DELIBERAÇÃO Nº 25, de 10 de setembro de 2024

Aprova o Parecer Técnico n.º 05/2024 com a avaliação do "*Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas".*

O COMITÊ DE GERENCIAMENTO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO TIJUCAS, DO RIO BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS, no uso das atribuições que lhe confere o art. 7º-B da Lei Estadual nº 9.022, de 6 de maio de 1993, o art. 27 da Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994, o art. 2º do Decreto Estadual nº 836 de 15 de setembro de 2020, e o art. 11 da Resolução CERH nº 19, de 19 de setembro de 2017 e,

Considerando as diretrizes da estrutura e funcionamento dos comitês de bacia hidrográfica preconizada na Resolução CERH nº 19, de 19 de setembro de 2017;

Considerando a importância fundamental da criação das Câmaras Técnicas, organismos de caráter consultivo, permanentes ou temporários, com função de assessoramento técnico-científico e institucional do Comitê de Bacia Hidrográfica, conforme disposto no Art. 48, IV, da Resolução CERH nº 19, de 19 de setembro de 2017;

Considerando a Resolução nº 12, de 15 de fevereiro de 2023 deste Comitê de Bacia Hidrográfica, que criou a Câmara Técnica Consultiva;

Considerando as temáticas dos projetos a serem elaborados no ano de 2023 pela Entidade Executiva, visando o cumprimento do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas previstas na Deliberação nº 09, de 02 de maio de 2023, deste Comitê de Bacia Hidrográfica**;**

Considerando as metas do Plano de Recursos Hídricos da Unidade de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos - UPG 8.1 - Tijucas, especialmente aquela prevista na Ação 4.4.2 – "Elaborar e implementar o Programa de efetivação do enquadramento dos corpos hídricos em Classes";

Considerando o Parecer Técnico n.º 05/2024 com a avaliação do "*Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas"*, elaborado e aprovado pela Câmara Técnica Consultiva em sua 11ª Reunião da Plenária, realizada em 07 de agosto de 2024 e;

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas,
do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

Considerando a deliberação da Assembleia Geral, em sua 63ª Reunião Extraordinária de 10 de setembro de 2024;

DELIBERA:

Art. 1º. Fica aprovado o Parecer Técnico n.º 05/2024, com a avaliação do "*Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*".

Parágrafo único. O parecer a que se refere o caput deste artigo constitui o anexo I desta Deliberação.

Art. 2º. Esta deliberação entra em vigor a partir da data de sua publicação no Sistema de Informações de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina - SIRHESC.

Tijucas, 10 de setembro de 2024.

gov.br
Documento assinado digitalmente
DANILO DA SILVA FUNKE
Data: 11/09/2024 16:46:49-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

DANILO DA SILVA FUNKE
Presidente do Comitê Tijucas e Biguaçu

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas,
do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

CÂMARA TÉCNICA CONSULTIVA
COMITÊ DE GERENCIAMENTO DAS BACIAS HIDROGRÁFICAS DO RIO TIJUCAS, DO RIO BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS
COMITÊ TIJUCAS E BIGUAÇU

PARECER TÉCNICO Nº 05/2024

Nº de requerimento de parecer: 05/2024
Proponente: Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas
Assunto: avaliação do "*Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*", proposto pela entidade executiva Instituto Água Conecta

1. APRESENTAÇÃO

A execução do "*Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos Superficiais para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*" é a temática de um dos três projetos que a Entidade Executiva Instituto Água Conecta, desenvolveria no ano de 2023, junto ao Comitê Tijucas e Biguaçu, conforme Deliberação Nº 09, de 02 de maio de 2023, deste Comitê.

Durante a 60ª Assembleia Geral Ordinária (AGO) do Comitê, realizada em 30 de novembro de 2023, a Entidade Executiva Instituto Água Conecta apresentou a etapa de "***Diagnóstico*** *da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*". Posteriormente, o documento objeto de apresentação na 60ª AGO, foi encaminhado a todos os membros do Comitê para análise e sugestões de melhoria. Paralelamente, a Câmara Técnica Consultiva também fez sua avaliação e considerações a este documento, conforme pauta de sua 7ª Reunião Plenária de 30 de janeiro de 2024. As considerações apresentadas foram incorporadas à versão atual do referido Diagnóstico.

Já no dia 07 de maio de 2024, a Entidade Executiva Instituto Água Conecta encaminhou à Presidência do Comitê, a versão completa do "***Diagnóstico e Prognóstico*** *da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos Superficiais para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*", incluindo a etapa de Diagnóstico previamente revisada e como nova etapa, o Prognóstico.

Mais uma vez, este documento foi encaminhado por e-mail para análise de todos as organizações-membro do Comitê, tendo como ênfase a avaliação da nova etapa do Prognóstico (já que o Diagnóstico foi previamente avaliado). A Câmara Técnica Consultiva, por sua, vez, em sua 10ª Reunião Plenária criou o Grupo de Trabalho (GT) Enquadramento, tendo como objetivo o acompanhamento e análise de todas as etapas envolvidas com a concepção da "*Proposta de Enquadramento dos Corpos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*".

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

O Grupo de Trabalho Enquadramento realizou sua 1ª Reunião no dia 10 de julho de 2024, onde a Entidade Executiva Instituto Água Conecta apresentou o "***Prognóstico*** *da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos Superficiais para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*" e esclareceu dúvidas dos participantes. Considerações ao documento também foram apresentadas pelos integrantes deste GT e alguns membros do Comitê.

Dessa forma, considerando o que se apresentou até aqui, o "*Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos Superficiais para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*", constitui objeto de análise deste Parecer.

2. ANÁLISE

Devido à demora ocasionada por terceiros, na cessão de dados necessários à execução da etapa de Diagnóstico, houve um atraso no término da conclusão deste estudo, ocasionando posterior adiamento na conclusão da etapa do Prognóstico. Dessa forma, ao invés de sua conclusão prevista no fim do ano de 2023, a entrega e aprovação do "*Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos Superficiais para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*" se estendeu até o início do segundo semestre do ano de 2024.

De maneira geral, o documento está muito bem escrito, tanto em conteúdo quanto em estrutura e atende à Resolução do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) Nº 91, de 05 de novembro de 2008, que estabeleceu os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.

O referido estudo também atende ao Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas, no que tange à Ação 4.4.2 – "*Elaborar e implementar o Programa de efetivação do enquadramento dos corpos hídricos em Classes*".

Sugestões de melhoria foram apresentadas ao documento, conforme apêndice anexo a este parecer, contendo as considerações apresentadas pela Entidade Executiva Instituto Água Conecta.

3. RECOMENDAÇÕES

Recomenda-se a adoção das considerações apresentadas, conforme apêndice anexo a este parecer, preferencialmente, já nestas etapas de Diagnóstico e Prognóstico, ou, se inviável devido ao prazo limitado, para as próximas etapas da "*Proposta de Enquadramento dos Corpos Hídricos das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*".

4. CONCLUSÃO

Após análise do "*Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos Superficiais para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas*" a conclusão é pela **APROVAÇÃO** do estudo apresentado, sugerindo o atendimento às recomendações acima.

5. COMPOSIÇÃO DO GRUPO DE TRABALHO ENQUADRAMENTO DA CÂMARA TÉCNICA CONSULTIVA QUE CONCEBEU ESTE PARECER

I – CASAN - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - Marcelo Seleme Matias, Engenheiro Sanitário e Ambiental e Fabiane Andressa Tasca Goerl, Engenheira Sanitária e Ambiental
II - Companhia Águas de Itapema - Gabriela Soares de Miranda Koziel, Engenheira Ambiental e Sanitarista.
III – IMA - Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina - Roberta de Moura Lisboa, Engenheira Sanitarista e Ambiental e Carlos Miguel Simões da Silva, Engenheiro Florestal.
IV - UNIVALI – Universidade do Vale do Itajaí - Jurandir Pereira Filho, Oceanológo, Me. em Geociência e Dr. em Ecologia e Recursos Naturais.

Especialista convidado externo à Câmara Técnica Consultiva:
I - FAMAP – Fundação de Meio Ambiente de Porto Belo - Richardson Guenther Schechi, Engenheiro Florestal e Engenheiro de Segurança do Trabalho, Me e Dr. em Engenharia Florestal.

6. COLABORADORES - ENTIDADE EXECUTIVA DO COMITÊ TIJUCAS E BIGUAÇU

I - INSTITUTO ÁGUA CONECTA – Aline Luiza Tomazi, Bióloga e Ma. em Ecologia.

Tijucas, SC, 07 de agosto de 2024.

gov.br Documento assinado digitalmente
DANILO DA SILVA FUNKE
Data: 14/08/2024 11:30:55-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Danilo da Silva Funke
Coordenador da
Câmara Técnica Consultiva

gov.br Documento assinado digitalmente
ALINE DA SILVA DIAS
Data: 13/08/2024 14:01:05-0300
Verifique em https://validar.iti.gov.br

Aline da Silva Dias
Relatora da
Câmara Técnica Consultiva

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do
Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

APÊNDICE 1 – RESPOSTAS ÀS CONSIDERAÇÕES APRESENTADAS

Nina Sulcatarinense - Prognóstico - UPG 8.1 Tijucas

Sugestão de melhorias:

- Inclusão de uma tabela e um mapa de resumo dos cenários, juntando todos os critérios utilizados.
Resposta: Em relação ao mapa resumo, entendemos que estes mapas já foram elaborados, no qual o mapa resumo da situação atual (diagnóstico) e futura (prognóstico), conforme apresentados nas figuras, Figura 34 (síntese da pior situação dos parâmetros utilizados) e Figura 63 (integração das classes dos parâmetros), respectivamente. **Gostaríamos de entender, qual outro mapa poderia ser proposto?** Em relação a tabela resumo, gostaríamos maiores esclarecimentos sobre as informações/critérios para possível criação da mesma.

- Incluir uma escala de prioridade de áreas que precisam de atenção.
Resposta: Entendemos que este item também já consta no documento, pois **as áreas que precisam de maior atenção são aquelas que tiveram compatibilidade com o enquadramento na situação atual (no Diagnóstico) e na situação futura (no Prognóstico) com as classes 3 e 4 – água doce**, por ser superior ao permitido, a classe 2 – água doce, da Resolução CONAMA 357/2005.

- Detalhamento dos tipos de indústrias com potencial poluidor, e pontos sensíveis da bacia.
Resposta: O estudo do Enquadramento não se aprofundou nos tipos de indústria, tendo em vista que o Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica dos Rios Tijucas e Biguaçu - PRHTB (2018) fez essa análise. As principais informações do PRHTB foram apresentadas no início do item 3.3.2. Para o enquadramento **foi feita a atualização do número de indústrias** com base nos dados atualizados de cadastros da UPG 8.1 – Tijucas. Como informado anteriormente, os pontos sensíveis da UPG 8.1 – Tijucas foram demonstrados nos mapas da situação atual (Figuras 22 a 31) e do balanço quali-quantitativo do prognóstico (Figuras 54 a 63), com as classes 3 e 4 – água doce.

- Detalhamento de dados secundários aproveitando as análises de água das empresas do entorno da bacia.
Resposta: **O detalhamento da fonte dos dados consta na Tabela 11**, na qual descreve a localização, uma referência, o rio e a origem do dado do ponto de monitoramento. Não foram inseridas informações do entorno, tendo em vista o objetivo do trabalho foi determinar a qualidade da água da UPG 8.1 – Tijucas.

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do
Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

Comentários "diagnostico-prognostico-tijucas-consideracoes_Jurandir"

As correções de "Controle de alterações" foram corrigidas conforme sugestão.

Pg 2 – "Mais para a frente, na pg. 7, foi mencionado que seriam incluidas água doce e salobra. Revisar"
Resposta: A informação apresentada no parágrafo informado é referente a Proposta de enquadramento do Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica dos Rios Tijucas e Biguaçu (PRHTB), de 2018, que não contemplava a água salobra.

Pg 7 – "Na página 2 foi mencionado que esse projeto seria focado apenas na água doce. Será incluída a salobra tb?"
Resposta: Sim. O projeto atual do IAC contempla a água doce e salgada.

Pg 16 – "Comparado a que? Citar exemplos para subsdiar."
Resposta: Foram inseridos valores de comparação com base nos resultados do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH), de 2018.

Pg 28 – Tabela 2 - "Parecem um pouco elevados, principalmente em relação ao N-amoniacal. Checar... Tabela 2.3 > Contribuições per capita e concentrações de nitrogênio e fósforo em esgoto doméstico bruto (Von Sperling)
PARâMETRO CONTRIBUIçãO PER CAPITA (g/hab.d) CONCENTRAçãO (mg/L)
• Nitrogênio total 6 ,0- 10,0 (foi usado um valor menor)
• Nitrogênio orgânico 2,5 – 4,0
• Amônia 3,5 – 6,0 (foi usado um valor menor)
• Nitrito ≈ 0 ≈ 0
• Nitrato 0,0 - 0,2 (Foi usado um valor maior)
Fósforo 0,7 –2,0 (OK)
• Fósforo orgânico 0,2 – 0,
• Fósforo inorgânico 0,5 – 1,2"
Resposta: Os valores que estavam diferentes (amarelo) foram corrigidos. Vale lembrar que a informação (Tabela 2) é ilustrativa, no sentido de informar um valor empírico de carga doméstica per capita.

Pg 42 – "Ficou um pouco confuso. No ítem 3.4.3.1 foi mencionado que o Abastecimento Urbano é a atividade que mais demanda água na bacia. Mas no ítem 3.4.3.2 a irrigação foi mencionada como a atividade de maior demanda. Foi devido à atualização dos dados? Ou inconsistência? Importante explicar isso."
Resposta: O item 3.4.3.1 possui informações provenientes do PRHTB (2018), que fez uma análise com base nas atividades demográficas e econômicas, estimando o valor de consumo. Foi adicionado complemento a citação. No item 3.4.3.2. as informações são provenientes do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH), acrescidos dos dados do Sistema de Outorga de Santa Catarina (SIOUT), de forma a atualizar os dados que constam informados na base estadual.

Pg 52 – Tabela 12 - "Não é ppm (part por milhão) mas partes/mil OU adimensional"

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do
Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

Resposta: corrigido.

Pg 52 – Tabela 12 - "Estranho, não faz sentido o PT ser menor que o Fosfato (PO4). O Fosfato é uma fração do PT. A determinação analítica do PT envolve digestão da amostra, com reagnetes ácidos e oxidantes. Dessa forma, ele inclui também formas orgÂnicas, além o PO4 (que é uma forma inorgânica). Assim, o fosfato (PO4) representa apenas uma parte do PT."
Resposta: Havia sido realizado uma conversão estequiométrica do ânion ortofosfato (PO_4^{3-}) para o fósforo (P na forma de PO_4^{3-}) e este valor simplificado como P total. **Salienta-se que é uma simplificação e que pode haver subestimação do fósforo total, por não contemplar as formas orgânicas e inorgânicas não hidrolisadas à ortofosfato.** Entretanto, como se tratam de poucas situações em que esta conversão foi realizada e, sabendo-se da possibilidade da subestimativa atribuída a esta conversão**, no entanto, optou-se por retirar essas informações do diagnóstico dos recursos hídricos (Capítulo 3).**

Pg 52 – Tabela 12 - "Esses valores (NO3, NH4 e PO4) parecem estar em uMol/L e não em mg/L. Revisar..."
Resposta: valores de concentração do ponto "Ponte Perequê" foram corrigidos conforme conversão informada no comentário abaixo.

Pg 70 – Tabela 14 - "Os dados de NO3, NH4 e PO4 do Estuário do Rio Tijucas estão em uM (micromol/L). Para converter para mg/L N devem ser multiplicados pelo Fator de conversão (0,014) no caso NH4 e NO3.
Para o converter o PO4 para mg/L, multiplicar por 0,031 para converter o mg/L P,."
Resposta: valores de concentração do ponto "Estuário Rio Tijucas" foram corrigidos conforme conversão informada.

Pg 70 – Tabela 14 - "Não é possível obter o PT a partir do Fosfato."
Resposta: Os valores anteriormente utilizados através da proporção estequiométrica foram desconsiderados na apresentação do Diagnóstico.

Pg 70 – Tabela 14 - "Não entendi a conversão. O Fosfato é uma fração do PT. O PT inclui toda a fração inorgânica (íons PO4) mas tb frações particuladas e orgânicas, que variam para cada ambiente."
Resposta: Os valores anteriormente utilizados através da proporção estequiométrica foram desconsiderados na apresentação do Diagnóstico.

Pg 70 – "Conferir as unidades de concentração, me parece que estão umol/L e não em mg/L N e P"
Resposta: valores de concentração do ponto "Estuário Rio Tijucas" foram corrigidos conforme conversão informada no comentário acima.

Pg 99 – "Não seriam 5?"
Resposta: corrigido.

Pg 100 – "Não achei muito clara a relação da Defesa Civil com a Qualidade da Água e enquadramento."

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do
Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

Resposta: a Defesa Civil tem papel importante no monitoramento de eventos hidrológicos, que gera dados de cota e vazão dos rios, essencial para a gestão de bacias hidrográficas. A relação com a qualidade é menor, porém não pode ser descartada.

Pg 101 – "Ela também forneceu dados de qualidade de água? A EPAGRI tb monitorava alguns rios."
Resposta: a EPAGRI tem um Acordo de Cooperação Técnica (ACT) com a Secretaria Executiva de Meio Ambiente (SEMAE) e com a Agência Nacional de Águas (ANA) para o monitoramento hidrometeorológico (nível e vazão), não abrangendo a qualidade. O monitoramento da qualidade é de responsabilidade do Estado, a SEMAE. Desta forma, hoje por meio do Progestão, em parceria com a ANA, no qual são destinados recursos específicos, o Estado executa o QUALIAGUA. Monitoramentos de qualidade da água realizados pela EPAGRI são restritos a pesquisadores que trabalham com a temática, sendo que normalmente os dados não ficam publicamente disponíveis, a não ser por publicações destes dados em periódicos.

Pg 150 – "Por quê, o que houve?"
Resposta: é um problema de contratação da SEMAE em relação a um especialista em tecnologia da informação (TI) ou programação. A pessoa responsável pelo SADPLAN, que atuou desde sua criação não está mais sob contrato da SEMAE, desta forma não é possível solicitar as correções no sistema. A SEMAE hoje não tem uma pessoa para corrigir bugs do SADPLAN.

Pg 162 – "Tijucas"
Resposta: corrigido para Comitê Tijucas.

INFORMAÇÃO TÉCNICA n° 2381/2024/IMA/CRF São José.

II. ANÁLISE
1. É recomendável que seja submetido a uma revisão gramatical especializada, uma vez que foram identificados alguns erros gramaticais, principalmente quanto ao uso de crase, de concordância verbal/nominal e de digitação.
Resposta: houve a revisão completa do documento. Os erros gramaticais, de uso de crase e de concordância foram corrigidos. Caso seja verificado outro local com problemas, favor indicar página/linha.

2. Para melhor entendimento e visualização dos trabalhos realizados e a serem realizados, sugere-se que no início do documento conste um fluxograma das etapas previstas para a proposta de enquadramento, conforme Art. 3° da Resolução 91/2008 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH).
Resposta: houve a inserção de comentário adicional e o fluxograma (Figura 1).

3. Quanto a informação constante na Página 2: "a proposta de enquadramento foi elaborada apenas para a água doce, não contemplando a água salobra, além de não conter todos os requisitos solicitado pela Resolução do CNRH nº 91/2008." Logo, infere-se que não haverá o enquadramento para água salobra e a informação é divergente do informado em Reunião do Grupo Técnico de Enquadramento.

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do
Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

Resposta: A informação apresentada no parágrafo informado é referente a Proposta de enquadramento do Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica dos Rios Tijucas e Biguaçu (PRHTB), de 2018, que não contemplava a água salobra.

4. Lembrar que os padrões de lançamento estaduais seguem, atualmente, as Resoluções CONSEMA n° 181 e 182, e os artigos relacionados ao tema constantes na Lei Estadual n° 14.675/2009, foram revogados.
Resposta: a informação que estava no texto referente a Lei Estadual n° 14.675/2009 não foi utilizada nas etapas posteriores, desta forma, a informação foi removida.

5. Sugere-se rever as figuras relacionadas à interpolação dos dados de qualidade (pg. 64 e demais), pois há trechos sem classe. Ainda em relação a esta questão, a Figura 30 (pg. 66) aparenta que a classificação nas nascentes do Rio Garcia foi influenciada pela outra sub-bacia do Rio Alto Braço, sendo que não há monitoramento no trecho para que ocorra o enquadramento em classe 4.
Resposta: Em relação a interpolação, existe uma limitação da metodologia, no qual não é gerado informação para locais sem pontos de monitoramento. Foi comentado no parágrafo anterior a apresentação dos mapas (pg.62 – foi sublinhado) sobre a análise da metodologia proposta, no qual tem por objetivo demonstrar apenas visualmente as informações. "pg. 62 - **Cabe informar que os mapas de interpolação foram gerados apenas para melhorar a visualização (temática) das informações de qualidade da água. No entanto, recomenda-se que a avaliação seja realizada por pontos com dados de qualidade. Assume-se que esta técnica, pode introduzir vieses na interpretação, uma vez que, trechos entre dois pontos avaliados podem estar representados por uma classe que não reflete a real condição do trecho do rio. Além disso, ressalta-se a importância da realização do monitoramento de qualidade da água continuado no maior número possível de pontos em um curso d'água**."

6. Referente às Tabelas 21 e 22, recomenda-se apresentar um maior detalhamento acerca dos cálculos utilizados para se obter as taxas de crescimento e as estimativas de população e de criação animal nos municípios abrangidos pelo comitê. Na tentativa de refazer esses cálculos a partir das informações dadas, não conseguimos obter exatamente os mesmos valores. Por exemplo, ao aplicar a taxa de crescimento, obteve-se diferenças consideráveis entre os valores estimados e valores reais do censo para o ano 2022. Ademais, a taxa de crescimento média de 2000 a 2022 é consideravelmente diferente da taxa de crescimento de somente 2010 a 2022, o qual é um período mais próximo e equivalente ao período da projeção feita (de 2023 a 2038). Assim, nota-se que, para alguns municípios que nitidamente estão em ritmo de crescimento mais acelerado nos últimos anos, a projeção do estudo se mostrou conservadora e, talvez, subestimada por utilizar a tendência média geral. Portanto, é válido aprofundar mais nessa discussão ao longo do texto.
Resposta: **a forma de como foi calculada a taxa de crescimento anual consta no item 2.2.2.** Taxa de crescimento e projeção populacional $taxa = \frac{\ln P_{2022} - \ln P_{2010}}{2022 - 2010}$. No item 4.2.1. Foi adotada a média das taxas crescimento entre os Censos de 2000-2010 e de 2010-2022. Para o item 4.2.2 Foi calculada a média das taxas crescimento entre os Censos de 2008-2016 e de 2016-2022, **porém uma ponderação no valor foi adotada para cada espécie de criação**

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do
Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

animal, pois os valores entre os períodos foram muito variados, ponderando para a tendência do último período de dados (2016-2022).

7. A escolha dos adjetivos "otimista" e "crítico" para denominar os cenários projetados deve ser mais bem explicada ao longo texto e, talvez, substituída por outros termos menos ambíguos, tais como crescimento populacional subestimado e superestimado. Como a categorização desses cenários está diretamente vinculada às projeções de crescimento populacional e de criação animal, o uso dos termos "otimista" e "crítico" pode gerar interpretações equivocadas ao leitor. Em outras palavras, para alguns parâmetros, o cenário normal/tendencial já é tecnicamente crítico e o cenário otimista é apenas conservador e não necessariamente otimista.
Resposta: **o termo utilizado pode ser substituído caso os membros achem necessário**. A utilização do termo otimista foi considerada tendo em vista que o crescimento hoje teria que ser inferior, porém acredita-se que seria "otimista" chegar a essa diminuição, já que sempre se espera um cenário de crescimento dos setores. A explicação para o que foi testado por cenários foi apresentada no item 4.2.4. (i) tendencial (taxas de crescimento atual); (ii) otimista (subtraído a metade da taxa de crescimento tendencial), e (iii) cenário crítico (somado a metade da taxa de crescimento tendencial).

8. Recomenda-se uma padronização na escolha de cores para os mapas. Por exemplo, nas Figuras 39 e 41, as cores dos parâmetros de maior concentração se invertem (laranja e verde). Já no prognóstico, a cor verde já representa um parâmetro de menor concentração. Além disso, na Fig. 50, por exemplo, não há uma gradação de cores correspondente ao incremento na disponibilidade hídrica dos rios, ou seja, não há uma variação gradual e distinta de cores, uma vez que as cores verde e azul foram utilizadas de maneira intercambiada e com diferenças apenas de tonalidade.
Resposta: **De acordo.** A não padronização das cores também foi posteriormente identificada pela equipe do IAC (Água Conecta), sendo que está previsto para ser realizada a correção das cores/figuras no momento que forem refeitos os mapas no formato (template) do IAC pela equipe de geoprocessamento.

9. Sugere-se apresentar um mapa específico para os cadastros no CEURH e, talvez, retirá-los dos demais. Os pontos de identificação/localização desses cadastros deixaram algumas figuras visualmente mais carregadas. Em contrapartida, poderia ser incluída a localização das cidades (áreas urbanas) em todos os mapas. A noção de onde está localizado cada núcleo urbano facilita a rápida visualização e entendimento das tendências representadas nos mapas e a sua correlação geográfica.
Resposta: **o mapa específico com os cadastros CEURH e SIOUT consta na Figura 10 (item 3.2).** O único motivo de se manter os dados do CEURH nas figuras do prognóstico (Figuras 51 e 52) é pelo fato de que o SADPLAN hoje utiliza os dados provenientes do CEURH para o balanço quali-quantitativo, ou seja, queríamos demonstrar onde tem mais cadastros pode haver uma piora da compatibilidade com o enquadramento (ou vice e versa).

10. No Quadro 16, utilizar letras ou outro tipo de algarismo para a identificação na legenda. O uso de números dá a entender que os dados do quadro estão elevados àquela numeração.
Resposta: corrigido para [a] e [b].

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

11. Na Tabela 15, converter as coordenadas geográficas para coordenadas UTM para padronizar conforme o restante do documento.
Resposta: corrigido.

12. Sugere-se explicar previamente no texto o significado de cfim, constante na página 141 e incluí-lo na lista de siglas.
Resposta: foi feita uma explicação na primeira citação do cfim no texto "concentração final do poluente ao final do trecho hídrico", assim como sua inserção na lista de siglas.

13. Os relatórios de monitoramento disponíveis no SGPE podem não ser tão confiáveis e representativos, uma vez que muitos desses relatórios ainda não passaram pelo crivo da análise técnica criteriosa. Alternativamente, para as próximas etapas, poderia solicitar ao IMA o levantamento de dados diretos no SinFAT (sistema específico para o licenciamento ambiental), assim como o apoio da sua Gerência de Geoprocessamento (GERIN) na identificação geográfica dos empreendimentos poluidores, além da consulta às municipalidades habilitadas para o licenciamento ambiental (Biguaçu, Bombinhas, Governador Celso Ramos, São José, São João Batista, Itapema e Porto Belo).
Resposta: No SGPe foram obtidos apenas laudos de qualidade, com certificação de laboratório. Com relação a dados do IMA no SGPe, a equipe do IAC pesquisou no SGPe laudos com busca específica para cada município, com a sigla do IMA. Neste momento não estamos mais inserindo dados de qualidade, pois eles foram utilizados para a construção do Diagnóstico (entrega em 2023). No entanto, caso existam dados atualizados de qualidade, estes podem ser utilizados futuramente para comprovação do atendimento de metas das propostas de enquadramento.

Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do
Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas
comitetijucas@gmail.com

DIAGNÓSTICO E PROGNÓSTICO PARA PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA

ÁGUA CONECTA

COMITÊ TIJUCAS BIGUAÇU

PENSANDO O FUTURO: O RIO QUE QUEREMOS!

Foto - Emerson Leal

Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos para a Elaboração de Proposta de Enquadramento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas

fapesc
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

SEMAE
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DA ECONOMIA VERDE

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DOS RIOS TIJUCAS E BIGUAÇU E BACIAS CONTÍGUAS

DECRETO DE CRIAÇÃO:

DECRETO ESTADUAL Nº 836 DE 15 DE SETEMBRO DE 2020

comitetijucas@gmail.com

http://www.aguas.sc.gov.br/o-comite-tijucas/inicial-tijucas

PRESIDÊNCIA

Presidente: DANILO DA SILVA FUNKE

Vice-Presidente: RUBENS RIBEIRO DOS SANTOS

SECRETARIA EXECUTIVA

Secretário Executivo: WILLIAM WOLLINGER BRENUVIDA

ENTIDADE EXECUTIVA: INSTITUTO ÁGUA CONECTA

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Jorginho dos Santos Mello
Governador

Marilisa Boehm
Vice-governadora

SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DA ECONOMIA VERDE

Ricardo Zanatta Guidi
Secretário

Vinícius Tavares Constante
Gerente de Saneamento e Gestão dos Recursos Hídricos

Guilherme Dallacosta
Secretário-Adjunto

César Rodolfo Seibt
Tiago Zanatta
Bruno Henrique Beilfuss
Equipe de Fortalecimento dos Comitês

SEMAE
SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E DA ECONOMIA VERDE

FUNDO DE AMPARO À PESQUISA E INOVAÇÃO DO ESTADO DE SANTA CATARINA – FAPESC

Fábio Wagner Pinto
Presidente

Claudio Henschel de Matos
Coordenador de projetos – pesquisa

fapesc
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina

INSTITUTO ÁGUA CONECTA

Entidade Executiva

Equipe de projeto

Coordenação geral do projeto

Adilson Pinheiro
Eng. Civil, Dr. em Física e Química Ambiental

Coordenação técnica do projeto

Rubia Girardi
Química, Dra. em Eng. Ambiental

Equipe técnica responsável

Camila Marcon de Carvalho Leite
Eng. Ambiental, Dra. em Eng. Hidráulica e Saneamento

Débora Brasiliense Ferreira
Eng. Sanitarista e Ambiental

Gustavo Antonio Piazza
Eng. Ambiental, Dr. em Eng. Ambiental

Talita Montagna
Eng. Civil, Dra. em Eng. Ambiental

Equipe de apoio

Aline Luiza Tomazi
Ciências biológicas, Ma. em Ecologia

Miriam Amorim
Jornalista

ÁGUA CONECTA

LISTA DE TABELA

Tabela 1 - Distribuição da população residente na UPG 8.1 - Tijucas 32
Tabela 2 - Valores per capita de carga doméstica da população para $DBO_{5,20}$, fósforo total (Pt), nitrato, nitrogênio amoniacal (NH_4) e coliformes termotolerantes 33
Tabela 3 - Resumo da criação animal (número de cabeças), por município na UPG 8.1 – Tijucas (Continua). 35
Tabela 4 – (Continuação) Resumo da criação animal (número de cabeças), por município na UPG 8.1 – Tijucas. 36
Tabela 5 - Resumo da carga de DBO de criação animal na UPG 8.1 – Tijucas 36
Tabela 6 - Vazão média de longo termo (Q_{mlt}) e vazão específica 40
Tabela 7 - Demandas hídricas totais (m^3/ano) anuais de retirada de água por tipo de atividade, calculadas para os municípios das bacias em estudo 45
Tabela 8 - Resumo das vazões de captação por setor usuário para a UPG 8.1 – Tijucas 46
Tabela 9 - Resumo das vazões de captação por setor usuário para a UPG 8.1 – Tijucas 46
Tabela 10 - Caracterização da explotação subterrânea por município da UPG 8.1. considerando dados do CEURH e SIOUT (2023) 48
Tabela 11 - descrição e localização dos pontos de monitoramento considerados na espacialização das informações de qualidade de água na UPG 8.1 - Tijucas 53
Tabela 12 - Caracterização hidroquímica das águas superficiais dos pontos de monitoramento considerados na espacialização das informações de qualidade de água na UPG 8.1 - Tijucas 56
Tabela 13 - Concentração máxima permitida em água salobra por classe 70
Tabela 14 - Caracterização hidroquímica das águas superficiais dos pontos de monitoramento situados na zona considerada de água salobra da UPG 8.1 - Tijucas 73
Tabela 15 - Descrição e localização dos poços utilizados para atualização da caracterização das águas subterrâneas da UPG 8.1 – Tijucas 79
Tabela 16 - Caracterização hidroquímica das águas subterrâneas de poços perfurados na UPG 8.1 - Tijucas 80
Tabela 17 - Poços com parâmetros com teores iguais ou superiores aos VMP da Resolução CONAMA 396/2008 para os diferentes usos 86
Tabela 18 - Dinâmica populacional dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas 115
Tabela 19 - População abastecida pelo sistema de água e extensão total da rede existente 117
Tabela 20 - População abastecida pelo sistema de esgoto e extensão total da rede existente 119
Tabela 21 – População atual e projetada para os municípios da UPG 8.1 - Tijucas 124
Tabela 22 – Criação animal atual e projetada para as espécies na UPG 8.1 – Tijucas 125
Tabela 23 – Quantidade de usuários cadastrados (CEURH, SIOUT-SC) por usos preponderantes de recursos hídricos subterrâneos para UPG 8.1 – Tijucas. 159

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classe mínima exigida para o uso da água doce 4
Quadro 2 - Classe mínima exigida para o uso da água salobra 5
Quadro 3 - Parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 de 2005 5
Quadro 4 – Classe de água subterrâneas 8
Quadro 5 - Classes de vulnerabilidade 95
Quadro 6 - Possibilidade de carga poluente, vulnerabilidade e risco de contaminação dos municípios da UPG 8.1. 98
Quadro 7 - Estrutura de meio ambiente nos municípios na UPG 8.1 – Tijucas de acordo com o PRHTB (2018) 112
Quadro 8 - Agências reguladoras dos serviços de saneamento na UPG 8.1 – Tijucas 113
Quadro 9 - Resumo da situação do Projeto Orla nos municípios da bacia 114
Quadro 10 - Prestadores de serviço de água 117
Quadro 11 - Diagnóstico da infraestrutura hídrica de abastecimento público realizada pela ANA para os municípios das bacias em estudo 118
Quadro 12 - Caracterização do órgão municipal gestor dos resíduos sólidos urbanos 120
Quadro 13 - Informações dos sistemas de drenagem na UPG 8.1 – Tijucas 121
Quadro 14 – Ações para a gestão dos Recursos Hídricos 122
Quadro 15 – Dados de entrada de Disponibilidade Hídrica no SADPLAN - UPG 8.1 - Tijucas . 126
Quadro 16 – Dados de entrada da Demanda Hídrica no SADPLAN para a UPG 8.1 – Tijucas .. 127
Quadro 17 – Dados de entrada de Projeções Estatísticas no SADPLAN para a UPG 8.1 – Tijucas 130
Quadro 18 – Dados de entrada do Balanço Hídrico no SADPLAN para a UPG 8.1 – Tijucas 134
Quadro 19 – Usos identificados nas oficinas participativas de enquadramento 155
Quadro 20 – Usos identificados por UG nas oficinas participativas de enquadramento 156
Quadro 21 – Reclassificação dos usos de recursos hídricos subterrâneos segundo a Resolução CONAMA 396/2008 considerando dados das UPGs 7.1 – Itajaí, 7.2 – Camboriú, 8.1 – Tijucas e 8.2 – Cubatão 158

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do processo de enquadramento de corpos d'água 7
Figura 2 - Exemplo de acréscimo de divisões em sub-bacias à medida que o nível da codificação Otto Pfafstetter aumenta..... 13
Figura 3 – Fluxograma da metodologia aplicada para estabelecimento do VRQ para os aquíferos localizados no agrupamento Leste de Santa Catarina 15
Figura 3 - Localização da UPG 8.1 – Tijucas 19
Figura 4 - Unidades de Gestão da UPG 8.1 - Tijucas 20
Figura 5 - Uso e ocupação da terra identificadas no PRHTB 21
Figura 6 - Principais corpos hídricos superficiais do PRHTB 22
Figura 7 - Mapa Geomorfológico da UPG 8.1 – Tijucas 23
Figura 8 - Mapa Geológico dos Domínios presentes nas bacias hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas 24
Figura 9 - Distribuição espacial das unidades hidroestratigráficas na UPG 8.1 - Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas 27
Figura 10 - Afloramento do aquífero fraturado de litologia granítica ampliado por espessa zona . 28
Figura 11 - Mapa de localização dos cadastros de usuários na UPG 8.1 - Tijucas 31
Figura 12 - Cadastros de usuários industriais na UPG 8.1 – Tijucas 34
Figura 13 - Cadastros de usuários de criação animal na UPG 8.1 – Tijucas..... 37
Figura 14 - Áreas de arroz irrigado na UPG 8.1 - Tijucas 39
Figura 15 - Vazão com 98% (Q98) no tempo nas UGs 40
Figura 16 - Vazão mínima anual de sete dias consecutivos e período de retorno de dez anos nas UGs (Q7,10) 41
Figura 17 - Distribuição espacial das zonas aquíferas na UPG 8.1 – Tijucas 44
Figura 18 - Demanda hídrica subterrânea com base nas vazões médias dos poços cadastrados no CEURH e SIOUT..... 49
Figura 19 - Densidade das demandas hídricas subterrâneas considerando poços cadastrados no CEURH e SIOUT..... 50
Figura 20 - Panorama dos usos múltiplos da água subterrânea por número de cadastrados..... 51
Figura 21 - Pontos de monitoramento de qualidade da água superficial utilizados no PRHTB 52
Figura 22 - Síntese dos dados de qualidade de água na UPG 8.1 – Tijucas..... 55
Figura 23 - Síntese dos dados da situação atual do oxigênio dissolvido na UPG 8.1 – Tijucas 59
Figura 24 - Síntese dos dados dos dados da situação atual de DBO na UPG 8.1 – Tijucas 60
Figura 25 - Síntese dos dados da situação atual de nitrato (NO_3^-) na UPG 8.1 – Tijucas..... 61
Figura 26 - Síntese dos dados da situação atual de fósforo total (Pt) na UPG 8.1 – Tijucas 62
Figura 27 - Síntese dos dados da situação atual de coliformes termotolerantes na UPG 8.1 – Tijucas 63
Figura 28 - Interpolação (IDW) das concentrações de oxigênio dissolvido nos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas..... 65
Figura 29 - Interpolação (IDW) das concentrações de DBO nos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas..... 66
Figura 30 - Interpolação (IDW) das concentrações de nitrato (NO_3^-) nos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas 67
Figura 31 - Interpolação (IDW) das concentrações de fósforo total (Pt) nos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas 68
Figura 32 - Interpolação (IDW) das concentrações de coliformes termotolerante nos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas..... 69
Figura 33 - Cursos de água até a faixa de 1m no Modelo Digital de Terreno (MDT) e pontos de monitoramento com registro de salinidade (UNIVALI), UPG 8.1 - Tijucas 71
Figura 34 – Pontos de monitoramento situados na faixa - rios com potencial de água salobra, UPG 8.1 - Tijucas 72
Figura 35 - Síntese da pior situação atual dos parâmetros de qualidade de água utilizados na UPG 8.1 – Tijucas..... 74
Figura 36 - Mapa das Zonas Aquíferas da UPG 8.1 – Tijucas e localização dos poços cadastrados no SIAGAS, CNARH e SIOUT..... 76

Figura 37 - Zonas aquíferas e distribuição dos poços utilizados para diagnosticar a qualidade da água subterrânea na UPG 8.1 – Tijucas..... 78
Figura 38 – Distribuição da composição iônica (íons maiores) das águas subterrâneas na UPG 8.1 - Tijucas. Os diâmetros dos gráficos indicam a ionização total das amostras (condutividade elétrica). 83
Figura 39 - Classificação das águas subterrâneas da UPG 8.1 – Tijucas - Diagrama de Piper..... 84
Figura 40 - Distribuição da concentração de fluoreto nas águas subterrâneas da UPG 8.1 – Tijucas 89
Figura 41 - Distribuição da concentração de ferro nas águas subterrâneas da UPG 8.1 – Tijucas . 90
Figura 42 - Concentração de manganês nas águas subterrâneas da UPG 8.1 – Tijucas..... 91
Figura 43 - Mapa de Setorização de Riscos Geológicos 92
Figura 44 - Número de eventos reportados por município no período entre 1995 e 2017..... 93
Figura 45 - Mapa de Desastres na área de abrangência do PRHTB 94
Figura 46 - Mapa de vulnerabilidade da UPG 8.1 – Tijucas..... 95
Figura 47 - Mapa de possibilidade da existência de carga poluente 97
Figura 48 - Unidades de conservação na UPG 8.1 - Tijucas..... 99
Figura 49 - Localização das Terras Indígenas na UPG 8.1 – Tijucas 100
Figura 50 - Composição do PIB (2023) nos municípios da UPG 8.1 - Tijucas 116
Figura 51 – Disponibilidade hídrica na Q_{98} para o cenário atual (2023) da UPG 8.1 – Tijucas pelo SADPLAN para o mês de dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023..... 135
Figura 52 – Demanda hídrica para o cenário atual (2023) na UPG 8.1 – Tijucas gerada pelo SADPLAN para o mês de dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023..... 137
Figura 53 – Lançamentos totais por trecho hídrico na UPG 8.1 – Tijucas gerada pelo SADPLAN para o mês de dezembro de 2023 139
Figura 54 – Índices de Atendimento de Captação Total – IACT por trecho hídrico na UPG 8.1 – Tijucas gerada pelo SADPLAN – cenário atual (2023) e tendencial (2028, 2033 e 2038) para os meses de dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) 141
Figura 55 – Cenário atual (2023) e tendencial para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a $DBO_{5,20}$, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023. 143
Figura 56 – Cenário atual (2023) e crítico para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a $DBO_{5,20}$, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023. 144
Figura 57 – Cenário atual (2023) e otimista para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a $DBO_{5,20}$, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023. 145
Figura 58 – Cenário atual (2023) e tendencial para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a OD, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023. 146
Figura 59 – Cenário atual (2023) e crítico para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a OD, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023. 147
Figura 60 – Cenário atual (2023) e otimista para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a OD, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023. 148
Figura 61 – Cenário atual (2023) e tendencial para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a Pt, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023..... 149
Figura 62 – Cenário atual (2023) e crítico para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a Pt, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023..... 150
Figura 63 – Cenário atual (2023) e otimista para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a Pt, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023..... 151
Figura 64 – Integração das classes dos parâmetros por trecho de rio no cenário crítico na UPG 8.1 – Tijucas..... 154
Figura 65 – Espacialização dos usos identificados nas oficinas participativas de enquadramento156
Figura 66 – Distribuição dos usos preponderantes na UPG 8.1 – Tijucas e os principais aquíferos. 160
Figura 67 – Distribuição dos poços que apresentam restrição de uso da água subterrânea (de acordo com VMP da Resolução CONAMA 396/2008) na UPG 8.1 – Tijucas e os principais aquíferos. 162
Figura 68 – Proposta de enquadramento disponível no PRHTB para a UPG 8.1 - Tijucas..... 166

SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
AGESAN	Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Estado de Santa Catarina
AGESC	Agência Reguladora de Serviços Públicos de Santa Catarina
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ARESC	Agência de Regulação dos Serviços Públicos de Santa Catarina
ARIS	Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CEURH	Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos
cfim	concentração final do poluente ao final do trecho hídrico
CNARH	Cadastro Nacional de Usuário de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CONASA	Companhia Águas de Itapema
COT	Carbono orgânico total
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EBI	Erro de balanço iônico
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FAPESC	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina
FIESC	Federação das Indústrias do Estado de Santa Catarina
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMA	Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina
LQP	Limite de quantificação praticáveis
MDT	Modelo Digital de Terreno
NH_3	Amônia
NH_4	Nitrogênio amoniacal
NO_2^-	Nitrito
NO_3^-	Nitrato
OD	Oxigênio Dissolvido
PNRH	Política Nacional de Recursos Hídricos
POSH	*Pollutant Origin; Surcharge Hydraulically*
PRHTB	Plano de Recursos Hídricos do Rio Tijucas e Biguaçu
QUALIÁGUA	Programa De Estímulo À Divulgação De Dados De Qualidade de Água
RH	Recursos Hídricos
SEMAE	Secretaria Executiva do Meio Ambiente e Economia Verde
SGB	Serviço Geológico Brasileiro
SGPE	Sistema de Gestão de Processos Eletrônicos de Santa Catarina
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIEPDEC	Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil
SIG	Sistemas de Informações Georreferenciadas
SIOUT	Sistema de outorga de Santa Catarina
SNIS	Sistema Nacional de Informação de Saneamento Básico
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí
UFSC	Universidade Federal do Estado de Santa Catarina
UPG	Unidade de Planejamento e Gestão
UTM	Universal Transversa Mercator
VMP	Valores máximos permitidos
VRQ	Valores de referência de qualidade

Sumário

1. INTRODUÇÃO ... 3
2. MATERIAIS E MÉTODOS ... 10
2.1. ORIGEM DOS DADOS ... 10
2.2. MÉTODOS APLICADOS ... 11
2.2.1. Mapas temáticos ... 11
2.2.2. Taxa de crescimento e projeção populacional ... 11
2.2.3. Caracterização química das águas superficiais ... 12
2.2.4. Caracterização química das águas subterrâneas ... 12
2.2.5. Modelagem matemática para disponibilidade e qualidade de água ... 12
3 DIAGNÓSTICO ... 18
3.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UPG 8.1 – TIJUCAS ... 18
3.2.6 Uso e ocupação da terra ... 21
3.2.7 Recursos hídricos superficiais ... 21
3.2.8 Recursos hídricos subterrâneos ... 23
3.2.9 Interconexão Hidráulica ... 29
3.3 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS USOS E INTERFERÊNCIAS ... 30
3.4 IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS CARGAS ... 32
3.4.6 Efluentes domiciliares ... 32
3.4.7 Efluentes industriais ... 33
3.4.8 Efluentes de atividades agropecuárias ... 35
3.5 DISPONIBILIDADE, DEMANDA E CONDIÇÕES DAS ÁGUAS ... 40
3.5.6 Disponibilidade Hídrica Superficial ... 40
3.5.7 Disponibilidade Hídrica Subterrânea ... 41
3.5.8 Demandas de retirada ... 45
3.5.9 Qualidade da água superficial ... 51
3.5.10 Água salobra ... 70
3.5.11 Espacialização da pior situação atual das classes ... 73
3.6 POTENCIALIDADE E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS ... 75
3.6.6 Água Subterrânea ... 75
3.6.7 Dados atualizados de qualidade da água subterrânea (2023) ... 77
3.6.8 Diagnóstico da qualidade da água subterrânea (2023) ... 85
3.7 ÁREAS VULNERÁVEIS E SUSCEPTÍVEIS A RISCOS ... 92
3.7.6 Setorização de riscos geológicos ... 92
3.7.7 Prejuízos com desastres ... 92
3.7.8 Vulnerabilidade das águas subterrâneas ... 94
3.7.9 Risco de contaminação das águas subterrâneas ... 96
3.8 ÁREAS REGULADAS POR LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA ... 99
3.9 ARCABOUÇO LEGAL E INSTITUCIONAL ... 100

3.9.6 Arcabouço Legal 100
3.9.6.1 Política Nacional de Recursos Hídricos 100
3.9.6.2 Resolução CNRH n° 91/2008 101
3.9.6.3 Resolução CONAMA n° 357/2005 101
3.9.6.4 Resolução CONAMA n° 396/2008 102
3.9.7 Arcabouço Institucional 102
3.9.7.1 Secretaria de Defesa Civil (SDC) 102
3.9.7.2 Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI) 103
3.9.7.3 Secretaria Executiva do Meio Ambiente e Economia Verde (SEMAE) 104
3.9.7.4 Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA) 106
3.9.7.5 Polícia Militar Ambiental 106
3.9.7.6 Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) 107
3.9.7.7 Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e Bacias Contíguas (Comitê Tijucas e Biguaçu) 108
3.9.7.8 Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica de Santa Catarina (FAPESC) . 109
3.9.8 Instituições que atuam em nível microrregional 110
3.9.9 Instituições Federais 111
3.10 POLÍTICAS, PLANOS E PROGRAMAS LOCAIS E REGIONAIS 111
3.11 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA 114
3.11.6 Abrangência municipal e estrutura administrativa 114
3.11.7 Demografia e dinâmica populacional 114
3.11.8 Atividades econômicas 115
3.11.9 Caracterização da infraestrutura de saneamento básico 116
3.12 CAPACIDADE DE INVESTIMENTO EM RECURSOS HÍDRICOS 121
4 PROGNÓSTICO 123
4.2 HORIZONTES DE PLANEJAMENTO 123
4.3 POTENCIALIDADE, DISPONIBILIDADE E DEMANDA DE ÁGUA 123
4.3.6 Projeção da população da UPG 8.1 – Tijucas 123
4.3.7 Projeção da criação animal da UPG 8.1 – Tijucas 124
4.3.8 Dados de entrada da simulação dos recursos hídricos superficiais na UPG 8.1 125
4.3.9 Parâmetros de projeções estatísticas para a UPG 8.1 – Tijucas 130
4.3.10 Parâmetros de balanço hídrico para a UPG 8.1 – Tijucas 133
4.3.11 Disponibilidade hídrica da UPG 8.1 – Tijucas 134
4.3.12 Demanda hídrica da UPG 8.1 – Tijucas 136
4.4 CARGAS POLUIDORAS 138
4.5 CONDIÇÕES QUALIQUANTITATIVAS DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS .. 140
4.5.6 Balanço Hídrico 140
4.5.7 Balanço Qualiquantitativo 142
4.5.8 Água Salobra 153
4.5.9 Integração das classes por trecho no cenário crítico 153

4.6 USOS PRETENSOS DE RECURSOS HÍDRICOS 155
4.6.6 Superficiais – água doce 155
4.7ÁGUAS SUBTERRÂNEAS 157
4.7.6 Enquadramento das águas subterrâneas 157
4.7.7 Usos pretensos das águas subterrâneas na UPG 8.1 – Tijucas 157
5 PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO 164
5.2 PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DO PRHTB (2018) 164
5.2.6 Definição da proposta de enquadramento dos cursos d'água 165
5.2.7 Proposta de enquadramento dos cursos d'água 165
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS 168
6 REFERÊNCIAS 169

APRESENTAÇÃO

Este documento visa subsidiar o Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas e Biguaçu e bacias contíguas (Comitê Tijucas e Biguaçu) a implementar o enquadramento dos corpos da água, um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos, em sua área de atuação (UPG 8.1 - Tijucas).

O enquadramento de corpos d'água é o nível de qualidade a ser alcançado ou mantido ao longo do tempo (ANA, 2014). Mais do que uma classificação, o enquadramento deve ser visto como um instrumento de planejamento, para atender às necessidades estabelecidas pela sociedade e não apenas a condição atual do corpo d'água. O enquadramento busca "assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas" e a "diminuir os custos de combate à poluição das águas, mediante ações preventivas permanentes" (Brasil, 1997). A classe do enquadramento de um corpo d'água deve ser definida em um pacto acordado pela sociedade, levando em conta as prioridades de uso da água (ANA, 2014).

O Comitê Tijucas Biguaçu foi criado em 2001 pelo decreto estadual nº 2918 o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas (Comitê Tijucas). Inicialmente compreendia a área da bacia hidrográfica do rio Tijucas e seus tributários e do grupo de bacias dos rios Perequê, Santa Luzia, Inferninho e Itapema, no entanto, a partir do decreto nº 836, de 15 de setembro de 2020, o Comitê foi transformado no Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas (Comitê Tijucas e Biguaçu) (Santa Catarina, 2020).

O Comitê é composto por usuários da água, população da bacia e órgãos da administração federal e estadual atuantes nas bacias hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas, e que estejam relacionados direta ou indiretamente com os recursos hídricos. A representação é de 40% de usuários de água, 40% de representantes da população, por meio dos Poderes Executivo e Legislativo Municipais, de parlamentares das regiões e de organizações e entidades da sociedade civil, e 20% de representantes dos órgãos da Administração Pública Federal e Estadual atuantes nas bacias e que estejam relacionados com os recursos hídricos (Santa Catarina, 2020).

O Instituto Água Conecta (IAC) é uma organização privada sem fins lucrativos, com autonomia administrativa e financeira. A missão do Instituto é apoiar o desenvolvimento sustentável de instituições públicas e privadas, mediante ações e serviços relacionados à governança da água e ao meio ambiente que promovam a qualidade de vida e a inovação.

O IAC visa ser reconhecido como referência em ações voltadas à governança da água e ao meio ambiente, por meio de uma relação profissional e confiável com as organizações e a sociedade. Para tal, suas ações são pautadas em valores como: ética, comprometimento, cooperação, diálogo, eficiência, equilíbrio, espírito de equipe, imparcialidade, independência, isonomia, responsabilidade social e ambiental, transparência e tecnicidade.

Este documento é um dos produtos obtidos no âmbito do projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC); a partir do edital de chamada pública FAPESC nº 32/2022, Termo de Outorga Nº: 2022TR002182, Fortalecimento dos Comitês de Bacias Hidrográficas do agrupamento leste de Santa Catarina, que conta com o apoio do órgão gestor de recursos hídricos por meio da Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Economia Verde (SEMAE).

Até o momento, no Estado de Santa Catarina, a única bacia hidrográfica com enquadramento dos corpos hídricos superficiais aprovado é a Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (UPG 7.1). Enquanto não for aprovado o enquadramento para os corpos de água superficiais nas demais bacias hidrográficas, a Resolução CERH nº 001/2008 (CNRH, 2008) adota a classificação da Resolução CONAMA nº 357/2005, Art. 42: “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 (CONAMA, 2005)”.

O Plano de Recursos Hídricos do Comitê Tijucas e Biguaçu, UPG 8.1, apresenta a necessidade de implementação da proposta de enquadramento no subprograma 4.4.2: Elaborar e implementar o Programa de efetivação do enquadramento dos corpos hídricos em classes. No entanto, a proposta de enquadramento foi elaborada apenas para a água doce, não contemplando a água salobra, além de não conter todos os requisitos solicitados pela Resolução do CNRH nº 91/2008.

O objetivo deste projeto é realizar o diagnóstico e prognóstico dos recursos hídricos da UPG 8.1 – Tijucas para ser apresentado e discutido junto ao Comitê Tijucas e Biguaçu e fornecer subsídios para a Proposta de Enquadramento e o Programa de Efetivação do Enquadramento.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de gestão dos recursos hídricos depende dos instrumentos estabelecidos na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei Federal n° 9.433/1997) para que possa ser desenvolvido e aplicado, atendendo as expectativas e desejos da comunidade, seja para o uso do recurso, para atendimento de objetivos de preservação ambiental ou para garantia de sustentabilidade no médio e longo prazo. É fundamental tornar operacionais os instrumentos de gestão a partir de um conjunto flexível e competente de ações (Porto; Porto, 2008).

Um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) é o enquadramento dos corpos hídricos superficiais e subterrâneos. Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, o enquadramento dos corpos de água representa o estabelecimento de uma meta de qualidade da água a ser alcançada ou mantida, em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos pretendidos (ANA, 2015, p. 7). A PNRH estabelece que este instrumento visa assegurar qualidade compatível à água com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes (Brasil, 1997).

A Resolução CONAMA nº 357/2005 e suas alterações classificam os corpos de água em: doce, salina e salobra, de acordo com escalas de salinidade. A água doce é classificada em 5 classes (especial, 1, 2, 3 e 4), em ordem decrescente, onde a classe especial é de maior qualidade, seguindo até a classe 4 que é menos restritiva, com pior qualidade. As águas salobras (salinidade entre 0,5 e 30‰) são classificadas como especial, 1, 2 e 3, também em ordem decrescente de qualidade. As águas salinas (salinidade igual ou superior a 30‰) são divididas em quatro classes, como nas águas salobras (CONAMA, 2005).

A classificação das águas é realizada em função dos seus usos preponderantes. Para cada classe são estabelecidos padrões ambientais, baseados em concentrações máximas admissíveis das variáveis físicas, químicas ou biológicas, indicadoras da qualidade da água, conhecidos como parâmetros de qualidade das águas (Pinheiro; Cruz, 2019). O Quadro 1 apresenta a relação dos usos preponderantes e a qualidade mínima exigida para usos da água doce (CONAMA, 2005).

Quadro 1 - Classe mínima exigida para o uso da água doce

Classes do Enquadramento - Água Doce	
Classe especial	
i) ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; ii) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e, iii) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.	
Classe 1	**Classe 2**
i) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; ii) à proteção das comunidades aquáticas; iii) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; iv) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película; e v) à proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.	i) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; ii) à proteção das comunidades aquáticas; iii) à recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000; iv) à irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e v) à aquicultura e à atividade de pesca.
Classe 3	**Classe 4**
i) ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; ii) à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; iii) à pesca amadora; iv) à recreação de contato secundário; e v) dessedentação de animais.	i) à navegação; e ii) à harmonia paisagística.

Fonte: Autor (2023) adaptado de Resolução CONAMA n° 357/2005.

O Quadro 2 apresenta os usos da água salobra, conforme a classe preponderante (CONAMA, 2005).

Quadro 2 - Classe mínima exigida para o uso da água salobra

Classes do Enquadramento - Água Salobra	
Classe especial	**Classe 1**
i) à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral; e, ii) à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas.	i) à recreação de contato primário; ii) à proteção das comunidades aquáticas; iii) à aquicultura e à atividade de pesca; iv) ao abastecimento para consumo humano após tratamento convencional ou avançado; v) à irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, e à irrigação de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto.
Classe 2	**Classe 3**
i) à pesca amadora; e ii) à recreação de contato secundário.	i) à navegação; e ii) à harmonia paisagística.

Fonte: Autor (2023) adaptado de Resolução CONAMA n° 357/2005.

O Quadro 3 apresenta os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 de 2005 e os classifica em físico-químicos, inorgânicos, orgânicos e biológicos.

Quadro 3 - Parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA nº 357 de 2005

Classificação	Parâmetros
Parâmetros físico-químicos	Materiais flutuantes; óleos e graxas, gosto, odor, corantes provenientes de fontes antrópicas, resíduos sólidos objetáveis, DBO 5 dias a 20°C, OD, turbidez, pH, sólidos dissolvidos totais.
Parâmetros Inorgânicos	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Bário total, Berílio total, Boro total, Cádmio total, Chumbo total, Cianeto livre, Cloro residual total (combinado + livre), Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Fluoreto total, Fósforo Total, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal total, Polifosfatos, Prata total, Selênio total, Sulfetos (H_2S não dissociado), Tálio total, Urânio Total, Zinco total.
Parâmetros Orgânicos	Aldrin + Dieldrin, Benzeno, Carbaril, Clordano (cis + trans), 2,4-D, DDT (p,p'-DDT+ p,p'-DDE + p,p'-DDD), Demeton (Demeton-O + Demeton-S), Dodecacloro pentaciclodecano, Endossulfan, Endrin, Etilbenzeno, Fenóis totais (substâncias que reagem com 4-minoantipirina), Gution, Heptacloro epóxido + Heptacloro, Lindano, Malation, Metoxicloro, Monoclorobenzeno, Pentaclorofenol, PCBs - Bifenilas Policloradas, Substâncias tensoativas que reagem com o azul de metileno, 2,4,5-T, Tolueno, Toxafeno, 2,4,5-TP, Tributilestanho, Triclorobenzeno (1,2,3-TCB + 1,2,4-TCB) , Tricloroeteno.
Parâmetros Biológicos	Clorofila *a*, Coliformes Termotolerantes, Densidade de cianobactérias, e Escherichia coli.

Fonte: Autor (2023) adaptado de Resolução CONAMA n° 357/2005.

A Resolução CNRH nº 91/2008 dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos.

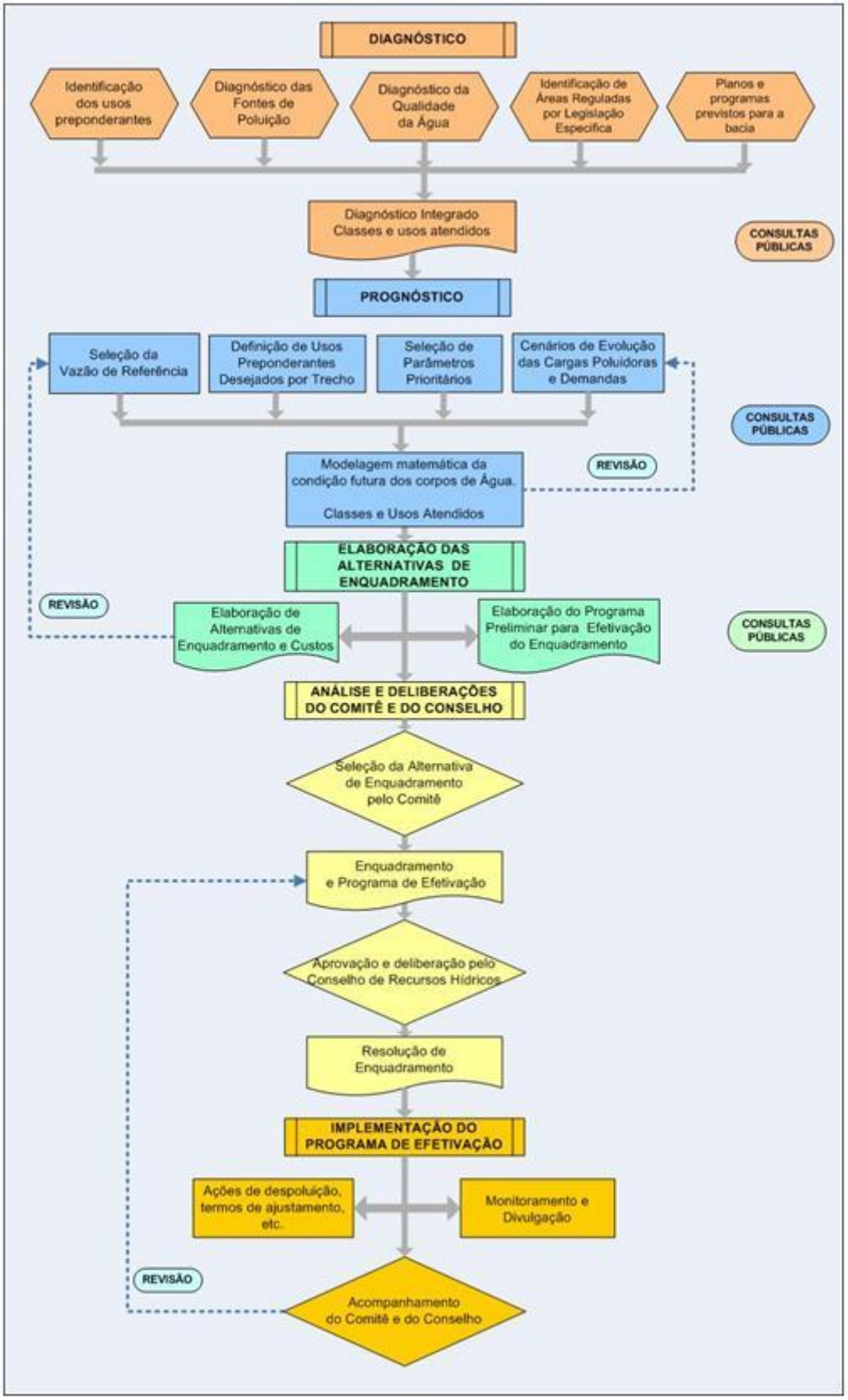
O Art. 3º da Resolução CNRH n° 91/2008 estabelece que a proposta de enquadramento deve conter quatro etapas: diagnóstico, prognóstico, propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento, e programa para efetivação.

A **etapa do diagnóstico** deve conter a caracterização geral da bacia hidrográfica, uso e ocupação da terra, caracterização dos corpos hídricos, identificação e localização dos usos de água, identificação e quantificação das cargas poluidoras, mapeamento de áreas vulneráveis e suscetíveis a poluição, arcabouço legal, caracterização socioeconômica da bacia hidrográfica, entre outros. Para a **etapa do prognóstico** os estudos devem simular a potencialidade, disponibilidade e demanda da água, as cargas poluidoras das diversas fontes, condições de qualidade e quantidade do recurso hídrico, e os usos pretensos da água. As **propostas de metas** do enquadramento deverão ser elaboradas visando o alcance ou manutenção das classes de qualidade de água pretendidas em conformidade com os cenários de curto, médio e longo prazos. Por fim o **programa para efetivação** do enquadramento deve conter propostas de ações de gestão e seus prazos de execução, os planos de investimentos e os instrumentos de compromisso (CNRH, 2008).

Para melhor entendimento e visualização foi apresentado um fluxograma das etapas previstas para a proposta de enquadramento, conforme Art. 3° da Resolução 91/2008 do Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH), que estabelece quatro etapas para estabelecimento da proposta de enquadramento: diagnóstico, prognóstico, propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento, e programa para efetivação (Figura 1).

Em relação às águas subterrâneas, o processo de enquadramento se torna ainda mais desafiador, uma vez que são poucos os estudos e discussões sobre o tema, sendo o fator preponderante para esse quadro a falta de conhecimento dos processos hidrogeológicos (Conicelli; Hirata, 2016). Mundialmente, pesquisadores da área ressaltam que raramente o tema água subterrânea está na agenda política do manejo de recursos hídricos e falta integração das águas subterrâneas nas políticas públicas, o que acarreta a insustentabilidade do recurso (Jasechko et al., 2024; Barnett et al., 2020).

Figura 1 - Fluxograma do processo de enquadramento de corpos d'água



Fonte: ANA (2009).

A Resolução CONAMA nº 396/2008 dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas, e define o enquadramento como o "estabelecimento da meta ou objetivo de qualidade da água (classe) a ser, obrigatoriamente, alcançado ou mantido em um aquífero, conjunto de aquíferos ou porção desses, de acordo com os usos preponderantes pretendidos, ao longo do tempo". As águas subterrâneas também podem ser enquadradas em 6 diferentes classes de qualidade, segundo a Resolução CONAMA nº 396/2008 (Quadro 4). A classe 5 não tem padrão de qualidade, ela agrupa águas que sofreram alteração em sua qualidade por atividades antrópicas e são destinadas a atividades sem requisitos de qualidade para uso. A classe especial também não tem padrão, engloba águas subterrâneas destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam para trechos de água superficial, enquadrados como classe especial (Ramos, 2021).

Quadro 4 – Classe de água subterrâneas

Classe	Requisitos
Classe especial	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses destinadas à preservação de ecossistemas em unidades de conservação de proteção integral e as que contribuam diretamente para os trechos de corpos de água superficial enquadrados como classe especial
Classe 1	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que não exigem tratamento para quaisquer usos preponderantes devido às suas características hidrogeoquímicas naturais
Classe 2	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais
Classe 3	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, para as quais não é necessário o tratamento em função dessas alterações, mas que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais
Classe 4	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que somente possam ser utilizadas, sem tratamento, para o uso preponderante menos restritivo
Classe 5	águas dos aquíferos, conjunto de aquíferos ou porção desses, que possam estar com alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, destinadas a atividades que não têm requisitos de qualidade para uso

Fonte: Autor (2023) adaptado de Resolução CONAMA n° 396/2008.

As classes de 1 a 4 são definidas conforme o impacto antrópico na qualidade natural, estabelecido pelo respectivo padrão de qualidade da água (Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2008; Mestrinho, 2012 *apud* Ramos, 2021). Os padrões das Classes das águas subterrâneas de 1 a 4 devem ser estabelecidos com base nos Valores de Referência de Qualidade (VRQ) das substâncias de ocorrência natural (inorgânicos-metais), e nos Valores

Máximos Permitidos - VMPs das substâncias antrópicas (inorgânicas-metais e orgânicas) para cada uso preponderante, observados os Limites de Quantificação Praticáveis (LQP) (Ramos, 2021). Estes parâmetros estão definidos na Resolução CONAMA nº 396/2008.

Este projeto atualiza as informações de qualidade de água doce e água salobra para subsidiar a proposta de enquadramento dos corpos hídricos da UPG 8.1 – Tijucas.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. ORIGEM DOS DADOS

Este trabalho utilizou majoritariamente dados provenientes do Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rio Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas (PRHTB), doravante chamado de PRHTB e suas etapas: TOMO I - Diagnóstico dos recursos hídricos (Santa Catarina, 2018a), TOMO II - Diagnóstico dos recursos hídricos (Santa Catarina, 2018b); e D – Prognóstico (Santa Catarina, 2018c), e Relatório Síntese do Plano (Santa Catarina, 2018d).

Dados de demografia foram atualizados com base no Censo Demográfico de 2022. O Portal Cidades do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) também foi utilizado para atualizar informações sobre as atividades de criação animal e saneamento básico por município, complementado por informações do Sistema Nacional de Saneamento Básico (SNIS).

Para informações sobre os usuários de recursos hídricos foram utilizados o Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH), o Sistema de Outorga de Santa Catarina (SIOUT-SC) e o Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) considerando dados até 2023, todos estes fornecidos pelo órgão gestor estadual, a Secretaria Executiva do Meio Ambiente e Economia Verde (SEMAE).

