito e a valorização das raízes da cultura local e ainda podem prover recursos financeiros para serem destinados à conservação ambiental. A captação de recursos a partir do ecoturismo, bem como de parcelas mínimas direcionadas de outros programas e ações, mostram-se como formas viáveis de desenvolver práticas permanentes de educação ambiental para o saneamento básico local.

Em função dos conflitos identificados com relação à geração de energia elétrica, é necessário promover o diálogo entre a comunidade e as autoridades municipais e estaduais quanto à construção de PCHs.

Outra forma de promover a conscientização ambiental é a partir do contato da população com as áreas rurais das cidades. Assim, sugere-se estimular as atividades turísticas sustentáveis já existentes, como as atividades abertas à população em parques naturais e o programa Acolhida na Colônia, além de capacitar proprietários rurais para implantar atividades de turismo rural e ecológico, Turismo de Base Comunitária e Turismo Rural Sustentável. Associado a práticas existentes, podem ser implementados mecanismos de mobilização social e divulgação de boas práticas, de forma a engajar a população na construção do cenário de conservação almejado.

A rede de ensino também deve estar alinhada com as demais esferas sociais na promoção da educação ambiental, garantindo a conscientização sobre a importância da preservação dos recursos hídricos para as futuras gerações. Assim, professores das escolas do município, agentes comunitários e técnicos educacionais da rede municipal e estadual devem ser capacitados para incentivar a elaboração de projetos educativos voltados aos temas de saneamento básico, recursos hídricos e destinação adequada de resíduos sólidos. Vem de encontro a essas medidas a disponibilização de materiais educativos e a articulação com a Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação, visando a incorporação do tema em seus programas.

Um exemplo dessas boas práticas, tem-se o Programa Pacto Mata Ciliar, já presente em alguns municípios. Ressalta-se a importância da inclusão das Secretarias Municipais de Saúde e Vigilância Sanitária nos processos educativos a serem realizados com as comunidades.

# 7. Considerações finais

Neste documento foi apresentado o Produto da Etapa D – Prognóstico das Demandas Hídricas das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas

Foram elaborados três cenários de crescimento econômico: tendencial, otimista e conservador; e três horizontes do Plano: curto prazo (2023), médio prazo (2027) e longo prazo (2031). O cenário tendencial pressupôs a continuação das tendências de desenvolvimento socioeconômicas verificadas ao longo da série histórica sem o incremento de metas de redução perdas de água e novas tecnologias de redução das demandas hídricas. Já os cenários otimista e moderado propuseram o estabelecimento de medidas de redução da demandas hídricas e redução de perdas em sistemas de uso d'água. O cenário otimista apresentou uma redução expressiva nas demandas hídricas, associado a uma trajetória tendencial de crescimento econômico. Enquanto que o cenário moderado apresentou uma redução moderada nas demandas hídricas, associado a uma trajetória tendencial de crescimento econômico.

Foram estimadas as cargas poluentes lançadas em corpos d'água superficiais e subterrâneos nas bacias em estudo. No lançamento de cargas superficiais, a UG Alto Braço obteve o melhor resultado dentre as UGs das bacias, apresentando os menores níveis de carga poluente em todos os horizontes de projeto. A UG Garcia também apresentou ótimos resultados, porém houve um aumento dos níveis de DBO, em 2027. Os níveis mais críticos de carga poluente foram medidos na UG Biguaçu. Referente aos recursos hídricos subterrâneos, a UG com maior produção de carga no cenário atual foi a UG Garcia, porém, entre o cenário atual e 2023, a UG Biguaçu passou a apresentar a maior carga da bacia. Os resultados obtidos estão diretamente associados aos usos e ocupações do solo em cada uma das UGs das bacias em estudo.

Os resultados do balanço hídrico superficial quantitativo foram obtidos no SADPLAN na forma de Índice de Atendimento de Captação Total (IACT), os resultados de IACT com classe "Adequado" significam que todas as captações solicitadas foram atendidas. Considerando a vazão de referência Q98, as UGs Alto Braço e Biguaçu apresentaram os melhores resultados, tendo todas as suas ottobacias classificadas como "Adequado" em todos os horizontes de projeto, já a UG com os resultados mais críticos foi a Perequê, a condição crítica está relacionada a conflitos pontuais de abastecimento público, principalmente no Rio Perequê e em seus afluentes. As captações nesses trechos contabilizam uma vazão superior à vazão outorgável, situação que caracteriza um cenário hídrico que inviabiliza a capacidade de suporte do atual sistema de captação de água.

Os resultados do balanço hídrico superficial qualiquantitativo foram exibidos na forma de Índice de Atendimento de Diluição (IAD), as ottobacias nas quais a qualidade das águas remanescentes exibe concentração de DBO superior a 5 mg/L têm valores de IAD > 1. Os melhores resultados foram obtidos nas UGs Alto Braço e Tijucas, apesar de pequenas variações entre os cenários e horizontes elas se mantiveram com a menor quantidade de ottobacias com IAD > 1. Já as situações mais críticas foram observadas nas UGs Perequê e Inferninho, esta última chegou a ter 35 trechos com IAD > 1 no cenário tendencial de médio e longo prazo.

O diagnóstico do balanço em águas subterrâneas foi executado através da razão entre as vazões de demanda hídrica em águas subterrâneas e vazões de disponibilidade hídrica em água subterrânea por UG. Os melhores resultados foram obtidos nas UGs Garcia, Inferninho e Biguaçu, que apresentaram situação “Excelente” em todos os horizontes analisados, já a UG com pior disponibilidade hídrica foi a Tijucas, que apresentou classificação “Péssima” em todos os horizontes de projeto.

Foi realizado o mapeamento de áreas críticas para expansão das atividades demandadoras de recursos hídricos superficiais e subterrâneos. Para os recursos hídricos superficiais, a identificação das áreas críticas foi realizada sobrepondo temáticas socioambientais com os resultados dos balanços hídricos. Cerca de 27% da bacia foi considerada como área crítica para expansão das atividades demandadoras de água, as situações mais críticas foram observadas na UG Perequê que, além de estar inserida em áreas de UCs, tem grande parte dos trechos do litoral apresentando criticidade em relação à qualidade da água, e na UG Inferninho onde também há vários problemas qualiquantitativos que comprometem a vazão outorgável. O mapeamento das áreas críticas subterrâneas foi realizado considerando a ocorrência de dois fatores: as restrições quanto à disponibilidade hídrica subterrânea (quantitativa) e as restrições quanto à possibilidade de contaminação aquífera (qualitativa). No aspecto qualitativo as áreas críticas se concentram especialmente na região litorânea e na porção central e leste da UG Tijucas. Pela análise quantitativa apenas a UG Tijucas apresentaria criticidade quanto a expansão das atividades demandadoras de água subterrânea em decorrência do déficit hídrico verificado no cenário anual nesta UG.

Com base nos resultados obtidos foi possível identificar a classe na qual os corpos d’água superficiais da bacia estariam enquadrados considerando a qualidade das águas, estes resultados foram discutidos junto à comunidade em oficinas participativas e, a partir destas interações, definiu-se a proposta de enquadramento dos cursos d’água das bacias em estudo. Foram enquadrados aproximadamente, 2.170 km de cursos d’água nas bacias. A maior parte destes cursos foi enquadrado na Classe 1 seguido da Classe 2 e da Classe especial. Destaca-se a UG Perequê que, decorrente das UCs de Proteção Integral localizadas nesta UG, apresenta o maior percentual de trechos enquadrados em classe especial.

Por final, foram identificadas medidas preliminares para compatibilização de disponibilidades e demandas hídricas tais medidas foram baseadas nos diálogos realizados com os atores estratégicos da bacia, reuniões com o Comitê, analise de outros Planos de Recursos Hídricos de bacias estaduais e nacionais, bem como uma vasta pesquisa bibliográfica. Também foram considerados os resultados das oficinas participativas realizadas com a comunidade. As medidas contemplaram os seguintes setores: saneamento básico, agricultura e irrigação, criação animal, pesca e aquicultura, indústria e mineração, transporte hidroviário, navegação, turismo e lazer, conservação de mananciais, manutenção de ecossistemas e gestão dos recursos hídricos. Essas medidas foram organizadas como estruturais e não estruturais, identificando ainda a aplicação para águas superficiais ou subterrâneas.

# REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Abastecimento Urbano de Água.** 2010. Disponível em: <http://atlas.ana.gov.br/Atlas/forms/Home.aspx>. Acesso em: 4 jun. 2018.

_____. **Atlas Esgotos:** Despoluição de Bacias Hidrográficas. Brasília: ANA, 2017a. Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/noticias/atlas-esgotos-revela-mais-de-110-mil-km-de-rios-com-comprometimento-da-qualidade-da-agua-por-carga-organica/atlaseesgotosdespoluicaodebaciashidrograficas-resumoexecutivo_livro.pdf>. Acesso em: 20 abr. 2018.

_____. **Atlas Irrigação**: Uso da Água na Agricultura Irrigada. 2015. [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 Irrigação:** Uso da Água na Agricultura Irrigada. 2017b. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/imprensa/publicacoes/AtlasIrrigacao-UsodaAguanaAgriculturaIrrigada.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2018.

_____. **Balanço Hídrico Quantitativo.** 2016. Disponível em: <http://metadados.ana.gov.br/geonetwork/srv/pt/main.home?uuid=35f247ac-b5c4-419e-9bdb-dcb20defb1f4>. Acesso em: 15 maio 2018.

_____. **Conjuntura dos recursos hídricos no Brasil**. 2013a. Disponível em: <http://arquivos.ana.gov.br/institucional/spr/conjuntura/webSite_relatorioConjuntura/projeto/index.html>. Acesso em: 20 abr. 2018.

_____. **Enquadramento – Bases conceituais**. 2018a. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/enquadramento-bases-conceituais.aspx>. Acesso em: 27 jun. 2018.

_____. **Enquadramento**. 2018b. Disponível em: <http://www2.ana.gov.br/Paginas/servicos/planejamento/PlanejamentoRH_enquadramento.aspx>. Acesso em: 27 jun. 2018.

_____. **Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água**. Brasília, v. 5, 68 p. 2013b. Disponível em: <http://www.cbh.gov.br/EstudosETrabalhos/20140108101800_CadHidrico_vol5_completo.pdf > Acesso em: 2 abr. 2018.

_____. Prognóstico da Bacia Hidrográfica do Rio Paranaíba, tomo 3. In: PLANO DE BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO PARANAÍBA. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Brasília, DF. 2013c.

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA); INSTITUTO RIO GRANDENSE DE ARROZ (IRGA). **Conservação de água e preservação ambiental nas lavouras de arroz do Rio Grande do Sul**: produção mais limpa. Brasília, 2009. Disponível em: <http://www3.irga.rs.gov.br/uploads/anexos/1296587603ConservacaoDeAguaEPreservacaoAmbientalNasLavourasDeArrozDoRS.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

ÁGUAS DE BOMBINHAS. **Bombinhas implanta Programa de Redução de Perdas da Água**. 30 maio 2017. Disponível em: <http://www.aguasbombinhas.com.br/2017/05/bombinhas-implanta-programa-de-reducao-de-perdas-da-agua/>. Acesso em: 17 abr. 2018.

AUGUSTO, K. V. Z.; KUNZ, A. Tratamento de dejetos de aves poedeiras comerciais. In: PALHARES, J. C. P.; KUNZ, A. (Ed.). **Manejo ambiental na avicultura**, 2011. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 153-174. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/920821/1/tratamentodedejetosdeaves.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

BAHIA (Estado). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio São Francisco 2016-2025**. Salvador, v. 1, set. 2016. Disponível em: <http://cbhsaofrancisco.org.br/planoderecursoshidricos/wp-content/uploads/2015/04/RP6_V1_Metas_rev3.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2018.

BALTAGI, B. H. **Econometric Analysis of Panel Data**. 3. ed. Chichester, UK: Wiley. 2005.

BERTONCINI, E. I. Tratamento de efluentes e reúso da água no meio agrícola. **Revista Tecnologia & Inovação Agropecuária**, Piracicaba, v. 1, n. 1, p. 152-169, jun. 2008. Disponível em: <http://www.apta.sp.gov.br/Publicacoes/T&IA/T&IAv1n1/Revista_Apta_Artigo_118.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

BOMBINHAS (Município). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Bombinhas**. Bombinhas, nov. 2010. 133 p. Disponível em: <https://static.fecam.net.br/uploads/476/arquivos/34659_Ultima_versao_do_Plano_Municipal_de_Saneamento_Basico.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

BONILHA, L. E. C.; BORGES, S. F. **Contaminação Antrópica de um Aquífero Costeiro e sua Implicação para o Planejamento Urbano:** Estudo de Caso do Aquífero do Mariscal – Canto Grande (Bombinhas-SC). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 12., 2002, Florianópolis. Anais. Florianópolis: ABAS, 2002.

BRASIL. Congresso Nacional. **Projeto de Lei**. Institui as diretrizes para os serviços públicos de saneamento básico e a Política Nacional de Saneamento Básico - PNS. Brasília, DF, 23 maio 2005a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Projetos/PL/2005/msg302-050519.htm>. Acesso em: 29 jun. 2018.

BRASIL. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS)**: Série Histórica. 2013. Disponível em: <http://app.cidades.gov.br/serieHistorica/#>. Acesso em: 25 jan. 2018.

_____. Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (SNSA). **Diagnóstico dos serviços de água e esgotos – 2015**. Brasília, fev. 2017. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-agua-e-esgotos/diagnostico-ae-2015>. Acesso em: 25 jun. 2018.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Áreas de Preservação Permanente e Unidades de Conservação X Áreas de Risco**: o que uma coisa tem a ver com a outra? Relatório de Inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília, DF, 2011a.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). **Resolução nº 91, de 5 de novembro de 2008**. Dispõe sobre procedimentos gerais para o

enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CNRH%20n%C2%BA%2091.pdf> Acesso em: 29 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH). Resolução nº 129, de 29 de junho de 2011. Estabelece diretrizes gerais para a definição de vazões mínimas remanescentes. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 26 set. 2011b. Disponível em: <http://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%20129.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução nº 10, de 28 de dezembro de 1990. Dispõe sobre normas específicas para o licenciamento ambiental de extração mineral, classe II. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 28 dez. 1990. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legislacao/CONAMA_RES_CONS_1990_010.pdf>. Acesso em: 26 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução nº 237, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre a revisão e complementação dos procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental. **Diário Oficial [da] União**. Brasília, DF, 22 dez. 1997a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=237>. Acesso em: 29 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). **Resolução nº 334, de 5 de abril de 2003a**. Dispõe sobre os requisitos e critérios técnicos mínimos necessários para o licenciamento ambiental de estabelecimentos destinados ao recebimento de embalagens de agrotóxicos e afins, vazias ou contendo resíduos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processos/E040145E/PropResol_Revisao334_9aCTAJ_5ago14_Limpa1.pdf>. Acesso em: 25 jun. 2018.

_____. 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. 2005b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>. Acesso em: 25 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Resolução nº 430, 13 de maio de 2011. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 16 maio 2011c. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>. Acesso em: 26 jun. 2018.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima**: Estratégias Setoriais e Temáticas Versão Pós-Consulta Pública. Brasília, v. 3, 2016. Disponível em: <http://www4.unfccc.int/nap/Documents/Parties/Brazil/Brazil%20PNA_%20Volume%202.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2018.

BRASIL. Presidência da República. Lei nº 4.895, de 25 de novembro de 2003. Dispõe sobre a autorização de uso de espaços físicos de corpos d'água de domínio da União para fins de aquicultura, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 26 nov. 2003b. Disponível em:<http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2003/d4895.htm>. Acesso em: 26 jun. 2018.

_____. 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. 1° da Lei n° 7.990, de 28 de dezembro de 1989. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 9 jan. 1997b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=370>. Acesso em: 26 abr. 2018.

_____. Presidência da República. Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 13 fev. 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9605.htm>. Acesso em: 2 jul. 2018.

_____. Presidência da República. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000**.** Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 19 jul. 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9985.htm>. Acesso em: 22 fev. 2018.

_____. Presidência da República. Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis n$^{os}$ 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei nº 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 11 jan. 2007. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2007-2010/2007/Lei/L11445.htm>. Acesso em: 11 jun. 2018.

_____. Presidência da República. Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei nº 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 3 ago. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 25 jun. 2018.

_____. Presidência da República. Lei nº 12.651, de 5 de maio de 2007. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis nos 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis nos 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória no 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. **Diário Oficial [da] União**, Brasília, DF, 28 maio 2012. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm> Acesso em: 11 jun. 2018.

CAMARA, G.; SOUZA, R. C. M.; FREITAS, J. M.; GARRIDO, J. C. P. SPRING: integrating remote sensing and GIS with object-oriented data modelling". **Computers and Graphics**, 15(6): 13-22, 1996.

CARDOSO, B. F.; OYAMADA, G. C.; DA SILVA, C. M. Produção, tratamento e uso dos dejetos suínos no Brasil. **Desenvolvimento em Questão**, [S.l.], v. 13, n. 32, p. 127-145, abr. 2015.

Disponível em: <https://www.revistas.unijui.edu.br/index.php/desenvolvimentoemquestao/article/view/3159>. Acesso em: 29 jun. 2018.

CHERNICHARO, C. A. L. **Reatores anaeróbios**. 2. ed. Belo Horizonte: DESA, UFMG, 2007. 380 p.

CHIARANDA, R. **Usos da Terra e Avaliação da Capacidade Potencial de Armazenamento de Água da Bacia do Rio Cuiabá-MT**. 2002. 386 f. Tese (Doutorado em Engenharia Florestal) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2002.