Na atualização dos dados de qualidade da água foram utilizados estudos acadêmicos disponíveis no repositório da Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) e Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), além de coletas provenientes do Programa Qualiágua SC do Programa de Estímulo à Divulgação de Dados de Qualidade de Água (QUALIÁGUA) da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), e dados de monitoramento das empresas de abastecimento da região, como a CASAN (Companhia Catarinense de Águas e Saneamento), SAMAEs (Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto) dos municípios de Tijucas, Nova Trento e Governador Celso Ramos; além da CONASA (Águas de Itapema) e Águas de Bombinhas.

Foram realizadas também consultas na base de dados de processos de licenciamento submetidos ao Instituto do Meio Ambiente (IMA) de Santa Catarina, por meio do portal do SGPe – Sistema de Gestão de Protocolos Eletrônico do Estado.

Em relação aos dados hidroquímicos de águas subterrâneas, estes foram obtidos no banco de dados abertos do Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS, 2023), organizado pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM, 2023), no Cadastro Nacional de

Usuários de Recursos Hídricos (CNARH, 2023) e Sistema de Outorga de SC (SIOUT-SC). Dados do CNARH, SIOUT SC e SIAGAS foram disponibilizados para todas as entidades executivas pelo órgão gestor.

2.2. MÉTODOS APLICADOS

2.2.1. Mapas temáticos

Para a realização dos mapas temáticos foi utilizado Sistema de Informação Geográfica (SIG) por meio do software ArcGIS Pro 3.0. O Sistemas de coordenadas geográficas adotados foi a Projeção Universal Transversa Mercator – UTM, Datum Horizontal Sirgas 2000 e Fuso 22S.

Os Arquivos georreferenciados foram obtidos nas instituições, como ANA, SGB, IBGE e do governo do Estado (http://sigsc.sc.gov.br/).

Na interpolação dos dados de qualidade foi utilizado o método inverso da potência das distâncias (i*nverse distance weighting* - IDW) com os pontos de monitoramento disponíveis. Foram considerados pontos com dados de monitoramento no período de análise, entre 2008 e 2023.

Na interpolação dos dados quantitativos de demanda hídrica subterrânea, foi apresentado a magnitude da demanda de explotação por unidade de área (km²) utilizando a função de Kernel (Rosenblatt, 1956; Parzen, 1962) com o ajuste das classes para diferenciação as divisões. Esta metodologia também foi empregada no PRHTB e aqui encontra-se uma atualização com os dados utilizados neste diagnóstico.

2.2.2. Taxa de crescimento e projeção populacional

Para a análise de crescimento da população, calculou-se a taxa de crescimento populacional para cada município da UPG 8.1 - Tijucas entre os Censos do IBGE nos anos de 2000 e 2010 e 2010 a 2022, com a equação:

$$taxa\ crescimento = \frac{lnP_{2022} - lnP_{2010}}{2022 - 2010}$$

2.2.3. Caracterização química das águas superficiais

Todos os dados de monitoramento da qualidade da água superficial foram plotados em ambiente SIG. Foram considerados dados provenientes do PRHTB (2008-2017), assim como dados atualizados disponíveis (2017-2023). Pontos muito próximos em um mesmo trecho de rio foram considerados um único ponto de monitoramento. Foi calculada a mediana de cada ponto de monitoramento.

2.2.4. Caracterização química das águas subterrâneas

Para caracterização das águas subterrâneas, foi calculado o erro do balanço iônico (EBI) para verificar a confiabilidade das análises químicas e realizada a classificação hidroquímica utilizando Diagrama de Piper, por meio do software *Diagrammes* versão 6.77 (16-03-2022) disponibilizado por *Laboratoire d'Hydrogéologie d'Avignon.*

O cálculo do EBI foi realizado mediante a seguinte equação considerando os cátions e ânions principais analisados:

$$\text{EBI (\%)} = = \frac{\sum z\ x\ m_c - \sum z\ x\ m_a}{\sum z\ x\ m_c + \sum z\ x\ m_a} \times 100$$

Em que: z é a carga iônica (valência do íon), m_c é a molaridade catiônica (mol/L) e m_a é a molaridade aniônica (mol/L).

Levando-se em consideração a baixa concentração iônica da água subterrânea na área de estudo e que nem todos os íons disponíveis foram considerados, amostras com EBI < 23% foram aceitas e consideradas suficientes para a confiabilidade analítica.

A análise de vulnerabilidade dos aquíferos seguiu a metodologia descrita no PRHTB (Santa Catarina, 2018b), em que foi utilizado o método GOD (Foster, 1987).

2.2.5. Modelagem matemática para disponibilidade e qualidade de água

Para a simulação dos cenários de quantidade e qualidade de água foi utilizado o Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos (SADPLAN), uma ferramenta de subsídio à consolidação das informações sobre recursos hídricos e à caracterização dos cenários hídricos no Estado de Santa Catarina, desenvolvido pela

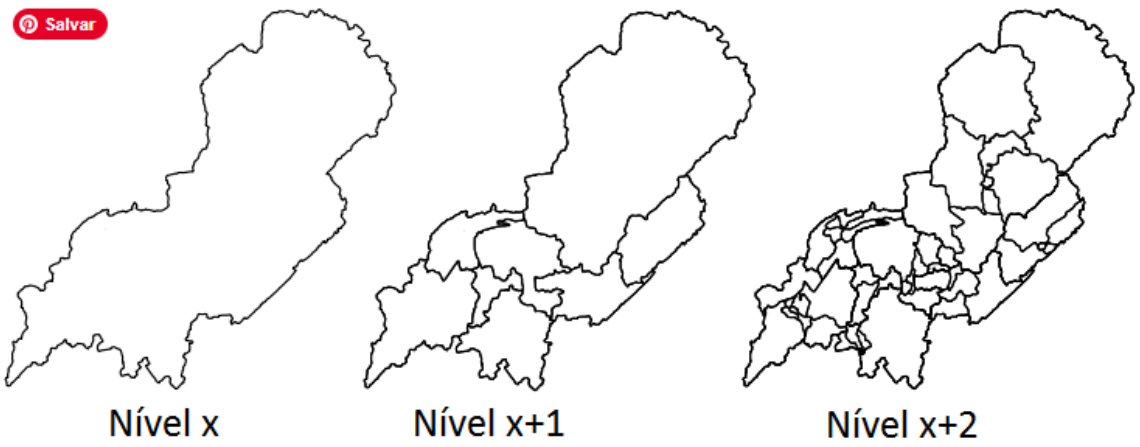
Secretaria Executiva do Meio Ambiente e Economia Verde (SEMAE).

O SADPLAN tem como base o Aerolevantamento Cartográfico Catarinense, entregue em 2012. Com estes dados, a base de dados foi atualizada para menores áreas de contribuição das bacias hidrográficas, por meio de sensores de alta resolução espacial. Cada área de contribuição está codificada através do método Otto Pfafstetter. Com isto, é possível agrupar sub-bacias e hierarquizar as bacias hidrográficas, ou seja, definir a posição relativa e o ordenamento entre as bacias e sub-bacias (Figura 2).

O SADPLAN está preparado para calcular balanços hídricos de uma mesma bacia de referência em diferentes níveis de codificação. O grau de detalhamento da bacia de referência para a análise varia de forma diretamente proporcional ao nível da codificação escolhido para o balanço hídrico. Em termos computacionais, o cálculo para uma bacia de referência em um nível menor requer menos processamento e, portanto, é mais rápido.

A principal função do SADPLAN é calcular balanços hídricos que equacionem a diferença entre a disponibilidade e as demandas hídricas, para cada trecho de drenagem de uma bacia hidrográfica. O trecho de drenagem ou, simplesmente, trecho hídrico, é uma geometria do tipo linha que representa o fluxo de água, permanente ou temporário, segundo a Comissão Nacional de Cartografia.

Figura 2 - Exemplo de acréscimo de divisões em sub-bacias à medida que o nível da codificação Otto Pfafstetter aumenta



Fonte: SADPLAN (2012)

O SADPLAN possui diferentes métodos de balanços hídricos para fornecer resultados de cenários de interesse para a gestão de recursos hídricos:

1. Ausência de controles: método das vazões remanescentes - QREM-alfa, em que todos os usuários atuam como se tivessem a mesma prioridade e a vazão mínima

remanescente pode chegar a zero.

2. Outorga de captação implementada: método das vazões remanescentes - QREM-alfa, respeitadas as prioridades dos diferentes usuários de recursos hídricos e mantida na natureza a vazão mínima, conforme determina a lei.

3. Controle de qualidade da água: método das vazões remanescentes com indicadores de qualidade (sem decaimento) - QREDIL, método para enquadramento real dos corpos hídricos (com possibilidade de decaimento de alguns poluentes) - QQUALI e método das vazões remanescentes com indicadores de qualidade (com decaimento de DBO) - QREDILDecai.

4. Outorga de lançamento implementada: método das vazões remanescentes mínimas - QOUTORGADIL.

Para maiores informações sobre o SADPLAN e os balanços hídricos, consultar: http://sadplan.aguas.sc.gov.br/sadplan/Manual.do?p=2&f=p

2.2.6. Valores de Referência de Qualidade (VRQ) para águas subterrâneas

A metodologia baseou-se em aplicações internacionais, como a do Projeto BRIDGE (*Background criteria for the identification of groundwater thresholds*) (Muller, 2006), após a mobilização pela Diretiva Quadro de Águas Subterrâneas da União Europeia (2006/118/CE), que incentivou o estabelecimento dos níveis de base da água subterrânea, ou valores de qualidade natural. A metodologia utilizou a pré-seleção de dados, proposta por Wendland *et* al. (2005), utilizada no âmbito do Projeto BRIDGE, e baseia-se na seleção de parâmetros de qualidade da água que podem variar espacialmente, eliminação de *outliers* por testes estatísticos, e determinação de percentil dos dados (Ramos, 2021). Para propor o VRQ de água subterrânea nos aquíferos do Estado, foram realizadas quatro etapas (Figura 3 – Adaptação de Ramos (2021)).

Figura 3 – Fluxograma da metodologia aplicada para estabelecimento do VRQ para os aquíferos localizados no agrupamento Leste de Santa Catarina

Para este trabalho, utilizou-se dados provenientes do Banco de Dados de Águas Subterrâneas do Estado de SC (Santa Catarina, 2023), que reúne a sistematização de dados secundários de águas subterrâneas de todo o estado. Este banco de dados consiste em informações compiladas de dados oficiais do Serviço Geológico do Brasil (SGB/CPRM SIAGAS); Sistema de Outorga de SC (SIOUT-SC); Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH) organizado pela ANA; Concessionárias de abastecimento de água e outras Instituições locais ou estaduais.

2.2.6.1 Seleção de dados georreferenciados **(Etapa I)**

A seleção de dados georreferenciados foi realizada em ambiente de Sistemas de Informação Geográfica (SIG), para obtenção das informações dentro do limite da área de estudo e eliminação de informações repetidas ou que se referem a um mesmo poço.

Primeiramente, foram excluídos 235 pontos que estavam fora da delimitação do agrupamento Leste de SC e Ilha de Santa Catarina (configurando uma área total de 20.600,0 km²), permanecendo 1.862 pontos (poços). A seguir, criou-se buffers de 20 m em todos os poços. O valor de 20 m foi utilizado, considerando o dobro de possível erro amostral, devido a equipamentos de identificação de coordenadas geográficas, como GPS. A seguir, realizou-se a seleção da interseção entre os polígonos gerados no buffer. Foram excluídos os polígonos em duplicidade para que apenas um dos buffers fosse representativo.

Posteriormente, foi feita a interseção dos pontos sobre os polígonos gerados. Desta forma, pontos dentro do mesmo polígono receberam a indicação que estão no mesmo local ou próximos em um raio de 20 m. As situações foram tratadas caso-a-caso, de acordo com as informações físico-químicas disponíveis, sendo conferida a profundidade do poço. Para poços com a mesma coordenada e informações de qualidade da água distintas, calculou-se a mediana dos valores. Para poços com coordenadas geográficas consideradas próximas (< 20 m), mas com profundidades distintas, manteve-se todos os dados; e para poços com coordenadas próximas e profundidades iguais, manteve-se o poço com maior número de informações de qualidade da água e aspectos construtivos ou a mediana dos parâmetros. O resultado dessa etapa de verificação de informações foi inserido no banco de dados.

No banco de dados também foram inseridas informações georreferencias do SGB/CPRM (Machado, 2013), como a classificação de cada poço nos tipos de aquíferos presentes no agrupamento Leste de SC (sigla, descrição, litologia, geologia, tipo de aquífero e morfologia).

2.2.6.2 Consistência dos dados e exclusão de influências antrópicas **(Etapa II)**

O banco de dados da etapa anterior foi utilizado na Etapa II, para análise de consistência das informações hidroquímicas. Foram desconsiderados (excluídos) valores iguais a zero (0) e aqueles preenchidos com um (1) (onde ficou caracterizado como sem informação). Também realizou-se a substituição dos valores abaixo do limite de quantificação (< LQ) pelo valor LQ/2, para cada parâmetro. Este método também foi aplicado em situação semelhante na Diretiva 2009/90/EC da União Europeia (CE, 2009).

Dos parâmetros disponíveis, manteve-se apenas os que continham a representatividade mínima exigida, de no mínimo 10 análises, evitando possíveis vieses e incertezas nas etapas posteriores.

Definiu-se os poços isentos de alteração antrópica, por meio da exclusão dos poços que continham substâncias de origem antrópica, sendo mantidos apenas poços com águas subterrâneas com composição hidroquímica com elementos “naturais”, resultantes da interação água-rocha. Eliminou-se as análises de poços que continham indícios de degradação por compostos orgânicos, agrotóxicos, resíduo seco e presença de microrganismos, como coliformes termotolerantes e *Escherichia coli*. Também foram excluídos os poços que apresentaram metais pesados associados a poluição na água.

Outro critério para exclusão de poços com indícios de contaminação foi a presença de fosfato, por se tratar de um parâmetro pouco comum nas águas subterrâneas. Para série

nitrogenada, excluiu-se os poços com valores de nitrato maiores que 0,70 mg/L N-NO_3, considerando este valor um limite de concentração natural de nitrato nas águas subterrâneas (São Paulo, 2019). Para nitrato e amônia, realizou-se o cálculo estequiométrico considerando o valor supracitado, sendo desconsiderados dados maiores que 0,699 mg/L N-NO_2 e 0,690 mg/L N-NH_3, para nitrito amônia, respectivamente.

2.2.6.3 Seleção de parâmetros de origem natural **(Etapa III)**

Após a consistência dos dados, dos 136 parâmetros iniciais (no banco de dados), 25 foram pré-selecionados para o cálculo do VRQ. Verificou-se dentre eles, os presentes no Anexo I da Resolução CONAMA 396/2008, que identifica os parâmetros frequentemente encontrados nas águas subterrâneas. Para o VRQ considerou-se apenas os parâmetros inorgânicos do Anexo I (CONAMA, 2008). Além disso, avaliou-se os parâmetros mais relevantes para as condições de Santa Catarina, obtidos por análise de componentes principais (ACP) realizada por Ramos (2021).

Os parâmetros que melhor representam as características naturais dos aquíferos em Santa Catarina, com representatividade mínima, foram: alcalinidade total, bicarbonato, cálcio, carbonato, cloreto, cobre, condutividade elétrica, cor, dureza total, ferro total, fluoreto, gás carbônico, magnésio, manganês, nitrito, pH, potássio, selênio, sílica, sódio, sólidos dissolvidos totais (SDT), sulfato, temperatura, turbidez e uranio.

2.2.6.4 Delimitação/Agrupamento de conjunto de aquíferos **(Etapa IV)**

Todos os poços contidos no banco de dados foram classificados de acordo com as zonas aquíferas. Visou-se a obtenção de um número mínimo e representativo de amostras para caracterizar os sistemas aquíferos, assim, foi proposto um agrupamento considerando semelhanças litológicas dos aquíferos e características de explotação das águas subterrâneas.

O resultado deste agrupamento, assim como explicação da Etapa V encontra-se na Proposta de Enquadramento da Água Subterrânea (Item 5.4 deste documento).

3 DIAGNÓSTICO

Este diagnóstico apresenta a caracterização geral da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas e Biguaçu e bacias contíguas (UPG 8.1 – Tijucas); identificação de usos e interferências; quantificação das cargas; disponibilidade, demanda e condições de qualidade; potencialidade e qualidade das águas subterrâneas; áreas vulneráveis e susceptíveis; áreas reguladas por legislação específicas; arcabouço legal e institucional; políticas, planos e programas locais e regionais; e a caracterização socioeconômica.

3.2 CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UPG 8.1 – TIJUCAS

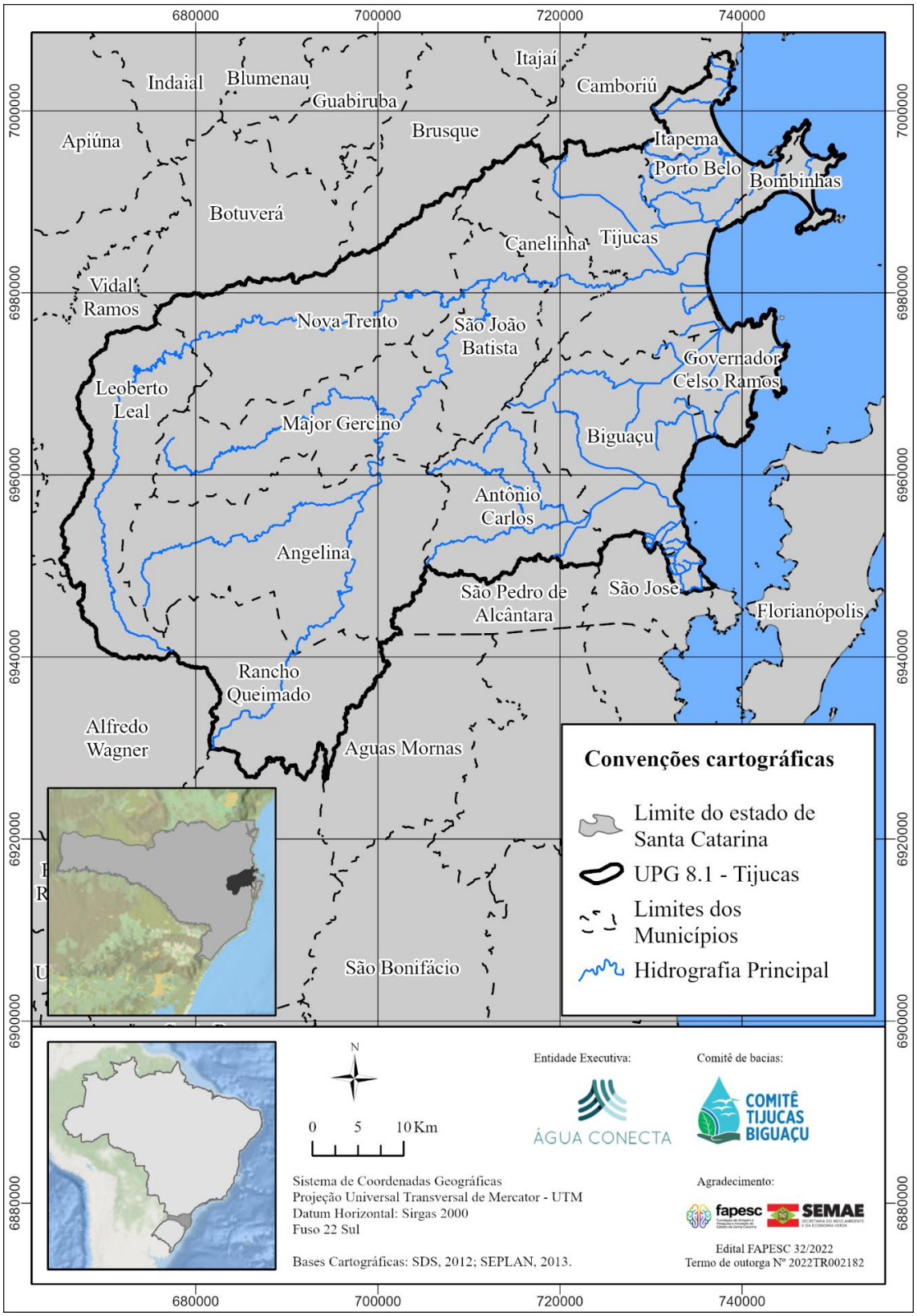
Para efeito de gerenciamento dos recursos hídricos, o território de Santa Catarina está dividido em dez Regiões Hidrográficas, por meio da Resolução CERH/SC n° 26/2018 (Conselho Estadual de Recursos Hídricos, 2018). A UPG 8.1 contempla as bacias hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas (Figura 4), e está inserida na Região Hidrográfica (RH) 08, junto com a UPG 8.2 - Cubatão, que contempla as bacias hidrográficas dos rios Cubatão, Madre e bacias contíguas, além da ilha de Florianópolis e bacias contíguas com sistemas de drenagem independentes (Santa Catarina, 2018d). A UPG 8.1 Tijucas representa aproximadamente 3,4 % do estado catarinense e 62 % da RH 08.

As bacias hidrográficas do Rio Tijucas e Biguaçu e bacias contíguas fazem parte da UPG 8.1 – Tijucas e possui uma área total de 3.278,39 km^2.

Os municípios de Angelina, Antônio Carlos, Biguaçu, Bombinhas, Canelinha, Governador Celso Ramos, Itapema, Leoberto Leal, Major Gercino, Nova Trento, Porto Belo, Rancho Queimado, São João Batista e Tijucas estão totalmente inseridos na área de abrangência da UPG 8.1 - Tijucas; já o município de São José está parcialmente inserido (Figura 4).

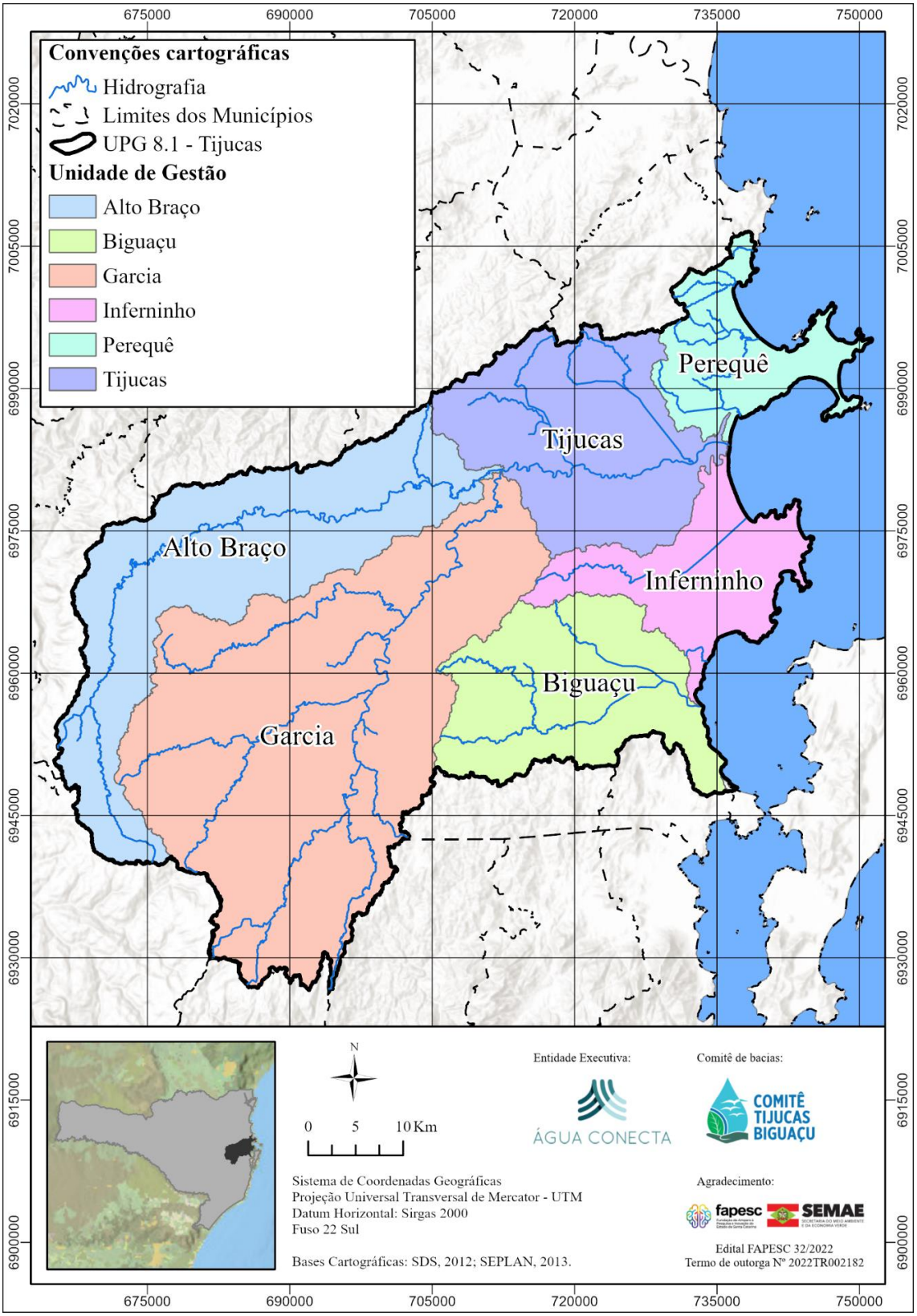
A bacia hidrográfica dos Rios Tijucas e Biguaçu e bacias contíguas foi subdividida em seis Unidades de Gestão (UG): Perequê; Tijucas; Alto Braço; Garcia; Inferninho; e Biguaçu (Figura 5).

Figura 4 - Localização da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Autor (2023)

Figura 5 - Unidades de Gestão da UPG 8.1 - Tijucas

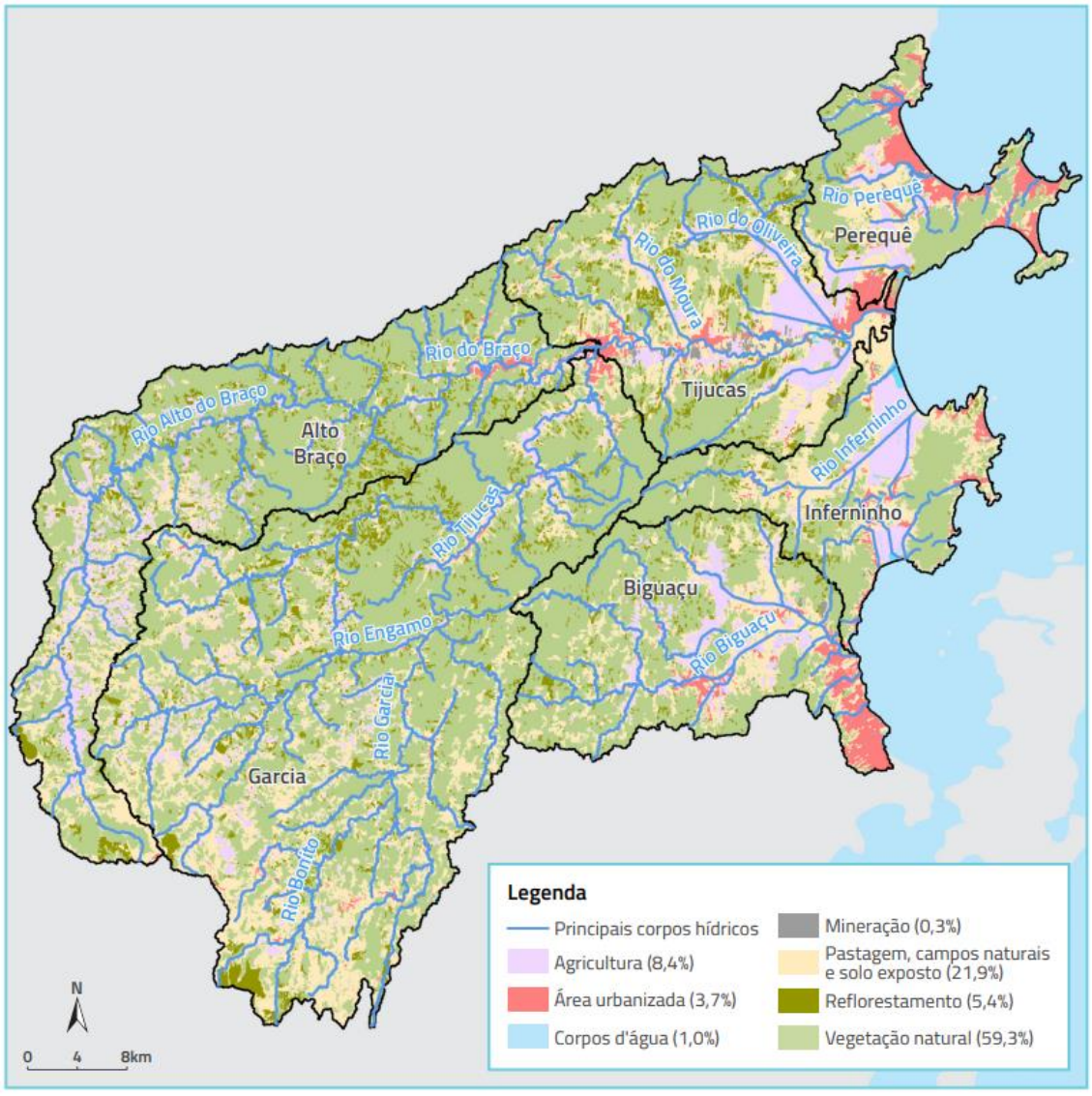


Fonte: Autor (2023)

3.2.6 Uso e ocupação da terra

A vegetação natural ocupa 59 % da UPG 8.1 – Tijucas. Demais usos são heterogêneos, entre áreas de pastagem, campos naturais, solo exposto e agricultura (Figura 6). As áreas de reflorestamento representam de 5 % da região e a área urbana 3,7 %.

Figura 6 - Uso e ocupação da terra identificadas no PRHTB

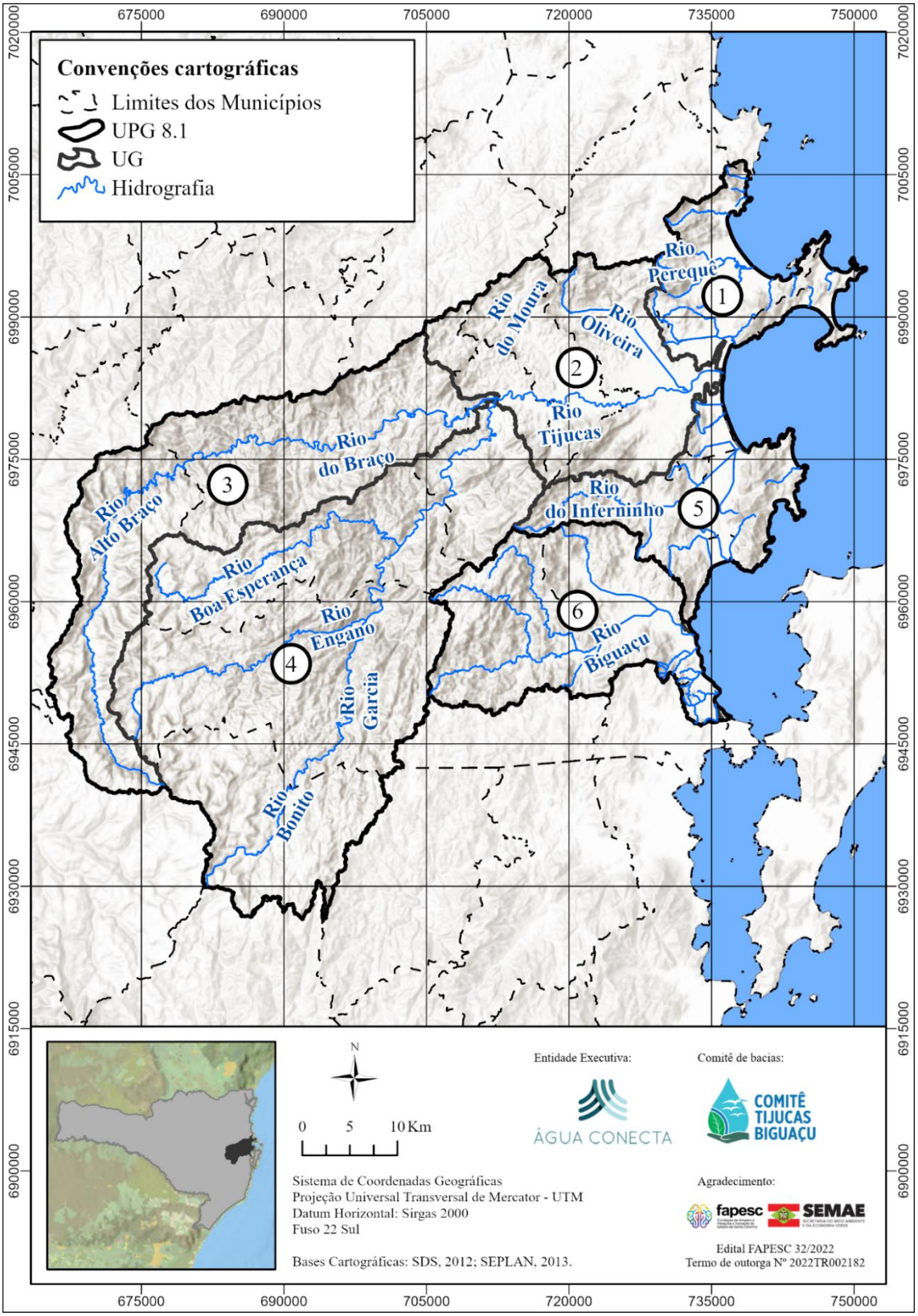


Fonte: Santa Catarina (2018d)

3.2.7 Recursos hídricos superficiais

O sistema de drenagem superficial possui aproximadamente 9.234 km de cursos d'água (Figura 7), o que resulta em alta densidade de drenagem: 2,82 km/km², maior que RH 1 (2,12 km/km²), RH 2 (1,63 km/km²), RH 3 (1,77 km/km²), RH 4 (2,11 km/km²), RH 6 (1,85 km/km²) e RH 10 (1,59 km/km²) (Santa Catarina, 2018b).

Figura 7 - Principais corpos hídricos superficiais do PRHTB



Legenda: UG1 – Perequê; UG 2 – Tijucas, UG 3 – Alto Braço, UG 4 – Garcia, UG 5 – Inferninho, UG 6 – Biguaçu.
Fonte: Autor (2023)

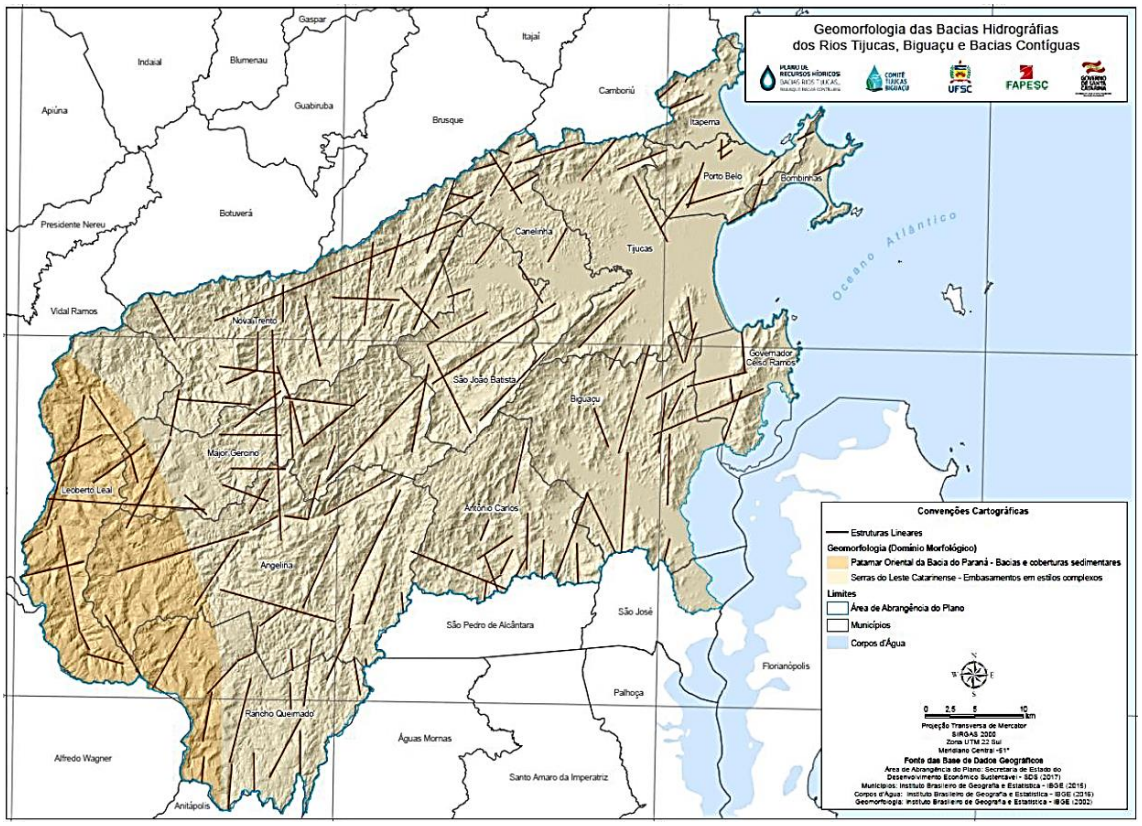
Os principais rios são o Tijucas e o Biguaçu. O Tijucas possui suas principais nascentes nos municípios de Leoberto Leal, Rancho Queimado, Major Gercino e Angelina, desaguando no Oceano Atlântico, em Tijucas. Seus principais afluentes são o Rio do Braço, Rio Boa Esperança e Rio Engano. O Rio Tijucas proveniente da confluência do Rio Bonito e Rio Garcia possui uma extensão de 133 km até a foz.

O Rio Biguaçu possui suas principais nascentes no município de Antônio Carlos, desaguando na Baía Norte, em Biguaçu. Seus principais afluentes são o Rio Rachadel e o Rio dos Três Riachos (Figura 4). O Rio Biguaçu, no trecho no qual é chamado de Rio Biguaçu, possui comprimento de aproximadamente 41 km.

3.2.8 Recursos hídricos subterrâneos

A UPG 8.1 – Tijucas encontra-se sobre dois domínios morfoestruturais: bacias sedimentares e embasamentos complexos (Figura 8).

Figura 8 - Mapa Geomorfológico da UPG 8.1 – Tijucas

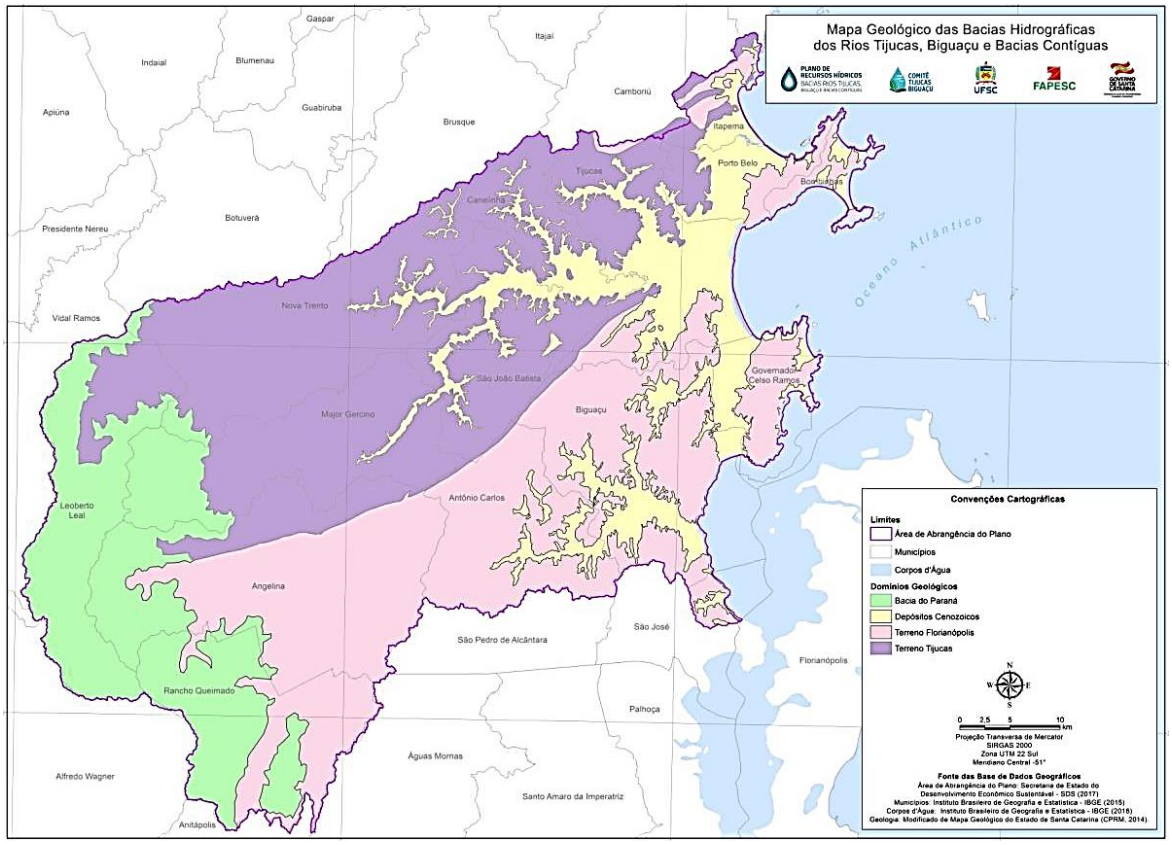


Fonte: Santa Catarina (2018a)

O domínio embasamento complexo é predominante, principalmente nas serras. Na parte oeste ocorre a unidade geomorfológica Patamar Oriental da bacia sedimentar do Paraná, abrangendo Leoberto Leal e partes de Major Gercino, Angelina e Rancho Queimado.

Em relação ao domínio geomorfológico, a região está contemplada com quatro principais domínios: Bacia do Paraná, Depósito Sedimentares do Cenozóico, Terreno Florianópolis e Terreno Tijucas (Figura 9) (Santa Catarina, 2018a). A seguir estes domínios encontram-se brevemente caracterizados, sendo esta uma revisão do material disponível no PRHTB.

Figura 9 - Mapa Geológico dos Domínios presentes nas bacias hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas



Fonte: Santa Catarina (2018a)

Na UPG 8.2 - Tijucas, a Bacia do Paraná tem ocorrência caracterizada pelo Grupo Serra Geral, Grupo Passa Dois – Formação Iratí, Grupo Guatá – Formação Palermo, Formação Rio Bonito e Formação Triunfo, Grupo Itararé – Formação Taciba e Membro Rio do Sul. O grupo Serra Geral é formado por rochas vulcânicas constituídas por derrames basálticos. O caráter interno de um derrame, pode ser sinteticamente descrito como: zona vítrea basal, com disjunção horizontal; zona intermediária, com juntas verticais; zona

superior, com disjunção vertical e horizontal; e basalto vesicular, no topo. Neste grupo encontram-se muitas fraturas conchoidais (Santa Catarina, 2018a). Esta formação é consequência de um intenso magmatismo de fissura (Machado, 2013). A ocorrência deste agrupamento distribui-se espacialmente em estruturas intra e interderrames, com estágios diversos, o que implica em uma grande heterogeneidade e anisotropia física a este aquífero (Santa Catarina, 2018a). No Grupo Passa Dois são encontradas rochas silto-argilosas e carbonáticas correspondentes a esta unidade (Santa Catarina, 2018a). Este aquífero é de difícil caracterização hidrogeológica, pois devido a sua espessura reduzida, normalmente é captada em conjunto com outras unidades hidroestratigráficas (Machado, 2013). De modo semelhante às condições geomorfológicas de outras unidades gondwânicas, extensas áreas onde ocorre essa unidade em Santa Catarina estão localizadas em encostas de serras, com grande declividade, onde a recarga natural e o armazenamento são insignificantes, o que caracteriza como uma unidade não aquífera, ou aquiclude (Machado, 2013). O Grupo Itararé caracteriza-se pela formação Rio do Sul, intervalo superior do Subgrupo Itararé, na qual inclui um complexo de fácies representativas de condições glaciais, glacio-marinhas e marinhas (Santa Catarina, 2018a). Segundo Machado (2015), na Unidade Hidroestratigráfica Rio do Sul, as capacidades dos poços são variáveis, dependendo da sedimentação e da estruturação tectônica. No Grupo Guatá, na Formação Rio Bonito são encontradas rochas arenosas, caracterizando um aquífero poroso intergranular, sendo um dos melhores de Santa Catarina. A subdivisão em unidades menores, ocasionada por variações litológicas e às deposicionais, conferem diferentes graus de potencialidade, tanto nas áreas aflorantes quanto nas confinadas (Santa Catarina, 2018a). A subunidade “Triunfo” na porção basal da unidade Rio Bonito, é formada por arenitos cinzas esbranquiçados com granulometria de fina até muito grossa e quartzo-feldspáticos com cimento carbonático. Na porção superior, predominam arenitos finos a médios e, na base, ocorre majoritariamente arenitos grossos (Santa Catarina, 2018a). Secundariamente, ocorrem folhelhos, argilitos e siltitos cinza-escuro a pretos, carbonosos, leitos e camadas de carvão (Machado, 2013). A subunidade “Triunfo”, basal, com uma predominância de arenitos sobre siltitos e folhelhos é considerada aquífera, entretanto, arenitos finos que predominam sobre as demais granulometrias, promovem condições de baixa produtividade (Santa Catarina, 2018a). Por fim, na subunidade Palermo são encontradas rochas silto-argilosas. Na área da UPG, as litologias estão representadas por uma associação de siltitos e siltitos arenosos, cinza-esverdeados a cinza-escuros e com cores amarelas, características do processo de intemperização (Santa Catarina, 2018a). O conjunto de camadas silto-argilosas de coloração

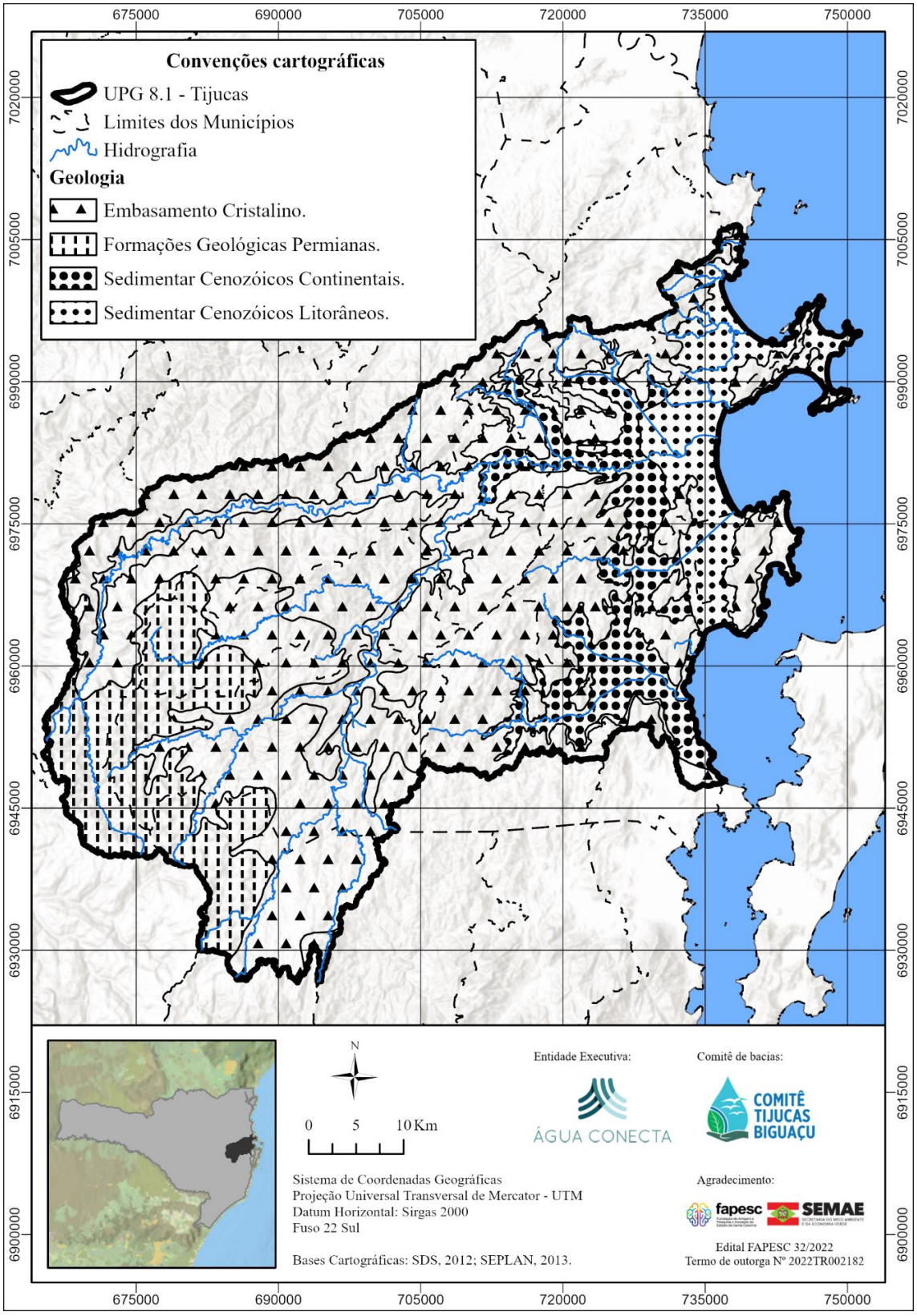
amarelada são características das áreas aflorantes e apresentam uma espessura média de 100 m nas áreas de afloramento (Machado, 2013).

O Terreno Florianópolis – Batólito Florianópolis constitui-se uma associação de rochas graníticas dispostas em uma faixa de direção NE que se estende de Santa Catarina ao Uruguai, parte do Cinturão Dom Feliciano (Santa Catarina, 2018a). De acordo com o Mapa Geológico de Santa Catarina (Machado, 2013), as rochas que compõem o Batólito Florianópolis, na UPG, compreendem os Metassedimentos no Terreno Florianópolis, Suíte Pedras Grandes, Suíte Intrusiva Maruim, Suíte Plutono-vulcânica Cambirela, Suíte Intrusiva Paulo Lopes e Complexo Granito-Gnáissico Migmatítico no Terreno Florianópolis.

O Terreno Tijucas está inserido no Cinturão Metavulcanossedimentar, o qual é representando pelo Grupo Brusque, identificado pela Formação Botuverá e Formação Rio do Oliveira. Além disso, na área em estudo são observados os granitóides intrusivos da Suíte Granitóide Guabiruba/Valsungana (Machado, 2013). Na subunidade “Brusque”, os xistos comportam-se como aquíferos fraturados, ampliados por porções alteradas mais próximas da superfície, que facilita a infiltração (Santa Catarina, 2018a).

A UPG 8.1 - Tijucas encontra-se inserida nas Unidades Hidroestratigráficas Embasamento Cristalino, Sedimentos Cenozoicos e Formações geológicas permianas (Figura 10), que compõem as zonas aquíferas af2 (aquíferos fraturados com baixa produtividade), as1 (aquíferos sedimentares com maior produtividade), as2 (aquíferos sedimentares com menor produtividade), as4 (aquíferos sedimentares com menor produtividade) e na_1 (não aquíferos), descritos no item 3.4.2.

Figura 10 - Distribuição espacial das unidades hidroestratigráficas na UPG 8.1 - Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas



Fonte: Autor (2023)

A Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino é caracterizada por uma composição de rochas ígneas e metamórficas, correspondentes a eventos pré-cambrianos (Machado, 2013). Nas áreas do Embasamento, os tipos de rochas metamórficas do Terreno Florianópolis e Terreno Tijucas, caracterizam rochas estruturadas em forma de pacotes foliados, com pouco espaço vazio para armazenamento de água (porosidade) e pouca mobilidade (permeabilidade). Dessa forma, a água fica armazenada nas descontinuidades estruturais e a disponibilização de água está relacionada à densidade e à interconexão dos planos de fraturamento, e, portanto, nessa região ocorrem os aquíferos fraturados de menor potencialidade e áreas praticamente sem aquíferos (Santa Catarina, 2018a).

No Embasamento cristalino, a faixa de afloramentos é de aproximadamente 20.000 km². Litologicamente, esta unidade é complexa, incluindo grupos diversos como granulitos, xistos, granitoides, granitos, mármores e gnaisses (Machado, 2013 – Figura 11). Na UPG 8.1 compõe relevos de regiões serranas e montanhosas com picos que variam entre 300 e 1.000 m de altitude, caracterizando sistemas aquíferos do tipo na_1 (áreas praticamente sem aquíferos – aquicludes e raros aquíferos localizados) ou relevos montanhosos, intensamente dissecado, caracterizando sistemas tipo af2 (aquíferos fraturados de menor potencialidade).

Figura 11 - Afloramento do aquífero fraturado de litologia granítica ampliado por espessa zona

Fonte: Machado (2013)

O complexo granito-gnáissico (pertencente ao Embasamento Cristalino) caracteriza-se pela intensa intemperização das suas litologias, que podem ser maiores de 50 m (Machado, 2013). O intemperismo químico dos minerais que compõem as rochas-mãe são responsáveis pela dissolução e disponibilização dos íons nas águas subterrâneas.

A Unidade Sedimentos Cenozoicos distribui-se pela faixa litorânea atlântica, assentando-se sobre unidades pré-cambrianas e terrenos gonduânicos. Sua área de ocorrência é contínua, com interrupções associadas com unidades do embasamento cristalino. Esta unidade apresenta conjuntos litológicos distintos devido às condições deposicionais variadas (Machado, 2013). Na UPG 8.1 essa unidade é encontrada em planícies litorâneas e barreiras marinhas (Sedimentos Cenozóicos Litorâneos), caracterizando aquíferos as1 (aquíferos sedimentares de maior potencialidade) ou em planícies com componentes aluviais e coluviais (Sedimentos Cenozóicos Continentais) compondo aquíferos do tipo as2 (aquíferos sedimentares de menor potencialidade).

Por fim, as Formações geológicas permianas estão localizadas em relevo residual de topo de plano e colinas suaves, caracterizando sistemas aquíferos tipo as4 (aquíferos sedimentares de menor potencialidade).

A presença de depósitos sedimentares do Cenozóico e da bacia do Paraná favorecem a disponibilização de água, propícias a formação de aquíferos permeáveis e de porosidade primária (Santa Catarina, 2018a). Entretanto, deve ser considerado a ocorrência das litologias sedimentares do Grupo Guatá, Itararé e Passa Dois (Bacia do Paraná), aquíferos que são aquíferos sedimentares de menor potencialidade. Já nos Depósitos Cenozoicos e do Granitoide da Região de Porto Belo (Terreno Florianópolis), existem aquíferos de maior potencialidade.

3.2.9 Interconexão Hidráulica

Apesar da exigência descrita no Art. 4º da Resolução CNRH nº 91/2008, não foi possível realizar a caracterização da interconexão hidráulica entre os corpos de água superficial-subterrânea da UPG 8.1. A justificativa se dá pela falta de dados nas bases oficiais e pela não adequabilidade da metodologia proposta pela equipe interna, nas condições dos aquíferos explorados nesta UPG.

A fim de iniciar o diagnóstico sobre a interconexão hidráulica foi previsto uma análise preliminar, através da um mapa de superfície potenciométrica para identificação de possíveis zonas de recarga e verificação da direção do possível fluxo subterrâneo. Entretanto, a metodologia prevê a seleção apenas de poços em aquíferos sedimentares

(livres ou semi-livres), não considerando aquíferos fraturados devido a anisotropia do sistema. Na UPG 8.1 - Tijucas a maioria dos poços estão localizados no embasamento cristalino, e pelo número reduzido de informações nos aquíferos sedimentares não foi possível a geração da análise proposta.

3.3 IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS USOS E INTERFERÊNCIAS

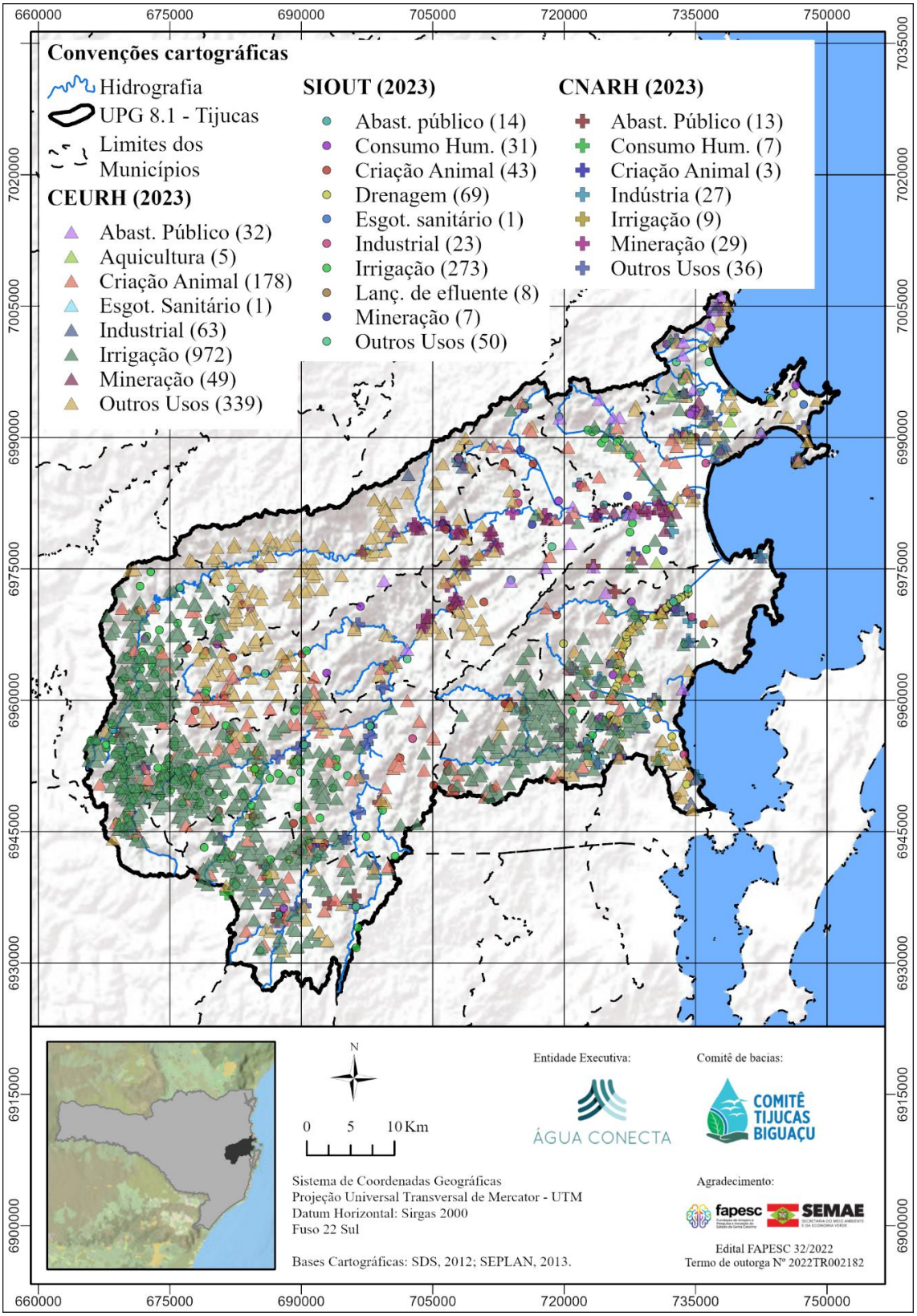
Para identificação e localização dos usos e interferências dos recursos hídricos foram utilizados os dados, do SIOUT-SC e do CNARH (Figura 12).

De acordo com o CEURH, de janeiro de 2023, foram identificados 1.745 cadastros (Figura 12) na UPG 8.1 – Tijucas, sendo que 79 encontram-se com o status de “aprovados” (4%), 1560 “não avaliadas” (89%) e 105 “reprovados” (6%).

Para fins explicativos, “outros usos” são usos que não estavam listados nas opções disponíveis pelo CEURH. As opções listadas no CEURH são: abastecimento público, aquicultura, criação animal, energia hidrelétrica, esgotamento sanitário, industrial, irrigação, mineração, outros usos, e produção de energia termelétrica.

Em relação ao CEURH (2023), o maior número de cadastros é de irrigação (1.001 usuários) na parte alta do Tijucas e na cabeceira do Rio Biguaçu. A segunda atividade com maior número de cadastros é “outros usos” (368 usuários), seguida da criação animal (189 usuários). A mineração (65 usuários) ocorre próximo do curso de água principal, nas partes mais baixas da bacia hidrográfica do Rio Tijucas e bacias contíguas litorâneas.

Figura 12 - Mapa de localização dos cadastros de usuários na UPG 8.1 - Tijucas



Fonte: Autor (2023)

Sobre os dados do SIOUT-SC a irrigação também foi a atividade com o maior número de cadastros, com 273 usuários. A criação animal (48 usuários), consumo humano (28), industrial (24) e aproveitamento hidrelétrico (20) foram as atividades seguidas pelo maior número de usuários no SIOUT-SC, ativo desde março de 2021.

3.4 IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS CARGAS

3.4.6 Efluentes domiciliares

A partir dos dados do Censo Demográfico 2022 para os municípios inseridos na área de abrangência da UPG 8.1 – Tijucas, contabilizou-se um total de 388.162 habitantes (Tabela 1). Para a população de São José foi considerada a porcentagem do município inserida na UPG 8.1 – Tijucas a densidade demográfica de acordo com o último Censo (IBGE, 2022).

Tabela 1 - Distribuição da população residente na UPG 8.1 - Tijucas

Município	Área do município na UPG 8.1 (km²)	Porcentagem do município na área da UPG 8.1 (%)	População 2022	Porcentagem da população (%)
Angelina	501,4	15,4%	5.358	1,33
Antônio Carlos	232,5	7,1%	11.224	2,89
Biguaçu	317,7	9,8%	76.773	19,78
Bombinhas	34,2	1,0%	25.058	6,46
Canelinha	151,8	4,7%	12.821	3,30
Gov. Celso Ramos	93,6	2,9%	16.915	4,36
Itapema	58,1	1,8%	75.940	19,56
Leoberto Leal	290,2	8,9%	3.330	0,86
Major Gercino	304,3	9,3%	3.214	0,83
Nova Trento	399,8	12,3%	13.727	3,54
Porto Belo	93,7	2,9%	27.688	7,13
Rancho Queimado	284,8	8,7%	3.279	0,84
São João Batista	199,5	6,1%	32.687	8,42
Tijucas	278,4	8,5%	51.592	13,29
São José	15,9	0,5%	28.556*	7,36
Total	3.255,9	100%	388.162	100

Legenda: * Para o município de São José foi considerada a densidade demográfica do município no último Censo (IBGE, 2022) e a área do município dentro da UPG 8.1 – Tijucas. Fonte: Autor (2023).

Os municípios de Bombinhas, Itapema, Rancho Queimado, Tijucas e São José possuem redes coletores de esgoto domiciliares até as Estações de Tratamento de Efluentes (ETEs). Nenhum município possui cobertura completa. Os outros municípios possuem sistemas individuais de tratamento.

Além das fontes clássicas e pontuais de carga doméstica, sabe-se da existência de outras fontes difusas provenientes de vazamentos na rede coletora e esgotos não tratados. Entretanto, devido à dificuldade de contabilização destas cargas poluentes, estas não foram consideradas.

O cálculo da carga doméstica em águas superficiais considerou a população do município e a porcentagem coletada pela rede. A carga orgânica proveniente dos efluentes domésticos, em unidade de kg/dia, foi estimada considerando o valor de $DBO_{5,20}$ per capita de 54 g de DBO/habitante/dia (Von Sperling; Chernicharo, 2005) (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores per capita de carga doméstica da população para $DBO_{5,20}$, fósforo total (Pt), nitrato, nitrogênio amoniacal (NH_4) e coliformes termotolerantes

Parâmetro	Literatura kg/hab*dia	Adotado kg/hab*dia	População total	Carga kg/dia	Carga t/dia
$DBO_{5,20}$	0,045 – 0,060	0,054	404.014	21.816,76	21,82
Fósforo total (Pt)	0,0007 – 0,0025	0,001		404,01	0,40
Nitrogênio total (N_{total})	0,006 – 0,010	0,008		3.232,11	3,23
Nitrato	0,0000 – 0,0002	0,0025		1.010,04	1,01
Nitrogênio amoniacal (NH_4)	0,0035 – 0,006	0,003		1.212,04	1,21
	org/hab*dia	**Adotado**		**org/dia**	
Coliformes termotolerantes	10^9-10^{12}	10^{10}		$4{,}04*10^{15}$	

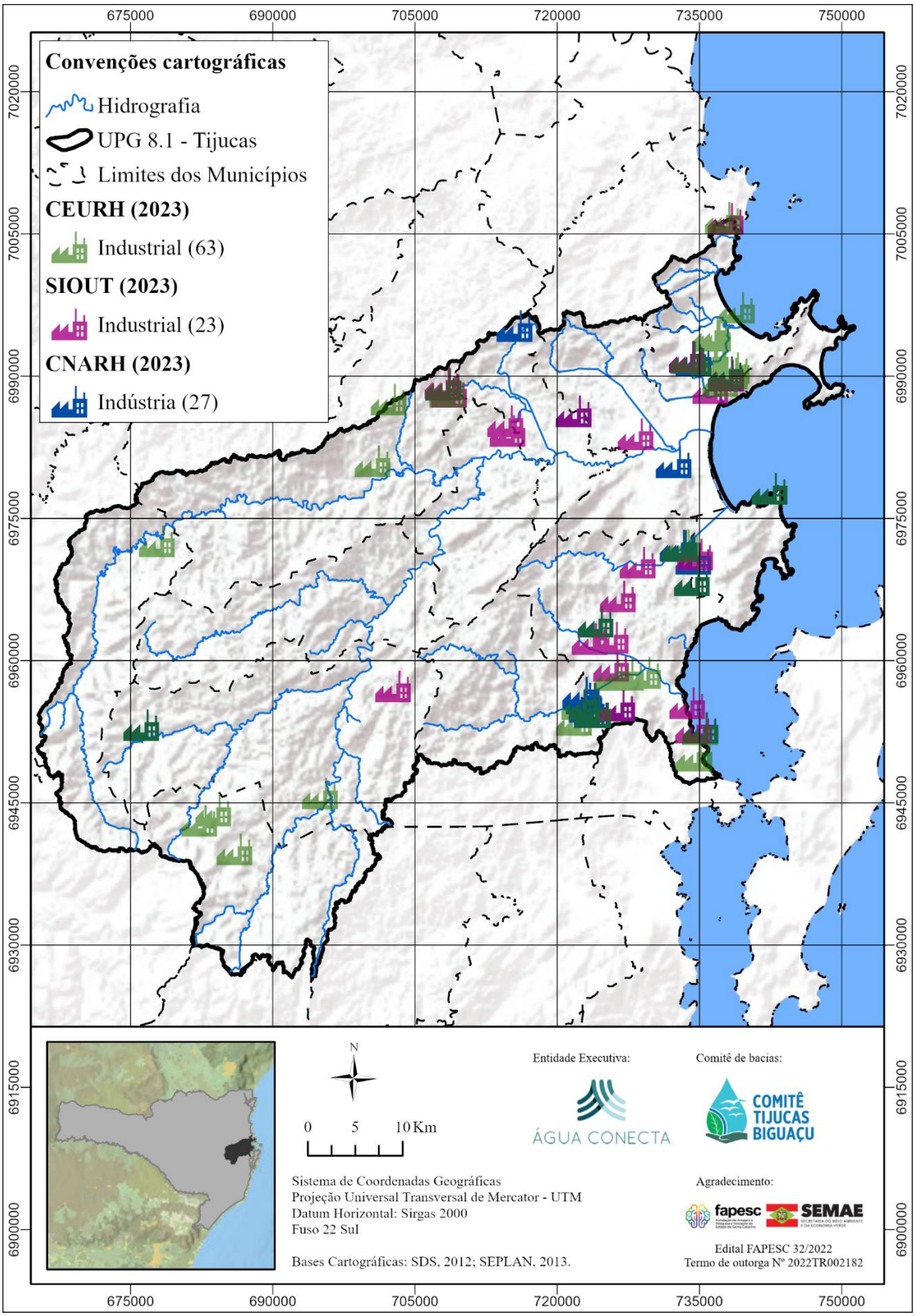
Fonte: Von Sperling; Chernicharo (2005)

3.4.7 Efluentes industriais

No PRHTB (Santa Catarina, 2018a) foram utilizados dados do Sistema Fiesc, totalizando cadastradas 83 indústrias em 14 atividades. A indústria de Vestuário, Calçados e Artefatos de Tecidos tem predominância, representando 48%, sendo o ramo de vestuário e calçados de couro o mais predominante (Santa Catarina, 2018a). Nesse tipo de atividade, o processo de transformação da pele do animal em couro necessita de diversos produtos químicos, assim, o efluente normalmente contém proteínas e graxas naturais do animal até os resíduos dos produtos químicos (Vechim; Carloni; Melo Júnior, 2014). No PRHTB São João Batista foi o município com o maior número de indústrias cadastradas (37), representando 44 % do total, seguidas dos municípios de Biguaçu e Tijucas, com dez e nove indústrias, respectivamente, de acordo com os dados disponíveis no cadastro do sistema FIESC (Santa Catarina, 2018a).