COMITÊS DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DOS RIOS PIRACICABA, CAPIVARI E JUNDIAÍ E COMITÊ DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS PIRACICABA E JAGUARI (COMITÊS PCJ). **Plano das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí**. 2011.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO (CASAN). **Dados dos Poços Monitorados**. 2017.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Serviço Geológico do Brasil. **Mapa Hidrogeológico do Estado de Santa Catarina.** Porto Alegre, 2012. Mapa. Escala 1:500.000.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS (CPRM). Serviço Geológico do Brasil. **Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS)**. Disponível em: <http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/visualizar_mapa.php>. Acesso em: 15 out. 2017.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DE MUNICÍPIOS (CNM). Entenda a CFEM (Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais). In: _____. **Estudos Técnicos**, Brasília, v. 5, p. 179-188, jul. 2012. Disponível em: <https://www.cnm.org.br/cms/biblioteca/ET%20Vol%205%20-%2014.%20Entenda%20a%20CFEM.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

DEPARTAMENTO NACIONAL DE PRODUÇÃO MINERAL (DNPM). **Sistema de Informações Geográficas da Mineração (SIGMINE)**. [2017]. Disponível em: <http://sigmine.dnpm.gov.br/webmap>. Acesso em: 18 dez. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Reúso de águas residuárias tratadas na irrigação**. Teresina, dez. 2007. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/68105/reuso-de-aguas-residuarias-tratadas-na-irrigacao>. Acesso em: 29 jun. 2018.

_____. Serviço nacional de levantamento e conservação de solos. In: REUNIÃO TÉCNICA DE LEVANTAMENTO DE SOLOS, 10, 1979, Rio de Janeiro. **Súmula**. Rio de Janeiro, 1979. 83 p.

_____. Solos do Estado de Santa Catarina. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, Rio de Janeiro, n. 46, p. 721, 2004. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/964417/solos-do-estado-de-santa-catarina>. Acesso em: jan. 2018.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA E EXTENSÃO RURAL DE SANTA CATARINA (EPAGRI). **Estatísticas da Aquicultura**. [2018]. Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=676>. Acesso em: 25 jan. 2018.

_____. **Plano Estratégico para o Desenvolvimento Sustentável da Maricultura Catarinense – 2015-2020**. Florianópolis, jun. 2015. Versão Preliminar. Disponível em: <http://www.agricultura.sc.gov.br/index.php/arquivos/plano-estrategico-para-o-

desenvolvimento-sustentavel-da-maricultura-catarinense/57-plano-estrategico-para-desenvolvimento-sustentavel-da-maricultura-catarinense/file>. Acesso em: 14 jun. 2018.

_____. **Programas**: Desenvolvimento e Sustentabilidade Ambiental. 2018a. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/a-epagri/programas/>. Acesso em: 13 jul. 2018.

_____. **Programas**: Grãos. 2018b. Disponível em: <https://www.epagri.sc.gov.br/index.php/a-epagri/programas/>. Acesso em: 12 jul. 2018.

_____. **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina (pré-germinado)**. 3 ed. rev. e atual. Florianópolis, 2010. (No prelo). Disponível em: <http://www.epagri.sc.gov.br/?page_id=1743>. Acesso em: 13 jul. 2018.

ESPÍRITO SANTO (Estado). Secretaria do Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo**: Produto 2, Diagnóstico dos Recursos Hídricos do Estado do Espírito Santo, Relatório Técnico sobre Demandas Hídricas. 4. ed. Vitória, ES. 2017. 116 p. [.pdf].

FARR, T. G.; KOBRICK, M. **The shuttle radar topography mission (SRTM)**: a global DEM. 2000. Disponível em: <https://earthexplorer.usgs.gov/>. Acesso em: 15 out. 2017.

FEDERAÇÃO DAS INDÚSTRIAS DO ESTADO DE SANTA CATARINA (FIESC). **Guia Industrial FIESC**. [2017]. Acesso restrito. Disponível em: <https://guiafiesc.com.br/>. Acesso em: 2 jul. 2018.

FERNANDES, D. R. M; MEDEIROS NETO, V. B. de; MATTOS, K. M. da C. Viabilidade Econômica do Uso da Água da Chuva: Um Estudo de Caso da Implantação de Cisterna. In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 27., 2007, Foz do Iguaçu. **Anais...** Foz do Iguaçu: ABEPRO, 2007. Disponível em: <http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2007_tr650479_0552.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2018.

FLORIANÓPOLIS (Município). Secretaria Municipal de Habitação e Saneamento Ambiental (SMHSA). **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico (PMISB)**. Florianópolis, fev. 2011. Disponível em: <http://portal.pmf.sc.gov.br/arquivos/arquivos/pdf/23_02_2011_14.10.48.ef4fafff9080123c24722cf58ca7eb78.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2018.

FUNDAÇÃO DO MEIO AMBIENTE DO ESTADO DE SANTA CATARINA (FATMA). Portaria nº 312, de 7 de dezembro de 2016. Dispõe sobre a vazão ecológica. **Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina**, Florianópolis, 8 dez. 2016. Disponível em: <http://intranet.fatma.sc.gov.br/capa/fileDownload/3983>. Acesso em: 2 jun. 2018.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA. INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica Período 2008-2010.** São Paulo. 2011.

GOIÁS (Estado). Secretaria de Estado de Meio Ambiente, Recursos Hídricos, Infraestrutura, Cidades e Assuntos Metropolitanos (SECIMA). P3 Prognóstico dos Recursos Hídricos no Estado. In: _____. **Plano Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Goiás**. Goiânia, 2015.

GOMES, A. S. et al. **A água**: distribuição, regulamentação e uso na agricultura, com ênfase ao arroz irrigado. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2008. 44 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/746734/a-agua-distribuicao-regulamentacao-e-uso-na-agricultura-com-enfase-ao-arroz-irrigado>. Acesso em: 11 jun. 2018.

GOMES, M. C. A. D. A.; PEREZ, L. S. N.; CURCIO, R. L. S. **Avaliação da poluição por fontes difusas afluentes ao reservatório Guarapiranga**. São Paulo: SMA – Secretaria de Meio Ambiente de São Paulo, 1998.

GONÇALVES, T. D. **Geoprocessamento como ferramenta de apoio à gestão dos recursos hídricos subterrâneos do Distrito Federal.** 2007. 50 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Instituto de Geociências, Universidade de Brasília, Brasília, 2007.

GONÇALVES, T. D.; ROIG, H. L.; CAMPOS, J. E. G. Sistema de informação geográfica como ferramenta de apoio à outorga dos recursos hídricos subterrâneos no Distrito Federal. **Revista brasileira de Geociências**, v. 39, n. 1, p. 169-180, 2009.

GOVERNADOR CELSO RAMOS (Município). **Plano municipal de saneamento básico (PMSB):** Gestão integrada de resíduos sólidos. Governador Celso Ramos: UNESC, v. 8, fev. 2016. 510 p. [.pdf].

HOFFMANN, K. L. et al. **Acompanhamento do processo de regularização da maricultura no município de Palhoça - SC, Brasil**. 2017. 37 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Aquicultura) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2017. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/172507>. Acesso em: 29 jun. 2018.

HSIAO, C. **Analysis of Panel Data.** 3. ed. Cambridge University Press, 2014.

IMHOFF, K.; IMHOFF, K. R. **Manual de tratamento de águas residuárias**. 26. ed. São Paulo: Edgar Blücher, 1996. 301p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Censo 2010**. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br>. Acesso em: 9 jan. 2018.

_____. **Estimativas populacionais municipais 2016**. 2016. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/estimativa2016/default.shtm>. Acesso em: 15 maio 2017.

_____. **Projeção da População.** 2013. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas-novoportal/sociais/populacao/9109-projecao-da-populacao.html?&t=resultados>. Acesso em: 10 jan. 2018.

_____. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). **Censo Agropecuário 2006**: Segunda apuração. [2007]. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2006/segunda-apuracao#series-temporais>. Acesso em: 25 jan. 2018.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DO PARANÁ (AGUASPARANÁ). P05: Programa de Efetivação do Enquadramento. In: PARANÁ (Estado). **Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi**. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Curitiba. 2013a.

_____. P05: Programa de Efetivação do Enquadramento. In: PARANÁ (Estado). **Plano de Bacia Hidrográfica do Rio Jordão**. Colaboradora: Cobrape – Cia. Brasileira de Projetos e Empreendimentos. Curitiba. 2013b.

INSTITUTO ESTADUAL DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS (IEMA). **Estudo de regionalização de vazões e metodologia para determinação de vazões insignificantes para 12 bacias hidrográficas no Estado do Espírito Santo.** Relatório nº 05A. Rev. 2. Vitória: IEMA, 2009.

ITAPEMA (Município). Secretaria de Planejamento Urbano. **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) incluindo o Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS).** Itapema, jul. 2014. Disponível em: <http://www.aguasdeitapema.com.br/files/legislacoes/legislacao-085521000000-10052016.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2018.

KOBIYAMA, M.; MOTA, A. de A.; CORSEUIL, C. W. **Recursos hídricos e saneamento**. Curitiba: Ed. Organic Trading, 2008. 160 p. Disponível em: <http://www.labhidro.ufsc.br/Artigos/recursos_hidricos_saneamento.pdf>. Acesso em: 29. jun. 2018.

KOBRICK, M. **The shuttle radar topography mission (SRTM)**: a global DEM. 2000.

KONGYAN, Y. Water-saving farming technologies. **New AG International**, Middlesex, p. 46-53, 2005.

KONZEN, E. A. **Alternativas de manejo, tratamento e utilização de dejetos animais em sistemas integrados de produção**. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2000. 32 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/484473>. Acesso em: 29 jul. 2018.

MACHADO, P. L. O. A.; WADT, P. G. S. **Boas práticas agrícolas**: terraceamento. Rio Branco: Embrapa, 2016. 9 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/10180/13599347/ID01.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2018.

MAGALHÃES JUNIOR, A. P. A situação do monitoramento das águas no Brasil – Instituições e Iniciativas. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Belo Horizonte, v. 5, n. 3, p. 113-135, jul./set. 2000. Disponível em: <https://abrh.s3.saeast1.amazonaws.com/Sumarios/44/e04ec7ff0be9313e322fb8271f755684_0764c36b2abc129e2ff4bfcf2ed42043.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2018.

MAIA, J. S.; MEURER, C. C. B. S.; TOMAZI, A. L.; ATANAZIO, Z. D. **Laudo técnico de identificação e caracterização dos processos erosivos dos taludes ripários no município de São João Batista/SC**. Associação Caminho das Águas do Tijucas (CAT), 2012, 25 p. Disponível em: <http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/baixararquivo.jsp?id=757&NomeArquivo=LAUDO_TECNICO_DE_IDENTIFICACAO_E_CARACTERIZACAO_DOS_PROCESSOS_EROSIVOS_DOS_TALUDES_RIPARIOS_DO_RIO_TIJUCAS_EM_SJB.pdf >. Acesso em: 29 jun. 2018.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação**: princípios e práticas. Viçosa: UFV, 2006.

MAROUELLI, W. A. et al. Manejo da água de irrigação. In:  In: SOUSA, V. F. de; MAROUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/915574/1/IRRIGACAOeFERTIRRIGACAOcap5.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2018.

MEIRA, J. C. R.; DE-CAMPOS, A. B.; PEREIRA, L. C.. **Vulnerabilidade natural e perigo à contaminação de zona de recarga do aquífero Guarani**. R. Águas Subter., [s.l.], v. 28, n. 1,

p.31-46, 4 fev. 2014. Lepidus Tecnologia. Disponível em: <http://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/viewFile/27412/18080>. Acesso em: 23 out. 2018.

MORAIS, J. B. A. **Caracteres hidrogeológicos do Aquífero Dunas para a Gestão de Recursos Hídricos na Região Metropolitana de Fortaleza - Ceará**. Jun. 2011. 112 f. Dissertação (Mestrado em Geologia) – Centro de Ciências, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2011. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/4849>. Acesso em: 3 maio 2018.

NOVAES, A. L. T. et al. Regularização da atividade de maricultura no Estado de Santa Catarina. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 24, n. 1, p. 51-53, mar. 2011. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Luiz_Vianna/publication/272126277_Regularizacao_da_atividade_de_maricultura_no_Estado_de_Santa_Catarina/links/54db4c4c0cf233119bc5c327/Regularizacao-da-atividade-de-maricultura-no-Estado-de-Santa-Catarina.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

PENMAN, H. L. Estimating evaporation. **Transactions American Geophysical Union**, v. 37, n. 1, p. 43-50, feb. 1956.

PERNAMBUCO (Estado). Secretaria de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente. **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco (PERH-PE)**: Recursos. Recife: 1998. Disponível em: <http://www.srhe.pe.gov.br/attachments/article/458/volume3.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2018.

PFAFSTETTER, O. **Classificação de Bacias Hidrográficas** – Metodologia de Codificação. Rio de Janeiro: DNOS, 1989.

PORTO BELO (Município). **Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico de Porto Belo**. Porto Belo, jul. 2011. Disponível em: <http://prefeituraportobelo.sc.gov.br/arquivos/RL-MPB-010.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2018.

RHEINHEIMER, D. S. et al. Qualidade de águas subterrâneas captadas em fontes em função da presença de proteção física e de sua posição na paisagem. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 30, n. 5, p. 948-957, set./out. 2010. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/eagri/v30n5/v30n5a16.pdf>.Acesso em: 29 jun. 2018.

RIBEIRO, M. L. et al. Contaminação de águas subterrâneas por pesticidas: avaliação preliminar. **Química Nova**, São Paulo, v. 30, n. 3, 2007. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/qn/v30n3/30.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

RIO GRANDE DO SUL (Estado). Secretaria Estadual do Meio Ambiente. **Plano Estadual dos Recursos Hídricos do Rio Grande do Sul (PERH-RS)**. Porto Alegre, RS. 2007.

ROSEGRANT, M. W.; CAI, X.; CLINE, S. A. **Global water outlook to 2025**: averting an impending crisis. Washington, DC: International Food Policy Research Institute: International Water Management Institute, 2002. Disponível em: <http://www.greencrossitalia.it/ita/acqua/risorse_acqua/pdf/rapporto%20IWMI%202025.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

SANTA CATARINA (Estado). Assembleia Legislativa. Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994. Dispõe sobre a Política Estadual de Recursos Hídricos e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina**, Florianópolis, 6 dez. 1994. Disponível em:

<http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Legislacao/Lei-Estadual-9748-1994.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2018.

SANTA CATARINA (Estado). Definição de medidas mitigadoras para redução da carga poluidora e de controle quantitativo das demandas. In: _____. **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itapocu**. Relatório de Atividades: Produto 05 – Etapa D Prognóstico das Demandas Hídricas da Bacia. Out. 2017a. cap. 8. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20HIdrografica%20do%20Rio%20Itapocu/produto_d/plano_itapocu-relatorio_etapa_d.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

SANTA CATARINA (Estado). Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina**, Florianópolis, 14 abr. 2009. Disponível em: <http://agenciaal.alesc.sc.gov.br/images/uploads/fotonoticia/14675_2009_lei.docx>. Acesso em: 18 abr. 2018.

_____. Lei nº 15.133, de 19 de janeiro de 2010. Institui a Política Estadual de Serviços Ambientais e regulamenta o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais no Estado de Santa Catarina, instituído pela Lei, n. 14.675, de 2009, e estabelece outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina**, Florianópolis, 29 mar. 2010. Disponível em: <http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2010/015133-011-0-2010-001.htm.>. Acesso em: 2 jul. 2018.

_____. **Pacto por Santa Catarina**. Florianópolis, 2018a. Disponível em: <http://www.pactoporsc.sc.gov.br>. Acesso em: 11 jun. 2018.

_____. **Plano Municipal de Saneamento Básico de Major Gercino**. Major Gercino, v. 4, dez. 2011a. 262 p. [.pdf].

_____. **Resolução nº 2, de 14 de agosto de 2014**. Dispõe sobre o uso das águas subterrâneas no Estado de Santa Catarina. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável: Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Florianópolis, 14 ago. 2014. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Legislacao/resolucao_2014-02-uso_agua_subterranea.doc>. Acesso em: 14 jun. 2018.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca. Câmara Setorial da Maricultura. Conselho de Desenvolvimento Rural (CEDERURAL). **Relatório do *workshop* sobre saneamento básico e maricultura**. Florianópolis, 24 nov. 2017b. Disponível em: <http://www.agricultura.sc.gov.br/index.php/arquivos/plano-estrategico-para-o-desenvolvimento-sustentavel-da-maricultura-catarinense/97-relatorio-workshop-sobre-saneamento-basico-e-maricultura/file>. Acesso em: 26 jun. 2018.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. **Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina.** Fev. 2006a.

_____. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural. **Estudo dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para sua Implementação**. Maio 2006b. Disponível em: <http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br>. Acesso em: 14 jun. 2018.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado da Fazenda. Diretoria de Planejamento Orçamentário. **Plano Plurianual 2016 – 2019:** Plano Plurianual em Grandes Números e Perfil dos Órgãos. Florianópolis, 2017c. 328 p. Disponível em: <http://www.sef.sc.gov.br/arquivos_portal/relatorios/77/PPA_Perfil_dos_Orgaos.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2018.

SANTA CATARINA (Estado). Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Resolução CERH nº 001/2008. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa Catarina e dá outras providências. **Diário Oficial [do] Estado de Santa Catarina**, Florianópolis, 24 jul. 2008. Disponível em: <http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=6&idMenu=714&idMenuPai=38>. Acesso em: 25 jun. 2018.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Manual Técnico Operacional:** com foto em planejamento. Florianópolis, 2018b.

_____. Secretaria do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Araranguá**: Etapa B – Diagnóstico e prognóstico dos recursos hídricos. Porto Alegre, 26 fev. 2015. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Ararangua/Relatorio%20B%205%20-%20Compatibilizacao%20das%20demandas%20e%20disponibilidades%20hidricas.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2018.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio das Antas, bacias contíguas e afluentes do Rio Peperi-Guaçú:** Relatório D2 - Confronto das Demandas com as Disponibilidades Hídricas Superficiais. Florianópolis: Fai Faculdades, 2018c.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC):** Caracterização geral das regiões hidrográficas de Santa Catarina**.** Florianópolis, 2017d. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/base-documental/plano-estadulal-biblioteca>. Acesso em: 18 abr. 2018.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC):** Compatibilização de demandas e disponibilidades. Florianópolis, dez. 2017e. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa_d/perh_sc_articulacao_perh_e_pnrh-2017-final.pdf>. Acesso em: 18 abr. 2018.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC)**: Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos de Santa Catarina – Cenário hídrico atual. Florianópolis, 2017f. 49 p. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa_b/PERH_SC_Cenario_atual_CERTI-CEV_2017_final.pdf>. Acesso em: 14 jun. 2018.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Plano Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (PERH/SC):** Identificação de alternativas de compatibilização das disponibilidades e demandas. Florianópolis, 18 dez. 2017g. Disponível em:

<http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa_d/perh_sc_alternativas_compatibilizacao-2017-final.pdf>. Acesso em: 6 jun. 2018.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Leoberto Leal**: Consolidação do Plano Municipal de Saneamento. Leoberto Leal, dez. 2011b. 91 p. [.pdf].

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Portaria nº 025, de 3 de agosto de 2006. **Institui o Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos – CEURH e dispõe sobre os procedimentos para cadastramento de usuários e regularização de usos dos recursos hídricos de dominialidade do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, SC, 07 ago. 2006. DOE Nº 17.940, de 07 de Agosto de 2006 – Pág. 01 e 02. 2006c

_____. 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.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). **Sistema de Cadastro de Usuários de Água do Estado de Santa Catarina**. [2016]. Disponível em: <http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/sirhsc/index.jsp?idEmpresa=59>. Acesso em: 14 jun. 2018.

_____. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina. **Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina (SIGSC)**. 2012. Disponível em: <http://sigsc.sds.sc.gov.br/map/?public=true>. Acesso em: 8 jan. 2018.

SANTA CATARINA TURISMO S.A. (SANTUR). **Estatísticas e Indicadores Turísticos**. [2016]. Disponível em: <http://turismo.sc.gov.br/institucional/index.php/pt-br/informacoes/estatisticas-e-indicadores-turisticos>. Acesso em: 25 jan. 2018.

SÃO JOÃO BATISTA (Município). **Plano de Saneamento Básico de São João Batista**. Florianópolis, dez. 2012. Versão Preliminar, Produto – 07. 70 p. [.pdf].

SILVA, D. J. **Uma abordagem cognitiva ao planejamento estratégico do desenvolvimento sustentável**. 1998. 250 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.

SILVA, D. R. A. D.; KIRCHHEIM, R. E. **Informações hidrogeológicas básicas do Estado de SC**. [2011]. Disponível em: <https://abrh.s3.sa-east-1.amazonaws.com/Sumarios/81/c69cfdf884d42ba609726c49a8d96708_5fb6c97b5c870db3beded8becb2c2195.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2018.

SOUZA, A. G. et al. **Noções gerais de tratamento e disposição final de lodos de estações de tratamento de água**. Rio de Janeiro: ABES, 1999. 240 p. Disponível em: <http://bases.bireme.br/cgibin/wxislind.exe/iah/online/?IsisScript=iah/iah.xis&src=google&base=REPIDISCA&lang=p&nextAction=lnk&exprSearch=93121&indexSearch=ID>. Acesso em: 29 jun. 2018.

THORNTHWAITE, C. W. An approach toward a rational classification of climate. **Geographical Review**. 1. ed., v. 38, p. 55-94, 1948.

TIJUCAS (Município). **Lei Complementar Municipal nº 5, de 13 de dezembro de 2010**. Dispõe sobre o plano diretor participativo do município de tijucas e dá outras providências. Tijucas, 26 nov. 2010. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-tijucas-sc>. Acesso em: 29 jun. 2018.

TIJUCAS (Município). **Plano Municipal de Saneamento Básico de Tijucas**. Tijucas, maio 2016. Disponível em: <http://samaetj.com.br/conteudo/noticias/25/produto-viii-versao-final.pdf>. Acesso em: 8 jun. 2018.

TUCCI, C. E. M. **Hidrologia**: ciência e aplicação. São Paulo: UFRGS, 2012.

UNIVERSIDADE DO SUL DE SANTA CATARINA (UNISUL). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itapocu.** Sustentabilidade e Desenvolvimento. Relatório de atividades produto 04 – etapa C. Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Bacia. Tubarão, 2017.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS (UFG). Programa de Pesquisa de Pós-Graduação em Engenharia do Meio Ambiente - PPGEMA. **ReCESA - Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental**. [200-?]. Disponível em: <https://ppgema.eec.ufg.br/n/24678-recesa-rede-nacional-de-capacitacao-e-extensao-tecnologica-em-saneamento-ambiental>. Acesso em: 7 jun. 2018.

VIEIRA, E. G.; REZENDE, E. N. Mineração de areia e meio ambiente: é possível harmonizar? **Revista do Direito Público**, Londrina, v. 10, n. 3, p. 181-212, set./dez. 2015. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/direitopub/article/view/21303>. Acesso em: 29 jun. 2018.

VON SPERLING, M.; CHERNICHARO, C. A. L. **Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions.** Londres: Iwa Publishing, 2005. 835 p.

WAHNFRIED, I; HIRATA, R. Perímetros de proteção de poços: uma importante ferramenta para a sustentabilidade de mananciais públicos. In: ENCONTRO NACIONAL DE PERFURADORES DE POÇOS, 14.; SIMPÓSIO DE HIDROGEOLOGIA DO SUDESTE, 2., 2005, São Paulo. **Anais...** São Paulo: ABAS, 2005.

WOOLDRIDGE, J. M. **Introductory Econometrics:** A Modern Approach. 5. ed. Michigan: South-Western College, 2013.

# APÊNDICES

# APÊNDICE 1 – MAPA DE POTENCIAL RETENÇÃO DE ÁGUA NO SOLO

# Mapa de Potencial Retencão de Água no Solo das Bacias Hidrográfias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS BACIAS RIOS TIJUCAS, BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS
COMITÊ TIJUCAS BIGUAÇU
UFSC
FAPESC
GOVERNO DE SANTA CATARINA
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável

49°20'0"W
49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°20'0"S
27°40'0"S

Gaspar
Itajaí
Indaial
Blumenau
Camboriú
Apiúna
Guabiruba
Brusque
Botuverá
Presidente Nereu
Vidal Ramos
Tijucas
Perequê
Alto Braço
Inferninho
Garcia
Biguaçu
Oceano Atlântico
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Palhoça
Águas Mornas
Alfredo Wagner
Santo Amaro da Imperatriz
Anitápolis

## Convenções Cartográficas

**Limites**

- Unidades de Gestão
- Municípios
- Corpos d'Água

**Potencial de Retenção de Água nos solos**

Baixo | Médio | Alto

2 3 4 5 6 7 8 9 10

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)
Mapa de uso e ocupação do solo: Elaboração própria
Pedologia: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa (2004)

# APÊNDICE 2 – MAPA DE DECLIVIDADE

# Mapa de Declividade das Bacias Hidrográfias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS BACIAS RIOS TIJUCAS, BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS
COMITÊ TIJUCAS BIGUAÇU
UFSC
FAPESC
GOVERNO DE SANTA CATARINA

49°20'0"W
49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°20'0"S
27°40'0"S

Gaspar
Itajaí
Indaial
Blumenau
Camboriú
Apiúna
Guabiruba
Brusque
Botuverá
Presidente Nereu
Vidal Ramos
Perequê
Tijucas
Alto Braço
Inferninho
Biguaçu
Garcia
Oceano Atlântico
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Palhoça
Águas Mornas
Alfredo Wagner
Santo Amaro da Imperatriz
Anitápolis

## Convenções Cartográficas

**Limites**
- Unidades de Gestão
- Municípios
- Corpos d'Água

**Declividade**
- Declividade 0% a 8%
- Declividade 8% a 25%
- Declividade 25% a 45%
- Declividade 45% a 75%
- Declividade acima de 75%

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: Gerado a partir do Modelo Digital de Terreno da SDS (2010 - 2012)

# APÊNDICE 3 – MAPA DE POTENCIALIDADE E FAVORABILIDADE À EXPLOTAÇÃO

# Potencialidade e Favorabilidade à Explotação das Bacias Hidrográfias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS BACIAS RIOS TIJUCAS, BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS

COMITÊ TIJUCAS BIGUAÇU

UFSC

FAPESC

GOVERNO DE SANTA CATARINA
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável

49°20'0"W
49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°20'0"S
27°40'0"S

Gaspar
Itajaí
Indaial
Blumenau
Camboriú
Apiúna
Guabiruba
Brusque
Botuverá
Presidente Nereu
Vidal Ramos
Perequê
Tijucas
Alto Braço
Inferninho
Garcia
Biguaçu
Oceano Atlântico
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Palhoça
Águas Mornas
Alfredo Wagner
Santo Amaro da Imperatriz
Anitápolis

## Convenções Cartográficas

- Unidades de Gestão
- Municípios
- Corpos d'Água

**Potencalidade e Favorabiliadde à Explotação**

| Baixo | | | | | Médio | | | | | Alto | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| 2,05 | 2,2 | 2,5 | 3,05 | 3,2 | 3,5 | 4,05 | 4,2 | 4,5 | 5,05 | 5,2 | 5,5 | 7 | 8 | 9 | 10 |

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 Rercursos Minerais - CPRM (2013)

# APÊNDICE 4 – MAPA DE POTENCIAL DE INFILTRAÇÃO

# Mapa de Potencial de Infiltração das Bacias Hidrográfias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS BACIAS RIOS TIJUCAS, BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS
COMITÊ TIJUCAS BIGUAÇU
UFSC
FAPESC
GOVERNO DE SANTA CATARINA
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável

49°20'0"W
49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°20'0"S
27°40'0"S

Gaspar
Itajaí
Indaial
Blumenau
Camboriú
Apiúna
Guabiruba
Brusque
Botuverá
Presidente Nereu
Vidal Ramos
Perequê
Tijucas
Alto Braço
Inferninho
Garcia
Biguaçu
Oceano Atlântico
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Palhoça
Águas Mornas
Alfredo Wagner
Santo Amaro da Imperatriz
Anitápolis

## Convenções Cartográficas

**Limites**

- Unidades de Gestão
- Municípios
- Corpos d'Água

**Potencial Infiltração**

Baixo — Médio — Alto

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**
Municípios: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2015)
Corpos d'Água: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2016)

# APÊNDICE 5 – MAPA DE IDENTIFICAÇÃO DAS ÁREAS CRÍTICAS PARA EXPANSÃO DE ATIVIDADES DEMANDADORAS DE ÁGUAS SUPERFICIAIS

# Identificação de Áreas Críticas para Expansão de Atividades Demandadoras de Água das Bacias Hidrográfias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas

49°15'0"W 49°0'0"W 48°45'0"W 48°30'0"W 48°15'0"W

27°15'0"S 27°30'0"S 27°45'0"S

Oceano Atlântico

Rio do Areal
Rio Perequê
Rio Vovó
Rio da Vovó
Rio Teles
Rio do Oliveira
Rio Kroecker
Rio do Meira
Rio Tijucas
Rio da Galera
Rio dos Morretes
Rio Itinga
Rio do Inferninho
Rio Jordão
Rio Felício
Rio das Cachoeiras
Ribeirão do Alferes
Ribeirão do Salas
Rio do Braço
Rio Alto Braço
Ribeirão Bonito
Ribeirão de Mollja
Ribeirão da Vasca
Rio Misch
Rio do Bugres
Rio do Morcego
Rio Veado
Rio Tijucas
Rio dos Porcos
Rio do Alho
Rio Diamante
Rio Pinhaizinho
Rio Fortuna
Rio de Parada
Rio Farias
Rio Pachadel
Rio dos Três Riachos
Rio Biguaçu
Corrego Cachoeira
Ribeirão Caveira
Rio Engano
Rio Schubert
Rio Coqueiral
Rio Areia
Rio Antinha
Rio Verde
Rio São João
Rio do Tigre
Rio da Areia
Rio del Dentro
Rio Novo
Rio Garcia
Rio do Louro
Rio Caçador
Rio Pequeno
Rio Bonito
Rio Taquaras
Rio do Schaft
Rio Capivaras
Rio das Antas
Rio do Laieado
Rio Bonito

## Convenções Cartográficas

**Hidrografia**

Principais corpos hídricos

**Identificação de áreas**

Áreas críticas

N W E S

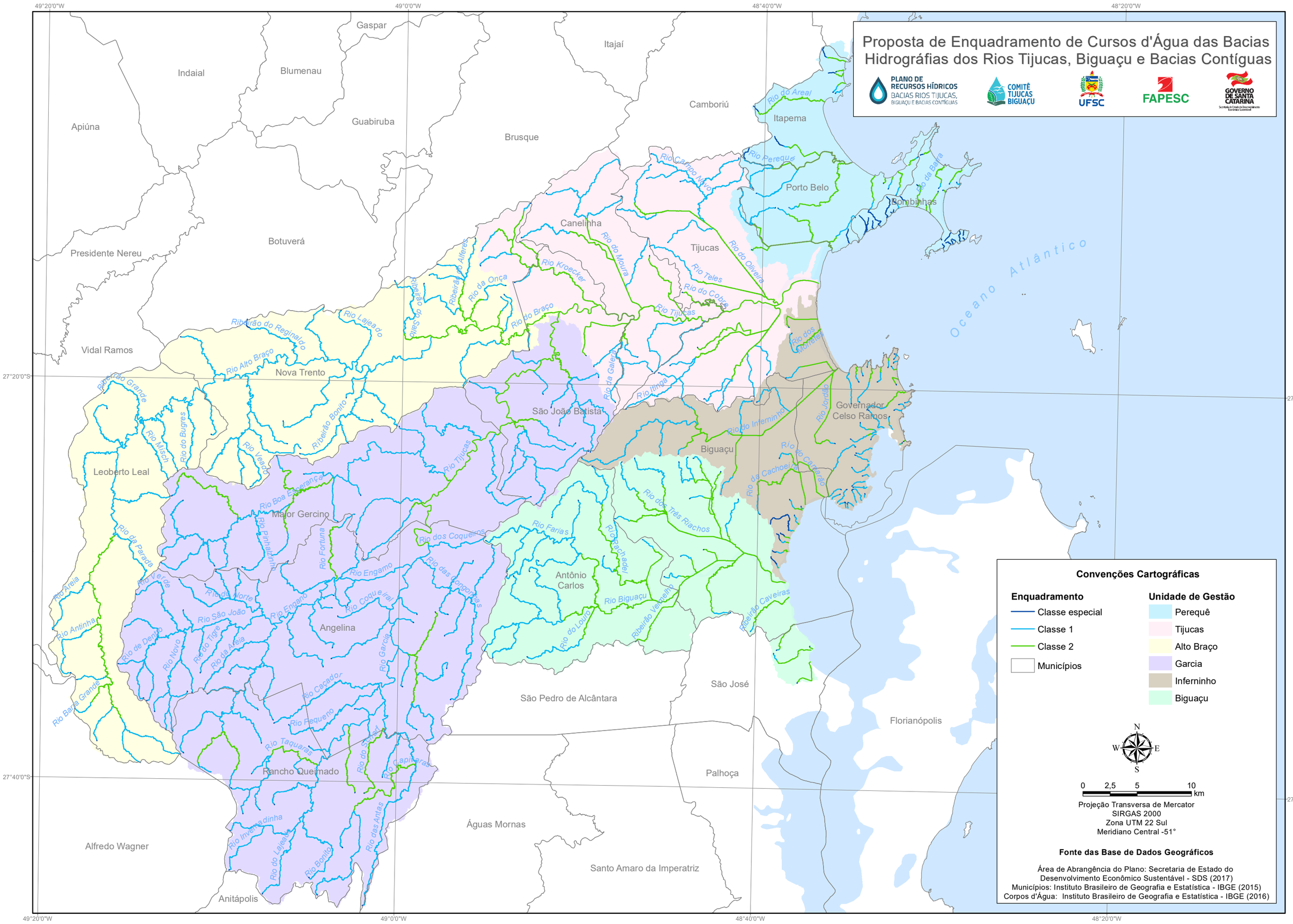
0 2,5 5 10 km

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)
Hidrografia: Sec. de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável - SDS (2013)

# APÊNDICE 6 – PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DOS CURSOS D'ÁGUA


Proposta de Enquadramento de Cursos d'Água das Bacias Hidrográfias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas
PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS BACIAS RIOS TIJUCAS, BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS
COMITÊ TIJUCAS BIGUAÇU
UFSC
FAPESC
GOVERNO DE SANTA CATARINA
Convenções Cartográficas
Enquadramento
Classe especial
Classe 1
Classe 2
Municípios
Unidade de Gestão
Perequê
Tijucas
Alto Braço
Garcia
Inferninho
Biguaçu
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)
Oceano Atlântico
Gaspar
Itajaí
Indaial
Blumenau
Camboriú
Itapema
Apiúna
Guabiruba
Brusque
Porto Belo
Bombinhas
Canelinha
Tijucas
Botuverá
Presidente Nereu
Vidal Ramos
Nova Trento
São João Batista
Governador Celso Ramos
Biguaçu
Leoberto Leal
Major Gercino
Antônio Carlos
Angelina
São José
São Pedro de Alcântara
Florianópolis
Palhoça
Rancho Queimado
Águas Mornas
Alfredo Wagner
Santo Amaro da Imperatriz
Anitápolis
49°20'0"W
49°0'0"W
48°40'0"W
48°20'0"W
27°20'0"S
27°40'0"S

# APÊNDICE 7 – OFICINAS DE ENQUADRAMENTO PARTICIPATIVO

# Oficinas de enquadramento participativo

As oficinas de enquadramento participativo têm como objetivo proporcionar aos atores participantes (representantes de órgãos públicos, lideranças comunitárias, empresários, agricultores, pescadores, organizações não governamentais e demais usuários de água) a oportunidade de discutir e definir consensualmente o enquadramento dos corpos hídricos da bacia. Consoante a ANA (2018a), os participantes das oficinas de enquadramento foram estimulados a desenvolver as seguintes atividades:

- Avaliar a condição atual dos rios, ou seja, “o rio que temos”.
- Discutir sobre as condições de qualidade desejada, “o rio que queremos”.
- Discutir e pactuar as metas de evolução, levando em conta os usos do solo e as limitações técnicas e econômicas para seu alcance, “o rio que podemos ter”.