Na atualização dos dados (2023), somando os cadastros do CEURH e do SIOUT-SC foram encontradas 99 indústrias cadastradas na UPG 8.1 – Tijucas (Figura 13).

Figura 13 - Cadastros de usuários industriais na UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Autor (2023)

Na análise de indústrias do Instituto do Meio Ambiente (IMA) foram encontradas 19 empresas com dados de automonitoramento, a maioria delas proveniente de aproveitamentos hidrelétricos, serviços de lavação, abatedouro e produção de bebidas.

A Figura 13 apresenta o número de cadastros de indústrias no CEURH e no SIOUT-SC. Observa-se que os pontos de captação se concentram nas regiões Litorânea Norte e Sul, além das empresas cadastradas próximas ao Rio Tijucas. Vale destaque que 25 pontos de cadastro de indústrias (43%) localizados em Porto Belo (*cadastros não avaliados), seguido por Biguaçu, com sete pontos de captação (28%).

3.4.8 Efluentes de atividades agropecuárias

Considerou-se dados do Portal Cidades (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022), dos municípios inseridos na UPG 8.1 – Tijucas em relação aos rebanhos, há um total de 1.122.976 unidades, destacando-se a criação de galináceos (988.586 unidades) e bovinos (110.932 unidades), que representam, respectivamente, 88,0 % e 9,9 % do rebanho total (Tabela 3 e

Tabela 4). A atividade pecuária de São José foi desconsiderada nesta análise, pois a área do município que pertence à UPG 8.1 - Tijucas não apresenta população rural.

Tabela 3 - Resumo da criação animal (número de cabeças), por município na UPG 8.1 – Tijucas (Continua).

	Número de cabeças por município (2022)						
Espécie	**Angelina**	**Antônio Carlos**	**Biguaçu**	**Bombinhas**	**Canelinha**	**G. C. Ramos**	**Itapema**
Bovinos	15.542	7.352	16.861	152	7.128	4.520	1.705
Bubalinos	49	12	236	-	21	4	139
Equinos	88	76	769	16	129	187	210
Suínos	2.075	211	979	306	300	979	2.189
Caprinos	35	77	143	17	44	41	14
Ovinos	361	87	414	7	126	96	-
Galináceos	81.618	146.820	358.577	575	58.000	840	2.908
Carpa	21.050	-	-	-	-	-	2.120
Tilápia	44.050	-	-	-	-	-	6.575
Ostras, vieiras, mexilhões	-	-	-	1.303.000	-	405.000	-

Fonte: IBGE (2023)

Tabela 4 – (Continuação) Resumo da criação animal (número de cabeças), por município na UPG 8.1 – Tijucas.

Espécie	Número de cabeças por município (2022)						
	Leoberto Leal	**Major Gercino**	**Nova Trento**	**Porto Belo**	**Rancho Queimado**	**S. João Batista**	**Tijucas**
Bovinos	8.700	5.800	3.500	3.250	10.788	5.500	20.134
Bubalinos	-	21	5	10	533	9	64
Equinos	65	60	49	150	721	198	1.210
Suínos	1.500	630	2.000	120	563	450	470
Caprinos	10	50	50	15	106	135	147
Ovinos	120	448	137	300	887	170	1.618
Galináceos	15.000	10.000	155.000	600	3.418	85.000	70.230
Carpa	15.000	-	-	-	26.910	2.000	-
Tilápia	20.000	-	-	-	50.900	36.000	1.000
Truta			-	10.000	-	-	-
Ostras, vieiras, mexilhões	-	-	-	27.000	-	-	-

Fonte: IBGE (2023)

A carga orgânica proveniente de efluentes da criação animal, em unidade de kg/dia, foi estimada considerando a produção de $DBO_{5,20}$ por peso de animal vivo (Von Sperling; Chernicharo, 2005), sendo adotado Bovinos 0,84 kg DBO/cabeça/dia, suínos 0,16 kg DBO/cabeça/dia e aves 0,0018 kg DBO/cabeça/dia (Tabela 5).

Tabela 5 - Resumo da carga de DBO de criação animal na UPG 8.1 – Tijucas

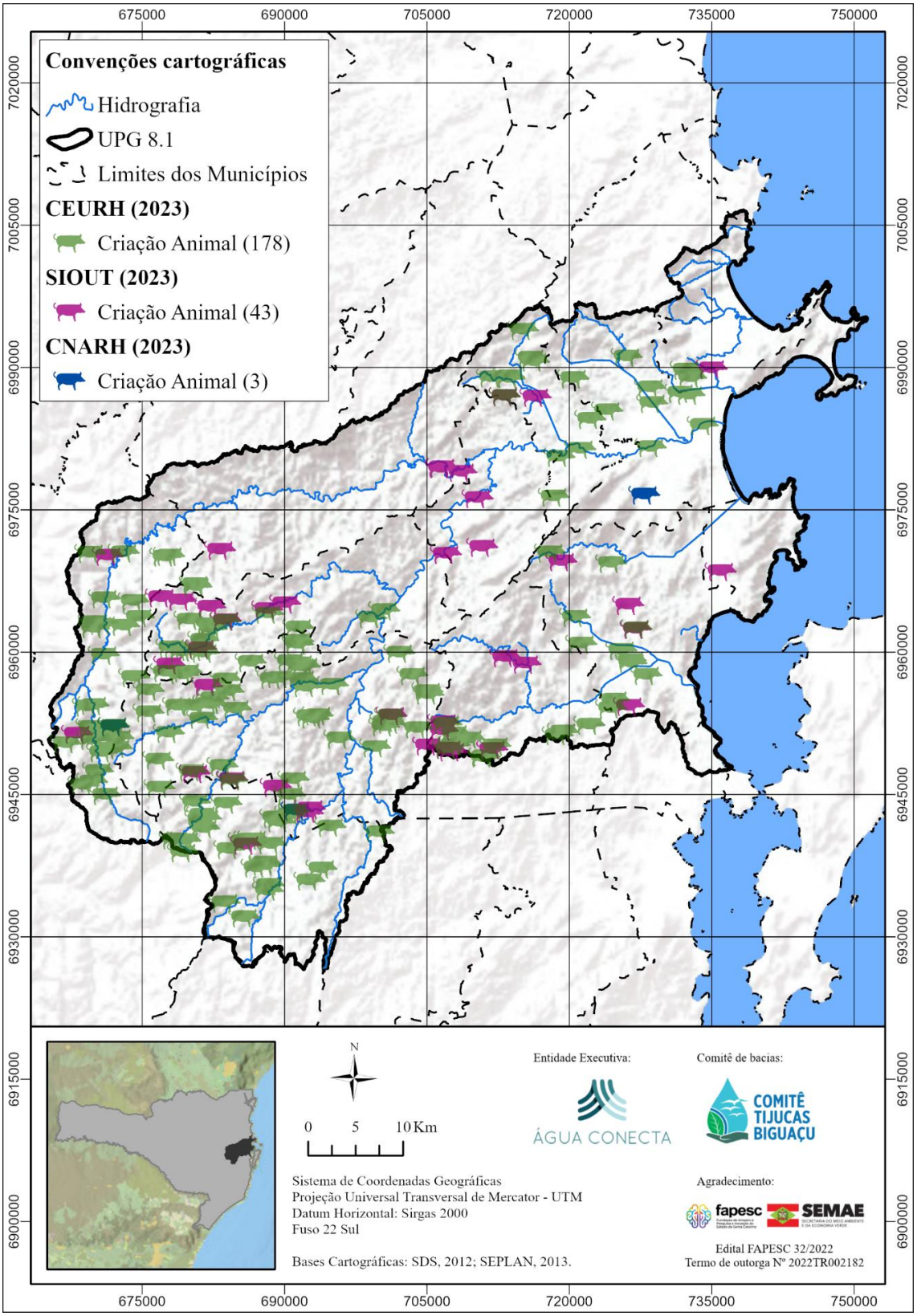
Espécie	kg DBO/cabeça/dia	Número de cabeças	Carga (kg DBO/dia)	Carga (ton DBO/dia)
Bovinos	0,84	110.932	93.182,88	93,183
Bubalinos	0,038	1.103	41,91	0,042
Equinos	0,023	3.928	90,34	0,090
Suínos	0,16	12.772	2.043,52	2,044
Caprinos	0,0030	884	2,65	0,003
Ovinos	0,0030	4.771	14,31	0,014
Galináceos	0,0018	988.586	1.779,45	1,779

Fonte: Autor (2023)

A cidade destaque da produção bovina é Tijucas (20.134 cabeças) que também é a maior produtora de caprinos (147 cabeças), equinos (1.210 cabeças) e ovinos (1.618 cabeças). O maior rebanho de bubalinos é em Rancho Queimado (533 cabeças), enquanto Itapema se destaca nos suínos (2.189 cabeças) e Biguaçu com galináceos (358.577 cabeças). Biguaçu é responsável por 34% da produção pecuária da região. Destaca-se também Antônio Carlos e Nova Trento, ambos com 14%, da pecuária na UPG 8.1 - Tijucas.

Na Figura 14 são apresentados os cadastros (CEURH e SIOUT-SC) de criação na UPG 8.1 – Tijucas.

Figura 14 - Cadastros de usuários de criação animal na UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Autor (2023)

Os pontos de captação de criação cadastrados se concentram na parte oeste da UPG 8.1, na região do alto Tijucas – municípios de Leoberto Leal, Major Gercino, Angelina e Rancho Queimado, e também na parte baixa nos municípios de Tijucas e Canelinha

Segundo dados do CEURH (janeiro de 2023), há 162 cadastros para a atividade de criação animal na UPG 8.1. No SIOUT-SC o número é menos expressivo, com 43 usuários.

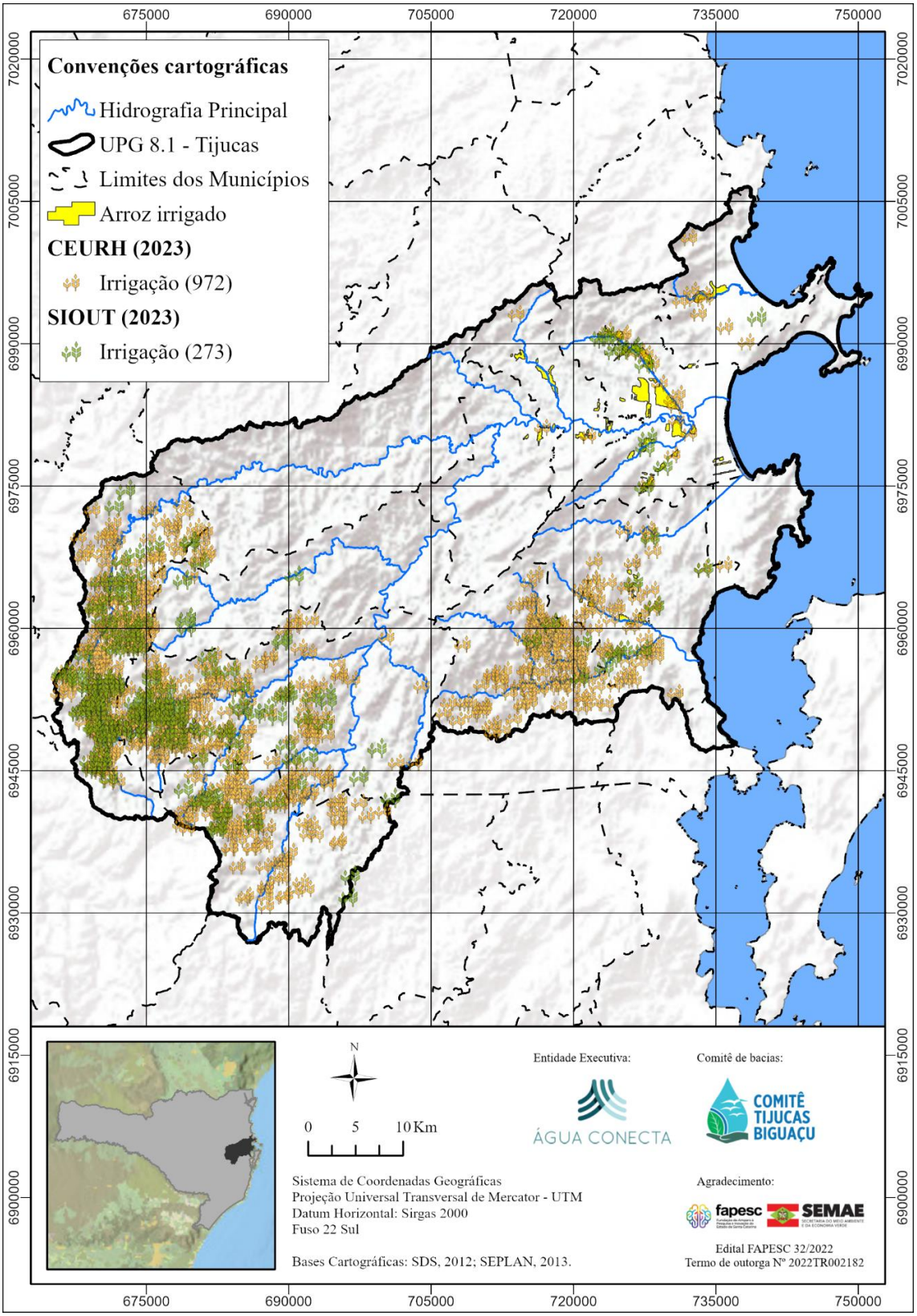
Em relação aos dados de aquicultura (IBGE, 2023), os municípios com produção informada são Angelina (21.050 kg de carpas e 44.050 kg de tilápias), Itapema (2.120 kg de carpas e 6.575 kg de tilápias), Leoberto Leal (15.000 kg de carpas e 20.000 kg de tilápias), Rancho Queimado (26.910 kg de carpas e 50.900 kg de tilápias), São João Batista (2.000 kg de carpas e 36.000 kg de tilápias) e Tijucas (1.000 kg de tilápias) (Tabela 3 e

Tabela 4). Os principais destaques na produção são Rancho Queimado (77.810 kg) e Angelina (65.100 kg).

Quanto à agricultura, há presença de arroz irrigado na UPG 8.1 (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022). Em Tijucas, 1.562 hectares são dedicados ao cultivo do arroz (em casca). A produção do arroz na UPG 8.1 - Tijucas também é realizada em Itapema (197 ha), Biguaçu (231 ha) e Canelinha (376 ha) (Figura 15). De acordo com membros do Comitê Tijucas e Biguaçu, existe uma preocupação sobre a carga de lixiviado da agricultura, no entanto, até o momento não existem dados dessa temática disponíveis para uma análise aprofundada.

A partir dos dados do Programa MonitoraSC (FlorestaSC, 2018), totalizou-se a área de arroz irrigado na UPG 8.1 – Tijucas é de 2.770 ha, conforme Figura 15. Na figura abaixo foram discretizadas duas classificações: (i) arroz irrigado que é a cobertura geográfica obtida pela classificação do Programa MonitoraSC, e (ii) a irrigação que é referente a um cadastro de usuário de água para a finalidade da irrigação.

Figura 15 - Áreas de arroz irrigado na UPG 8.1 - Tijucas



Fonte: Autor (2023)

3.5 DISPONIBILIDADE, DEMANDA E CONDIÇÕES DAS ÁGUAS

3.5.6 Disponibilidade Hídrica Superficial

A Tabela 6 apresenta as vazões por UG; enquanto a Figura 16 apresenta a vazão Q_{98} e a Figura 17 a vazão $Q_{7,10}$. A vazão Q_{98} é a vazão que ocorre em 98% do tempo (seja diária, mensal ou anual) tendo em vista a curva de permanência. Já vazão $Q_{7,10}$ é entendida como o valor anual da média de 7 vazões diárias consecutivas que pode se repetir, em média, uma só vez a cada dez anos, ou seja, período de retorno de 10 anos (Von Sperling, 2007).

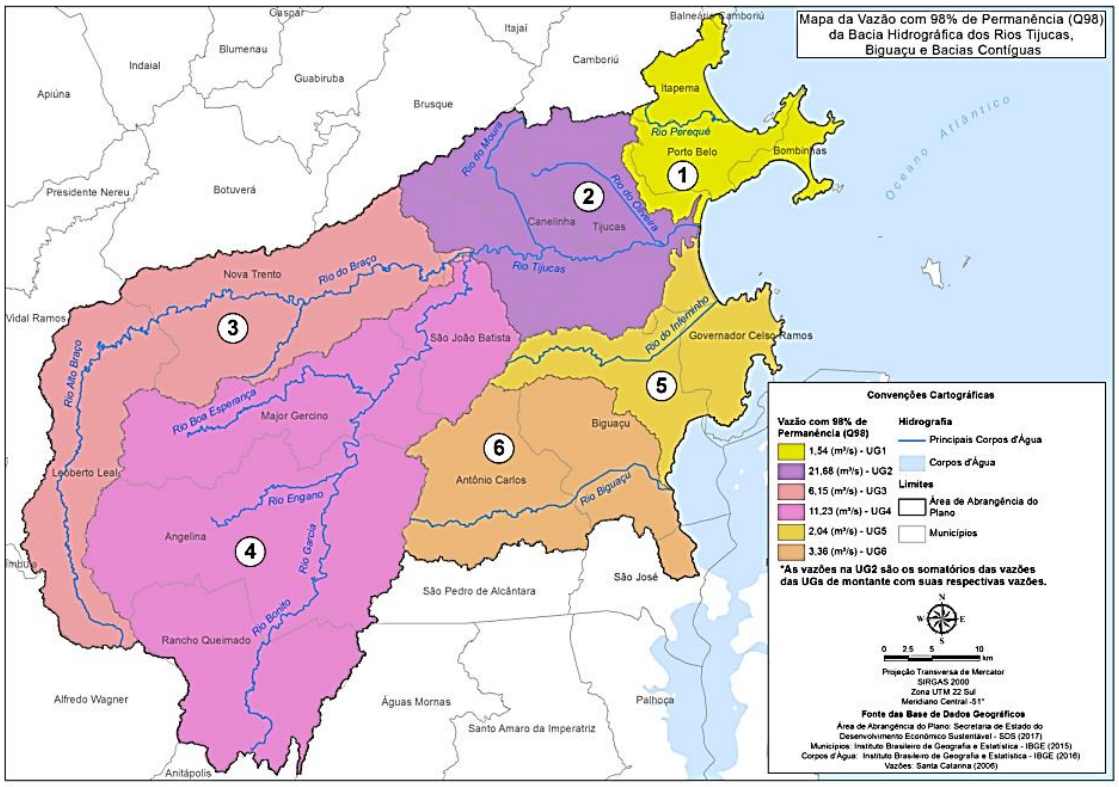
Tabela 6 - Vazão média de longo termo (Q_{mlt}) e vazão específica

UG	**UG1**	**UG2**	**UG2***	**UG3**	**UG4**	**UG5**	**UG6**
Parâmetro	**Perequê**	**Tijucas**		**Alto Braço**	**Garcia**	**Inferninho**	**Biguaçu**
AD (km²)	213,31	470,31	2371,10	672,89	1227,89	276,56	417,65
P (mm/ano)	1519,71	1497,22	1594,27	1514,87	1674,96	1513,41	1743,00
Q_{mlt} (m³/s)	4,65	13,03	65,70	18,65	34,02	6,17	10,19
q (L/s / km²)	21,82	27,71	27,71	27,71	27,71	22,31	24,39

Legenda: UG2* = UG2 + UG3 + UG4. AD: área de drenagem / P: precipitação média anual / Qmlt : vazão média de longo termo / q : vazão específica.

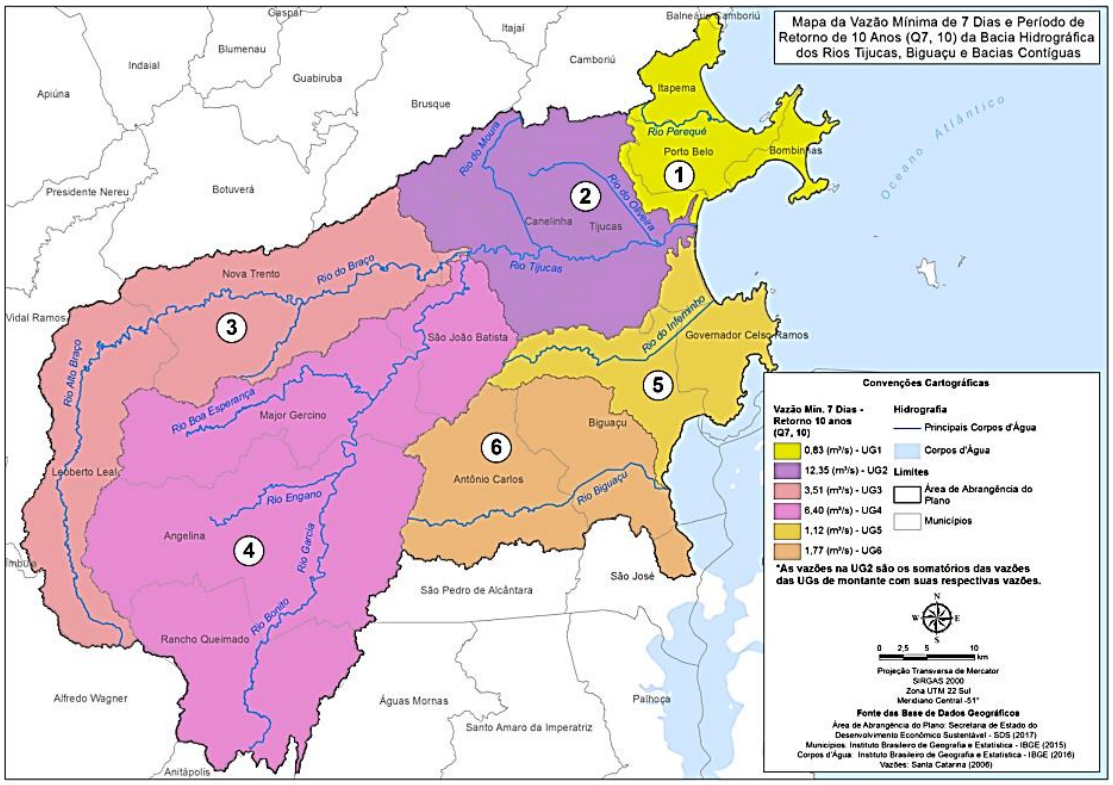
Fonte: Santa Catarina (2018a)

Figura 16 - Vazão com 98% (Q98) no tempo nas UGs



Fonte: Santa Catarina (2018a)

Figura 17 - Vazão mínima anual de sete dias consecutivos e período de retorno de dez anos nas UGs (Q7,10)



Fonte: Santa Catarina (2018a)

3.5.7 Disponibilidade Hídrica Subterrânea

Os sistemas de aquíferos estão relacionados aos domínios geológicos, representados pelas unidades hidroestratigráficas.

No Terreno Florianópolis – Batólito Florianópolis e Terreno Tijucas – granitóides relacionados ao Cinturão Metavulcanossedimentar, as vazões podem variar entre 0,5 e 20,0 m³/h, apresentando níveis de água rasos nas regiões aplainadas, variando de aflorante até 3 m (Santa Catarina, 2018a). Em áreas de relevo acentuado, os níveis praticamente não ultrapassam 6 m. A capacidade específica (média) está em torno de 0,67 m³/h/m.

O Terreno Tijucas, que compreende o Cinturão Metavulcanossedimentar, caracterizada pela subunidade Brusque, na qual os poços tendem a apresentar capacidades específicas superiores a 1 m³/h/m, proporcionadas pelos comportamento (Santa Catarina, 2018a). Entretanto, a anisotropia e a heterogeneidade do sistema de aquíferos implicam em menor potencialidade, uma vez que o armazenamento e a circulação ocorre por fraturamento.

Para a Bacia do Paraná – Grupo Itararé, o sistema de aquífero relacionado à Formação Rio do Sul apresenta vazões que variam de 1 a 10 m³/h, sendo a distribuição de

capacidades específicas bastante heterogênea, conforme as condições de sedimentação e a estruturação tectônica (Santa Catarina, 2018a). Entretanto, segundo Cardoso (2007), as litologias da Formação Rio do Sul resultam em poços que podem produzir entre 4,5 a 45 m^3/h, com nível estático que varia de surgente até profundidades de 13 m.

Na Bacia do Paraná – Grupo Guatá, a Formação Rio Bonito é caracterizada por apresentar um sistema de aquíferos com porosidade intergranular, com diferentes graus de potencialidade (Santa Catarina, 2018a). De acordo com Brito Neves et al. (1979) e Krebs e Amaral (2006), a potencialidade aquífera na Formação Rio Bonito é caracterizada por vazões que variam de 1 m^3/h a 20 m^3/h.

Para a Formação Palermo, pertencente ao Grupo Guatá, não foram encontrados dados de vazão representativos da área de estudo (Santa Catarina, 2018a). Já na Formação Triunfo, também pertencente ao mesmo grupo, normalmente ocorre a captação conjunta de diversas litologias que impede uma caracterização hidrogeológica mais precisa (Machado, 2015), sendo caracterizada por uma mistura de águas subterrâneas.

O Grupo Passa Dois (Formação Iratí), está localizado em encosta da serra com grande declividade, onde a recarga natural e o armazenamento de água subterrânea são insignificantes (Santa Catarina, 2018a). Sendo assim, esta unidade é considerada como unidade não aquífera, mais propriamente classificada como um aquiclude (Machado, 2013). Além disso, o aquífero que corresponde a esta unidade hidroestratigráfica é de difícil caracterização hidrogeológica, pois apresenta-se com uma espessura reduzida, normalmente captada em conjunto com outras unidades hidroestratigráficas.

A Bacia do Paraná – Grupo Serra Geral – apresenta aquíferos do tipo fraturado, com características de heterogeneidade e anisotropia (Santa Catarina, 2018a). As condições hidrogeológicas e o ambiente hidrodinâmico são muito variáveis, apresentando capacidades específicas que variam de 0,5 a 4 $m^3/h/m$, podendo atingir acima de 4 $m^3/h/m$.

Para as Coberturas Sedimentares do Cenozóico, o aquífero apresenta alta potencialidade, podendo fornecer vazões superiores a 30 m^3/h. A capacidade específica também tende a ser alta, podendo chegar a 6 $m^3/h/m$, especialmente em áreas em que o nível estático se encontra próximo à superfície (Santa Catarina, 2018a).

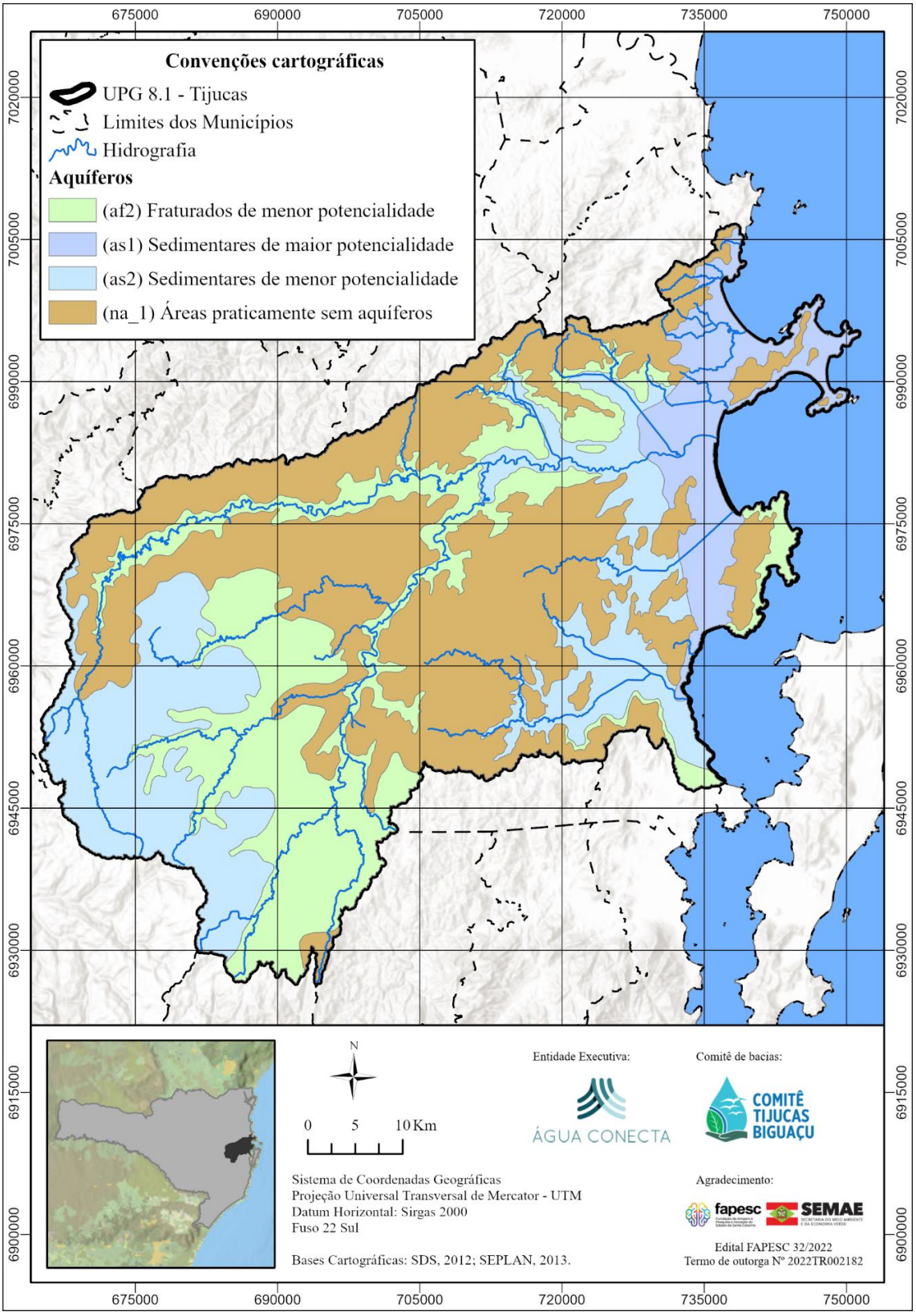
Na UPG 8.1 – Tijucas foram identificadas quatro diferentes zonas aquíferas, sendo a maior parte da área da bacia, cerca de 43%, identificada sobre uma zona de baixa potencialidade aquífera, caracterizada por Machado (2013) como áreas praticamente sem aquíferos (na_1), Figura 18. Essas áreas são compreendidas por rochas graníticas e granitóides presentes na forma maciça, o que condiciona a ocorrência do armazenamento

de água subterrânea em fraturas, entretanto, praticamente sem movimentação.

Na UPG 8.1 – Tijucas encontram-se as seguintes zonas aquíferas:

- 26 % de aquíferos fraturados com baixa produtividade, com vazões típicas de 2 a 9 m³/h, de grande importância hidrogeológica local (af2);
- 8 % de aquíferos sedimentares com maior produtividade, com vazões típicas de 20 a 90 m³/h, de grande importância hidrogeológica local (as1);
- 24 % de aquíferos sedimentares com menor produtividade, com vazões típicas de entre 1,0 e 3,0 m³/h, raramente valores próximos a 10 m³/h., com grande importância hidrogeológica local (as2 e as4);
- 43 % de não aquíferos (i.e., aquífugos e aquicludes) de produtividade desprezível e pequena importância hidrogeológica local (na_1).

Figura 18 - Distribuição espacial das zonas aquíferas na UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Autor (2023)

3.5.8 Demandas de retirada

3.5.8.1 Superficial – PRHTB (2018)

O abastecimento urbano é a atividade humana que mais demanda água na UPG 8.1 – Tijucas (Santa Catarina, 2018a). Dos 57 milhões m³/ano de água retirada, 31 milhões m³/ano (54%) são do abastecimento público (Santa Catarina, 2018a). Itapema é o município que possui a maior demanda hídrica de retirada para abastecimento urbano, com 5 milhões de m³/ano. A mineração é a atividade com menor demanda de água na UPG 8.1 – Tijucas (Santa Catarina, 2018a), dados podem ser observados na Tabela 7.

Tabela 7 - Demandas hídricas totais (m³/ano) anuais de retirada de água por tipo de atividade, calculadas para os municípios das bacias em estudo

Município	Abastecimento			Aquicultura	Criação animal	Irrigação	Industrial	Mineração	Total
	Urbano	Rural	Flutuante						
Angelina	81.235	141.444	0	64.444	293.367	40	3.278	0	583.809
Antônio Carlos	128.014	203.148	0	145.659	131.773	41.975	3.126.138	17.142	3.793.850
Biguaçu	3.794.523	220.842	9.551	105.818	415.825	1.054.062	147.419	14.258	5.762.279
Bombinhas	1.800.685	0	2.447.175	0	3.995	0	0	448	4.252.313
Canelinha	544.081	155.088	5.474	94.305	114.772	1.109.704	89.161	217.000	2.329.584
Gov. Celso Ramos	4.137.471	29.160	188.948	3.932	93.501	2.371	52.988	5	4.508.375
Itapema	5.855.622	52.956	3.743.488	5.629	30.293	307.332	36.925	0	10.032.245
Leoberto Leal	47.315	86.580	0	85.949	169.810	13.827	0	0	403.481
Major Gercino	102.978	76.140	0	102.164	65.193	1.440	90	599	348.603
Nova Trento	792.003	125.316	36.327	188.605	60.908	5.750	329.869	39.418	1.578.197
Porto Belo	1.479.192	40.500	317.308	0	87.409	87.461	192.812	707	2.205.390
Rancho Queimado	69.268	54.648	3.858	180.747	210.699	52	92.141	177	611.589
São João Batista	2.339.676	125.892	0	125.739	133.435	4.076	2.790.986	24.535	5.544.338
São José	7.329.331	0	44.097	0	0	0	1.614.023	19	8.987.470
Tijucas	2.432.889	208.512	38.130	129.668	366.186	2.570.646	490.337	142.340	6.378.708
Total	30.934.293	1.520.208	6.834.355	1.232.659	2.177.166	5.198.736	8.966.167	456.649	57.320.233

Fonte: Santa Catarina (2018a)

3.5.8.2 Superficial – Atualizado (2023)

Com dados do CEURH (2023), a vazão de retirada total da UPG 8.1 – Tijucas foi de 3,49 m³/s. São 1.530 cadastros de usuários de água superficial, no qual a maioria (1.1416) está como “não avaliados” (92,5%) e 53 estão “aprovados” (3,5%) (Tabela 8). Essa situação de maior parte dos cadastros estarem “não avaliados” é igual para todo o Estado de Santa Catarina, sendo que do total de cadastros do CEURH, apenas 3% encontram-se “aprovados”

(Piazza et al. 2023). Esse fato ocorre pela quantidade de cadastros existentes, sendo a alta demanda incompatível com o número do quadro de funcionários no órgão gestor estadual.

Tabela 8 - Resumo das vazões de captação por setor usuário para a UPG 8.1 – Tijucas

Finalidades	***Status***		**Total (m³/s)**
	Aprovado (m³/s)	**Não avaliado (m³/s)**	
Abastecimento Público	0,4955	0,3177	0,81
Aquicultura	-	0,0004	0,0004
Criação Animal	0,0000	0,029	0,03
Esgotamento Sanitário	-	0,0011	0,0011
Industrial	0,0317	0,0587	0,08
Irrigação	-	1,9535	1,95
Mineração	0,0177	0,0342	0,05
Outros Usos	0,0048	0,4393	0,44
Total Geral	**0,5497**	**2,8159**	**3,49**

Fonte: CEURH (2023)

Com dados do SIOUT-SC (2023) as vazões de retirada total da UPG 8.1 – Tijucas foram de 60,18 m³/s. Entretanto, fazendo uma análise preliminar sobre os dados do SIOUT-SC, considera-se a possibilidade de inconsistências nos dados do cadastro do SIOUT-SC, tendo em vista que os valores cadastrados no SIOUT-SC são 20 vezes superiores ao CEURH. Neste caso, recomenda-se verificar apenas os usos que mais demandam água. A irrigação é a atividade que mais demanda água (76,1%), seguido do abastecimento público (6,0%) e a mineração (5,9%). Além destes, o ramo de indústrias tem uma quantidade declarada (5,0%) e o consumo agroindustrial (3,3%) (Tabela 9).

Tabela 9 - Resumo das vazões de captação por setor usuário para a UPG 8.1 – Tijucas

Finalidades	**Total (m³/s)**
Abastecimento Público	3,64
Criação Animal	0,06
Consumo agroindustrial	2,00
Consumo Humano	0,98
Industrial	3,03
Irrigação	45,82
Mineração	3,56
Fornecimento de água a terceiros	0,04
Turismo/lazer/balneário/recreação	0,05
+ de 1 finalidade	0,96
Total Geral	**60,18**

Fonte: SIOUT-SC (2023)

3.5.8.3 Subterrânea – Atualizado (2023)

De acordo com os dados do CEURH e SIOUT (2023), há 227 usuários de água subterrânea, distribuídos majoritariamente nas regiões oeste e leste da UPG 8.1 - Tijucas. A maior parte dos usuários se localizam nos municípios de Biguaçu (42 poços), Porto Belo (47 poços), Rancho Queimado (36 poços), Itapema (17 poços) e Bombinhas (16 poços), além desses, há uma aglomeração de poços cadastrados no extremo oeste da UPG 8.1 (Figura 18).

A vazão média de captação dos poços cadastrados na UPG 8.1 é de 3,44 m³/h ou 1.240,19 m³/mês, considerando uma operação ininterrupta de 12 horas por dia, por 30 dias de atividade. O somatório das vazões de demanda hídrica total é 764,78 m³/h, o que corresponde a 275.321,14 m³/mês, considerando uma operação ininterrupta de 12 horas por dia, por 30 dias de atividade. As maiores demandas hídricas subterrâneas (vazão média de explotação), em ordem decrescente, se concentram nos municípios de Porto Belo, Biguaçu, Itapema, Angelina e Nova Trento (Figura 19 e Tabela 10).

A Tabela 10 apresenta as principais informações sobre a explotação das águas subterrâneas dos municípios que fazem parte da UPG 8.1. Em linhas gerais, verifica-se vazões médias de explotação maiores de 50 m³/h, em Itapema (Q média = 55,78 m³/h) destinada ao consumo humano; Biguaçu (Q média = 54 m³/h) destinada ao abastecimento público; entre 20 e 50 m³/h em Nova Trento (Q média = 30 m³/h) destinada ao uso industrial e Porto Belo (Q média = 26,15 m³/h) destinada ao consumo humano.

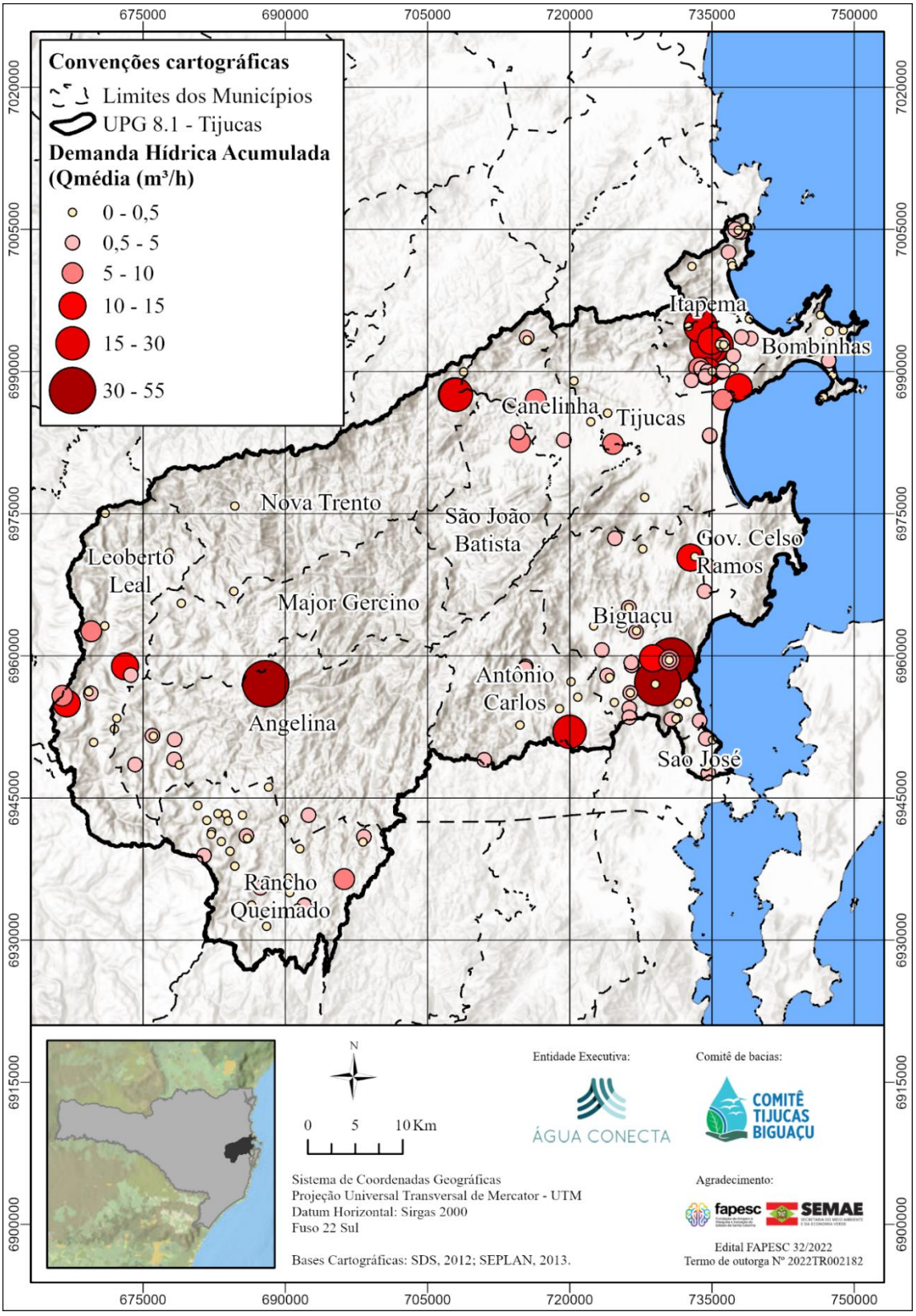
Tabela 10 - Caracterização da explotação subterrânea por município da UPG 8.1. considerando dados do CEURH e SIOUT (2023)

Município	Poços	Q média captação (m³/h)	Somatório Q explotada (m³/h)	Sistema aquífero	Principais usos
Angelina	13	5,05	65,61	af2	Irrigação, criação animal, consumo humano, outros usos
Antônio Carlos	9	3,05	27,46	as2	Irrigação, criação animal, outros usos
Biguaçu	42	4,11	172,57	as2, as1, af2	Abastecimento público, consumo humano, criação animal, industrial, outros usos
Bombinhas	16	0,52	7,82	as1	Outros usos, consumo humano
Canelinha	5	1,53	7,63	as2, af2	Criação animal, consumo humano, outros usos
Governador Celso Ramos	1	2,08	2,08	as1	Industrial
Itapema	17	5,54	88,58	as1	Consumo humano, outros usos, industrial
Leoberto Leal	11	3,64	40,09	as4	Irrigação, abastecimento público, criação animal, outros usos
Major Gercino	1	0,01	0,01	as4	Outros usos
Nova Trento	5	12,03	60,15	af2	Outros usos, industrial
Porto Belo	47	4,65	213,90	as1	Consumo humano, industrial, outros usos, industrial
Rancho Queimado	36	0,88	30,87	af2, as4	Abastecimento público, consumo humano, irrigação, criação animal, outros usos
São João Batista	3	5,17	10,33	as2, af2	Industrial, outros usos
São José	10	0,57	5,67	as2, af2	Industrial, outros usos
Tijucas	8	3,30	26,40	as2, as1	Outros usos, criação animal, outros usos.
Vidal Ramos	1	5,48	5,48		Irrigação

Fonte: Autor (2023)

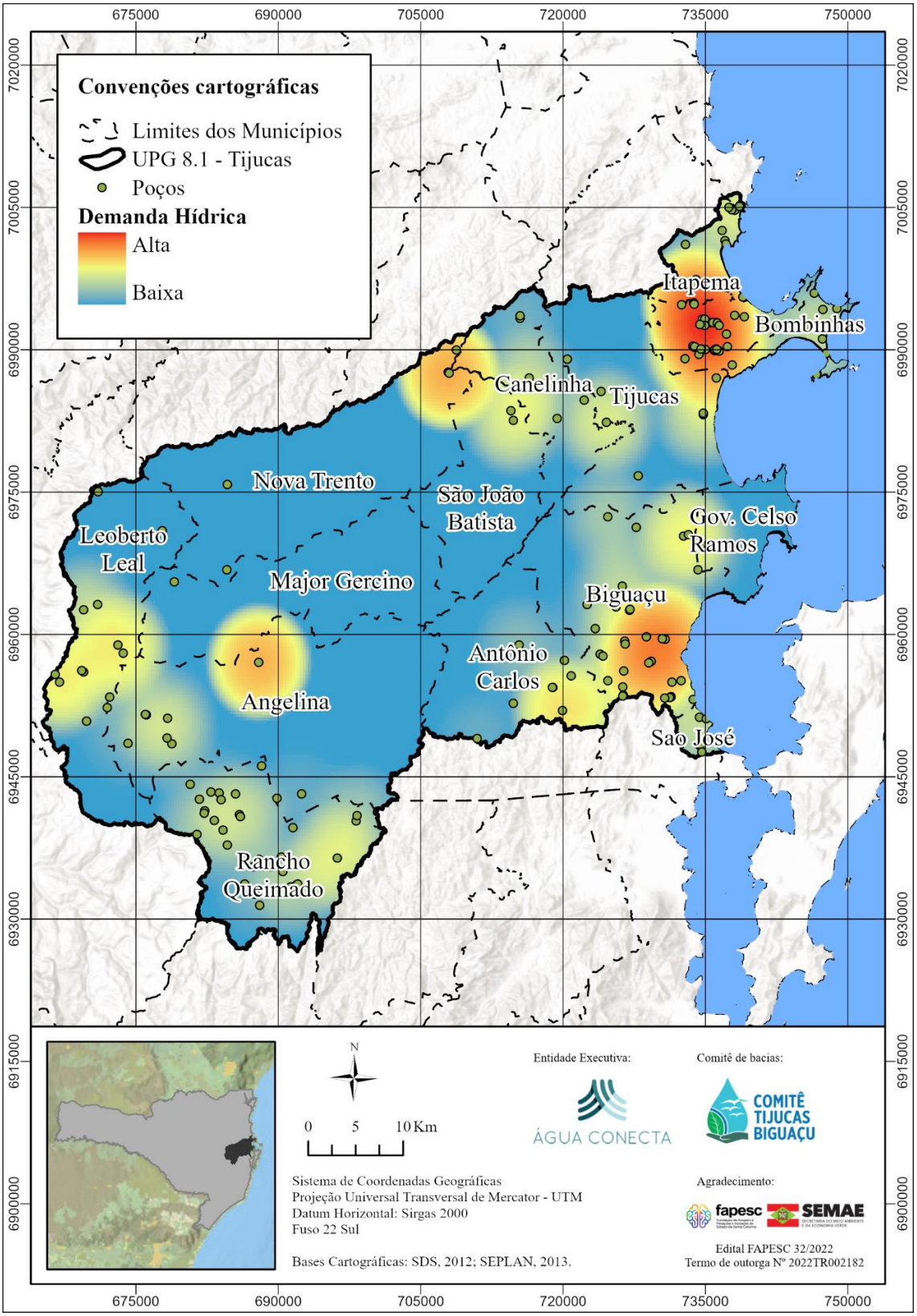
A Figura 19 representa a densidade das demandas hídricas subterrâneas, de acordo com os poços cadastrados no estado de SC, ou seja, a magnitude da demanda de explotação por unidade de área (km²) utilizando a função de Kernel (Rosenblatt, 1956; Parzen, 1962). Está é uma atualização do PRHTB. Assim, foi possível identificar regiões com alta densidade hídrica subterrânea, como áreas próximas a Porto Belo, Itapema, entre Biguaçu e São José; área Norte de Angelina e na divisa entre Canelinha e Nova Trento; regiões com densidade de demandas hídricas médias, como nas proximidades de Governador Celso Ramos, regiões de Oeste ao Sul da UPG 8.1 (Leoberto Leal e Rancho Queimado) e parte de Antônio Carlos; e regiões com baixa densidade hídrica, como Nova Trento, Major Gercino, Norte de Leoberto Leal e Tijucas.

Figura 19 - Demanda hídrica subterrânea com base nas vazões médias dos poços cadastrados no CEURH e SIOUT



Fonte: Autor (2023).

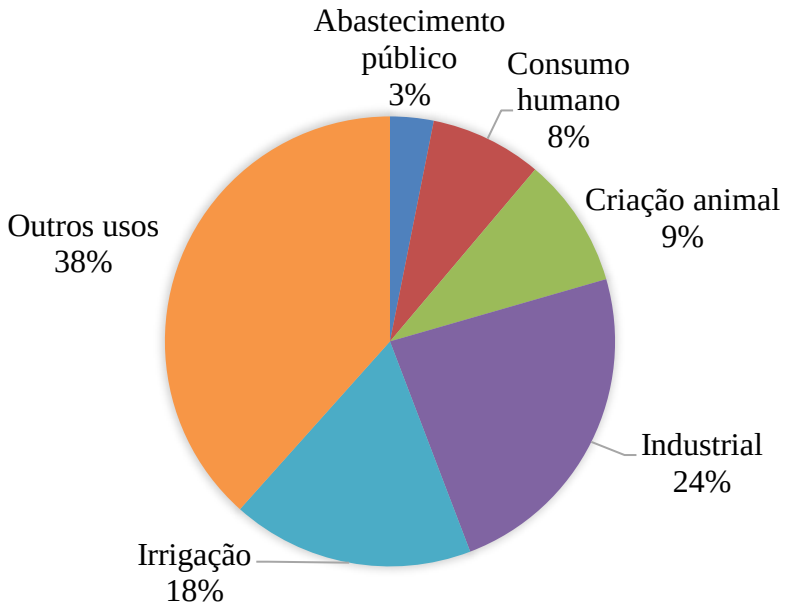
Figura 20 - Densidade das demandas hídricas subterrâneas considerando poços cadastrados no CEURH e SIOUT



Fonte: Autor (2023)

A partir dos dados de cadastro também se traçou um panorama dos principais usos múltiplos da água subterrânea (Figura 21). Nessa interpretação os dados foram sintetizados de acordo com a subdivisão de finalidades do CEURH (abastecimento público, criação animal, esgotamento sanitário, industrial, irrigação e outros usos), sendo assim, os dados do SIOUT cuja finalidade não se enquadrava nessas supracitadas (ex. limpeza geral, lavanderia, sistema de combate à incêndios), foram reclassificados como "outros usos". Outra consideração sobre o gráfico apresentado foi a priorização dos usos principais para contabilização das finalidades, dessa forma, para usuários que continuam mais de um tipo de finalidade no cadastro considerou-se a de maior importância, de acordo com os usos prioritários (exemplo: abastecimento público/consumo humano > criação animal > indústria). Os usos das águas subterrâneas mais relevantes na UPG 8.1 – Tijucas foram outros usos (38%), industrial (24%) e irrigação (18%), seguidos de criação animal (9%), consumo humano (8%) e abastecimento público (3%).

Figura 21 - Panorama dos usos múltiplos da água subterrânea por número de cadastrados



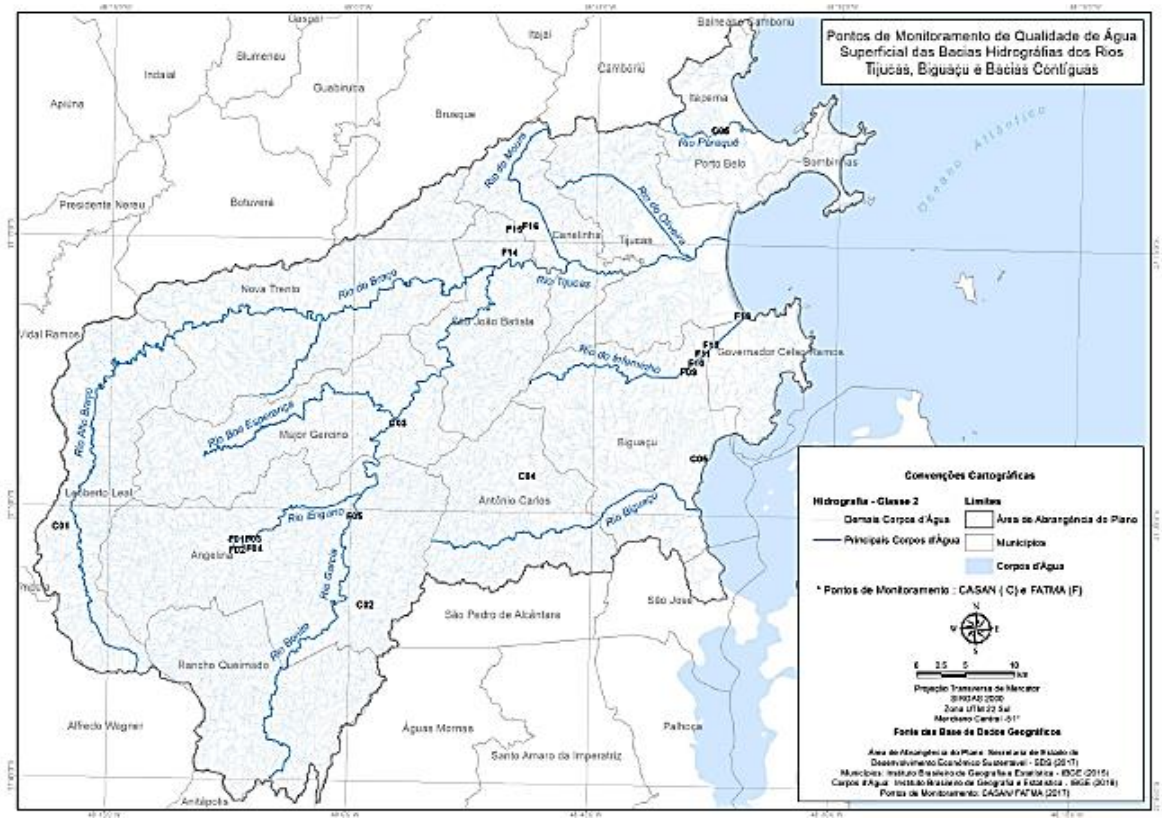
Fonte: CEURH e SIOUT-SC (2023)

3.5.9 Qualidade da água superficial

3.5.9.1 Água Doce – PRHTB (2018b)

No PRHTB (2018b) os pontos de monitoramento de qualidade de água ficaram concentrados nas bacias hidrográficas do Rio Tijucas e Rio Inferninho (Figura 22).

Figura 22 - Pontos de monitoramento de qualidade da água superficial utilizados no PRHTB



Nota: não foi possível extrair a Figura com maior qualidade, no entanto, o arquivo encontra-se disponível em Santa Catarina (2018b), ETAPA C – TOMO II - página 152, Figura 38 – Pontos de monitoramento de qualidade da água superficial (Fatma e Casan)

Fonte: Santa Catarina (2018b)

No município de Angelina, no Rio Engano, o parâmetro oxigênio dissolvido ficou abaixo do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005, enquanto no Rio Garcia, os parâmetros medidos estavam em conformidade para a Classe 2 – Água Doce.

Em Canelinha, no Rio do Moura (afluente do Rio Tijucas), os parâmetros cobre dissolvido (Cu) e zinco (Zn) ficaram acima do limite da Classe 2 – Água Doce (CONAMA, 2005).

Em Biguaçu, no Rio Inferninho, os parâmetros coliformes termotolerantes, demanda bioquímica de oxigênio (DBO), fósforo total, ferro dissolvido, nitrito, sulfeto e cloro residual ficaram acima dos limites para rios Classe 2, de acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

Em todos os pontos da CASAN, com exceção de Antônio Carlos (afluente do Rio Farias), ocorreu pelo menos um parâmetro fora do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 357/2005 para rios Classe 2 – Água Doce. Os parâmetros alumínio dissolvido, ferro dissolvido e manganês apresentaram maior incidência nos pontos.

3.5.9.2 Atualização dos dados de qualidade (2023)

A Tabela 11 apresenta os dados tabulares referente aos pontos de monitoramento da qualidade de água, conforme apresentado na Figura 23, dos corpos hídricos superficiais da UPG 8.1 – Tijucas.

Tabela 11 - descrição e localização dos pontos de monitoramento considerados na espacialização das informações de qualidade de água na UPG 8.1 - Tijucas

ID	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Referência	Rio	Origem do dado
1	736959,06	7004631,66	Ilhota	Rio da Mata	CONASA
2	736547,00	7002902,00	Sertãozinho	Afl. Rio Fabrício	CONASA
3	733612,82	7000954,62	Areal	Rio do Areal	CONASA
4	733614,63	6999463,59	São Paulinho	Rio São Paulinho	CONASA
5	739174,00	6995190,00	Foz Rio Perequê	Rio Perequê	IMA
6	739072,00	6995132,00	Estuário Perequê	Rio Perequê	UNIVALI
7	738855,10	6995071,00	Ponte Perequê	Rio Perequê	UNIVALI
8	738692,95	6995054,72	Ponte Perequê - M	Rio Perequê	UNIVALI
9	738232,55	6995276,72	Rio Perequê 1	Rio Perequê	UNIVALI
10	737671,47	6995505,29	Rio Perequê 2	Rio Perequê	UNIVALI
11	736836,63	6996213,62	Rio Perequê 3	Rio Perequê	UNIVALI
12	736339,21	6995888,10	Rio Perequê 4	Rio Perequê	UNIVALI
13	735540,00	6995219,00	Porto Belo	Rio Perequê	PLANO
14	733650,17	6995162,35	Morretes	Rio Perequê	CONASA
15	735535,81	6996539,17	Morretes 2	Afluente do Rio Perequê	IMA
16	735382,95	6989699,80	Santa Luzia - 1	Afl. Rio Santa Luzia	IMA
17	734288,21	6989833,00	Santa Luzia - 2	Afl. Rio Santa Luzia	IMA
18	734316,04	6984272,70	Estuário Rio Tijucas	Rio Tijucas	UNIVALI
19	727883,31	6981542,14	Tijucas	Rio Tijucas	IMA
20	712821,00	6981280,00	Qualiagua - São João	Rio Tijucas	QUALI
21	702389,00	6966020,00	Qualiagua - Major	Rio Garcia	QUALI
22	702090,00	6965584,00	Major Gercino	Rio Garcia	PLANO
23	700494,36	6963345,94	PCH 1 - J	Rio Garcia	IMA
24	698995,89	6961423,60	PCH 1 - R	Rio Garcia	IMA
25	700351,95	6959395,96	PCH 1 – M	Rio Garcia	IMA
26	697423,81	6955006,14	CGH 1	Rio Garcia	IMA
27	695703,00	6946831,00	Monitor Iac – P12	Rio Garcia	IAC
28	689180,33	6935419,42	Monitor Iac - P 16	Rio Bonito	IAC
29	697925,00	6942564,00	Monitor Iac - P 17	Rio das Antas	IAC
30	699058,00	6949698,00	Monitor Iac - P 11	Rio dos Mundéus	IAC
31	699278,00	6947083,00	Angelina	Rio dos Mundéus	PRHTB
32	690156,00	6954907,00	CGH 2 – J	Rio Engano	IMA
33	689601,00	6954462,00	CGH 2 – R	Rio Engano	IMA
34	687752,86	6953646,31	CGH 2 - M	Rio Engano	IMA
35	687285,00	6953479,00	CGH 3	Rio Engano	P + IMA

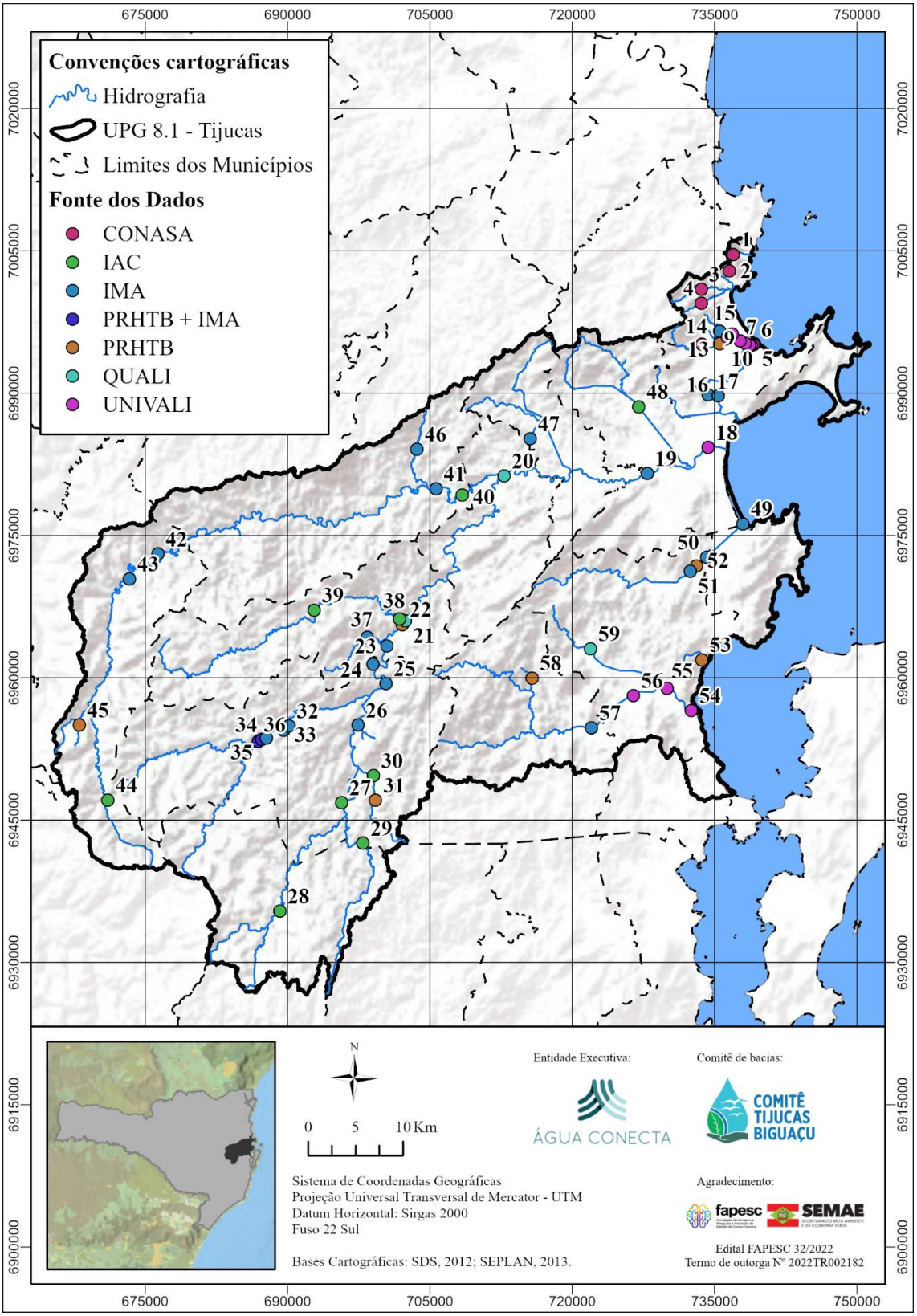
ID	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Referência	Rio	Origem do dado
36	686922,00	6953318,00	CGH 3 - M	Rio Engano	P + IMA
37	698391,00	6964263,00	CGH 4	Rio do Alho	IMA
38	701803,79	6966221,62	Monitor Iac - P 10	Rio Boa Esperança	IAC
39	692814,00	6967137,00	Monitor Iac - P 10	Rio Boa Esperança	IAC
40	708378,00	6979268,00	Monitor Iac - P 13	Rio Alto Braço	IAC
41	705631,02	6979935,38	Alto Braço - M	Rio Alto Braço	IMA
42	676346,00	6973062,00	CGH 5	Rio Alto Braço	IMA
43	673354,00	6970422,10	CGH 6	Rio Alto Braço	IMA
44	671063,00	6947117,00	Monitor Iac - P 09	Rio Alto Braço	IAC
45	668065,00	6955030,00	Ribeirão Areia	Rio Areia	PRHTB
46	703641,48	6984099,37	Madre - M	Rio dos Alferes	IMA
47	715558,00	6985199,00	Rio Do Moura - J	Rio do Moura	IMA
48	727008,00	6988578,00	Monitor Iac - P 14	Rio do Oliveira	IAC
49	737987,00	6976230,00	Inferninho - Foz	Rio Inferninho	IMA
50	734161,00	6972714,00	Inferninho - Br	Rio Inferninho	IMA
51	732421,00	6971237,00	Comunidade	Rio Inferninho	IMA
52	733072,00	6971788,00	Inferninho - M	Rio Inferninho	PRHTB
53	733653,00	6961908,00	São Miguel	-	PRHTB
54	732549,98	6956545,29	Estuário Biguaçu	Rio Biguaçu	UNIVALI
55	729967,00	6958912,00	Biguaçu 1	Rio Biguaçu	UNIVALI
56	726431,00	6958139,00	Biguaçu 2	Rio Biguaçu	UNIVALI
57	722019,18	6954709,80	Barramento	Rio Biguaçu	IMA
58	715749,00	6959979,00	Antonio Carlos	Afluente do Rio Farias	PRHTB
59	721929,00	6963060,00	Qualiagua - Biguaçu	Rio dos Três Riachos	QUALI

Legenda: IAC – Instituto Água Conecta; IMA – Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina; P – PRHTB (2018); QUALI – dados provenientes do programa QUALIAGUA do Governo do Estado de Santa Catarina.

Fonte: Autor (2023).

A Figura 23 apresenta a síntese dos pontos de monitoramento (Tabela 11) onde foi possível obter informações referentes a qualidade da água para a UPG 8.1 – Tijucas, a partir de dados do PRHTB e dados atualizados.

Figura 23 - Síntese dos dados de qualidade de água na UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Autor (2023)

Por meio do Sistema de Gestão de Processos Eletrônico (SGPe) foi possível acessar dados de pelo menos 22 pontos com algum laudo de qualidade de água proveniente do automonitoramento realizado por empresas que possuem atividades potencialmente poluidoras. As empresas estão espalhadas por diversos municípios da UPG 8.1 – Tijucas, de forma que uma boa cobertura de informações foi possibilitada com os dados de automonitoramento.

A Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI) também possuía dados de qualidade, em pelo menos 11 locais, com medições de qualidade e salinidade próximo a desembocadura dos principais rios da região (Perequê, Tijucas e Biguaçu), obtidos por meio de estudos (TCCs, dissertações e teses) do repositório da UNIVALI.

Também foram obtidos dados do Governo do Estado de Santa Catarina, que possui coletas trimestrais de qualidade de água por meio do Programa Qualiágua-SC. Os pontos disponíveis na UPG 8.1 – Tijucas são nos municípios São João Batista, Major Gercino e Biguaçu, sendo que foram utilizadas informações disponíveis entre março de 2020 e dezembro de 2022 (Santa Catarina, 2023).

A empresa CONASA (Águas de Itapema) que é a responsável pelo abastecimento do município de Itapema também forneceu dados para cinco pontos de monitoramento, assim como dados provenientes da empresa Águas de Bombinhas, que fica no Rio Tijucas no município de Tijucas.

Na Tabela 12 é apresentada a caracterização hidroquímica da água superficial dos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas. Para cada ponto foi considerada a mediana dos laudos/análises existentes. Nos casos de Limite de Quantificação (LQ), foi adotada a metade do LQ (ou LQ/2).