Foram realizadas três oficinas de enquadramento participativo que aconteceram nos dias 21 e 28 de maio e 14 de junho de 2018 nos municípios de Biguaçu, Angelina e Tijucas, respectivamente.

As oficinas de enquadramento participativo foram divididas em seis momentos distintos e complementares. Os participantes tiveram a oportunidade de se conhecer, de aprender sobre o enquadramento dos cursos d´água, vivenciar uma dinâmica de negociação e construir coletivamente o mapeamento participativo e a proposta de enquadramento para os rios da bacia. O cronograma de atividades das oficinas de enquadramento participativo é apresentado na Tabela 1.

| Início | Término | Atividade |
|---|---|---|
| 08:30 | 09:15 | Recepção e credenciamento |
| 09:15 | 09:30 | Apresentação do cronograma da oficina |
| 09:30 | 10:15 | Dinâmica de apresentação dos participantes |
| 10:15 | 11:00 | Apresentação sobre enquadramento de corpos hídricos (fundamentos, aspectos técnicos e conceitos) |
| 11:00 | 12:00 | "O rio que temos" (mapeamento participativo - apresentação do cenário atual e reconhecimento dos usos de recursos hídricos e dos pontos críticos) |
| 14:00 | 14:45 | Dinâmica de negociação |
| 14:45 | 15:30 | "O rio que queremos" (proposta de enquadramento coletivo - "sonho") |
| 15:30 | 16:00 | "O rio que podemos ter" (proposta de enquadramento coletivo - "factível") |
| 16:00 | 16:30 | Propostas para o programa de efetivação do enquadramento (ações estratégicas - obras estruturais e mecanismos de comando e controle, disciplinamento e econômicos) |
| 16:30 | 17:00 | Avaliação do evento e do encerramento |

**Tabela 1 – Cronograma de atividades das oficinas de enquadramento participativo**
Elaboração própria (2018)

A seguir são detalhados os momentos realizados na oficina, as metodologias utilizadas e os resultados alcançados.

## DINÂMICA DE APRESENTAÇÃO DOS PARTICIPANTES

Após a recepção, o credenciamento e a apresentação do cronograma do dia, a oficina iniciou com uma dinâmica de apresentação dos participantes, visando proporcionar um momento de interação, de questionamento a respeito dos objetivos de cada um no encontro e reflexão sobre a visão de futuro deles para a bacia.

Neste momento os participantes receberam um crachá. Neste crachá foi solicitado aos participantes preencherem o seu o nome, o nome da instituição que estavam representando, explicitar o seu objetivo de participação na oficina, sua visão de futuro para a bacia e indicar no mapa do crachá algum lugar da bacia que considerasse especial.

Em seguida foi formada uma roda onde cada um dos participantes teve a oportunidade de compartilhar suas reflexões e considerações sobre recursos hídricos para todo o grupo. Além disso, os participantes tiveram momentos, em duplas, para conversar sobre as questões levantadas. O objetivo dessa dinâmica foi aproximar os participantes a partir do reconhecimento de suas afinidades e objetivos pessoais, buscando criar um ambiente mais aberto e acolhedor para o diálogo e para a construção coletiva da proposta de enquadramento dos cursos de água da bacia.



**Figura 1 – Dinâmica de apresentação dos participantes na oficina de enquadramento realizada em Biguaçu**
Elaboração própria (2018)

## APRESENTAÇÃO SOBRE ENQUADRAMENTO (FUNDAMENTOS, CONCEITOS E ASPECTOS TÉCNICOS)

Após a dinâmica de apresentação dos participantes, o facilitador do encontro realizou uma apresentação expositiva sobre os fundamentos, os conceitos e os aspectos técnicos relacionados ao enquadramento dos cursos d´água em classes, segundo os usos preponderantes.

Nesse momento, os participantes puderam aprender, compartilhar conhecimentos, experiências e tirar dúvidas a respeito desse importante instrumento estratégico, previsto na Política Estadual de Recursos Hídricos e na Política Federal de Recursos Hídricos, e que foi o tema central das Oficinas.



**Figura 2 – Apresentação sobre enquadramento na oficina realizada em Angelina**
Elaboração própria (2018)

## MAPEAMENTO PARTICIPATIVO DA BACIA

A primeira etapa de construção coletiva foi a realização do mapeamento participativo da bacia. Para auxiliar nas atividades foram empregados dois mapas em tamanho A0 da bacia, contendo:

- Unidades de Gestão (UGs), uso e ocupação do solo, áreas protegidas, comunidades tradicionais e usuários cadastrados no Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH).
- Resultados do balanço hídrico referente a situação atual das classes dos rios em função da qualidade da água, Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO).

Os participantes foram estimulados a identificar e apontar os principais usos da água na bacia, os conflitos existentes e potenciais relacionados aos recursos hídricos, além dos pontos críticos e as boas práticas referentes à gestão da água na bacia.

Dessa forma, os participantes completaram, de forma coletiva e participativa, uma tabela com os usos, os conflitos, os pontos críticos e as boas práticas, além disso indicaram no mapa os locais onde esses fenômenos aconteciam.

Portanto, ao final do período matutino da oficina, os participantes haviam construído um mapeamento participativo do “rio que temos”, ou seja destacando a situação atual dos recursos hídricos na bacia. Este mapeamento foi o ponto de partida para iniciar as atividades do período vespertino: construir coletivamente o “rio que queremos” e, finalmente, o “rio que podemos ter”.



**Figura 3 – Mapeamento participativo da bacia na oficina de enquadramento realizada em Tijucas**
Elaboração própria (2018)

## "O RIO QUE TEMOS"

Os resultados do mapeamento participativo das Bacias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas foram consolidados em tabelas e mapas e figuras. Foram identificados e mapeados os conflitos, pontos críticos, usos, e boas práticas existentes na bacia. Ressalta-se que alguns conflitos, pontos críticos, usos e boas práticas identificadas nas oficinas não foram espacializados pelos participantes e por esse motivo não constam nas figuras apresentados.



**Figura 4 – Mapeamento participativo da bacia na oficina de enquadramento realizada em Biguaçu**
Elaboração própria (2018)

Entre os principais conflitos reconhecidos nas oficinas, os mais recorrentes se referem às atividades de mineração, agricultura e ao uso e ocupação do solo desordenado. A Tabela 2 apresenta os conflitos indentificados.

| Número (Mapa) | Conflitos |
|---|---|
| 1 | Agricultura |
| 2 | Projeto de Estação de Tratamento de Esgoto |
| 3 | Sitiantes |
| 4 | Uso e ocupação do solo desordenado |
| 5 | Canalização de corpos hídricos (esconder poluição) |
| 6 | Compensações ambientais das PCHs |
| 7 | Consumo irregular de agrotóxico |
| 8 | Limpeza de fossa |
| 9 | Mineração |
| 10 | Mineração e PCHs |
| 11 | PCH com outras atividades |
| 12 | Posse de água |
| 13 | Trabalho escravo |
| 14 | Transposição de rio |

**Tabela 2 – Conflitos identificados nas oficinas participativas de enquadramento**
Elaboração própria (2018)

Os conflitos identificados na Tabela 2 e encontram-se espacializados na Figura 5.

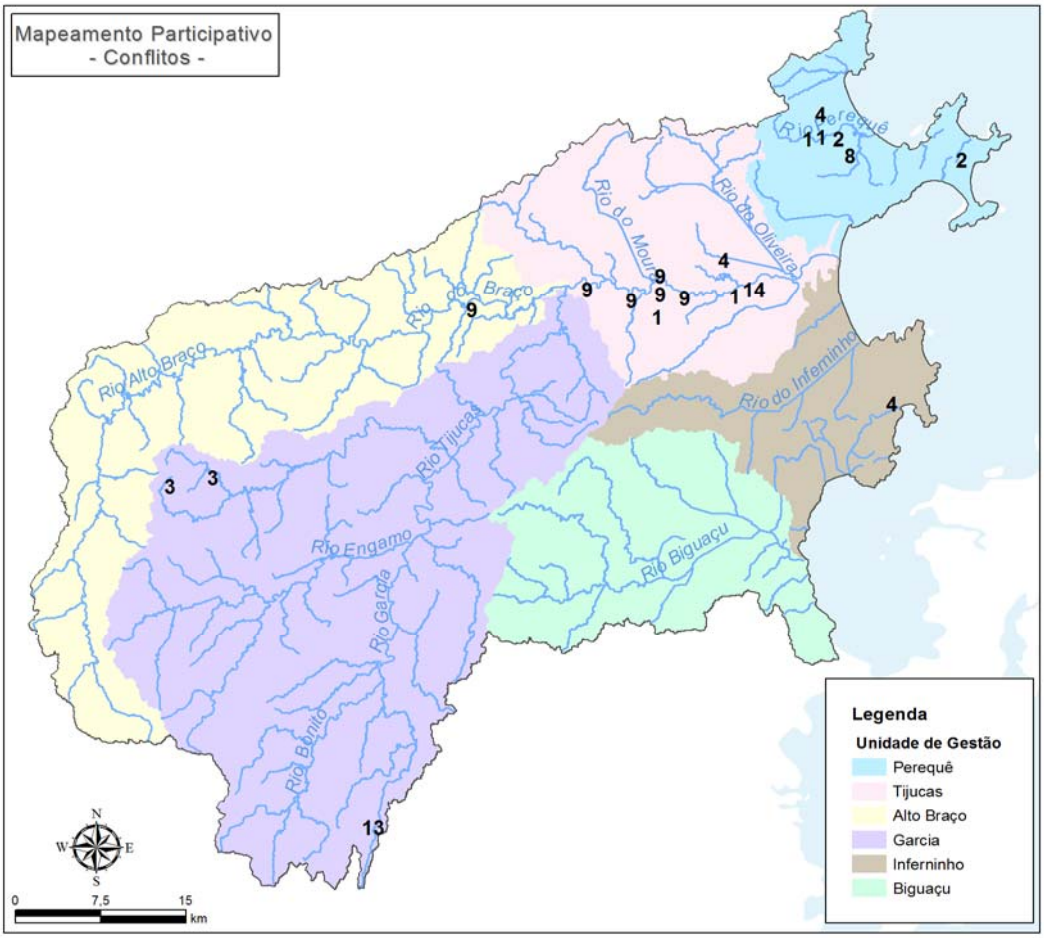



**Figura 5 – Espacialização dos conflitos identificados nas oficinas participativas de enquadramento**
Elaboração própria (2018)

Foram identificados 26 pontos críticos na área de abrangência do PRH (Tabela 3) dentre eles, os mais citados se referem à falta de balneabilidade nas praias, ausência de esgotamento sanitário, criação animal em Área de Preservação Permanente (APP) e granjas.

| Número ( Mapa) | Pontos críticos |
|---|---|
| 1 | Ausência de esgotamento sanitário |
| 2 | Criação animal em APP |
| 3 | Mineração |
| 4 | Abatedouro / Estação de Tratamento de Esgoto |
| 5 | Anel viário |
| 6 | Aterro sanitário |
| 7 | Balneabilidade |
| 8 | Cachoeira do Amâncio |
| 9 | Cemitério |
| 10 | Deficiência no CEURH |
| 11 | Desmoronamento/ Erosão/ Assoreamento |
| 12 | Efluentes/ Aterro Sanitário/ Indústria |
| 13 | Esgotamento sanitário |
| 14 | Estrada próxima a cachoeira |
| 15 | Granjas |
| 16 | Loteamentos |

| Número ( Mapa) | Pontos críticos |
|---|---|
| 17 | Macrodrenagem |
| 18 | Obra embargada |
| 19 | Parque municipal |
| 20 | PCH |
| 21 | Pesca |
| 22 | Preparo de solo convencional |
| 23 | Rio Perequê |
| 24 | Triagem de resíduos sólidos em margem de rio |
| 25 | Urbanização em enconsta de rios |
| 26 | Uso descontrolado de agrotóxicos |

**Tabela 3 – Pontos críticos identificados nas oficinas participativas de enquadramento**
Elaboração própria (2018)

A Figura 6 apresenta os pontos críticos apresentados na Tabela 3.

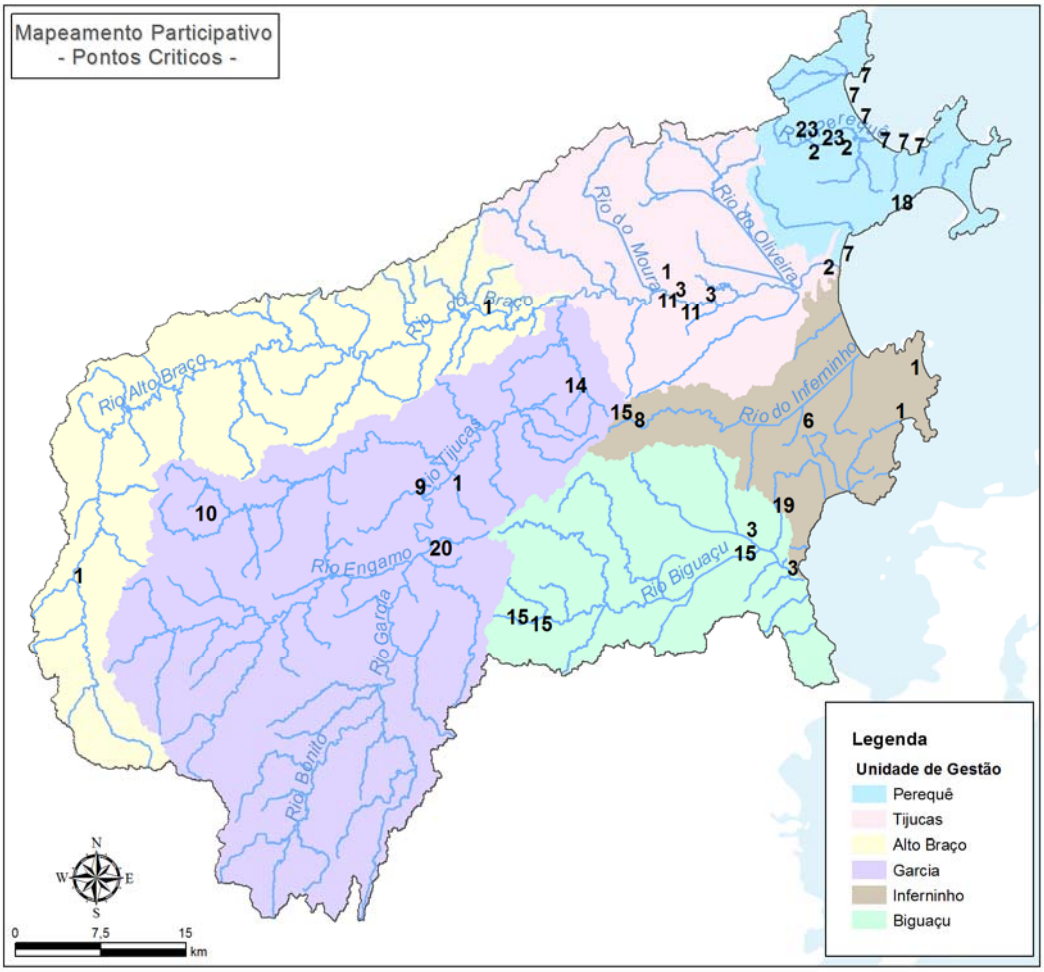



**Figura 6 – Espacialização dos pontos críticos identificados nas oficinas participativas de enquadramento**
Elaboração própria (2018)

Os 28 usos existentes nas Bacias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas estão descritos na Tabela 4, de forma que os com maior ocorrência são: mineração; indústria; e diluição de efluentes.

| Número (Mapa) | Usos |
|---|---|
| 1 | Abastecimento público |
| 2 | Aterro sanitário |
| 3 | Criação animal |
| 4 | Estação de Tratamento de Água |
| 5 | Indústria |
| 6 | Irrigação |
| 7 | Mineração |
| 8 | Pesca artesanal |
| 9 | Produção de energia |
| 10 | Abatedouro em Terra Indígena |
| 11 | Agricultura (tubérculos - água sanitária) |
| 12 | Anel viário |
| 13 | Cachoeira |
| 14 | Captaçã superficial |
| 15 | Captação subterrânea |
| 16 | Diluição de efluentes |
| 17 | Estação de Tratamento de Água e Esgoto |
| 18 | Lançamento de efluentes |
| 19 | Lançamento de efluentes (ETA) |
| 20 | Lavanderia |
| 21 | Loteamento |
| 22 | Parque aquático |
| 23 | Parque municipal de São Miguel |
| 24 | Pesca |
| 25 | Prática de esporte |
| 26 | Produção de grama |
| 27 | Terra indígena |
| 28 | Transporte |

**Tabela 4 – Usos identificados nas oficinas participativas de enquadramento**
Elaboração própria (2018)

Os usos descritos na Tabela 4 foram espacializados na Figura 7.

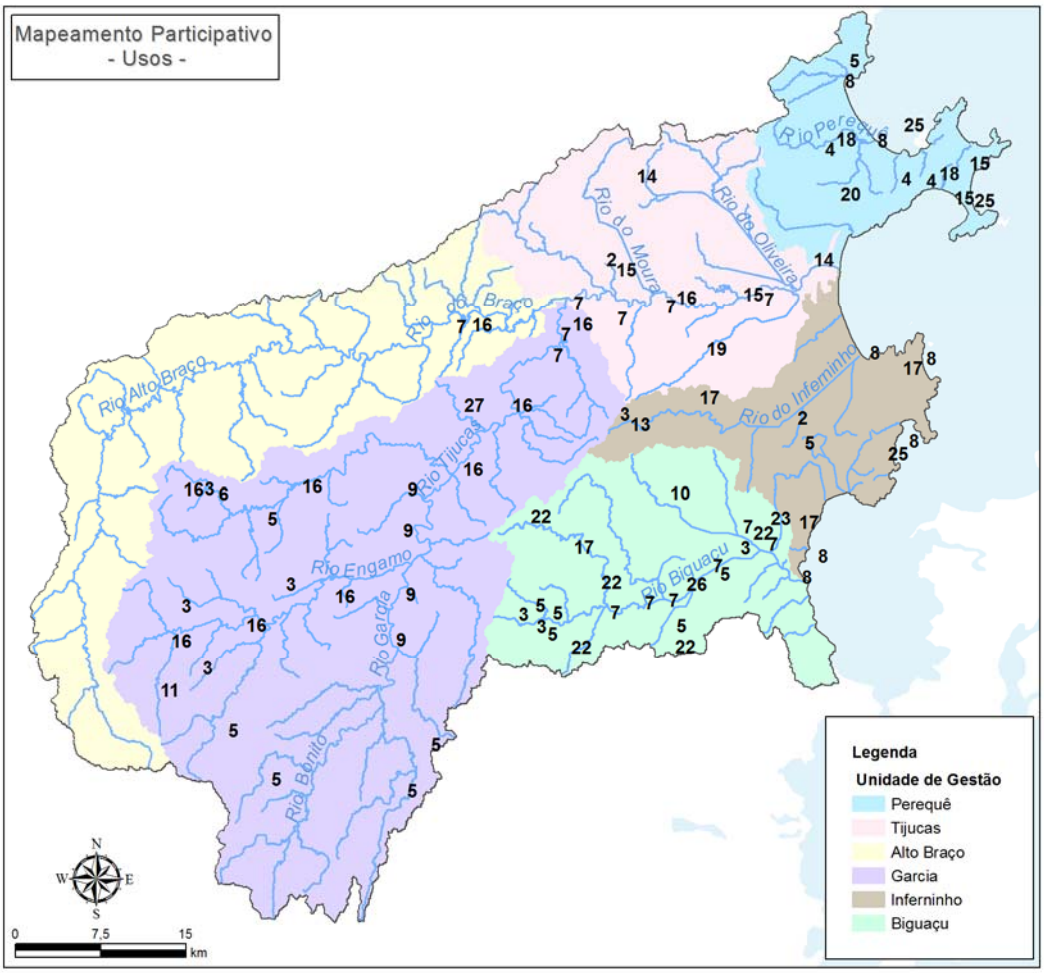



**Figura 7 – Espacialização dos usos identificados nas oficinas participativas de enquadramento**
Elaboração própria (2018)

Com relação às boas práticas, foram identificadas pelos participantes das oficinas de enquadramento, 13 ações que acontecem na área de abrangência do PRH (Tabela 5), sendo que as mais mencionadas são a de recomposição de mata ciliar e o pacto de recuperação do Rio Perequê.

| Número (Mapa) | Boas Prática |
|---|---|
| 1 | Recomposição de mata ciliar |
| 2 | Pacto de recuperação do Rio Perequê |
| 3 | Unidos por Bombinhas |
| 4 | Porto Ambiental |
| 5 | RPPN's (Morro dos zimbros e outras) |
| 6 | Reuso de água da empresa Lava Sul |
| 7 | Adubação de recuperação, cultivo mínimo e plantio |
| 8 | Programa de recuperação fiscalização do esgotamento sanitário nas residências |
| 9 | Centro de Triagem e Pátio de Compostagem de Angelina |
| 10 | Campanha de recuperação de recolhimento de embalagens de agrotóxicos |
| 11 | Palestras de recuperação resíduos sólidos |
| 12 | Fontes Caxambu (Terra Indígena, algumas propriedades) |
| 13 | Pacto pelas matas ciliares |

**Tabela 5 – Boas Práticas identificadas nas oficinas participativas de enquadramento**
Elaboração própria (2018)

Os dados de boas práticas estão apresentados na Figura 8 e são correspondentes à Tabela 5.

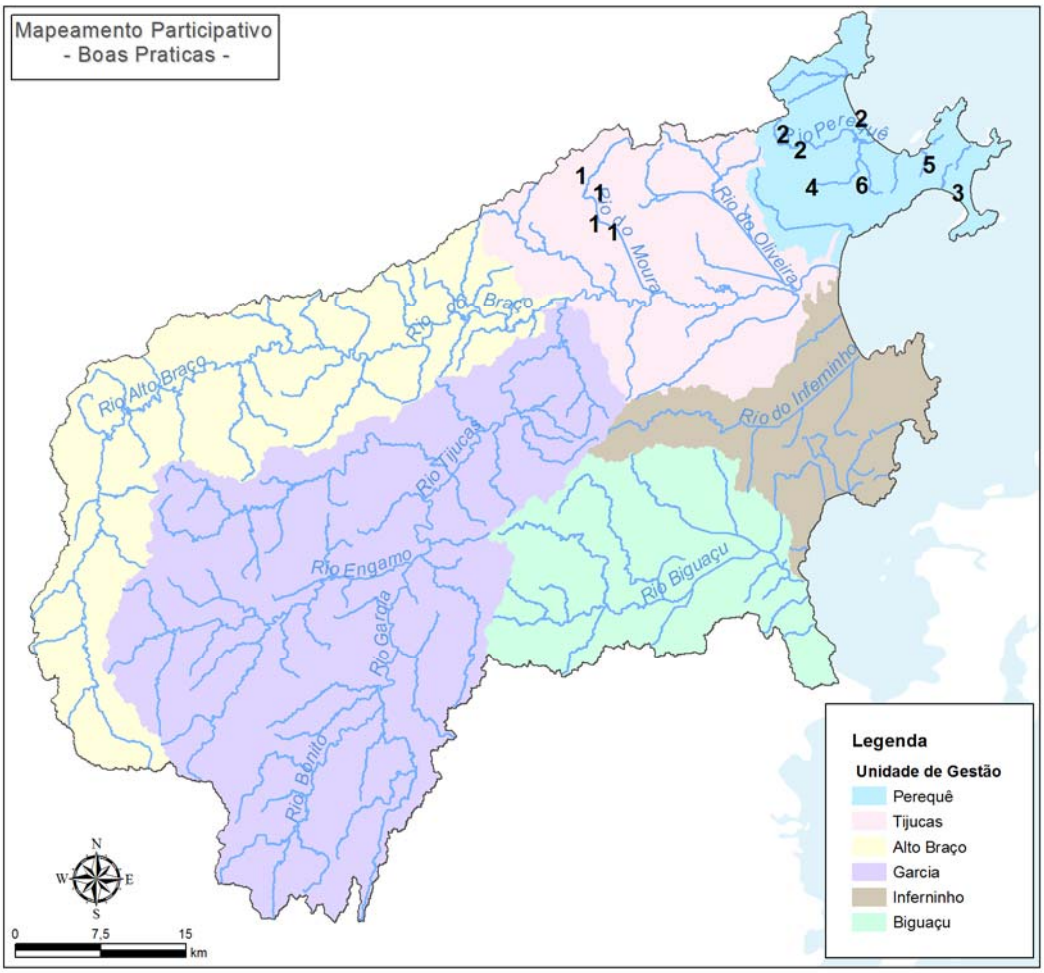



**Figura 8 – Espacialização das Boas Práticas identificadas nas oficinas participativas de enquadramento**
Elaboração própria (2018)

## DINÂMICA DE NEGOCIAÇÃO

Após o intervalo de almoço, foi realizada a dinâmica de negociação, visando proporcionar aos participantes uma experiência lúdica de negociação, proporcionando uma reflexão sobre as diferentes formas de realizar uma negociação e valorizando aspectos positivos e negativos das formas de negociar.

Para essa dinâmica, os participantes foram divididos em grupos, onde cada grupo recebeu uma quantidade predeterminada de diferentes balas e uma "missão" (que apresentava a quantidade e cor das balas que cada grupo precisaria para completar sua missão). Após contabilizar as balas disponíveis e verificar sua "missão", cada grupo deveria elaborar sua estratégia e indicar um dos participantes do seu grupo para ser o representante na mesa de negociação. Nesta, os próprios participantes deveriam estipular as regras e iniciar a negociação para conseguir completar suas missões.

O processo de negociação ocorreu de forma diversa em cada oficina, mas apresentou algumas similaridades, tais como:

- Os representantes só levam para a mesa de negociação as balas disponíveis para negociar (não mostram todos os recursos disponíveis, somente os "sobressalentes", ou seja, ninguém realmente sabe a quantidade total de recursos disponíveis).
- Os participantes não deixam claro qual é sua missão/objetivo, os participantes ficam focados somente em suas missões.
- Nenhum participante está interessado nos objetivos dos outros participantes, as negociações acontecem paralelamente (aos pares, unilateralmente) e não de forma coletiva e organizada.

Todos esses pontos são importantes para serem considerados na valorização pedagógica no final da dinâmica.

A essência dessa dinâmica é que existem balas suficientes para atender o objetivo de todos os grupos, o que só fica claro no final da dinâmica. O objetivo pedagógico é, portanto, demonstrar que muitas vezes temos recursos suficientes para atender todas as nossas demandas, como no caso do uso múltiplo das águas nas bacias hidrográficas. Porém, muitas vezes não há clareza de quanto temos de recurso, ou não deixamos os nossos objetivos explícitos, ou não estamos abertos a dialogar e entender as demandas e as necessidades de cada ator do processo.

Dessa forma, normalmente as negociações não acontecem da melhor forma possível. A ideia da dinâmica é proporcionar esse tipo de reflexão e dialogar com os participantes sobre todos esses pontos, valorizando a importância dessas reflexões também na construção do processo de enquadramento dos rios da bacia.



**Figura 9 – Dinâmica de negociação da oficina de enquadramento realizada em Angelina**
Elaboração própria (2018)

## "O RIO QUE QUEREMOS"

Após a dinâmica de negociação, voltou-se ao processo participativo de construção do "rio que queremos". O objetivo principal desse momento foi refletir, dialogar e esboçar qual é o sonho coletivo para os rios da bacia.

Nessa etapa, os participantes foram divididos em grupos de três a cinco pessoas e, a partir da metodologia da Pedagogia do Amor (SILVA, 1998), os participantes deveriam responder seis perguntas:

- Quais são os usos dos recursos hídricos (atuais e futuros) pretendidos para a bacia?
- Quais são as vocações da bacia?
- Quais são as aspirações/sonhos para a bacia?
- Qual é a classe de enquadramento necessária para atender os usos? Qual é a classe desejada para cada curso d´água?
- Quais são os parâmetros de qualidade da água são importantes para identificar e atender os usos pretendidos?
- Quais são as ações necessárias para chegar a qualidade de água desejada para os cursos d´água?

A Pedagogia do Amor é uma metodologia de construção coletiva de conceitos que tem como essência pedagógica a aceitação do outro como legítimo no processo (SILVA, 1998). A metodologia é dividida em cinco momentos, os quais foram vivenciados pelos participantes durante essa etapa da oficina:

1. Revelação da subjetividade
2. Contribuição da diversidade
3. Construção da intersubjetividade
4. Construção do domínio linguístico
5. Apresentação do grupo.

A "revelação da subjetividade" é um momento onde, a partir dos seus próprios conhecimentos, cada participante foi instruído a responder individualmente às perguntas anteriores. A "contribuição da diversidade" é um momento de contribuição externa onde o facilitador da oficina apresenta textos, vídeos, apresentações que devem agregar conhecimento para facilitar/auxiliar na construção das respostas para as perguntas-chave. Na oficina, a "contribuição da diversidade" consistiu na apresentação sobre o enquadramento, a cartilha sobre enquadramento entregue aos participantes e o mapeamento participativo realizado.

Após responderem individualmente as perguntas, os participantes seguiram para o terceiro momento da metodologia, a "construção da intersubjetividade". Neste momento, cada um dos participantes apresentou ao grupo suas respostas para as perguntas-chave. Vale ressaltar que este não foi um momento de debate ou discussão, mas sim de ouvir com atenção o que cada um dos participantes tinha a dizer sobre as perguntas, reconhecendo e valorizando a visão de cada um.

Após esse momento de escuta dos participantes, seguimos para o momento mais desafiador da metodologia, a "construção do domínio linguístico". Nesta etapa, o grupo deve dialogar sobre as respostas de cada participante e, a partir do diálogo, construir coletivamente as respostas do grupo para as perguntas. É importante que o resultado final desse processo seja aceito e esteja em consenso entre todos os participantes do grupo. Além disso, cada grupo foi estimulado a construir coletivamente um mapa de enquadramento dos rios da bacia relacionado aos seus sonhos para ela.

Em seguida, os grupos apresentaram os seus resultados a partir das respostas coletivas, e o mapa de enquadramento, "sonho", para os outros participantes da oficina, que ouviram atentamente, tiraram dúvidas e fizeram suas considerações e avaliações sobre cada uma das apresentações. Ao final desse processo foi realizada uma avaliação dos resultados de cada grupo, valorizando os pontos comuns, os consensos, as singularidades e as divergências apresentadas.




**Figura 10 – "O rio que queremos" na oficina de enquadramento realizada em Tijucas**
Elaboração própria (2018)

## "O RIO QUE PODEMOS TER"

A última etapa da oficina, a construção coletiva do "rio que podemos ter". Nesse momento, os participantes foram convidados para olhar novamente os resultados do "rio que temos" e do "rio que queremos ter". Isto, buscando entender quais são os desafios, os conflitos, os pontos críticos, as dificuldades, os potenciais e as ações necessárias para a construção do "rio que temos" até o "rio que queremos". A partir dessas reflexões, os participantes foram motivados a pensar na proposta de enquadramento dos cursos d´água, considerando metas possíveis de serem alcançadas no horizonte do plano.

Para desenvolver a proposta de enquadramento, os grupos receberam mapas em tamanho A3 da bacia com uso do solo, áreas protegidas e classificação atual dos cursos d´água em relação à DBO, onde eles construíram coletivamente suas propostas de enquadramento para os rios. As propostas criadas pelos grupos foram apresentadas a todos os participantes da oficina que, posteriormente, elaboraram, de forma coletiva e participativa, uma proposta única de enquadramento.



**Figura 11 – "O rio que podemos ter" na oficina de enquadramento realizada em Tijucas**
Elaboração própria (2018)



**Figura 12 – "O rio que podemos ter" na oficina de enquadramento realizada em Angelina**
Elaboração própria (2018)

# APÊNDICE 8 – ARTICULAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DE INTERESSES INTERNOS E EXTERNOS À BACIA

# Articulação e compatibilização de interesses internos e externos à bacia

A fim de buscar a compatibilização de interesses e a minimização de conflitos entre os atores internos e externos à bacia, foram identificados os projetos de grandes empreendimentos que possam afetar direta ou indiretamente os recursos hídricos das bacias em estudo.

Além disso, foram realizadas reuniões com representantes das prefeituras municipais, câmaras de vereadores, secretarias municipais e outros atores estratégicos da bacia, como agricultores, agentes de turismo e entidades de proteção ambiental. Participaram também dessas reuniões representantes das entidades responsáveis pelos serviços de abastecimento de água e esgotamento sanitário dos municípios. Também foram ouvidas a Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Santa Catarina (FETAESC), a Federação de Pescadores do Estado de Santa Catarina (FEPESC) e a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan).

## PACTO POR SANTA CATARINA

O Pacto por Santa Catarina (2018a) é um programa do Governo do Estado de Santa Catarina que apresenta as obras e os investimentos necessários para atender às principais demandas em diversos setores da economia estadual. Na Tabela 1 são apresentadas algumas ações do Pacto por Santa Catarina a serem realizadas nos municípios que fazem parte da bacia hidrográfica e que interferem direta e indiretamente com a temática do Plano.

| **Ação** | **Sistema de Esgotamento Sanitário – Bombinhas** |
|---|---|
| Código da Ação | CASAN 047 |
| Status | Projeto |
| Investimento | R$ 14.696.780,65 |
| Localização | BOMBINHAS |
| Descrição | Ligações Domiciliares: 4.324 un.<br>Rede Coletora: 59.790 m<br>Estação Elevatória: 11 un.<br>Linha de Recalque: 4.162 m<br>ETE: 1 un. |

**Tabela 1 – Ações previstas para a área de saneamento e recursos hídricos do Pacto por Santa Catarina nas bacias em estudo**

Fonte: Santa Catarina (2018a). Elaboração própria (2018)

## ESTUDOS DA CASAN

Através do Oficio CT/D 0601, datado de 29 de maio de 2018, a Companhia Catarinense de Águas e Saneamento (Casan) informou que possui estudos de obras estruturais para aproveitamento de recursos hídricos na região da bacia hidrográfica. A execução dessas obras, apresentadas na Tabela 2, depende das conclusões do estudo de concepção do Sistema Integrado de Abastecimento de Florianópolis (SIF).

| Ação | Vazão | Ponto de captação | Ponto de distribuição | Áreas beneficiadas |
|---|---|---|---|---|
| Implantação de captação no Rio Biguaçu | 650 l/s | 27°29’42,06” S; 48°44’00,93” W | 27°29’42,06” S; 48°44’00,93” W (Reservatório Biguaçu) | Biguaçu, São José e Florianópolis |
| Implantação de barragem de regularização de vazão no Rio Vargem do Braço | 2.000 l/s | 27°44’11,40” S; 48°45’22,41” W | 27°41'17.75" S; 48°42'15.81" W (ETA Morro dos Quadros) | Florianópolis, São José, Biguaçu, Santo Amaro da Imperatriz e Palhoça |
| Implantação de captação no Rio Tijucas – 1 | 700 l/s | 27°16’37,10” S; 48°43’35,58” W | 27° 8'44.21" S; 48°37'24.73" W (ETA Porto Belo) | Porto Belo, Bombinhas e Itapema |
| Implantação de captação no Rio Tijucas – 2 | 3.780 l/s | 27°16’37,10” S; 48°43’35,58” W | -27°27’09” S; 48°32’26” W – 790 l/s (Norte da Ilha de Santa Catarina) | Florianópolis, Biguaçu, Governador Celso Ramos, Porto Belo, Bombinhas e Itapema |

**Tabela 2 – Ações previstas pela Casan para a área de saneamento e recursos hídricos**
Elaboração própria (2018)

## DIÁLOGOS COM REPRESENTANTES DO PODER PÚBLICO MUNICIPAL

Foram realizadas reuniões com representantes das prefeituras e secretarias municipais, além de outros atores essenciais para o diálogo, como as fundações de meio ambiente, companhias de saneamento, representações de classe e representantes do comitê. O intuito dos encontros foi estabelecer uma conexão e sinergia entre os diferentes Planos e Projetos que envolvem cada município, assim como conhecer a situação atual e os planos futuros dos principais setores relacionados aos recursos hídricos, tais como: abastecimento de água, esgotamento sanitário, drenagem, atividades agrícolas, criação de animais, indústria, mineração, geração de energia, pesca, atividades turísticas, além de outros pontos específicos de cada local.