Tabela 12 - Caracterização hidroquímica das águas superficiais dos pontos de monitoramento considerados na espacialização das informações de qualidade de água na UPG 8.1 - Tijucas

ID	Referência	OD	$DBO_{5,20}$	$N\text{-}NO_3^-$	Pt	$N\text{-}NH_4^+$	$P\text{-}PO_4^{3-}$	pH	Colif.	Salin.
	Unidade	**mg/l**							**NMP/ 100 mL**	**‰**
1	Ilhota	7,60	2,00	0,15	0,03	0,25	-	7,20	240,00	-
2	Sertãozinho	9,40	2,00	0,21	0,02	0,25	-	7,65	170,00	-
3	Areal	7,90	2,00	0,14	0,02	0,25	-	7,15	310,00	-
4	São Paulinho	8,61	2,00	0,14	0,02	0,20	-	7,34	260,00	-
5	Foz Rio Perequê	2,73	3,12	7,97	0,00	3,64	-	6,70	32	15,0
6	Estuário Perequê	-	-	-	-	-	-	-	-	26,25
7	Ponte Perequê	8,50	-	0,07	0,03	0,4	-	8,39	-	25,4
8	Ponte Perequê - M	-	-	-	-	-	-	-	-	19,50
9	Rio Perequê 1	-	-	-	-	-	-	-	-	17,5
10	Rio Perequê 2	-	-	-	-	-	-	-	-	14,5
11	Rio Perequê 3	-	-	-	-	-	-	-	-	8,75
12	Rio Perequê 4	-	-	-	-	-	-	-	-	7,35

13	Porto Belo	-	-	0,91	0,01	0,05	-	-	-	-
14	Morretes	-	2,00	0,14	0,02	0,25	-	7,20	-	-
15	Morretes 2	-	9,35	-	-	3,35	-	6,98	28500,00	-
16	Santa Luzia - 1	-	3,30	-	0,25	1,48	-	7,04	65,25	-
17	Santa Luzia - 2	-	2,50	-	0,05	0,21	-	7,03	-	-
18	Estuário Rio Tijucas	-	-	0,16	0,01	0,28	0,45	-	-	2,15
19	Tijucas	-	2,00	0,11	0,06	0,15	-	7,40	240,00	-
20	Qualiagua São João	-	2,00	0,22	0,03	0,20	-	7,09	840,00	-
21	Qualiagua Major	-	2	0,192	0,03	0,15	0,03	7,24	700	-
22	Major Gercino	-	-	0,65	0,01	0,05	-	-	-	-
23	PCH 1 - J	-	3,00	0,24	0,05	0,25		7,00	459,50	-
24	PCH 1 - R	-	3,00	0,22	0,05	0,20	-	7,09	182,00	-
25	PCH 1 – M	-	3,00	0,17	0,05	0,20	-	7,00	494,50	-
26	CGH 1	-	1,00		0,01	-	-	6,92	540,00	-
27	Monitor Iac – P12	-	0,58	0,86	0,04	-	-	7,29	139,10	0,03
28	Monitor Iac - P 16	10,00	0,50	0,36	0,03	-	-	5,32	0,5	0,0
29	Monitor Iac - P 17	8,90	0,05	0,54	0,03	-	-	6,44	318	0,0
30	Monitor Iac - P 11	8,90	0,93	1,79	0,30	-	-	6,83	0,50	0,02
31	Angelina	-	-	0,455	0,01	0,05	-	-	-	-
32	CGH 2 – J	8,25	1,395	0,389	0,059	-	-	7,235	1295	-
33	CGH 2 – R	7,68	1,395	1,349	0,065	-	-	7,15	1800	-
34	CGH 2 - M	8,1	1,395	0,965	0,051	-	-	7,25	1500	-
35	CGH 3	8,56	1,40	1,60	0,05	-	0,01	7,09	1900,00	-
36	CGH 3 - M	8,73	1,40	1,50	0,03	-	0,01	7,26	1900,00	-
37	CGH 4	8,15	1,5	0,19	0,0625	-	-	6,895	310	-
38	Monitor Iac - P 10	10,70	0,05	0,97	0,02	-	-	6,41	59	0,02
39	Monitor Iac - P 10	8,50	3,30	1,00	0,03	-	-	8,54	-	0,02
40	Monitor Iac - P 13	9,75	1,43	1,82	0,12	-	-	6,46	1553,10	0,03
41	Alto Braço - M	-	8,18	0,06	0,02	0,09	-	5,28	70450,00	-
42	CGH 5	8,73	1,40	2,16	0,03	0,17	-	7,27	330,00	-
43	CGH 6	9,40	1,40	2,90	0,05	0,19	-	7,13	4000,00	-
44	Monitor Iac - P 09	10,00	0,05	0,52	0,40	-	-	6,88	454,10	0,03
45	Ribeirão Areia	-	-	1,50	0,01	0,05	-	-	-	-
46	Madre - M	-	2,00	0,95	0,02	0,25	-	7,30	-	-
47	Rio Do Moura - J	7,93	3,60	-	0,01	-	-	6,72	1600,00	-
48	Monitor Iac - P 14	9,35	0,05	1,38	0,07	-	-	6,31	55,55	0,04
49	Inferninho - Foz	5,90	17,40	-	0,132	-	-	7,10	-	-
50	Inferninho - Br	6,27	15,60	-	0,063	-	-	6,86	-	-
51	Comunidade	6,83	11,10	-	0,096	-	-	7,03	-	-
52	Inferninho - M	7,12	1,00	0,49	-	0,61	0,03	6,86	-	-
53	São Miguel	-	-	0,49	0,01	0,05	-	-	-	-
54	Estuário Biguaçu	-	-	0,276	-	-	0,02	-	-	12,5
55	Biguaçu 1	-	-	0,235	-	-	0,023	-	-	-
56	Biguaçu 2	-	-	0,348	-	-	0,015	-	-	-
57	Barramento	5,46	1,40	4,11	0,08	-	-	6,62	35000,00	-
58	Antonio Carlos	-	-	0,55	0,01	0,05	-	-	-	-
59	Qualiagua Biguaçu	8,05	2,00	0,25	0,04	0,25	-	7,16	470,00	-

Legenda: ID: identificador; Referência: nomeclatura de referência; OD: Oxigênio Dissolvido; $DBO_{5,20}$: Demanda Bioquímica de Oxigênio; NO_3^-: nitrato; Pt: Fósforo total; pH: potencial hidrogeiônico; Colif: coliformes termotolerantes; NH_4^+: nitrogênio amoniacal; PO_4^{3-}: fosfato; Salin.: Salinidade; -: sem dados. * conversão de fosfato (PO_4^{3-}) para fósforo total (Pt).

Fonte: Autor (2023).

3.5.9.3 Espacialização da situação atual das classes

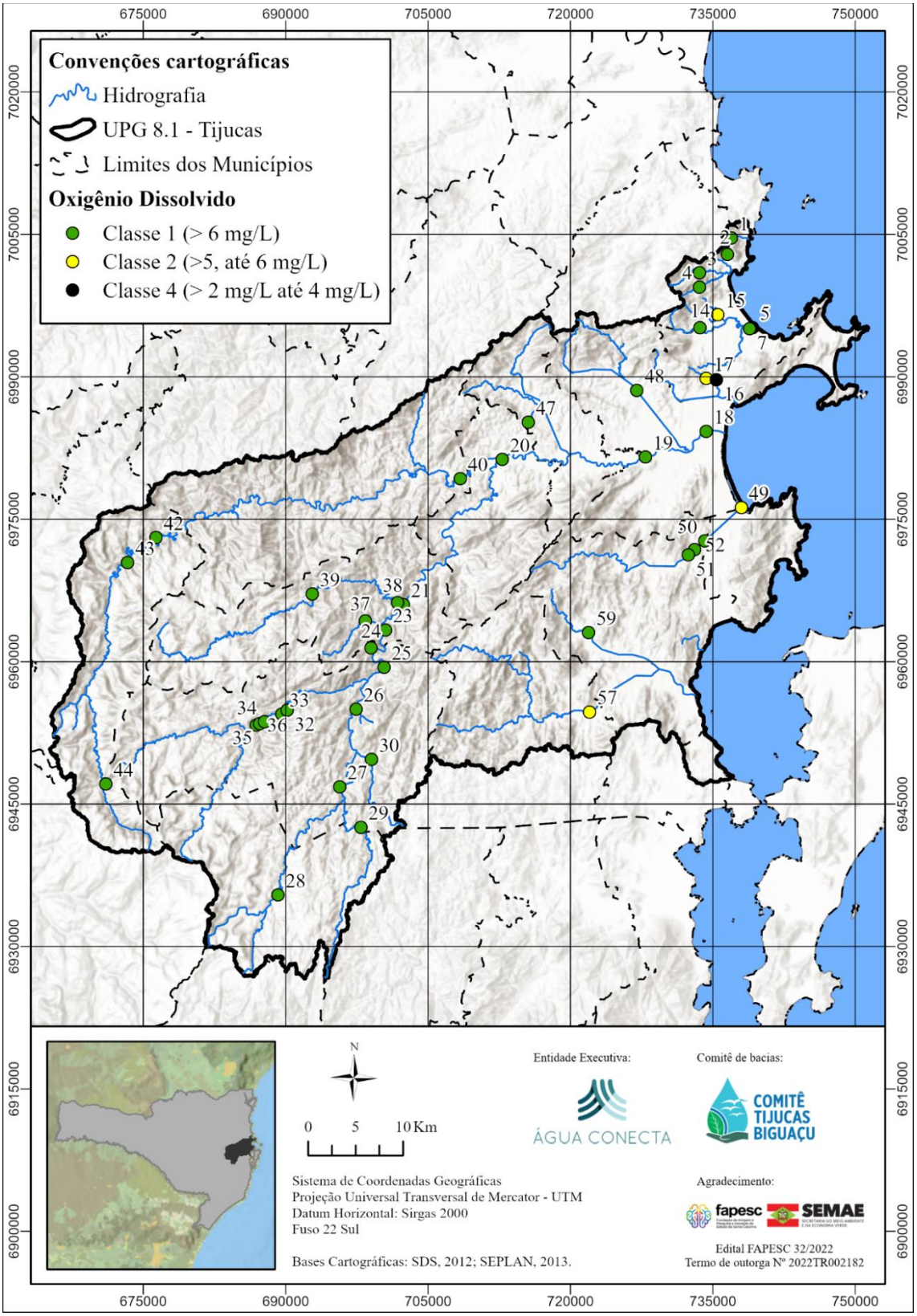
Foram selecionados cinco parâmetros de qualidade da água para realizar o diagnóstico da qualidade da água da UPG 8.1 – Tijucas, sendo eles: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20^oC}$), fósforo total (Pt), nitrato (NO_3^-), e coliformes termotolerantes. Esses parâmetros foram selecionados considerando a importância para os fins de enquadramento de corpos d'água, além de que esses parâmetros apresentam facilidade de monitoramento e são comumente utilizados (Bittencourt; Fernandes; Gallego, 2019).

Foi utilizada a mediana de cada parâmetro tendo em vista o histórico (laudos/análises) e o ponto de monitoramento. Nos casos de Limite de Quantificação (LQ), foi adotada a metade do LQ (ou LQ/2).

Nas Figura 24, Figura 25, Figura 26, Figura 27 e Figura 28 é demonstrada a situação atual para OD, $DBO_{5,20^oC}$, Pt, nitrato e coliformes termotolerantes, respectivamente. Estes resultados apresentam a **mediana da situação atual** de cada parâmetro tendo em vista as Classes 1 (verde), 2 (amarelo), 3 (vermelho) e 4 (preto) de enquadramento da Resolução CONAMA 357/2005.

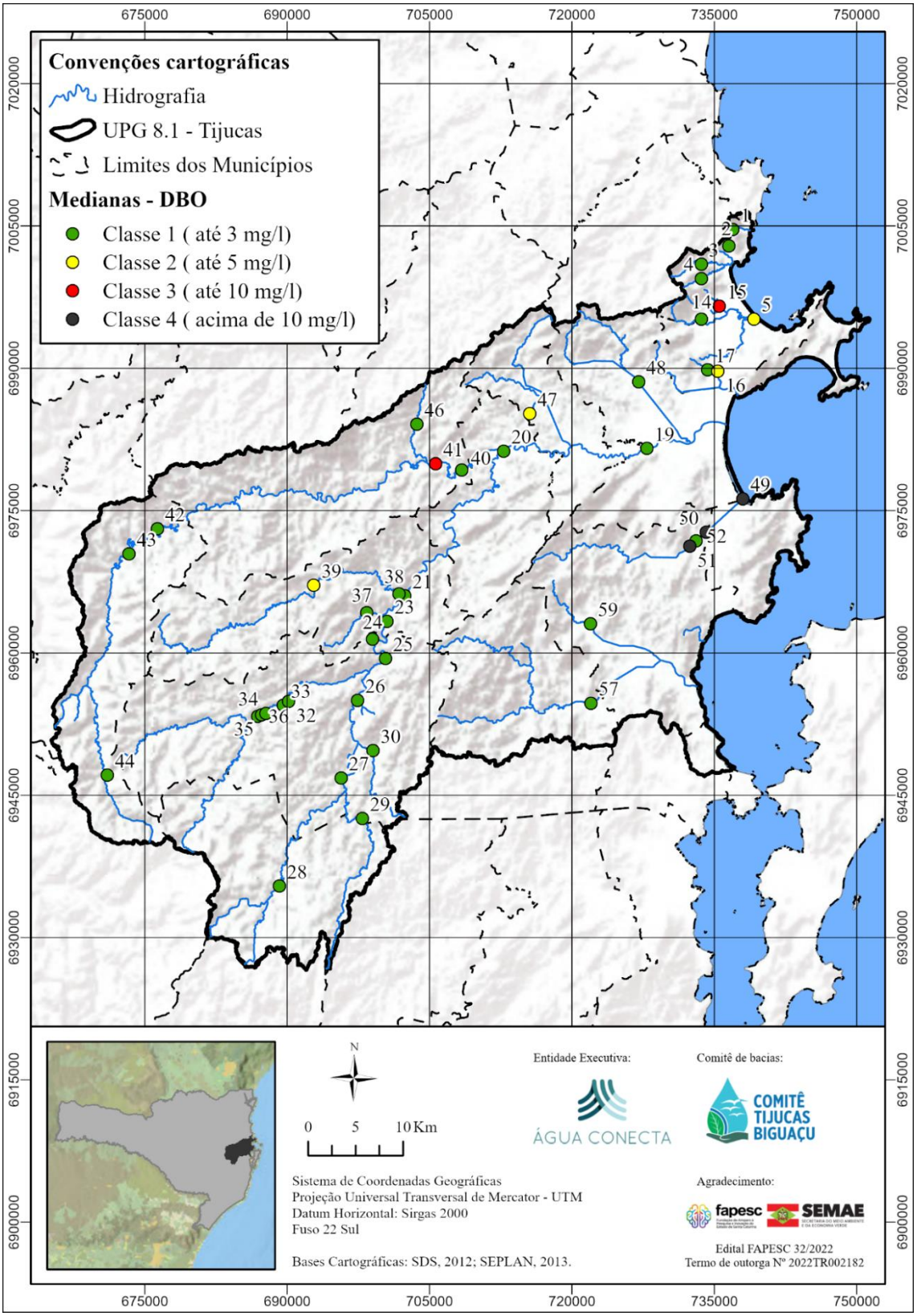
Em relação a situação da qualidade, pode-se perceber que os maiores problemas em relação a qualidade das águas na UPG 8.1 – Tijucas, é referente a $DBO_{5,20}$, principalmente na parte baixa (planície) da UPG 8.1 - Tijucas. Nesta região há o maior adensamento urbano, industrial e do arroz irrigado, Figura 25 e Figura 30. Em relação ao fósfofo total (Pt), percebe-se que parte das concentrações mais elevadas ocorre nas áreas de cabeceiras, Figura 27 e Figura 32, possivelmente relacionado à agricultura e pecuária. O fósforo, comumente é utilizado como fertilizante, podendo ser lixiviado para água superficiais. Além disso, dejetos animais (aplicados na agricultura e na pastagem) também são ricos em nutrientes. Quanto aos coliformes termotolerantes, há problemas de alta concentração de forma distribuída, Figura 28 e Figura 33.

Figura 24 - Síntese dos dados da situação atual do oxigênio dissolvido na UPG 8.1 – Tijucas



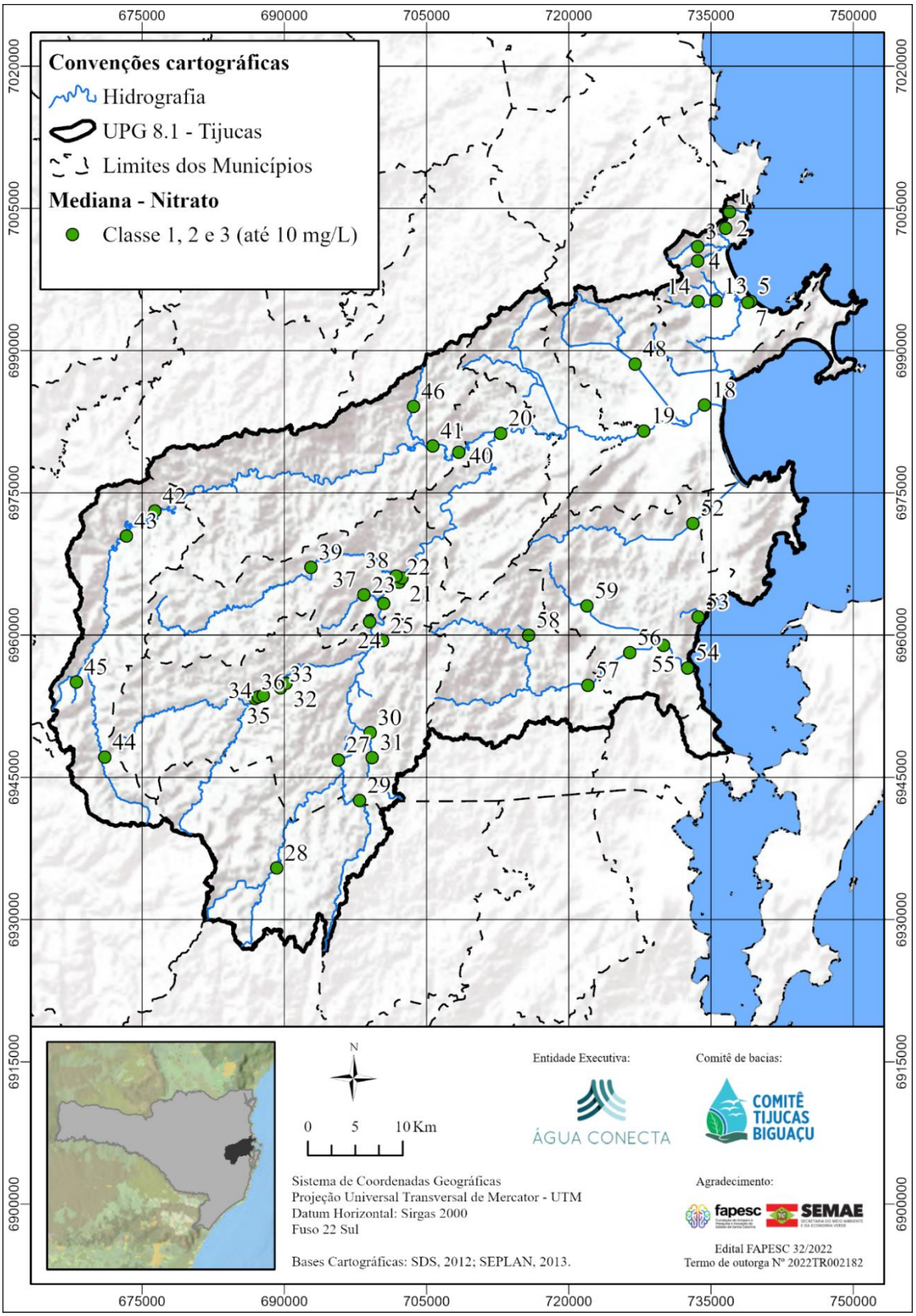
Fonte: Autor (2023)

Figura 25 - Síntese dos dados dos dados da situação atual de DBO na UPG 8.1 – Tijucas



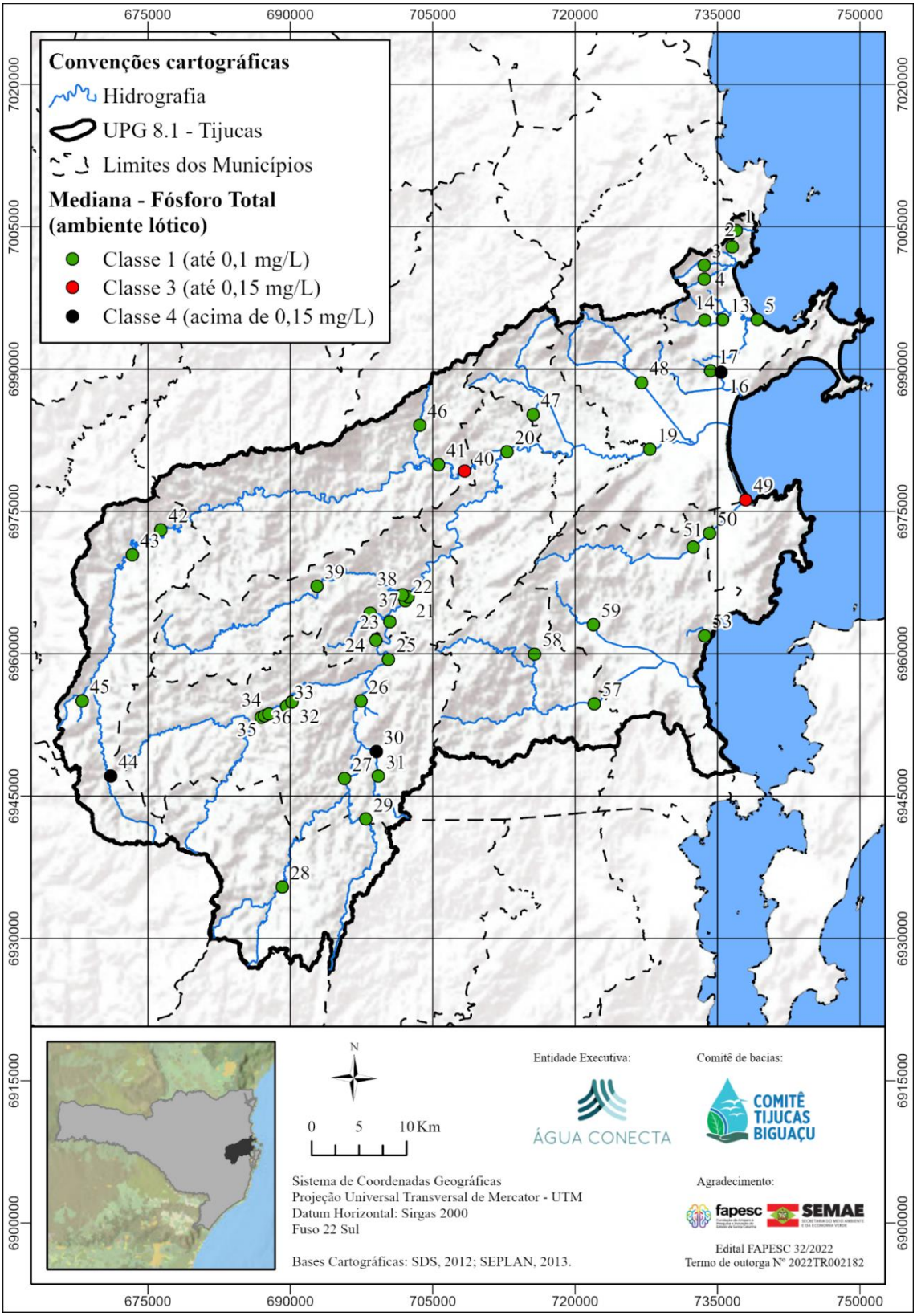
Fonte: Autor (2023)

Figura 26 - Síntese dos dados da situação atual de nitrato (NO_3^-) na UPG 8.1 – Tijucas



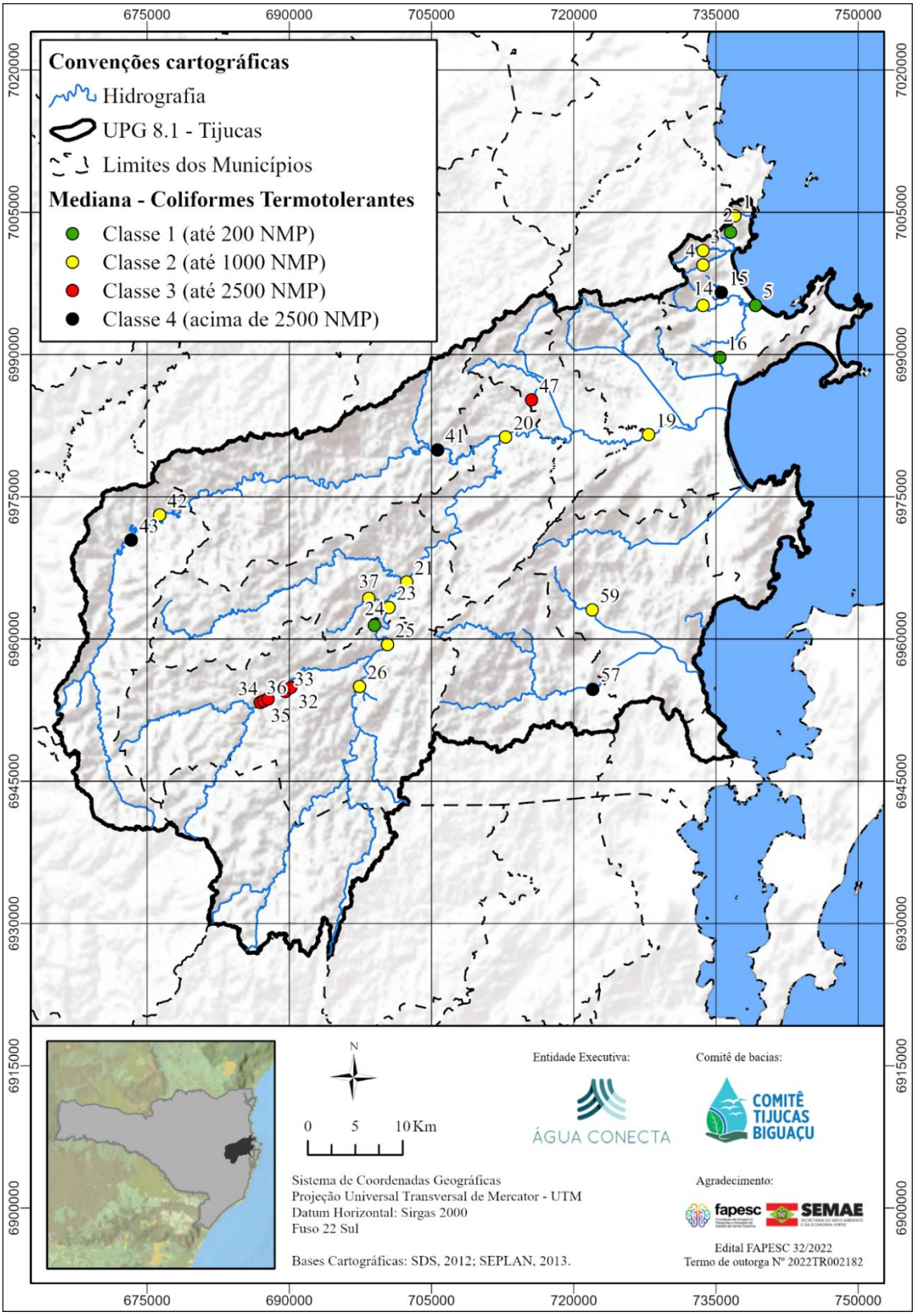
Fonte: Autor (2023)

Figura 27 - Síntese dos dados da situação atual de fósforo total (Pt) na UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Autor (2023).

Figura 28 - Síntese dos dados da situação atual de coliformes termotolerantes na UPG 8.1 – Tijucas



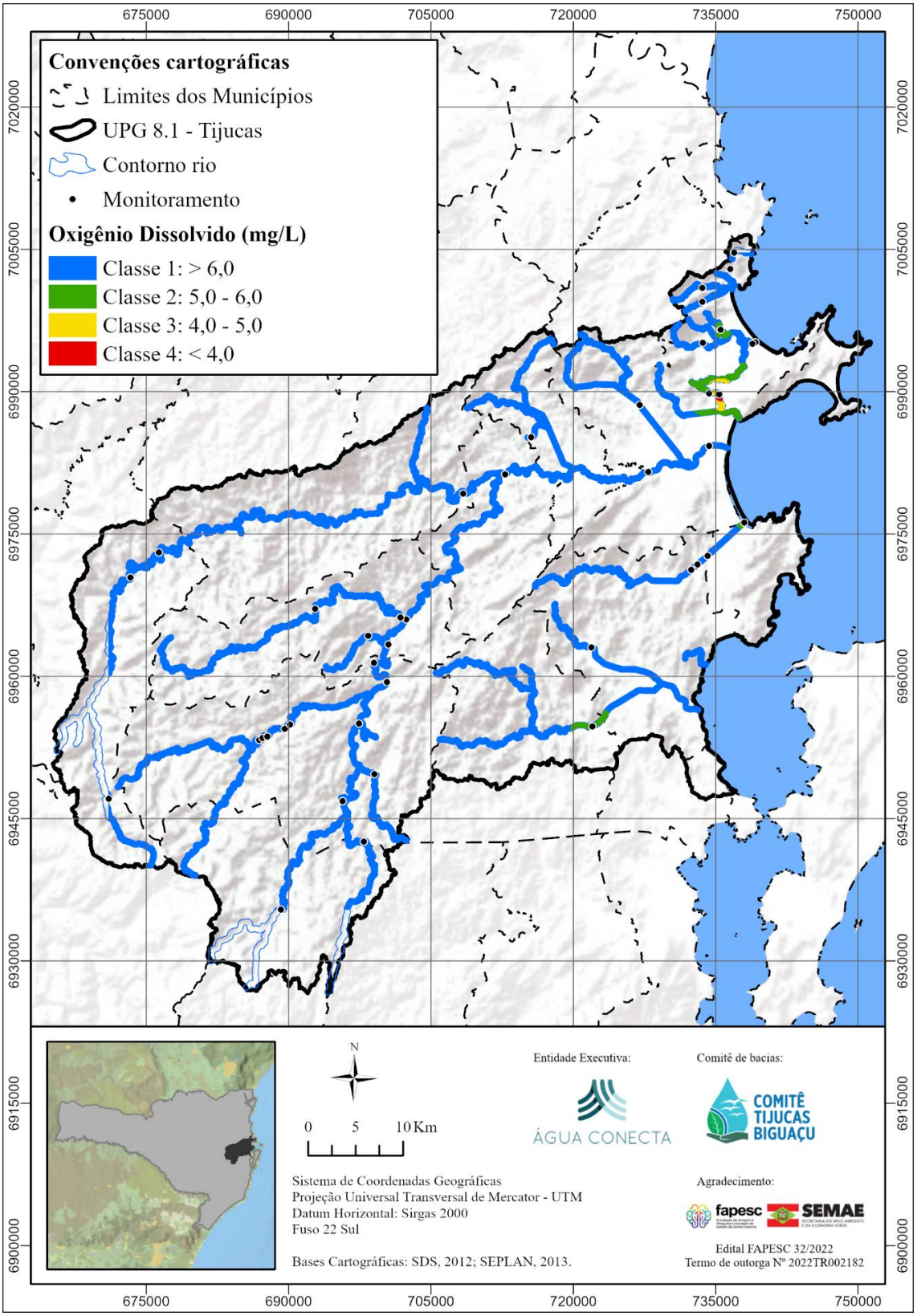
Fonte: Autor (2023)

Abaixo, nas Figura 29, Figura 30, Figura 31, Figura 32 e Figura 33 foi demonstrada a espacialização (interpolação pelo método do inverso quadrado da distância – IDW citado na metodologia) da **situação atual** para OD, $DBO_{5,20^{o}C}$, Pt, nitrato e coliformes termotolerantes, respectivamente.

Cabe informar que os mapas de interpolação foram gerados apenas para melhorar a visualização (temática) das informações de qualidade da água. No entanto, recomenda-se que a avaliação seja realizada por pontos com dados de qualidade. Assume-se que esta técnica, pode introduzir vieses na interpretação, uma vez que, trechos entre dois pontos avaliados podem estar representados por uma classe que não reflete a real condição do trecho do rio. Além disso, ressalta-se a importância da realização do monitoramento de qualidade da água continuado no maior número possível de pontos em um curso d'água.

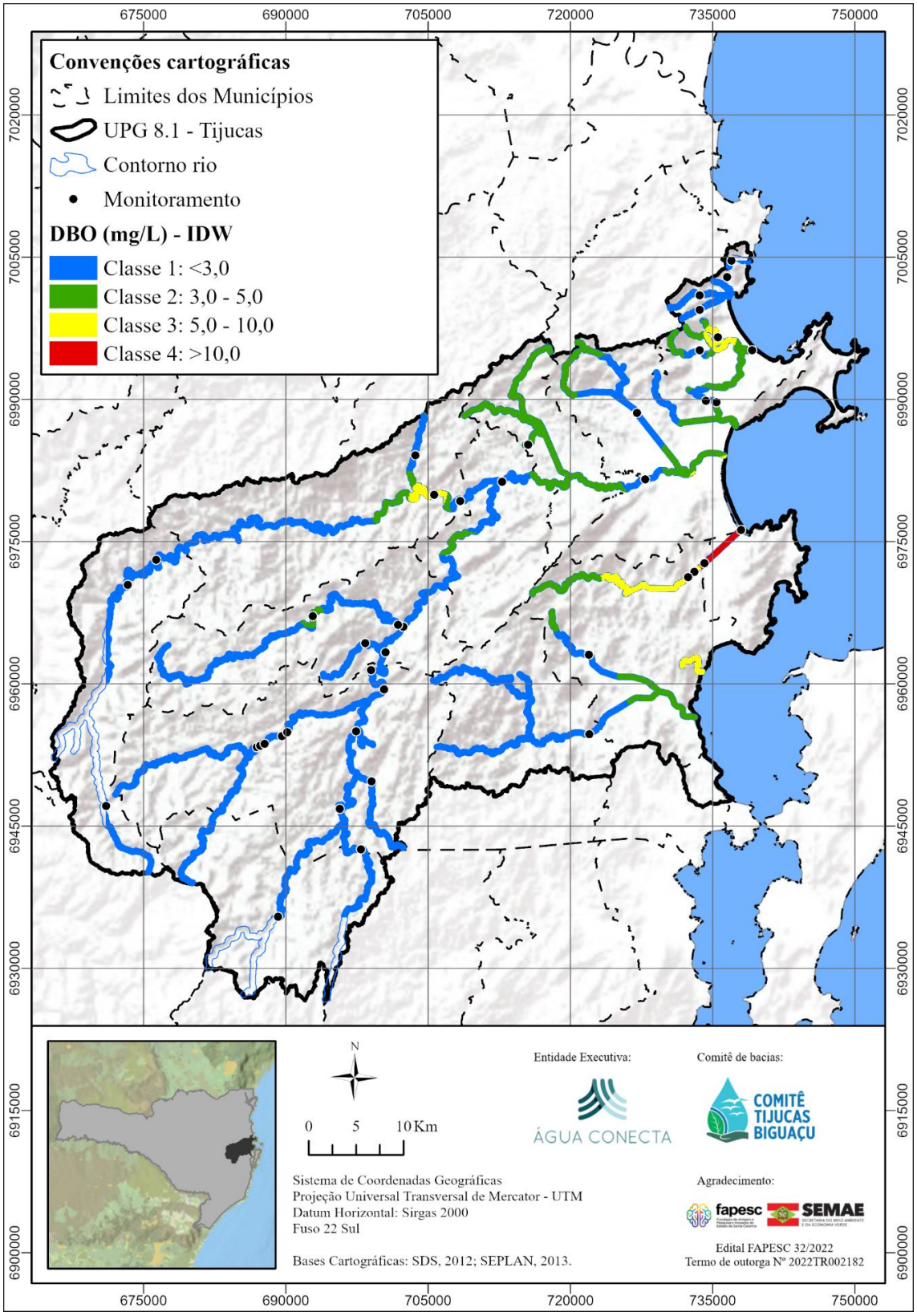
A problemática relacionada aos coliformes termotolerantes foi evidenciada nas análises, geralmente relacionada a falta de tratamento de esgotos domésticos, especialmente em áreas mais urbanizadas. Essas bactérias são oriundas das fezes de animais de sangue quente. Nas regiões de cabeceira, como no Rio Alto Braço e o Rio Garcia, o problema é proporcionalmente menor, porém ainda evidenciado. Nessas áreas, onde há atividade pecuária, a presença de coliformes termotolerantes nos rios, pode estar relacionada ao manejo inadequado dos dejetos de origem animal, somado à sistemas de tratamento individual de esgoto, sem a devida manutenção ou até mesmo lançamento de efluentes in natura nos corpos hídricos superficiais.

Figura 29 - Interpolação (IDW) das concentrações de oxigênio dissolvido nos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas



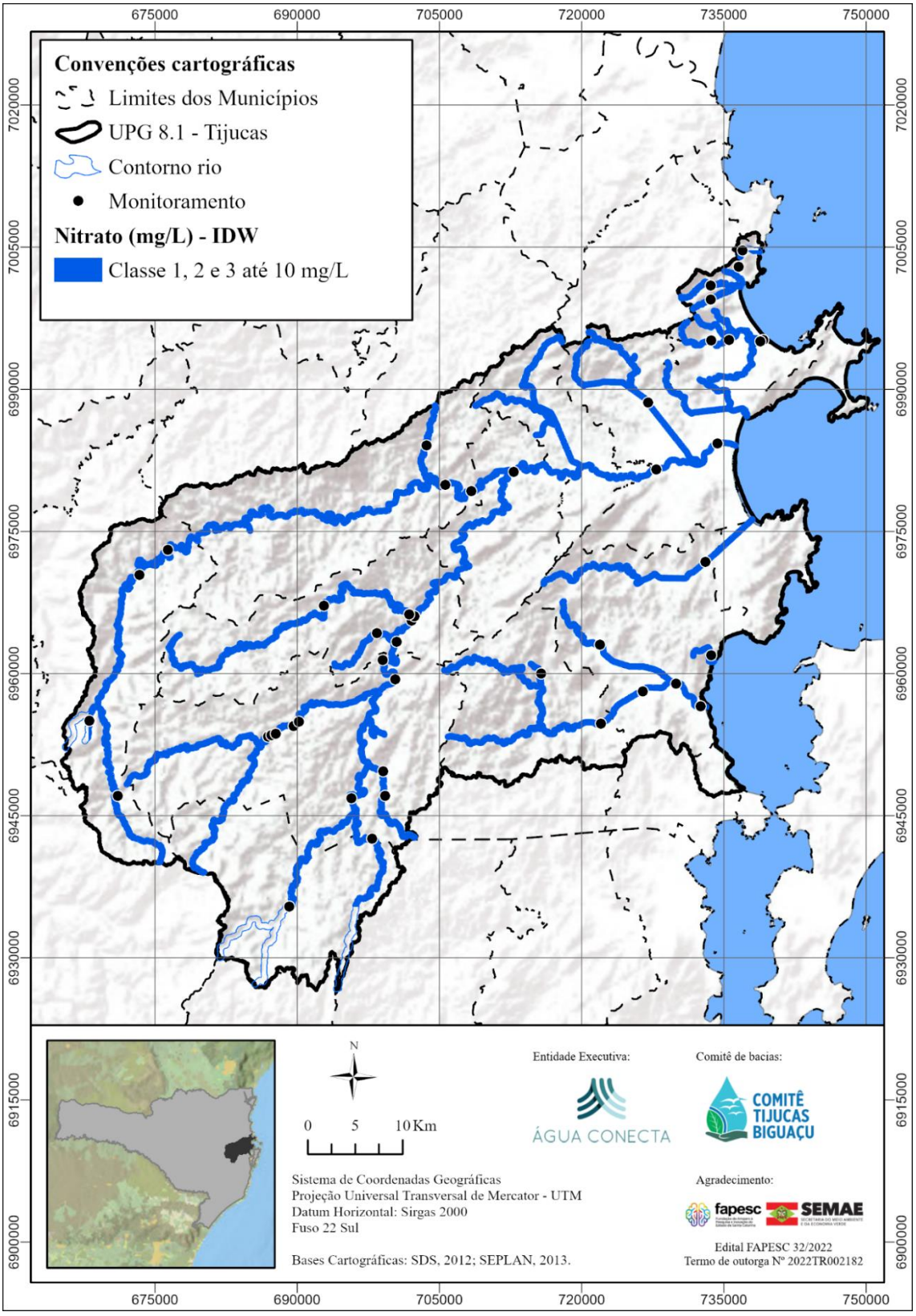
Fonte: Autor (2023)

Figura 30 - Interpolação (IDW) das concentrações de DBO nos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas



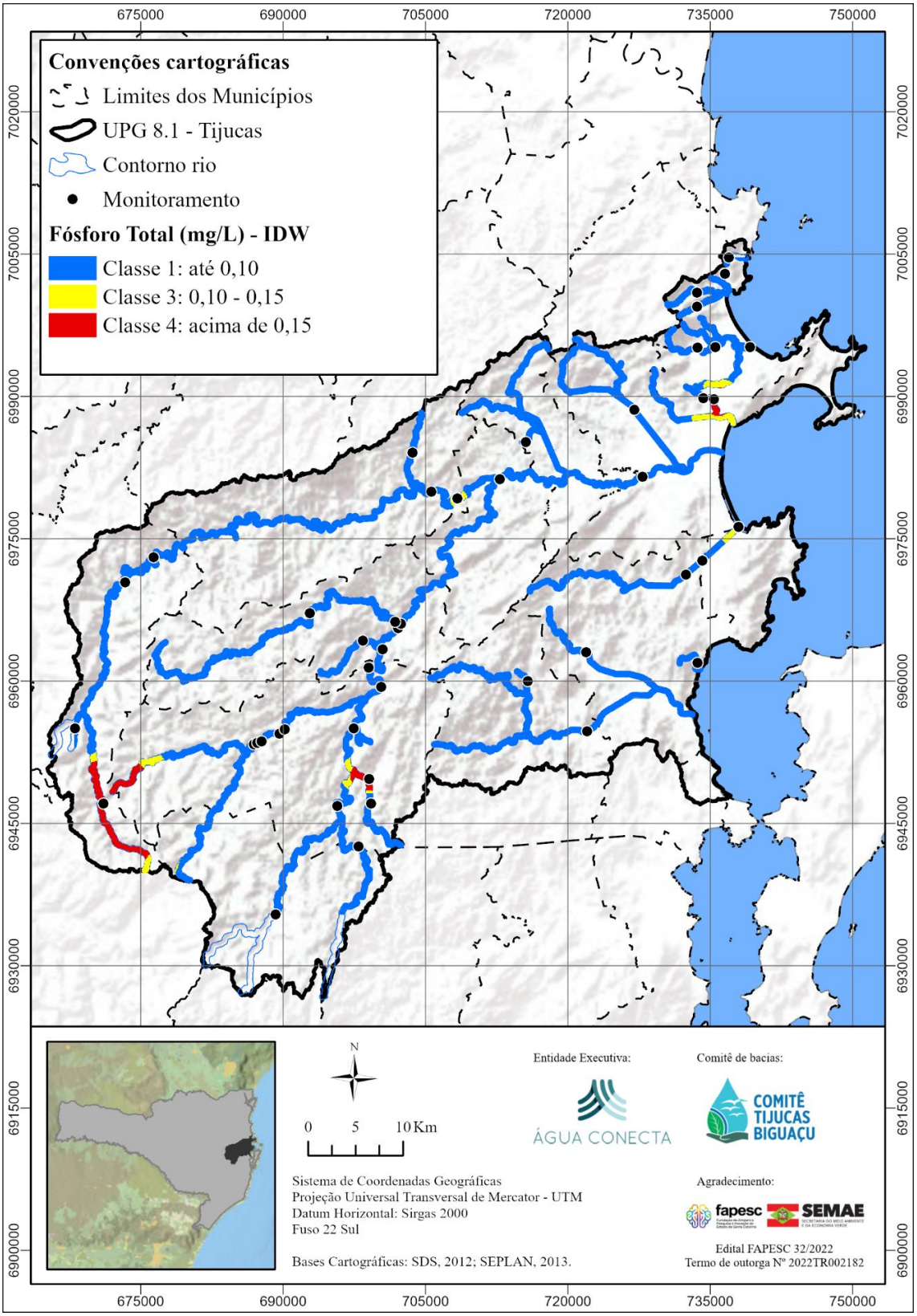
Fonte: Autor (2023)

Figura 31 - Interpolação (IDW) das concentrações de nitrato (NO_3^-) nos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas



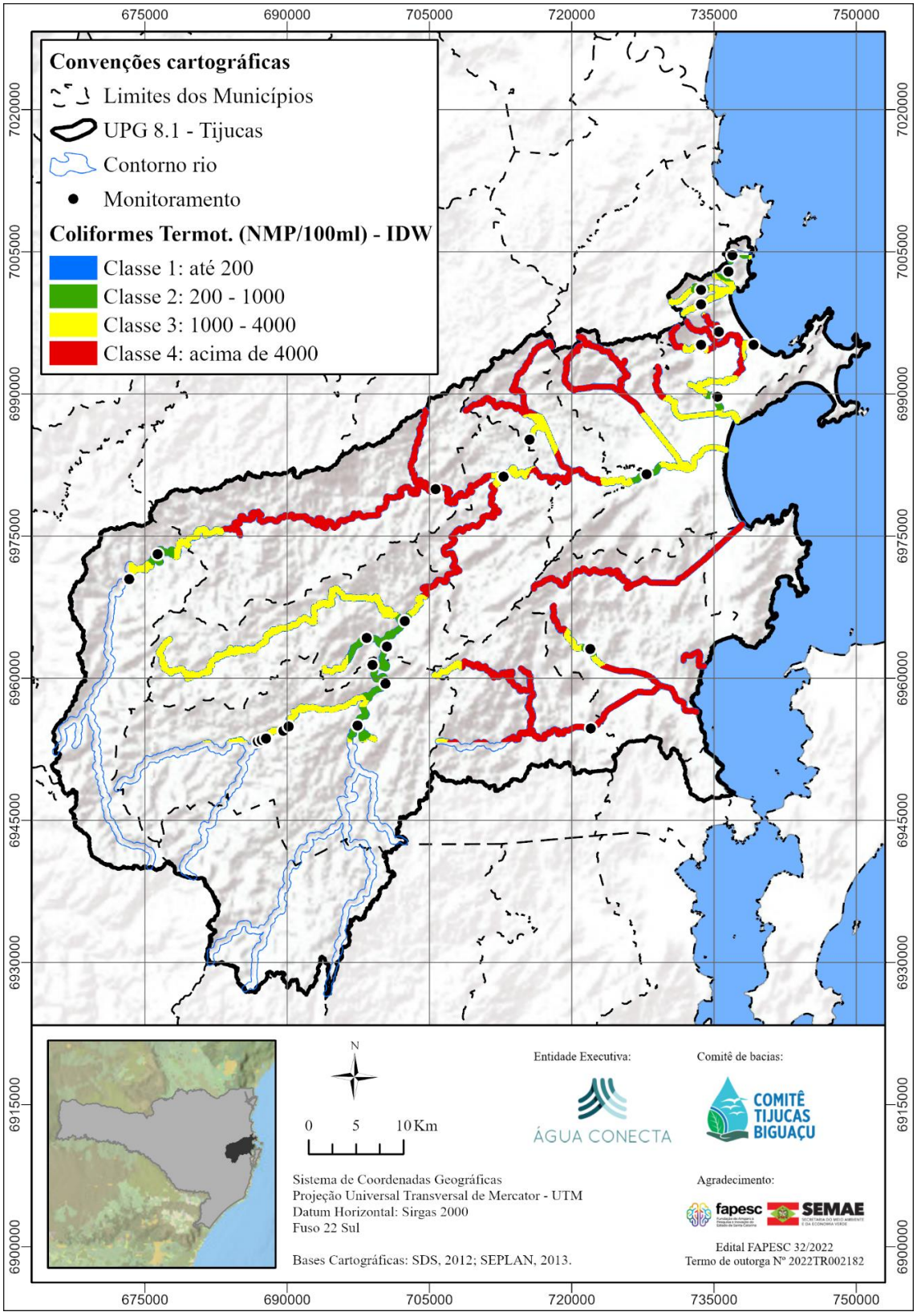
Fonte: Autor (2023)

Figura 32 - Interpolação (IDW) das concentrações de fósforo total (Pt) nos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Autor (2023)

Figura 33 - Interpolação (IDW) das concentrações de coliformes termotolerante nos pontos de monitoramento da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Autor (2023)

3.5.10 Água salobra

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, a salinidade é o parâmetro indicado para classificar a água doce, salina ou salobra. A água doce apresenta salinidade igual ou inferior a 0,5‰, enquanto a salobra varia entre 0,5 e 30‰. Essa classificação é relevante na interpretação das classes de enquadramento, pois as faixas de concentração dos parâmetros são distintas de acordo com a salinidade (Tabela 13) (CONAMA, 2005).

Tabela 13 - Concentração máxima permitida em água salobra por classe

Parâmetros	**Unidades**	**Classe 1**	**Classe 2**	**Classe 3**
*COT**	mg $C.L^{-1}$	3	5	10
OD	mg $O_2.L^{-1}$	> 5	> 4	> 3
pH		6,5 a 8,5		5 a 9
Fósforo Total	mg $P.L^{-1}$	0,124	0,186	-
Nitrato	mg $N.L^{-1}$	0,40	0,70	-
Nitrogênio Amoniacal	mg $N.L^{-1}$	0,40	0,70	-
Coliformes Termotolerantes	Org.100 mL^{-1}	1000	2500	4000

*COT = carbono orgânico total.

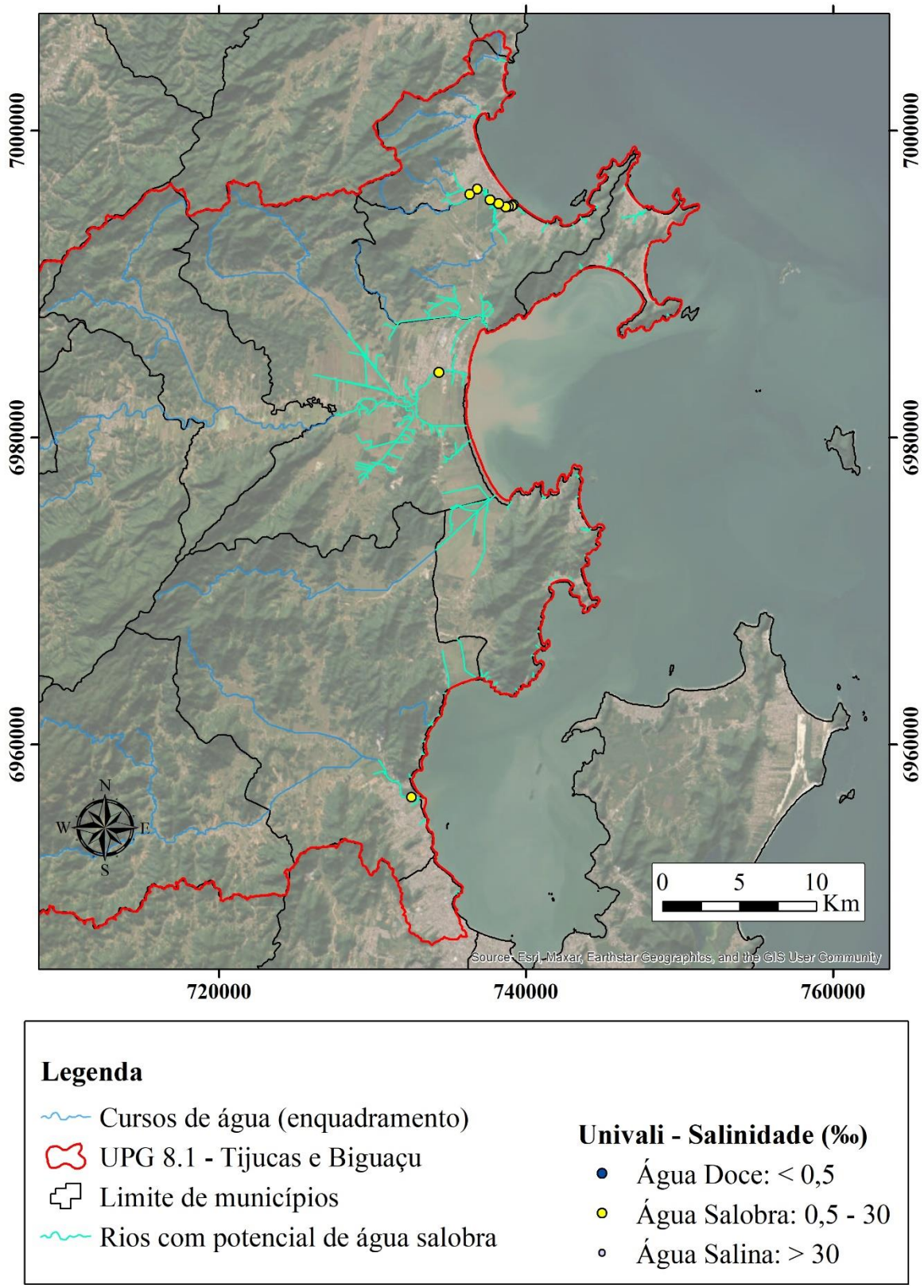
Fonte: CONAMA (2005).

Na UPG 8.1 – Tijucas foram obtidos dados de salinidade por meio de estudos do repositório de trabalhos de conclusão de curso, dissertações e teses, realizados pela Universidade do Vale do Itajai – UNIVALI (Figura 34). Para os demais cursos de água com foz no Oceano Atlântico, em função da falta de dados de salinidade, optou-se por utilizar o modelo digital do terreno (MDT) para estipular o ponto de transição entre as águas doce e salobra (Figura 34). Os trechos dos rios que possuem elevação de até 1,0 m foram classificados como potenciais de água salobra.

Vale lembrar que em Santa Catarina, enquanto não for aprovado o novo enquadramento para os corpos de água superficiais, a Resolução CERH nº 001/2008 adota a classificação da Resolução CONAMA nº 357/2005: "Art. 42. **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** (CONAMA, 2005)."

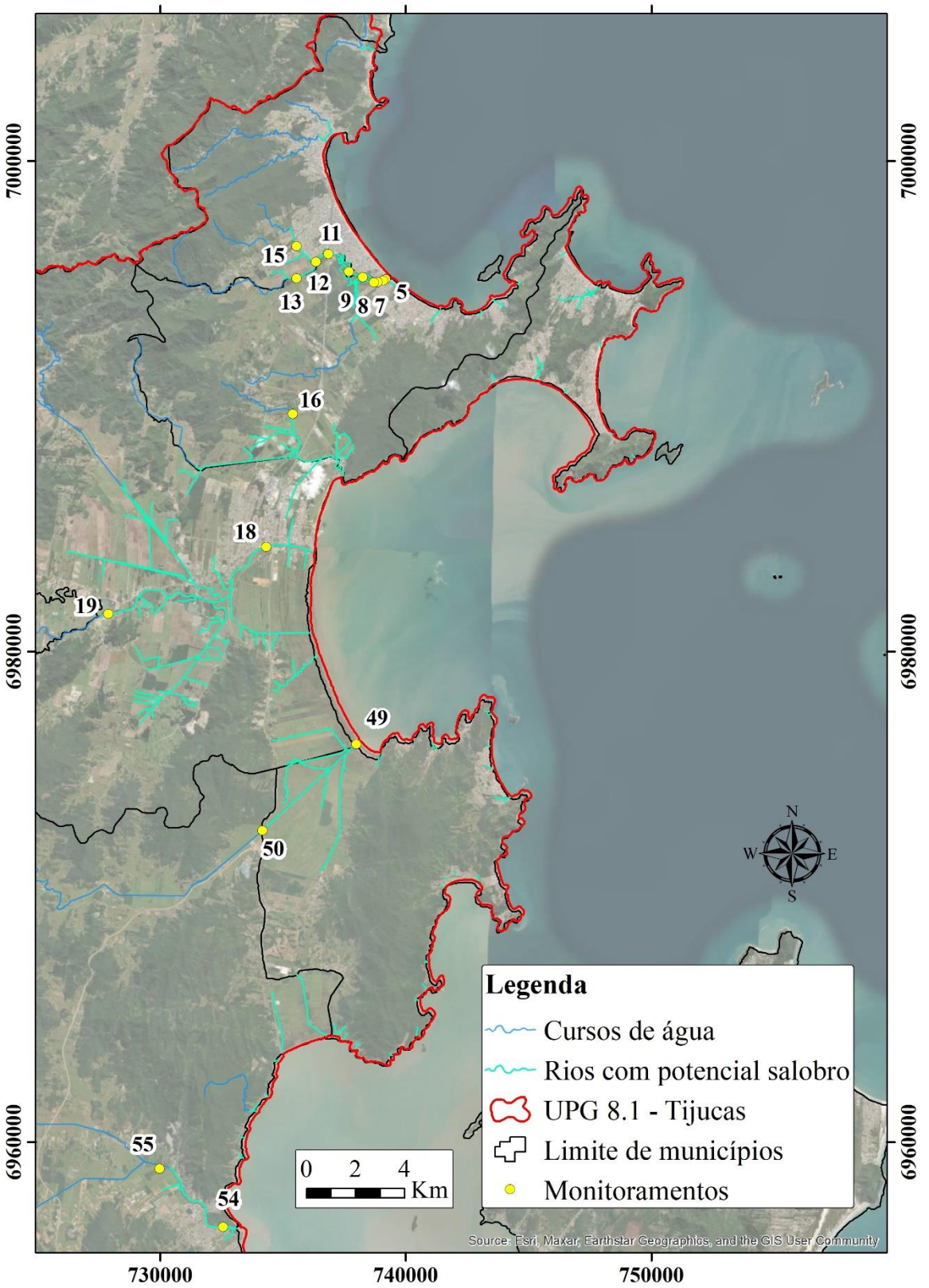
Na Figura 35 foram apresentados os pontos de monitoramento (Tabela 14) que estão na faixa considerada como curso de água com potencial de água salobra.

Figura 34 - Cursos de água até a faixa de 1m no Modelo Digital de Terreno (MDT) e pontos de monitoramento com registro de salinidade (UNIVALI), UPG 8.1 - Tijucas



Fonte: Autor (2023)

Figura 35 – Pontos de monitoramento situados na faixa - rios com potencial de água salobra, UPG 8.1 - Tijucas



Fonte: Autor (2023)

Na Tabela 14 é apresentada a caracterização hidroquímica dos pontos de monitoramento situados na zona de rios com potencial água salobra na UPG 8.1 – Tijucas.

Tabela 14 - Caracterização hidroquímica das águas superficiais dos pontos de monitoramento situados na zona considerada de água salobra da UPG 8.1 - Tijucas

ID	Referência	OD	$DBO_{5,20}$	NO_3^-	Pt	NH_4^+	PO_4^{3-}	pH	Colif.	Salin.
	Unidade	mg/l							NMP/ 100 mL	‰
5	Foz Rio Perequê	2,73	3,12	7,97	0,00	3,64	-	6,70	32	15,0
6	Estuário Perequê	-	-	-	-	-	-	-	-	26,25
7	Ponte Perequê	8,50	-	0,07	0,03	0,4	1,0	8,39	-	25,4
8	Ponte Perequê - M	-	-	-	-	-	-	-	-	19,50
9	Rio Perequê 1	-	-	-	-	-	-	-	-	17,5
10	Rio Perequê 2	-	-	-	-	-	-	-	-	14,5
11	Rio Perequê 3	-	-	-	-	-	-	-	-	8,75
12	Rio Perequê 4	-	-	-	-	-	-	-	-	7,35
13	Porto Belo	-	-	0,91	0,01	0,05	-	-	-	-
14	Morretes	-	2,00	0,14	0,02	0,25	-	7,20	-	-
15	Morretes 2	-	9,35	-	-	3,35	-	6,98	28500,00	-
16	Santa Luzia - 1	-	3,30	-	0,25	1,48	-	7,04	65,25	-
18	Estuário Rio Tijucas	-	-	0,16	0,01	0,28	0,45	-	-	2,15
19	Tijucas	-	2,00	0,11	0,06	0,15	-	7,40	240,00	-
49	Inferninho - Foz	5,90	17,40	-	0,132	-	-	7,10	-	-
50	Inferninho - Br	6,27	15,60	-	0,063	-	-	6,86	-	-
54	Estuário Biguaçu	-	-	0,276	0,000*	-	0,02	-	-	12,5
55	Biguaçu 1	-	-	0,235	0,000*	-	0,023	-	-	-

Legenda: Classe 1 – verde; Classe 2 – amarelo; Classe 3 – rosa. *Conversão do valor com base nas concentrações de fosfato (PO_4^{3-}) para fósforo total (Pt), no qual, C_{orto} (g) = 0,326 * CPt (g).

Fonte: Autor (2023).

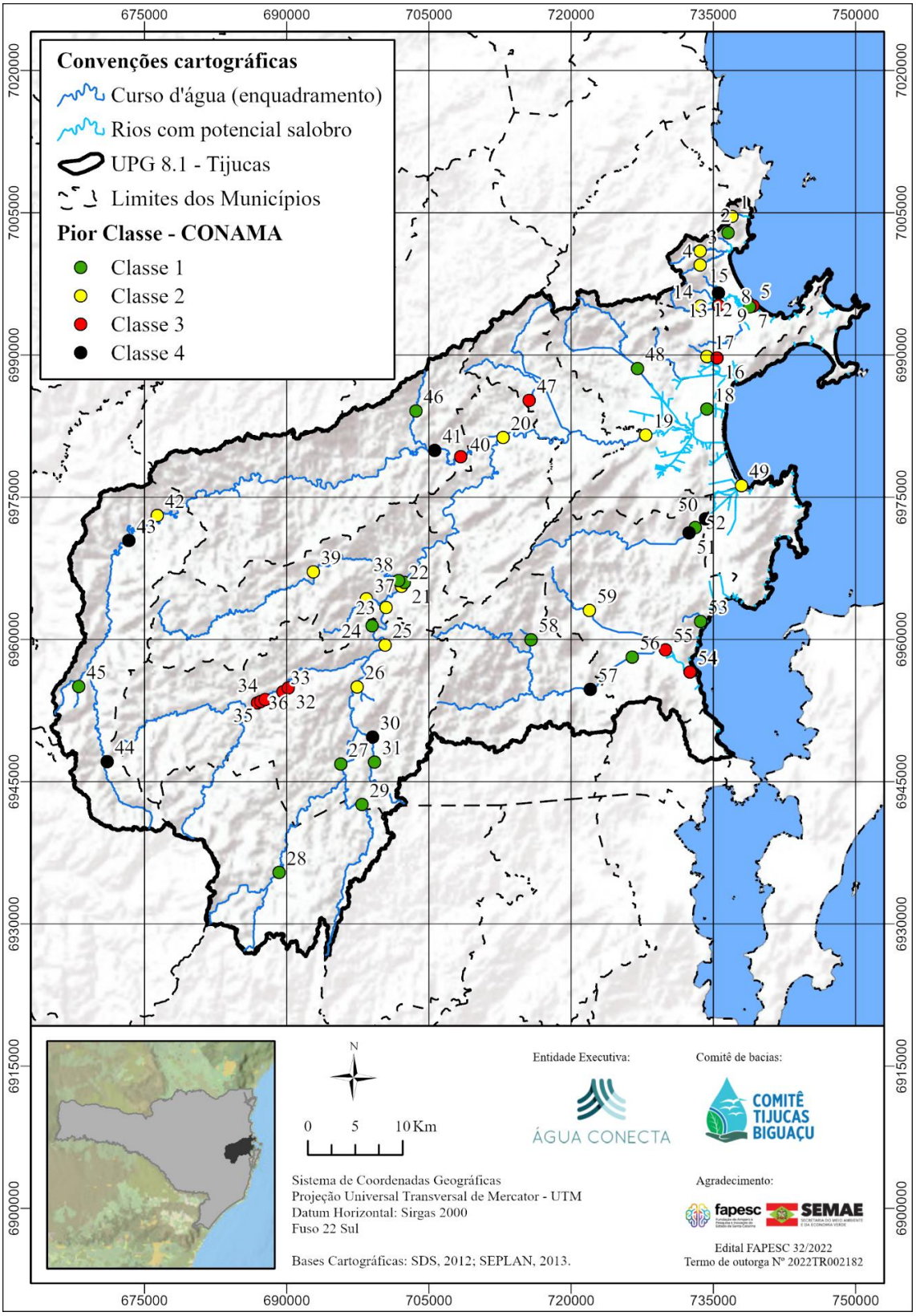
O Rio Perequê apresentou problemas de qualidade no trecho de água salobra, assim como em seus afluentes, no bairro Morretes e no bairro Santa Luzia, com trechos de Classe 3 (água salobra). O mesmo problema aconteceu na Foz do Rio Tijucas e Rio Biguaçu.

Ressalta-se a importância de realizar monitoramento nos trechos dos rios próximos ao mar, para que seja possível estimar o ponto mais adequado de transição de água doce para água salobra. Da mesma forma, aponta-se a dificuldade de definir o ponto de transição, visto a dinâmica das marés e a mistura das águas, que é influenciada, inclusive na coluna da água. Como sugestão, recomenda-se a ampliação do monitoramento para futuramente identificar o ponto com maior permanência da água salobra nas diferentes seções.

3.5.11 Espacialização da pior situação atual das classes

De forma complementar, foi apresentada a situação atual dos cursos de água da UPG 8.1 – Tijucas, considerando as zonas de águas doce e salgada, e a pior classe dos parâmetros utilizados, OD, $DBO_{5,20°C}$, Pt, nitrato e coliformes termotolerantes, conforme Figura 36.

Figura 36 - Síntese da pior situação atual dos parâmetros de qualidade de água utilizados na UPG 8.1 – Tijucas



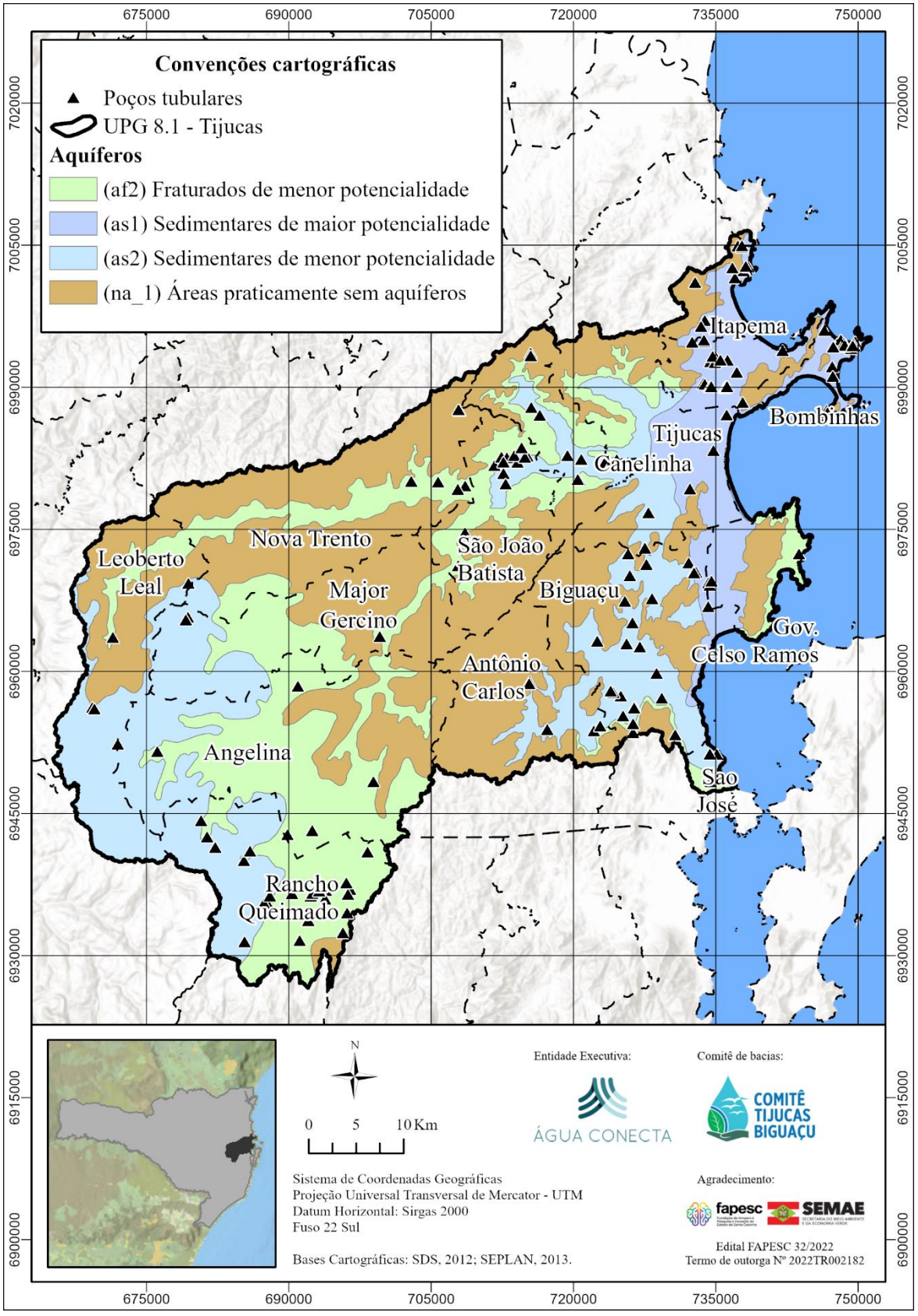
Fonte: Autor (2023).

3.6 POTENCIALIDADE E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

3.6.6 Água Subterrânea

A Figura 37 representa o mapa das zonas aquíferas com a localização dos poços cadastrados no SIAGAS, organizado pelo Serviço Geológico Brasileiro (SGB/CPRM, 2023), do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH, 2023) e do Sistema de Outorga de SC (SIOUT-SC, 2023). Do total de 186 poços, a maior parte localiza-se na zona aquífera as1, as2 e af2, em ordem decrecente. Os municípios de Biguaçu, Rancho Queimado, Porto Belo e Bombinhas são os que possuem a maior quantidade de poços cadastrados.

Figura 37 - Mapa das Zonas Aquíferas da UPG 8.1 – Tijucas e localização dos poços cadastrados no SIAGAS, CNARH e SIOUT.



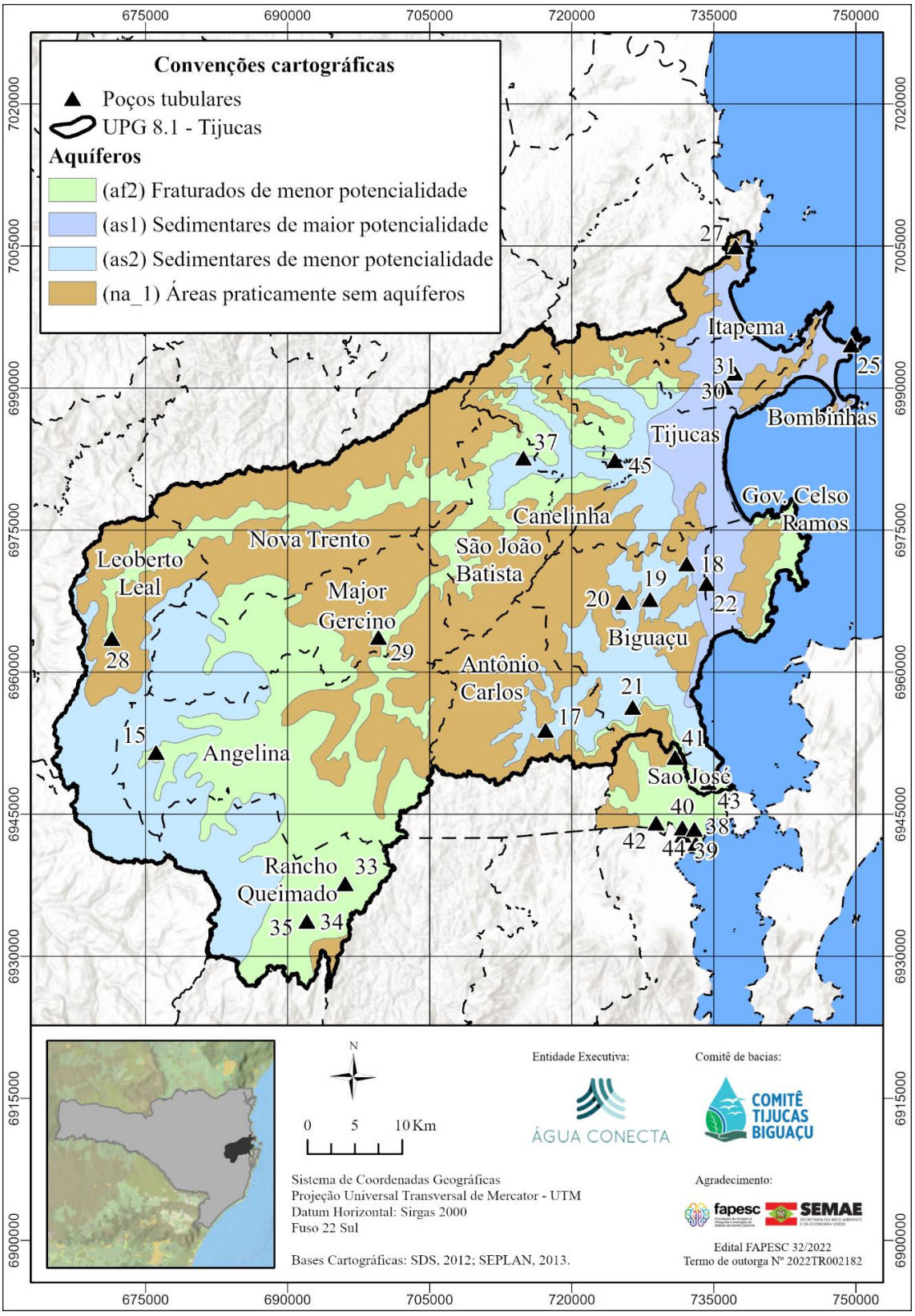
Fonte: Autor (2023)

3.6.7 Dados atualizados de qualidade da água subterrânea (2023)

Para atualização da caracterização hidroquímica das águas subterrâneas da UPG 8.1 - Tijucas foram utilizados dados de 32 poços (enumerados de 15 a 46) obtidos do banco de dados abertos de poços cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS, 2023), organizado pelo Serviço Geológico Brasileiro (SGB/CPRM, 2023), do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH, 2023) e do Sistema de Outorga de SC (SIOUT-SC) (Figura 38 e Tabela 15). Ao se analisar a espacialização da dos poços, verifica-se que alguns encontram-se situados fora da área da UPG 8.1 – Tijucas (poços 38, 39, 40, 41, 42 e 44), entretanto os mesmos foram considerados no estudo já que os limites dos aquíferos não coincidem com os da bacia, desta forma e considera-se importante sua avaliação.

Conforme já apontado pelo levantamento realizado no plano de bacia, há uma lacuna referente ao monitoramento das águas subterrâneas na região, cenário que também observado em todo o Estado de Santa Catarina. Neste diagnóstico realizado, apenas 32 poços continham informações de qualidade da água, consideradas suficientes para a caracterização hidroquímica. Salienta-se que a quantidade limitada de dados caracteriza uma avaliação preliminar da qualidade da água subterrânea da UPG 8.1, - Tijucas, não sendo considerada representativa de todos os aquíferos da região.

Figura 38 - Zonas aquíferas e distribuição dos poços utilizados para diagnosticar a qualidade da água subterrânea na UPG 8.1 – Tijucas.



Fonte: Autor (2023)

Tabela 15 - Descrição e localização dos poços utilizados para atualização da caracterização das águas subterrâneas da UPG 8.1 – Tijucas

Id.	Id. Origem	Origem	Município	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Profundidade final (m)
15	4300026651	CPRM_SIAGAS	Angelina	676110,9	6951531	144
16	511763	CNARH	Angelina	676138,3	6951530	144
17	4300019072	CPRM_SIAGAS	Antônio Carlos	717233,2	6953856	93
18	4300019067	CPRM_SIAGAS	Biguaçu	732143,1	6971443	102
19	4300019087	CPRM_SIAGAS	Biguaçu	728278,9	6967666	120
20	4300019137	CPRM_SIAGAS	Biguaçu	725415,3	6967380	100
21	4300019180	CPRM_SIAGAS	Biguaçu	726419,7	6956276	152,5
22	4300026466	CPRM_SIAGAS	Biguaçu	734220,1	6969340	69
23	511761	CNARH	Biguaçu	734199,6	6966816	69
24	30	SIOUT	Biguaçu	726389	6956122	75
25	4300019817	CPRM_SIAGAS	Bombinhas	749491	6994541	172
26	308	SIOUT	Canelinha	716441	6987024	220
27	4300019008	CPRM_SIAGAS	Itapema	737319,2	7004910	80
28	4300018720	CPRM_SIAGAS	Leoberto Leal	671450,3	6963571	120
29	4300019071	CPRM_SIAGAS	Major Gercino	699577,9	6963670	102
30	4300019819	CPRM_SIAGAS	Porto Belo	737203	6991579	150
31	4300026482	CPRM_SIAGAS	Porto Belo	736183,2	6990089	6
32	746513	CNARH	Porto Belo	737209,2	6991559	178
33	4300018710	CPRM_SIAGAS	Rancho Queimado	696056,5	6937681	94
34	4300019482	CPRM_SIAGAS	Rancho Queimado	691963,5	6933651	28
35	4300019751	CPRM_SIAGAS	Rancho Queimado	692046,2	6933681	100
36	1237721	CNARH	Rancho Queimado	696061	6937660	91,7
37	4300021793	CPRM_SIAGAS	São João Batista	714879,3	6982594	100
38	4300019054	CPRM_SIAGAS	São José	733120,5	6941923	100
39	4300019080	CPRM_SIAGAS	São José	731738,6	6942812	90
40	4300019088	CPRM_SIAGAS	São José	731670,3	6943552	72
41	4300019089	CPRM_SIAGAS	São José	730906,3	6951019	42
42	4300019768	CPRM_SIAGAS	São José	728909,3	6944066	123,7
43	4300027103	CPRM_SIAGAS	São José	734423,7	6948365	20
44	4300027108	CPRM_SIAGAS	São José	732930	6943436	84
45	4300019842	CPRM_SIAGAS	Tijucas	724560,9	6982361	85
46	102	SIOUT	Tijucas	724558	6982342	70

Fonte: Autor (2023)

Dos 32 poços analisados, 12 amostras de águas subterrâneas apresentaram erro do balanço iônico – EBI > 23% (Tabela 16), indicando adequada a confiabilidade dos resultados.

Tabela 16 - Caracterização hidroquímica das águas subterrâneas de poços perfurados na UPG 8.1 - Tijucas

Id_Ponto	EBI (%)	Data de coleta	pH	CE	Temp. (°C)	Turbidez_NTU	Alc_total_ppm	HCO_3^-_ppm	Ca^{2+}_ppm	Mg^{2+}_ppm	K^+_ppm	Na^+_ppm	F^-_ppm	Cl^-_ppm	PO_4^{3-}_ppm	NO_3^-_ppm	NO_2^-_ppm	Al_ppm	Cu_ppm	Cr_ppm	Pb_ppm	Fetotal_ppm	As_ppm	Mn_ppm	Ni_ppm	B_ppm	Cd_ppm	Dureza_total_ppm	STD_ppm	SO_4^{2-}_ppm	S^{2-}_ppm	Zn_ppm	Res_sec_180	Se^{2-}_ppm	SiO_2_ppm	Cor_uH
VMP (Consumo Humano) CONAMA 396/2008 (ppm)												**200**	**1,50**	**250**		**10 (N-NO_3)**	**1 (N-NO_2**	**0,2000**	**2,000**	**0,0500**	**0,0100**	**0,300**	**0,010**	**0,100**	**0,020**	**0,500**	**0,005**		**1.000**	**250**		**5,000**			0,0100	
15	28	04/12/15	7,9	193,8	14	0,74	144,00		20	10,70	1,00	58,00	0,75	0,30	0,85	0,10	< LQ					0,000		0,041				93,00	91,1	2,00					31,10	3
16	28	04/12/15	7,89	193,8				144,00	20	11,00	1,00	58,00	1,00	< LQ		< LQ	< LQ					0,000						93,00			11,0					
17	-100	02/03/76	7,4	186,4		< LQ		80,00					0,60	13,50		14,99	0,007											65,74		3,00					75,00	< LQ
18	59	24/07/09	6,6	144,0	19		54,00		2	0,48	3,00	90,00	0,92	4,40		0,20	0,006					0,180		0,030				7,00	110,0						19,70	
19	55	27/04/09	7,4	424,0		0,02			29,998	13,55	2,07	33,80	1,84	32,89		0,47	0,007	0,0030	0,0020	0,0030	0,0100	0,015	0,008	0,007		0,010	0,0020	160,00		7,34		0,020		0,0100	10,32	< LQ
20	2	24/07/09	6,3	84,0	21		39,61	39,80	4,85	2,37	1,60	10,50	0,44	4,26	0,62	4,47	0,005	0,2000				0,012		0,001		0,020		22,50		1,56		0,250	82,64		18,13	
21	4	09/09/93	6,8	144,2		1,00		0,08	0,012	0,00	0,00	0,02		0,01				0,0002				0,000						4,20							0,03	
22	-12	07/01/16					8,94		1,02	< LQ	< LQ	26,20	0,28	< LQ	0,20	< LQ	< LQ					0,030		0,012				4,80	28,6	65,00					15,60	
23	-23	28/11/15	7,54	57				9,00	2	< LQ	< LQ	26,00	< LQ	10,00		1,00	< LQ					0,000						5,00		65,00	< LQ					
24	-29	01/09/93		144,3	27			79,30	12	2,80	2,00	< LQ	< LQ	10,60		< LQ	< LQ					0,100						4,20	< LQ	0,00						
25	43	28/08/05	6,6	2360,0		14,00	170,13		108,46	41,08			0,32			0,04						1,870						436,90	1534,0	33,83					47,90	40
26	92	01/06/22		163,8	23			< LQ	< LQ	< LQ	1,17	< LQ	0,26	< LQ		< LQ	< LQ					5,680						< LQ	36,0	< LQ						
27	2	14/07/15	7,4	351,4				169,99	34,072	7,24	4,27	24,54	0,84	16,70	< LQ	0,04	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,264	< LQ	0,162	< LQ	< LQ	< LQ			2,83		< LQ		< LQ	27,76	
28	-84	03/04/07	7,5	264,0	23	13,10	132,00									0,01						3,500						62,00	2,1							< LQ
29	28	29/04/09	9,9	211,0	21		27,44	27,44	5	2,00	43,70	82,00		60,28		0,10	0,002		0,0040		0,0120	1,970					1,7300	112,70	19,5	34,00					0,71	
30	21	22/09/09	7,3	481,0	24		147,00		22,4	9,84	2,30	70,00	2,33	17,73		0,01	0,010		0,0100			0,010		0,060				97,00	272,7	10,83						
31	-85	19/07/16				1,44						9,13		15,44				0,4900				0,330		0,050				35,82	120,0	250,00		5,000				45
32	-32	17/02/16	8,34	368,1				288,00	22,44	7,40	0,70	32,60	1,53	39,93		< LQ	< LQ					0,400						92,82		15,24	7,4					

Id_Ponto	EBI (%)	Data de coleta	pH	CE	Temp. (ºC)	Turbidez_NTU	Alc_total_ppm	HCO_3^-_ppm	Ca^{2+}_ppm	Mg^{2+}_ppm	K^+_ppm	Na^+_ppm	F^-_ppm	Cl^-_ppm	PO_4^{3-}_ppm	NO_3^-_ppm	NO_2^-_ppm	Al_ppm	Cu_ppm	Cr_ppm	Pb_ppm	Fetotal_ppm	As_ppm	Mn_ppm	Ni_ppm	B_ppm	Cd_ppm	Dureza_total_ppm	STD_ppm	SO_4^{2-}_ppm	S^{2-}_ppm	Zn_ppm	Res_sec_180	Se^{2-}ppm	SiO_2_ppm	Cor_uH
33	-29	30/04/09	5,5	37,0	19				0,42	0,21				9,60								2,000						1,95									
34	79	28/08/04	5,8	71,5		<0,50	6,00		2,4	0,96	25,00	6,10	0,01	0,71		0,67	0,010	0,0100	0,0000	0,0100	0,0050	0,030		0,090	0,002		0,0200	10,00	20,0	< LQ		0,010	124,00		2,75	3
35	38	28/08/04	7,0	383,0		30,00	57,00		37,6	9,60	2,50	7,20	1,52	0,71	6,68	0,02	0,040	0,0100	0,1800	0,0100	0,0050	0,540		0,550	0,002		0,0200	134,00	100,0	6,98		0,010	144,00		3,03	0
36	-69	26/06/19	5,54	70,8									0,30																						
37	1	02/12/05	7,4	126,4		0,31	60,23	73,42	13,06	5,25	3,00	8,50	0,38	5,35		< LQ		< LQ	0,0900	0,0100	< LQ	< LQ		< LQ			< LQ	55,15	76,7	6,60		0,203				1
38	-98	20/07/09	5,1	117,0	22		29,00							12,78														25,60	40,0							
39	-4	22/06/09	4,9	176,0	22							14,00		18,50		4,01	0,009		0,0020		0,0020	0,001		0,001			0,0002	35,40	148,0	4,00						
40	1	14/10/03	6,6	95,0		0,20		32,43	5,23	1,38	1,53	10,23	0,15	7,86		2,10	0,005	0,1000	0,0100	0,0200	0,0050	0,002	0,01	0,001	0,002	0,012	0,0010	24,00		3,10		0,005		0,0200	16,25	< LQ
41	1	18/09/06	6,3	86,6		0,40		31,20	3,82	1,98	1,72	9,16	0,12	6,59		4,40	0,005	0,1000	0,0100	0,0200	0,0050	0,010	0,01	0,001	0,002	0,011	0,0010	19,50		1,10		0,005		0,0100	12,62	< LQ
42	-20	22/09/86	7,5	344,3		0,80	152,00		29,26	9,99			1,80	30,00								0,250						114,81								5
43	-100	09/07/18											0,20	13,77	< LQ	8,30	< LQ					< LQ		< LQ						31,00						
44	-23	09/03/15					34,00		0,18	< LQ	4,12	13,40	0,00	18,70	0,21	1,80	< LQ					0,200		< LQ				30,50	164,5	0,00					16,13	
45	31	27/04/09	5,9	113,0	22							13,40	0,10	8,20		1,10	0,020	0,0060	0,0001	0,0001	0,0005	0,012	0,0001	0,047			0,0001	25,00	78,0	2,70		0,010		0,0005		
46	-30	09/07/21		1	20			0,10	0,1	0,10	0,10	3,45	0,28	7,08		0,10	0,030					0,060						14,65	52,0	4,50						
Média			6,89	273,76	21,39	5,64	75,81	74,98	16,36	6,90	5,30	27,56	0,69	14,07	1,71	2,196715	0,012	0,102133				0,647		0,075				63,83	170,2	25,03	9,2	0,613			19,80	14
Mediana			7,00	163,80	22,00	0,80	55,50	39,80	5,23	4,03	2,00	13,70	0,38	10,30	0,62	0,57	0,007	0,01				0,060		0,036				32,95	78,0	5,55	9,2	0,010			16,13	3
Desvio padrão			1,11	434,41	3,12	9,02	59,21	81,91	23,24	8,75	10,33	26,72	0,67	13,69	2,43	3,378839	0,010304	0,14951				1,284		0,133				85,22	349,4	51,98	5,6	1,566			19,90	16
	VMP para diferentes usos (Resolução CONAMA 396/2008)																										**Irrigação**	**Consumo humano**		**Dessedentação animal**					

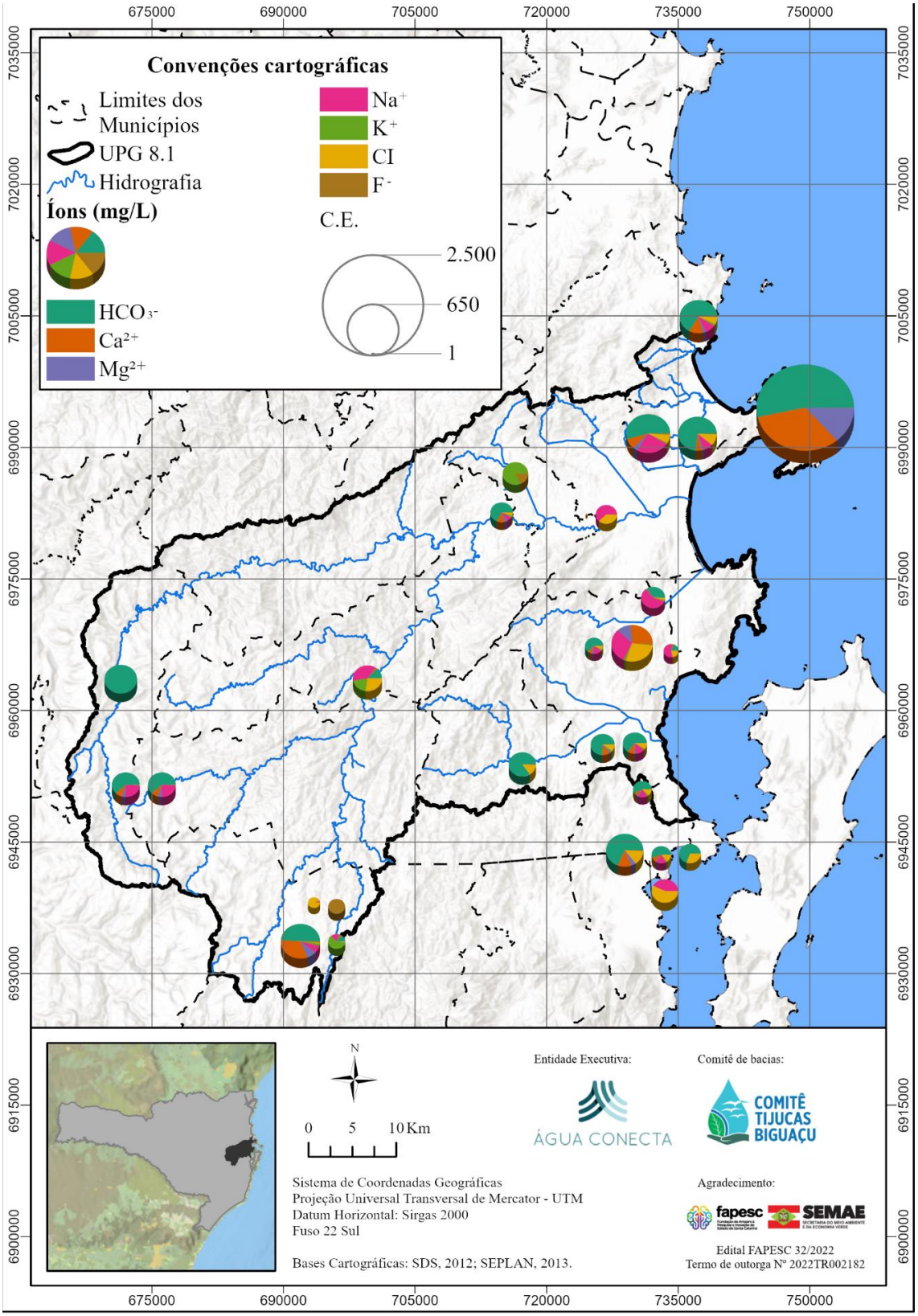
Fonte: Autor (2023)

Sendo assim, alguns poços foram desconsiderados (amostras 15; 16; 17; 18; 19; 22; 24; 25; 26; 28; 29; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 38; 43; 44; 45 e 46) para classificação.

Em relação a distribuição iônica das amostras, em geral, as concentrações dos cátions dissolvidos nas águas subterrâneas apresentaram grande variação, com a seguinte ordem de abundância (em relação ao valor médio): $Ca^{2+} > Mg^{2+} > K^{+} > Na^{+}$ e, em algumas amostras, a concentração do cátion Na+ ultrapassa a de Ca^{2+} (e Tabela 16). Quanto às concentrações de ânions dissolvidos nas águas subterrâneas, também se verificou grande variação, sendo os ânions dominantes $HCO_3^{-} + CO_3^{-2}$, seguidos de SO_4^{2-}; Cl^{-}; NO_3^{-} e F^{-}, em ordem decrescente de abundância (Figura 39 e Tabela 16).

A grande variação iônica entre as amostras de água subterrânea resulta em distintas fácies hidroquímicas pela classificação do Diagrama de Piper (Figura 40). De acordo com esta classificação, as águas subterrâneas foram enquadradas majoritariamente na fácie hidroquímca do tipo bicarbonatadas sódicas e potássicas, totalizando quatro amostras (proveniente dos poços 21 – Biguaçu; 27 – Itapema; 37 – São João Batista e 42 – São José). As águas bicarbonatadas sódicas são características de altos teores dos cátions sódio e potássio e do ânion bicarbonato. As águas com cátion sódio dominante correspondem a áreas dos aquíferos já próximos à região de descarga, portanto, com mais tempo de residência. Em geral, o pH é alcalino e os valores de sais totais dissolvidos são maiores. Águas oriundas do embasamento cristalino granítico, entretanto, podem ser classificadas como bicarbonatadas sódicas, mesmo nas áreas de recarga (Machado, 2013).

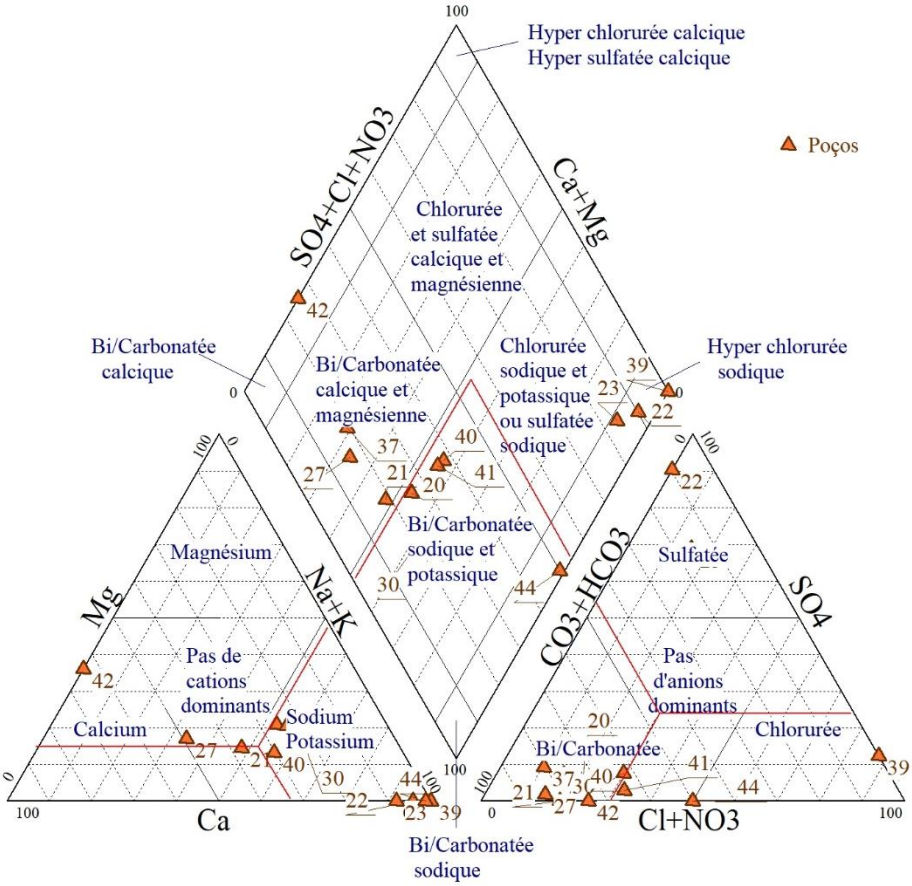
Figura 39 – Distribuição da composição iônica (íons maiores) das águas subterrâneas na UPG 8.1 - Tijucas. Os diâmetros dos gráficos indicam a ionização total das amostras (condutividade elétrica).



Fonte: Autor (2023)

Também foi verificado quatro amostras do tipo bicarbonatadas cálcicas magnesianas (provenientes dos poços 20 – Biguaçu; 30 – Porto Belo; 40 e 41 – São José), duas amostras do tipo cloretada sódica e potássica ou sulfatada sódica (poços 22 e 23 – Biguaçu) e uma amostra hipercloretada sódica (poço 39 – São José). De acordo com Machado (2013) as águas subterrâneas do Estado são predominantemente bicarbonatadas e, quando os cátions dominantes são cálcio e magnésio, as águas podem estar associadas a áreas de recarga ou de pouco tempo de residência nos aquífero.

Figura 40 - Classificação das águas subterrâneas da UPG 8.1 – Tijucas - Diagrama de Piper



Fonte: Autor (2023)

Por fim, um poço (23 – Biguaçu) foi classificado como água cloretada sódica e potássica ou sulfatada sódica e bicarbonatada sódica e potássica e dois poços (22 – Biguaçu e 39 – São José) foram classificados como hipercloretada sódica. Neste caso, os íons dominantes cloreto e sódio, podem indicar a influência de cunha salina pela proximidade ao mar (Silva et al., 2011). Segundo Machado (2013) águas cloretadas estão correlacionadas às áreas de descarga ou de grande tempo de residência, podendo estar presente em camadas aquíferas permianas quando em grande profundidade. Segundo o autor a unidade

hidroetratigráfica Sedimentos Cenozóicos pode ter águas cloretadas mesmo nas áreas de recarga. A presença de altas concentrações de cloreto e sódio representam desafios para o abastecimento público, pois altas concentrações dessas substâncias são capazes de causar aspectos organolépticos da água, afetando a qualidade e a adequação ao consumo humano.

Destaca-se que as mesmas fácies hidroquímicas foram apontadas no diagnóstico apresentado no PRHTB, no estudo realizado para seis poços característicos.

3.6.8 Diagnóstico da qualidade da água subterrânea (2023)

Para fins de avaliação da qualidade da água subterrânea, os resultados foram comparados com seus respectivos Valores Máximos Permitidos – VMPs – estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008, considerando o uso preponderante para consumo humano, dessedentação animal, irrigação e recreação (Tabela 17).

Salienta-se que esta avaliação não considerou o Valores de Referência de Qualidade (VRQ) dos aquíferos, pela ausência destas informações. Os VRQ são valores que refletem as características naturais das águas subterrâneas dos aquíferos, ou seja, a composição hidroquímica proveniente de fontes naturais (devido às feições geológicas locais) e devem ser considerados para interpretação das análises hidroquímicas. Entretanto, considerando a escassez de informações relativas à qualidade das águas subterrâneas no estado de SC, nesta avaliação preliminar optou-se por analisar os dados existentes apenas considerando os VMPs, sendo necessário sua continuidade em estudos posteriores.

Dentre os poços avaliados, dezoito apresentaram águas subterrâneas contendo teores de determinados parâmetros acima dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 396/2008 para pelo menos um dos principais usos: consumo humano, dessedentação animal, irrigação e recreação.

Tabela 17 - Poços com parâmetros com teores iguais ou superiores aos VMP da Resolução CONAMA 396/2008 para os diferentes usos

Id.	Fluoreto	Alumínio	Chumbo	Ferro total	Arsênio	Manganês	Cádmio	Sulfato	Selênio
	mg/L								
16	1,00**			0,000					
19	1,84	0,0030	0,0100**	0,015	0,008	0,007	0,0020	7,34	0,0100**
20	0,44	0,2000**		0,012		0,001		1,56	
25	0,32			1,870				33,83	
26	0,26			5,680				< LQ	
27	0,84	< LQ	< LQ	0,264	< LQ	0,162	< LQ	2,83	< LQ
28				3,500					
29			0,0120	1,970			1,7300	34,00	
30	2,33			0,010		0,060		10,83	
31		0,4900		0,330		0,050		250,00	
32	1,53			0,400				15,24	
33				2,000					
34	0,01	0,0100	0,0050	0,030		0,090	0,0200	< LQ	
35	1,52	0,0100	0,0050	0,540		0,550	0,0200	6,98	
40	0,15	0,1000	0,0050	0,002	0,010**	0,001	0,0010	3,10	0,0200
41	0,12	0,1000	0,0050	0,010	0,010**	0,001	0,0010	1,10	0,0100**
42	1,80			0,250					
45	0,10	0,0060	0,0005	0,012	0,0001	0,047	0,0001	2,70	0,0005
Restrições para usos da água*				Irrigação		Consumo humano		Dessedentação de animais	

Legenda: Legenda: *As cores das células indicam restrições para diferentes usos de acordo com valores preconizados pela Resolução CONAMA 396/2008. Sendo que a coloração indicada se refere ao uso mais restritivo. ** Indica valor igual ao VMP para os diferentes usos.

Seis poços apresentaram água bruta subterrânea com teores de fluoreto acima dos valores de referência de qualidade para pelo menos um dos usos principais (de 1,00 mg/L a 2,33 mg/L – Figura 41). Dentre esses, cinco poços (poços 19 – Biguaçu, 30 – Porto Belo, 32 – Porto Belo, 35 – Rancho Queimado e 42 – São José) apresentaram valores acima do VMP para consumo humano de acordo com a resolução CONAMA 396/2008, um poço apresentou valor acima do VMP para irrigação (poço 16 – Angelina) e um poço com valor acima para o uso de irrigação, dessedentação animal e consumo humano (poço 30 – Porto Belo). As análises de qualidade da água apresentadas no PRHTB indicaram que um poço localizado em Rancho Queimado também apresentou concentração de flúor acima do VMP para consumo humano. De acordo com Machado (2013), em aquíferos característicos do Embasamento Cristalino é comum a presença de altos teores de flúor. Ressalta-se que anomalias de flúor podem estar associadas às características hidrogeológicas locais, como intemperismo das rochas e pela hidrólise de minerais e argilominerais ricos em flúor (Santa

Catarina, 2018b). De acordo com Nanni (2008) *apud* Santa Catarina (2018b) além do intemperismo das rochas, o aumento das concentrações de flúor pode ter influência antrópica, especialmente em regiões agrícolas devido à aplicação de fertilizantes.

Os resultados da análise do poço de monitoramento da qualidade da água subterrânea realizado pelo PRHTB localizado em Biguaçu (PM01) apresentou uma concentração de alumínio 4,066 mg/L, valor acima do limite estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/2008 (Santa Catarina, 2018b). Nesta atualização dos resultados hidroquímicos, dois poços apresentaram valores de alumínio acima do VMP para os usos consumo humano e recreação (poços 20 – Biguaçu e 31 – Porto Belo). De acordo com Folzke (2013) *apud* Santa Catarina (2018b), o lançamento de efluentes ácidos pode dissolver o alumínio presente no solo e rochas, aumentando a sua concentração nas águas subterrâneas.

Além do alumínio, também foram identificados metais pesados (chumbo, arsênio e cádmio) nas águas subterrâneas da UPG 8.1 - Tijucas. Dois poços apresentaram valores superiores do VMP para consumo humano em relação ao chumbo: poços 19 – Biguaçu (Pb: 0,010 mg/L) e 29 – Major Gercino (Pb: 0,012 mg/L). Na análise apresentada no PRHTB foi indicado um ponto de monitoramento também localizado em Biguaçu que apresentou concentração de chumbo de 0,083 mg/L, corroborando com o possível indício de contaminação das águas subterrâneas.

Nesta atualização, verificou-se que dois poços apresentaram valor de arsênio iguais ao VMP para consumo humano: poços 40 e 41 – São José (As: 0,010 mg/L) e, em relação ao elemento cádmio, um poço (poço 29 – Cd: 1,73 mg/L) apresentou valor acima do VMP para os quatro usos considerados na resolução CONAMA e dois poços (poços 34 e 35 – Rancho Queimado – Cd: 0,020 mg/L) apresentaram restrição para os usos consumo humano, irrigação e recreação.

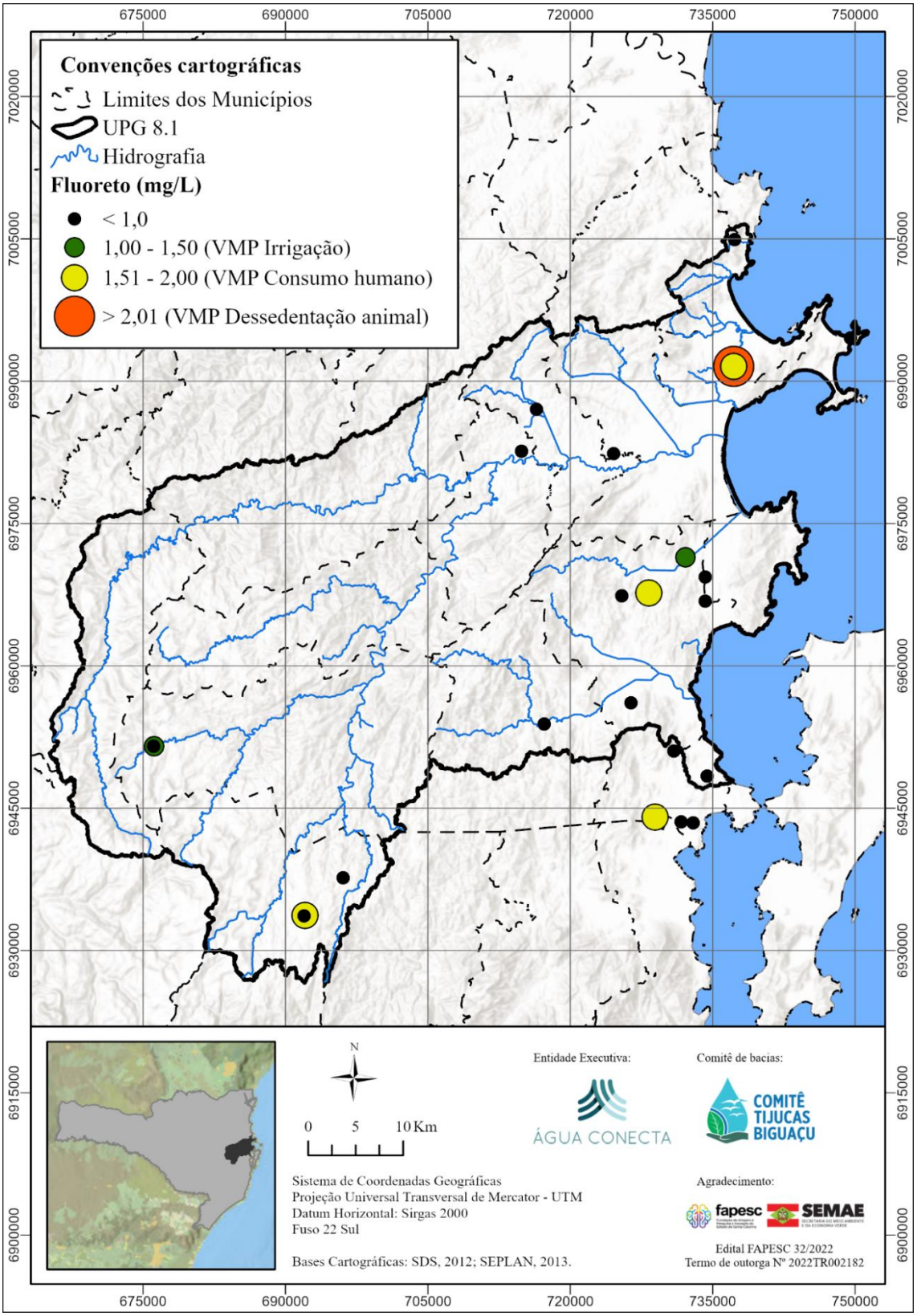
Por fim, dois poços apresentaram teores de selênio que indicam restrição para consumo humano, irrigação e recreação (poço 40 – São José – Se: 0,02 mg/L e poço 41 – Se: 0,01 mg/L).

Destaca-se que a concentração de ferro para oito poços, apresentaram valores que indicam pelo menos uma restrição quanto ao uso da água subterrânea, variando de 0,33 a 5,68 mg/L, para pelo menos um dos usos considerados na resolução CONAMA (poços 25 – Bombinhas; 26 – Canelinha; 28 – Leoberto Leal; 29 – Major Gercino; 31 – Porto Belo; 32 – Porto Belo; 33 – Rancho Queimado e 35 – Rancho Queimado – Figura 42). De acordo com os resultados apresentados no PRHTB, um poço apresentou concentração

substancialmente acima dos limites estabelecidos pela legislação para consumo humano Santa Catarina (2018b). De acordo com Machado (2013), em aquíferos característicos de Sedimentos Cenozoicos é comum concentrações mais elevadas de ferro e manganês, acima dos padrões de potabilidade. Associado a isso, quatro poços apresentaram valores mais elevados de manganês, também indicando alguma restrição quanto ao uso (poços 27 – Itapema; 30 – Porto Belo; 35 – Rancho Queimado e 45 – Tijucas – Figura 43), devido a valores superiores ao VMP pela legislação vigente. Desconformidades nas concentrações de manganês e de ferro conferem à água alteração nas suas características organolépticas (CETESB, 2016), que podem interferir na aceitação do consumo da água. De acordo com Foster et al. (2006) fluoreto, ferro e manganês são alguns dos contaminantes principais de contaminação do tipo natural, que se relacionam à evolução geoquímica das águas subterrâneas e dissolução mineral, mas essa pode ser agravada por atividades antrópicas (como superexplotação e poluição).

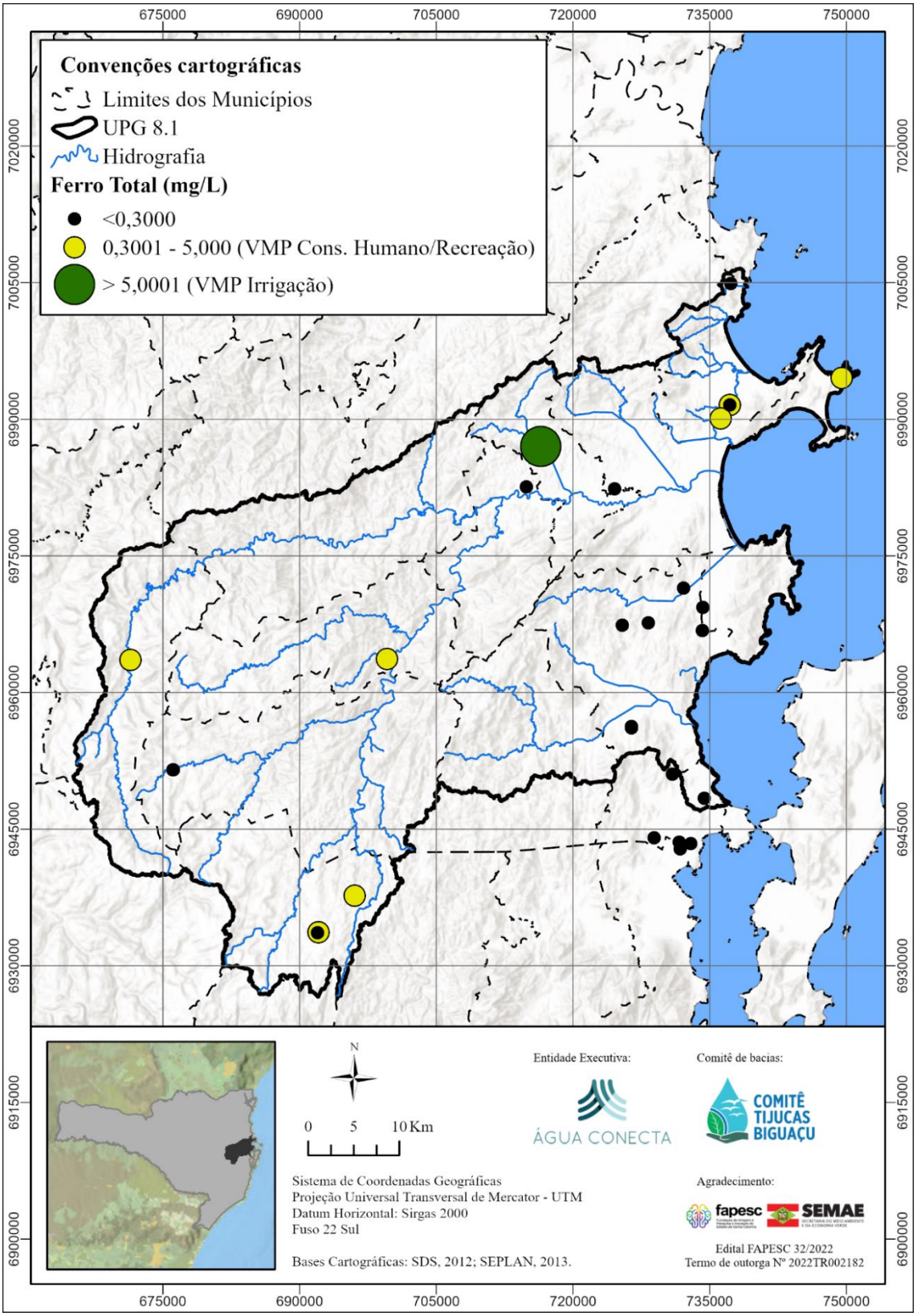
Salienta-se que os poços em aquíferos sedimentares e fraturados, livres ou semiconfinados, localizados na área de estudo, apresentam risco potencial de contaminação devido aos níveis de água próximos à superfície. Meurer (2011) destaca que uma das atividades mais impactantes no município de São João Batista é a extração de areia, dando origem a extensos reservatórios artificiais, que expõem o lençol freático oferecendo risco de contaminação. Também foi identificada pelo autor a atividade de retirada de argila nos municípios de Canelinha, Itapema, São João Batista e Tijucas. Além disso, identificou a presença da atividade de extração mineral nos municípios de Canelinha, Governador Celso Ramos, Nova Trento, São João Batista e Tijucas (Santa Catarina, 2018b).

Figura 41 - Distribuição da concentração de fluoreto nas águas subterrâneas da UPG 8.1 – Tijucas



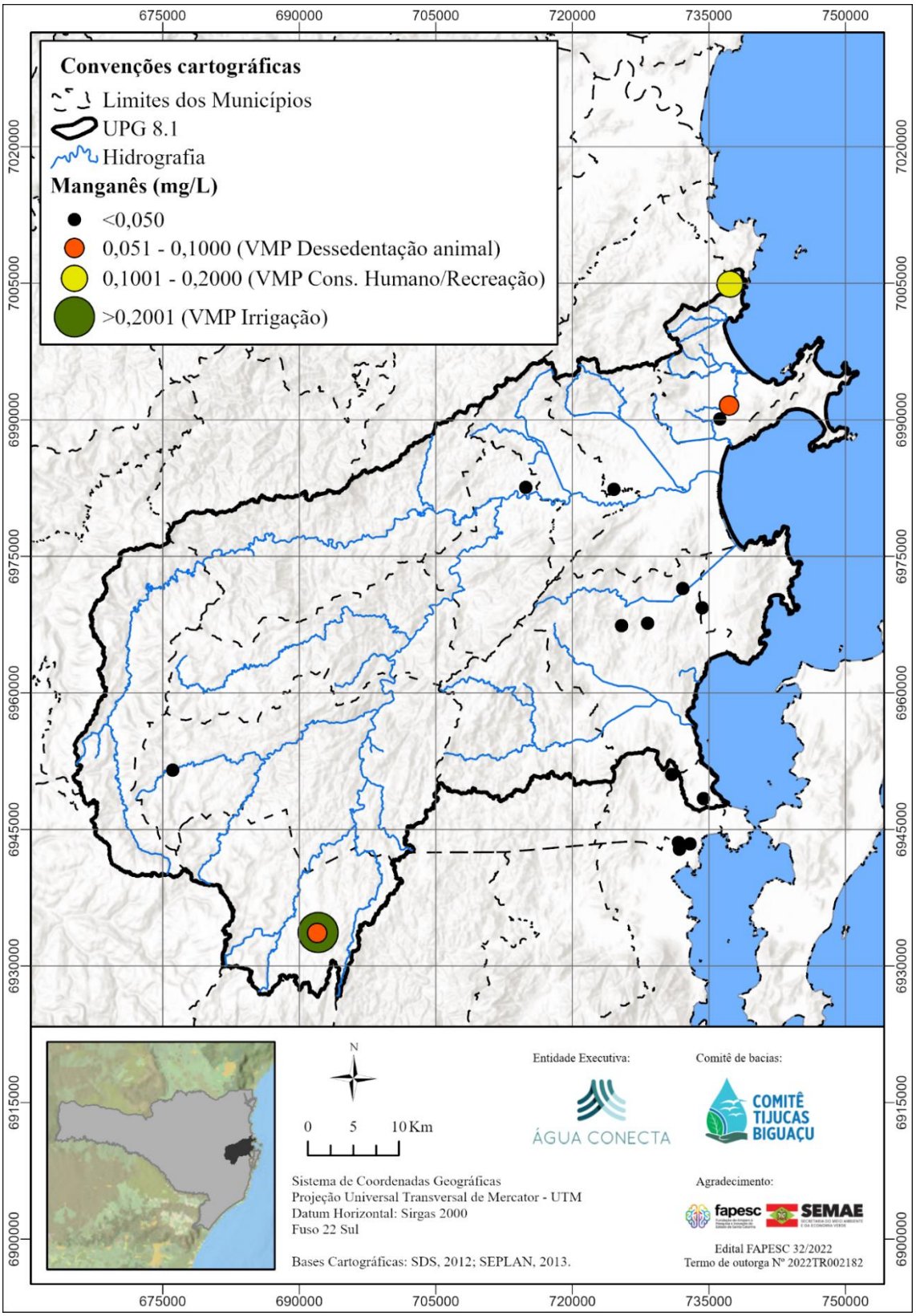
Fonte: Autor (2023)

Figura 42 - Distribuição da concentração de ferro nas águas subterrâneas da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Autor (2023)

Figura 43 - Concentração de manganês nas águas subterrâneas da UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Autor (2023)

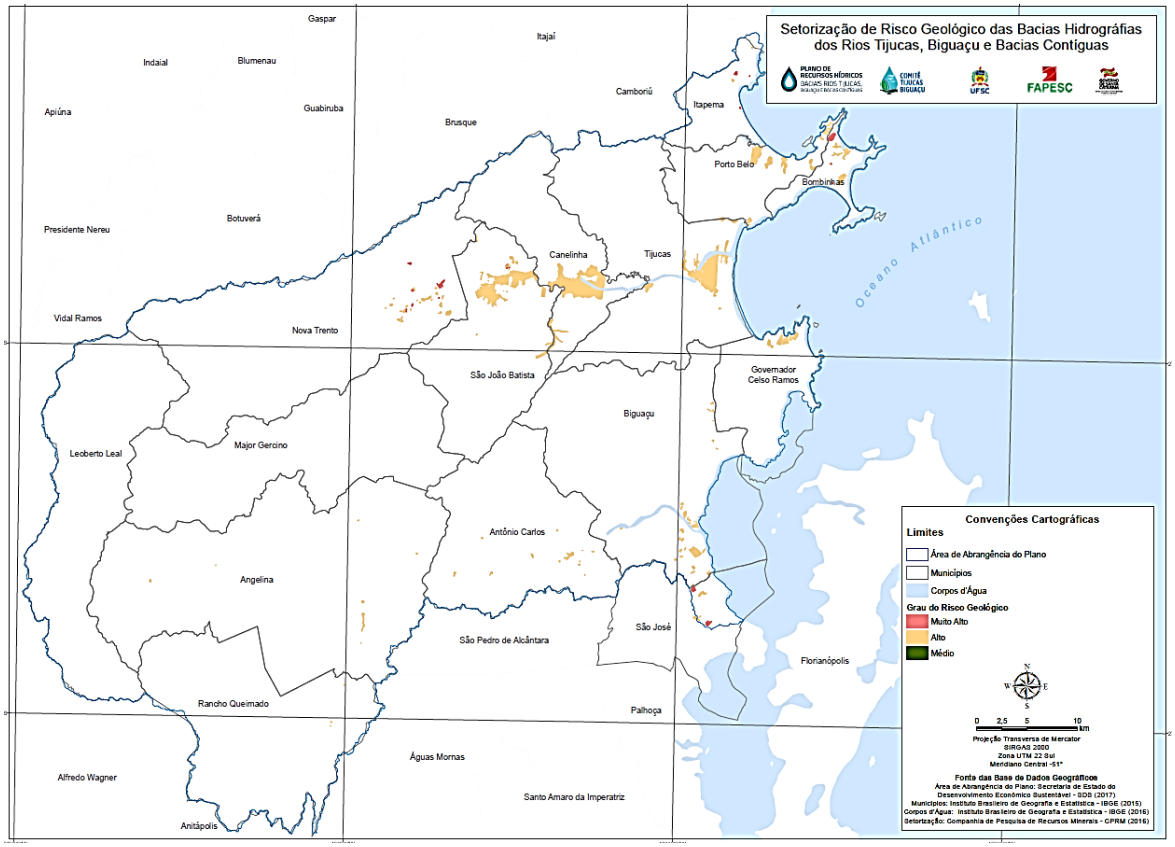
3.7 ÁREAS VULNERÁVEIS E SUSCEPTÍVEIS A RISCOS

3.7.6 Setorização de riscos geológicos

O Serviço Geológico do Brasil (CPRM – Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais) mapeia áreas de risco geológico, relacionados com movimentos de massa e inundações nos municípios brasileiros considerados prioritários (Brasil, 2017).

Abaixo foram apresentadas as áreas de risco foram setorizadas e hierarquizadas em quatro graus de risco (baixo, moderado, alto e muito alto) (Figura 44).

Figura 44 - Mapa de Setorização de Riscos Geológicos



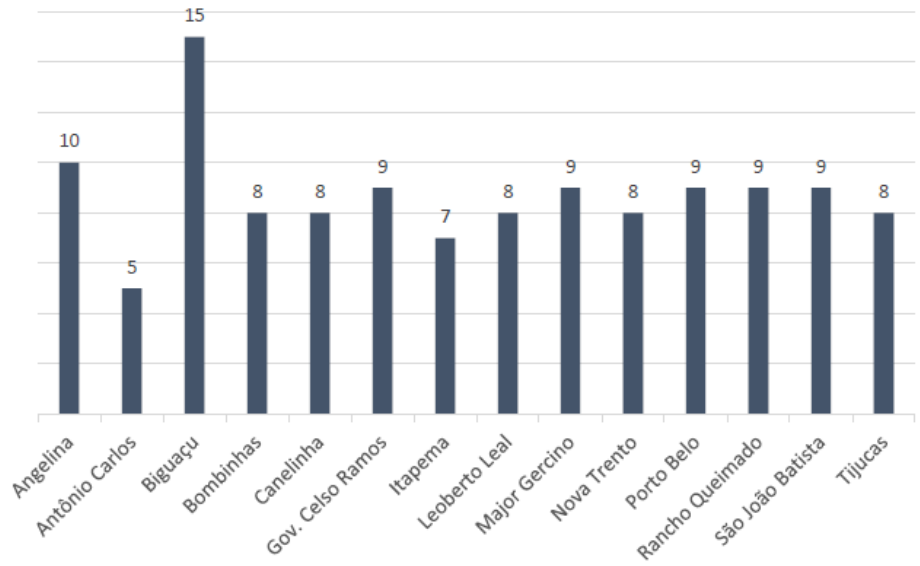
Nota: não foi possível extrair a Figura com maior qualidade, no entanto, o arquivo encontra-se disponível em Santa Catarina (2018a), ETAPA C – TOMO I - página 110, Figura 31 – Mapa de Setorização de Riscos Geológicos.

Fonte: Santa Catarina (2018a)

3.7.7 Prejuízos com desastres

Segundo os registros do Sistema Integrado de Informações de Desastres (S2ID), até 2017, todos os municípios da UPG 8.1 – Tijucas reportaram prejuízo decorrente de desastres. O maior número de registros foi Biguaçu, seguido de Angelina (Figura 45).

Figura 45 - Número de eventos reportados por município no período entre 1995 e 2017



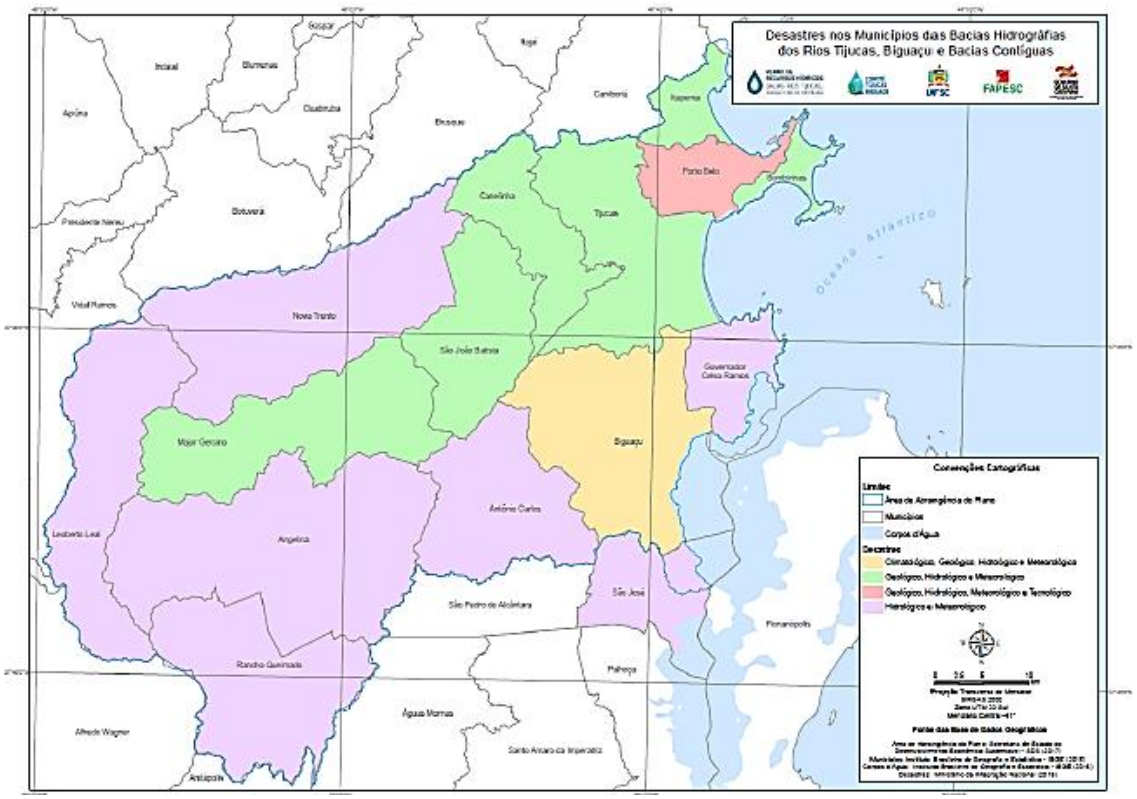
Fonte: Santa Catarina (2018a)

Na UPG 8.1 – Tijucas foram registrados eventos como deslizamentos, escorregamentos e inundações. Na UG Tijucas há áreas que apresentam alto grau de risco para enxurradas e deslizamentos. A maior ocorrência de desastres naturais registrados na UG Tijucas é de origem hidrológica, pelas enxurradas, e meteorológica, pelas tempestades.

Na UG Garcia há alto risco de ocorrência de eventos de escorregamento planar e rolamento de blocos. Os desastres naturais mais registrados, foram os de origem hidrológica e meteorológica (tempestades, inclusive com granizo). Na UG Biguaçu há ocorrências de desastres relacionados a eventos de origem hidrológica (enxurradas) e meteorológicas (tempestades com chuvas intensas e vendavais).

A Figura 46 destaca o Mapa de Desastres. Cabe destacar que este mapa se trata do resultado por município, por não existir informação do local exato onde o evento ocorreu.

Figura 46 - Mapa de Desastres na área de abrangência do PRHTB



Nota: não foi possível extrair a Figura com maior qualidade, no entanto, o arquivo encontra-se disponível em Santa Catarina (2018a), ETAPA C – TOMO I - página 117, Figura 32 – Mapa de Desastres.

Fonte: Santa Catarina (2018a)

3.7.8 Vulnerabilidade das águas subterrâneas

A vulnerabilidade do aquífero à poluição se refere ao conjunto de propriedades intrínsecas dos estratos que separam o aquífero saturado da superfície do solo (Foster, 1987). Essas propriedades determinam a suscetibilidade de um aquífero sofrer efeitos adversos de uma carga contaminante, aplicada na superfície (Foster et al., 2006).

A avaliação da vulnerabilidade natural dos aquíferos foi por meio do método GOD (Grau de confinamento, Ocorrência de substrato litológico e Distância da superfície do terreno ao nível da água subterrânea) de avaliação da vulnerabilidade natural à contaminação (CBH-RB, 2016).

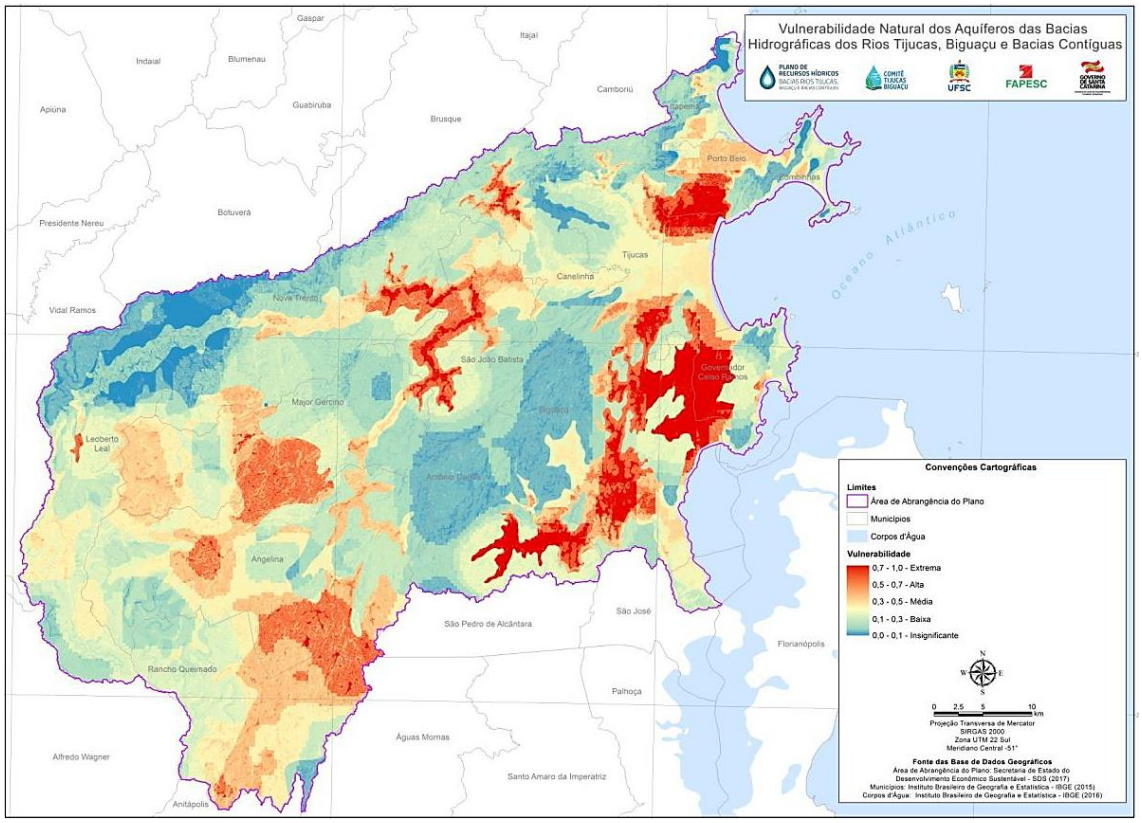
O método GOD propõe cinco classes de vulnerabilidade (Foster et al, 2006) que levam em consideração a representação de um índice absoluto de vulnerabilidade do aquífero à contaminação, conforme evidenciado no Quadro 5. O mapa resultante do cruzamento dos dados representados na Figura 47 foi representado de acordo com as cinco classes de vulnerabilidade propostas pelo autor supracitado.

Quadro 5 - Classes de vulnerabilidade

Vulnerabilidade	**Definição correspondente**
Extrema	Vulnerável à maioria dos contaminantes com impacto rápido em muitos cenários de contaminação.
Alta	Vulnerável a muitos contaminantes (exceto os que são fortemente adsorvidos ou rapidamente transformados) em muitas condições de contaminação.
Moderada	Vulnerável a alguns contaminantes, mas somente quando continuamente lançados ou lixiviados.
Baixa	Vulnerável somente a contaminantes conservadores, a longo prazo, quando contínua e amplamente lançados ou lixiviados.
Insignificante	Presença de camadas confinantes sem fluxo vertical significativo de água subterrânea (percolação).

Fonte: Foster et al. (2006) Santa Catarina (2018b)

Figura 47 - Mapa de vulnerabilidade da UPG 8.1 – Tijucas



Nota: não foi possível extrair a Figura com maior qualidade, no entanto, o arquivo encontra-se disponível em Santa Catarina (2018b), ETAPA C – TOMO II - página 210, Figura 60 – Mapa de vulnerabilidade da Bacia dos rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas.

Fonte: Santa Catarina (2018a)

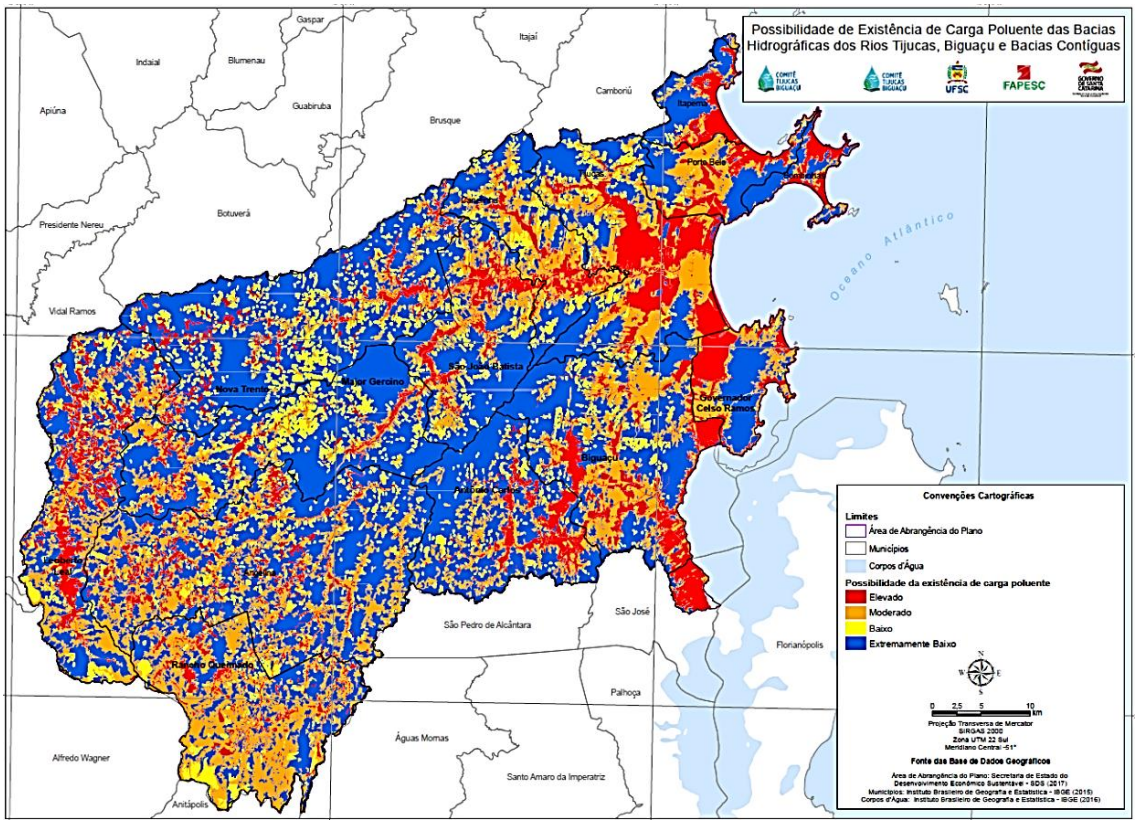
3.7.9 Risco de contaminação das águas subterrâneas

Diferente da vulnerabilidade, entendida como a maior ou menor suscetibilidade à contaminação do material de subsuperfície a um evento contaminador (Foster, 1987; Foster e Hirata; 1993) avaliada por meio das características intrínsecas do aquífero, o risco de contaminação é causado pela existência e características de atividades poluentes, fator dinâmico que, em princípio, pode ser controlado (Nanni et al., 2005 *apud* Santa Catarina, 2018b). Sabe-se que há várias causas possíveis para a deterioração da qualidade em um aquífero e/ou reserva de água subterrânea.

O uso da terra tem um importante reflexo na qualidade da água subterrânea e nas taxas de recarga. Diferentes práticas de uso da terra deixam assinaturas distintivas sobre a qualidade das águas subterrâneas (Foster; Cherlet, 2014 *apud* Santa Catarina, 2018b). Além do uso da terra, a contaminação das águas subterrâneas é determinada, principalmente, pela classificação do aquífero, ou seja, os livres e rasos estão sujeitos à alta vulnerabilidade, já que o tempo para que os contaminantes atinjam o aquífero é menor do que a dos confinados/semiconfinados (Foster, 2006 *apud* Santa Catarina, 2018b).

A Figura 48 apresenta a miniatura do mapa de possibilidade da existência de carga poluente apresentado pelo PRHTB. As principais fontes de contaminações foram baseadas no mapa de uso e ocupação do solo, considerando valores para a carga poluente baseado na aplicação da metodologia *Pollutant Origin; Surcharge Hydraulically* (POSH). A metodologia POSH foi utilizada como base para definir quais as principais atividades do município que representam perigo para o aquífero e seus valores qualitativos.

Figura 48 - Mapa de possibilidade da existência de carga poluente



Nota: não foi possível extrair a Figura com maior qualidade, no entanto, o arquivo encontra-se disponível em Santa Catarina (2018b), ETAPA C – TOMO I - página 213, Figura 64 – Mapa de possibilidade da existência de carga poluente.

Fonte: Santa Catarina (2018a)

O Quadro 6 apresenta um resumo das informações de vulnerabilidade dos aquíferos e possibilidade de carga poluente apresentada no PRHTB (Santa Catarina, 2018b). O cruzamento dessas análises gera o risco de contaminação. Praticamente todos os municípios da UPG 8.1- Tijucas possuem pelo menos uma região com elevado risco de contaminação.

Em linhas gerais, as áreas das regiões NE e SE da UPG 8.1 – Tijucas são caracterizadas por áreas mais vulneráveis e de maior possibilidade de ocorrência de cargas poluentes, Figura 47 e Figura 48. Essas áreas contemplam parte dos municípios Porto Belo, Tijucas, Biguaçu, Governador Celso Ramos, Antonio Carlos e São José, sendo considerados os municípios que que merecem maior atenção.

Utilizando-se as informações do diagnóstico de qualidade da água subterrânea, apresentado no item 3.5.3, quatro poços indicaram a presença de metais como alumínio, chumbo ou cádmio em concentrações que apresentam restrição à pelo menos um dos usos da água, localizados nos municípios de Porto Belo, Biguaçu e Major Gercino, o que corrobora com essas áreas destacadas, com exceção do último município citado.

Quadro 6 - Possibilidade de carga poluente, vulnerabilidade e risco de contaminação dos municípios da UPG 8.1.

	Possibilidade carga poluente	Local	Vulnerabilidade	Risco de contaminação	Local
Angelina	Alta	Próximas à hidrografia	Alta	Elevado	Próximos aos rios da Vargem dos Pinheiros, Fortuna, Engano, Garcia e Bonito
	Baixo	Demais áreas	-	-	-
Antônio Carlos	-	-	-	Elevado	Áreas adjacentes aos rios Biguaçu, do Louro, Farias Guiomar e Ribeirão Vermelho
Biguaçu	Alta	Ao redor dos rios Três Riachos, Felício, da Saudade e Inferninho	Alta/Extrema	Elevado	Ao redor dos rios Três Riachos, Felício, da Saudade e Inferninho
Bombinhas	Alta	-	Baixa	Baixa	-
Canelinha	Alta/Moderada	Ao redor do Rio do Moura	Alta	Elevado	Ao redor do Rio do Moura
Governador Celso Ramos	Alta	Ao redor dos Rios Jordão e do Camarão	Alta	Elevado	Ao redor dos Rios Jordão e do Camarão
	-	-	-	Moderado	Litoral Sul
Itapema	Alta/Moderada	Ao redor dos Rios do Areal e Perequê	Baixa	-	-
Leoberto Leal	Alta/Moderada	Encontro do Rio do Braço encontra o Rio das Pedras	Alta/Extrema	Elevado	Ao redor dos rios Três Riachos, Felício, da Saudade e Inferninho
Major Gercino	Alta/Moderada	Ao redor dos rios Tijucas, do Alho, do Café, do Diamante e da Boa Esperança	Alta	Elevado	ao redor dos rios Tijucas, do Alho, do Café, do Diamante e da Boa Esperança
Nova Trento	Alta/Moderada	Região do Rio do Braço	Alta	Elevado	Região do Rio do Braço
Porto Belo	Alta/Moderada	-	Alto/Moderada	Elevado	-
São João Batista	Moderada	Próximas ao Rio Tijucas e Rio do Braço	Extrema	-	-
São José	Alta	Região Norte	Moderada	Elevado	Região Norte
Tijucas	Alta	Região dos Rios do Oliveira, Teles, Tijucas, Itinga, dos Morretes e em toda região litorânea	Alta/Extrema	Elevado	Região dos Rios do Oliveira, Teles, Tijucas, Itinga, dos Morretes e em toda região litorânea

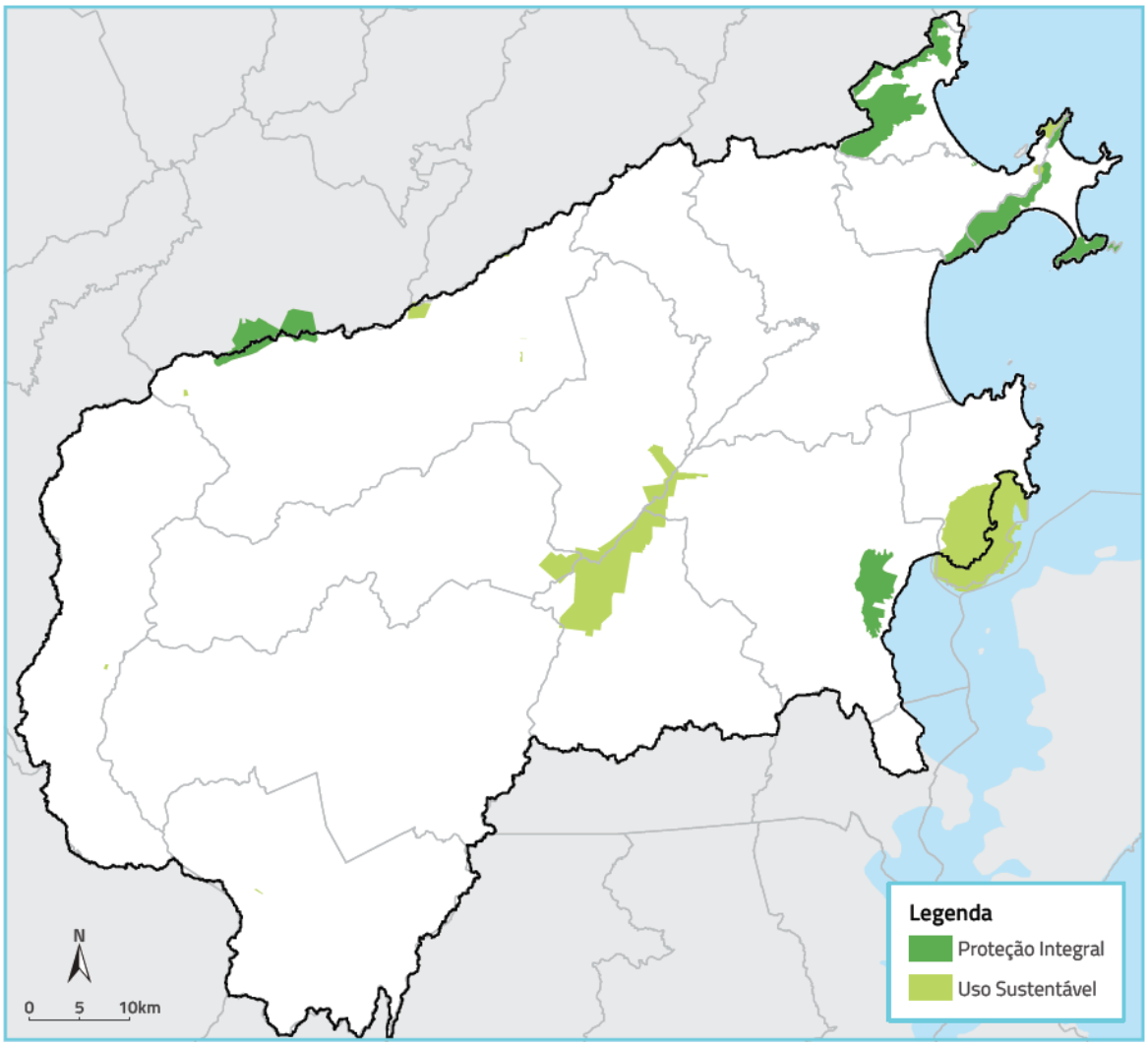
Nota: Tabela elaborada com informações contidas nos estudos de vulnerabilidade natural e de possibilidade de carga poluente conduzido no PRHTB (Santa Catarina, 2018a).

Fonte: Autor (2023).

3.8 ÁREAS REGULADAS POR LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, são identificadas 19 Unidades de Conservação na UPG 8.1 - Tijucas. Destas, sete se enquadram na categoria de **proteção integral** e doze de **uso sustentável** (Santa Catarina, 2018d). As unidades de conservação correspondem a cerca de 4% da UPG 8.1 – Tijucas. A Figura 49 apresenta as unidades de conservação de parque, refúgio da vida silvestre, reserva particular de patrimônio natural e área de proteção ambiental da UPG 8.1 Tijucas.

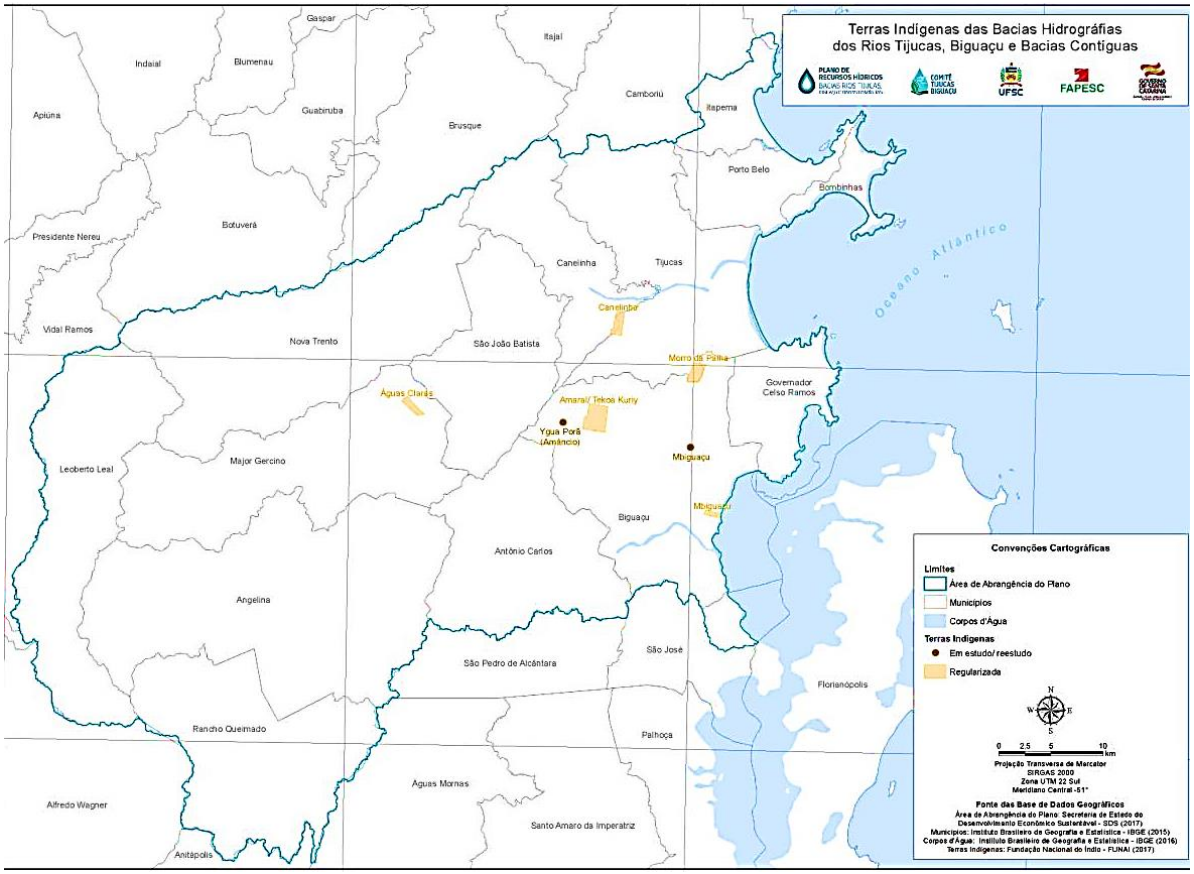
Figura 49 - Unidades de conservação na UPG 8.1 - Tijucas



Fonte: Santa Catarina (2018d)

A Figura 50 destaca o Mapa de Terras Indígenas da UPG 8.1 – Tijucas, conforme base cartográfica disponibilizada pela Fundação Nacional do Índio (Funai).

Figura 50 - Localização das Terras Indígenas na UPG 8.1 – Tijucas



Nota: não foi possível extrair a Figura com maior qualidade, no entanto, o arquivo encontra-se disponível em Santa Catarina (2018a), ETAPA C – TOMO I - página 148, Figura 40 – Localização das Terras Indígenas.

Fonte: Santa Catarina (2018a)

É importante destacar e conhecer as Unidades de Conservação e de proteção integral, pois nesses locais a classe da água doce dever ser a especial (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 2005). Quanto às terras indígenas, a classe mandatória é a Classe 1.

3.9 ARCABOUÇO LEGAL E INSTITUCIONAL

3.9.6 Arcabouço Legal

Quanto ao arcabouço legal, as principais normas vigentes que possuem relação com a qualidade água e o enquadramento estão apresentadas a seguir.

3.9.6.1 Política Nacional de Recursos Hídricos

Os instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) são apresentados no artigo 5º, sendo um deles o enquadramento, que visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e diminuir os

custos de combate à poluição, mediante ações preventivas permanentes.

3.9.6.2 Resolução CNRH n° 91/2008

A Resolução CNRH nº 91/2008, que revogou a Resolução CNRH n° 12/2000, estabelece os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos d'água superficiais e subterrâneos. Segundo o Art. 2° desta Resolução, o enquadramento dos corpos de água se dá por meio do estabelecimento de classes de qualidade conforme disposto nas Resoluções CONAMA nº 357/2005 e n° 396/2008, tendo como referências básicas: a bacia hidrográfica como unidade de gestão e os usos preponderantes mais restritivos.

De acordo com a Resolução CNRH nº 91/2008 o enquadramento de corpos de água corresponde ao estabelecimento de objetivos de qualidade a serem alcançados por meio de metas progressivas intermediárias e final de qualidade de água. Em outras palavras, o enquadramento é uma meta de qualidade que deve ser alcançada em determinado período. As etapas mínimas para elaboração do enquadramento são: I - Diagnóstico; II - Prognóstico; III - Propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento; e IV - Programa para efetivação

O processo de enquadramento deve ser participativo, com realização de oficinas ou audiências públicas com os atores sociais da bacia hidrográfica.

A Resolução nº 91/2008 definiu que a atribuição de elaborar a proposta de enquadramento é das agências de bacia, que devem encaminhar a proposta para discussão e aprovação do comitê de bacia hidrográfica, e posteriormente, ao Conselho de Recursos Hídricos. Como em Santa Catarina não existem agências de bacia, o órgão gestor tem assumido a atribuição de elaboração da proposta com a contratação de equipes técnicas.

3.9.6.3 Resolução CONAMA n° 357/2005

A Resolução CONAMA n° 357/2005 dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e as diretrizes para seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. As águas doces possuem cinco (5) classificações: classe especial, classe 1, classe 2, classe 3 e classe 4.

Nas bacias hidrográficas litorâneas, um dos pontos que deve ser observado é a identificação dos trechos de curso d'água salobra, os quais deverão ter sua classificação de

acordo com as classes de águas salobras, que são classificadas de acordo com a Resolução CONAMA 357/05 como classe especial, classe 1, classe 2 e classe 3.

3.9.6.4 Resolução CONAMA n° 396/2008

A Resolução CONAMA nº 396/2008 dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas.

O enquadramento das águas subterrâneas nas classes deve ser efetuado com base nos usos preponderantes mais restritivos atuais ou pretendidos, exceto para a Classe 4, para a qual deve prevalecer o uso menos restritivo.

O enquadramento das águas subterrâneas será realizado por aquífero, conjunto de aquíferos ou porções desses, na profundidade onde estão ocorrendo às captações para os usos preponderantes, devendo ser considerados no mínimo:

I. A caracterização hidrogeológica e hidrogeoquímica;
II. A caracterização da vulnerabilidade e dos riscos de poluição;
III. O cadastramento de poços existentes e em operação;
IV. O uso e a ocupação do solo e seu histórico;
V. A viabilidade técnica e econômica do enquadramento;
VI. A localização das fontes potenciais de poluição; e
VII. A qualidade natural e a condição de qualidade das águas subterrâneas.

3.9.7 Arcabouço Institucional

Quanto ao arcabouço institucional as principais instituições que possuem relação com a qualidade de água e o enquadramento estão apresentadas a seguir.

3.9.7.1 Secretaria de Defesa Civil (SDC)

À Secretaria de Defesa Civil compete articular e coordenar as ações de proteção e defesa civil no Estado de Santa Catarina, compreendendo: prevenção e preparação para desastres; assistência e socorro às vítimas de calamidades; restabelecimento de serviços essenciais; e reconstrução; realizar estudos e pesquisas sobre riscos e desastres; elaborar e implementar diretrizes, planos, programas e projetos para prevenção, minimização e respostas a desastres causados por ação da natureza e do homem no Estado; coordenar a elaboração do plano de contingência estadual e fomentar a elaboração dos planos de

contingência municipais; mobilizar recursos para prevenção e minimização de desastres; disseminar a cultura de prevenção de desastres para a sociedade, por meio dos princípios de proteção e defesa civil; prestar informações aos órgãos federais de defesa civil sobre as ocorrências de desastres e atividades de proteção e defesa civil no Estado; propor à autoridade competente a decretação ou a homologação de situação de emergência e de estado de calamidade pública; providenciar e gerenciar o abastecimento e a distribuição de suprimentos nas ações de proteção e defesa civil; coordenar a Comissão Estadual de Prevenção, Preparação e Resposta Rápida a Emergências Ambientais com Produtos Químicos Perigosos (CEP2R2) ou estruturas equivalentes; presidir e secretariar, quando lhe couber o mandato, a Comissão Permanente de Defesa Civil do Conselho de Desenvolvimento e Integração Sul (CODESUL); coordenar as ações estaduais de ajuda humanitária nacional e internacional; coordenar e implementar, em articulação com os Municípios, ações conjuntas com os órgãos do Sistema Estadual de Proteção e Defesa Civil (SIEPDEC); promover o intercâmbio técnico com organizações nacionais e internacionais de proteção e defesa civil; promover a capacitação de pessoas para as ações de proteção e defesa civil, em articulação com órgãos do SIEPDEC; fomentar o fortalecimento da estrutura de proteção e defesa civil municipal e regional; e recomendar ao órgão competente a interdição de áreas de risco (Santa Catarina, 2023).

3.9.7.2 Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI)

Compete à EPAGRI promover o desenvolvimento sustentável da agropecuária, da pesca e do meio rural do Estado; por meio da execução de políticas de geração e difusão de tecnologia agropecuária, florestal, pesqueira, socioeconômica e de assistência técnica e extensão rural.

As pesquisas de competência da EPAGRI compreendem as áreas das ciências agronômicas, florestais, veterinárias e de zootecnia, da sociologia e da economia rural, além daquelas relacionadas à agroindústria, ao meio ambiente, à meteorologia, à pesca e recursos hídricos, dentre outras compreendidas nas áreas de atuação da Secretaria de Estado da Agricultura, da Pesca e do Desenvolvimento Rural.

O Ciram iniciou suas atividades em 1997 para monitorar os recursos naturais e ambientais do Estado de Santa Catarina. Opera junto à Sede Administrativa da Epagri, integrado a uma rede de estações experimentais e centros especializados, localizados estrategicamente nas diversas regiões agroecológicas. O principal objetivo é integrar dados ambientais, estruturando um centro de referência para desenvolver pesquisas e tecnologia

para prestar serviços especializados. A Epagri/Ciram visa proporcionar o desenvolvimento sustentável e a melhoria das condições de vida da população por meio da geração, disponibilização e publicação de informações e tecnologias ambientais, hídricas e meteorológicas (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural, 2021).

3.9.7.3 Secretaria Executiva do Meio Ambiente e Economia Verde (SEMAE)

É de responsabilidade da SEMAE planejar, formular e normatizar políticas estaduais concernentes ao desenvolvimento econômico sustentável, aos recursos hídricos, ao meio ambiente, às mudanças climáticas, ao pagamento por serviços ambientais e ao saneamento local; elaborar estudos sobre o potencial dos recursos naturais com vistas ao seu aproveitamento racional; coordenar programas, projetos e ações relativos à educação ambiental e às mudanças climáticas; fomentar ações de curto, médio e longo prazo para aumentar a cobertura dos serviços nas áreas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana; propor diretrizes básicas de mineração e ocupação territorial; realizar estudos geológicos, inclusive prospecção, mapeamento e cadastramento dos recursos minerais, com o objetivo de formar um banco de dados; coordenar e normatizar, no âmbito de sua competência, a outorga do direito de uso da água e fiscalizar as concessões emitidas; articular a implementação da rede de medição hidrológica dos principais rios e mananciais do Estado; acompanhar o cadastro técnico estadual de atividades potencialmente poluidoras ou usuárias de recursos ambientais; orientar e supervisionar a implementação e execução de programas, projetos e ações relativos às políticas estaduais concernentes aos recursos hídricos, ao pagamento por serviços ambientais, ao meio ambiente, às mudanças climáticas e ao saneamento local

Também cabe à SEMAE planejar, formular e normatizar políticas, programas, projetos e ações estaduais voltados à promoção do desenvolvimento econômico sustentável, aos recursos hídricos, ao meio ambiente, às mudanças climáticas, ao pagamento por serviços ambientais, ao saneamento local, à melhora do bem-estar humano, à equidade social e à redução dos riscos ambientais e das escassezes ecológicas; formular, normatizar e coordenar políticas, programas, projetos e ações voltados à proteção, à defesa, ao bem-estar e ao controle populacional dos animais; apoiar e fortalecer ações, projetos e organizações da sociedade civil cujo escopo seja a proteção e garantia dos direitos dos animais; promover e difundir o tratamento ético e respeitoso aos animais e a conscientização acerca dos direitos deles; elaborar estudos sobre o potencial dos recursos naturais do Estado com vistas ao seu aproveitamento racional; coordenar programas, projetos e ações relativos à educação

ambiental e às mudanças climáticas; fomentar ações de curto, médio e longo prazo para aumentar a cobertura dos serviços nas áreas de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana; propor diretrizes básicas de mineração e ocupação territorial; realizar estudos geológicos, inclusive prospecção, mapeamento e cadastramento dos recursos minerais, com o objetivo de formar um banco de dados; coordenar e normatizar, no âmbito de sua competência, a outorga do direito de uso da água e fiscalizar as concessões emitidas; articular a implantação da rede de medição hidrológica dos principais rios e mananciais do Estado; acompanhar o cadastro técnico estadual de atividades potencialmente poluidoras ou utilizadoras de recursos ambientais; orientar e supervisionar a implementação e execução de programas, projetos e ações relativos às políticas estaduais concernentes aos recursos hídricos, ao pagamento por serviços ambientais, ao meio ambiente, às mudanças climáticas e ao saneamento local; acompanhar e articular com os demais órgãos e as demais entidades envolvidos na atividade de fiscalização ambiental: a aplicação de medidas de compensação; e o uso legal de áreas de preservação permanente; acompanhar e normatizar, no âmbito de sua competência, a fiscalização ambiental no Estado; formular e coordenar programas, projetos e ações voltados à promoção do desenvolvimento sustentável e à conservação ambiental; planejar e criar instrumentos de fomento para implementação e execução de atividades mitigadoras dos gases de efeito estufa, de acordo com as políticas do Estado; apoiar os processos de identificação e aprovação de metodologias e indicadores de desempenho ambiental voltados ao aquecimento global e às mudanças climáticas referentes a projetos implementados no Estado; apoiar a pesquisa e o desenvolvimento de tecnologias voltadas à preservação dos recursos naturais, ao combate às mudanças climáticas e à adaptação e mitigação dos impactos gerados por elas; realizar o inventário estadual de emissões, biodiversidade e estoques de gases de efeito estufa, de forma sistematizada e periódica; propor estratégias e metas para redução de gases de efeito estufa emitidos pelos órgãos e pelas entidades da Administração Pública Estadual; gerenciar e negociar a redução de emissão de gases de efeito estufa convertida em créditos de carbono em acordos e parcerias nacionais e internacionais; definir estratégias integradas de mitigação e adaptação aos efeitos causados pelas mudanças climáticas; gerir os fundos estaduais para os quais serão destinados recursos voltados à sua área de atuação; realizar periodicamente e sistematicamente o inventário florístico florestal; e realizar e acompanhar as inspeções das barragens no Estado, visando à proteção, ao direito dos atingidos e à preservação das espécies da fauna e flora catarinense (Santa Catarina, 2023).

3.9.7.4 Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA)

O IMA é uma das entidades da administração pública estadual indireta, do tipo autarquia. Compete ao IMA: implantar e coordenar o sistema de controle ambiental, inclusive o decorrente do licenciamento ambiental de empreendimentos de impacto ambiental, das autuações ambientais transacionadas e dos usos legais de áreas de preservação permanente; elaborar manuais e instruções normativas relativos às atividades de licenciamento e autorização ambiental, com vistas à padronização dos procedimentos administrativos e técnicos; licenciar, autorizar e auditar as atividades públicas ou privadas potencialmente causadoras de degradação ambiental; fiscalizar e acompanhar o cumprimento das condicionantes determinadas no procedimento de licenciamento ambiental; elaborar, executar e controlar ações, projetos, programas e pesquisas relacionados à proteção de ecossistemas e ao uso sustentável dos recursos naturais de abrangência inter-regional ou estadual; desenvolver programas preventivos relativos a transporte de produtos perigosos em parceria com outras instituições governamentais; propor convênios com órgãos das Administrações Públicas Federal e Municipais com vistas à maior eficiência de licenciamento e autorização ambientais; supervisionar e orientar as atividades florestais previstas em convênios públicos; elaborar e executar ou coexecutar projetos de acordos internacionais relacionados à proteção de ecossistemas e de abrangência inter-regional ou estadual; implantar o Sistema Estadual de Unidades de Conservação da Natureza (SEUC), em conformidade com a legislação específica em vigor; executar a fiscalização ambiental no Estado de forma articulada com os órgãos e as entidades envolvidos nessa atividade (Santa Catarina, 2017).

3.9.7.5 Polícia Militar Ambiental

A Polícia Militar Ambiental pertence à Secretaria de Estado da Segurança Pública. A Polícia Militar Ambiental (PMA), com status de Batalhão, foi instituída em 2005 pela Lei Estadual nº 3.379. A Polícia Militar Ambiental – PMA, além de executar as competências estabelecidas na Constituição do Estado, tem as seguintes atribuições: exercer o policiamento do meio ambiente e atividades na área de inteligência ambiental, utilizando-se de armamento apenas em situações de comprovada necessidade; estabelecer ações de policiamento ambiental nas unidades de conservação estaduais, de guarda de florestas e outros ecossistemas; emitir Notificação de Fiscalização e encaminhá-lo ao órgão licenciador, para a instrução do correspondente processo administrativo; apoiar os órgãos

envolvidos com a defesa e preservação do meio ambiente, garantindo-lhes o exercício do poder de polícia de que são detentores; articular-se com a FATMA no planejamento de ações de fiscalização e no atendimento de denúncias; articular-se com o órgão ambiental competente no planejamento de ações de fiscalização e no atendimento de denúncias; realizar educação ambiental não formal; estimular condutas ambientalmente adequadas para a população; estabelecer diretrizes de ação e atuação das unidades de policiamento ambiental; estabelecer, em conjunto com os órgãos de meio ambiente do Estado, os locais de atuação das unidades de policiamento ambiental; propor a criação ou a ampliação de unidades de policiamento ambiental; estabelecer a subordinação das unidades de policiamento ambiental; desenvolver a modernização administrativa e operacional das unidades de policiamento ambiental; viabilizar cursos de aperfeiçoamento técnico, na área de policiamento ambiental, dentro e fora da corporação; e atuar de forma efetiva no combate à criminalidade no campo, proporcionando maior segurança aos proprietários rurais (Santa Catarina, 2009; 2022).

3.9.7.6 Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)

O Conselho Estadual de Recursos Hídricos é vinculado à Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. O CERH é o órgão encarregado de estabelecer as diretrizes da política de recursos hídricos com vistas ao planejamento das atividades de aproveitamento e controle destes no território do Estado de Santa Catarina.

É de competência do CERH, de acordo com a Lei nº 6739/85 e do Decreto nº 1003/91: analisar as propostas de estudos, e projetos sobre o uso, preservação e recuperação de recursos hídricos; propor as diretrizes para o plano estadual de utilização de recursos hídricos; propor as diretrizes para o programa estadual de defesa contra as cheias; propor normas para o uso, preservação e recuperação dos recursos hídricos; sugerir mecanismos de coordenação e integração junto ao Órgão Central do Sistema de Planejamento, para planejar e executar as atividades relacionadas com a utilização dos recursos hídricos; compatibilizar a política estadual com a política federal de utilização dos recursos hídricos; compatibilizar as ações intermunicipais com a ação estadual na área de utilização de recursos hídricos; propor diretrizes relativas à sistemática de elaboração, acompanhamento, avaliação e execução de programas, projetos e atividades na área de utilização de recursos hídricos; estabelecer normas para a institucionalização de Comitês de Bacias Hidrográficas; orientar a constituição de Comitês de Bacias Hidrográficas. Também é competência do CERH promover, prioritariamente, a integração dos programas e atividades governamentais de:

abastecimento urbano e industrial; controle de cheias; irrigação e drenagem; pesca; transporte fluvial; aproveitamento hidroelétrico; uso da terra; meio ambiente; hidrologia; meteorologia; hidrossedimentologia e lazer. Adicionalmente, é da alçada do CERH resolver os casos omissos não previstos e desenvolver outras atividades normativas relacionadas à gestão e o controle de recursos hídricos estadual (Santa Catarina, 1985; 1991).

3.9.7.7 Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e Bacias Contíguas (Comitê Tijucas e Biguaçu)

O Comitê Tijucas Biguaçu é um órgão colegiado, de nível regional, vinculado ao Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH), com atribuições normativas, deliberativas e consultivas a serem exercidas na sua área de atuação.

O Comitê Tijucas Biguaçu tem suas atribuições regidas pelos seguintes dispositivos legais: Lei Federal nº 9.433, de 8 de janeiro de 1997, Lei Estadual nº 9.022, de 6 de maio de 1993, Lei Estadual nº 9.748, de 30 de novembro de 1994 e pelas normas estabelecidas pelo CERH e CNRH.

O Comitê é composto por representantes dos usuários da água, da população da bacia e dos diversos órgãos da administração federal e estadual atuantes nas bacias hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas e que estejam relacionados direta ou indiretamente com os recursos hídricos.

Foi criado em 2001 pelo decreto estadual nº 2918 o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas (Comitê Tijucas). Inicialmente o Comitê compreendia a área da bacia hidrográfica do rio Tijucas e seus tributários e do grupo de bacias dos rios Perequê, Santa Luzia, Inferninho e Itapema. A partir do decreto nº 836, de 15 de setembro de 2020, o Comitê foi transformado no Comitê de Gerenciamento das Bacias Hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e bacias contíguas (Comitê Tijucas e Biguaçu) (Santa Catarina, 2020).

A área de abrangência do comitê compreende na Região Hidrográfica 08 (litoral centro), as bacias hidrográficas do Rio Tijucas, do Rio Biguaçu e pelas demais bacias hidrográficas com exutório no Oceano Atlântico, localizados entre as coordenadas 738740 E, 7004515 N e 736993 E, 6947799 N, no Sistema de Projeção UTM (Santa Catarina, 2020).

O Comitê Tijucas e Biguaçu é composto por 40% de representantes dos usuários de água, 40% de representantes da população das bacias, por meio dos Poderes Executivo e Legislativo Municipais, de parlamentares das regiões e de organizações e entidades da sociedade civil, e 20% de representantes dos órgãos da Administração Pública Federal e

Estadual atuantes nas bacias e que estejam relacionados com os recursos hídricos (SANTA CATARINA, 2020). Atualmente, o Regimento Interno do Comitê Tijucas Biguaçu foi aprovado pelo Comitê e encaminhado para o CERH/SC.

3.9.7.8 Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica de Santa Catarina (FAPESC)

A FAPESC é um órgão do governo estadual, vinculado à Secretaria de Estado da Ciência, Tecnologia e Inovação – SCTI (Santa Catarina, 2023), que repassa recursos públicos para a execução de atividades de pesquisa, inovação, capacitação de recursos humanos e difusão de conhecimentos.

A FAPESC tem por objetivo fomentar, desenvolver e executar a política de incentivo à pesquisa científica e tecnológica, obedecidas as normas constitucionais e a legislação específica. Compete à FAPESC, além de outras atribuições previstas em lei: executar planos, programas e orçamentos de apoio e fomento à ciência, tecnologia e inovação, respeitando a política de ciência, tecnologia e inovação, os recursos destinados à pesquisa científica e tecnológica nos termos do art. 193 da Constituição do Estado, a fim de promover o equilíbrio regional, o avanço de todas as áreas do conhecimento, o fortalecimento da cultura de inovação, o desenvolvimento sustentável e a melhoria de qualidade de vida da população catarinense, com autonomia técnico-científica, administrativa, patrimonial e financeira, de forma conjunta com a Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI); elaborar, executar e avaliar planos, programas e orçamentos de apoio e fomento à ciência, tecnologia e inovação, seguindo orientação da SCTI, viabilizando anualmente, no mínimo, a realização de 1 (uma) Conferência Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação envolvendo os integrantes do Sistema Estadual de Ciência, Tecnologia e Inovação de Santa Catarina; apoiar e promover a realização de estudos, a execução e divulgação de programas e projetos de pesquisa científica básica e aplicada, individuais ou institucionais, e o desenvolvimento de produtos e processos tecnológicos, de acordo com as diretrizes da SCTI; apoiar a formação e a capacitação de pessoas para a pesquisa científica e tecnológica e de inovação, de forma regionalizada e desconcentrada, mediante a concessão de bolsas em modalidades e valores a serem definidos pelo seu Conselho Superior, com vistas a manter a equivalência com aquelas concedidas em programas nacionais similares; promover o intercâmbio e a cooperação técnico-científica regional, nacional e internacional; fomentar a internacionalização de empresas catarinenses inovadoras; fomentar o desenvolvimento

tecnológico inovativo das empresas catarinenses e organizações públicas ou privadas, preferencialmente em parceria com instituições de ensino e pesquisa situadas no Estado de Santa Catarina, pela transferência de conhecimento e interação de competências, podendo, para tanto, subvencionar a permanência de pesquisadores de alto nível no âmbito de programas específicos; sugerir à SCTI quaisquer providências necessárias à realização de seus objetivos; incentivar a criação e o desenvolvimento de polos e incubadoras de base tecnológica, bem como de arranjos produtivos locais; prestar, eventualmente, serviços técnicos especializados pertinentes à sua área de atuação; gerenciar a rede catarinense de ciência e tecnologia; apoiar, promover e participar de reuniões e eventos de natureza científica, tecnológica e de inovação; promover a realização de acordos, protocolos, convênios, programas e projetos de intercâmbio entre entidades públicas e privadas, nacionais e internacionais; e apoiar a implantação dos Núcleos de Inovação Tecnológica (NITs) pelas Instituições de Ciência, Tecnologia e Inovação do Estado de Santa Catarina (ICTESC), pelas universidades e outras instituições de educação superior que atuem em ciência, tecnologia e inovação, bem como pelos parques tecnológicos, incubadoras e empresas catarinenses (Santa Catarina, 2019; 2023).

3.9.8 Instituições que atuam em nível microrregional

Além das instituições estaduais supracitadas, também há as que atuam em nível regional e que merecem destaque por sua relevância na área de gestão de recursos hídricos. Dentre elas há a Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), com a Escola Politécnica, no qual estão vinculados os cursos de Oceanografia, Ciências Biológicas, Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia de Produção, se dedica a estudos e pesquisas científicas na região da UPG 8.1 – Tijucas e a UDESC, que oferta cursos de ensino à distância - Ead em Instituições parceiras.

Outras organizações relevantes para a gestão de recursos hídricos em nível regional são as Associações de Municípios, no caso dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas. Os municípios de Porto Belo, Itapema e Bombinhas fazem parte da Associação dos Municípios da Foz do Rio Itajaí (AMFRI). Enquanto os demais municípios fazem parte da Associação dos Municípios da Região da Grande Florianópolis (GRANFPOLIS). Estas associações têm funções de planejamento regional e de assessoria no desenvolvimento e na implementação de políticas municipais, incluindo as de planejamento urbano, saneamento básico e meio ambiente.

3.9.9 Instituições Federais

As instituições federais relacionadas aos recursos hídricos na UPG 8.1 – Tijucas são o Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima e a Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA), pertencente ao Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. A ANA é responsável por implementar a Política Nacional de Recursos Hídricos; por regular o uso de recursos hídricos; pela prestação dos serviços públicos de irrigação e adução; pela segurança de barragens; e pela instituição de normas de referência para a regulação dos serviços públicos de saneamento básico (ANA, 2022).

Além das instituições supracitadas, destaca-se a Caixa Econômica Federal, que é gestora de programas de desenvolvimento urbano do governo federal; o Conselho Nacional de Recursos Hídricos, que é o órgão superior do Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos e acompanha a implementação da PNRH no país; a Fundação Nacional do Índio (FUNAI); o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA).

3.10POLÍTICAS, PLANOS E PROGRAMAS LOCAIS E REGIONAIS

A maioria dos municípios possui órgão gestor de planejamento urbano, por meio de secretaria municipal ou de uma secretaria em conjunto com outras políticas. Todos os municípios da UPG 8.1 – Tijucas possuem Plano Diretor, sendo que a maioria foi desenvolvido em 2009, sendo alguns atualizados mais recentemente. Os municípios de Biguaçu, Porto Belo e Itapema iniciaram o Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA). Os municípios de Bombinhas, Governador Celso Ramos e Porto Belo iniciaram os processos de construção da Agenda 21, entretanto, nenhum desses municípios realizou reunião do fórum da Agenda 21 local, conforme Pesquisa de Informações Básicas Municipais do IBGE (2015). Todos os municípios possuem estrutura de meio ambiente, seja por meio de autarquias ou secretarias que tratam do assunto em conjunto com outras políticas municipais (Quadro 7).

Quadro 7 - Estrutura de meio ambiente nos municípios na UPG 8.1 – Tijucas de acordo com o PRHTB (2018)

Município	Caracterização do órgão gestos de meio ambiente	Nome do órgão
Angelina	Secretaria municipal em conjunto com outras políticas	Secretaria de Agricultura, Meio Ambiente, Comércio, Indústria E Turismo
Antônio Carlos	Secretaria municipal em conjunto com outras políticas	Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente
Biguaçu	Autarquia	Fundação Municipal de Meio Ambiente (FAMABI)
Bombinhas	Autarquia	Fundação de Amparo ao Meio Ambiente de Bombinhas (FAMAB)
Canelinha	Secretaria municipal em conjunto com outras políticas	Secretaria de Desenvolvimento, Agricultura, Meio Ambiente, Habitação e Turismo
Gov. Celso Ramos	Autarquia	Fundação do Meio Ambiente de Governador Celso Ramos (FAMGOV)
Itapema	Autarquia	Fundação Ambiental Área Costeira de Itapema (FAACI)
Leoberto Leal	Secretaria municipal em conjunto com outras políticas	Secretaria de Agricultura, Turismo e Meio Ambiente
Major Gercino	Secretaria municipal em conjunto com outras políticas	Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente
Nova Trento	Secretaria municipal em conjunto com outras políticas	Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente
Porto Belo	Autarquia	Fundação de Meio Ambiente (FAMAP)
Rancho Queimado	Secretaria municipal em conjunto com outras políticas	Secretaria de Agricultura, Pecuária e Meio Ambiente
São João Batista	Autarquia	Fundação Municipal de Meio Ambiente (FUMAB)
São José	Autarquia	Fundação Municipal do Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável
Tijucas	Secretaria municipal em conjunto com outras políticas	Secretaria Municipal de Agricultura, Pesca e Meio Ambiente

Fonte: Autor (2023), Santa Catarina (2018a)

Em relação a Agências Reguladoras, os municípios estão distribuídos em duas principais: Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina (ARESC) e Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS) (Quadro 8)

A ARESC foi criada após a fusão da Agência Reguladora de Serviços Públicos de Santa Catarina (AGESC) com a Agência Reguladora de Serviços de Saneamento Básico do Estado de Santa Catarina (AGESAN), por meio da Lei nº 16.673/2015. Trata-se de uma autarquia especial instituída como Agência de Estado para fiscalizar e orientar a prestação dos serviços públicos concedidos (saneamento básico, recursos hídricos, recursos minerais, exploração e/ou distribuição de gás natural canalizado, geração, transmissão e distribuição de energia elétrica e outros serviços delegados pela União, pelos Estados e pelos Municípios), bem como estabelecer o regime tarifário, editar normas técnicas, econômicas e sociais para a sua regulação.

A ARIS foi criada no dia 1º de dezembro de 2009 por meio de projeto da Federação de Consórcios, Associações de Municípios e Municípios de Santa Catarina (FECAM), inicialmente com a participação dos municípios de Águas de Chapecó, Alto Bela Vista, Coronel Freitas, Formosa do Sul, Iraceminha, Jardinópolis, Mondaí, Monte Carlo, Pinhalzinho e Turvo. Atualmente abrange 176 municípios em Santa Catarina.

Quadro 8 - Agências reguladoras dos serviços de saneamento na UPG 8.1 – Tijucas

Município	Agência reguladora
Angelina	ARESC
Antônio Carlos	ARESC
Biguaçu	ARESC
Bombinhas	ARESC
Canelinha	ARIS
Governador Celso Ramos	ARESC
Itapema	ARESC
Leoberto Leal	ARESC
Major Gercino	ARESC
Nova Trento	ARIS
Porto Belo	ARIS
Rancho Queimado	ARESC
São João Batista	ARIS
São José	ARESC
Tijucas	ARESC

Fonte: Santa Catarina (2018a)

3.9.1. Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (Gerco)

Na UPG 8.1 – Tijucas, seis municípios fazem parte da zona costeira e deveriam desenvolver os projetos de gerenciamento costeiro, integrado aos planos diretores e planos de gerenciamento de recursos hídricos. Entretanto, apenas Bombinhas, Itapema e Porto Belo finalizaram os Planos de Gerenciamento Costeiro. Governador Celso Ramos assinou o termo de adesão ao Projeto Orla, apesar de não haver ainda iniciado os estudos, e Biguaçu declarou ter interesse em assinar o termo de adesão. O Quadro 9 apresenta a situação dos projetos de gerenciamento nos municípios da bacia, conforme informações disponíveis no site da Secretaria de Estado do Planejamento.

Quadro 9 - Resumo da situação do Projeto Orla nos municípios da bacia

Município	Faz parte da zona costeira	Assinou termo de adesão (dez. 2014)	Iniciou	Finalizou
Angelina	Não	-	-	-
Antônio Carlos	Não	-	-	-
Biguaçu	Sim	Não		
Bombinhas	Sim	Sim	Sim	Sim
Canelinha	Não	-	-	-
Gov. Celso Ramos	Sim	Sim		
Itapema	Sim	Sim	Sim	Sim
Leoberto Leal	Não	-	-	-
Major Gercino	Não	-	-	-
Nova Trento	Não	-	-	-
Porto Belo	Sim	Sim	Sim	Sim
Rancho Queimado	Não	-	-	-
São João Batista	Não	-	-	-
São José	Sim	Não		
Tijucas	Sim	Não	Não	Não

Fonte: Santa Catarina (2018a)

3.11 CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

Abaixo foram apresentados aspectos referentes a demografia e dinâmica populacional, atividades econômicas e caracterização da infraestrutura nos municípios inseridos na UPG 8.1 – Tijucas.

3.11.6 Abrangência municipal e estrutura administrativa

Dos 15 municípios, 14 deles possuem sede administrativa na UPG 8.1 – Tijucas: Angelina, Antônio Carlos, Biguaçu, Bombinhas, Canelinha, Governador Celso Ramos, Itapema, Leoberto Leal, Major Gercino, Nova Trento, Porto Belo, Rancho Queimado, São João Batista e Tijucas. A sede do município de São José encontra-se fora da bacia hidrográfica.

A maioria dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas está inserida na Mesorregião Grande Florianópolis, com exceção de Bombinhas, Itapema e Porto Belo, que estão inseridos na Mesorregião do Vale do Itajaí.

3.11.7 Demografia e dinâmica populacional

Na época do PRHTB, com dados do CENSO de 2010, a população total dos municípios da bacia hidrográfica era de 353.691 habitantes (IBGE, 2017). Entre 2000 e 2010 houve um aumento de 29,51% na população na UPG 8.1 – Tijucas, impulsionado principalmente pelo crescimento dos municípios de Itapema, São João Batista, Bombinhas, Itapema e Bombinhas.

A Tabela 18 apresenta a dinâmica populacional dos municípios entre os anos de 2010 e 2022, datas dos últimos Censos realizados pelo IBGE. Nota-se que houve decrescimento populacional nos municípios de Leoberto Leal e Major Gercino. As maiores taxas de crescimento ocorreram para Bombinhas (4,68%), Porto Belo (4,53%), Tijucas (4,26%) e Itapema (3,86%). Para o município de São José foi considerado na análise apenas a porcentagem da população dentro da UPG 8.1 – Tijucas (distrito de Barreitos), com 14% do seu território contido na UPG 8.1 – Tijucas

Tabela 18 - Dinâmica populacional dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas

Unidade territorial	2010 (habitantes)	2022 (habitantes)	Taxa crescimento (%)	Incremento populacional (2022-2010)
Angelina	5.250	5.358	0,17	108
Antônio Carlos	7.458	11.224	3,41	3.766
Biguaçu	58.206	76.773	2,31	18.567
Bombinhas	14.293	25.058	4,68	10.765
Canelinha	10.603	12.821	1,58	2.218
Gov. Celso Ramos	12.999	16.915	2,19	3.916
Itapema	45.797	75.940	4,21	30.143
Leoberto Leal	3.365	3.330	-0,09	-35
Major Gercino	3.279	3.214	-0,17	-65
Nova Trento	12.190	13.727	0,99	1.537
Porto Belo	16.083	27.688	4,53	11.605
Rancho Queimado	2.744	3.279	1,48	535
São João Batista	26.260	32.687	1,82	6.427
São José	209.804	270.299	2,11	60.495
Tijucas	30.960	51.592	4,26	20.632
População total	353.691*	388.162**	0,77	34.471
% Estado	5,66%	8,27%		

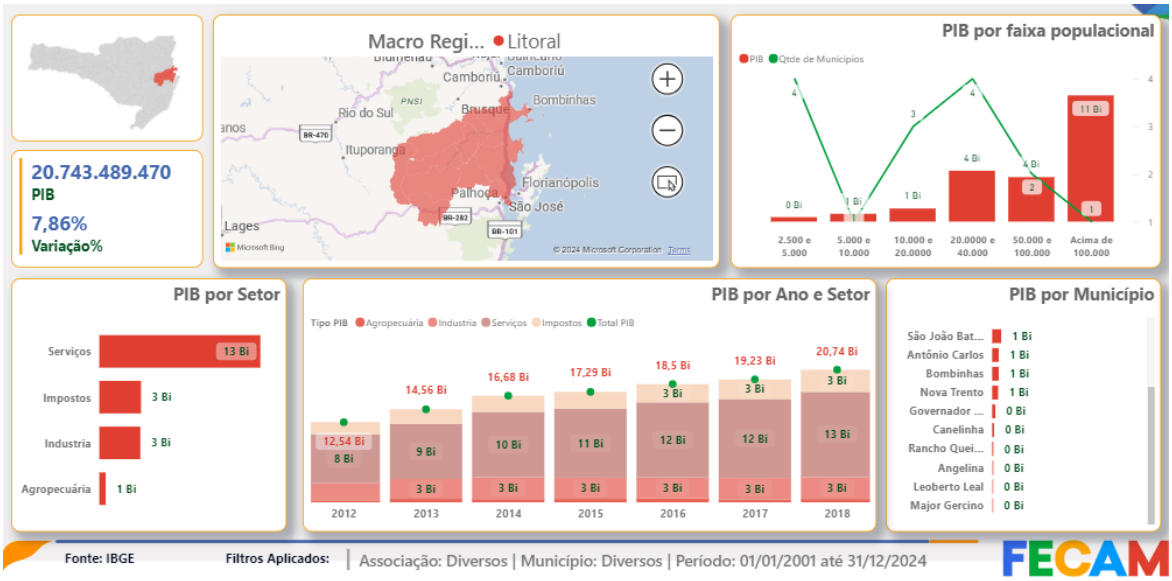
Legenda: *PRHTB (2018a); ** considerando para São José a população calculada pela densidade demográfica do município e área inserida na UPG 8.1 – Tijucas, total 28.556 habitantes.

Fonte: IBGE (2023).

3.11.8 Atividades econômicas

De acordo com a FECAM (2023), em 2023 o principal setor produtivo é o setor de serviços, responsável por 64% do PIB da região. Os setores de impostos e indústria, respondem, de forma combinada por 33% (Figura 51) (FECAM, 2023).

Figura 51 - Composição do PIB (2023) nos municípios da UPG 8.1 - Tijucas



Fonte: FECAM (2023)

3.11.9 Caracterização da infraestrutura de saneamento básico

Foram comtemplados os sistemas de abastecimento de água, coleta e tratamento do esgotamento sanitário e coleta e tratamento dos resíduos sólidos e manejo das águas pluviais urbanas, nos municípios da UPG8.1 – Tijucas.

3.11.9.1 Abastecimento de água

Todos os municípios da UPG 8.1 – Tijucas contam com serviço de abastecimento de água, o Quadro 10 apresenta a caracterização dos prestadores de serviço de água dos municípios.

Quadro 10 - Prestadores de serviço de água

Município	Empresa abastecimento
Angelina	CASAN
Antônio Carlos	CASAN
Biguaçu	CASAN
Bombinhas	Águas de Bombinhas
Canelinha	Serviço Municipal de Água, Infraestrutura e Saneamento de Canelinha - SEMAIS
Governador Celso Ramos	SAMAE
Itapema	Águas de Itapema (CONASA)
Leoberto Leal	CASAN
Major Gercino	CASAN
Nova Trento	SAMAE
Porto Belo	CASAN
Rancho Queimado	CASAN
São João Batista	Serviço de Infraestrutura, Saneamento e Abastecimento de Água Municipal - SISAM
São José	CASAN
Tijucas	SAMAE

Legenda: Casan - Companhia Catarinense de Águas e Saneamento, SAMAE – Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto.

Fonte: Autor (2023), Santa Ctarina (2018a).

Na maioria dos municípios da UPG 8.1 – Tijucas a população urbana é 100% atendida pelo Sistema de Abastecimento Público de Água (SAA), com exceção de Angelina, Bombinhas, Governador Celso Ramos, Itapema, Porto Belo e Tijucas (Tabela 19).

Tabela 19 - População abastecida pelo sistema de água e extensão total da rede existente

Município	% população total atendida com abastecimento de água	% população urbana atendida com abastecimento de água	Extensão da rede de água (km)
Angelina	18	90	10,57
Antônio Carlos	63	100	84,17
Biguaçu	92	100	258,06
Bombinhas	83	83	208,07
Canelinha	78	100	84,00
Gov. Celso Ramos	87	93	155,00
Itapema	89	92	259,36
Leoberto Leal	33	100	7,56
Major Gercino	35	100	11,66
Nova Trento	82	100	135,00
Porto Belo	82	86	143,81
Rancho Queimado	50	100	18,25
São João Batista	100	100	195,00
São José	94	100	620,83
Tijucas	76	90	310,00

Fonte: SNIS (2023)

O Quadro 11 apresenta o diagnóstico da infraestrutura hídrica de abastecimento público, realizado pela ANA, para os municípios da UPG 8.1 – Tijucas. Observa-se que os municípios de Angelina, Canelinha, Rancho Queimado e São João Batista apresentaram necessidade de ampliação do sistema produtor. Já os municípios de Biguaçu, Nova Trento e São José apresentaram baixa garantia hídrica. Os demais municípios foram considerados com abastecimento satisfatório.

Quadro 11 - Diagnóstico da infraestrutura hídrica de abastecimento público realizada pela ANA para os municípios das bacias em estudo

Município	Diagnóstico
Angelina	Ampliação do sistema produtor
Antônio Carlos	Abastecimento satisfatório
Biguaçu	Baixa garantia hídrica
Bombinhas	Abastecimento satisfatório
Canelinha	Ampliação do sistema produtor
Governador Celso Ramos	Abastecimento satisfatório
Itapema	Abastecimento satisfatório
Leoberto Leal	Abastecimento satisfatório
Major Gercino	Abastecimento satisfatório
Nova Trento	Baixa garantia hídrica
Porto Belo	Abastecimento satisfatório
Rancho Queimado	Ampliação do sistema produtor
São João Batista	Ampliação do sistema produtor
São José	Baixa garantia hídrica
Tijucas	Abastecimento satisfatório

Fonte: ANA (2017b), Autor (2023).

3.11.9.2 Esgotamento sanitário

Com relação às redes de esgotamento sanitário, de acordo com o PRHTB (Santa Catarina, 2018b), com dados do Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto do Sistema Nacional de Informações Sobre Saneamento (SNIS), apenas os municípios de Bombinhas, Itapema e Rancho Queimado, Tijucas e São José possuem rede de coleta e tratamento coletivo de esgoto.

Os municípios de Bombinhas e Rancho Queimado relataram eventos de extravasamento nas redes de esgotos (Santa Catarina, 2018b). Foram relatados cinco eventos em Bombinhas e um em Rancho Queimado. Itapema relatou não haver ocorrido nenhum evento de extravasamento do sistema (Santa Catarina, 2018b).

Até o momento, nenhum município apresentou sistema de gestão dos sistemas individuais de tratamento de esgoto, não sendo possível assim, contabilizar como atendimento. Isso ocorre pois não há um serviço público e gerencial incluso, como previsto no Novo Marco do Saneamento Básico.

O lançamento de esgotos nos corpos hídricos sem o adequado tratamento tem resultado no comprometimento da qualidade das águas na UPG 8.1 – Tijucas e podem impactar na saúde da população e até inviabilizar e encarecer o atendimento de usos a jusante, especialmente o abastecimento humano. A Tabela 20 apresenta dados do SNIS de 2021 com relação ao atendimento da zona rural de rede de esgotamento sanitário. Nota-se que dos quinze municípios pertencentes à UPG 8.1 - Tijucas, apenas 30% possuem rede coletora de esgoto sanitário.

Tabela 20 - População abastecida pelo sistema de esgoto e extensão total da rede existente

Município	% população total atendida com esgotamento sanitário	% população urbana atendida com esgotamento sanitário	Extensão da rede de esgoto (km)
Angelina	NI	NI	NI
Antônio Carlos	NI	NI	NI
Biguaçu	NI	NI	NI
Bombinhas	13	13	29,05
Canelinha	NI	NI	NI
Gov. Celso Ramos	NI	NI	NI
Itapema	70	71	127,71
Leoberto Leal	NI	NI	NI
Major Gercino	NI	NI	NI
Nova Trento	NI	NI	NI
Porto Belo	NI	NI	NI
Rancho Queimado	26	52	8,99
São João Batista	NI	NI	NI
São José	45	46	97,73
Tijucas	46	54	86,00

NI – Não informado

Fonte: SNIS (2023)

3.11.9.3 Resíduos sólidos

De acordo com o PRHTB (Santa Catarina, 2018a), todos os municípios possuem coleta e disposição final de resíduos sólidos. O Quadro 12 apresenta dados do SNIS (2023) com relação ao órgão responsável pelo manejo dos resíduos sólidos.

Quadro 12 - Caracterização do órgão municipal gestor dos resíduos sólidos urbanos

Município	Nome do órgão responsável pela gestão dos resíduos sólidos	Natureza jurídica
Angelina	Prefeitura Municipal de Angelina	Administração pública direta
Antônio Carlos	Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente	Empresa pública
Biguaçu	Prefeitura Municipal de Biguaçu	Administração pública direta
Bombinhas	Secretaria Municipal de Saúde e Saneamento	Administração pública direta
Canelinha	Serviço Municipal de Água, Infraestrutura e Saneamento de Canelinha	Autarquia
Gov. Celso Ramos	Prefeitura Municipal de Governador Celso Ramos	Administração pública direta
Itapema	Secretaria Municipal de Obras e Transporte	Administração pública direta
Leoberto Leal	Prefeitura Municipal de Leoberto Leal	Administração pública direta
Major Gercino	Prefeitura Municipal de Major Gercino	Administração pública direta
Nova Trento	Secretaria de Agricultura e Meio Ambiente	Administração pública direta
Porto Belo	Secretaria de Obras	Administração pública direta
Rancho Queimado	Prefeitura Municipal de Rancho Queimado	Administração pública direta
São João Batista	Serviço de infraestrutura, saneamento e abastecimento de água municipal	Autarquia
São José	Prefeitura Municipal de São José	Administração pública direta
Tijucas	Secretaria Municipal de Obras e Transportes e Serviços Públicos	Administração pública direta

Fonte: SNIS (2023)

3.11.9.4 Drenagem urbana

Em relação à área de drenagem urbana, o PRHTB (Santa Catarina, 2018b) recebeu informações via questionário dos sistemas de drenagem de Antônio Carlos, Biguaçu, Bombinhas e Leoberto Leal (Quadro 13).

Quadro 13 - Informações dos sistemas de drenagem na UPG 8.1 – Tijucas

Entidade responsável	**Drenagem urbana e manejo de águas pluviais**					
	Área	**Tipo de sistema**	**Localidades atendidas**	**Elementos do sistema**	**Corpos d'água receptor**	**Período de manutenção**
Prefeitura Municipal de Antônio Carlos	Urbana e rural	Micro e macrodrenagem	Centro, parte dos bairros Canudos, Guiomar, Rachadel, Santa Maria, Usina, Louro, Santa Bárbara e Rio Farias	Cursos d'água, galerias e canais; sarjetas; bocas de lobo; e poços de inspeção / visitas	Rio Biguaçu	Quando necessário
Prefeitura de Biguaçu	Urbana	Macrodrenagem	Bairros Vendaval, Bom Viver, Rio Caveiras, Fundos, Centro e Universidade	Galerias e canais, bocas de lobo, e poços de inspeção / visita	Rio Biguaçu, Rio Carolina e Rio Saveiro	Mensal
Fundação de Amparo ao Meio Ambiente de Bombinhas	Urbana	Macrodrenagem	Não informado	Cursos d'água, galerias e canais; sarjetas; bocas de lobo; e poços de inspeção / visitas	Rio da Barra, Rio José Estevão, Rio Bombinhas, Rio Pardo, Rio Passa Vinte e Rio Cantinho de Zimbros	As frequências são definidas pela concessionária de água e de esgoto do município
Prefeitura Municipal de Leoberto Leal	Urbana	Microdrenagem	Quase toda a área urbana do município	Sarjetas, bocas de lobo	Rio Alto Braço	Mensal

Fonte: Santa Catarina (2018a)

De acordo com o PRHTB (Santa Catarina, 2018b), as prefeituras de Antônio Carlos e Leoberto Leal informaram que os sistemas de drenagem recebem esgotamento sanitário residencial. Os municípios de Bombinhas e Leoberto Leal informaram que há assoreamento em diversos corpos hídricos dos municípios. No município de Bombinhas, o assoreamento ocorre nos seguintes corpos hídricos: Rio da Barra, Rio José Estevão, Rio Bombinhas, Rio Pardo, Rio Passa Vinte e Rio Cantinho de Zimbros. No município de Leoberto Leal, o assoreamento ocorre no Rio Alto do Braço, nas localidades: centro, Rio Veado, Barra Grande, Rio Areia, Alto Vargedo e Rio Antinha. Referente a projetos de melhoria no sistema de drenagem, somente as prefeituras de Biguaçu e de Bombinhas informaram obter projetos. Todas as prefeituras informaram a existência de problemas de alagamento e inundação nos seus respectivos municípios.

3.12CAPACIDADE DE INVESTIMENTO EM RECURSOS HÍDRICOS

No PRHTB (2018) os custos de investimentos para implementação das ações foram estimados para o período de curto prazo, que abrange até 2023. São elencadas diversas ações, dentre elas ações para a gestão dos recursos hídricos, que estão apresentadas no Quadro 14.

Quadro 14 – Ações para a gestão dos Recursos Hídricos

Ação	**Investimento mínimo até 2023 (R$)**	**Participação dos investimentos (%)**	**Fontes de financiamento**	
			Ações para a gestão dos RH	**Demais**
Fomentar a adesão e ampliar o Pacto pela Mata Ciliar	29.000,00	2,59	Fehidro	FNMA, Fundo Catarinense de Mudanças Climáticas
Promover a criação de programas de incentivos fiscais à adoção de boas práticas relacionadas aos recursos hídricos	150.000,00	0,01	Fehidro	
Estimular e ampliar programas e projetos de educação ambiental, capacitação e mobilização social na bacia	4.380.000,00	0,39	Fehidro	FNMA
Incentivar o fortalecimento do Comitê Tijucas-Biguaçu e promover a gestão integrada dos atores da bacia	130.000,00	0,01	Fehidro	-
Ampliar a rede de monitoramento de quantidade e de qualidade da água, manter a base de dados atualizada e consistida e fomentar a implantação, sistematização e manutenção de redes de informações hidrológicas e disponibilizar os dados em rede aberta	3.900.000,00	0,35	Fehidro	-
Elaborar e implementar o programa de efetivação do enquadramento dos corpos hídricos em classes	2.000.000,00	0,18	Fehidro	-
Promover e incentivar o cadastramento de usuários de recursos hídricos no Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH) de Santa Catarina	430.000,00	0,04	Fehidro	-
Garantir a consistência dos dados do CEURH	1.370.000,00	0,18	Governo do Estado	-
Estimular a requisição das outorgas de captação de recursos hídricos e promover estudos para implementação da outorga para lançamentos de efluentes	80.000,00	0,01	Fehidro, SDS	-
Promover a fiscalização da outorga e da vazão outorgável	1.370.000,00	0,12	Fehidro, SDS	-

Fonte: Santa Catarina (2018d)

4 PROGNÓSTICO

Na etapa do prognóstico foram avaliados os impactos sobre os aspectos qualiquantitativos dos recursos hídricos superficiais advindos da implementação de melhorias de tratamento, considerando a realidade regional com horizontes de curto, médio e longo prazos, e projeções consubstanciadas em estudos de simulação.

4.2 HORIZONTES DE PLANEJAMENTO

A definição dos horizontes de simulação considerou os horizontes previamente adotados no PRHTB (2018c), que foram: 2023 - curto prazo, 2027 - médio prazo e 2031 - longo prazo. Além destas datas, foi considerada a meta do Brasil, do Marco Temporal do Saneamento Básico, na qual objetiva-se atender 90% da população urbana com coleta e tratamento de esgoto até 2033 (Lei Federal n° 14.026/2020).

Desta forma, foram adotados os anos de: 2028 para o curto prazo, 2033 para o médio prazo, visando compatibilizar com a universalização do serviço de esgotamento sanitário nos perímetros urbanos, e 2038 para o longo prazo. O espaço temporal é de cinco anos entre as metas intermediárias e a final.

Para cada cenário, curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo, foram simulados dados de projeção em relação ao crescimento da população; da criação animal; das atividades dos setores econômicos, e demanda de água e geração de efluentes na UPG 8.1 – Tijucas.

4.3 POTENCIALIDADE, DISPONIBILIDADE E DEMANDA DE ÁGUA

Abaixo foram demonstradas as projeções utilizadas para a população e criação animal, assim como dados de preenchimento utilizados no sistema para a UPG 8.1 - Tijucas.

4.3.6 Projeção da população da UPG 8.1 – Tijucas

Para a projeção população da UPG 8.1 - Tijucas foram utilizados dados dos Censos Demográficos dos municípios (IBGE, 2023) e as taxas de crescimento para estimar as populações futuras. Projetou-se a população para os horizontes de planejamento, sendo eles: curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo (Tabela 21).

Tabela 21 – População atual e projetada para os municípios da UPG 8.1 - Tijucas

Municípios	Censo Demográfico (hab)			Média da taxa de crescimento	População Projetada (hab)		
	2000	2010	2022	(% ao ano)	2028	2033	2038
Angelina	5.880	5.250	5.358	-0,48%	5.205	5.081	4.960
Antônio Carlos	6.434	7.458	11.224	2,44%	12.995	14.682	16.589
Biguaçu	48.077	58.206	76.773	2,11%	87.132	96.825	107.595
Bombinhas	8.716	14.293	25.058	4,81%	33.446	42.544	54.118
Canelinha	9.004	10.603	12.821	1,61%	14.120	15.303	16.585
Governador Celso Ramos	11.598	12.999	16.915	1,67%	18.695	20.320	22.087
Itapema	25.869	45.797	75.940	4,96%	102.281	131.089	168.011
Leoberto Leal	3.739	3.365	3.330	-0,57%	3.218	3.127	3.039
Major Gercino	3.143	3.279	3.214	0,13%	3.239	3.260	3.281
Nova Trento	9.852	12.190	13.727	1,56%	15.073	16.296	17.617
Porto Belo	10.704	16.083	27.688	4,30%	35.836	44.430	55.085
Rancho Queimado	2.637	2.744	3.279	0,94%	3.469	3.637	3.812
São João Batista	14.861	26.260	32.687	3,76%	40.956	49.424	59.643
São José	173.559	209.804	270.299	2,00%	304.833	336.959	372.470
Tijucas	23.499	30.960	51.592	3,51%	63.673	75.874	90.414

Fonte: IBGE (2023) e Instituto Água Conecta (2024).

Foi adotada a média das taxas crescimento entre os Censos de 2000-2010 e de 2010-2022. Essa taxa de crescimento também foi utilizada posteriormente para as simulações de crescimento populacional, demanda de água e geração de efluentes.

4.3.7 Projeção da criação animal da UPG 8.1 – Tijucas

Para criação animal, também foram utilizados dados do IBGE (2023), proveniente do Censo Agropecuário (2008, 2016 e 2022). Projetou-se a população de animais para a UPG 8.1 – Tijucas para os horizontes de planejamento 2028, 2033 e 2038 (Tabela 22). Foi calculada a média das taxas crescimento entre os Censos de 2008-2016 e de 2016-2022, porém uma ponderação no valor foi adotada para cada espécie de criação animal.

Tabela 22 – Criação animal atual e projetada para as espécies na UPG 8.1 – Tijucas

UPGs - Tijucas, Perequê e Inferninho							
	Animais (cabeças)			Taxa de crescimento considerada	Projeções		
	2008	2016	2022	(%/ano)	2028	2033	2038
Bovinos	83.378	88.198	94.644	1,0%	100.496	105.649	111.066
Bubalinos	1.797	815	966	-0,5%	937	914	892
Equinos	3.389	4.744	3.444	-0,5%	3.342	3.260	3.179
Suínos	13.725	8.354	12.039	-0,1%	11.967	11.907	11.848
Caprinos	1.691	701	731	-0,5%	709	692	675
Ovinos	5.757	3.807	4.581	-1,0%	4.314	4.104	3.904
Galináceos	1.488.354	619.098	651.720	-0,5%	632.459	616.843	601.613
UPG Biguaçu							
	Animais (cabeças)			Taxa de crescimento considerada	Projeções		
	2008	2016	2022	(%/ano)	2028	2033	2038
Bovinos	25.354	28.147	27.695	0,5%	28.538	29.261	30.002
Bubalinos	164	114	137	-0,7%	131	127	122
Equinos	788	961	1.273	1,0%	1.352	1.421	1.494
Suínos	1.655	960	759	-1,0%	715	680	647
Caprinos	201	163	307	1,0%	326	343	360
Ovinos	429	644	1.119	1,0%	1.188	1.249	1.313
Galináceos	434.893	849.687	1.042.096	2,0%	1.174.960	1.298.532	1.435.099

Fonte: IBGE (2023) e Instituto Água Conecta (2024).

4.3.8 Dados de entrada da simulação dos recursos hídricos superficiais na UPG 8.1

O Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos, ou SADPLAN, foi desenvolvido pelo Governo do Estado de Santa Catarina para geração de dados hidrológicos, demanda hídrica, projeções futuras e balanço hídrico nas bacias hidrográficas catarinenses. Para realizar as simulações, no SADPLAN faz-se necessário a alimentação de dados de entrada, inicialmente são preenchidas as informações na aba "Parâmetros de Disponibilidade Hídrica".

A opção padrão no SADPLAN (utilizada neste estudo) é a da disponibilidade hídrica calculada pela vazão de referência (Q_{ref}), sendo nesta opção necessário informar as prioridades de atendimento, no que diz respeito aos múltiplos usos dos recursos hídricos. Inicialmente informa a 1ª prioridade, atribuída a um ou mais setores de usuários. A partir da 1ª prioridade, o SADPLAN calcula a maior garantia hídrica capaz de atender aqueles usuários, e refaz o processo (ciclo) para o(s) nível(is) de prioridade subsequente (2ª prioridade em diante), até que se atenda a todos os usos ou se alcance a menor garantia hídrica. O SADPLAN permite adicionar até dez prioridades. Como previamente adotado

em outros PRHs do Estado, e recomendado pela SEMAE, foram utilizadas três prioridades na UPG 8.1 – Tijucas (Quadro 15).

Quadro 15 – Dados de entrada de Disponibilidade Hídrica no SADPLAN - UPG 8.1 - Tijucas

Campo	**Valor/Texto aplicado**	
Nome	IAC – Tijucas e Biguaçu - Q_{98} (3 prioridades)	
Descrição	Disponibilidade hídrica para UPG 8.1	
Bacia de referência	Bacia do Rio Tijucas (2012) Bacia do Rio Biguaçu (2012)	
Forma como é caracterizada a Disponibilidade Hídrica para o Balanço Hídrico		
Tipo	Vazão de referência para Captações e Derivações	
Vazão de referência	100% da vazão Q_{98}	
Prioridades de atendimento aos usos de recursos hídricos		
Prioridade 1	Abastecimento público e esgotamento sanitário	
Prioridade 2	Aquicultura e criação animal	
Prioridade 3	Irrigação, indústria, mineração, termelétrica, hidrelétrica e outros usos	
Definição das vazões mínimas		
Vazão mínima	50% da vazão Q_{98} (Portaria SDS 51/2008)	
Vazão ecológica	100% da $Q_{7,10}$	
Configuração para balanços hídricos qualitativos (Tijucas, Perequê e Inferninho)		
Parâmetros	**Manancial**	**Cabeceira**
Coliformes totais	6.800 NMP/100 ml	1.000 NMP/100 ml
$DBO_{5,20}$	2,00 mg/L	1,40 mg/L
Fósforo total (Pt)	0,03 mg/L	0,05 mg/L
Nitrato (NO_3^-)	0,3 mg/L	1,00 mg/L
Oxigênio Dissolvido (OD)	8,10 mg/L	8,70 mg/L
Configuração para balanços hídricos qualitativos (Biguaçu)		
Parâmetros	**Manancial**	**Cabeceira**
Coliformes totais	8.000 NMP/100 ml	470 NMP/100 ml
$DBO_{5,20}$	1,40 mg/L	1,40 mg/L
Fósforo total (Pt)	0,08 mg/L	0,02 mg/L
Nitrato (NO_3^-)	0,3 mg/L	0,30 mg/L
Oxigênio Dissolvido (OD)	5,50 mg/L	8,10 mg/L

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Em relação a configuração para balanços hídricos qualitativos, o preenchimento dos valores de manancial e cabeceira foram estimados com base nas medianas dos pontos de monitoramento e sua localização na UPG 8.1- Tijucas, tanto na bacia hidrográfica do Rio Tijucas, quanto na bacia hidrográfica do Rio Biguaçu, com base em resultados da etapa do Diagnóstico (Capítulo 3). Para valores de manancial na bacia hidrográfica do Rio Tijucas

foram selecionados os pontos (Tabela 12) 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 31, 38, 39, 40, 41 e 48, e para os valores de cabeceira os pontos 27, 28, 29, 30, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 42, 43, 44, 45, 46 e 47. E para a bacia hidrográfica do Rio Biguaçu, valores de manancial foram os pontos (Tabela 12) 54, 55, 56, e 57, e para os valores de cabeceira os pontos 58 e 59.

Em seguida, no SADPLAN é necessário o preenchimento dos dados de demanda hídrica, na aba "Parâmetros de Demanda Hídrica" (Quadro 16). Para preenchimento dos campos do Quadro 16 foram utilizadas informações do histórico do SADPLAN de outros Planos de Recursos Hídricos no Estado, entre eles, PRH Canoas e Pelotas, PRH Canoinhas, PRH Urussanga, PRH Cubatão e Madre, PRH Tijucas e Biguaçu e PRH Camboriú.

Quadro 16 – Dados de entrada da Demanda Hídrica no SADPLAN para a UPG 8.1 – Tijucas

Para UPG 8.1 – bacia hidrográfica do Rio Tijucas

Campos	**Valor/Texto aplicado**
Nome	IAC - Demandas Tijucas
Descrição	Demandas hídricas com base no cenário de 2023 para UPG 8.1
Bacia de referência	Bacia do Rio Tijucas (2012)
Declarações (significantes e insignificantes)	Enviado exceto reprovado (todas as finalidades) *
Tratamento para outorgas	Padrão – outorgas subtraídas da vazão disponível para demais usuários

Legenda: * referente ao parecer dos cadastros do CEURH (aprovado, não avaliado ou reprovado).

Parâmetros - cálculo de lançamentos e poluentes não encontrados no CEURH

Municípios	**A**	**Bi***	**Bo**	**Ca**	**Go**	**It**	**Le**	**Ma**	**No**	**Po**	**Ra**	**Sa**	**Ti**
Produção de esgoto em área urbana (kr) - % de retorno sobre vazões captadas (finalidade do abastecimento público)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Esgoto bruto de área urbana lançado em águas superficiais (febar¹) – % do kr lançado em águas superficiais. O SADPLAN utiliza a sobreposição da malha urbana e a hidrografia.	70	70	10	70	70	10	70	70	70	70	10	70	10
Produção per capta de esgoto rural (L/cab.dia)	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Esgoto bruto de área rural lançado em águas superficiais (febar²) – % da produção do esgoto rural lançado em águas superficiais.	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80

O SADPLAN considera o ponto de captação para o lançamento complementar.													
Número de animais no pasto (cabeças)	99.768	177.650	1.073	65.748	6.667	7.165	16.695	11.209	157.241	1.195	6.228	85.962	73.739
Efluente unitário dos animais no pasto (L/cab.dia)	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50	50

Legenda: febar - fração de esgoto bruto que atinge o rio - lançamento atribuído para diferentes origens (urbano, rural, dejetos de animais e irrigação). A – Município de Angelina; B – Biguaçu; * população parcial, pois Biguaçu possui área reduzida na UPG 8.1 – Tijucas; Bo – Bombinhas; Ca – município de Canelinha; Go – Governador Celso Ramos; It – Itapema; Le – Leoberto Leal; Ma – Major Gercino; No – Nova Trento; - Po - Porto Belo; Ra – Rancho Queimado; São João Batista; Ti – Tijucas.

Para UPG 8.1 - bacia hidrográfica do Rio Biguaçu

Campos	**Valor/Texto aplicado**
Nome	IAC – Demandas Biguaçu
Descrição	Demandas hídricas com base no cenário de 2023 para UPG 8.1
Bacia de referência	Bacia do Rio Biguaçu (2012)
Declarações (significantes e insignificantes)	Enviado exceto reprovado (todas as finalidades) *
Tratamento para outorgas	Padrão – outorgas subtraídas da vazão disponível para demais usuários

Legenda: *referente ao parecer dos cadastros do CEURH (aprovado, não avaliado ou reprovado).

Parâmetros - cálculo de lançamentos e poluentes não encontrados no CEURH

Municípios	**Antônio Carlos**	**Biguaçu**	**São José**
Produção de esgoto em área urbana (kr) - % de retorno sobre vazões captadas (finalidade do abastecimento público)	80	80	80
Esgoto bruto de área urbana lançado em águas superficiais (febar¹) – % do kr lançado em águas superficiais. O SADPLAN utiliza a sobreposição da malha urbana e a hidrografia.	70	70	10
Produção per capta de esgoto rural (L/cab.dia)	80	80	80
Esgoto bruto de área rural lançado em águas superficiais (febar²) – % da produção do esgoto rural lançado em águas superficiais. O SADPLAN considera o ponto de captação para o lançamento complementar.	80	80	80
Número de animais no pasto (cabeças)	154.635	200.328	-
Efluente unitário dos animais no pasto (L/cab.dia)	50	50	50

Dejetos da Criação Animal calculados por Espécie Animal e Sistema de Criação

Espécie	Sistema	Efluente unitário (quando há limpeza do animal) ***	Esgoto bruto que chega em águas superficiais (febar[3])
Suínos	Intensivo	10,0 L/cab.dia	40%
	Semi	7,2 L/cab.dia	20%
Ovinos	Intensivo	8,0 L/cab.dia	40%
	Semi	5,0 L/cab.dia	20%
Aves	Intensivo	0,36 L/cab.dia	40%
	Semi	0,36 L/cab.dia	20%
Bovinos	Intensivo	30,0 L/cab.dia	40%
	Semi	17,4 L/cab.dia	20%
Bubalinos	Intensivo	30,0 L/cab.dia	40%
	Semi	17,4 L/cab.dia	20%
Caprino	Intensivo	5,0 L/cab.dia	40%
	Semi	8,0 L/cab.dia	20%

**Legenda: ***Proporcionalidade e coeficientes de retorno obtidos em Santa Catarina (2006a).

Substâncias não informadas para os efluentes das declarações CEURH**
(concentração efluente bruto / concentração efluente após ETE)

		Abast. público	Esgoto sanitário	Aqui-cultura	Irrigação	Criação animal	Ind.	Outro
C_{totais}	(NMP/ 100mL)	3.000,0[a] 600,0[b]	8.000,0[a] 600,0[b]	4.000,0[a] 600,0[b]	2.000,0[a] 600,0[b]	8.000,0[a] 800,0[b]	2.500,0[a] 500,0[b]	3.000,0[a] 600,0[b]
DBO	(mg/L)	300,0[a] 60,0[b]	350,0[a] 60,0[b]	40,0[a] 5,0[b]	30,0[a] 5,0[b]	300,0[a] 60,0[b]	500,0[a] 30,0[b]	100,0[a] 10,0[b]
Pt	(mg/L)	5,0[a] 1,0[b]	4,0[a] 1,0[b]	4,0[a] 1,0[b]	8,0[a] 1,0[b]	8,0[a] 1,0[b]	8,0[a] 1,0[b]	5,0[a] 1,0[b]
NO_3^-	(mg/L)	5,0[a] 1,0[b]	8,0[a] 1,0[b]	4,0[a] 1,0[b]	10,0[a] 1,0[b]	8,0[a] 1,0[b]	10,0[a] 1,0[b]	10,0[a] 1,0[b]
OD	(mg/L)	2,0[a] 5,0[b]	0,0[a] 4,0[b]	2,0[a] 5,0[b]	2,0[a] 4,0[b]	2,0[a] 4,0[b]	2,0[a] 4,0[b]	1,0[a] 4,0[b]

Legenda: ** Dados com base nos históricos dos Planos de Bacia existente no SADPLAN. C_{totais} – coliformes totais. [a] concentração efluente bruto; e [b] concentração efluente após ETE.

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Para o cenário atual (2023), em relação a fração do esgoto bruto em área urbana lançado em águas superficiais (febar[1]) (Quadro 16), para os municípios de Bombinhas, Itapema, Rancho Queimado, Tijucas e São José, uma taxa de 10% foi adotada, tendo em vista a cobertura de rede coletora e tratamento de esgoto dessas cidades. Para o restante dos municípios, por não possuir rede coletora de esgoto, apenas sistemas individuais, uma taxa superior foi adotada (70%). Os dados preenchidos no SADPLAN foram obtidos de acordo com a situação previamente diagnosticada nos municípios e usuários da UPG 8.1 - Tijucas.

Em relação aos horizontes e os cenários, para a compatibilização com o Novo Marco Regulatório do Saneamento Básico (Lei nº 14.026/2020), para cenário tendencial, assumiu-se um crescimento mais atrasado no aumento da cobertura de coleta e tratamento de esgoto

de 35% no horizonte de planejamento de curto prazo (2028), 50% para o horizonte de planejamento de médio prazo (2033) e 75% para o horizonte de longo prazo (2038). Já para o cenário otimista, foi adotado um avanço maior de cobertura de coleta e tratamento de esgoto de 45% no horizonte de planejamento de curto prazo (2028), e o atendimento de 90% de cobetura para os horizontes de médio (2033) e longo (2038) prazo.

A aba “Parâmetros de Demanda Hídrica” (Quadro 16) contém campos para **inserção de informações complementares**, ou seja, para os casos em que não houve preenchimento dos campos no CEURH, preenchido por usuários de água.

4.3.9 Parâmetros de projeções estatísticas para a UPG 8.1 – Tijucas

No Quadro 17 são apresentados os dados de entrada referente aos cenários de projeção no SADPLAN, que constam na aba “Parâmetros de Projeções Estatísticas”. Para cada horizonte (curto, médio e longo prazo) foram projetados os cenários: (i) tendencial (taxas de crescimento atual); (ii) otimista (subtraído a metade da taxa de crescimento tendencial), e (iii) cenário crítico (somado a metade da taxa de crescimento tendencial), para a carga da população urbana, rural, animal, setores industriais e de culturas irrigadas.

Quadro 17 – Dados de entrada de Projeções Estatísticas no SADPLAN para a UPG 8.1 – Tijucas

Campos	**Valor/Texto aplicado**
Nome	IAC - Tijucas - Cenário 2028-2033-2038 IAC - Biguaçu - Cenário 2028-2033-2038
Descrição	Prognóstico Tijucas e Biguaçu
Bacia de referência	Bacia do Rio Tijucas (2012) Bacia do Rio Biguaçu (2012)
Ano base dos dados de demanda hídrica	2023*

Legenda: * 2023 foi definido como ano base tendo em vista os dados de qualidade, no entanto, o CEURH (que alimenta o SADPLAN) operou até março de 2021 (sendo finalizado com o lançamento SIOUT-SC).

Taxa ou função de projeção para abastecimento público, por município:

População Urbana – Taxa de crescimento

Municípios	**Otimista**	**Tendencial**	**Crítico**
Angelina	-0,75%	-0,5%	-0,25%
Antônio Carlos	1,2%	2,4%	3,6%
Biguaçu	1,05%	2,1%	3,15%
Bombinhas	2,4%	4,8%	7,2%
Canelinha	0,8%	1,6%	2,4%
Gov. Celso Ramos	0,85%	1,7%	2,55%
Itapema	2,5%	5,0%	7,5%
Leoberto Leal	-0,9%	-0,6%	-0,3%

Major Gercino	0,05%	0,1%	0,15%
Nova Trento	0,8%	1,6%	2,4%
Porto Belo	2,15%	4,3%	6,45%
Rancho Queimado	0,45%	0,9%	1,35%
São João Batista	1,0%	2,0%	3,0%
São José	1,0%	2,0%	3,0%
Tijucas	1,75%	3,5%	5,25%

População Rural - Taxa de crescimento

Municípios	**Otimista**	**Tendencial**	**Crítico**
Angelina	0,5%	1,0%	1,5%
Antônio Carlos	0,5%	1,0%	1,5%
Biguaçu	0,5%	1,0%	1,5%
Bombinhas	0,5%	1,0%	1,5%
Canelinha	0,8%	1,6%	2,4%
Gov. Celso Ramos	0,5%	1,0%	1,5%
Itapema	0,5%	1,0%	1,5%
Leoberto Leal	0,5%	1,0%	1,5%
Major Gercino	0,5%	1,0%	1,5%
Nova Trento	0,8%	1,6%	2,4%
Porto Belo	0,5%	1,0%	1,5%
Rancho Queimado	0,5%	1,0%	1,5%
São João Batista	1,0%	2,0%	3,0%
São José	0,5%	1,0%	1,5%
Tijucas	0,5%	1,0%	1,5%

Demanda de Água - Taxa de crescimento

Municípios	**Otimista**	**Tendencial**	**Crítico**
Angelina	-0,75%	-0,5%	-0,25%
Antônio Carlos	1,2%	2,4%	3,6%
Biguaçu	1,05%	2,1%	3,15%
Bombinhas	2,4%	4,8%	7,2%
Canelinha	0,8%	1,6%	2,4%
Gov. Celso Ramos	0,85%	1,7%	2,55%
Itapema	2,5%	5,0%	7,5%
Leoberto Leal	-0,9%	-0,6%	-0,3%
Major Gercino	0,05%	0,1%	0,15%
Nova Trento	0,8%	1,6%	2,4%
Porto Belo	2,15%	4,3%	6,45%
Rancho Queimado	0,45%	0,9%	1,35%
São João Batista	1,0%	2,0%	3,0%
São José	1,0%	2,0%	3,0%
Tijucas	1,75%	3,5%	5,25%

Taxa ou função de projeção para aquicultura

	Otimista	**Tendencial**	**Crítico**
Demanda de Água	2,5%	5,0%	7,5%

Taxa ou função de projeção para irrigação, por cultura irrigada

	Otimista	**Tendencial**	**Crítico**

Mandioca, Banana, Batatinha, Milho, Morango e Tomate	1,5%	3,0%	4,5%
Flores, Arroz, Aipim, Alface, Batata Doce, Berinjela, Beterraba, Cenoura, Feijão, Goiaba, Pepino, Pimentão, Repolho, Couve e Couve-Flor, Tangerina	1,0%	2,0%	3,0%
Outro tipo, Rambutan, Uva, Abobora, Cebola, Chuchu, Capim, Coentro, Inhame e Feijão vigna	0,5%	1,0%	1,5%

Taxa ou função de projeção para criação animal, por espécie:

Espécies declaradas	**Otimista**	**Tendencial**	**Crítico**
Aves em geral	-0,75%	-0,5%	-0,25%
Bubalinos	-0,75%	-0,5%	-0,25%
Bovino em geral	0,5%	1,0%	1,5%
Ovinos	-1,5%	-1,0%	-0,5%
Equinos	-0,75%	-0,5%	-0,25%
Suínos	-0,15%	-0,1%	-0,05
02 a 05 espécies ou Outra	0,25%	0,5%	0,75%

Taxa ou função de projeção para indústria e mineração, por CNAE

CNAE declarados	**Otimista**	**Tendencial**	**Crítico**
08.10-0 - Extração de pedra, areia e argila	1,0%	2,0%	3,0%
08.99-1 - Extração de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	1,0%	2,0%	3,0%
09.90-4 - Atividades de apoio à extração de minerais, exceto petróleo e gás natural	1,0%	2,0%	3,0%
10.11-2 - Abate de reses, exceto suínos	0,5%	1,0%	1,5%
10.12-1 - Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	1,5%	3,0%	4,5%
10.20-1 - Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	1,5%	3,0%	4,5%
10.31-7 - Fabricação de conservas de frutas	2,5%	5,0%	7,5%
10.32-5 - Fabricação de conservas de legumes e outros vegetais	2,0%	4,0%	6,0%
10.52-0 - Fabricação de laticínios	1,0%	2,0%	3,0%
10.66-0 - Fabricação de alimentos para animais	1,5%	3,0%	4,5%
10.69-4 - Moagem e fabricação de produtos de origem vegetal não especificados anteriormente	1,0%	2,0%	3,0%
10.99-6 - Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente	1,0%	2,0%	3,0%
11.12-7 - Fabricação de vinho	1,0%	2,0%	3,0%
11.13-5 - Fabricação de malte, cervejas e chopes	1,0%	2,0%	3,0%
11.21-6 - Fabricação de águas envasadas	1,5%	3,0%	4,5%
11.22-4 - Fabricação de refrigerantes e de outras bebidas não-alcoólicas	1,0%	2,0%	3,0%
13.21-9 - Tecelagem de fios de algodão	2,0%	4,0%	6,0%
13.30-8 - Fabricação de tecidos de malha	2,5%	5,0%	7,5%

13.40-5 - Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis	2,0%	4,0%	6,0%
13.59-6 - Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente	1,5%	3,0%	4,5%
15.33-5 - Fabricação de calçados de material sintético	1,5%	3,0%	4,5%
16.10-2 - Desdobramento de madeira	1,0%	2,0%	3,0%
16.22-6 - Fabricação de estruturas de madeira e de artigos de carpintaria para construção	2,0%	4,0%	6,0%
17.49-4 - Fabricação de produtos de pastas celulósicas, papel, cartolina, papel-cartão e papelão ondulado não especificados anteriormente	1,5%	3,0%	4,5%
19.22-5 - Fabricação de produtos derivados do petróleo, exceto produtos do refino	0,5%	1,0%	1,5%
20.62-2 - Fabricação de produtos de limpeza e polimento	1,0%	2,0%	3,0%
20.99-1 - Fabricação de produtos químicos não especificados anteriormente	1,0%	2,0%	3,0%
22.22-6 - Fabricação de embalagens de material plástico	1,5%	3,0%	4,5%
22.23-4 - Fabricação de tubos e acessórios de material plástico para uso na construção	1,5%	3,0%	4,5%
23.20-6 - Fabricação de cimento	2,0%	4,0%	6,0%
23.30-3 - Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	2,0%	4,0%	6,0%
23.42-7 - Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção	2,5%	5,0%	7,5%
23.99-1 - Fabricação de produtos de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	1,0%	2,0%	3,0%
33.17-1 - Manutenção e reparação de embarcações	1,0%	2,0%	3,0%
38.21-1 - Tratamento e disposição de resíduos não-perigosos	1,0%	2,0%	3,0%

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

4.3.10 Parâmetros de balanço hídrico para a UPG 8.1 – Tijucas

No Quadro 18 são apresentados os dados de entrada referente ao balanço qualiquantitativo no SADPLAN – na aba “Cadastros” – “Balanço Hídrico”. Como o SADPLAN possibilita a extração mensal de resultados, uma análise prévia de verificação do pior cenário mensal de atendimento da demanda hídrica foi realizada, por meio do Índice de Atendimento de Captação Total – IACT, no qual os meses dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) foram previamente selecionados para a UPG 8.1 – Tijucas e Biguaçu. Essa análise se faz essencial considerando o tempo de processamento das simulações no SADPLAN, ou seja, quanto mais meses selecionados, maior o tempo de processamento e maior o número de resultados a serem analisados. Os meses de dezembro e janeiro se mostraram adequados para demonstrativo das respostas dos parâmetros físico-químicos nos cenários testados.

Quadro 18 – Dados de entrada do Balanço Hídrico no SADPLAN para a UPG 8.1 – Tijucas

Campos	**Valor/Texto aplicado**
Nome	IAC – Tijucas/Biguaçu - Cenário Atual 2023 IAC - Tijucas/Biguaçu - Cenário 2028-2033-2038
Descrição	Cenário 2023 - Situação atual Cenário 2028-2033-2038 - UPG 8.1 - Tijucas
Bacia de referência	Bacia do Rio Tijucas (2012) Bacia do Rio Biguaçu (2012)
Nível	Nível 0 (489 ottobacias) – Tijucas Nível 0 (62 ottobacias) – Biguaçu
Datas consideradas na execução deste balanço	2023 para o cenário atual 2028, 2033 e 2038 para os cenários futuros
Executar para os meses	Tijucas – Dezembro (pior IACT) Biguaçu – Janeiro (pior IACT)
Vazão insignificante*	0,277780 l/s (ou 1 m³/h) (Santa Catarina, 2008).
Parâmetros de Disponibilidade Hídrica	IAC - Tijucas - Q_{98} (3 prioridades) IAC - Biguaçu - Q_{98} (3 prioridades)
Barramentos	-
Parâmetros de Demanda Hídrica	IAC - Demandas UPG 8.1
Demandas Fictícias	-
Projeções Estatísticas:	IAC - Tijucas - Cenário 2028-2033-2038 IAC - Biguaçu - Cenário 2028-2033-2038
Nome do coeficiente de decaimento	
Coef. de reaeração OD (Ka)	Coeficiente de reaeração de OD segundo SAD-IPH (Ka = declividade do trecho (m/m) /100)
Coef. remoção da DBO (Kd)	Cálculo de coeficiente de remoção da DBO segundo SAD-IPH (Kd = 0,3*((H/2,4)^(-0,434))
Coef. de decaimento bacteriano	1,00 (Von Sperling, 2006)
Coef. de decaimento do fósforo total	0,05 (Von Sperling, 2006)
Coef. de hidrólise do nitrogênio orgânico em amônia	0,02 (Von Sperling, 2006)
Coef. de conversão da amônia em nitrito	0,20 (Von Sperling, 2006)
Coef. de transformação do nitrito em nitrato	0,60 (Von Sperling, 2006)

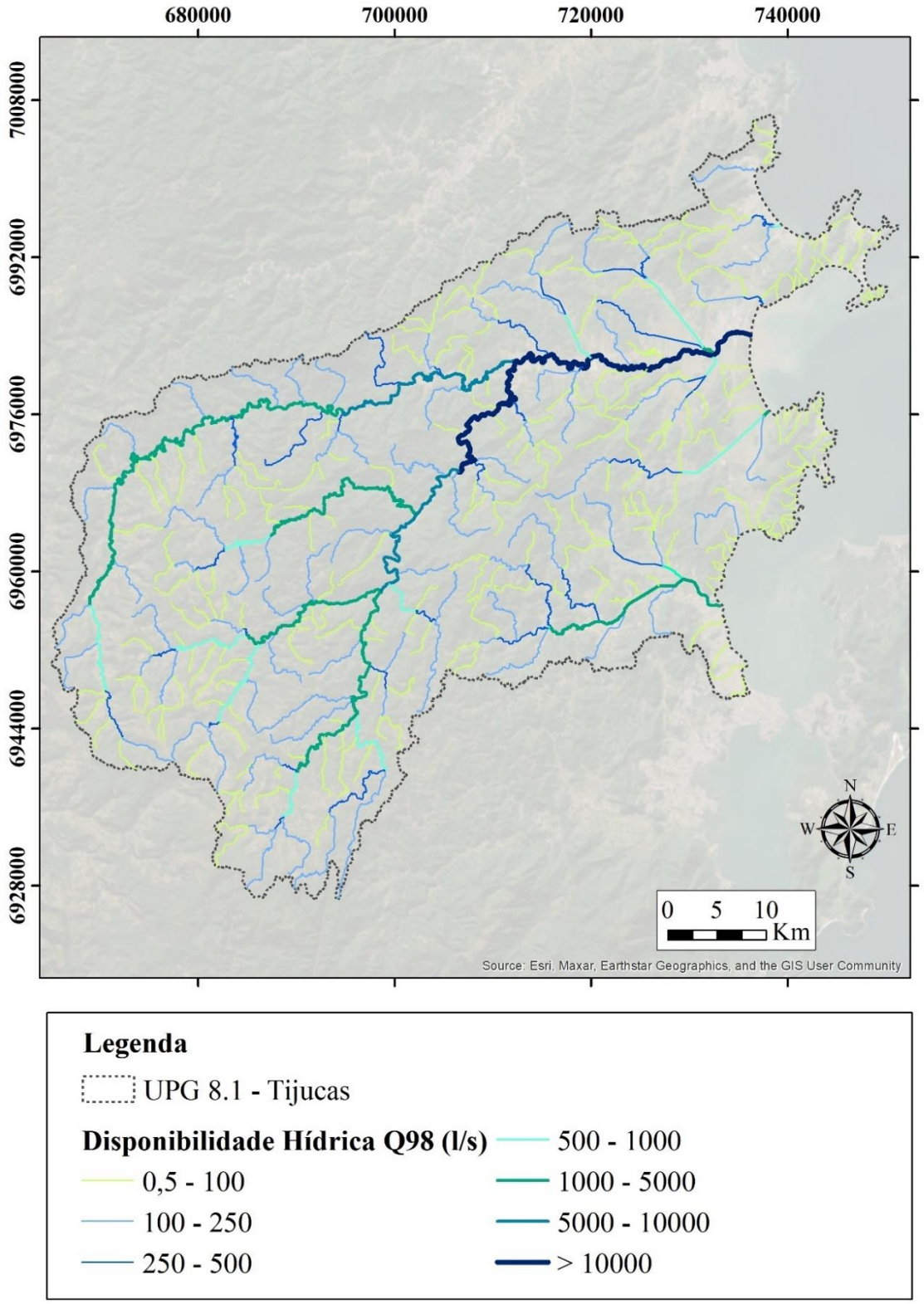
Legenda: * vazão insignificante, adotado o que consta na Portaria SDS nº 36 de 29 de julho de 2008 (Santa Catarina, 2008), que define 1 m³/h para captações superficiais (inserido no SADPLAN em l/s: 0,277778 l/s).

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

4.3.11 Disponibilidade hídrica da UPG 8.1 – Tijucas

Na Figura 52 foi apresentado o resultado da disponibilidade hídrica (cenário atual) para o mês de dezembro de 2023 para a Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas e em janeiro de 2023 para a Bacia Hidrográfica do Rio Biguaçu, gerada no SADPLAN para a UPG 8.1 - Tijucas.

Figura 52 – Disponibilidade hídrica na Q_{98} para o cenário atual (2023) da UPG 8.1 – Tijucas pelo SADPLAN para o mês de dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Na UPG 8.1 – Tijucas, a vazão de referência é a Q_{98}. A alteração do critério de outorga para a vazão sugerida no PRHTB (Q_{90}) para as UGs Perequê, Tijucas e Biguaçu; ainda não foi aprovada no Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina (CERH-SC). Apenas após a sua aprovação no CERH que o critério passa ter validade.

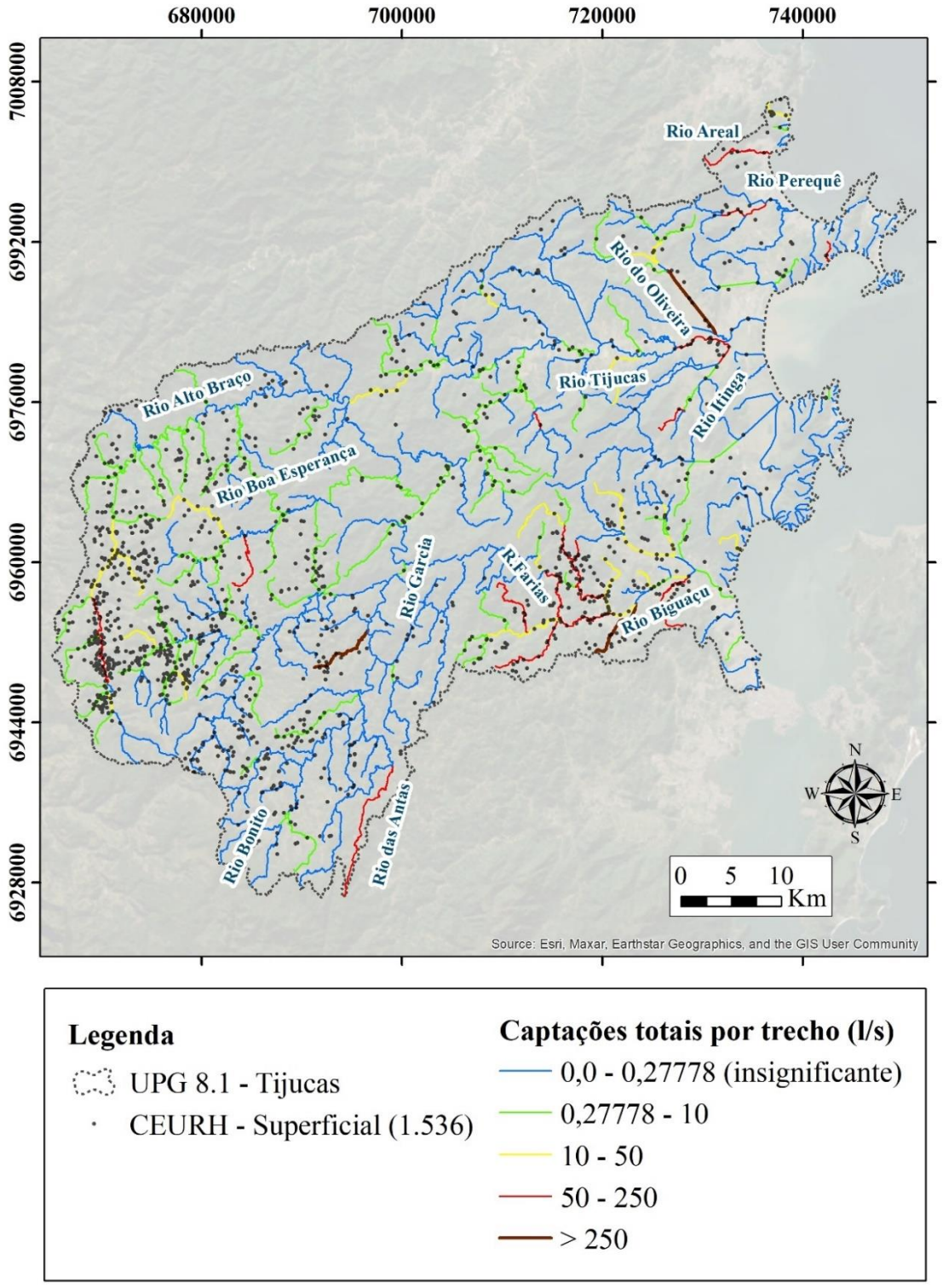
Em relação aos resultados (Figura 52), os rios de cabeceira e bacias contíguas, apresentaram menores vazões considerando a Q_{98}, como já era esperado. O Rio Alto Braço, o Rio Bonito, o Rio Engano, Rio Boa Esperança e o Rio Garcia, possuem boa parte dos seus trechos vazões Q_{98} na faixa de 500 até 5.000 l/s (5 m³/s). O Rio do Braço e o Rio Garcia, também possuem trechos no qual a vazão Q_{98} é está na faixa de 5.000 até 10.000 l/s (10 m³/s), assim como o Rio Biguaçu. O Rio Garcia também possui trecho onde sua faixa de vazão Q_{98} é superior a 10.000 l/s (ou 10 m³/s), o mesmo acontece para o Rio Tijucas até sua foz.

4.3.12 Demanda hídrica da UPG 8.1 – Tijucas

Na Figura 53, é apresentado o resultado das demandas hídricas no cenário atual (2023), geradas a partir das demandas declaradas no CEURH (com dados até março de 2021), que alimentam o SADPLAN.

As maiores demandas por água superficial na UPG 8.1 – Tijucas (Figura 53) foram identificadas nas seguintes regiões: (i) bacias contíguas do Rio Areal e do Rio Perequê (coloração avermelhada); (ii) cabeceira do Rio Alto Braço (coloração avermelhada); (iii) Rio Pinhalzinho (afluente do Rio Boa Esperança) (coloração avermelhada seguida de trechos amarelados); (iv) Rio Pequeno (afluente do Rio Garcia) (coloração vermelho escuro); (v) cabeceira do Rio das Antas (coloração avermelhada), (vi) parte baixa do Rio Tijucas (coloração avermelhada) e Rio do Oliveira na parte baixa da bacia hidrográfica do Rio Tijucas, próximo a foz (coloração vermelho escuro); e (vii) bacia hidrográfica do Rio Biguaçu e seus afluentes (Rio Farias, Rio Rachadel, Rio do Louro e Ribeirão Vermelho). Existem também outros trechos de rios na UPG 8.1 – Tijucas com alta concentração de pontos de captação declarados, no entanto, muitos cadastros não representam, necessariamente, altos valores de vazão declarada. Muitas vezes a grande quantidade de cadastros pode ser referente a usos insignificantes (abaixo de 5 m³/h - superficial), como o consumo humano e a criação animal, por exemplo, o que tem menor impacto sobre o valor da vazão demandada.

Figura 53 – Demanda hídrica para o cenário atual (2023) na UPG 8.1 – Tijucas gerada pelo SADPLAN para o mês de dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

4.4 CARGAS POLUIDORAS

Em relação aos lançamentos, o SADPLAN possibilita exportar os resultados dos lançamentos por finalidade, como exemplo: lançamentos do esgotamento sanitário, lançamentos da indústria, lançamentos da irrigação, entre outros. Este estudo, considerou os valores totais de lançamento (Figura 54), somando todas as finalidades cadastradas no CEURH por trecho de rio. O SADPLAN também considera que a taxa de 80% da água consumida transforma-se em esgoto (Tsutitya, Além Sobrinho, 1999).

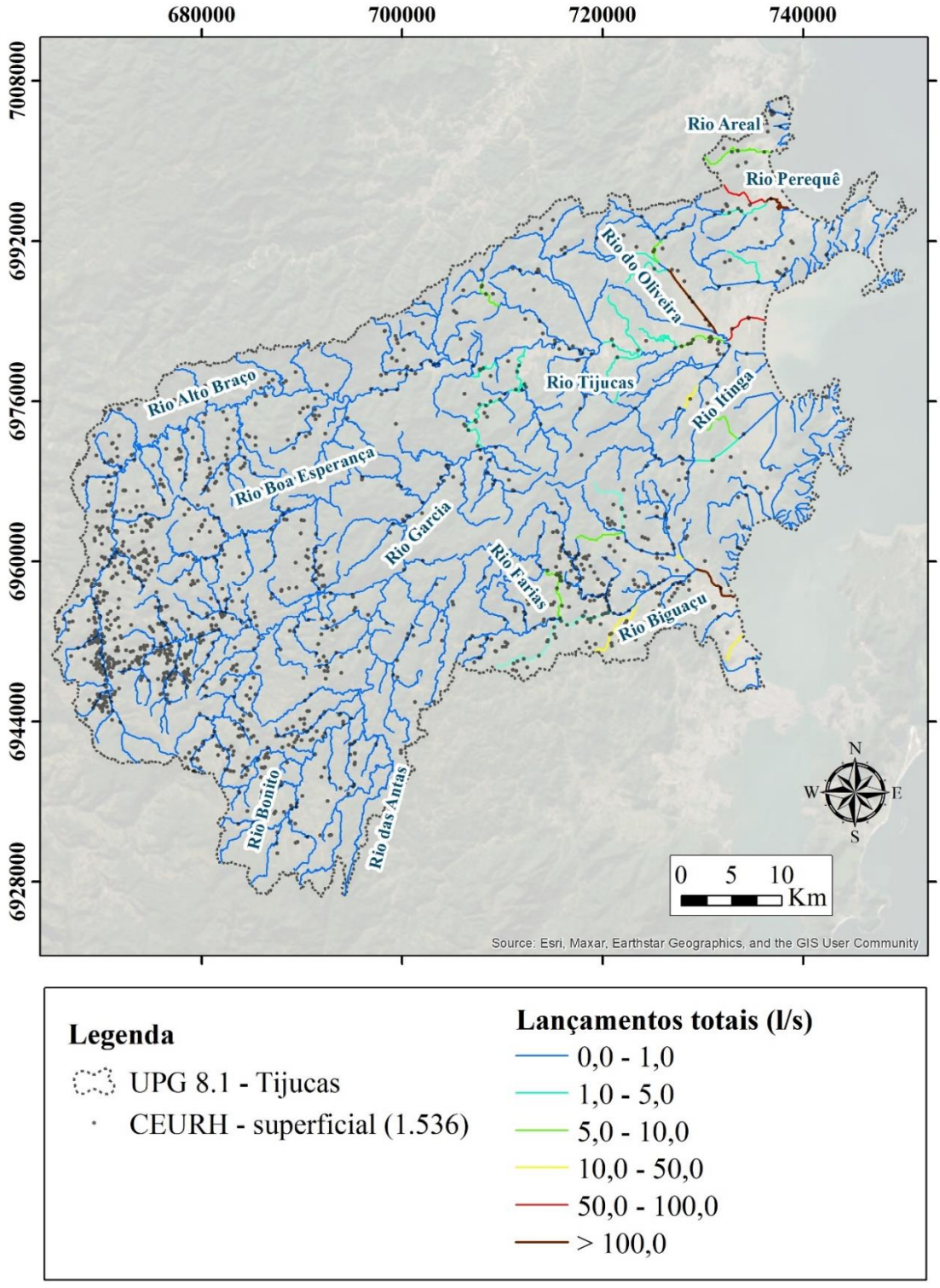
Para o prognóstico, valores declarados de demanda e lançamento são amortecidos ou aumentados tendo em vista as taxas de crescimento informadas, para população, criação animal, setores econômicos e demanda do uso da água. Cada cenário (tendencial, otimista e crítico) possui uma dinâmica de crescimento que influencia dados quantitativos (captações e lançamentos) e qualitativos (concentração, diluição e mistura).

Como premissas principais foram as alterações nas: (a) taxas de crescimento populacional (urbano e rural) e demanda de água; (b) taxas de crescimento da criação animal; e (c) taxas de crescimento industrial na UPG 8.1 – Tijucas, para o período de alcance da meta de enquadramento progressivo dos corpos de água.

Ressalta-se que os dados de lançamentos utilizados neste estudo foram aqueles disponíveis no cadastro CEURH. No entanto, assume-se uma subestimativa na carga de poluentes calculada, uma vez que, provavelmente, há outros lançamentos (não declarados), indicando uma carga poluidora superior àquela simulada.

Os maiores volumes de lançamento na UPG 8.1 – Tijucas (Figura 54) foram identificados no Rio Perequê, Rio do Oliveira e Rio Biguaçu (coloração vermelho escuro), e, na sequência, no afluente de montante do Rio Perequê e no Rio Tijucas (próximo a sua foz) (coloração vermelha), com base na espacialização dos dados do CEURH. Esse resultado, é atribuído aos elevados volumes de lançamentos, e não necessariamente à quantidade de cadastros. Por exemplo, criação animal e aquicultura, possuem um elevado número de cadastros, porém com baixa vazão de lançamento. Por outro lado, em regiões de adensamentos urbanos, o lançamento acumulado geralmente ocorre em único ponto, na estação de tratamento de efluentes - ETE, acarretando uma maior vazão de lançamento.

Figura 54 – Lançamentos totais por trecho hídrico na UPG 8.1 – Tijucas gerada pelo SADPLAN para o mês de dezembro de 2023



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

4.5 CONDIÇÕES QUALIQUANTITATIVAS DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS

De forma geral, para os resultados do balanço hídrico (quantidade) o SADPLAN apresentou resultados coerentes, no entanto, para o balanço qualiquantitativo (qualidade), o SADPLAN apresentou respostas adequadas apenas para os parâmetros: demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20}$), fósforo total (Pt) e oxigênio dissolvido (OD). Estes parâmetros $DBO_{5,20}$ e OD já haviam sido previamente utilizados em outros Planos de Recursos Hídricos no Estado de Santa Catarina, ou seja, já estavam calibrados dentro do sistema. O Pt teve geração de cenários pela concentração final do poluente ao final do trecho hídrico (cfim), porém sua resposta não está devidamente calibrada para as equações de decaimento, assim a análise das concentrações do Pt precisa ser analisada com cautela.

No SADPLAN, as concentrações para os parâmetros $DBO_{5,20}$, Pt e OD, foram obtidas pela exportação "Qualidade para enquadramento real", onde é possível obter dados de concentração do poluente no final dos trechos hídricos (coluna cfim).

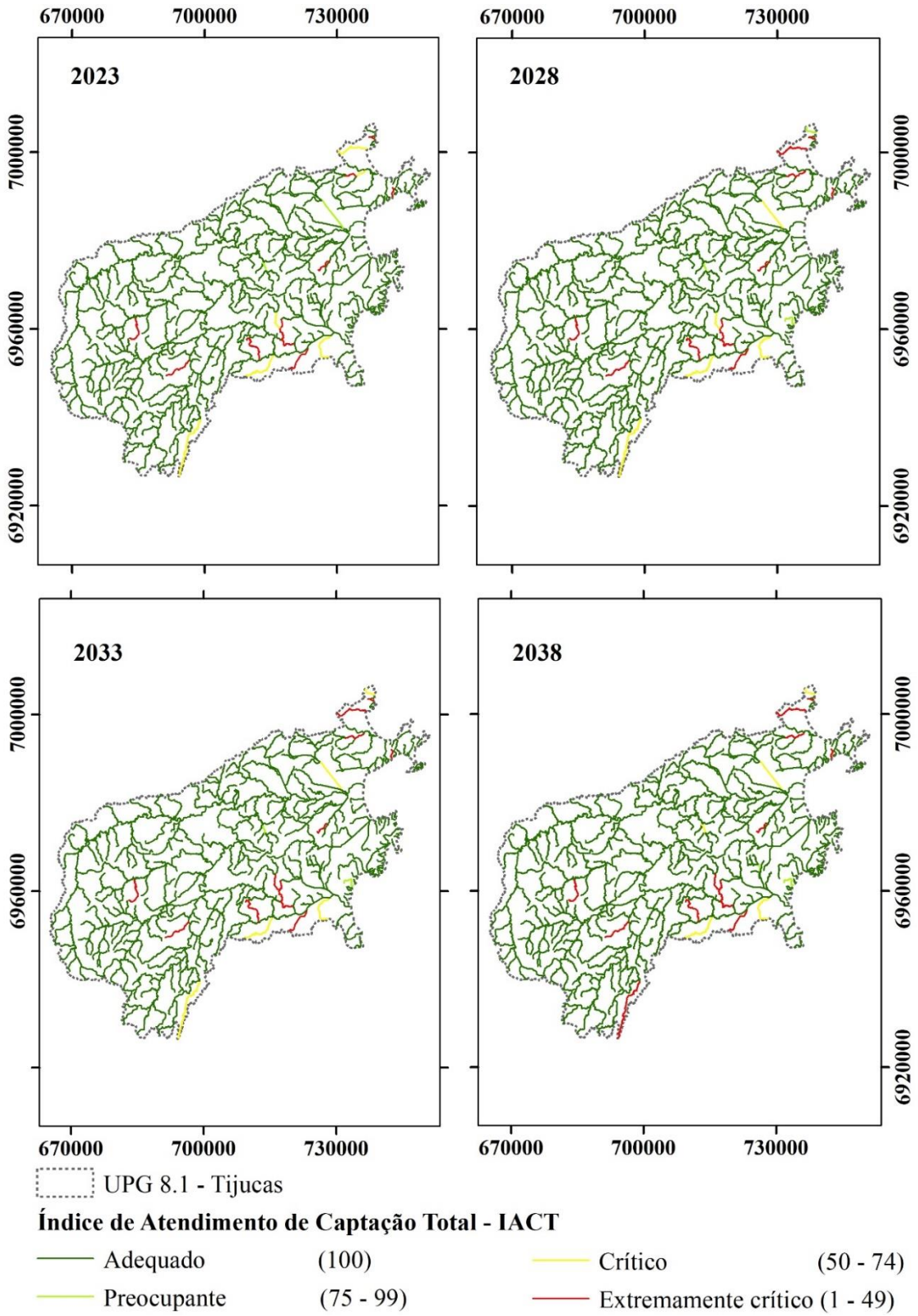
Para coliformes totais e nitrato (NO_3^-), foi testado o Índice de Atendimento à Diluição (IAD) no SADPLAN, porém seus resultados também foram considerados inconsistentes, decorrentes dos resultados de IAD inferiores a zero, possivelmente devido a incoerências nos valores de vazão remanescente. De acordo com o Manual do SADPLAN, trechos que apresentam valores de IAD entre 0 e 1 correspondem a trechos onde as águas remanescentes fluem com qualidade dentro dos padrões; enquanto valores com IAD > 1 correspondem a trechos onde a qualidade da água remanescente está com concentração superior à admitida (Resolução CONAMA 357 de 2005 – Classe 2, para água doce).

Nos itens 4.4.1 e 4.4.2 são apresentados os resultados dos cenários em relação ao balanço hídrico (vazão) e o balanço qualitativo (qualidade da água) na UPG 8.1 – Tijucas.

4.5.6 Balanço Hídrico

Para analisar o atendimento em relação à quantidade (vazão) solicitada por trecho hídrico, o SADPLAN gera o Índice de Atendimento de Captação Total – IACT. O IACT foi calculado para os horizontes: atual (2023), curto prazo (2028), médio prazo (2033) e longo prazo (2038), **considerando apenas as projeções do cenário tendencial** (Figura 55). A interpretação quantitativa não foi o foco desde trabalho, tendo em vista que PRHTB (2019a, 2019b, 2019c e 2019d) fez uma análise aprofundada dos dados de vazão e consumo, no qual foi estabelecida a intenção de alteração do critério de outorga da UPG 8.1 – Tijucas de Q_{98} para Q_{90}, para as UGs Perequê, Tijucas e Biguaçu, ainda não aprovada no CERH/SC.

Figura 55 – Índices de Atendimento de Captação Total – IACT por trecho hídrico na UPG 8.1 – Tijucas gerada pelo SADPLAN – cenário atual (2023) e tendencial (2028, 2033 e 2038) para os meses de dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu)



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

De acordo com as simulações, verifica-se uma piora em relação ao atendimento hídrico na UPG 8.1 – Tijucas ao longo dos horizontes de planejamento (2028-2033-2038), principalmente nos trechos de rios em que já se verificavam problemas de atendimento no cenário atual (2023). Não houve trechos de rios com a situação "sem atendimento" nos horizontes 2028-2033-2038 (IACT = 0), no cenário tendencial. Alguns trechos de rio que estavam classificados como "crítico" nos cenários 2023 e 2028 pioraram de classe nos cenários de 2033 e 2038, ficando "extremamente crítico", principalmente para trechos de rios de cabeceira na Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas e na parte baixa da Bacia Hidrográfica do Rio Biguaçu.

4.5.7 Balanço Qualiquantitativo

O balanço qualiquantitativo foi realizado para os cenários: tendencial, otimista e crítico, e para os horizontes temporais do projeto, curto (2028), médio (2033) e longo prazo (2038). Para analisar a resposta das concentrações de qualidade foi utilizada, por meio do SADPLAN, a concentração final do poluente ao final do trecho hídrico (cfim). O resultado utilizando cfim foi apresentado para os parâmetros $DBO_{5,20}$, Pt e OD.

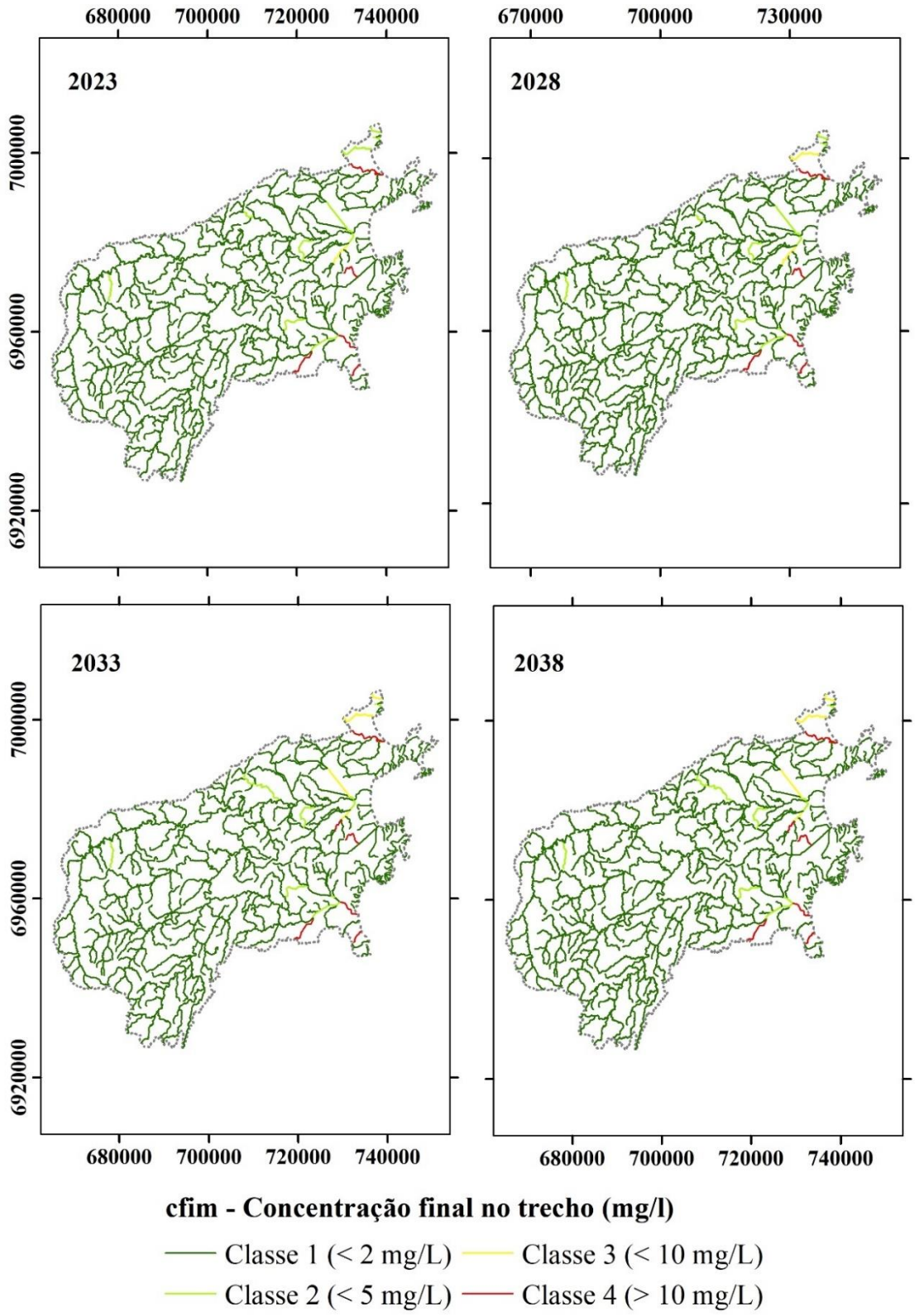
A simulação para o nitrato não foi coerente, entretanto, o nitrato não se apresentou como parâmetro limitante na UPG 8.1 – Tijucas, de acordo com a análise dos dados no Diagnóstico (Capítulo 3). Desta forma, considerou-se que esta situação não prejudica a interpretação dos resultados gerados pelo SADPLAN. Situação semelhante foi observada na Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (Santa Catarina, 2021) e nos dados do monitoramento do QUALIAGUA no Estado de Santa Catarina.

Por outro lado, os coliformes termotolerantes mostraram-se como parâmetros relevantes e limitantes no diagnóstico. Assim, para a proposta de enquadramento, será levado em consideração a qualidade dos trechos de rios identificado na etapa do diagnóstico.

Os resultados do cenário atual (2023), simulado no SADPLAN, foram comparados com os dados do monitoramento da qualidade da água (Capítulo 3 – Diagnóstico).

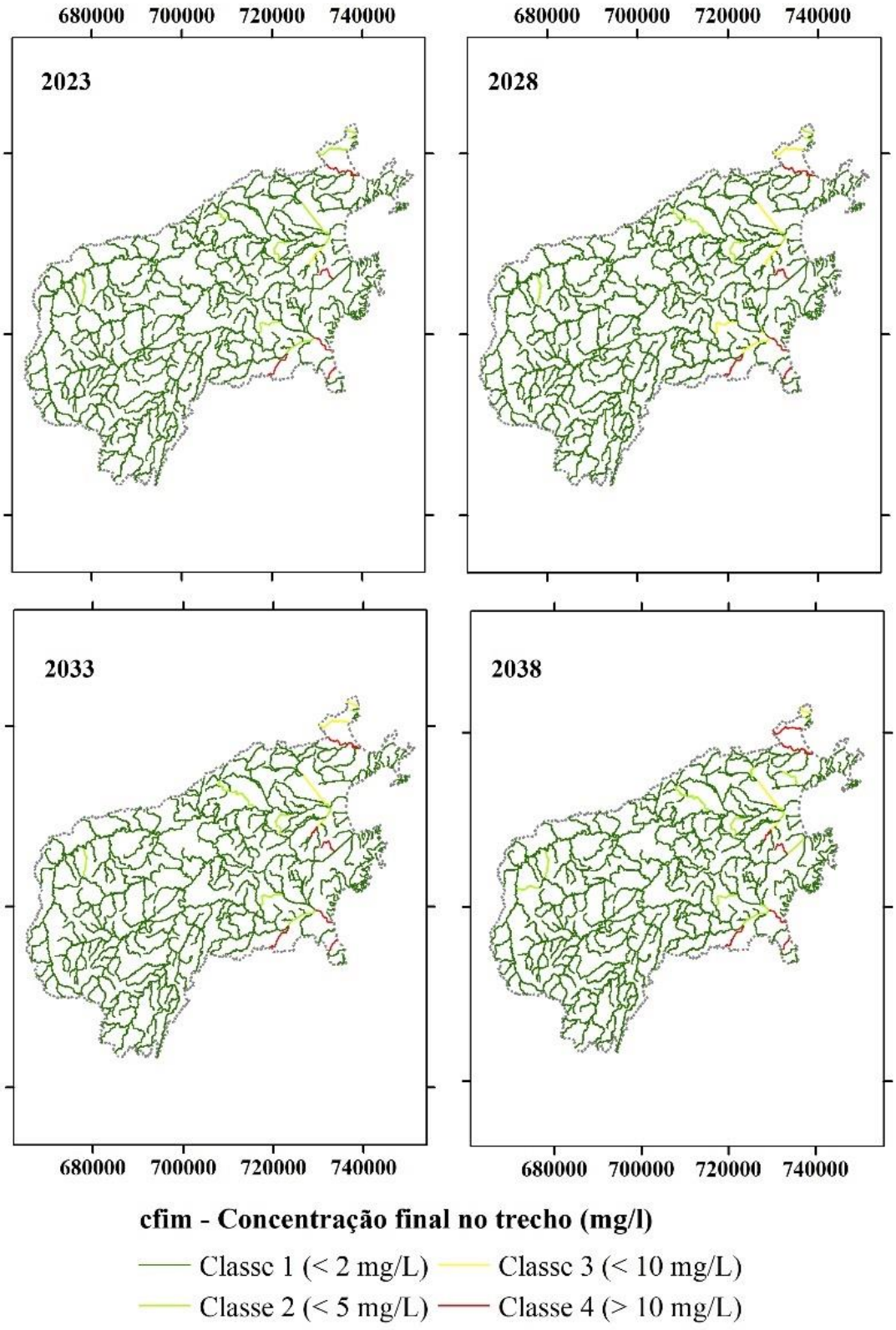
Essa etapa de validação tem por objetivo demonstrar que os resultados são adequados para as condições atuais, gerando maior confiabilidade nas simulação de cenários futuros.

Figura 56 – Cenário atual (2023) e tendencial para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a $DBO_{5,20}$, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023.



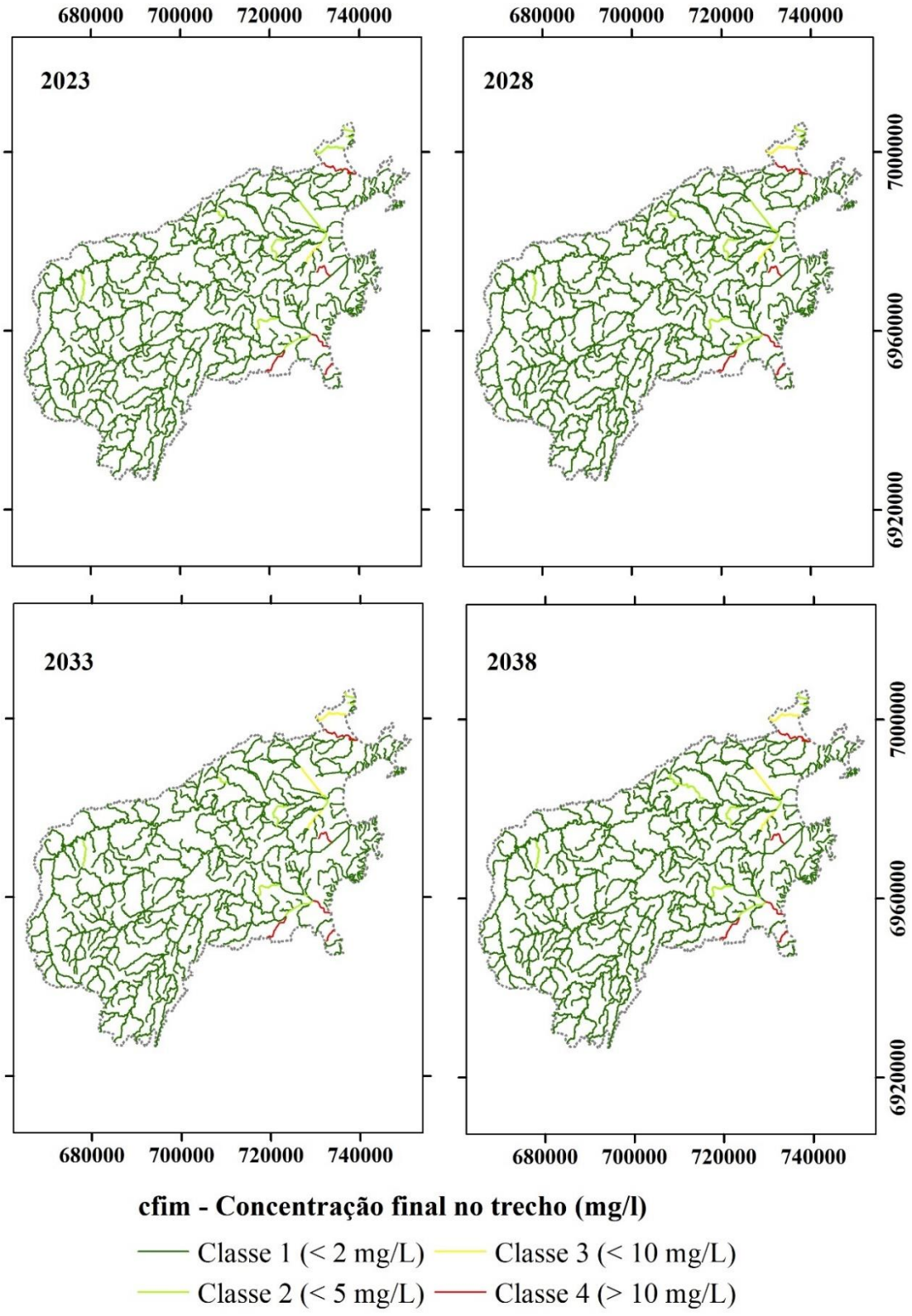
Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 57 – Cenário atual (2023) e crítico para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a $DBO_{5,20}$, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023.



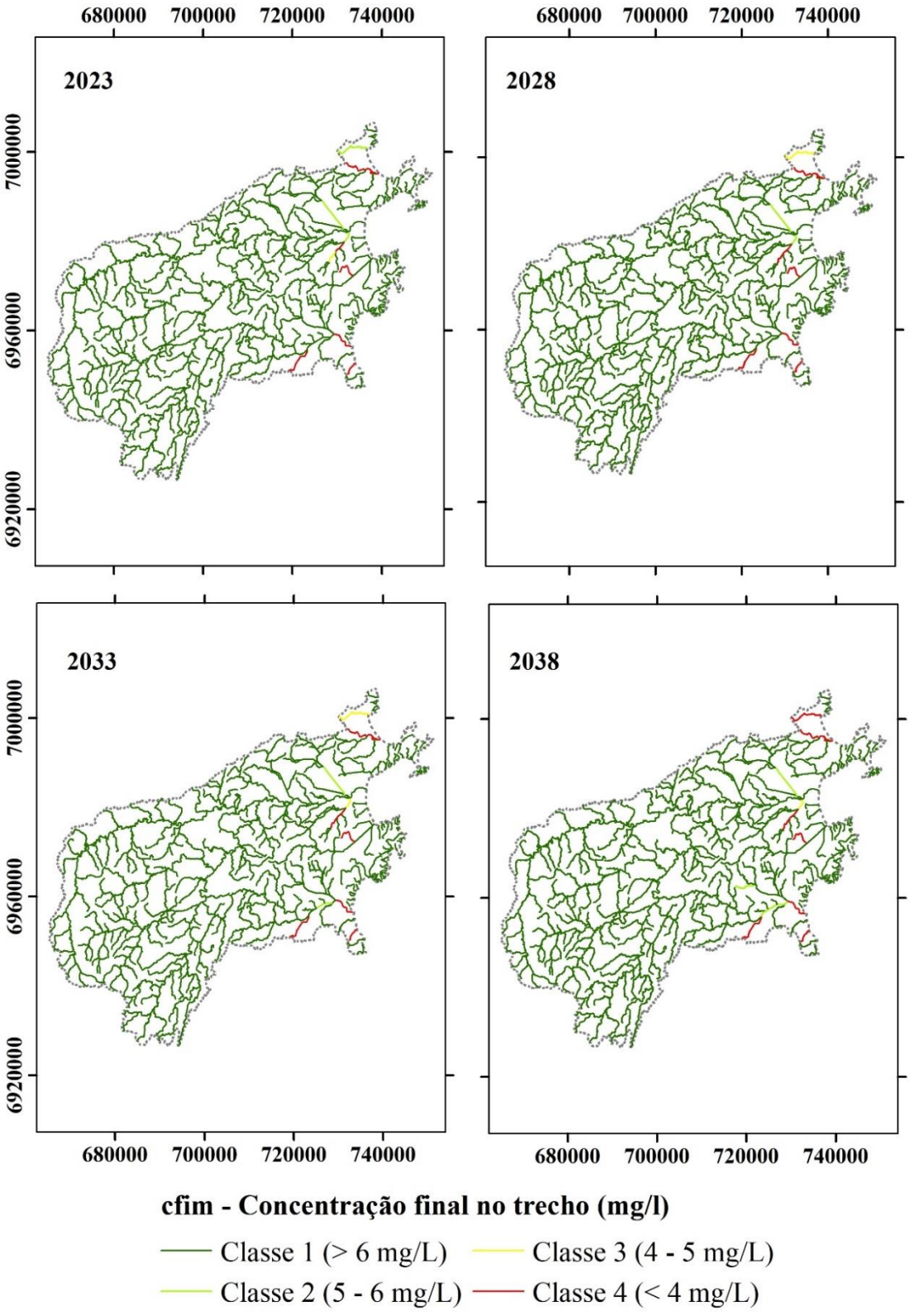
Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 58 – Cenário atual (2023) e otimista para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a $DBO_{5,20}$, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023.



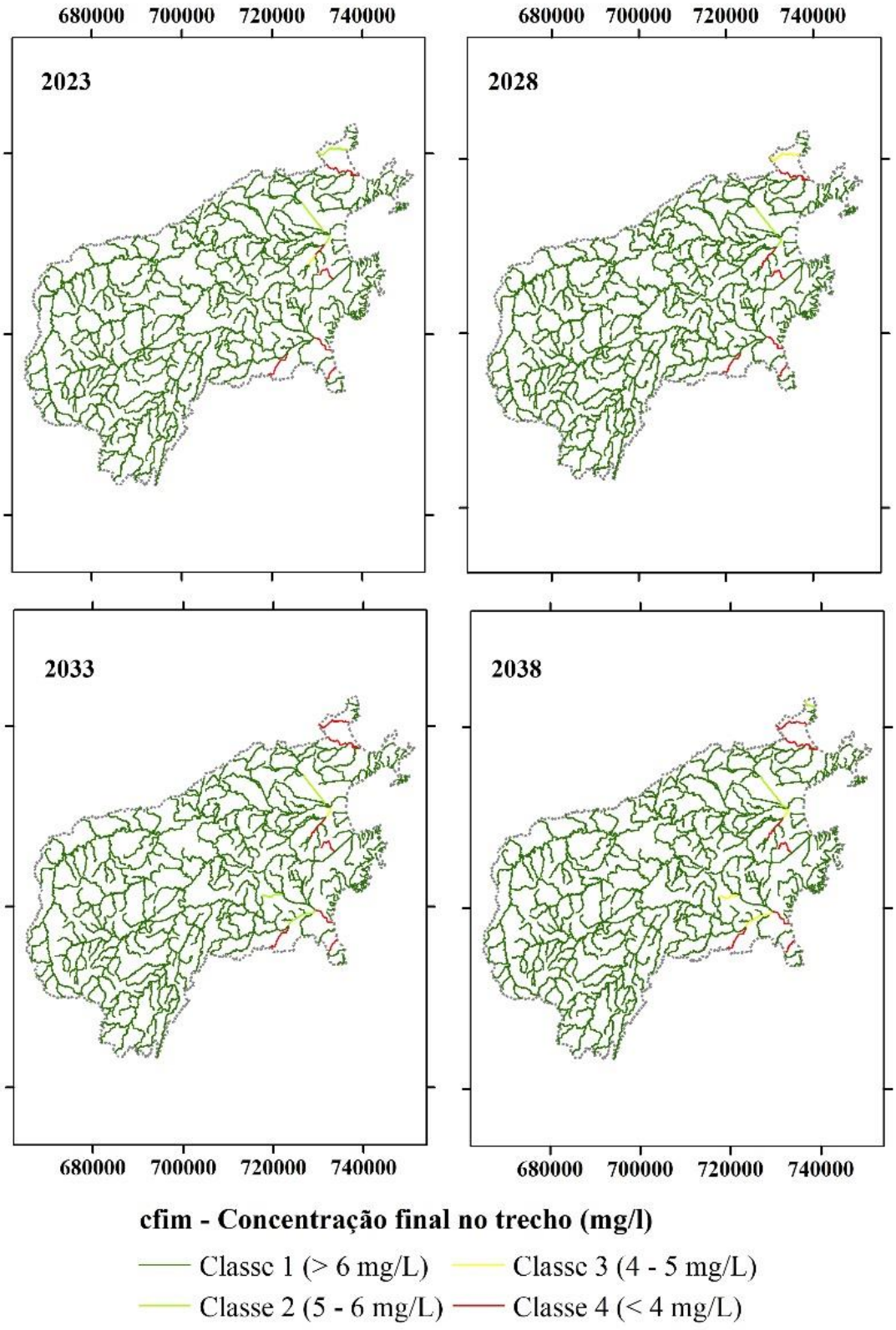
Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

Figura 59 – Cenário atual (2023) e tendencial para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a OD, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023.



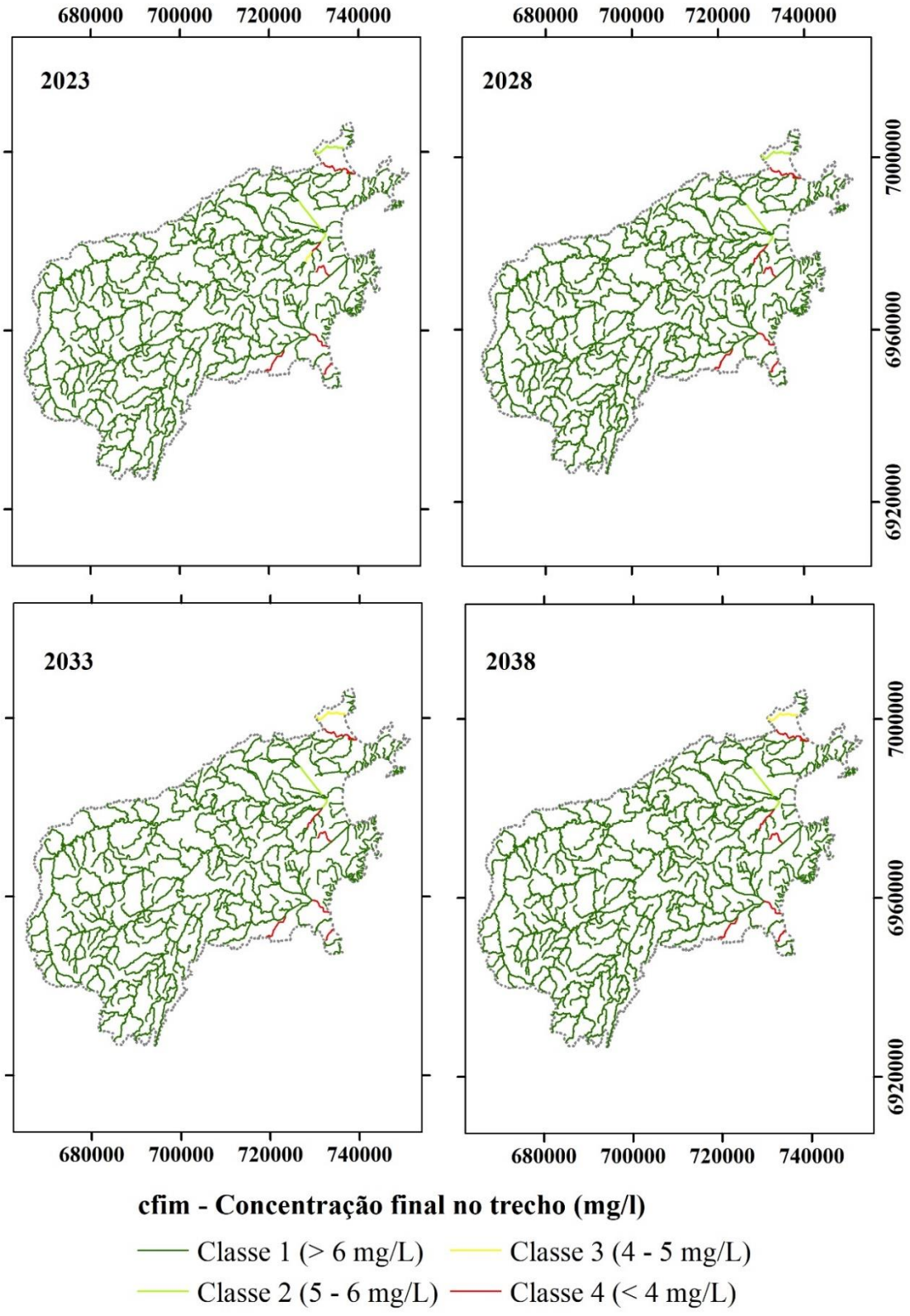
Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 60 – Cenário atual (2023) e crítico para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a OD, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023.



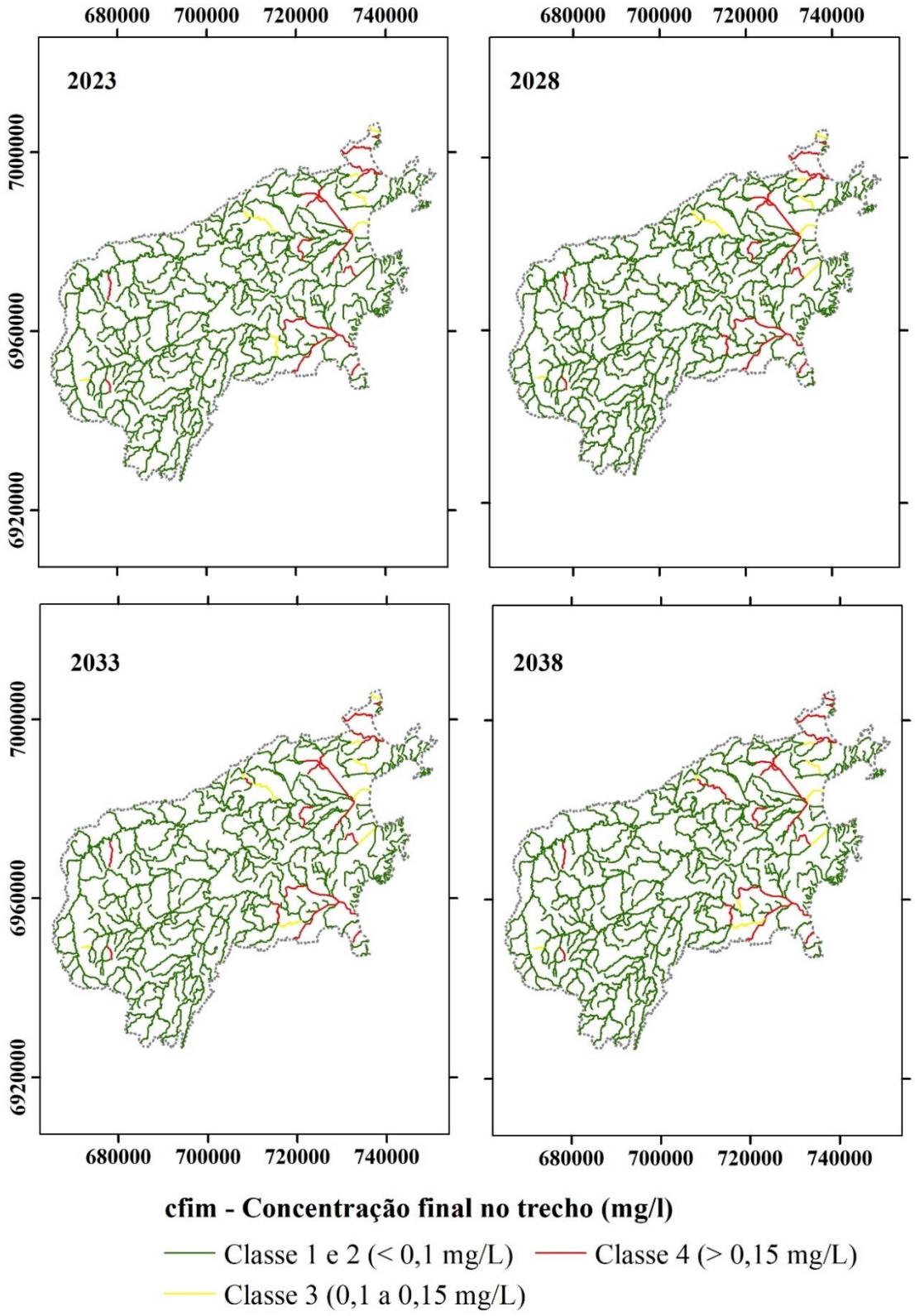
Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

Figura 61 – Cenário atual (2023) e otimista para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a OD, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023.



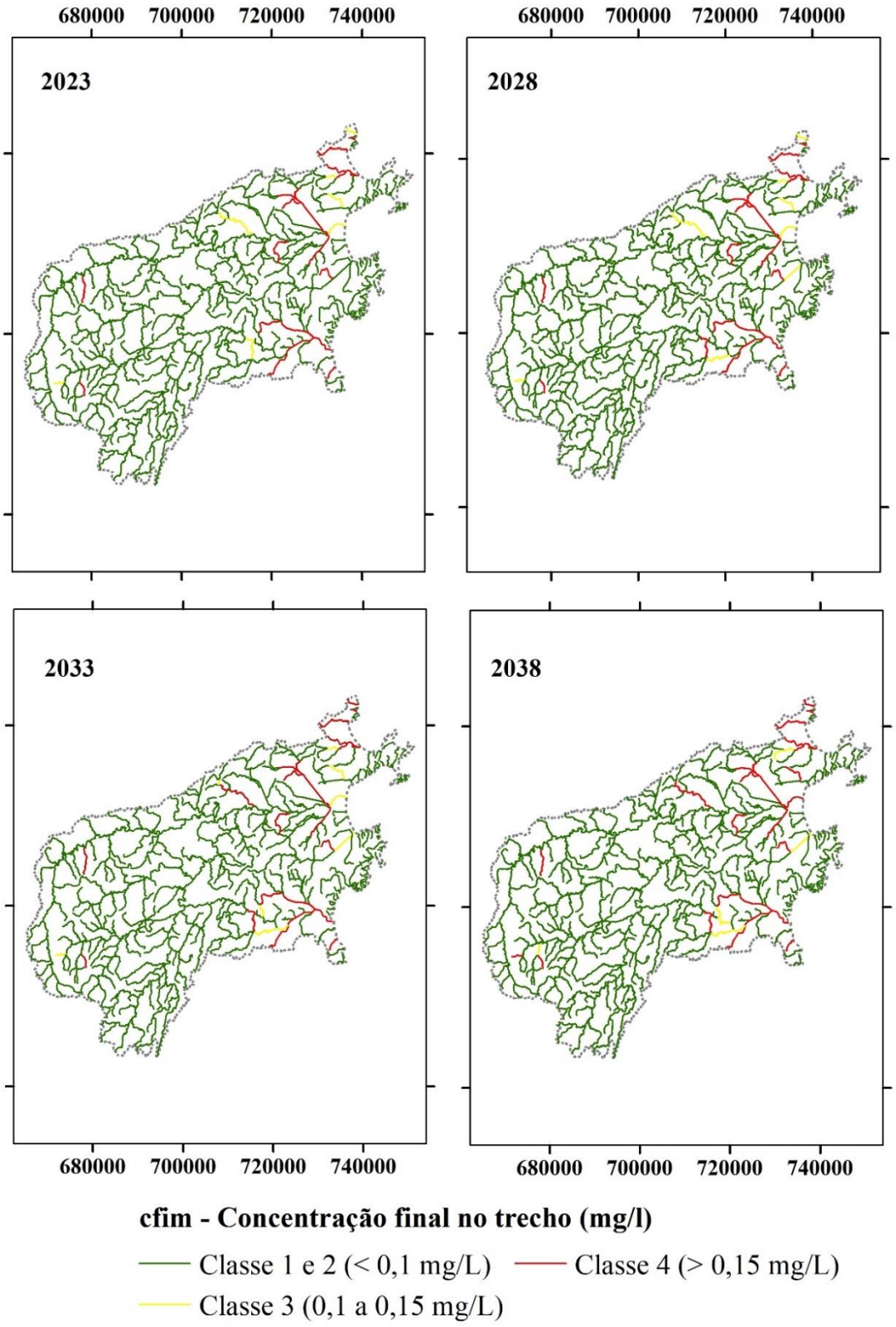
Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

Figura 62 – Cenário atual (2023) e tendencial para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a Pt, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023.



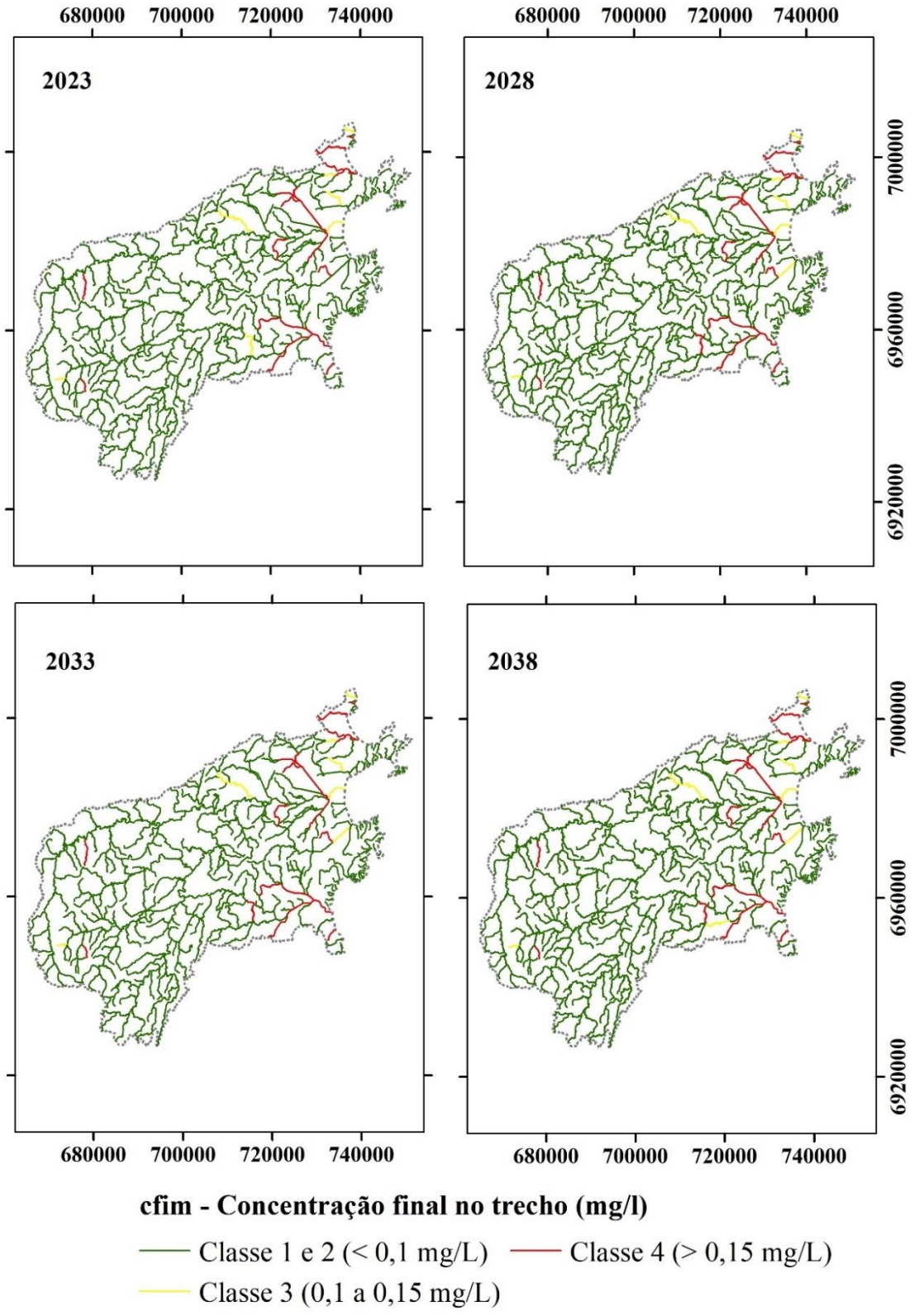
Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

Figura 63 – Cenário atual (2023) e crítico para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a Pt, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023.



Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

Figura 64 – Cenário atual (2023) e otimista para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a Pt, dezembro (Tijucas) e janeiro (Biguaçu) de 2023.



w

Fonte: Instituto Água Conecta (2024).

De acordo com as simulações, o parâmetro com a pior deterioração da qualidade ao longo dos horizontes nos cenários utilizados na UPG 8.1 – Tijucas, foi o Pt, no entanto, este parâmetro não foi propriamente calibrado, devendo ser analisado com cautela.

Para a $DBO_{5,20}$ (Figura 56), o cenário tendencial demonstra inicialmente uma piora, de classe 2 para classe 3 - água doce, no Rio Areal em Itapema e no Rio do Olveira em Tijucas, nos horizontes de curto (2028), médio (2033) e longo prazo (2038). Para o cenário crítico, a piora das classes ao longo dos cenários ocorre mais rápido, sendo que no médio prazo (2033) e no longo prazo (2038) o Rio Areal já encontra-se na classe 4 - água doce. Mesmo com o aumento da cobertura da coleta e tratamento de esgoto no longo prazo (2038) simulado no cenário tendencial, não ocorre a melhora das classes. O mesmo resultado é percebido no cenário otimista, no qual foi simulada a cobertura da rede de esgoto nos municípios atingindo 90% no médio (2033) e longo prazo (2038). Ou seja, este resultado indica que a principal fonte de $DBO_{5,20}$ nos municípios da UPG 8.1 – Tijucas provavelmente é proveniente de outras finalidades, como a agricultura e a pecuário, porém não a urbana.

Para o OD, considerando os cenários testados (tendencial, crítico e otimista), nota-se a piora na qualidade da água, caracterizada pelo maior número de trechos de rio enquadrados na pior classe para água doce. O Rio Areal, em Itapema, novamente indicou uma piora da qualidade, da classe 2 – água doce no horizonte atual (2023), indo para a classe 3 – água doce nos horizontes de 2028 e 2033, e chegando a classe 4 – água no horizonte de 2038. Também no cenário tendencial nota-se a piora da qualidade do Rio Itinga, que tinha parte do seu trecho em classe 2 - água doce e classe 3 - água doce no cenário atual (2023). Sendo que nos horizontes testados, maior parte do trecho do Rio Itinga passa a ficar compatível ser classe 4 - água doce, e próximo ao Rio Tijucas classe 3 - água doce. No cenário crítico ocorre uma piora de classe no Rio Biguaçu, que no cenário tendencial estava compatível com classe 2 - água doce no longo prazo (2038), entretanto, no cenário crítico no longo prazo (2033) o Rio Biguaçu ficou compatível com a classe 4 – água doce. No cenário otimista, o Rio Biguaçu, fica boa parte de seu trecho compatível com a classe 1 (água doce), sendo que apenas a região da foz, que ele é compatível com a classe 4.

Para o Pt, os cenários e horizontes testados, apresentaram uma resposta com a maioria dos trechos hídricos próximos a foz compatíveis com a classe 4 - água doce, como por exemplo, Rio Areal e Perequê em Itapema, Rio do Oliveira, Rio Itinga e Rio Tijucas em Tijucas e o Rio Biguaçu e seus afluentes em Biguaçu. Mesmo com o cenário otimista no qual foi simulado o atingimento da rede coletora de saneamento em 90% nos municípios da UPG 8.1 – Tijucas a partir do ano de 2033, os trechos de rios ainda tiveram suas classes

compatíveis com a classe 3 – água doce ou classe 4 – água doce. Cabe destacar que o Pt possui os valores máximos permitidos, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005), bastante restritivos, inclusive quando comparados a condições naturais. O resultado do Pt indica que, além da falta de esgotamento sanitário, há contaminação por outros usos, como a agricultura e a pecuária, pois há problemas de contaminação em áreas com baixo adensamento populacional.

Para coliformes termotolerantes, no Diagnóstico da UPG 8.1 – Tijucas (Capítulo 3), a situação atual nos rios Perequê, Alto Braço, Engano, Garcia, Tijucas, Biguaçu e afluentes atualmente são compatíveis com as classes 3 e 4 - água doce. Assim, com o aumento da demanda por água e o crescimento demográfico espera-se uma piora da situação para coliformes termotolerantes.

Dos trechos de rios analisados, alguns merecem destaque, como por exemplo, o Rio Perequê, Rio Areal, Rio do Oliveira, Rio Itinga, Rio Tijucas e o Rio Biguaçu. Considerando os parâmetros analisados – $DBO_{5,20}$, Pt e OD – ao longo de todos os horizontes de planejamento e os cenários estados (inclusive no cenário atual), esses rios apresentaram-se na pior condição de qualidade da água, classe 4 – água doce.

4.5.8 Água Salobra

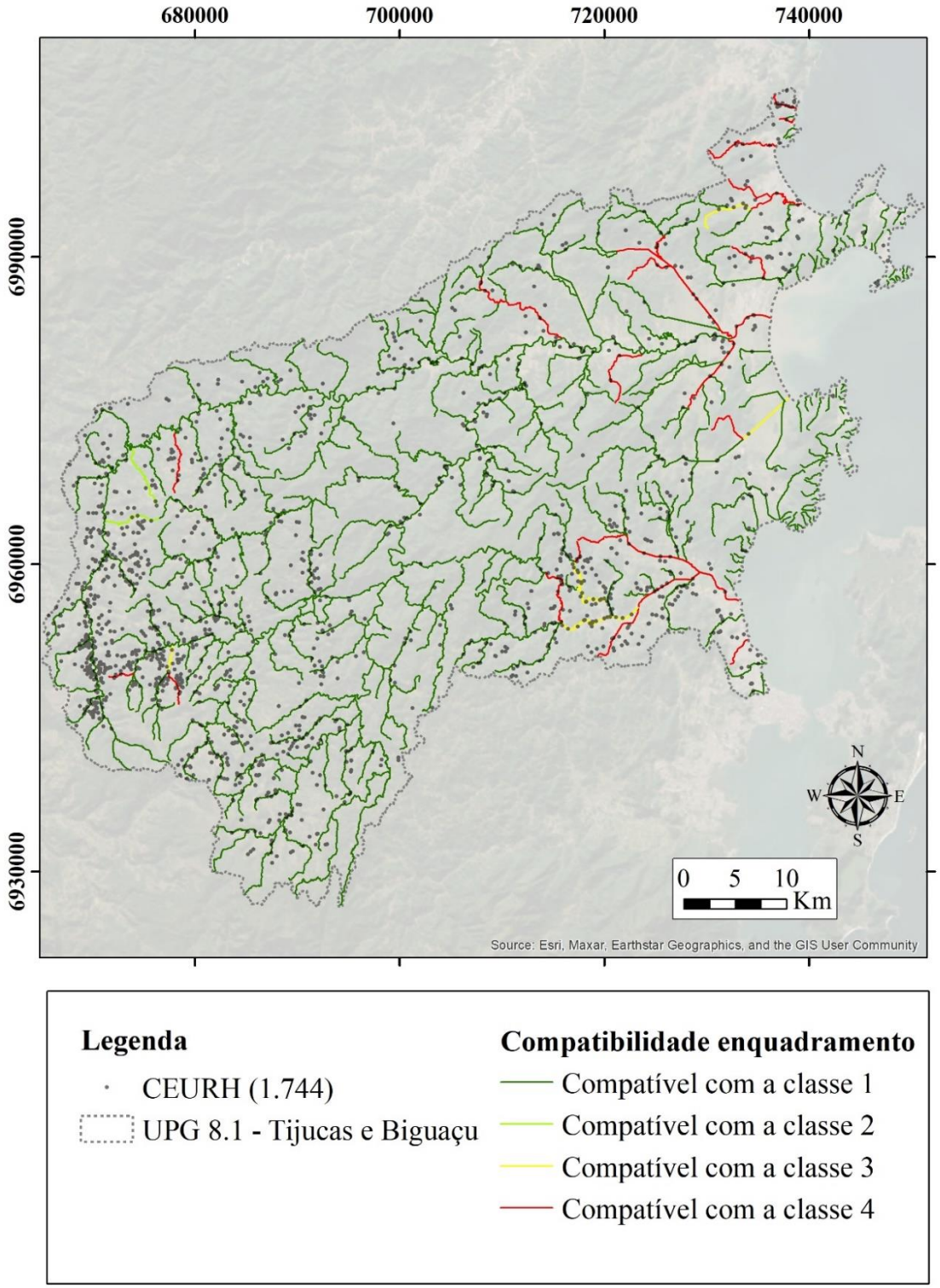
O SADPLAN não possui a interface para cálculo de balanço qualiquantitativo em água salobra. Assim, para a elaboração da proposta de enquadramento, serão considerados os resultados da qualidade da água dos pontos localizados na zona de potencial salobro, apresentados no Diagnóstico (Capítulo 3). Esses trechos serão unificados com os resultados dos cenários testados na etapa do Prognóstico para água doce, e quando necessário, a classe referente ao enquadramento da água salobra será ajustada.

4.5.9 Integração das classes por trecho no cenário crítico

De forma a sintetizar os resultados, apresenta-se o resultado do prognóstico, considerando a pior classe encontrada em cada trecho (de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 para água doce), somando-se o resultado dos parâmetros disponíveis ($DBO_{5,20}$, Pt e OD) para o cenário crítico (Figura 65).

Espacialmente, a região litorânea da UPG 8.1 – Tijucas, apresentou as piores classes de água, quando considerados, em conjunto, os cenários críticos de $DBO_{5,20}$, Pt e OD, tornando compatível principalmente com as classes 3 e 4 – água doce.

Figura 65 – Integração das classes dos parâmetros por trecho de rio no cenário crítico na UPG 8.1 – Tijucas



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

4.6 USOS PRETENSOS DE RECURSOS HÍDRICOS

4.6.6 Superficiais – água doce

Durante o desenvolvimento do PRHTB (Santa Catarina, 2018c), em sua Etapa – D: Prognóstico das demandas hídricas da bacia hidrográfica dos Rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas, uma dinâmica com os membros do Comitê Tijucas e Biguaçu foi realizada (Apêndice 7 – Oficinas de enquadramento participativo). Houveram três oficinas de enquadramento participativo, nos dias 21 e 28 de maio e 14 de junho de 2018, nos municípios de Biguaçu, Angelina e Tijucas, respectivamente (Santa Catarina, 2018c). As oficinas de enquadramento participativo tiveram por 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: (i) a condição atual dos rios, "o rio que temos"; (ii) as condições de qualidade desejada, "o rio que queremos"; e (iii) pactuar as metas de evolução com "o rio que podemos ter" (Santa Catarina, 2018c). Assim, os participantes foram estimulados a identificar os principais usos da água na UPG 8.1 - Tijucas. Ao final da oficina, os participantes construíram um mapeamento participativo do "rio que temos", destacando a situação atual dos recursos hídricos na bacia (Santa Catarina, 2018c).

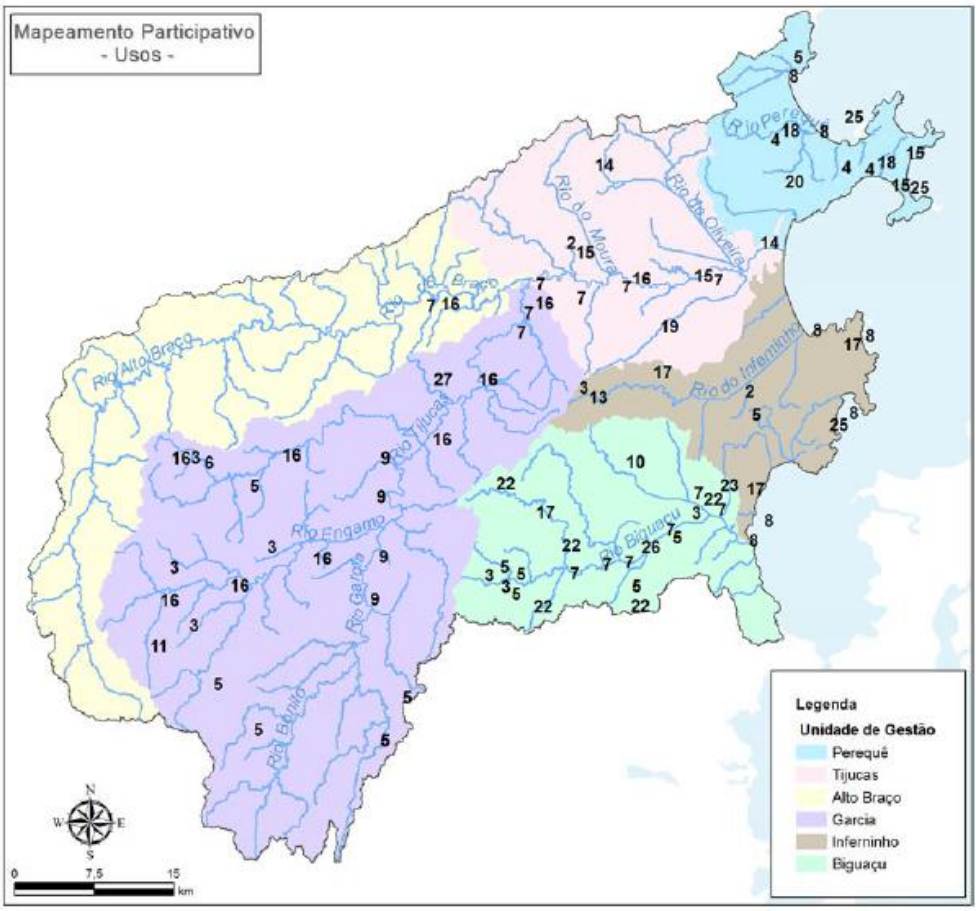
Em relação a usos dos recursos hídricos, foram identificados 28 usos nas bacias hidrográficas dos rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas (Quadro 19), sendo que a maior ocorrência são dos usos: 7 - mineração; 5 - indústria; e 16 - diluição de efluentes.

Quadro 19 – Usos identificados nas oficinas participativas de enquadramento

ID	Usos	ID	Usos	ID	Usos
1	Abastecimento público	11	Agricultura (tubérculos - água sanitária)	21	Loteamento
2	Aterro sanitário	12	Anel viário	22	Parque aquático
3	Criação animal	13	Cachoeira	23	Parque municipal de São Miguel
4	Estação de Tratamento de Água	14	Captação superficial	24	Pesca
5	Indústria	15	Captação subterrânea	25	Prática de esporte
6	Irrigação	16	Diluição de efluentes	26	Produção de grama
7	Mineração	17	Estação de Tratamento de Efluentes	27	Terra indígena
8	Pesca artesanal	18	Lançamento de efluentes	28	Transporte
9	Produção de energia	19	Lançamento de efluentes (ETA)		
10	Abatedouro em Terra Indígena	20	Lavanderia		

Fonte: Santa Catarina (2018c)

Figura 66 – Espacialização dos usos identificados nas oficinas participativas de enquadramento



Fonte: Santa Catarina (2018c)

Abaixo (Quadro 20) foram apresentados os principais usos tendo em vista as UGs – Unidades de Gestão da UPG 8.1 – Tijucas (Figura 66).

Quadro 20 – Usos identificados por UG nas oficinas participativas de enquadramento

UG	**Usos identificados (Santa Catarina, 2018c)**
Perequê	4 - Estação de Tratamento de Água, 5 – Indústria, 8 - Pesca artesanal, 15 - Captação subterrânea, 18 - Lançamento de efluentes, 20 – Lavanderia e 25 - Prática de esporte
Rio Tijucas	2 - Aterro sanitário, 7 – Mineração, 14 - Captação superficial 15 - Captação subterrânea, 16 - Diluição de efluentes e 19 - Lançamento de efluentes (ETA)
Rio do Braço	7 – Mineração e 16 - Diluição de efluentes
Rio Garcia Rio Bonito	3 – Criação animal, 5 – Indústria, 6 – Irrigação, 7 – Mineração, 9 – Produção de energia, 11 – Agricultura, 16 - Diluição de efluentes, e 27 - terra indígena.
Rio Inferninho	2 - Aterro sanitário, 3 – Criação animal, 5 – Indústria, 8 - Pesca artesanal, 13 – Cachoeira, 17 - Estação de Tratamento de Efluentes, e 25 – Prática de esporte
Rio Biguaçu	3 – Criação animal, 5 – Indústria, 7 – Mineração, 8 - Pesca artesanal, 10 - Abatedouro em Terra Indígena; 17 - Estação de Tratamento de Efluentes, 22 - Parque aquático, 23 - Parque municipal de São Miguel, e 26 - Produção de grama.

Fonte: adaptado de Santa Catarina (2018c)

4.7 ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

4.7.6 Enquadramento das águas subterrâneas

Cabe mencionar que o enquadramento das águas subterrâneas ainda não é realizado no contexto estadual e nacional, atribuído inclusive à ausência e dificuldade de obtenção de informações sistematizadas de qualidade da água, que caracterizem os aquíferos. Este trabalho, pretende avançar no enquadramento das águas subterrâneas na UPG 8.1 – Tijucas, principalmente visando a obtenção dos valores de referência de qualidade (VRQ) para os aquíferos presentes no estado de Santa Catarina, especificamente na região Leste do estado.

A Resolução CONAMA nº 396/2008 define Valor de Referência de Qualidade (VRQ) como a concentração ou valor de um dado parâmetro que define a qualidade natural da água subterrânea.

Para tanto, foi desenvolvido o levantamento dos usos preponderantes e pretensos das águas subterrâneas da UPG 8.1 –Tijucas. Este resultado é um recorte de uma análise que considerou todo o agrupamento leste do estado de SC, que contempla as UPGs 7.1 - Itajaí, 7.2 – Camboriú, 8.1 – Tijucas e 8.2 – Cubatão. Cabe ressaltar que os aquíferos não seguem a delimitação da bacia hidrográfica, por isso, podem ser analisados em conjunto com outras unidades de planejamento e gestão.

4.7.7 Usos pretensos das águas subterrâneas na UPG 8.1 – Tijucas

A caracterização dos usos preponderantes das águas subterrâneas é fundamental para as etapas posteriores como a determinação dos VRQs e a proposta de enquadramento, pois a qualidade das águas subterrâneas pode restringir alguns usos.

O estudo apresentado foi realizado para além dos limites da UPG 8.1 – Tijucas, visto que os aquíferos presentes na UPG 8.1 extrapolam seus limites. Nesta análise, considerou-se os usos preponderantes para todos os usuários cadastrados (CEURH e SIOUT-SC, dados de 2023). Para tanto, os dados foram reclassificados de acordo com os usos considerados na Resolução CONAMA n° 396/2008, sendo eles: consumo humano, irrigação, dessedentação de animais e irrigação. Todos os cadastros foram reclassificados dentro desses quatro usos supracitados, e para aqueles que não se enquadravam nas classes supracitadas, considerou-se a categoria “outros usos”. No Quadro 21 encontram-se discriminados os usos e a nova classificação, de acordo com a resolução CONAMA 396/2008.

Quadro 21 – Reclassificação dos usos de recursos hídricos subterrâneos segundo a Resolução CONAMA 396/2008 considerando dados das UPGs 7.1 – Itajaí, 7.2 – Camboriú, 8.1 – Tijucas e 8.2 – Cubatão

	Usos cadastrados	**Usos conforme CONAMA 396/2008**
CEURH	Abastecimento Público	Consumo Humano
	Industrial	Outros Usos
	Irrigação	Irrigação
	Outros Usos	Outros Usos
	Criação Animal	Dessedentação de animais
	Aquicultura	Dessedentação de animais
	Mineração	Outros Usos
	Esgotamento Sanitário	Outros Usos
SIOUT	Consumo humano	Consumo humano
	Fornecimento de água a terceiros	Consumo humano
	Abastecimento público	Consumo humano
	Abastecimento comunitário	Consumo humano
	Irrigação	Irrigação
	Criação animal	Dessedentação de animais
	Piscinas	Recreação
	Paisagismo	Outros Usos
	Consumo agroindustrial(1)	Irrigação
	Industrial	Outros Usos
	Atividades comerciais	Outros Usos
	Industrial	Outros Usos
	Vasos sanitários e/ou mictórios	Outros Usos
	Lavagem de veículos	Outros Usos
	Limpeza geral	Outros Usos
	Obra de infraestrutura	Outros Usos
	Atividade produtiva para subsistência(2)	Irrigação
	Sistema de combate a incêndios	Outros Usos

Notas: (1) "A agroindústria representa a convergência entre a produção agrícola e a indústria de processamento, criando um sistema integrado que transforma matérias-primas provenientes da agricultura em diversos produtos de valor agregado." (Brasil, 2021); (2) "A agricultura de subsistência é uma forma de produção agrícola que tem como objetivo principal a produção de alimentos para garantir a sobrevivência do agricultor, de sua família e da comunidade em que está inserido." (Neto, 2023)

Os principais usos da água subterrânea na UPG 8.1 – Tijucas, considerando as classes de uso estabelecidas na Resolução CONAMA 396/2008, são irrigação e consumo humano e, em menor escala, dessedentação animal (Figura 67). Na análise quantitativa dos dados, para os aquíferos fraturados de menor potencialidade do tipo af2; aquíferos sedimentares de menor potencialidade do tipo as4 e nas áreas onde praticamente não existem aquíferos (tipo na_1) o uso preponderante é a irrigação (Tabela 23), que contempla o maior número de usuários de recursos hídricos subterrâneos de acordo com os cadastros do CEURH e SIOUT-SC (2023). Outro uso preponderante que merece destaque na UPG 8.1 – Tijucas é o consumo humano, sendo o mais representativo para aquíferos sedimentares de maior potencialidade do tipo as1 e para sedimentares de menor potencialidade do tipo as2, sendo que este último também deve ser considerado em conjunto com o uso dessedentação

de animais (Tabela 23).

Tabela 23 – Quantidade de usuários cadastrados (CEURH, SIOUT-SC) por usos preponderantes de recursos hídricos subterrâneos para UPG 8.1 – Tijucas.

Zona aquífera (sigla)	**Descrição**	**Consumo Humano**	**Dessed. animais**	**Irrigação**	**Outros usos**	**Recr.**	**TOTAL**
af2	Aquíferos fraturados de menor potencialidade	2	5	**15**	19	0	41
as1	Aquíferos sedimentares de maior potencialidade	**13**	2	1	73	0	89
as2	Aquíferos sedimentares de menor potencialidade	**10**	**9**	5	28	0	52
as4	Aquíferos sedimentares de menor potencialidade	4	4	**16**	7	0	31
na_1	Áreas praticamente sem aquíferos	1	1	**4**	8	0	14

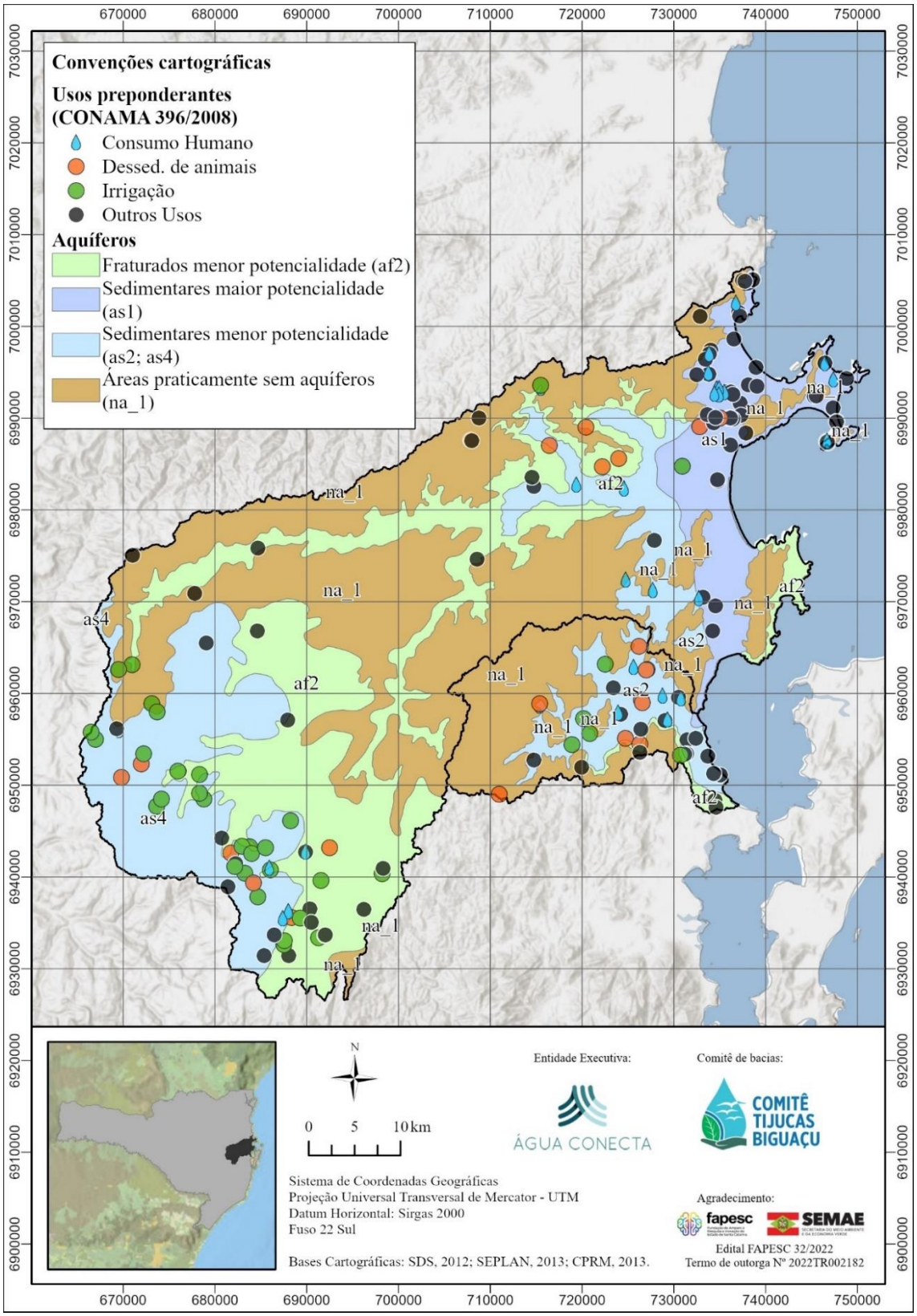
Nota: números **em negrito** indicam a quantidade de usuários cadastrados para o uso preponderante, de acordo com os usos da Resolução CONAMA nº 396/2008. Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Cabe ressaltar que a maioria dos usuários (59%) tiveram de ser reclassificados como "outros usos", visto que são usos que não estão contemplados na Resolução CONAMA 396/2008, como industrial, limpeza em geral, lavanderia, obra de infraestrutura, mineração, limpeza em geral e sistema de combate a incêndios, estes não encontram-se nesta avaliação.

Em relação aos usos pretensos, assumiu-se que o panorama de desenvolvimento da UPG 8.1 – Tijucas, dentro dos cenários e da escala de tempo considerados (até 2038), que não será suficiente para alterar os usos preponderantes de água.

Considerando o maior tempo de resposta das águas subterrâneas frente às alterações na qualidade da água, ocasionado pelo tempo de recarga dos aquíferos, neste trabalho, supõe-se que não haverá alteração nos aspectos qualitativos nos horizontes de planejamento (2028, 2033 e 2038) e cenarização considerada (tendencial, crítico e otimista). Além do fator tempo de recarga dos aquíferos, soma-se a capacidade do extenso perfil do solo e das rochas em "filtrar" naturalmente a água durante a infiltração em subsuperfície, até que chegue aos aquíferos.

Figura 67 – Distribuição dos usos preponderantes na UPG 8.1 – Tijucas e os principais aquíferos.



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Retomando informações do Diagnóstico (Capítulo 3), na análise hidroquímica da água bruta subterrânea (item 3.5.3) constatou-se que os parâmetros ferro (Fe), manganês (Mn), fluoreto (F), alumínio (Al) e alguns metais pesados apresentaram valores acima do valor máximo permitido (VMP), de acordo com a Resolução CONAMA 396/08, principalmente no que diz respeito ao uso consumo humano (Tabela 17 e Figura 676).

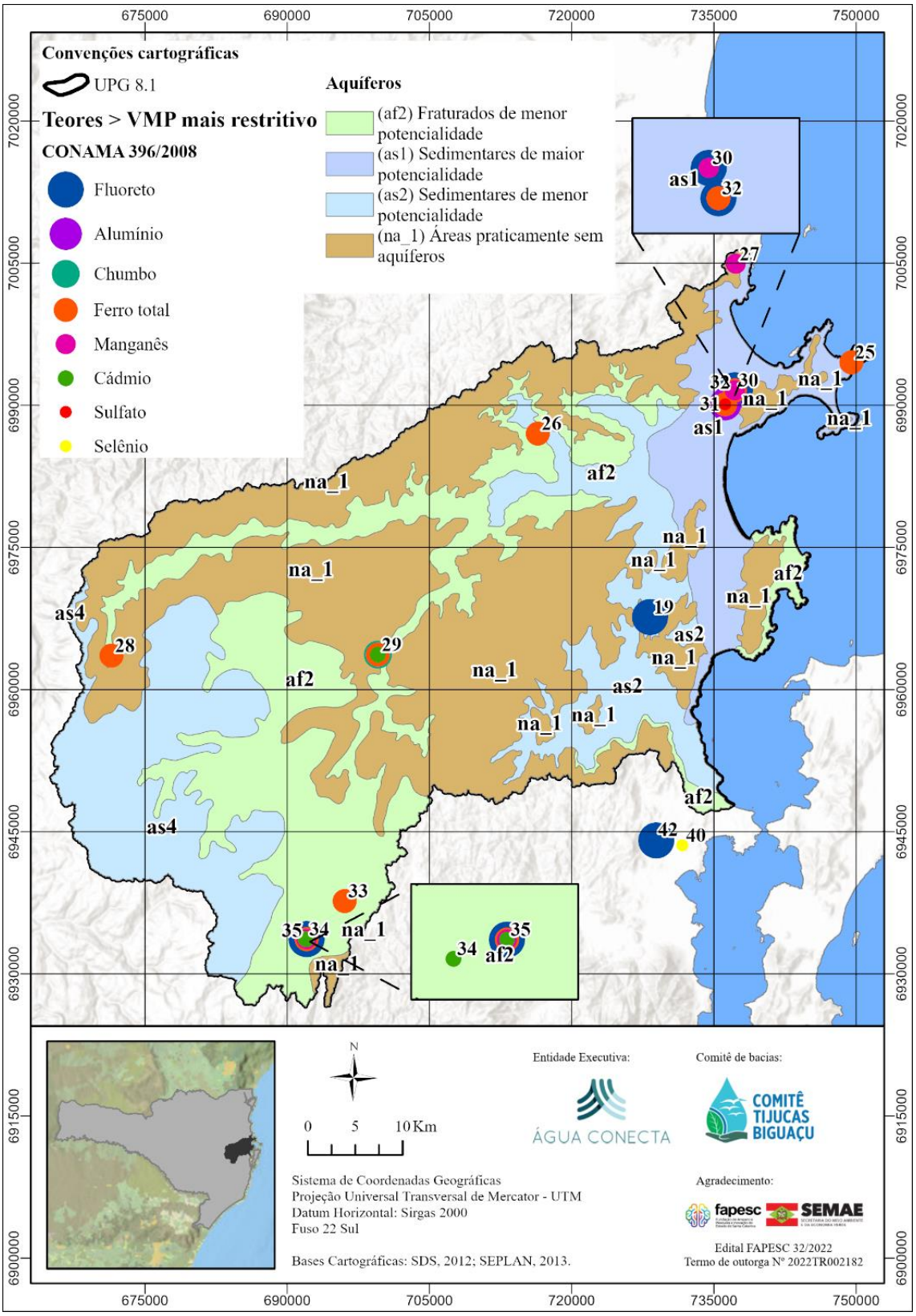
A Resolução CONAMA nº 396/2008 define Valor Máximo Permitido (VMP) como o limite máximo permitido de um dado parâmetro, específico para cada uso da água subterrânea.

Ressalta-se que é necessária uma análise mais aprofundada de interpretação considerando os valores naturais desses parâmetros nos sistemas aquíferos estudados, chamado de VRQ – valor de referência de qualidade. Adicionalmente, destaca-se que Fe e Mn são parâmetros naturalmente encontrados em maiores teores nos aquíferos presentes na UPG 8.1 – Tijucas, conforme previamente apresentado.

No Diagnóstico (Capítulo 3) foram identificadas anomalias de fluoreto principalmente próximo à região costeira (Figura 41), aparentemente localizadas nos aquíferos do tipo as1 e na_1. Ressalta-se, como já mencionado, que anomalias de flúor podem estar associadas às características hidrogeológicas locais ou influência antrópica, especialmente em regiões agrícolas devido à aplicação de fertilizantes (Nanni, 2008 *apud* Santa Catarina, 2018b). Na região dos poços onde foram identificadas anomalias de fluoreto, o uso preponderante inclui consumo humano, o que indica necessidade de adoção de tecnologias específicas para remoção deste íon da água, como osmose reversa.

Ainda neste sentido, recomenda-se atenção para os pontos onde foram identificados alumínio, chumbo, cádmio e selênio (Figura 68), que merecem destaque, uma vez que, tecnologias específicas (geralmente de alto custo) são necessárias para remoção desses elementos (ex. troca iônica; ultrafiltração; extração líquido-líquido; osmose reversa). O poço 31 (Porto Belo) apresentou teor acima do VMP para consumo humano e recreação, indicando restrição devido a alterações organolépticas. Em relação ao chumbo, o poço 29 (Major Gercino) apresentou valor superior ao VMP para consumo humano. Os poços 34 (Rancho Queimado) e 35 (Rancho Queimado) apresentam valores de cádmio superiores ao VMP para consumo humano, recreação e irrigação e o poço 29 apresentou restrição para os 4 usos – consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e recreação. Para o selênio, o poço 40 (São José) apresentou valor superior ao VMP para os consumo humano e recreação. A identificação e localização dos poços pode ser encontrada na Tabela 15.

Figura 68 – Distribuição dos poços que apresentam restrição de uso da água subterrânea (de acordo com VMP da Resolução CONAMA 396/2008) na UPG 8.1 – Tijucas e os principais aquíferos.



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

As restrições aos usos apontadas, recaem, principalemente, sobre o consumo humano e recreação, e não possuem relação com o sistema aquífero, já que esses poços encontram-se distribuídos na área da UPG 8.1 – Tijucas e pertencem a todos os aquíferos (Figura 68). Apesar da maioria das concentrações dos poços estarem dentro dos VMPs da Resolução CONAMA 396/2008 para maior parte dos parâmetros, alguns encontram-se precisamente no limite do VMP para os usos mais restritivos e merecem atenção, visto que podem estar relacionados à problemas de contaminação pontual (Tabela 17).

Ressalta-se a importância da continuidade do monitoramento e avaliação qualiquantitativa dos recursos hídricos subterrâneos, principalmente em razão dos pontos em que se verificou parâmetros teores acima dos VMP da Resolução CONAMA 396/2008.

5 PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO

Nesta etapa foi construída a proposta de enquadramento dos recursos hídricos da UPG 8.1 – Tijucas. Primeiramente, apresenta-se a proposta de enquadramento disponível no PRHTB (2018c). Na sequência, apresenta-se a proposta de enquadramento para a água superficial (doce e salobra) e subterrânea. Foram utilizados os horizontes de planejamento: curto (2028), médio (2033) e longo prazo (2038).

5.2 PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DO PRHTB (2018)

No PRHTB (Santa Catarina, 2018c) foi apresentada proposta de enquadramento para os corpos de água superficiais da Bacia Hidrográfica dos rios Tijucas, Biguaçu e Bacias Contíguas. A proposta do PRHTB foi realizada com base nos resultados das oficinas, reuniões e diálogos participativos realizadas na bacia hidrográfica e com o Grupo de Acompanhamento do Plano (GAP), apresentados no Apêndice 7 e no Apêndice 8 do PRHTB (Santa Catarina, 2018c).

A metodologia para a proposta de enquadramento do PRHTB tem como base as orientações estabelecidas pela Agência Nacional de Águas (ANA, 2013) no documento Planos de Recursos Hídricos e Enquadramento dos Corpos de Água. A proposta de enquadramento apresentada no PRHTB apresenta apenas um horizonte, sem referência de meta (ano que se deseja alcançar a qualidade proposta). Além do mais, é apresentado apenas os corpos hídricos superficiais de água doce (Santa Catarina, 2018c). Em decorrência da baixa disponibilidade de dados, o PRHTB não identificou o ponto de influência das águas salobras, porém sugeriu a adoção da classe de enquadramento de águas salobras, correspondente à classe de água doce (Santa Catarina, 2018c). Cabe salientar que de acordo com a Resolução CONAMA n° 357/2005, os limites dos parâmetros para a mesma classe doce e salobra são alterados.

Quanto à elaboração da proposta de enquadramento do PRHTB, inicialmente foi realizada a estimativa da qualidade das águas superficiais, no qual foram utilizados os resultados do balanço hídrico qualiquantitativo realizados no SADPLAN. Os resultados do balanço foram discutidos junto à comunidade nas oficinas participativas. 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 (antigo órgão gestor estadual, hoje SEMAE), 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.

5.2.6 Definição da proposta de enquadramento dos cursos d'água

A definição da proposta de enquadramento dos cursos de água da UPG 8.1 – Tijucas expressa o resultado das interações realizadas entre a UFSC, GAP, Comitê de Bacias, SDS e os participantes das oficinas de enquadramento e demais oficinas realizadas. De acordo com o PRHTB a proposta de enquadramento dos cursos d'água foi elaborada considerando:

» Preceitos legais, Resoluções CONAMA nº357/2005 e 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;

» Resultados das reuniões e diálogos sociais com entidades e prefeituras;

» Usos e ocupação do solo da área de estudo, e suas características biogeográficas;

» Usuários de água identificados a partir do CEURH e das oficinas participativas.

A partir dessa análise, foi elaborada a proposta enquadramento dos trechos de rios em classes e disponibilizada no PRHTB (2018c):

» Unidades de Conservação de Proteção Integral devem ser enquadrados em Classe Especial, consoante a Resolução CONAMA n° 357/2005.

» Unidades de Conservação de Uso Sustentável e Terras Indígenas devem ser enquadrados em Classe 1, consoante a Resolução CONAMA nº 357/2005.

» 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, densamente vegetadas e preservadas, sugere-se que sejam enquadrados no mínimo em Classe 1.

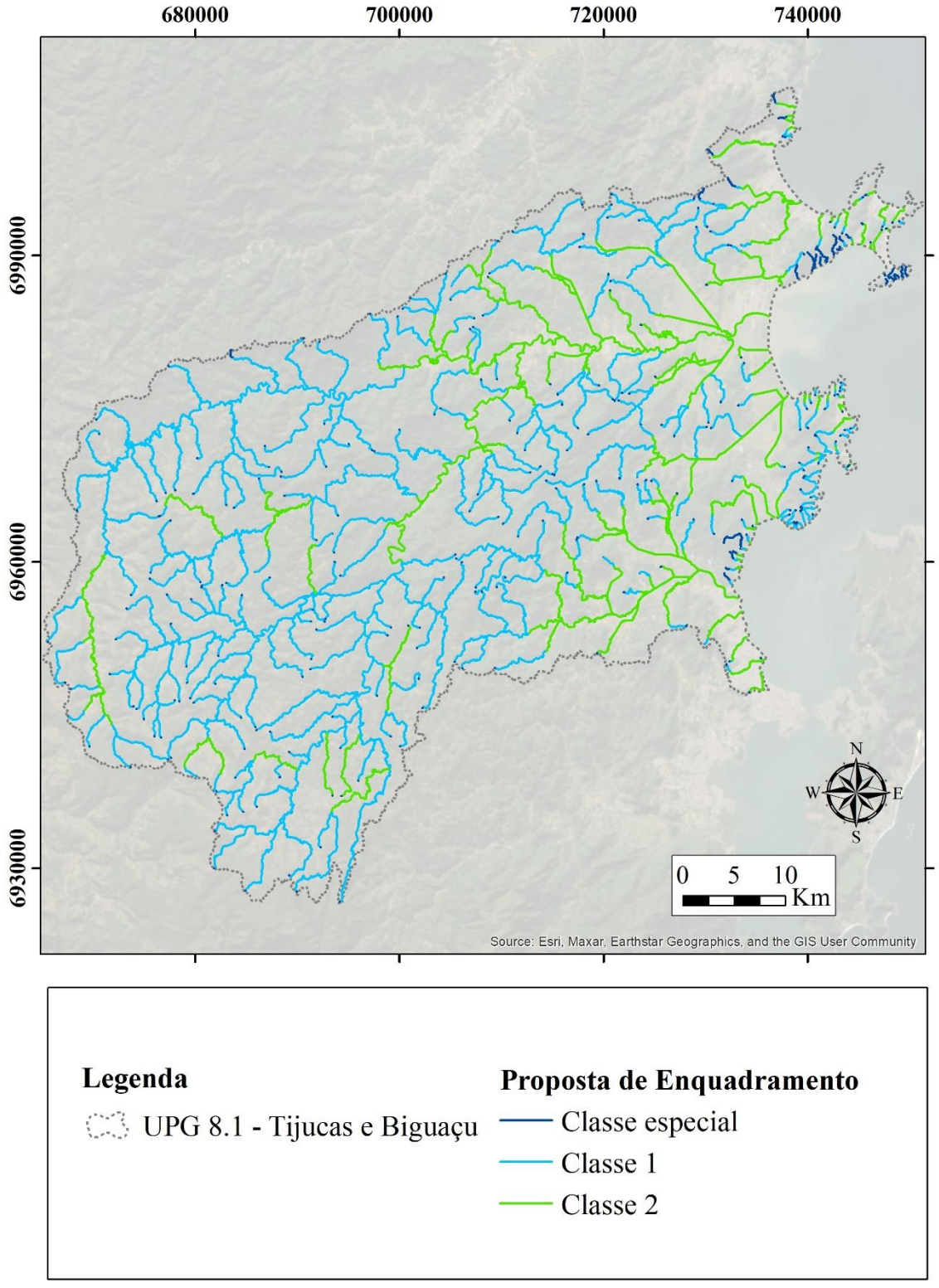
» Os trechos hídricos cuja foz está em áreas costeiras, de modo a garantir a balneabilidade dessas áreas, sugere-se que sejam enquadrados no mínimo em Classe 2.

» 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).

5.2.7 Proposta de enquadramento dos cursos d'água

Na Figura 69 apresenta-se a Proposta de Enquadramento disponível no PRHTB. A região apresenta uso e ocupação do solo heterogêneo, o que consequentemente reflete na qualidade da água.

Figura 69 – Proposta de enquadramento disponível no PRHTB para a UPG 8.1 - Tijucas.



Fonte: Santa Catarina (2018c).

As melhores condições de qualidade na bacia hidrográfica foram observadas à montante, onde a maior preservação ambiental e o uso menos intenso dos recursos hídricos contribuem para a melhor qualidade da água. Nas regiões intermediárias e urbanizadas, a qualidade é comprometida pela falta de controle ambiental de atividades agropecuárias e lançamento de cargas difusas e/ou pontuais não tratadas, onde são identificadas maiores concentrações de coliformes e nutrientes.

Enfatiza-se que a proposta de enquadramento do PRHTB não contém horizontes de planejamento e metas intermediárias. Desta forma, a fim de alcançar a qualidade de água prevista para os corpos hídricos superficiais da UPG 8.1 – Tijucas, considerou-se que esta é a meta final (Figura 69), ou seja, horizonte de longo prazo, ano de 2038.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta etapa do projeto o documento foi complementado com os resultados do prognóstico dos recursos hídricos da UPG 8.1 – Tijucas. Foram realizadas simulações por meio do SADPLAN para disponibilidade hídrica, demanda hídrica, cargas e lançamentos, e balanço qualiquantitativo dos recursos hídricos superficiais, considerando os horizontes de planejamento (2028, 2033 e 2038) e três cenários (tendencial, crítico e otimista). As projeções estatísticas foram aplicadas sobre população urbana, população rural, demanda de água, criação de animal e atividades econômicas. Além disso, houve também a espacialização dos usos pretensos tanto para água superficial como subterrânea.

Os resultados apresentados para a água superficial têm por objetivo atualizar os cenários e horizontes que haviam sido previamente simulados no PRHTB (2018c, 2018d) no sentido de indicar locais na UPG 8.1 – Tijucas que possuem tendência de agravamento da situação tanto para fins de quantidade (atendimento de vazão para usuários) quanto para qualidade (redução de usos com base no enquadramento). Estes resultados precisam ser analisados e validados pelos membros do Comitê Tijucas, no sentido de indicar melhorias e visando a aproximação máxima possível da realidade local.

Em relação aos recursos hídricos subterrâneos, devido a escassez de informações assim como a falta de metodologias para realizar o enquadramento das água subterrâneas, optou-se por apresentar apenas o estudo sobre os usos pretensos. Este produto já é um avanço no que diz respeito a este instrumento de gestão para as águas subterrâneas. O estudo apresentado para a UPG 8.1 – Tijucas é um recorte de um estudo que está sendo realizado para todo o agrupamento Leste que considera as UPGs 7.1 - Itajaí, 7.2 – Camboriú, 8.1 – Tijucas e 8.2 - Cubatão.

Os resultados preliminares apresentados são essenciais para a condução da próxima etapa, que consiste na elaboração da proposta de enquadramento. Nesta etapa será fundamental a participação da população da bacia e usuários de água do Comitê Tijucas e Biguaçu, visando selecionar o enquadramento das classes por trechos de rios de acordo com os interesses dos usos múltiplos na bacia hidrográfica. A proposta de enquadramento, será apresentada e adequada, conforme necessidade apresentada pelo Comitê, de forma a se obter um enquadramento mais adequado para a UPG 8.1 – Tijucas, pautado pela Resolução do CNRH 91/2008.

6 REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). Caderno de Recursos Hídricos 6: Implementação do enquadramento em bacias hidrográficas no Brasil. Brasília: ANA, 2009. 145 p

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO – ANA. Órgãos – Competências. Disponível em: https://www.gov.br/pt-br/orgaos/agencia-nacional-de-aguas .

BRASIL. LEI Nº 9.433, DE 8 DE JANEIRO DE 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos, cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos, regulamenta o inciso XIX do art. 21 da Constituição Federal, e altera o art. 1º da Lei nº 8.001, de 13 de março de 1990, que modificou a Lei nº 7.990, de 28 de dezembro de 1989. Disponível em: https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm

BARNETT, S., HARRINGTON, N., COOK, P.; SIMMONS, C. T. **Sustainable Groundwater Management. Global Issues in Water Policy**. In: RINAUDO, J.-D., HOLLET, C., BARNETT, S.; MONTGINOUL, M. (eds.). vol. 24, Springer. 2020, p. 109–127.

HIRATA, R.; FERNANDES, A. J. **Vulnerabilidade à poluição de aquíferos.** In: FEITOSA, F. A. C. et al. (org.). Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3 ed. Rio de Janeiro: CPRM. Cap. 5.4, p. 405-424. 2008.

CADASTRO NACIONAL DE USUÁRIOS DE RECURSOS HÍDRICOS – CNARH. PORTAL DO USUÁRIOS. Disponível em: https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/regulacao-e-fiscalizacao/cadastro-nacional-de-usuarios-recursos-hidricos-cnarh

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. Repositório Institucional de Geociências – CPRM. Mapa geológico do estado de Santa Catarina – Dados vetoriais. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/jspui/handle/doc/17996 .

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CERH. RESOLUÇÃO CERH Nº 26, DE 20 DE AGOSTO DE 2018. Dispõe sobre a Divisão Hidrográfica Estadual, em Regiões Hidrográficas e Unidades de Planejamento e Gestão dos Recursos Hídricos, com a finalidade de orientar e implementar a Política Estadual de Recursos Hídricos. Disponível em:
https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/mvs/conselho/resolucao/Resolucao_CERH_n_026_divisao_hidrografica_estadual.pdf

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA n° 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. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcda_altrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CNRH. **Resolução n° 91 de 05 de novembro de 2008**, Dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos

corpos de água superficiais e subterrâneos. Disponível em: https://www.ceivap.org.br/ligislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2091.pdf

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 396/08**, dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências de 03 de março de 2008. Brasília, 2008. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=562> Acesso em 2 set. 2020.

CONICELLI, B. P., HIRATA, R. Novos paradigmas na gestão das águas subterrâneas. **Águas subterrâneas: (São Paulo)** [S.l: s.n.], 2016. Disponível em: https://repositorio.usp.br/item/002967226 . Acesso em: 21 maio 2020.

FECAM - FEDERACAO DE CONSORCIOS, ASSOCIACOES DE MUNICIPIOS E MUNICIP - FEDERACAO CATARINENSE (2023). FECAM Portal – Dados Socioeconômicos – PIB. Disponível em: https://www.fecam.org.br/pib/

FOLZKE, C. T. **Estudo da Remoção de Alumínio de Água para Abastecimento utilizando Quitosana**. 2013. 137 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2013**.**

FOSTER, S. **Fundamental concepts in aquifer vulnerability, pollution risk and protection strategy.** In: International Conference on the Vulnerability of Soil and Groundwater to Pollutants. Proceedings... Noordwijk: International Association of Hydrological Sciences, 1987. v. 38, p. 69–86.

FOSTER, S.; HIRATA, R. **Determinação do risco de contaminação de águas subterrâneas: um método baseado em dados existentes**. São Paulo: Instituto de Geológico. (Boletim n. 10), 1993.

FOSTER, S. S. D.; HIRATA, R. C. A.; GOMES, D.; D'ELIA, M.; PARIS, M. **Proteção da qualidade da água subterrânea:** um guia para empresas de abastecimento de água, órgãos municipais e agências ambientais. São Paulo: Servmar, 2006.

FOSTER, S.; CHERLET J. **The links between land use and groundwater**: governance provisions and management strategies to secure a 'sustainable harvest'. Stockholm: Global Water Partnership, 2014.

FLORESTASC. Dados e Mapas – **Mapa de cobertura florestal e uso da terra de Santa Catarina**. Fundação Universidade Regional de Blumenau – FURB. Disponível em: https://www.iff.sc.gov.br/nossas-a%C3%A7%C3%B5es/mapeamento/mapas . Acesso em: maio de 2023.

HIRATA, R.; FERNANDES, A. J. **Vulnerabilidade à poluição de aquíferos.** In: FEITOSA, F. A. C. et al. (org.). Hidrogeologia: conceitos e aplicações. 3 ed. Rio de Janeiro: CPRM. Cap. 5.4, p. 405-424. 2008.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **IBGE Cidades**. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br/.

JASECHKO, S.; SEYBOLD, H.; PERRONE, D.; FAN, Y.; SHAMSUDDUHA, M.;

TAYLOR, R. G.; FALLATAH, O.; KIRCHNER, J.W. Rapid groundwater decline and some cases of recovery in aquifers globally. **Nature,** v. 625, p. 715-721, Jan 2024. DOI https://doi.org/10.1038/s41586-023-06879-8. Disponível em: https://doi.org/10.1038/s41586-023-06879-8. Acesso em: 22/02/2024.

MACHADO, J. L. F. **Mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina**. Porto Alegre: CPRM, 2013. 1 CD-ROM. Escala 1:500.000. Cartas Hidrogeológicas Estaduais. Programa Disponibilidade Hídrica no Brasil. Disponível em: https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/11594

MESTRINHO, S.S.P. 2012. **Fundamentos da Classificação da Qualidade das Águas Subterrâneas.** In: XVII Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas e XVIII Encontro Nacional de Perfuradores de Poços.

MEURER, C. C. B. de S. **Análise da Paisagem da Bacia Hidrográfica do Rio Tijucas, SC: Proposta de Áreas Prioritárias para um Sistema de Unidades de Conservação.** 2011. 114 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2011.

NANNI, A. S. **O flúor em águas do Sistema Aquífero Serra Geral no Rio Grande do Sul: origem e condicionamento geológico.** 2008. 127 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2008.

SANTA CATARINA. **Lei nº 6.739, de 16 de dezembro de 1985**. Cria o Conselho Estadual de Recursos Hídricos. ALESC/Div. Documentação. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Legislacao/Lei-Estadual-6739-1985.pdf . 1985.

SANTA CATARINA**. Lei nº 17.354, de 20 de dezembro de 2017**. ALESC/Coord. Documentação Dispõe sobre a criação do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA), extingue a Fundação do Meio Ambiente (FATMA) e estabelece outras providências. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2017/17354_2017_Lei.html

SANTA CATARINA. **Lei nº 18.350, de 27 de janeiro de 2022**. Altera a Lei nº 14.675, de 2009, que "Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências", e adota outras providências. ALESC/GCAN. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2022/18350_2022_lei.html . 2022.

SANTA CATARINA, 2023. **Monitoramento de Qualidade das Águas – Portal Qualiágua - Programa de Monitoramento de Qualidade da Água de Santa Catarina**. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/instrumentos/ferramentas-de-gestao/monitoramento-instrumentos/qualidade-das-aguas. Acesso em: julho de 2023.

SANTA CATARINA (2018a). Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas - **Diagnóstico dos Recursos Hídricos TOMO I.** Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE). Elaboração: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC). 278p. agosto de 2018.

SANTA CATARINA (2018b). Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas - **Diagnóstico dos Recursos Hídricos TOMO II.**

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE). Elaboração: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC). 383p. agosto de 2018.

SANTA CATARINA (2018c). Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas - **Prognóstico dos Recursos Hídricos**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE). Elaboração: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC). 309p. novembro de 2018.

SANTA CATARINA (2018d). Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Tijucas, Biguaçu e bacias contíguas – **Relatório Síntese**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE). Elaboração: Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC). 98p. dezembro de 2018.

SERVIÇO GEOLÓGICO DO BRASIL - CPRM (2023**). Sistemas Geocientíficos. Base de dados.** Disponível em: http://www.cprm.gov.br/. Acesso em: 20 mar. 2023.

SIAGAS (2023). Sistema de Informações de Águas Subterrâneas. Base de dados. Disponível em: http://siagasweb.cprm.gov.br/layout/. Acesso em: 22 mar. 2023

PIAZZA; G.A.; Constante, V.T; MORI, G.S. **Análise dos dados das plataformas de cadastros do Estado de Santa Catarina.** XXV Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos (ISSN 2318-0358), 7p. Novembro de 2023.

PINHEIRO, A.; CRUZ, J. C. **Bases para a gestão de bacias hidrográficas.** In: Arlindo Philippi Jr r Maria do Carmo Sobral. (Org.). Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade. 1ed.Barueri: Editora Manole Ltda, 2019, v. 1, p. 19-53.

PORTO, M. F. A.; PORTO, R. L. L. **Gestão de bacias hidrográficas**. In: Revista Estudos Avançados: Dossiê Água. Instituto de Estudos Avançados da USP. V. 33, nº 63, mai-ago/2008, p. 43-60.

RAMOS, C. A. **Monitoramento não sistemático de qualidade da água subterrânea no apoio a implementação dos instrumentos de gestão de recursos hídricos**. 2021. Tese FURB.

SISTEMA NACIONAL DE INFORMAÇÕES SOBRE SANEAMENTO – SNIS. Disponível em: https://www.gov.br/cidades/pt-br/acesso-a-informacao/acoes-e-programas/saneamento/snis, acesso em 26 de outubro de 2023.

VON SPERLING, M.V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos: princípios do tratamento biológico de águas residuárias**, Vol. 1. DESA-UFMG, Belo Horizonte. Editora UFMG, 2005.

VON SPERLING, M.V.; CHERNICHARO. **Biological Wastewater Treatment in Warm Climate Regions**. 2005