Durante o diálogo conduzido pela equipe de mobilização e educomunicação do Plano, foi citada a Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/97, conhecida como Lei das Águas), que trata sobre fundamentos, objetivos, diretrizes e instrumentos para a gestão dos recursos hídricos. Ademais, realizou-se uma introdução sobre o que é o Plano, qual seu estado atual e quais serão as próximas etapas, ressaltando a importância dos municípios no processo de elaboração do Plano, os quais devem participar ativamente do processo, contribuindo com informações sobre planos, projetos e empreendimentos relacionados aos recursos hídricos.

Os encontros com representantes dos municípios foram agendados através de ligações telefônicas e contato por *e-mail*. A partir dos diálogos realizados com os representantes do poder público municipal, pode-se destacar os principais pontos abordados, além de apontar ações estratégicas a serem adotadas em cada um dos municípios da bacia.

Na bacia dos rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas, o diálogo foi realizado com representantes dos municípios de Angelina, Antônio Carlos, Biguaçu, Canelinha, Governador Celso Ramos, Itapema, Leoberto Leal, Major Gercino, Nova Trento, Porto Belo, Rancho Queimado, São João Batista, São José e Tijucas.

## Angelina

A reunião com a prefeitura de Angelina aconteceu no dia 19 de março de 2018, contando com a participação da secretária de Educação, do secretário de Agricultura e do prefeito.




**Figura 1 – Reunião com representantes da Prefeitura de Angelina**
Elaboração própria (2018)

Na ocasião, foi informado que o município conta com dois sistemas de abastecimento de água: o sistema principal, sob responsabilidade da Casan, que abastece todo o perímetro urbano; e um sistema de menor porte que atende ao distrito de Garcia, gerido pela Associação de Moradores. Além disso, nas áreas mais isoladas são realizadas captações com ponteiras em nascentes e no lençol freático.

A Vigilância Sanitária do município vem fazendo análises da qualidade da água distribuída nos dois sistemas de abastecimento, bem como nas captações individuais. As análises apresentaram alguns parâmetros preocupantes relacionados à qualidade de água servida no sistema gerido pela Associação de Moradores e nas captações individuais, mas há dificuldades de diálogo com a comunidade quando esse é o assunto.

O tratamento do esgoto sanitário no município ocorre de forma descentralizada (individual), com relatos de lançamentos irregulares de esgoto nos rios e na rede pluvial. O município está realizando uma campanha de fiscalização de lançamentos irregulares de esgoto tanto na área urbana quanto na área rural. Existem estudos para a instalação de uma rede de coleta e estação de tratamento de esgoto para a área central, mas o município necessita de apoio financeiro para realizar a obra.

Angelina ainda não possui Plano Municipal de Saneamento Básico, entretanto, o município é exemplo na gestão de resíduos através da coleta seletiva, triagem e da destinação adequada de resíduos sólidos, além da compostagem dos resíduos orgânicos.

Atualmente, estão em operação no município quatro Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH) e existem dois projetos em processo de requerimento. Segundo os representantes da prefeitura, as PCHs são uma importante fonte de renda para o município.

A Secretaria de Agricultura, em parceria com a Epagri, está atuando na fiscalização do uso abusivo de agrotóxicos, buscando capacitar os agricultores em outras opções de técnicas de cultivo que reduzam seu uso, como o plantio direto e a aplicação de novos produtos e tecnologias.

Além desses pontos, foram abordadas as seguintes ações estratégicas:

- Fomentar e buscar recursos para a implementação do projeto de esgotamento sanitário para a região central do município.
- Impulsionar os projetos para a redução do uso de agrotóxicos e produção orgânica através da disseminação de novas técnicas de produção agrícola.
- Promover, disseminar e replicar as boas práticas na gestão de resíduos sólidos e compostagem de resíduos orgânicos.

## Antônio Carlos

Em Antônio Carlos, a reunião ocorreu no dia 22 de março de 2018, contando com a participação da secretária de educação, do engenheiro agrônomo e da técnica da Vigilância Sanitária do município, além de professores da UFSC que fazem parte da equipe do Plano.



**Figura 2 – Reunião com representantes da Prefeitura de Antônio Carlos**
Elaboração própria (2018)

O município não possui rede de coleta e tratamento de esgoto, apesar de já existir um projeto, elaborado há dez anos, que não foi implementado. Todavia, o município conseguiu um recurso da Fundação Nacional de Saúde (Funasa) para a construção de sistemas de tratamento de esgoto descentralizado – fossa, filtro e sumidouro –, que atenderá 30 famílias do município. Antônio Carlos possui Plano Municipal de Saneamento Básico, finalizado em 2012.

Segundo os participantes do município, a agricultura gera uma demanda significativa de água, principalmente para produção de grama e plantio de hortaliças e folhosas. Também foi relatado que ainda existe uma dificuldade na conscientização da população sobre a necessidade de redução do uso de agrotóxicos e de transição para produção com sistemas agroecológicos.

A representante da Vigilância Sanitária está desenvolvendo uma pesquisa sobre o uso de agrotóxicos e suas consequências para a saúde dos produtores rurais e relatou que casos de sintomas como dores de cabeça, depressão e bipolaridade já foram observados, sendo provavelmente relacionados ao uso de agrotóxicos.

Outro conflito apontado na reunião está relacionado aos processos de terraplanagem realizados pelos produtores de grama, que têm interferido na macrodrenagem do município.

A principal indústria no município é a Fomento Econômico Mexicano (FEMSA), responsável pela franquia da Coca-Cola na América Latina e instalada na cidade há aproximadamente 25 anos. Outra indústria importante para o município é a de higienização de verduras. Juntas, ambas consomem uma quantidade significativa de água, proveniente da captação em nascentes individuais.

Outra atividade que demanda água no município são os parques aquáticos. Foi relatado que existem quatro empreendimentos do setor ativos no município, gerando um movimento considerável de turistas. Além disso, foi citado que esses parques lançam seus efluentes diretamente no rio, sem nenhum tratamento.

Vale destacar que o município desenvolve, através de uma parceria entre as secretarias municipais de educação e agricultura e a vigilância sanitária, dois programas de educação ambiental na rede pública de educação, “os fiscais mirins” e “os guardiões ambientais”, cujos objetivos são sensibilizar e conscientizar as crianças e jovens sobre a importância da manutenção, recuperação e conservação do ambiente para a qualidade de vida das pessoas. O município também tem fomentado projetos e iniciativas de recuperação das matas ciliares e está iniciando a elaboração do Plano Municipal da Mata Atlântica.

Podemos destacar algumas ações estratégicas:

- Implementar a rede de coleta e o sistema de tratamento de esgoto municipal.
- Estimular e ampliar os programas de Educação Ambiental realizados pelo município.
- Incentivar projetos e iniciativas de recuperação de matas ciliares.
- Fomentar a criação de um Programa de Pagamentos por Serviços Ambientais para a proteção de nascentes e recuperação de mata ciliar.

## Biguaçu

Em Biguaçu, a reunião ocorreu no dia 22 de março de 2018 e contou com a participação do Prefeito e do diretor da Fundação Municipal de Meio Ambiente.



**Figura 3 – Reunião com representantes da Prefeitura de Biguaçu**
Elaboração própria (2018)

Um dos principais pontos abordados na reunião foi o sistema de abastecimento de água do município, atendido principalmente pelo Sistema Cubatão-Pilões da Casan. Biguaçu relatou conflitos em relação a esse sistema e, buscando aumentar sua autonomia, tem planos para captar água na cachoeira do Amâncio, dentro do próprio município.

Em relação aos sistemas de coleta e tratamento de esgoto, o município já tem a rede de coleta instalada através de projeto da Casan, mas devido à indefinição sobre o local de construção da ETE e de lançamento dos seus efluentes, as obras estão paralisadas.

Em Biguaçu está instalado o Aterro Sanitário da Proactiva, que recebe os resíduos de 21 municípios da região. Em relação às indústrias, destaca-se o setor de plásticos, que conta com quatro empresas instaladas. Outra indústria considerável é a de "reciclagem da pesca" para a produção de ração. A cidade tem, também, planos para a instalação de uma zona industrial, porém ainda não há previsão de local ou de indústrias a serem instaladas.

Existem extratores de areia no leito do rio que podem ocasionar desmatamentos de mata ciliar associados a esse tipo de mineração. O município ainda possui duas empreiteiras instaladas e licenciadas para mineração em rocha.

Também foi relatado que o Ministério Público Federal (MPF) está ativo na fiscalização e cobrança da recomposição das matas ciliares, exigindo relatórios bimestrais do município. Por isso, a Fundação Municipal de Meio Ambiente de Biguaçu (Famabi) vem desenvolvendo um projeto de recuperação dessas áreas no município.

Vale destacar alguns projetos de educação ambiental que estão sendo desenvolvidos pela Famabi, como o Programa de Educação Ambiental "Guardiões Ambientais", que atende oito níveis de ensino, desde ensino infantil até a formação de professores, e o Projeto para criação do Centro de Educação Infantil Ambiental (CEIA). Também se destacou a iniciativa da Escola Donatto Alípio de Campos, onde foram desenvolvidos projetos relacionados a tecnologias sociais de gestão da água e de resíduos sólidos.

Também estão sendo desenvolvidos projetos da Famabi para estruturação e sinalização de trilhas no bairro São Miguel (Parque Natural Municipal de São Miguel). Além disso, o município está elaborando o Plano Municipal da Mata Atlântica.

Como ações estratégicas foram citadas:

- Implementar um sistema de captação e distribuição de água no município.
- Implementar a estação de tratamento de esgoto no município.
- Desenvolver um Programa de Recuperação das matas ciliares e de Pagamentos por Serviços Ambientais.
- Fomentar os programas de educação ambiental e ecoturismo.

## Canelinha

A reunião em Canelinha ocorreu no dia 28 de março de 2018, contando com a participação do prefeito, da secretária de educação e de representantes da Secretaria de Agricultura e do Serviço Municipal de Água, Infraestrutura e Saneamento Básico (SEMAIS).

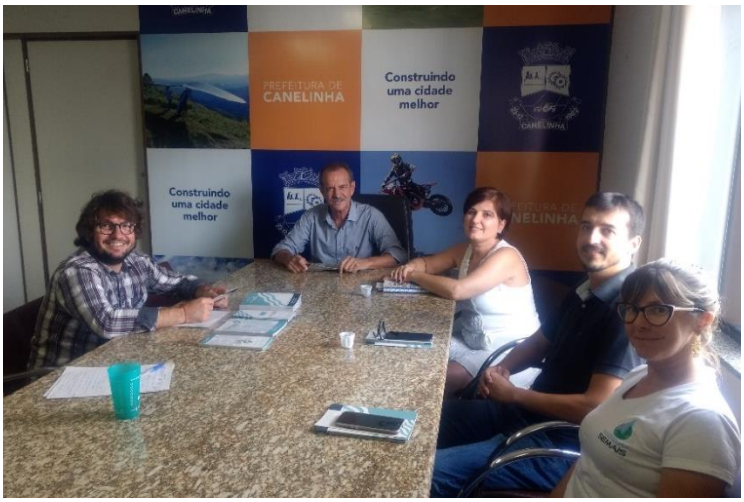



**Figura 4 – Reunião com representantes da Prefeitura de Canelinha**
Elaboração própria (2018)

Um dos pontos abordados foi a ausência de um sistema centralizado de coleta e tratamento de esgoto. O município conta com Plano de Saneamento Básico e os sistemas de tratamento de esgoto são individuais, compostos normalmente por fossa e sumidouro; porém, segundo os participantes, existe grande quantidade de ligações clandestinas de esgoto não tratado na rede de drenagem.

Apesar de possuir Plano Diretor Municipal (criado em 2009), outro conflito apontado são as várias irregularidades nas escriturações de loteamentos e condomínios do município, além de ocorrência de áreas de expansão urbana desordenada.

Também foi relatado que existem pelo menos três pontos de extração de areia no leito do rio. Os representantes da prefeitura apontaram irregularidades nos processos de licenciamento dessa atividade e desrespeito ao Plano Diretor. O município também possui atividades significativas de mineração em lavras de morros.

Como ações estratégicas foram apontadas:

- Promover o reforço da fiscalização das atividades desenvolvidas no vale do rio Tijucas, em especial das atividades de mineração de areia no leito do rio e lavra de argila.
- Estimular a implementação de sistemas de tratamento de esgoto e fiscalizar e adequar os lançamentos clandestinos.
- Fomentar a implementação da coleta seletiva de resíduos sólidos.
- Incentivar a criação do horto municipal.

## Governador Celso Ramos

Em Governador Celso Ramos, a reunião, que ocorreu no dia 28 de março de 2018, contou com a presença de representantes das secretarias de agricultura, pesca, educação,

planejamento e comunicação, além de representantes da diretoria municipal de meio ambiente e do Samae.



**Figura 5 – Reunião com representantes da Prefeitura de Governador Celso Ramos**
Elaboração própria (2018)

O diálogo abordou alguns problemas enfrentados por Governador Celso Ramos, como a falta de saneamento. Apenas 5% de sua área possui tratamento de esgoto, referente a três condomínios particulares que possuem ETEs operantes, o restante do município possui sistema de tratamento individual composto por fossa séptica e sumidouro. Entretanto, existem muitas ligações clandestinas no sistema de drenagem pluvial, o que levou o município a perder o título de "Bandeira Azul" na praia de Palmas. Todavia, estão sendo elaborados projetos para implantação de um sistema descentralizado de tratamento de esgoto, composto por várias ETEs comunitárias.

O sistema de abastecimento de água é descentralizado, composto por diversos sistemas de captação de água superficial independentes que abastecem diferentes regiões da cidade e pequenas comunidades. O município já elaborou o Plano de Saneamento Básico e o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, os quais aguardam aprovação na Câmara de Vereadores.

Vale destacar que, apesar do decrescimento nos últimos anos, o setor da pesca, sobretudo a maricultura, é responsável por aproximadamente 50% do Produto Interno Bruto (PIB) municipal.

Outro ponto importante é o turismo, que ainda é pouco explorado no município. Contudo, existe grande interesse no incentivo para desenvolvimento do turismo cultural (pesca, trilhas históricas e Forte de Santa Cruz do Anhatomirim), turismo ambiental (APA do Anhatomirim, trilhas ecológicas, atrativos naturais, cachoeiras e observação de pássaros), turismo rural (Acolhida na Colônia) e turismo de repouso.

Como ações estratégicas foram citadas:

- Ampliar os estudos e buscar recursos para implementação do sistema de coleta e tratamento de esgoto.
- Estimular o diálogo e as ações para a regularização de todos os sistemas de abastecimento de água.
- Fomentar o desenvolvimento do turismo familiar, de repouso, cultural e ambiental.
- Promover a formação de Guias Ambientais para trilhas e implantação de projetos de fortalecimento da Educação Ambiental no município.

## Itapema

A reunião em Itapema aconteceu no dia 4 de maio de 2018 e contou com a presença de representantes da prefeitura, da Fundação Ambiental Área Costeira de Itapema (FAACI) e da sociedade civil organizada.

Na ocasião, foram abordados os problemas de fiscalização de loteamentos irregulares, crescimento desordenado da área urbana e dificuldades no abastecimento de água e esgotamento sanitário.

Os serviços de água e esgoto do município são concedidos à Companhia Nacional de Saneamento (CONASA) Águas de Itapema, porém, segundo os participantes da reunião, a companhia ainda não possui todas as licenças ambientais para operar. Além disso, existem conflitos entre a CONASA e os produtores de arroz, pois nos períodos de irrigação dessa cultura, muitas vezes ocorre falta de água para o abastecimento urbano. Quanto ao saneamento, o município possui rede de coleta e sistema de tratamento de esgoto que atinge cerca de 60% da população.

A FAACI apontou dificuldades na fiscalização ambiental no município por falta de recursos humanos, além de dificuldades técnicas na identificação de nascentes e na fiscalização e regularização de rios canalizados e/ou retilinizados.

É válido destacar que o município possui uma Unidade de Conservação de Proteção Integral, o Refúgio da Vida Silvestre de Itapema, criado com o objetivo de promover a preservação da água e da biodiversidade local. Além disso, iniciou-se recentemente a criação de um Fórum interinstitucional para a recuperação do Rio Perequê.

Como ações estratégicas sugeridas na reunião, destacam-se:

- Incentivar a ampliação do sistema de tratamento de esgoto.
- Estimular a criação de um Programa de Pagamento de Serviços Ambientais, sobretudo para proteção de nascentes.
- Fomentar a pesquisa e promover a implementação de novas tecnologias e técnicas para produção de arroz.
- Promover e difundir o Fórum para recuperação do Rio Perequê.

## Leoberto Leal

Em Leoberto Leal, a reunião que ocorreu no dia 26 de março de 2018 e dela participaram o prefeito e um assessor do gabinete. Durante o encontro, um dos pontos abordados foi o esgotamento sanitário do município, que atualmente ocorre de forma descentralizada, através de sistemas compostos por fossa séptica e sumidouro. Todavia, algumas propriedades não possuem nenhum sistema de tratamento e lançam seus efluentes no rio ou no solo. Existe um esforço para regularizar as propriedades mais antigas e para fiscalização da implementação desse sistema nas novas residências.



**Figura 6 – Reunião com representantes da Prefeitura de Leoberto Leal**
Elaboração própria (2018)

O município é abastecido integralmente pela Casan, que capta água em um único manancial. Porém, há atividade pecuária a montante dessa captação, a qual planeja-se interromper para transformar a área em uma Unidade de Conservação (UC) municipal.

Foi relatado que existem atividades de mineração de argila com lavras em morros da região e que existem dois projetos de instalação de PCHs no Rio Alto Braço. Também foi relatado que existem atividades de cultivo de pinus e eucaliptos no município, mas que estes são levados para beneficiamento em empreendimentos em municípios vizinhos.

Vale destacar que existe um projeto de recuperação da mata ciliar do Rio Alto Braço, mas ainda não há recursos para sua execução. Outro ponto importante é a percepção do potencial para o desenvolvimento do turismo rural e do ecoturismo na região, pois o município conta com diversos atrativos ainda pouco ou nada estruturados e explorados, tais como cachoeiras, trechos para prática de *rafting* e pontos para rapel.

Entre as medidas apontadas estão:

- Interromper a atividade de criação animal acima do ponto de captação de água para o abastecimento e estimular a criação de uma UC municipal na área.
- Fomentar a criação de um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais para proteção de nascentes e recuperação de mata ciliar.
- Estimular o desenvolvimento do turismo rural e do ecoturismo.
- Promover atividades de educação ambiental nas escolas para sensibilização sobre a questão da água.

## Major Gercino

Na reunião no município de Major Gercino, ocorrida em 19 de março de 2018, contou-se com a participação do prefeito, do chefe de gabinete e dos secretários de agricultura e meio ambiente, educação e planejamento.



**Figura 7 – Reunião com representantes da Prefeitura de Major Gercino**
Elaboração própria (2018)

Durante o encontro, abordou-se as problemáticas da cobrança da água, da ocupação de APPs e do Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos, principalmente por parte dos produtores rurais. Além disso, tratou-se de dúvidas relacionadas à transposição do Rio Tijucas para o município de Bombinhas e sobre compensações aos municípios que possuem e protegem as nascentes na bacia.

O abastecimento de água ocorre por captações em nascentes e é gerido de forma comunitária, tendo sido implementadas aproximadamente 200 fontes do tipo “Caxambu” através dos Projetos “Microbacias I e II” da Epagri. O esgotamento sanitário acontece de forma descentralizada, de modo que, também durante a realização dos projetos Microbacias I e II, foram instalados 300 sistemas de esgoto com fossa e sumidouro.

O município possui Plano Diretor e Plano Municipal de Saneamento Básico, ambos em revisão e atualização. Além disso, existe a previsão de instalação de mais três ou quatro PCHs. Foi relatado também o interesse no desenvolvimento de ecoturismo e turismo rural sustentável.

Como ações estratégicas foram citadas:

- Desenvolver um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais para proteção de nascentes e recuperação de matas ciliares na região.
- Estimular a instalação de novos sistemas descentralizados de tratamento de esgoto.
- Buscar conexões e sinergias na revisão do Plano Diretor e do Plano Municipal de Saneamento com o Plano de Recursos Hídricos.

## Nova Trento

A reunião com o município de Nova Trento foi realizada no dia 2 de abril de 2018 e contou com a presença do secretário de Agricultura e Meio Ambiente e de uma técnica da mesma Secretaria.




**Figura 8 – Reunião com representantes da Prefeitura de Nova Trento**
Elaboração própria (2018)

O saneamento no município é feito de forma descentralizada, com sistemas de fossa e sumidouro; porém, foi relatado que existem efluentes lançados sem tratamento no rio. Foi mencionado, ainda, que existem pelo menos três pontos de extração de areia no leito do rio, além de três PCHs instaladas, com a previsão de instalação de uma quarta.

O município possui Plano Diretor em fase de revisão, bem como Plano Municipal de Saneamento Básico em fase de construção.

Vale destacar que as taxas de desmatamento no município vêm diminuindo e que, de forma geral, as matas ciliares e as nascentes encontram-se bem preservadas.

Foi relatado que Nova Trento apresenta um significativo movimento do turismo religioso, e também que existe o interesse e o potencial para o desenvolvimento de ecoturismo e turismo rural sustentável na região.

Como ações estratégicas foram citadas:

- Desenvolver um Programa de Pagamento por Serviços Ambientais para proteção de nascentes e recuperação de matas ciliares na região.
- Ampliar a instalação de sistemas de esgotamento sanitário descentralizado.
- Fomentar o turismo rural e o ecoturismo na região.

## Porto Belo

A reunião em Porto Belo ocorreu no dia 4 de abril de 2018 e contou com a participação de técnicos da Fundação Municipal de Meio Ambiente (FAMAP).




**Figura 9 – Reunião com representantes da Prefeitura de Porto Belo**
Elaboração própria (2018)

Um dos principais problemas identificados foi com relação ao abastecimento de água, com a falta de água na temporada e a sua pouca qualidade, devido a uma possível contaminação na rede de distribuição, a qual é feita pela Casan. Também foi relatada a existência de conflitos em relação à água para abastecimento urbano e à captação para a rizicultura, que ocorrem em pontos próximos a captação para abastecimento urbano.

O esgotamento sanitário é descentralizado, sendo considerado um dos maiores problemas da região devido ao lançamento irregular de efluentes na drenagem pluvial e nos rios, afetando diretamente na balneabilidade das praias. Existe um Termo de Ajuste de Conduta para implementação da rede de coleta e tratamento de esgoto que deve ser atendido até 2022, porém ainda não foi iniciado o projeto para implementação desse sistema.

Além disso, também foi relatada a grande incidência de ocupação irregular, já consolidada em APPs.

O município já possui Plano Diretor e Planos Municipais de Saneamento Básico e Resíduos Sólidos. Além disso, está sendo elaborado o Plano Municipal da Mata Atlântica.

Destaca-se a existência do Parque Municipal da Lagoa do Perequê, cujo objetivo é ser um polo de Educação Ambiental em Porto Belo.

Como ações estratégicas foram citadas:

- Implementar a rede de coleta e tratamento de esgoto e fiscalizar e adequar as propriedades sem tratamento de efluentes.
- Estimular e desenvolver a educação ambiental, principalmente no Parque da Lagoa do Perequê.

## Rancho Queimado

No município de Rancho Queimado, a reunião ocorreu no dia 21 de março de 2018 e contou com a participação da prefeita, do vice-prefeito, da secretária de Educação, da secretária de Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente, além de representantes de organizações da sociedade civil.



**Figura 10 – Reunião com representantes da Prefeitura de Rancho Queimado**
Elaboração própria (2018)

Durante o encontro, foi explicitada a falta de esgotamento sanitário no município, a poluição em cursos de água em algumas regiões, a dificuldade em planejar a transição da agricultura convencional para a produção orgânica e o conflito com relação ao pagamento de impostos da empresa de água mineral presente na região.

A Casan é responsável pelo abastecimento de água em parte do município e, nas áreas não atendidas pela companhia, são realizadas captações nas nascentes e de ponteiras. O esgotamento sanitário na região central também é realizado pela Casan e, no restante dos bairros, o processo ocorre de forma descentralizada.

A atividade de mineração de areia ocorre em alguns pontos no leito do rio e existem também algumas lavras de argila em morros. O município possui Plano de Saneamento Básico e Plano Diretor, que se encontra em fase de revisão e prevê uma zona industrial para a possível instalação de novas indústrias. Cabe destacar que o município vem desenvolvendo um programa de recolhimento de embalagens de agrotóxicos e de óleo de cozinha, ao lado da execução do Programa Merenda Escolar, o qual prevê o fornecimento de 50% de alimentos orgânicos para a merenda escolar nos próximos três anos.

Foram elencadas como ações estratégicas:

- Fomentar a implantação do esgotamento sanitário descentralizado no município.
- Desenvolver e ampliar o Programa Merenda Escolar.
- Incentivar a transição da agricultura convencional para a agricultura orgânica.

## São João Batista

Em São João Batista a reunião foi realizada no dia 13 de março de 2018 e contou com a presença da secretária de Educação, do secretário de Desenvolvimento e do secretário de Agricultura, além da diretora geral do Serviço de Infraestrutura, Saneamento e Abastecimento de Água Municipal (SISAM) e de um representante da Câmara de Vereadores.



**Figura 11 – Reunião com representantes da Prefeitura de São João Batista**
Elaboração própria (2018)

Durante o encontro, foram identificados problemas relacionados à extração de areia em cinco pontos no leito do rio, as quais, com exceção de um dos extratores, são realizadas sem os devidos cuidados ambientais. A atividade foi associada diretamente à deficiência de matas ciliares nos rios. Outra atividade citada como potencialmente degradadora dessas matas foi a criação animal.

Também foram levantados questionamentos sobre a transposição do Rio Tijucas e os seus benefícios para a bacia.

O esgotamento sanitário é feito de forma descentralizada; entretanto, existe uma obra em andamento que prevê a coleta e o tratamento de esgoto abrangendo cerca de 30% da população, aproximadamente 10 mil pessoas. A previsão de finalização da obra é entre os anos de 2019 e 2020.

O município relatou interesse em ampliar as atividades de agricultura, visto que a Epagri e a prefeitura estão fomentando a produção de hortaliças em estufas, buscando gerar renda para os produtores e diminuir o consumo de agrotóxicos na região.

Também foi exposto que o município tem um Programa de Merenda Escolar. Apesar de aproximadamente 50% dos alimentos fornecidos na merenda serem provenientes da agricultura familiar, somente 17% dessa produção vem do município.

As ações estratégicas apontadas foram:

- Fomentar a produção agroecológica e orgânica na região, além de técnicas que utilizem menos agrotóxicos.
- Estimular a produção de alimentos da agricultura familiar para o Programa de Merenda Escolar.
- Promover um Programa de Pagamentos de Serviços Ambientais para a proteção de nascentes e recuperação da mata ciliar.

- Conscientizar a população para a preservação ambiental e cuidado com a água através da Rede Municipal e Estadual de Ensino.
- Incentivar projetos de ecoturismo, turismo de base comunitária e turismo rural sustentável.

## Tijucas

A reunião em Tijucas, ocorrida no dia 20 de março de 2018, contou com a participação do prefeito, do secretário de agricultura, do secretário de obras, além do presidente do Samae de Tijucas.



**Figura 12 – Reunião com representantes da Prefeitura de Tijucas**
Elaboração própria (2018)

Um dos pontos abordados foi a extração de areia no leito dos rios como uma questão geradora de degradação. Também foram apontadas dúvidas sobre a transposição do Rio Tijucas para o munícipio de Bombinhas e as suas consequências para a bacia, como a disponibilidade de demanda de água e as compensações ambientais aos municípios a montante da captação. Vale destacar que a transposição do Rio Tijucas para Bombinhas encontra-se 80% concluída.

O tratamento de esgoto de forma centralizada (com rede de coleta e tratamento de esgoto) ocorre em 60% das áreas do município, enquanto que o restante ocorre de forma descentralizada. Já existe a intenção de realizar obras de ampliação dos sistemas de captação, tratamento e distribuição de água na região central e a instalação de uma nova ETA. Destaca-se que o município conta com Plano Diretor, atualmente em fase de revisão.

As ações estratégicas levantadas na reunião foram:

- Ampliar o diálogo sobre as transposições do Rio Tijucas e realizar um planejamento estratégico participativo sobre essa questão.
- Aproveitar a instalação do complexo náutico para trazer recursos e benefícios para o município e para a bacia.
- Ampliar os sistemas de coleta e tratamento de esgoto e de abastecimento de água.
- Adequar ou proibir a extração de areia no leito dos rios.

# DIÁLOGOS COM ENTIDADES DE CLASSE

## Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Santa Catarina (FETAESC)

No dia 28 de março de 2018, foi realizada uma reunião com a FETAESC e representantes dos sindicatos de trabalhadores rurais dos municípios da bacia, em que foram abordados os assuntos tratados em seguida.

Os agricultores estão muito preocupados com a discussão acerca da possível implementação do instrumento de Cobrança pelo uso da água no futuro, e isso faz com que outras discussões importantes, como o instrumento de Enquadramento dos corpos hídricos por classes de uso, não tenham sua importância reconhecida e não recebam a devida atenção.

Os recursos obtidos através do instrumento de Cobrança pelo uso da água podem ser revertidos para projetos de recuperação de mata ciliar, proteção de nascentes e de Pagamento por Serviços Ambientais para proprietários que preservam suas nascentes e suas Áreas de Preservação Permanente (APPs), aumentando a quantidade e a qualidade de água disponível para irrigação e outros usos difusos da água e protegendo os rios.

A cobrança pode ser implementada na bacia apenas para os grandes usuários (usuários que necessitam de outorga), mas existe a preocupação de que futuras manobras políticas alterem esse cenário, e a cobrança passe a ser exigida também dos pequenos e médios agricultores.

Os agricultores têm ciência dos danos gerados pelos agrotóxicos ao meio ambiente, mas não entendem o quão prejudicial os agrotóxicos podem ser para a vida nos ecossistemas e para a sua própria saúde.

## Federação de Pescadores do Estado de Santa Catarina (FEPESC)

No dia 27 de março de 2018, a equipe de elaboração do Plano se reuniu com representantes da FEPESC e das colônias de pescadores Z25, Z23 e Z11. Na ocasião, os representantes expressaram preocupação com falta de incentivos por parte do Ministério da Agricultura e o excesso de burocracia para regularização da atividade de pesca e para assinatura das carteiras de trabalho dos pescadores.

Segundo os participantes da reunião, o turismo e a pesca, em especial a produção de moluscos, estão entre as principais atividades econômicas do estado e são diretamente impactadas pela poluição dos rios e das praias, causada principalmente pela falta de saneamento básico.

Os participantes informaram que no outono de 2017 ocorreu uma grande mortandade de peixes no Rio Biguaçu devido a alguma carga poluente não identificada.

Entre as principais ameaças para o setor, foram identificadas a contaminação por agrotóxicos, a falta de saneamento básico, a pesca industrial do atum, a implantação das PCHs e as atividades de mineração. Existe um projeto para que os pescadores artesanais passem a produzirem isca viva em cativeiro para fornecer para os barcos atuneiros, mas a Federação acredita não ser interessante para os pescadores devido ao pouco retorno financeiro, além de estimular esse modelo de pesca agressiva para os estoques pesqueiros.

# LISTA DE SIGLAS

| | |
|---|---|
| ACARPESC | Associação de Crédito e Assistência Pesqueira de Santa Catarina |
| AD | Área de Drenagem |
| AEA | Agência Europeia do Ambiente |
| ANA | Agência Nacional de Águas |
| ANM | Agência Nacional de Mineração |
| APA | Área de Proteção Ambiental |
| APA Anhatomirim | Área de Proteção Ambiental Anhatomirim |
| APP | Área de Preservação Permanente |
| ATER | Assistência Técnica e Extensão Rural |
| CAR | Cadastro Ambiental Rural |
| Casan | Companhia Catarinense de Águas e Saneamento |
| CEIA | Centro de Educação Infantil Ambiental |
| CEURH | Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos |
| CFEM | Compensação Financeira pela Exploração de Recursos Minerais |
| Cidasc | Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina |
| CNAPO | Comissão Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica |
| CNM | Confederação Nacional de Municípios |
| Conama | Conselho Nacional de Meio Ambiente |
| CONASA | Companhia Nacional de Saneamento - Águas de Itapema |
| DBO | Demanda Bioquímica de Oxigênio |
| DGA | Diversas Garantias de Atendimento |
| DRHI/SDS | Diretoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Sustentável |
| EEE | Estação Elevatórias de Esgoto |
| 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 Esgotos |
| ETEI | Estação de Tratamento de Efluentes Industriais |
| ETP | Evapotranspiração potencial |
| ETR | Evapotranspiração real |
| FAACI | Fundação Ambiental Área Costeira de Itapema |

| | |
|---|---|
| Famabi | Fundação Municipal de Meio Ambiente de Biguaçu |
| Famap | Fundação Municipal de Meio Ambiente de Porto Belo |
| Fapesc | Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina |
| Fatma | Fundação do Meio Ambiente |
| FEMSA | Fomento Econômico Mexicano |
| FEPESC | Federação de Pescadores do Estado de Santa Catarina |
| FETAESC | Federação dos Trabalhadores na Agricultura do Estado de Santa Catarina |
| FIESC | Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina |
| Funai | Fundação Nacional do Índio |
| Funasa | Fundação Nacional de Saúde |
| GAP | Grupo de Acompanhamento do Plano |
| IACT | Índice de Atendimento de Captação Total |
| IAD | Índice de Atendimento de Diluição |
| Ibama | Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis |
| IBGE | Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística |
| ICMBio | Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade |
| ICOD | Índice de Criticidade para Outorga de Diluição |
| IDR | Índice de Disponibilidade Remanescente |
| IMA | Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina |
| INMET | Instituto Nacional de Meteorologia |
| IPTU | Imposto Predial e Territorial Urbano |
| LMM | Laboratório de Moluscos Marinhos |
| MPF | Ministério Público Federal |
| MQO | Mínimo Quadrado Ordinário |
| PCH | Pequena Central Hidrelétrica |
| PERH | Política Estadual de Recursos Hídricos |
| PERH-ES | Plano Estadual de Recursos Hídricos do Espírito Santo |
| PERH-PE | Plano Estadual de Recursos Hídricos de Pernambuco |
| PIB | Produto Interno Bruto |
| PLDM | Planos Locais de Desenvolvimento da Maricultura |
| PMGIRS | Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos |
| PMISB | Plano Municipal Integrado de Saneamento Básico |
| PMSB | Plano Municipal de Saneamento Básico |
| PNA | Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima |

| | |
|---|---|
| PNRH | Política Nacional de Recursos Hídricos |
| POSH | *Pollutant Origin; Surcharge Hydraulically* |
| PPA | Plano Plurianual |
| PPP | Perímetros de Proteção de Poços |
| PRH | Plano de Recursos Hídricos |
| PROCOMITÊS | Programa Nacional de Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas |
| PRODES | Programa Despoluição de Bacias Hidrográficas |
| PRONARA | Programa Nacional de Redução de Agrotóxicos |
| PSA | Pagamento por Serviços Ambientais |
| QMLT | Vazão Média de Longo Termo |
| ReCESA | Rede Nacional de Capacitação e Extensão Tecnológica em Saneamento Ambiental |
| RIMAS | Rede Integrada de Monitoramento das Águas Subterrâneas |
| RPPN | Reserva Particular do Patrimônio Natural |
| SAA | Sistema de Abastecimento de Água |
| SADPLAN | Sistema de Apoio a Decisão e Planejamento |
| Samae | Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto |
| Santur | Santa Catarina Turismo S.A. |
| SDS | Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável |
| Sebrae | Serviço de Apoio às Micro e Pequenas Empresas de Santa Catarina |
| SEMAIS | Secretaria de Agricultura e do Serviço Municipal de Água, Infraestrutura e Saneamento Básico |
| SIAGAS | Sistema de Informação de Águas Subterrâneas |
| SIF | Sistema Integrado de Abastecimento de Florianópolis |
| SIG | Sistema de Informação Geográfica |
| SISAM | Serviço de Infraestrutura, Saneamento e Abastecimento de Água Municipal |
| SPU | Secretaria do Patrimônio da União |
| SRTM | *Shuttle Radar Topograph* |
| SWOT | *Strengths, Weaknesses, Opportunities and Threats* |
| TAC | Termo de Ajuste de Conduta |
| TI | Terras Indígenas |
| UC | Unidade de Conservação |
| UFSC | Universidade Federal de Santa Catarina |
| UG | Unidade de Gestão |

| | |
|---|---|
| UNESCO | Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura |

# LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Unidades de Gestão definidas para as Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas ..... 7

Figura 2 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para o abastecimento urbano14

Figura 3 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para o abastecimento rural 15

Figura 4 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para o abastecimento flutuante ..... 15

Figura 5 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para a atividade de aquicultura ..... 16

Figura 6 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para a atividade de criação animal ..... 16

Figura 7 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para a atividade de irrigação17

Figura 8 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para o uso industrial ..... 17

Figura 9 – Série histórica da demanda hídrica mensal de retirada para a atividade de mineração18

Figura 10 – Demanda hídrica total ($m^3.mês^{-1}$) na UG Perequê para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 47

Figura 11 – Demanda hídrica total ($m^3.mês^{-1}$) na UG Tijucas para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 47

Figura 12 – Demanda hídrica total ($m^3.mês^{-1}$) na UG Alto Braço para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 48

Figura 13 – Demanda hídrica total ($m^3.mês^{-1}$) na UG Garcia para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 48

Figura 14 – Demanda hídrica total ($m^3.mês^{-1}$) na UG Inferninho para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 49

Figura 15 – Demanda hídrica total ($m^3.mês^{-1}$) na UG Biguaçu para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 49

Figura 16 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Perequê para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 60

Figura 17 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Tijucas para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 61

Figura 18 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Alto Braço para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 61

Figura 19 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Garcia para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 62

Figura 20 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Inferninho para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 62

Figura 21 – Carga total de $DBO_{5,20}$ na UG Biguaçu para os cenários em estudo e os horizontes de projeto considerados ..... 63

Figura 22 – Ottobacias nível zero e as interbacias federais de linha de costa estabelecidas para as bacias dos Rios Tijucas e Bacias Contíguas e Biguaçu e Bacias Contíguas ..... 74

Figura 23 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 e cenário atual ..... 83

Figura 24 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário tendencial de curto prazo ..... 87

Figura 25 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário tendencial de médio prazo ..... 90

Figura 26 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário tendencial de longo prazo ..... 93

Figura 27 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de curto prazo ..... 95

Figura 28 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de médio prazo ..... 98

Figura 29 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de longo prazo ..... 101

Figura 30 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de curto prazo ..... 104

Figura 31 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de médio prazo ..... 107

Figura 32 – IACT por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de longo prazo ..... 110

Figura 33 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 e para o cenário atual ..... 113

Figura 34 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário tendencial de curto prazo ..... 115

Figura 35 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário tendencial de médio prazo ..... 117

Figura 36 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário de longo prazo ..... 119

Figura 37 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de curto prazo ..... 121

Figura 38 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de médio prazo..... 123

Figura 39 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário moderado de longo prazo..... 125

Figura 40 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de curto prazo..... 127

Figura 41 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de médio prazo ..... 129

Figura 42 – Índice de Atendimento de Diluição (IAD) por trecho hídrico das bacias em estudo para a vazão de referência Q98 – cenário otimista de longo prazo ..... 131

Figura 43 – Metodologia para a elaboração do mapa potencial de infiltração em águas subterrâneas ..... 145

Figura 44 – Mapa do potencial de retenção de água nos solos..... 146

Figura 45 – Mapa de declividade ..... 147

Figura 46 – Mapa de potencialidade e favorabilidade à explotação de águas subterrâneas... 148

Figura 47 – Mapa do potencial de infiltração de água no subsolo ..... 149

Figura 48 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Perequê para o cenário atual e vazão de referência Q98..... 165

Figura 49 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Tijucas para o cenário atual e vazão de referência Q98 ..... 166

Figura 50 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Alto Braço para o cenário atual e vazão de referência Q98 ..... 167

Figura 51 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Garcia para o cenário atual e vazão de referência Q98 ..... 168

Figura 52 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Inferninho para o cenário atual e vazão de referência Q98 ..... 169

Figura 53 – Sobreposição das bases de dados para identificação das áreas críticas na UG Biguaçu para o cenário atual e vazão de referência Q98..... 170

Figura 54 – Resultado da identificação das áreas críticas para expansão de atividades demandadoras de água nas bacias em estudo ..... 171

Figura 55 – Matriz de determinação do perigo à contaminação..... 173

Figura 56 – Identificação de áreas críticas para expansão das atividades demandadoras de águas subterrâneas pela análise qualitativa ..... 174

Figura 57 – Identificação de áreas críticas para expansão das atividades demandadoras de águas subterrâneas pela análise quantitativa..... 175

Figura 58 – Proposta final do enquadramento dos cursos d'água das Bacias dos Rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas ..... 180

# LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Coeficientes de proporção de distribuição das demandas hídricas municipais em Unidades de Gestão ..... 13

Tabela 2 – Variáveis e critérios de desagregação empregados na construção do cenário tendencial ..... 20

Tabela 3 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para o abastecimento urbano ..... 21

Tabela 4 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para o abastecimento rural21

Tabela 5 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para o abastecimento flutuante ..... 22

Tabela 6 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para o uso industrial ..... 22

Tabela 7 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para a mineração ..... 23

Tabela 8 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para a aquicultura ..... 24

Tabela 9 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para a criação animal ..... 24

Tabela 10 – Coeficientes da equação de estimativa de crescimento para a irrigação ..... 25

Tabela 11 – Taxa de crescimento médio anual do cenário tendencial estimada por Unidade de Gestão e uso d'água ..... 27

Tabela 12 – Demanda hídrica de retirada da UG Perequê para os três horizontes temporais no cenário tendencial ..... 29

Tabela 13 – Demanda hídrica de retirada da UG Tijucas para os três horizontes temporais no cenário tendencial ..... 29

Tabela 14 – Demanda hídrica de retirada da UG Alto Braço para os três horizontes temporais no cenário tendencial ..... 30

Tabela 15 – Demanda hídrica de retirada da UG Garcia para os três horizontes temporais no cenário tendencial ..... 30

Tabela 16 – Demanda hídrica de retirada da UG Inferninho para os três horizontes temporais do cenário tendencial ..... 31

Tabela 17 – Demanda hídrica de retirada da UG Biguaçu para os três horizontes temporais do cenário tendencial ..... 31

Tabela 18 – Redução do índice de perdas para o uso de abastecimento urbano por UG e por horizonte temporal para o cenário com redução de demandas otimista ..... 32

Tabela 19 – Evolução da taxa de crescimento da demanda hídrica para irrigação para o cenário com redução de demandas otimista ..... 33

Tabela 20 – Evolução da taxa de crescimento da demanda hídrica para os demais usos da água para o cenário com redução de demandas otimista ..... 34

Tabela 21 – Redução do índice de perdas para o uso de abastecimento urbano por UG e por horizonte temporal para o cenário com redução de demandas moderada ..... 34

Tabela 22 – Evolução da taxa de crescimento da demanda hídrica para irrigação para o cenário com redução de demandas moderada ..... 35

Tabela 23 – Evolução da taxa de crescimento da demanda hídrica para os demais usos da água para o cenário com redução de demandas moderada ..... 36

Tabela 24 – Taxa de crescimento médio anual da demanda hídrica do cenário com redução de demandas otimista estimada por UG e atividade ..... 38

Tabela 25 – Taxa de crescimento médio anual da demanda hídrica do cenário com redução de demandas moderada estimada por UG e atividade ..... 40

Tabela 26 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Perequê por horizonte temporal e por cenário alternativo ..... 41

Tabela 27 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Tijucas por horizonte temporal e por cenário alternativo ..... 42

Tabela 28 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Alto Braço por horizonte temporal e por cenário alternativo ..... 43

Tabela 29 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Garcia por horizonte temporal e por cenário alternativo ..... 44

Tabela 30 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Inferninho por horizonte temporal e por cenário alternativo ..... 45

Tabela 31 – Demanda hídrica ($m^3.mês^{-1}$) na UG Biguaçu por horizonte temporal e por cenário alternativo ..... 46

Tabela 32 – Coeficientes de produção de $DBO_{5,20}$ por espécie animal ..... 52

Tabela 33 – Áreas (ha) por UG e por tipo de uso do solo para o cálculo da poluição agrícola e difusa ..... 53

Tabela 34 – Coeficientes de estimativa de carga de DBO (kg/ha.dia) e taxas de remoção para cada tipologia de uso do solo ..... 53

Tabela 35 – Carga de $DBO_{5,20}$ por UG para criação animal ..... 55

Tabela 36 – Carga de $DBO_{5,20}$ por UG, horizonte e cenário para esgotamento sanitário ..... 57

Tabela 37 – Carga de $DBO_{5,20}$ por UG para uso agrícola e poluição difusa ..... 59

Tabela 38 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário atual ..... 64

Tabela 39 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário de curto prazo – 2016-2023 ..... 66

Tabela 40 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário de médio prazo – 2023-2027 ..... 67

Tabela 41 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário de longo prazo – 2027-2031 ..... 67

Tabela 42 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário otimista de curto prazo – 2016-2023..... 68

Tabela 43 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o Cenário Otimista de Médio Prazo – 2023-2027 ..... 69

Tabela 44 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário otimista de longo prazo – 2027-2031..... 69

Tabela 45 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário moderado de curto prazo – 2016-2023 ..... 70

Tabela 46 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário moderado de médio prazo – 2023-2027 ..... 70

Tabela 47 – Cargas orgânicas lançadas em águas subterrâneas para o cenário moderado de longo prazo – 2027-2031 ..... 71

Tabela 48 – Coeficientes de vazão utilizados (vazão específica de contribuição – $m^3/s/km^2$) para determinação das vazões nas ottobacias da área de estudo..... 77

Tabela 49 – Classes de valores atribuídas ao IACT..... 80

Tabela 50 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 e cenário atual ..... 82

Tabela 51 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 e cenário atual ..... 82

Tabela 52 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 e cenário atual ..... 82

Tabela 53 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT e cenário atual ..... 82

Tabela 54 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário tendencial de curto prazo ..... 86

Tabela 55 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário tendencial de curto prazo ..... 86

Tabela 56 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário tendencial de curto prazo ..... 86

Tabela 57 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário tendencial de curto prazo ..... 86

Tabela 58 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário tendencial de médio prazo ..... 88

Tabela 59 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário tendencial de médio prazo ..... 89

Tabela 60 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário tendencial de médio prazo ..... 89

Tabela 61 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário tendencial de médio prazo ..... 89

Tabela 62 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário tendencial de longo prazo ..... 91

Tabela 63 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário tendencial de longo prazo ..... 91

Tabela 64 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário de longo prazo 92

Tabela 65 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário tendencial de longo prazo ..... 92

Tabela 66 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário moderado de curto prazo ..... 94

Tabela 67 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário moderado de curto prazo ..... 94

Tabela 68 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário moderado de curto prazo ..... 94

Tabela 69 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário moderado de curto prazo ..... 95

Tabela 70 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário moderado de médio prazo ..... 96

Tabela 71 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário moderado de médio prazo ..... 96

Tabela 72 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário moderado de médio prazo ..... 97

Tabela 73 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário moderado de médio prazo ..... 97

Tabela 74 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário moderado de longo prazo ..... 99

Tabela 75 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário moderado de longo prazo ..... 99

Tabela 76 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário moderado de longo prazo ..... 100

Tabela 77 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário moderado de longo prazo ..... 100

Tabela 78 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário otimista de curto prazo ..... 102

Tabela 79 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário otimista de curto prazo ..... 103

Tabela 80 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário otimista de curto prazo ..... 103

Tabela 81 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário otimista de curto prazo ..... 103

Tabela 82 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário otimista de médio prazo ..... 105

Tabela 83 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário otimista de médio prazo ..... 105

Tabela 84 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário otimista de médio prazo ..... 106

Tabela 85 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário otimista de médio prazo ..... 106

Tabela 86 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q98 – cenário otimista de longo prazo ..... 108

Tabela 87 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q95 – cenário otimista de longo prazo ..... 109

Tabela 88 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a Q90 – cenário otimista de longo prazo ..... 109

Tabela 89 – Número de ottobacias por classe IACT e UG para a QMLT – cenário otimista de longo prazo ..... 109

Tabela 90 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 para o cenário atual ..... 111

Tabela 91 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência, com IAD > 1 – cenário tendencial de curto prazo ..... 114

Tabela 92 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência, com IAD > 1 – cenário tendencial de médio prazo ..... 116

Tabela 93 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência, com IAD > 1 – cenário tendencial de longo prazo ..... 118

Tabela 94 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário moderado de curto prazo ..... 120

Tabela 95 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário moderado de médio prazo ..... 122

Tabela 96 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário moderado de longo prazo ..... 124

Tabela 97 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário otimista de curto prazo ..... 126

Tabela 98 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário otimista de médio prazo ..... 128

Tabela 99 – Número de ottobacias por UG e por vazão de referência com IAD > 1 – cenário otimista de longo prazo ..... 130

Tabela 100 - Porcentagem de ottobacias “Adequadas” pelo balanço quantitativo ..... 133

Tabela 101 - Porcentagem de ottobacias com IAD “Atendido” pelo balanço qualiquantitativo133

Tabela 102 – Disponibilidade hídrica instalada dos poços cadastrados no SIAGAS por UG ..... 138

Tabela 103 – Disponibilidade hídrica instalável dos poços cadastrados no SIAGAS por UG .... 138

Tabela 104 – Disponibilidade hídrica total dos poços cadastrados no SIAGAS por UG ..... 139

Tabela 105 – Demanda hídrica subterrânea por UG e por uso consuntivo em $m^3$/mês ..... 140

Tabela 106 – Faixas de classificação da situação hídrica ..... 141

Tabela 107 – Análise preliminar de situação hídrica das águas subterrâneas..... 141

Tabela 108 – Fator de correção em função da latitude e o mês do ano ..... 143

Tabela 109 – Área de drenagem, precipitação média e vazão média de longo termo das UGs144

Tabela 110 – Disponibilidade hídrica subterrânea – taxa de infiltração..... 149

Tabela 111 – Valores de demanda hídrica para o cenário atual computados, quando não especificado, em m³/mês ..... 151

Tabela 112 – Valores de demanda hídrica para o cenário de curto prazo computados, quando não especificado, em m³/mês ..... 151

Tabela 113 – Valores de demanda hídrica para o cenário de médio prazo computados, quando não especificado, em m³/mês ..... 151

Tabela 114 – Valores de demanda hídrica para o cenário de longo prazo computados, quando não especificado, em m³/mês ..... 152

Tabela 115 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário atual..... 152

Tabela 116 – Balanço hídrico para o cenário de curto prazo..... 153

Tabela 117 – Balanço hídrico para o cenário de médio prazo ..... 153

Tabela 118 – Balanço hídrico para o cenário de longo prazo ..... 154

Tabela 119 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário otimista de curto prazo (2016-2023) ..... 154

Tabela 120 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário otimista de médio prazo (2023-2027) ..... 155

Tabela 121 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário otimista de longo prazo (2027-2031) ..... 155

Tabela 122 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário moderado de curto prazo (2016-2023) ..... 155

Tabela 123 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário moderado de médio prazo (2023-2027) ..... 156

Tabela 124 – Balanço hídrico de águas subterrâneas para o cenário moderado de longo prazo (2027-2031) ..... 156

Tabela 125 – Índices de disponibilidade remanescente para o balanço hídrico quantitativo.. 160

Tabela 126 – Número de ottobacias por classe IDR e Unidade de Gestão para a Q98 ..... 162

Tabela 127 – Número de ottobacias por classe IDR e Unidade de Gestão para a Q95 ..... 162

Tabela 128 – Número de ottobacias por classe IDR e Unidade de Gestão para a Q90 ..... 162

Tabela 129 – Número de ottobacias por classe IDR e Unidade de Gestão para a QMLT ..... 162

Tabela 130 – Número de ottobacias por Unidade de Gestão e por vazão de referência em situação restritiva ..... 163

Tabela 131 – Extensões dos trechos de rio por classe de enquadramento ..... 180

Tabela 132 – Extensões dos trechos de rios por classe de enquadramento em cada UG das bacias em estudo ..... 182

Tabela 133 – Resumo de ações para o setor de saneamento básico ..... 186

Tabela 134 – Resumo das ações para a agricultura e irrigação ..... 193

Tabela 135 – Resumo das ações para a criação animal ..... 196

Tabela 136 – Resumo das ações para a pesca e aquicultura ..... 198

Tabela 137 – Resumo das ações estratégicas para o setor industrial ..... 200

Tabela 138 – Resumo das ações para a mineração ..... 202

Tabela 139 – Resumo das ações do transporte hidroviário e navegação ..... 203

Tabela 140 – Resumo das ações para o turismo e lazer ..... 204

Tabela 141 – Resumo das ações para a conservação de mananciais e manutenção de ecossistemas ..... 204

Tabela 142 – Resumo das ações para gestão dos recursos hídricos ..... 207

COMITÊ TIJUCAS BIGUAÇU

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

FAPESC

GOVERNO DE SANTA CATARINA
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável