

DELIBERAÇÃO Nº 036, de 28 de março de 2025

Aprova o Parecer nº 01/2025 que dispõe sobre a avaliação do projeto *Pensando o Futuro: o Rio que Queremos! – Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas*.

O Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú 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 665, de 17 de junho 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 08 de 11 de março de 2024 deste Comitê de Bacia Hidrográfica, que criou a Câmara Técnica;

Considerando o Parecer nº 01/2025, aprovado pela Câmara Técnica em sua 4ª Reunião Plenária, realizada em 27 de fevereiro de 2025;

Considerando a deliberação da Assembleia Geral Extraordinária de 26 de março de 2025;

DELIBERA:

Art. 1º. Fica aprovado o Parecer nº 01/2025, que dispõe sobre a avaliação do projeto “Pensando o Futuro: o Rio que Queremos! – Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú 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.

Camboriú, 28 de março de 2025.



Dr. Paulo Ricardo Schwingel
Presidente do Comitê Camboriú





CÂMARA TÉCNICA
COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMBORIÚ E BACIAS
CONTÍGUAS – COMITÊ CAMBORIÚ

PARECER TÉCNICO Nº 01/2025

Nº de requerimento de parecer: 01/2024 e 15ª Assembleia Geral Ordinária

Proponente: Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas

Assunto: avaliação do projeto “Pensando o Futuro: o Rio que Queremos! – Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas”, elaborado pela entidade executiva Instituto Água Conecta, de acordo com a Deliberação nº 19 de 13 de abril de 2023 deste comitê.

1. APRESENTAÇÃO

A Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas foi concebida pela entidade executiva do Comitê Camboriú, o Instituto Água Conecta, em acordo à Deliberação nº 19 de 13 de abril de 2023 deste Comitê e em atendimento às metas previstas no Edital de Chamada Pública FAPESC nº 32/2022. Este projeto foi apresentado ao Comitê pela entidade executiva na Assembleia Geral Ordinária de 27 de novembro de 2024 e uma primeira versão deste documento foi encaminhada à Presidência do Comitê no dia 28 de novembro de 2024. De acordo com a Assembleia supramencionada ficou definido que a Câmara Técnica iria realizar a análise do projeto em fevereiro de 2025, para posterior realização de Assembleia Pública. O projeto “*Diagnóstico e Prognóstico da Qualidade da Água dos Corpos Hídricos Superficiais para Elaboração de Proposta de Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú*”, contemplado no projeto “***Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas***”, por sua vez, foi repassado pela Presidência para análise da Câmara Técnica (CT), via Requerimento de Parecer nº 01 de 10 de maio de 2024.

Os representantes da CT analisaram o documento em questão e redigiram este parecer, contendo considerações e sugestões de melhorias ao texto, em diálogo direto com a equipe executora do estudo junto à entidade executiva.

Assim, chegou-se a uma versão atualizada da ***Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas***, que consta em anexo a este Parecer e constitui seu objeto de análise.

2. ANÁLISE

A ***Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas*** 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; a Resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 357, de 17 de março de 2005, que 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; e a Resolução do CONAMA nº 396, de 03 de abril de 2008, que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento, prevenção e controle da poluição das águas subterrâneas.

O referido projeto também atende ao Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas, no que tange à ação do subprograma 5.1 – *Definição dos critérios de enquadramento e implementação do programa de efetivação do enquadramento*.

Sugestões de melhorias ao documento foram apresentadas pelas organizações-membro desta Câmara Técnica e inseridas no documento final objeto deste Parecer.

3. RECOMENDAÇÕES

3.1 Recomenda-se que seja realizada Assembleia Pública, em local na Bacia Hidrográfica, com ampla divulgação à comunidade da UPG 7.2 – Camboriú com no mínimo quinze dias de antecedência.

3.2 Recomenda-se a publicação da ***Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas*** na página do Comitê Camboriú junto ao Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina (SIRHESC), associado à ampla divulgação entre suas organizações-membro, prefeituras municipais e demais instituições afins à temática ambiental atuantes na Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas.

3.3 Recomenda-se para a determinação de locais de transição de água doce/salobra, que sejam realizados estudos específicos com monitoramento da salinidade, a fim de determinar a zona de transição.

4. CONCLUSÃO

Após análise da ***Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas***, a conclusão é pela **APROVAÇÃO** do projeto apresentado, sugerindo o atendimento às recomendações acima.

5. COMPOSIÇÃO DA CÂMARA TÉCNICA QUE CONCEBEU ESTE PARECER

I – Universidade do Vale do Itajaí – UNIVALI: Paulo Ricardo Schwingel, Oceanógrafo, Doutor em Ciências Naturais; Marcus Polette, Oceanógrafo, Doutor em Ecologia e Recursos Naturais;

II – Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Santa Catarina – CREA SC: Adelita Ramaiana Bennemann Granemann, Engenheira Ambiental, Mestra em Engenharia de Recursos Hídricos e Ambiental; Mauricio Fernandes, Engenheiro Ambiental;

III – Ordem dos Advogados do Brasil - 15ª Subseção de Balneário Camboriú – OAB BC: Gilmar Pedro Capelari, Advogado; Maria Goreti Sbeghen, Advogada;

IV – Conselho Regional de Biologia da 9ª Região – CRBio 09: Livia Maria Gardini da Silva, Bióloga; Caroline Marques Teixeira, Bióloga, Especialista em Ecologia e Gestão Ambiental, Análise Ambiental e Ciências Aplicadas;

V – Associação Regional de Engenheiros, Arquitetos e Agrônomos da Foz do Rio Itajaí – AREA IT: Ênio Faqueti, Arquiteto e Urbanista; Fernanda Cristhina Figueiredo Moura, Arquiteta e Urbanista;

VI – Instituto Federal Catarinense – IFC Campus Camboriú: Joeci Ricardo Godoi, Biólogo, Especialista em Educação Ambiental; Letícia Rabelo, Engenheira Ambiental, Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental; Maria Amélia Pellizzetti, Bióloga, Doutora em Ciência e Tecnologia Ambiental;

VII – Empresa Municipal de Águas e Saneamento de Balneário Camboriú – EMASA: Rafaela Comparim Santos, Engenheira Ambiental, Mestra em Gestão e Regulação de Recursos Hídricos; Felippo Ferreira Brognoli, Engenheiro Sanitarista e Ambiental, Especialista em Gerenciamento de Águas e Efluentes, e em Elaboração e Gerenciamento de Projetos para Gestão Municipal de Recursos Hídricos.

6. COLABORADORES – ENTIDADE EXECUTIVA DO COMITÊ CAMBORIÚ

I – INSTITUTO ÁGUA CONECTA – **Coordenação geral do projeto:** Adilson Pinheiro, Engenheiro Civil, Doutor em Física e Química Ambiental; **Coordenação técnica do projeto:** Rubia Girardi, Química e Doutora em Engenharia Ambiental; **Equipe técnica responsável pelo projeto:** Gustavo Antônio Piazza, Engenheiro Ambiental e Doutor em Engenharia Ambiental; Camila Marcon de Carvalho Leite, Engenheira Ambiental, Doutora em Engenharia Hidráulica e Saneamento; Talita Montagna, Engenheira Civil, Doutora em Engenharia Ambiental; Débora Brasiliense Ferreira, Engenheira Sanitarista e Ambiental; Camila Andréa Ramos, Bióloga e Doutora em Engenharia Ambiental; **Equipe de apoio:** Aline Antunes, Engenheira Ambiental e Mestra em Ciência e Tecnologia Ambiental.

Camboriú, SC, 27 de fevereiro de 2025.



Mauricio Fernandes
Coordenador da Câmara Técnica

Assinado digitalmente por MAURICIO
FERNANDES:05430605900
ID: C=BR, O=ICP-Brasil, OU=Secretaria da Receita
Federal do Brasil - RFB, OU=RFB e-CPF A1, OU=
EM BRANCO, OU=015792060001174, OU=
videoconferencia, CN=MAURICIO
FERNANDES:05430605900
Tipo: Eu estou aprovando este documento com
minha assinatura de vinculação legal
Localização: Camboriú (SC)
Data: 2022.03.21 13:11:29-03'00'
Font: PDF Reader Versão: 2024.4.0



Gilmar Pedro Capelari
Relator da Câmara Técnica



ANEXO I

**PROJETO – PENSANDO O FUTURO: O RIO QUE QUEREMOS!
PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO E PROGRAMA PARA EFETIVAÇÃO DO
ENQUADRAMENTO PARA A BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMBORIÚ E BACIAS
CONTÍGUAS**



PENSANDO O FUTURO: O RIO QUE QUEREMOS!



Proposta de Enquadramento e Programa para
Efetivação do Enquadramento para a Bacia
Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas

MINUTA

MINUTA

Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas

Santa Catarina, 2025

(Minuta de) Proposta de Enquadramento e Programa para Efetivação do Enquadramento para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas. / Pinheiro, Adilson; Girardi, Rubia; Piazza, Gustavo A.; Leite, Camila M. de C.; Montagna, Talita; Ferreira, Débora B.; Ramos, Camila A.; Antunes, Aline. _ Blumenau : Instituto Água Conecta, 2025. 208 pg. : il.color. ; 30 cm.

1. Enquadramento, 2. Cursos hídricos, 3. Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú.

COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO CAMBORIÚ E BACIAS CONTÍGUAS

DECRETO DE CRIAÇÃO:

DECRETO ESTADUAL Nº 665/2020

DECRETO ESTADUAL Nº 2.444/1997 - REVOGADO

ENDEREÇO: Rua Joaquim Garcia, s/n, Centro, CEP 88340-000, Camboriú, Instituto Federal Catarinense – IFC Campus Camboriú

comitecamboriu@gmail.com

<https://www.aguas.sc.gov.br/o-comite-rio-camboriu/inicial-rio-camboriu>

PRESIDÊNCIA

Presidente: PAULO RICARDO SCHWINGEL

Vice-Presidente: GILMAR PEDRO CAPELARI

SECRETARIA EXECUTIVA

Secretário Executivo: LÍVIA MARI GARDINI DA SILVA

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

Guilherme Dallacosta
Secretário

Vinícius Tavares Constante
Gerente de Saneamento e Gestão dos
Recursos Hídricos

Eliza Coelho
Luciano Henning
Tiago Zanatta
Equipe de Fortalecimento dos Comitês



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

Fábio Wagner Pinto
Presidente

Claudio Henschel de Matos
Coordenador de projetos – pesquisa



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

Gustavo Antonio Piazza

Eng. Ambiental, Dr. em Eng. Ambiental

Camila Marcon de Carvalho Leite

Eng. Ambiental, Dra. em Eng. Hidráulica e Saneamento

Talita Montagna

Eng. Civil, Dra. em Eng. Ambiental

Débora Brasiliense Ferreira

Eng. Sanitarista e Ambiental

Camila Andréa Ramos

Bióloga, Dra. em Eng. Ambiental

Equipe de apoio

Aline Antunes

Eng. Ambiental, Me. em Ciência e Tecnologia Ambiental



LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População dos municípios da UPG 7.2 - Camboriú.....	30	
Tabela 2 - Valores per capita de carga doméstica da população para DBO _{5,20} , fósforo total, nitrato e coliformes termotolerantes	31	
Tabela 3 - Resumo da criação animal, em número de cabeças, por município na UPG 7.2 – Camboriú	32	
Tabela 4 - Resumo da carga de DBO de criação animal na UPG 7.2 – Camboriú	32	
Tabela 5 - Resumo das vazões de referência para diferentes sub-bacias na UPG 7.2 - Camboriú ..	33	
Tabela 6 - Resumo da estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea na área de abrangência do PRHC	36	
Tabela 7 - Vazões de retirada por setor usuário na área de abrangência do PRHC	36	
Tabela 8 - Resumo das vazões de retirada, estimadas por setor usuário para diferentes sub-bacias	37	
Tabela 9 - Resumo das vazões de captação por setor usuário para a UPG 7.2 - Camboriú	38	
Tabela 10 - Resumo das vazões de captação por setor usuário para a UPG 7.2 – Camboriú	38	
Tabela 11 - Resumo das vazões de captação por setor usuário para a UPG 7.2 – Camboriú	39	
Tabela 12 - Qualidade da água no ponto de captação de água bruta para a estação de tratamento. Valores médios anuais	49	
Tabela 13 - Qualidade da água à montante e à jusante do ponto de lançamento de efluentes domésticos da estação de tratamento	50	
Tabela 14 - Descrição e localização dos pontos de monitoramento considerados na espacialização das informações de qualidade de água na UPG 7.2 - Camboriú	51	
Tabela 15 - Resultados dos ensaios realizados no P1 – Captação de Água	45	
Tabela 16 - Resultados dos ensaios realizados no P2 – Parque Linear	46	
Tabela 17 - Resultados dos ensaios realizados no P3 – Rio Canoas	47	
Tabela 18 - Resultados dos ensaios realizados no P4 – Rio do Braço	48	
Tabela 19 - Dados de qualidade de água do Programa Qualiágua-SC para a UPG 7.2 - Camboriú ..	49	
Tabela 20 - Caracterização hidroquímica das águas superficiais dos pontos de monitoramento considerados na espacialização das informações de qualidade de água na UPG 7.2 – Camboriú ..	50	
Tabela 21 - Concentração máxima permitida em água salobra por classe	64	
Tabela 22 - Caracterização hidroquímica das águas superficiais dos pontos de monitoramento situados na zona considerada de água salobra da UPG 7.2 - Camboriú	68	
Tabela 23 - Descrição e localização dos poços utilizados para atualização da caracterização das águas subterrâneas da UPG 7.2 – Camboriú	72	
Tabela 24 - Caracterização hidroquímica das águas subterrâneas de poços perfurados na UPG 7.2 - Camboriú	74	
Tabela 25 – Análise de vulnerabilidade estimada pela GOD	82	
Tabela 26 - Abrangência municipal da UPG 7.2 - Camboriú	100	
Tabela 27 - Programa de investimentos para o horizonte de curto prazo na área de abrangência do PRHC	104	
Tabela 28 – População atual e projetada para os municípios da UPG 7.2 - Camboriú	106	
Tabela 29 – Criação animal atual e projetada para as espécies existentes na UPG 7.2 - Camboriú	107	
Tabela 30 – Quantidade de usuários cadastrados (CEURH, SIOUT-SC) por usos pretensos de recursos hídricos subterrâneos para UPG 7.2 – Camboriú	137	
Tabela 31 – Valores de Referência de Qualidade para os grupos das zonas aquíferas do agrupamento Leste de SC.	153	
A seguir encontram-se a análise estatística descritiva do banco de dados e o VRQ calculado para os parâmetros selecionados para realização da proposta de enquadramento, separados pelos grupos de aquíferos pré-definidos, Tabela 33, Tabela 34 e Tabela 32.		154
Tabela 33 – Análise estatística descritiva do banco de dados selecionados e valor de referência de qualidade (VRQ) para a zona aquífera af2		155
Tabela 34 – Análise estatística descritiva do banco de dados selecionado e valor de referência de qualidade (VRQ) para o agrupamento de zonas aquíferas sedimentares dos tipos as1, as3_1, as3_2		157

e as5.	155
Tabela 35 – Análise estatística descritiva do banco de dados selecionado e valor de referência de qualidade (VRQ) para o agrupamento de zonas aquíferas sedimentares dos tipos as2, as4 e as6.	156

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 - Classificação de Piper para as águas subterrâneas da UPG 7.2 - Camboriú.....	78
Quadro 6 - Dados de entrada de Disponibilidade Hídrica no SADPLAN - UPG 7.2 - Camboriú	108
Quadro 7 - Dados de entrada da Demanda Hídrica no SADPLAN para a UPG 7.2 - Camboriú	109
Quadro 8 - Dados de entrada de Projeções Estatísticas no SADPLAN para a UPG 7.2 - Camboriú	111
Quadro 9 - Dados de entrada do Balanço Hídrico no SADPLAN para a UPG 7.2 - Camboriú..	113
Quadro 10 - Usos pretensos por UG na UPG 7.2 - Camboriú	131
Quadro 11 - Reclassificação dos usos de recursos hídricos subterrâneos segundo a resolução CONAMA 396/2008.....	133
Quadro 12 - Valores orientadores para enquadramento da água subterrânea de zonas aquíferas fraturadas, do tipo af2.	157
Quadro 13 - Valores orientadores para enquadramento da água subterrânea de zonas aquíferas sedimentares, dos tipos as1; as3_1; as3_2 e as5.	157
Quadro 14 -Valores orientadores para enquadramento da água subterrânea de zonas aquíferas sedimentares, dos tipos as2; as4 e as6.....	158
Quadro 15 - Situação atual das zonas aquíferas (af2, as1, as3_1, as3_2, as5 e na_1) em relação às classes de enquadramento na UPG 7.2 - Camboriú.....	160
Quadro 16 - Enquadramento das águas subterrâneas das zonas aquíferas (af2, as1, as3_1, as3_2, as5 e na_1) e usos preponderantes e pretensos na UPG 7.2 - Camboriú.	162
Quadro 17 - Simbologia adotada para mensurar os custos estimados das ações.....	164
Quadro 18 - Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 - Camboriú para o Programa 1 - Saneamento Básico (parte 1)	165
Quadro 19 - Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 - Camboriú para o Programa 1 - Saneamento Básico (parte 2)	166
Quadro 20 - Programa 1 - Saneamento Básico por metas para Efetivação do Enquadramento na UPG 7.2 - Camboriú (parte 1)	167
Quadro 21 - Programa 1 - Saneamento Básico por metas para Efetivação do Enquadramento na UPG 7.2 - Camboriú (parte 2)	168
Quadro 22 - Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 - Camboriú para o Programa 2 - Gestão de Recursos Hídricos (parte 1)	169
Quadro 23 - Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 - Camboriú para o Programa 2 - Gestão de Recursos Hídricos (parte 2)	170
Quadro 24 - Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 - Camboriú para o Programa 2 - Gestão de Recursos Hídricos (parte 3)	171
Quadro 25 - Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 - Camboriú para o Programa 2 - Gestão de Recursos Hídricos (parte 4)	172
Quadro 25 - Programa 2 - Gestão de Recursos Hídricos por metas para Efetivação do Enquadramento na UPG 7.2 - Camboriú (parte 1)	173
Quadro 26 - Programa 2 - Gestão de Recursos Hídricos por metas para Efetivação do Enquadramento na UPG 7.2 - Camboriú (parte 2)	174
Quadro 27 - Ações contínuas de planejamento da UPG 7.2 - Camboriú para o Programa 3 - Gestão ambiental e de Manejo Agropecuário (parte 1).....	175
Quadro 28 - Ações contínuas de planejamento da UPG 7.2 - Camboriú para o Programa 3 - Gestão ambiental e de Manejo Agropecuário (parte 2).....	176
Quadro 29 - Programa 3 - Gestão Ambiental e de Manejo Agropecuário para Efetivação do Enquadramento na UPG 7.2 - Camboriú.....	177

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Fluxograma do processo para implementação do enquadramento de corpos d'água.....	7
Figura 2 - Método de avaliação de vulnerabilidade GOD	12
Figura 3 - Exemplo de acréscimo de divisões em sub-bacias à medida que o nível da codificação Otto Pfafstetter aumenta.....	14
Figura 4 – Fluxograma da metodologia aplicada para estabelecimento do VRQ para os aquíferos localizados no agrupamento Leste de Santa Catarina	15
Figura 5 - Localização da área da UPG 7.2 - Camboriú	20
Figura 6 - Uso e ocupação da terra identificadas no PRHC.....	21
Figura 7 - Rede hidrográfica superficial de acordo com o PRHC.....	23
Figura 8 - Distribuição espacial das zonas aquíferas e unidades hidroestratigráficas na UPG 7.2 - Camboriú.....	25
Figura 9 – Mapa de superfície potenciométrica dos aquíferos porosos da UPG 7.2.....	27
Figura 10 - Cadastros de usuários de água (CEURH e SIOUT-SC) na UPG 7.2	29
Figura 11 - Distribuição espacial das vazões nas ottobacias da UPG 7.2 Camboriú. (a) Q_{mlt} , (b) Q_{95} , (c) Q_{98} , e (d) $Q_{7.10}$. Valores apresentados representam a vazão acumulada	34
Figura 12 - Variação sazonal da Q_{mlt} na foz do Rio Camboriú e da precipitação média mensal na UPG 7.2 - Camboriú	35
Figura 13 - Variação mensal das vazões de retirada, por uso consuntivo e não consuntivo, na área de abrangência do PRHC	37
Figura 14 - Demanda hídrica subterrânea com base nas vazões médias dos poços cadastrados no CEURH e SIOUT.....	40
Figura 15 - Densidade de Demanda Hídrica Subterrânea na UPG 7.2 - Camboriú.....	42
Figura 16 - Panorama dos usos múltiplos da água subterrânea por número de cadastros.....	43
Figura 17 - Panorama geral dos usos múltiplos da água subterrânea por porcentagem de demanda média de captação	44
Figura 18 - Panorama geral dos usos múltiplos da água pela demanda hídrica subterrânea total ..	44
Figura 19 - Média dos resultados da amostragem para os períodos de 2001-2002 e 2005-2006 na UPG 7.2 - Camboriú	45
Figura 20 - Resultado das amostragens mensais entre abril e agosto de 2013 na UPG 7.2 - Camboriú	46
Figura 21 - Resultado das amostragens mensais entre dezembro de 2014 e setembro de 2015 na UPG 7.2 - Camboriú	47
Figura 22 – Resultado das amostragens entre março de 2014 e junho de 2015 na UPG 7.2 – Camboriú	48
Figura 23 - Síntese dos dados de qualidade de água na UPG 7.2 - Camboriú.....	52
Figura 24 – Síntese dos dados de Oxigênio Dissolvido na UPG 7.2 - Camboriú	51
Figura 25 – Síntese dos dados de Demanda Bioquímica de Oxigênio na UPG 7.2 - Camboriú.....	52
Figura 26 – Síntese dos dados de Nitrato (NO_3^-) na UPG 7.2 - Camboriú	53
Figura 27 – Síntese dos dados de Nitrogênio Amoniacal na UPG 7.2 - Camboriú	54
Figura 28 – Síntese dos dados de Fósforo Total (Pt) na UPG 7.2 - Camboriú	55
Figura 29 – Síntese dos dados de coliformes termotolerantes na UPG 7.2 - Camboriú	56
Figura 30 – Interpolação (IDW) das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú	58
Figura 31 - Interpolação (IDW) das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú.....	59
Figura 32 - Interpolação (IDW) das concentrações de Nitrato (NO_3^-) nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú.....	60
Figura 33 - Interpolação (IDW) das concentrações de Nitrogênio Amoniacal nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú	61
Figura 34 - Interpolação (IDW) das concentrações de Fósforo total (Pt) nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú.....	62
Figura 35 - Interpolação (IDW) das concentrações de Coliformes Termotolerante nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú	63

Figura 36 - Barragem da EMASA no Rio Camboriú para barrar a intrusão salina, Balneário Camboriú (SC)	65
Figura 37 - Cursos de água até a faixa de 1m no Modelo Digital de Terreno (MDT)	66
Figura 38 - Pontos de monitoramento na faixa - rios com potencial de água salobra.....	67
Figura 39 - Síntese da pior situação atual dos parâmetros de qualidade de água utilizados na UPG 7.2 – Camboriú.....	69
Figura 40 - Distribuição espacial, qualidade da água e grau de vulnerabilidade das zonas aquíferas na área de abrangência do PRHC.....	70
Figura 41 - Zonas aquíferas, litologia e distribuição dos poços na UPG 7.2 – Camboriú	73
Figura 42 - Composição iônica (íons maiores) das águas subterrâneas da UPG 7.2 - Camboriú ...	76
Figura 43 - Classificação das águas subterrâneas da UPG 7.2 - Camboriú pelo Diagrama de Piper	77
Figura 44 - Mapa de Vulnerabilidade natural pela metodologia GOD	83
Figura 45 - Curvas IDF obtida para a estação Camboriú.....	85
Figura 46 - Distribuição espacial das áreas de inundação, por tempo de retorno, para a área de abrangência do PRHC	86
Figura 47 - Mapa de susceptibilidade a erosão na área de abrangência do PRHC	87
Figura 48 - Unidades de Conservação na Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e contíguas.....	88
Figura 49 - Dinâmica populacional nos municípios inseridos na área de abrangência do Plano. (a) população urbana, (b) população rural, e (c) população total	101
Figura 50 – Disponibilidade hídrica na Q ₉₈ para o cenário atual (2023) da UPG 7.2 – Camboriú gerada pelo SADPLAN para o mês de dezembro 2023.....	115
Figura 51 – Demanda hídrica para o cenário atual (2023) na UPG 7.2 – Camboriú gerada pelo SADPLAN para o mês de dezembro de 2023.....	117
Figura 52 – Lançamentos totais por trecho hídrico na UPG 7.2 – Camboriú gerada pelo SADPLAN para o mês de dezembro de 2023	119
Figura 53 – Índices de Atendimento de Captação Total – IACT por trecho hídrico na UPG 7.2 – Camboriú gerada pelo SADPLAN – cenário atual (2023) e tendencial (2028, 2033 e 2038) para o mês de dezembro.....	121
Figura 54 – Cenário atual (2023) e (A) tendencial, (B) crítico e (C) moderado para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a DBO _{5,20} , dezembro de 2023.....	123
Figura 55 – Cenário atual (2023) e (A) tendencial, (B) crítico e (C) moderado para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a Pt, dezembro de 2023.	124
Figura 56 – Cenário atual (2023) e (A) tendencial, (B) crítico e (C) moderado para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para OD, mês de dezembro de 2023.....	125
Figura 57 – Pior classe registrada por trecho no cenário crítico na UPG 7.2 – Camboriú.....	128
Figura 58 – Unidades de Gestão (UG) na UPG 7.2 – Camboriú para definição dos usos pretensos e classes sugeridas de enquadramento por uso pretenso.....	130
Figura 59 – Usos preponderantes para águas subterrâneas na UPG 7.2 – Camboriú.	135
Figura 60 – Classe atendida nos rios da bacia hidrográfica do Rio Camboriú e contíguas.	139
Figura 61 – Proposta de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú para o ano de 2023.....	140
Figura 62 – Proposta de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú para o ano de 2027.....	141
Figura 63 – Proposta de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú para o curto prazo (2028).	143
Figura 64 – Proposta de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú para o médio prazo (2033).....	144
Figura 65 – Proposta de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú para o longo prazo (2038).....	145
Figura 66 – Delimitação da área de estudo (agrupamento Leste + Ilha de Santa Catarina), utilizada para o enquadramento de águas subterrâneas.	148
Figura 67 – Agrupamento das zonas aquíferas para o cálculo do VRQ.....	149
Figura 68 – Delimitação dos agrupamentos das zonas aquíferas e poços utilizados no enquadramento de águas subterrâneas. (a) Grupo 1: aquíferos fraturados de menor potencialidade; (b) Grupo 2: aquíferos sedimentares de maior potencialidade (as1; as3_1; as3_2 e as5); (c) Grupo 3: aquíferos sedimentares de menor potencialidade (as2, as4 e as6); (d) Grupo 4: aquíferos locais e limitados (app); (e) Grupo 5: áreas praticamente sem aquíferos (na_1 e na_2).	150
Figura 69 – Enquadramento das águas subterrâneas presentes nos aquíferos considerados da UPG 7.2 – Camboriú.....	161

SIGLAS

ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ANA	Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico
ARESC	Agência de Regulação dos Serviços Públicos de Santa Catarina
BC	Balneário Camboriú
CERH	Conselho Estadual de Recursos Hídricos
CEURH	Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos
CNARH	Cadastro Nacional de Usuário de Recursos Hídricos
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
COT	Carbono orgânico total
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
EBI	Erro de balanço iônico
EMASA	Empresa Municipal De Água E Saneamento de Balneário Camboriú
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ETA	Estação de tratamento de água
ETE	Estação de tratamento de efluentes
FAPESC	Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação de Santa Catarina
FURB	Universidade Regional de Blumenau
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IMA	Instituto de Meio Ambiente de Santa Catarina
NH ₃	Amônia
NO ₂ ⁻	Nitrito
NO ₃ ⁻	Nitrato
OD	Oxigênio Dissolvido
PERH	Plano Estadual de Recursos Hídricos
PO ₄ ³⁻	Fosfato
PNRH	Plano Nacional de Recursos Hídricos
PRHC	Plano de Recursos Hídricos
PRHC	Plano de Recursos Hídricos do Rio Camboriú
QUALIÁGUA	Programa De Estímulo À Divulgação De Dados De Qualidade de Água
RH	Recursos Hídricos
SEMAE	Secretaria Executiva do Meio Ambiente e Economia Verde
SGPE	Sistema de Gestão de Processos Eletrônicos de Santa Catarina
SIAGAS	Sistema de Informações de Águas Subterrâneas
SIG	Sistemas de Informações Georreferenciadas
SNIS	Sistema Nacional de Informação de Saneamento Básico
SIOUT SC	Sistema de Outorga de Santa Catarina
TNC	The Nature Conservancy
UNIVALI	Universidade do Vale do Itajaí
UPG	Unidade de Planejamento e Gestão
VRT	Vazão de retirada total

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	3
2. MATERIAL E MÉTODOS	9
2.1. ORIGEM DOS DADOS	9
2.2. MÉTODOS APLICADOS	10
2.2.1. Mapas temáticos	10
2.2.2. Taxa de crescimento populacional	10
2.2.3. Mapa de interconexão hidráulica	10
2.2.4. Caracterização química das águas superficiais	11
2.2.5. Caracterização química das águas subterrâneas	11
2.2.6. Modelagem matemática para disponibilidade e qualidade da água	13
2.2.7. Valores de Referência de Qualidade (VRQ) para águas subterrâneas	15
2.2.7.1. Seleção de dados georreferenciados (Etapa I)	16
2.2.7.2. Consistência dos dados e exclusão de influências antrópicas (Etapa II)	16
2.2.7.3. Seleção de parâmetros de origem natural (Etapa III)	17
2.2.7.4. Delimitação/Agrupamento de conjunto de aquíferos (Etapa IV)	17
3. DIAGNÓSTICO	19
3.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UPG 7.2 - CAMBORIÚ	19
3.1.1. Uso e ocupação da terra	21
3.1.2. Recursos Hídricos Superficiais	22
3.1.3. Recursos Hídricos Subterrâneos	24
3.1.4. Interconexão Hidráulica	26
3.2. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS USOS E INTERFERÊNCIAS	28
3.3. IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS CARGAS	30
3.3.1. Efluentes domiciliares	30
3.3.2. Efluentes industriais	31
3.3.3. Efluentes de atividades agropecuárias	31
3.4. DISPONIBILIDADE, DEMANDA E CONDIÇÕES DAS ÁGUAS	33
3.4.1. Disponibilidade Hídrica Superficial	33
3.4.2. Disponibilidade Hídrica Subterrânea	35
3.4.3. Demandas de retirada	36
3.4.3.1. Demandas de retirada total – PRHC (2017)	36
3.4.3.2. Demandas de retirada total – atual (2023)	38
3.4.3.3. Demandas de retirada Superficial (2023)	38
3.4.3.4. Demandas de retirada Subterrânea (2023)	39
3.4.4. Qualidade da Água Superficial	45
3.4.4.1. Água Doce – PRHC (2017b)	45
3.4.4.2. Espacialização dos dados	50
3.4.4.3. Situação atual – água doce	50

3.4.4.4.	Situação atual - água salobra.....	64
3.4.4.5.	Espacialização da pior situação atual das classes.....	68
3.5.	POTENCIALIDADE E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	70
3.5.1.	Água Subterrânea – PRHC (2018)	70
3.5.2.	Dados atualizados de qualidade da água subterrânea (2023)	71
3.6.	ÁREAS VULNERÁVEIS E SUSCEPTÍVEIS A RISCOS	84
3.6.1.	Eventos hidrológicos críticos	84
3.6.2.	Eventos de inundações e seca	85
3.6.3.	Susceptibilidade à erosão.....	86
3.7.	ÁREAS REGULADAS POR LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA	87
3.8.	ARCABOUÇO LEGAL E INSTITUCIONAL.....	89
3.8.1.	Arcabouço Legal.....	89
3.8.1.1.	Política Nacional de Recursos Hídricos	89
3.8.1.2.	Resolução CNRH n° 91/2008	89
3.8.1.3.	Resolução CONAMA n° 357/2005.....	90
3.8.1.4.	Resolução CONAMA n° 396/2008.....	90
3.8.2.	Arcabouço Institucional.....	91
3.8.2.1.	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural (EPAGRI)	91
3.8.2.2.	Secretaria de Defesa Civil (SDC).....	91
3.8.2.3.	Secretaria Executiva do Meio Ambiente e Economia Verde (SEMAE).....	92
3.8.2.4.	Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA).....	94
3.8.2.5.	Polícia Militar Ambiental.....	95
3.8.2.6.	Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)	95
3.8.2.7.	Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias Contíguas (Comitê Camboriú)	96
3.8.2.8.	Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC).....	97
3.8.2.9.	Instituições de ensino	98
3.8.2.10.	Instituições que atuam em nível microrregional	99
3.8.2.11.	Instituições Federais.....	99
3.9.	POLÍTICAS, PLANOS E PROGRAMAS LOCAIS E REGIONAIS	99
3.10.	CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA	100
3.10.1.	Abrangência municipal e demografia	100
3.10.2.	Atividades econômicas	102
3.10.3.	Caracterização da infraestrutura	102
3.10.3.1.	Abastecimento de água	102
3.10.3.2.	Esgotamento sanitário	103
3.10.3.3.	Resíduos sólidos.....	103
3.11.	CAPACIDADE DE INVESTIMENTO EM RECURSOS HÍDRICOS.....	104
4.	PROGNÓSTICO.....	105

4.1.	HORIZONTES DE PLANEJAMENTO	105
4.2.	POTENCIALIDADE, DISPONIBILIDADE E DEMANDA DE ÁGUA	106
4.2.1.	Projeção da população da UPG 7.2 – Camboriú	106
4.2.2.	Projeção da criação animal da UPG 7.2 – Camboriú	106
4.2.3.	Dados de entrada da simulação dos recursos hídricos superficiais na UPG 7.2 107	
4.2.4.	Parâmetros de projeções estatísticas para a UPG 7.2 – Camboriú	111
4.2.5.	Parâmetros de balanço hídrico para a UPG 7.2 – Camboriú	112
4.2.6.	Disponibilidade hídrica da UPG 7.2 – Camboriú.....	114
4.2.7.	Demanda hídrica da UPG 7.2 – Camboriú	116
4.3.	CARGAS POLUIDORAS	118
4.4.	CONDIÇÕES QUALIQUANTITATIVAS	120
4.4.1.	Balanço Hídrico	120
4.4.2.	Balanço Quali-Quantitativo	122
4.4.3.	Água Salobra	127
4.4.4.	Integração das classes por trecho no cenário crítico	127
4.5.	USOS PRETENSOS DE RECURSOS HÍDRICOS	129
4.5.1.	Superficiais – água doce.....	129
4.5.2.	Superficiais - Salobra	132
4.6.	ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	132
4.6.1.	Enquadramento das águas subterrâneas	132
4.6.2.	Usos pretensos das águas subterrâneas na UPG 7.2 - Camboriú	133
5.	PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO	138
5.1.	PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DO PRHC (2018).....	138
5.2.	PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO UPG 7.2 – CAMBORIÚ – ÁGUA DOCE...	141
5.3.	PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO – ÁGUA SALOBRA	146
5.4.	ÁGUA SUBTERRÂNEA	147
5.4.1.	Valores de Referência de Qualidade (VRQ)	147
5.4.2.	Proposta de enquadramento da água subterrânea	154
5.4.2.1.	Definição dos Valores Orientadores de Qualidade da Água para águas subterrâneas do agrupamento Leste de Santa Catarina	154
6.	PROGRAMA PARA EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO	163
7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS	178
8.	REFERÊNCIAS	179

APRESENTAÇÃO

Este relatório visa subsidiar o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas (Comitê Camboriú) a implementar o enquadramento dos corpos da água, um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos em sua área de atuação (UPG 7.2 - Camboriú).

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” (Lei Federal nº 9.433/1997). 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 Camboriú foi criado oficialmente em 1997, por meio do Decreto nº 2.444, de 01 de dezembro de 1997. Em 04 de dezembro de 1998, foi aprovado o Regimento Interno do Comitê Camboriú, que definiu a composição do Comitê, em 30 organizações-membro, sendo 12 entidades dos usuários de água, 12 da sociedade civil e 06 dos órgãos da administração federal e estadual, atuantes na Bacia e relacionados com os recursos hídricos.

Com a promulgação da Resolução CERH nº 19, de 19 de setembro de 2017, que definiu novas diretrizes para a instituição, organização e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, bem como da Resolução CERH nº 26, de 20 de agosto de 2018, que alterou a área de atuação dos Comitês de Bacia Hidrográfica do Estado de Santa Catarina, surgiu a necessidade dos Comitês adequarem seus Decretos e Regimentos Internos. Desta forma, em 17 de junho de 2020 foi aprovado o Decreto nº 665, que dispõe sobre o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas (Comitê Camboriú), revogando os Decretos nº 2.444/1997 e nº 3.427/1998. O Comitê Camboriú, a partir da aprovação do seu novo regimento interno, passou a ser constituído por 20 organizações-membros, sendo 08 do segmento usuários de água, 08 do segmento população da bacia e 04 dos órgãos da administração federal e estadual.

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 de Gerenciamento de Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú, UPG 7.2, apresenta a necessidade de implementação da proposta de enquadramento no Subprograma 5.1 – Implementação dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos. O Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas (2018) apresentou uma proposta de enquadramento, porém esta não atende 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 7.2 – Camboriú para ser apresentado e discutido junto ao Comitê Camboriú 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 nº 9433/1997) 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 operacionalizar 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 de 1 a 4, em ordem decrescente de qualidade, variando entre especial, com melhor qualidade, até a classe 4 com qualidade mais degradada. 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: CONAMA (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: CONAMA (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 ₂ S não dissociado), Tálcio 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), Dodecácloro 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 <i>a</i> , Coliformes Termotolerantes, Densidade de cianobactérias, e <i>Escherichia coli</i> .

Fonte: CONAMA (2005)



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



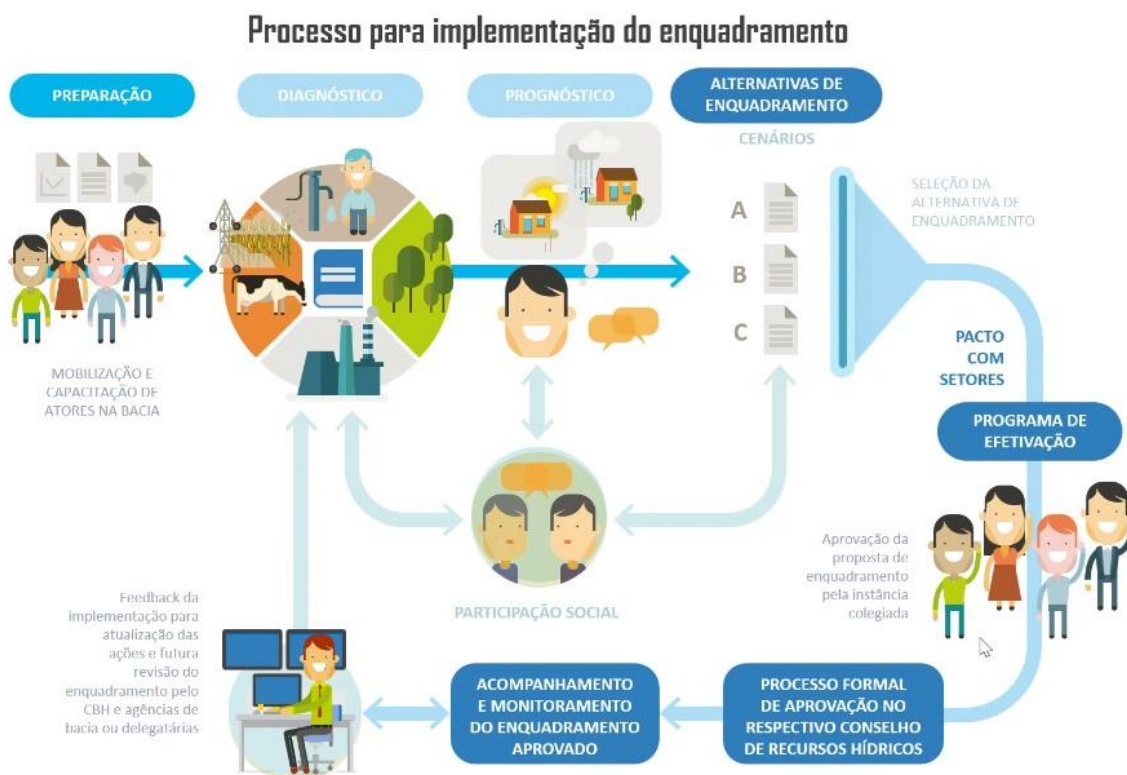
O Art. 3º da Resolução CNRH 91/2008 estabelece que a proposta de enquadramento deve conter quatro etapas: diagnóstico, prognóstico, propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento, e programa para efetivação.

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. 3º 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). Os autores 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 pode acarretar a insustentabilidade do recurso.

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



Fonte: ANA (2023).

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: CONAMA (2008)

As classes de 1 a 4 são definidas conforme o impacto antrópico na qualidade natural, estabelecido pelo respectivo padrão de qualidade da água (CONAMA, 2008; Mestrinho, 2012). 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-metals), e nos Valores Máximos Permitidos - VMPs das substâncias antrópicas (inorgânicas-metals e orgânicas), para cada uso preponderante, observados os Limites de Quantificação Praticáveis (LQP) (Ramos, 2021). Todos estes parâmetros estão definidos na Resolução CONAMA nº 396, de 3 de abril de 2008.

Este projeto contempla a atualização das informações de dados de qualidade de água superficial doce e salobra e de águas subterrâneas, para subsidiar a proposta de enquadramento dos corpos hídricos superficiais da UPG 7.2 - Camboriú.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. ORIGEM DOS DADOS

Este trabalho utilizou majoritariamente dados provenientes do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas, doravante chamado de PRHC e suas etapas: B - Diagnóstico (Santa Catarina, 2017a), C - Cenário atual (Santa Catarina, 2017b); e D – Proposta de Enquadramento (Santa Catarina, 2018a) e Relatório Síntese do PHRC (Santa Catarina, 2018b).

A demografia foi atualizada com base no Censo Demográfico de 2022. O Portal Cidades do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2023) foi utilizado para atualizar informações sobre as atividades de criação animal e saneamento básico por município, complementado pelo Sistema Nacional de Saneamento Básico (SNIS).

Para dados de usuários de recursos hídricos foi utilizado 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 (CNDARH), considerando dados até janeiro de 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), 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 da empresa de abastecimento público do município de Balneário Camboriú - EMASA (Empresa Municipal de Água e Saneamento).

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), e no Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNDARH, 2023). Dados do CNDARH, SIOUT SC e SIAGAS foram disponibilizados para todas as entidades executivas pelo órgão gestor. Além dessas, informações hidroquímicas de dois poços de monitoramento adicionais foram cedidas por membro do Comitê de Bacia e incorporadas ao estudo posteriormente.

2.2. MÉTODOS APLICADOS

2.2.1. Mapas temáticos

Para a realização dos mapas temáticos foi utilizado o 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, foi utilizado o método inverso da potência das distâncias (*inverse distance weighting* - IDW) com os pontos de monitoramento disponíveis. Foram considerados apenas pontos com dados de monitoramento no período de análise (2008-2023).

2.2.2. Taxa de crescimento populacional

Para a análise de crescimento da população, calculou-se a taxa de crescimento populacional para cada município da UPG 7.2 - Camboriú entre os Censos do IBGE nos anos de 2000 e 2010, com a equação:

$$taxa = \frac{\ln P_{2022} - \ln P_{2010}}{2022 - 2010}$$

2.2.3. Mapa de interconexão hidráulica

A fim de se iniciar o diagnóstico sobre a disponibilidade hídrica subterrânea, foi elaborado um mapa de superfície potenciométrica utilizado para identificar possíveis zonas de recarga e verificar a direção do fluxo subterrâneo. Para este estudo, foram selecionados apenas os poços localizados em aquíferos sedimentares (livres ou semi-livres), sendo desconsiderados os aquíferos fraturados, devido a anisotropia do sistema. Nos mapas de superfície potenciométrica, é possível identificar isoietas, ou curvas de isovalor, representadas em linha contínua e as linhas de fluxo, representadas por setas, que indicam o fluxo subterrâneo (do maior para o menor potencial). As direções do fluxo subterrâneo

permitem inferir sobre a relação aquífero-rio, como a vazão de base (vazão de contribuição dos rios provenientes dos aquíferos).

2.2.4. 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 PRHC (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.

Como na UPG 7.2 – Camboriú, as análises focaram principalmente no monitoramento do fosfato (PO_4^{3-}), no entanto, para fins comparativos com a Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005), é necessário ter o valor referente ao fósforo total (Pt). Para fazer a conversão de PO_4^{3-} para Pt utilizou-se o fator de conversão $\text{Pt} = C_{\text{PO}_4^{3-}}/3,066$, onde $C_{\text{PO}_4^{3-}}$ é a concentração de fosfato no ponto de monitoramento.

2.2.5. 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:

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

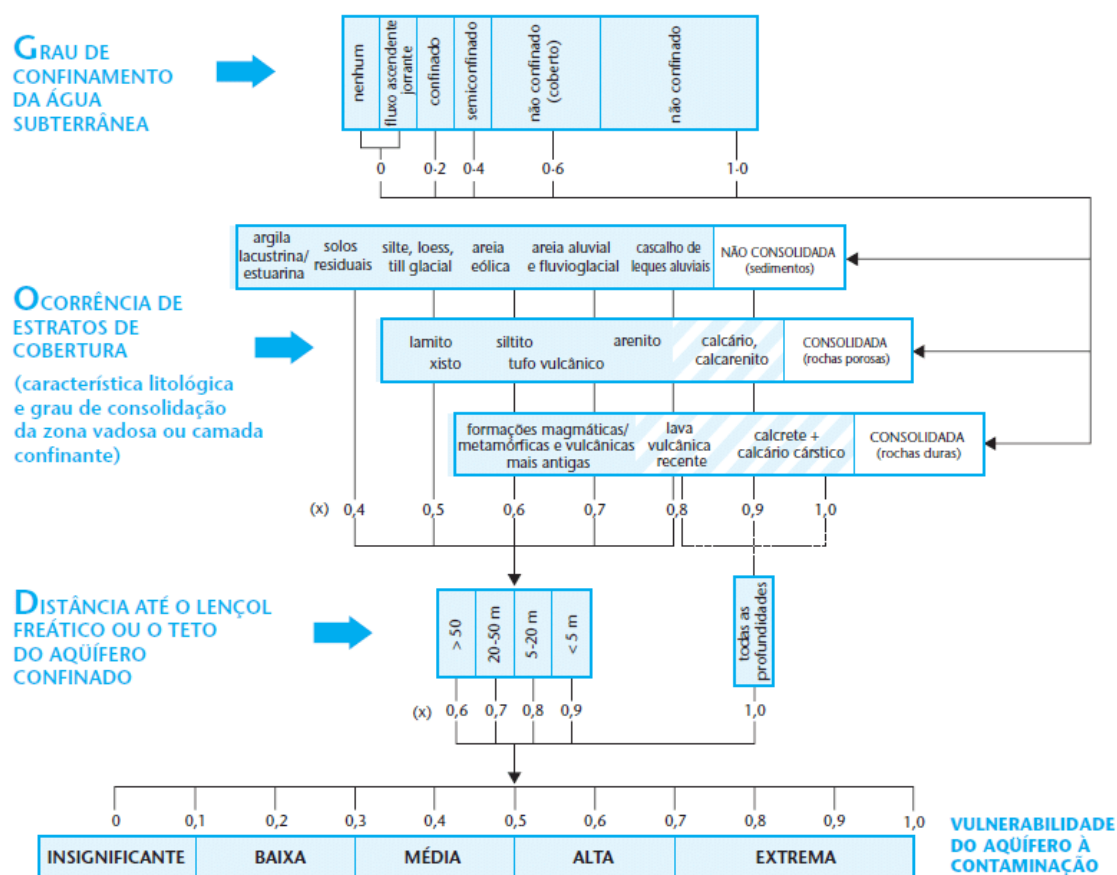
Em que: z é a carga iônica (valência do íon), m_c é a molaridade catiônica (mol/L) e m_a é a molaridade aniônica (mol/L).

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 $\text{EBI} \leq 20\%$ foram aceitas e consideradas suficientes para a confiabilidade analítica.

Foi avaliada a vulnerabilidade dos aquíferos, utilizando o método GOD, desenvolvido por Foster (1987) (Figura 2). A aplicação consiste em três parâmetros:

- *Groundwater hydraulic confinement*: grau de confinamento do aquífero - identificado por G, podendo ser classificado em livre, confinado ou semi-confinado;
- *Overlying strata*: composição litológica e grau de fraturamento da zona vadosa e/ou da camada confinante do aquífero - identificado por O;
- *Depth to groundwater*: profundidade até o lençol freático ou superfície do aquífero confinado – identificado por D.

Figura 2 - Método de avaliação de vulnerabilidade GOD



Fonte: Foster et al. (2006)

A cada um desses parâmetros, foi atribuído um índice conforme o tipo ou a faixa de variação, de acordo com as recomendações de Hirata e Fernandes (2008). O parâmetro “G” pode receber valores de 0 a 1, dependendo se o aquífero tiver fluxo ascendente jorrante ou não confinado, respectivamente, com índices intermediários para outras classificações, como semiconfinado. O valor do parâmetro “O” varia de 0,4 a 1,0, de acordo com a composição. O parâmetro “D” é definido com base em faixas de profundidade: assim, atribui-se o valor 0,9 para distâncias menores que 5 m da superfície até o nível de água, enquanto uma distância maior que 50 m se considera o valor 0,6. Para alguns tipos de

litologias, o valor do parâmetro “D” é 1, independentemente da distância até o nível de água. Posteriormente, os itens supracitados são multiplicados entre si ($G \times O \times D$), e o produto resultante – chamado índice final de vulnerabilidade – é comparado com faixas características para obter-se a classificação qualitativa de vulnerabilidade, conforme a seguir: “insignificante” para resultado menor que 0,1; “baixa”, entre 0,1 e 0,3; “média”, entre 0,3 e 0,5; “alta”, entre 0,5 e 0,7; e “extrema”, de 0,7 a 1,0.

2.2.6. Modelagem matemática para disponibilidade e qualidade da água

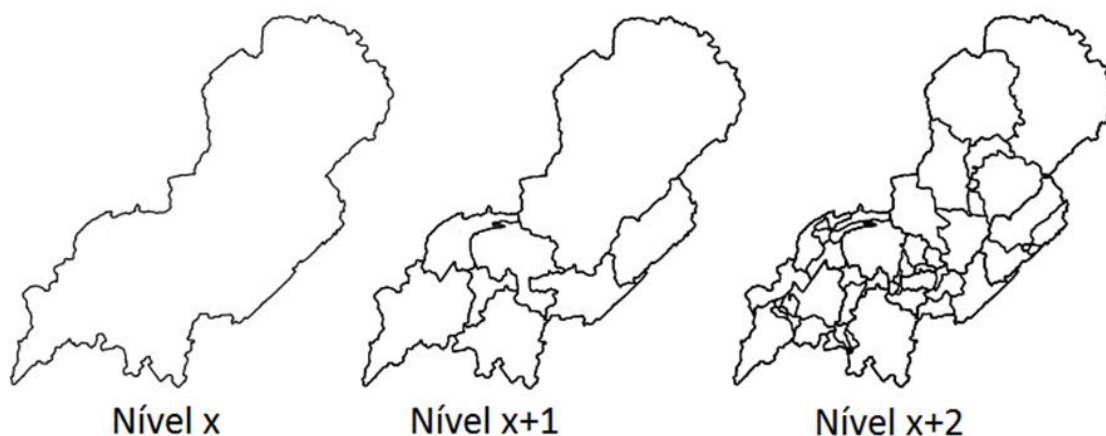
Para a simulação dos cenários de quantidade e qualidade de água foi utilizado o Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos (SADPLAN), uma ferramenta de subsídio à consolidação das informações sobre recursos hídricos e à caracterização dos cenários hídricos no Estado de 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 3).

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 3 - 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>.

2.2.7. 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 4 – Adaptação de Ramos (2021)).

Figura 4 – 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, 2024), 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.

2.2.7.1. 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 georreferenciadas 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).

2.2.7.2. 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 à 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-NO₃, 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-NO₂ e 0,690 mg/L N-NH₃, para nitrito amônia, respectivamente.

2.2.7.3. 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 urânio.

2.2.7.4. 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 exploração 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 Camboriú e bacias contíguas (UPG 7.2 – Camboriú); 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.

3.1. CARACTERIZAÇÃO GERAL DA UPG 7.2 - CAMBORIÚ

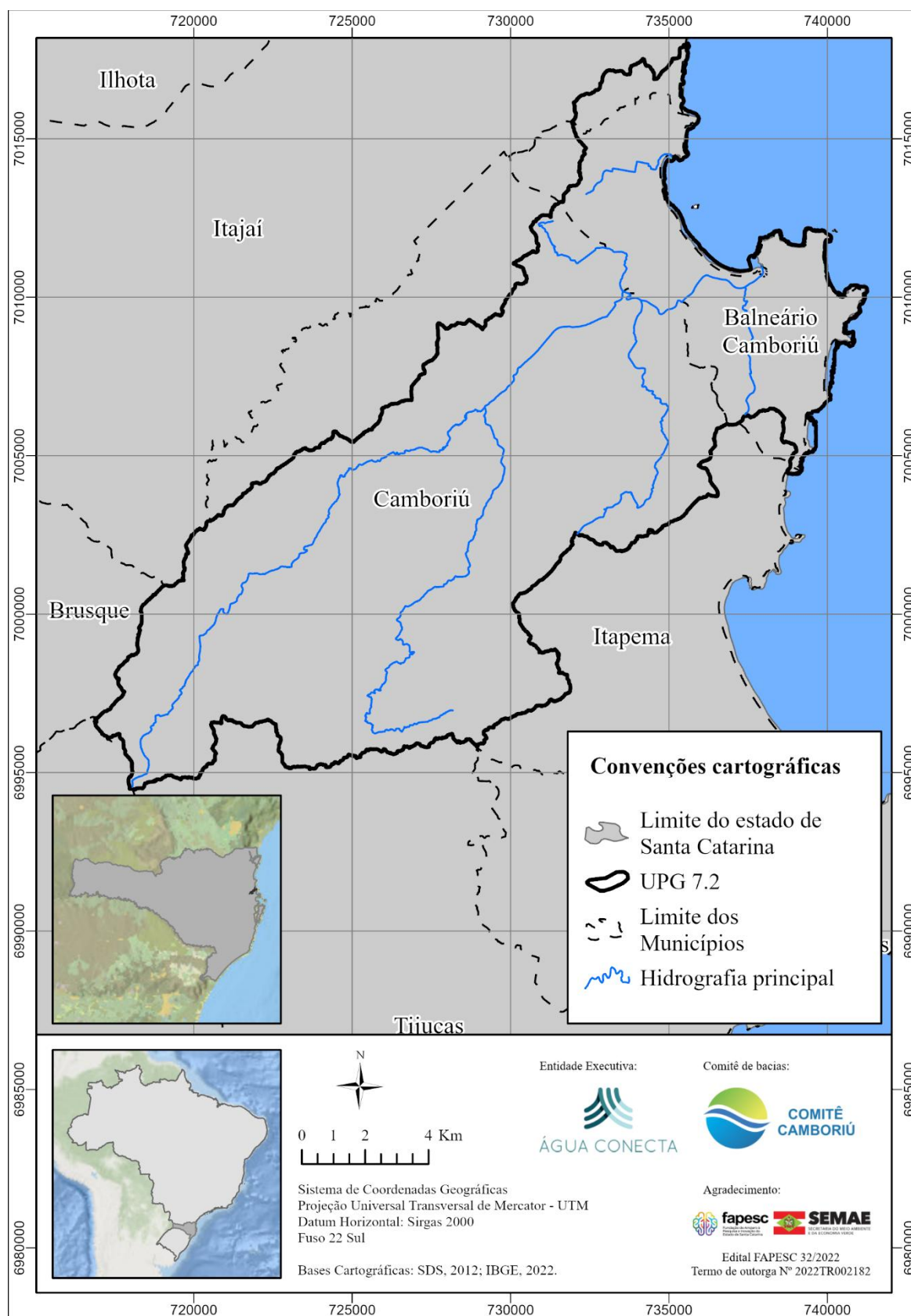
Para efeito de gerenciamento dos recursos hídricos, o território de Santa Catarina está dividido em 10 regiões hidrográficas, por meio da Resolução CERH/SC nº 26/2018 (CERH, 2018). A área de abrangência da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas está localizada na Região Hidrográfica do Vale do Itajaí (RH7), Figura 5, junto com a Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí e bacias contíguas (UPG 7.2).



A bacia hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas é a UPG 7.2 – Camboriú e possui uma área total de 220,74 km² (Santa Catarina, 2017a; CERH, 2018).

Do ponto de vista político e administrativo, a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas engloba em sua totalidade os municípios de Balneário Camboriú e Camboriú e uma pequena porção do município de Itajaí. Do ponto de vista hidrográfico, a UPG 7.2 - Camboriú, tem como curso de água principal o Rio Camboriú além dos outros sistemas de drenagens independentes, como o Rio Marambaia, o Rio Ariribá, e outras drenagens de menor escala que desembocam diretamente no Oceano Atlântico.

Figura 5 - Localização da área da UPG 7.2 - Camboriú

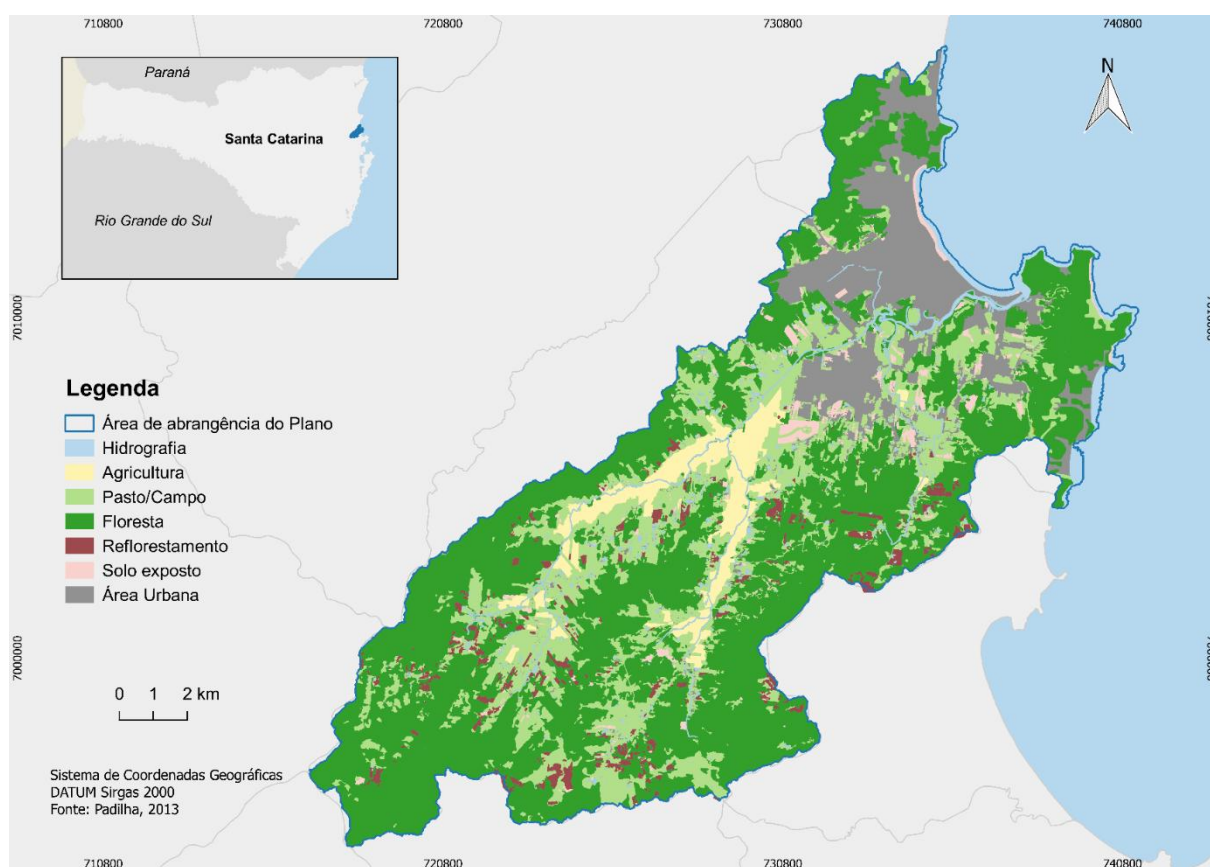


Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

3.1.1. Uso e ocupação da terra

A área da UPG 7.2 - Camboriú possui 55% de seu território coberto por remanescentes florestais nativos (Figura 6). Dentre os usos da terra, merecem destaque as pastagens que ocupam 22% e a área urbana com 12%. As áreas de agricultura e reflorestamento são menos significantes, ocupando 4% e 3%, respectivamente (Santa Catarina, 2017a).

Figura 6 - Uso e ocupação da terra identificadas no PRHC



Fonte: SANTA CATARINA (2017a)

Comparando-se o uso e ocupação da terra do PRHC (Santa Catarina, 2017a) com o Programa FlorestaSC (FURB, 2018), valores de cobertura foram aproximados, no qual de acordo com o FlorestaSC, a UPG 7.2 - Camboriú possui 58% de seu território coberto por remanescentes florestais nativos, seguidos 16,5% de pastagens e 16,5% de área urbana. Agricultura e reflorestamento permanecem com o mesmo percentual.

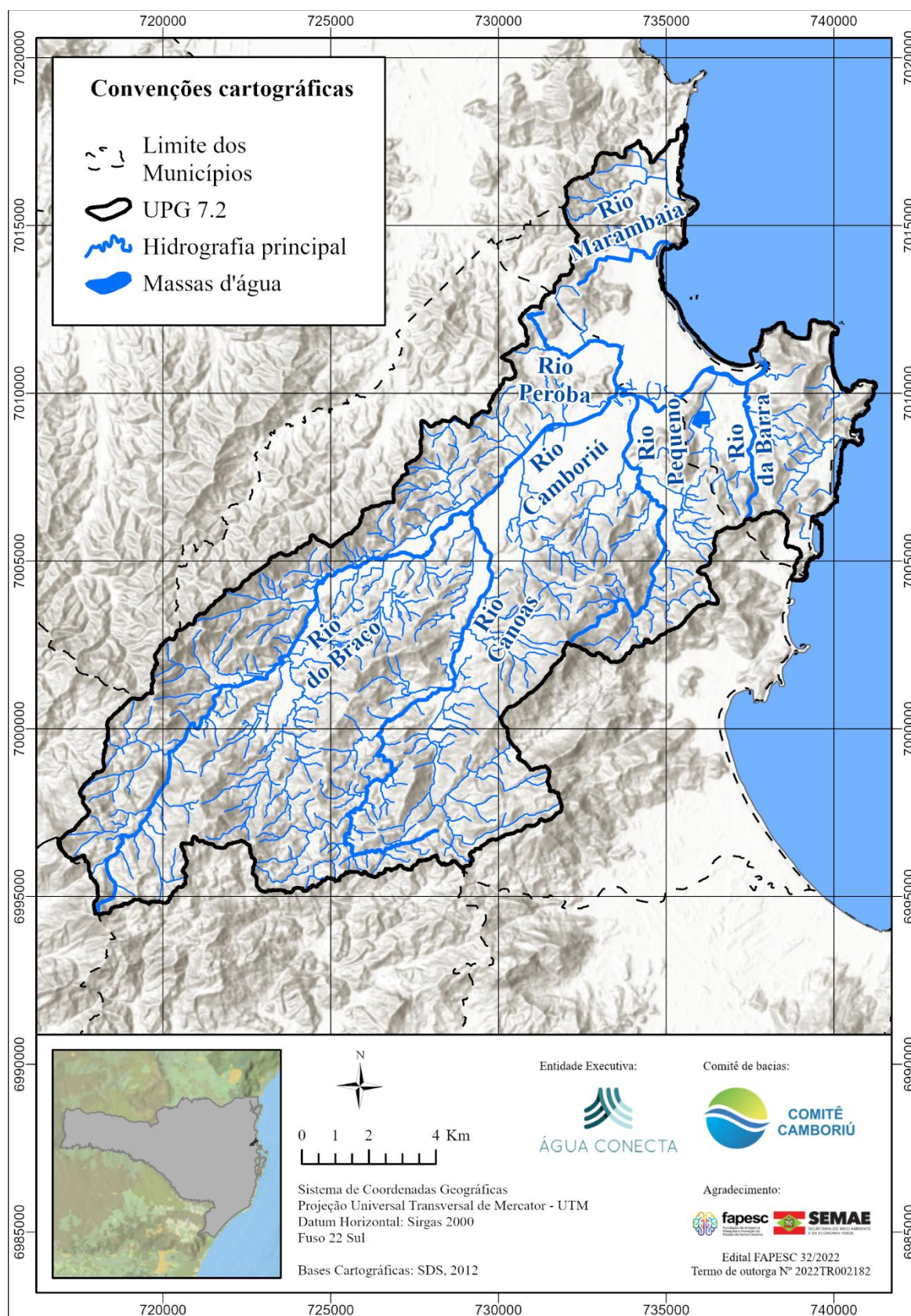
3.1.2. Recursos Hídricos Superficiais

Os recursos hídricos superficiais na área de abrangência da UPG 7.2 - Camboriú, de acordo com a rede hidrográfica integrada (SIGSC, 2016), indica a existência de 528,83 km de cursos d'água, resultando em uma densidade de drenagem de 2,40 km/km² (Santa Catarina, 2017a). A Figura 7 apresenta a rede hidrográfica detalhada da área de abrangência do PRHC.

O Rio Camboriú apresenta importância estratégica para o desenvolvimento econômico da região, pois é o principal manancial para captação de água dos municípios de Camboriú e Balneário Camboriú. Possui suas nascentes no município de Camboriú, e sua foz no Oceano Atlântico, em Balneário Camboriú, na porção sul da praia central. O Rio Camboriú é formado pela confluência dos rios do Braço e Canoas, e tem um comprimento de 33,23 km. Seus principais afluentes são o Rio Peroba e o Rio Pequeno.

Considerando os sistemas de drenagens independentes, destaca-se o Rio Marambaia, com 4 km de extensão, no extremo norte da praia Central de Balneário Camboriú. O Rio Marambaia é responsável por drenar a região norte do município de Balneário Camboriú e sofre com a intensa pressão antrópica, como o avanço de construções, retificação, aterramento e canalização (Prosul; Acquaplan, 2014).

Figura 7 - Rede hidrográfica superficial de acordo com o PRHC



Fonte: Instituto Água Conecta (2023) adaptado de Santa Catarina (2017a)

3.1.3. Recursos Hídricos Subterrâneos

A área da UPG 7.2 - Camboriú encontra-se inserida nas Unidades Hidroestratigráficas Embasamento Cristalino e Sedimentos Cenozoicos, que compõem os sistemas aquíferos.

A Unidade Hidroestratigráfica Embasamento Cristalino é caracterizada por uma composição de rochas ígneas e metamórficas, correspondentes a eventos pré-cambrianos (Machado, 2013). Ela possui uma faixa de afloramentos, de aproximadamente 20.000 km². Litologicamente, esta unidade é complexa, incluindo grupos diversos como granulitos, xistos, granitoides, granitos, mármore e gnaisses (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 presentes nas águas subterrâneas.

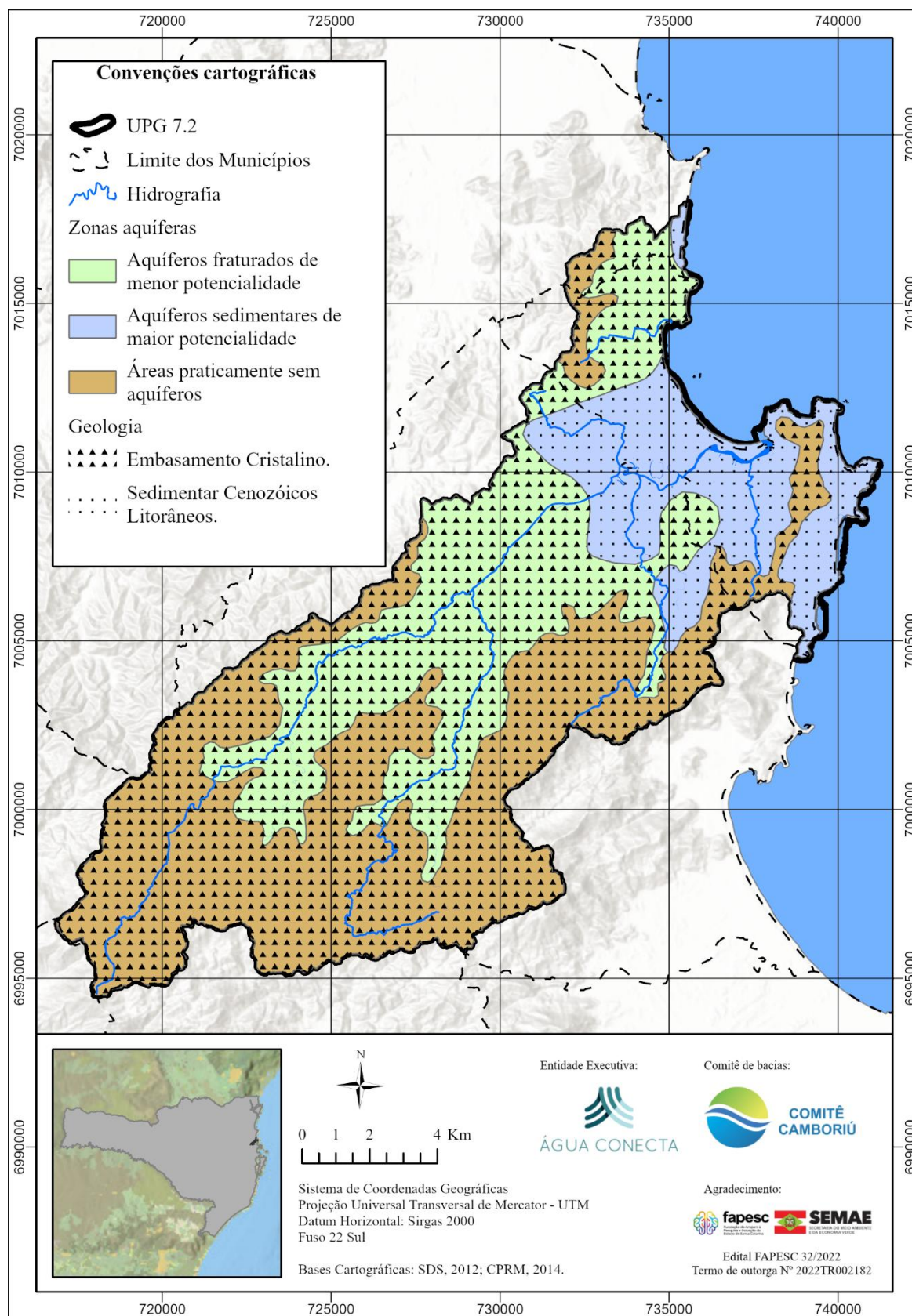
A Unidade Sedimentos Cenozoicos distribui-se pela faixa litorânea atlântica, assentando-se sobre unidades pré-cambrianas e terrenos gonduânicos. Sua área de ocorrência é contínua, com interrupções associadas com unidades do embasamento cristalino. Esta unidade apresenta conjuntos litológicos distintos devido às condições deposicionais variadas (Machado, 2013).

Na UPG 7.2 – Camboriú existem verificadas as seguintes zonas aquíferas:

- 33,67% de aquíferos fraturados com média a baixa produtividade, com vazões típicas de 2 a 9 m³/h, e de grande importância hidrogeológica local (af2);
- 17,16% de aquíferos sedimentares com boa produtividade, com vazões típicas de 20 a 90 m³/h, com grande importância hidrogeológica local (as1);
- 47,79% de não aquíferos (i.e., aquífugos e aquícludes) de produtividade desprezível e pequena importância hidrogeológica local (na1).

A Figura 8 apresenta distribuição espacial das zonas aquíferas na UPG 7.2 - Camboriú.

Figura 8 - Distribuição espacial das zonas aquíferas e unidades hidroestratigráficas na UPG 7.2 - Camboriú



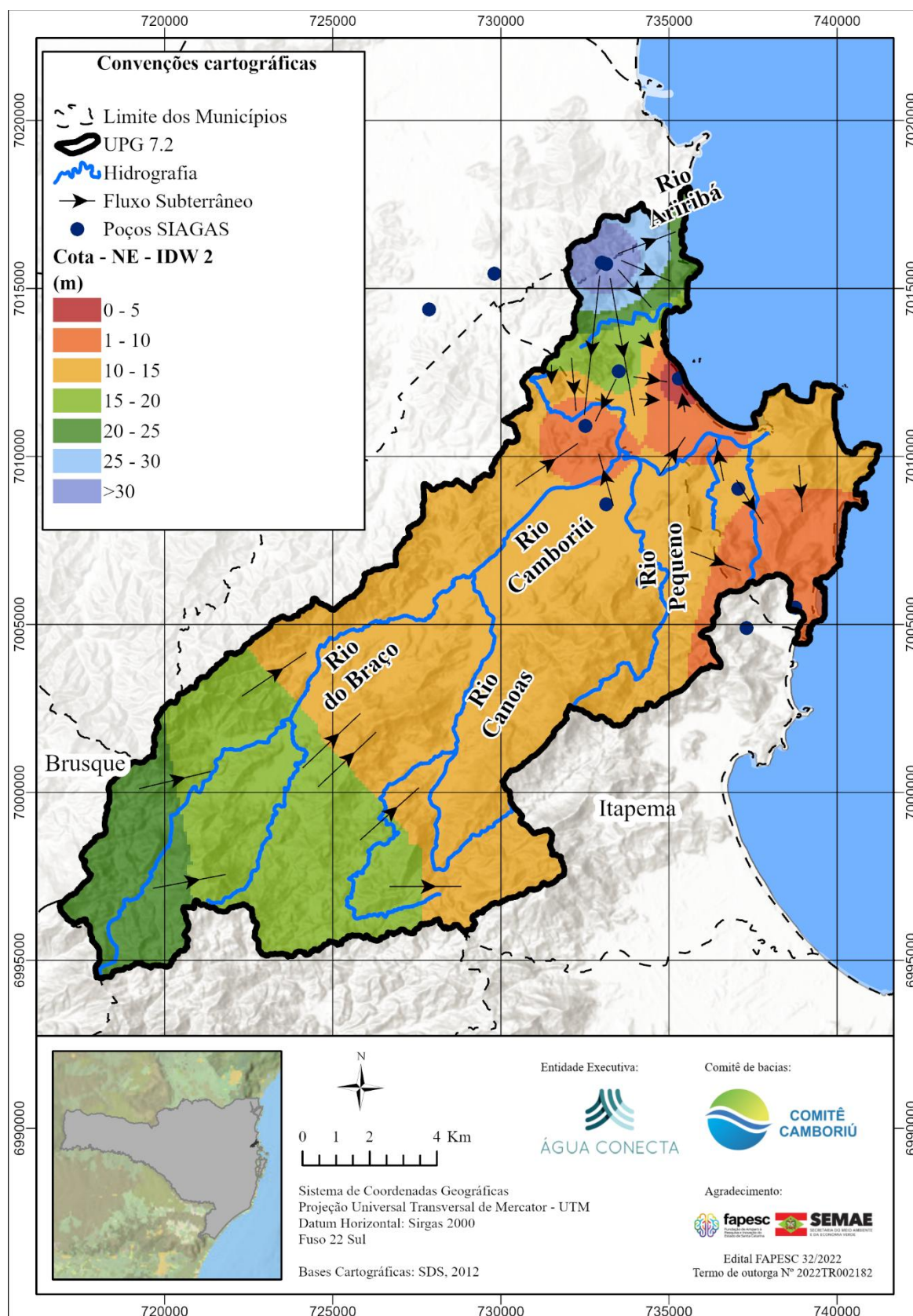
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

3.1.4. Interconexão Hidráulica

Pela análise da Figura 9 é possível inferir que maior dinâmica aquífero-rio ocorre próximo a zona costeira e na área urbana dos municípios de Balneário Camboriú e Camboriú, sendo evidenciado tanto situações de alimentação pelo fluxo de base dos rios principais, quanto o inverso (direcionamento da vazão do rio para os reservatórios subterrâneos). Pela análise dos poços considerados, os aquíferos sedimentares alimentam o fluxo de base dos rios Ariribá, Peroba e Camboriú. Por outro lado, no poço localizado próximo à costa nota-se a influência dos rios em direção ao aquífero (Camboriú e Peroba) e ao mar. Foi verificada uma direção de fluxo de base no sentido SW – NE, entretanto é pouco provável a presença de aquíferos que abasteçam Rio do Braço e Canoas já que esta região se caracteriza por uma área praticamente sem aquíferos (Figura 9).

Esse resultado é proveniente de um estudo preliminar sobre o balanço hídrico subterrâneo, que influencia diretamente na interconexão hidráulica dos ambientes superficial-subterrâneo. Destacamos que etapas posteriores sobre a quantificação do balanço hídrico e a complementação da informação com uma maior abrangência de poços são necessários para uma análise completa da UPG 7.2 - Camboriú.

Figura 9 – Mapa de superfície potenciométrica dos aquíferos porosos da UPG 7.2



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

3.2. IDENTIFICAÇÃO E LOCALIZAÇÃO DOS USOS E INTERFERÊNCIAS

Para identificação e localização dos usos e interferências dos recursos hídricos foram utilizados os dados CEURH e do SIOUT-SC. No CEURH, o usuário informa a interferência (i.e., captação de água ou lançamento de efluentes) em corpo hídrico (rio, córrego, nascente, reservatório, poço raso, poço profundo etc.). Cada cadastro corresponde a uma ou mais declaração de uso de água, e essa por sua vez, pode conter uma ou mais interferências.

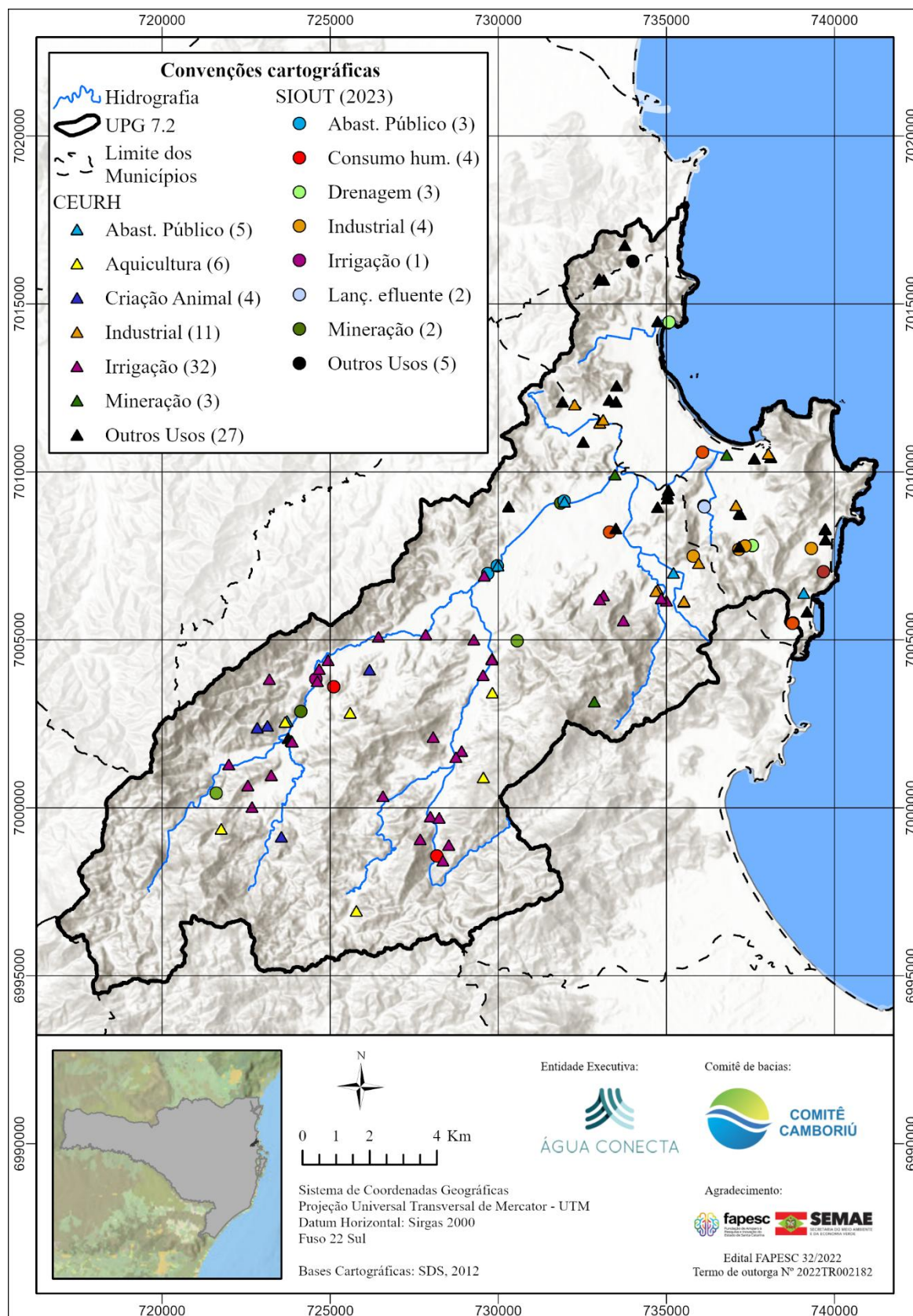


De acordo com informações do CEURH, de janeiro de 2023, foram identificados 137 cadastros (Figura 10), sendo que destes 29 encontram-se com o status de “aprovados” (21%), 59 “não avaliados” (43%) e 49 “reprovados” (35%).

O maior número de usuários de água na UPG 7.2 - Camboriú corresponde à atividade de irrigação (59 registros), seguido de “outros usos” (39). O abastecimento público (12), o uso industrial (11), a aquicultura (9) e a criação animal (6) foram atividades também consideradas destaques na UPG 7.2 - Camboriú. Mineração (3) e esgotamento sanitário (1) foram os usos registrados menos expressivos (Figura 10).

De acordo com o SIOUT-SC, com dados de janeiro de 2023, foram identificados 21 cadastros na área de estudo, destes 04 para a finalidade “consumo humano”, 04 “industrial”, 03 de “abastecimento público”, 03 de lançamento de efluentes, 03 de “outros usos”, 02 de “drenagem” e apenas 01 para as classes de irrigação e mineração.

Figura 10 - Cadastros de usuários de água (CEURH e SIOUT-SC) na UPG 7.2



Fonte: Instituto Água Conecta (2023) com dados do CEURH e SIOUT-SC (2023)

3.3. IDENTIFICAÇÃO, LOCALIZAÇÃO E QUANTIFICAÇÃO DAS CARGAS

3.3.1. Efluentes domiciliares

Considerando dados do Censo Demográfico 2022, para os municípios inseridos na área de abrangência, existe um total de 252.203 habitantes na UPG 7.2 Camboriú (Tabela 1). Não foi considerada a população do município de Itajaí, tendo em vista que o município possui apenas 2,7% na parte da área da UPG 7.2. Além disso, o território do município de Itajaí inserida na UPG 7.2 - Camboriú corresponde à área litorânea, que possui grande sazonalidade populacional, dificultando assim o cálculo da população residente.

Tabela 1 - População dos municípios da UPG 7.2 - Camboriú

Município	Área na bacia (Km²)	Porcentagem na bacia (%)	Censo 2022*1	População Urbana (2022)*2	População Rural (2022)*2
Camboriú	173,1	78,4	112.167	106.558	5.608
Balneário Camboriú	41,9	18,9	140.036	140.036	-

Fonte: *1 Censo Demográfico 2022; *2 estimados com base na porcentagem do Censo 2010.

O Município de Camboriú não possui sistema público de coleta e tratamento de esgoto sanitário (Prefeitura de Camboriú, 2011; SNIS, 2021). De acordo com a Lei complementar nº 104/2020 (gestão dos efluentes sanitários e industriais) de Camboriú, nas edificações da zona urbana não atendida (local sem rede coletora) é obrigatória a existência de sistema de tratamento de efluentes sanitários com possibilidade de lançamento na rede pública de drenagem pluvial, sendo proibida a utilização de sumidouros e outros métodos de disposição final, bem como, lançamento direto do efluente sem tratamento no sistema de drenagem municipal, rios, lagoas, sarjetas ou valas. Já para zona rural deve-se atender o mesmo critério da zona urbana, com exceção da proibição dos sumidouros ou outro sistema de disposição final dos efluentes; devendo o seu dimensionamento atender as normas técnicas da ABNT vigentes, acompanhado por projeto hidrossanitário e por profissional habilitado (Prefeitura de Camboriú, 2020).

O município de Balneário Camboriú possui rede coletora de esgoto domiciliar (98% de cobertura), inclusive com cobertura nas praias agrestes. Todo o esgoto sanitário do município é coletado e direcionado até a Estação de Tratamento de Efluentes (ETE), no bairro Nova Esperança (Prefeitura de Balneário Camboriú, 2023).



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 dessa carga poluente, estes não foram considerados.

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, nitrato e coliformes termotolerantes

Parâmetro	Literatura	Adotado	População total hab	Carga	
	kg/hab*dia	kg/hab*dia		kg/dia	t/dia
$DBO_{5,20}$	0,045 – 0,060	0,054	252.203	13.618,96	13,62
Fósforo total (Pt)	0,0007 – 0,0025	0,001		252,20	0,25
Nitrogênio total (N_{total})	0,006 – 0,010	0,008		2.017,62	2,02
Nitrato	0,0000 – 0,0002	0,00025		630,51	0,63
Nitrogênio amoniacal (NH_4)	0,0035 – 0,006	0,003		756,61	0,76
Parâmetro	org/hab*dia	Adotado		org/dia	
Coliformes termotolerantes	10^9 - 10^{12}	10^{10}		$2,5*10^{15}$	

Fonte: Von Sperling (2005)

3.3.2. Efluentes industriais

Foram realizadas consultas na base de dados do Instituto do Meio Ambiente (IMA) de Santa Catarina no portal SGPe, entretanto, não foram encontrados laudos de automonitoramento de indústrias na UPG 7.2. Desta forma, não foi considerada carga de efluentes industriais na UPG 7.2 - Camboriú.

De forma a comprovar a baixa representatividade da finalidade industrial, fez-se uma análise dos dados do CEURH (2023), sendo que apenas 8% dos registros são referentes a atividades industriais, sendo estes relativos a indústrias do ramo civil (exemplo: fabricação de concreto) e distribuição de água ou gelo mineral. Cabe salientar que existem também atividades cujo licenciamento pode ser feito pelo próprio município.

3.3.3. Efluentes de atividades agropecuárias

A partir do Portal Cidades (IBGE, 2023), foi realizada a contabilização do número de animais para os municípios de Camboriú e Balneário Camboriú.

Tabela 3 - Resumo da criação animal, em número de cabeças, por município na UPG 7.2 – Camboriú

Espécies	Número de cabeças por município (2021)		Total
	Balneário Camboriú	Camboriú	
Bovinos	194	5.254	5448
Bubalinos	-	74	74
Equinos	69	924	993
Suínos	294	1.994	2288
Caprinos	28	227	255
Ovinos	6	252	258
Galináceos	267	5.712	5979
Total	858	14.437	

Fonte: IBGE (2022)

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 4).

Tabela 4 - Resumo da carga de DBO de criação animal na UPG 7.2 – Camboriú

Espécie	kg DBO/cabeça/dia	Número de cabeças	Carga (kg DBO/dia)
Bovinos	0,84	5448	4.576,32
Bubalinos	0,038	74	2,81
Equinos	0,023	993	22,84
Suínos	0,16	2288	366,08
Caprinos	0,0030	255	0,77
Ovinos	0,0030	258	0,77
Galináceos	0,0018	5979	10,76

Fonte: Von Sperling; Chernicharo (2005); PERH-RS (Rio Grande do Sul, 2007).

3.4. DISPONIBILIDADE, DEMANDA E CONDIÇÕES DAS ÁGUAS

3.4.1. Disponibilidade Hídrica Superficial

A vazão média mensal de longo termo (Q_{mlt}) da UPG 7.2 - Camboriú foi estimada em 3,32 m³/s (Santa Catarina, 2017b).



Do total, aproximadamente 87% (2,90 m³/s) é produzida no Rio Camboriú os 13% restantes (0,42 m³/s) são produzidos na Bacia Hidrográfica do Rio Marambaia e bacias contíguas.

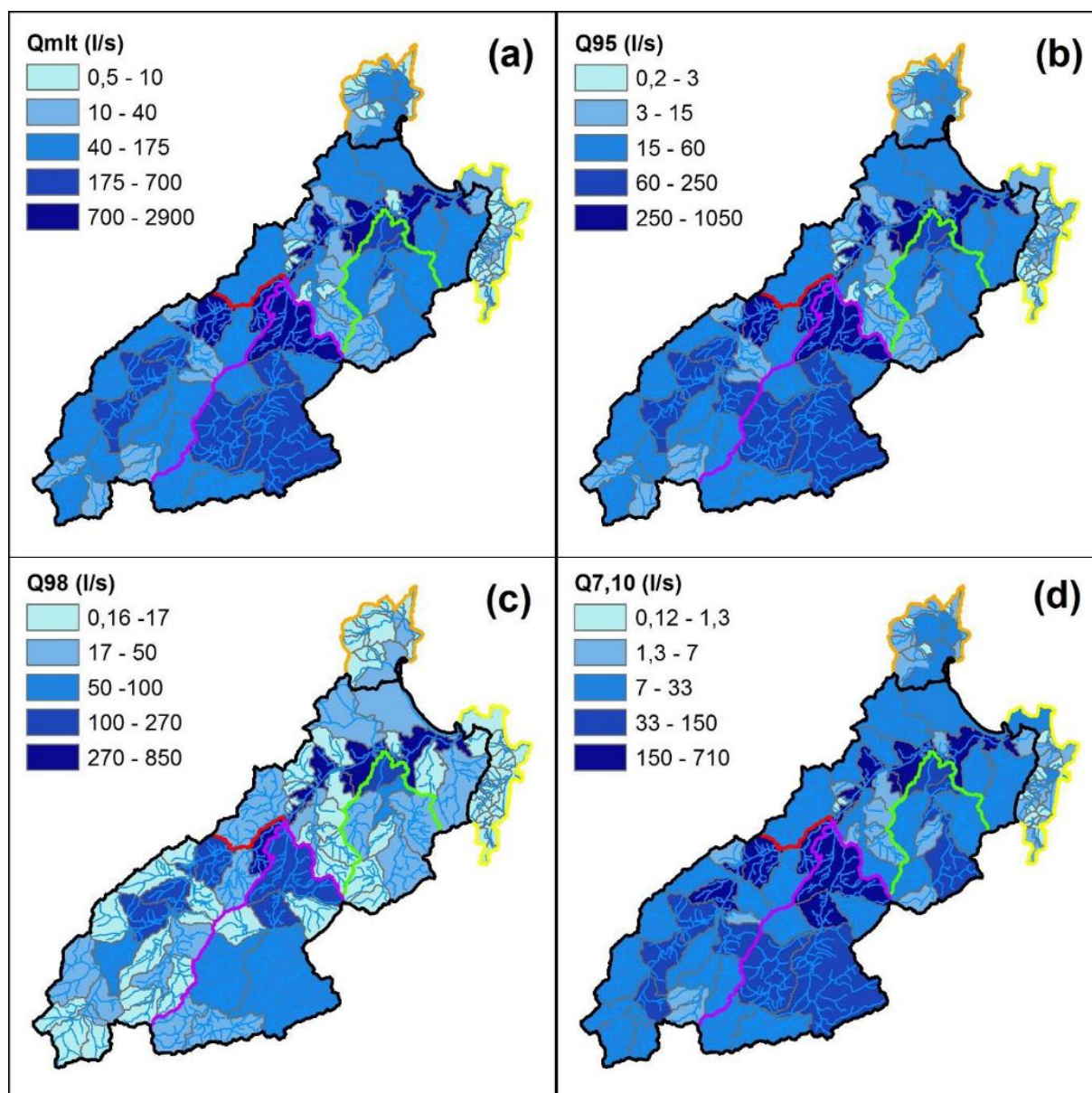
Além da Q_{mlt} , foram estimadas as vazões de referência Q_{95} , Q_{98} e $Q_{7,10}$ (Tabela 5). Para o Rio Camboriú, as vazões naturais com permanência de 95% e 98% são da ordem de 1,04 m³/s e 0,84 m³/s, respectivamente, enquanto a vazão mínima de 7 dias consecutivos com período de recorrência de 10 anos é da ordem de 0,70 m³/s (Santa Catarina, 2017b). Na Figura 11 foi apresentada a distribuição espacial das vazões.

Tabela 5 - Resumo das vazões de referência para diferentes sub-bacias na UPG 7.2 - Camboriú

ID	Sub-bacia / Região de análise	Área (km ²)	Q_{mlt} m ³ /s	Q_{95} m ³ /s	Q_{98} m ³ /s	$Q_{7,10}$ m ³ /s
1	Rio Camboriú (foz)	190,04	2,90	1,04	0,84	0,70
2	Rio Canoas (antes da confluência com o Rio do Braço)	52,23	0,84	0,30	0,24	0,21
3	Rio do Braço (antes da confluência com o Rio Canoas)	62,78	0,93	0,34	0,27	0,22
4	Rio Pequeno (antes da confluência com o Rio Camboriú)	24,55	0,36	0,13	0,11	0,09
5	Rio Marambaia e Praia dos Amores	19,35	0,26	0,10	0,08	0,07
6	Região das Praias Agrestes	11,35	0,18	0,06	0,04	0,04

Fonte: Santa Catarina (2017b)

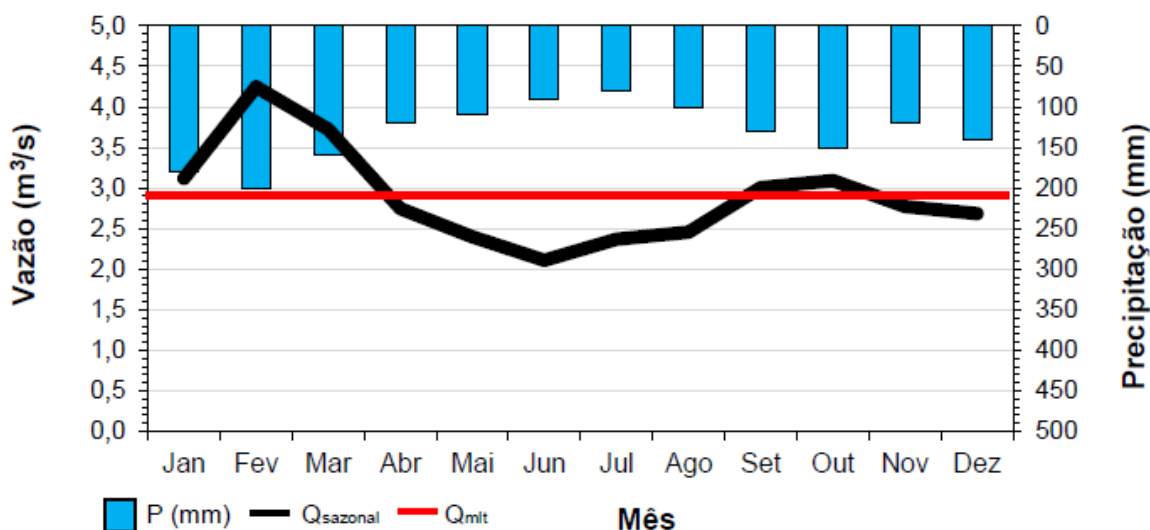
Figura 11 - Distribuição espacial das vazões nas ottobacias da UPG 7.2 Camboriú. (a) Q_{mlt} , (b) Q_{95} , (c) Q_{98} , e (d) $Q_{7,10}$. Valores apresentados representam a vazão acumulada



Fonte: Santa Catarina (2017b)

A variação da vazão média mensal na região acompanha a precipitação, sendo que os meses mais chuvosos geram maiores vazões, alcançando uma média de $4,20 \text{ m}^3/\text{s}$ no mês mais chuvoso (fevereiro) e uma média de $2,00 \text{ m}^3/\text{s}$ no mês menos chuvoso (junho) (Santa Catarina, 2017b) (Figura 12). Janeiro a março e setembro a outubro apresentam vazões médias acima da Q_{mlt} , enquanto abril a agosto e novembro a dezembro apresentam vazão média mensal abaixo da Q_{mlt} (Santa Catarina, 2017b).

Figura 12 - Variação sazonal da Q_{mlt} na foz do Rio Camboriú e da precipitação média mensal na UPG 7.2 - Camboriú



Fonte: Santa Catarina (2017b)

3.4.2. Disponibilidade Hídrica Subterrânea

A unidade hidroestratigráfica Embasamento Cristalino caracteriza-se pela disponibilidade de captação quase exclusivamente das fraturas e pela espessura fina de alteração superficial (material inconsolidado). As altitudes que variam de 200 m a 1.000 m comportam-se como áreas de recarga (Machado, 2013). Nas regiões de relevo íngreme, a captação é feita através de fontes de encosta e, devido aos níveis potenciométricos, poços apresentam-se inviáveis economicamente. As vazões variam entre 0,5 e 20,0 m³/h e os níveis de água são rasos nas porções aplainadas, variando de aflorante até 3 m.

Também ocorrem captações em baixa profundidade, com vazões menores do que 2 m³/h e mais vulneráveis à contaminação, principalmente em regiões com alta densidade demográfica (Machado, 2013). Apesar da maioria dos poços da UPG 7.2 serem construídos em profundidades que atingem o Embasamento Cristalino, a maioria capta água do lençol freático ou de camadas de aquíferos sedimentares sobrepostos, devido a improdutividade ou inviabilidade econômica verificada em maiores profundidades.

O PRHC (Santa Catarina, 2017b) identificou uma disponibilidade hídrica subterrânea proveniente das reservas ativas (D_{Ra}) de 0,0105 km³/ano (i.e., 0,33 m³/s, na média) e 0,0003 km³/ano provenientes das reservas permanentes (D_{Rp}) (i.e. 0,01 m³/s, na média). A disponibilidade hídrica total ($D_{Ra} + D_{Rp}$) é de 0,0108 km³/ano, que representa em média 0,34 m³/s. Tal valor corresponde a cerca de 10% da Q_{mlt} dos cursos d'água superficiais, indicando um potencial de uso das águas subterrâneas moderado (Santa Catarina, 2017b).

A Tabela 6 apresenta um resumo das informações do PRHC (Santa Catarina, 2017a) para estimativa das disponibilidades hídricas subterrâneas, bem como os valores estimados para cada zona aquífera presente na área de abrangência.

Tabela 6 - Resumo da estimativa da disponibilidade hídrica subterrânea na área de abrangência do PRHC

Zona aquífera	Área (km ²)	E (km)	Φ ef (%)	R _a (km ³ /ano)	R _p (km ³)	D _{Ra} (km ³ /ano)	D _{Rp} (km ³ /ano)	D _{Ra} + D _{Rp} (km ³ /ano)
Sedimentar (as1)	37,59	0,06	5	0,007	0,1128	0,0035	0,0002	0,0037
Fraturado (af2)	74,33	0,10	1	0,014	0,074	0,0070	0,0001	0,0071
TOTAL	111,92	-	-	0,021	0,1871	0,0105	0,0003	0,0108

Nota: Área = área do aquífero; E = espessura do aquífero; Φ ef = porosidade efetiva do aquífero; R_a = reservas ativas; R_p = reservas permanentes.

Fonte: Santa Catarina (2017b); 1 CPRM/SDS (2013) e 2 Cardoso et al. (2007)

3.4.3. Demandas de retirada

3.4.3.1. Demandas de retirada total – PRHC (2017)

A vazão de retirada total (VRT), incluindo águas superficiais e subterrâneas, estimada para a UPG 7.2 – Camboriú foi de 1,053 m³/s (Santa Catarina, 2017b). As maiores vazões de retirada estão vinculadas ao abastecimento urbano dos residentes (47,15%), irrigação (22,11%), indústria (18,31%) e abastecimento da população flutuante (10,91%). As menores estão relacionadas a mineração (0,47%), aquicultura (0,38%), abastecimento rural (0,38%) e criação animal (0,28%) (Tabela 7)

Tabela 7 - Vazões de retirada por setor usuário na área de abrangência do PRHC

Atividade	Vazão de retirada (m ³ /s)	%
População urbana (residentes)	0,497	47,15
População flutuante	0,115	10,91
População rural	0,004	0,38
Irrigação	0,233	22,11
Criação animal	0,003	0,28
Indústria	0,193	18,31
Mineração	0,005	0,47
Aquicultura	0,004	0,38

Fonte: Santa Catarina (2017b)

A Tabela 8 apresenta o resumo das vazões de retirada nas diferentes sub-bacias/regiões.

Tabela 8 - Resumo das vazões de retirada, estimadas por setor usuário para diferentes sub-bacias

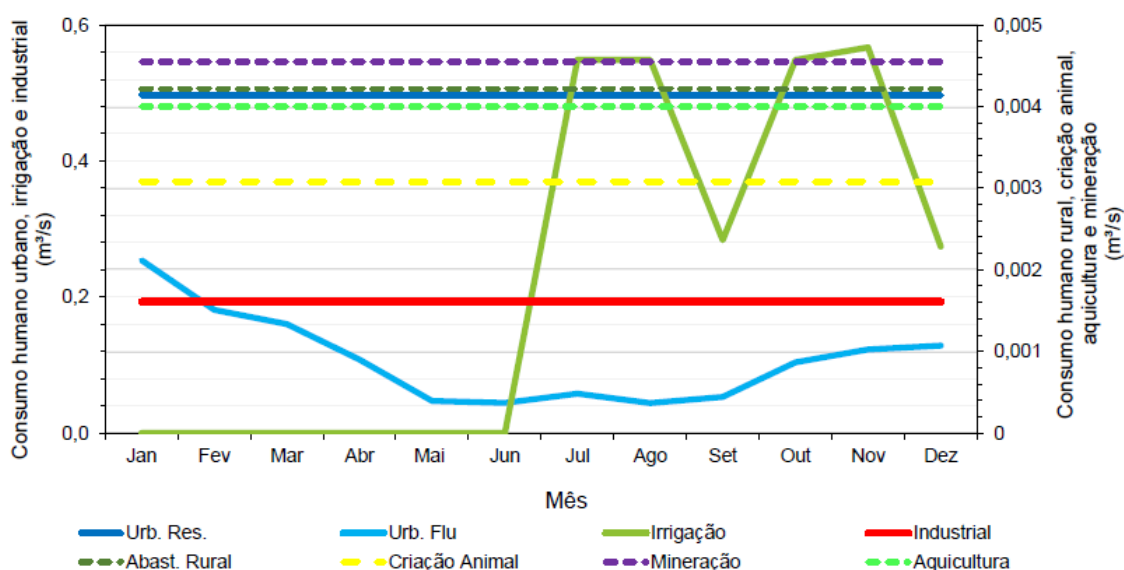
ID	Sub-bacia / Região de análise	Q _u	Q _{uf}	Q _r	Q _{irr}	Q _a	Q _{ind}
1	Rio Camboriú	0,3405	0,0685	0,0042	0,2320	0,0030	0,1290
2	Rio Canoas	0,0000	0,0000	0,0016	0,0746	0,0007	0,0000
3	Rio do Braço	0,0000	0,0000	0,0019	0,0821	0,0010	0,0000
4	Rio Pequeno	0,0372	0,0000	0,0001	0,0162	0,0003	0,0097
5	Rio Marambaia e Praia dos Amores	0,1210	0,0350	0,0000	0,0000	<0,0001	0,0482
6	Região das Praias Agrestes	0,0352	0,0116	0,0000	0,0000	<0,0001	0,0160

Legenda: Q_u: retirada para abastecimento urbano, Q_{uf}: retirada para o abastecimento urbano para população flutuante, Q_r: retirada abastecimento rural, Q_{irr}: retirada irrigação, Q_a: retirada para criação animal, Q_{ind}: retirada para o uso industrial.

Fonte: Santa Catarina (2017b)

Com relação a variação temporal, podem ser destacados os usos para irrigação e abastecimento humano urbano da população flutuante (Figura 9). A variação da demanda para irrigação foi estimada com base no calendário agrícola do plantio de arroz fornecido por técnicos da EPAGRI (Santa Catarina, 2017b). A variação da demanda para abastecimento urbano flutuante foi obtida com base na tendência turística disponibilizada pela SANTUR (2008). De acordo com o PRHC (Santa Catarina, 2017b), a demanda por água é concentrada entre julho e novembro pela irrigação e em dezembro/janeiro pela população flutuante, Figura 13.

Figura 13 - Variação mensal das vazões de retirada, por uso consuntivo e não consuntivo, na área de abrangência do PRHC



Fonte: Santa Catarina (2017b)

3.4.3.2. Demandas de retirada total – atual (2023)

Com dados atualizados (CEURH, 2023) as VRTs da UPG 7.2 - Camboriú é de 1,097 m³/s, o Abastecimento Público possui a maior demanda tanto dos cadastros “aprovados” (18%) e “não avaliados” (63%) (Tabela 9).

Tabela 9 - Resumo das vazões de captação por setor usuário para a UPG 7.2 - Camboriú

Finalidades	Parecer CEURH		Total (l/s)
	Aprovado (l/s)	Não avaliado (l/s)	
Abastecimento Público	206,79	698,53	905,99
Aquicultura	-	52,99	52,99
Criação Animal	0,02	0,11	0,13
Esgotamento Sanitário	-	-	-
Industrial	0,05	2,95	3,00
Irrigação	105,39	5,21	110,60
Mineração	-	11,41	11,41
Outros Usos	3,09	10,65	13,74
Total Geral	315,33	781,85	1097,19

Fonte: CEURH (2023)

3.4.3.3. Demandas de retirada Superficial (2023)

Com dados do CEURH (2023) as vazões de retirada total superficial da UPG 7.2 – Camboriú foram estimadas em 1076,29 l/s (98% da demanda total declarada no CEURH). São um total de 48 cadastros de usuários de água superficial, no qual metade (24) está como “não avaliados” (50%) e a outra metade “aprovada” (50%) (Tabela 10).

Tabela 10 - Resumo das vazões de captação por setor usuário para a UPG 7.2 – Camboriú

Finalidades	Status		Total (m³/s)
	Aprovado (m³/s)	Não avaliado (m³/s)	
Abastecimento Público	206,7879	693,9778	700,7658
Aquicultura	-	52,9892	52,9892
Criação Animal	0,0190	0,0270	0,0460
Industrial	-	0,4566	0,4566
Irrigação	105,3881	5,2139	110,6020
Mineração	-	11,4071	11,4071
Outros Usos	-	0,0244	0,0304
Total Geral	312,1951	764,1021	1076,2972

Fonte: CEURH (2023).

Com dados do SIOUT-SC (2023) as vazões de retirada total superficial da UPG 7.2 – Camboriú foram estimadas em 0,5517 m³/s ou 551,7 l/s. Existem cadastrados dez (10) usuários de água pelo SIOUT-SC. O abastecimento público é a atividade que mais demanda água (86,3%), seguido da irrigação (12,3%) e da mineração (1,4%) (Tabela 11).

Tabela 11 - Resumo das vazões de captação por setor usuário para a UPG 7.2 – Camboriú

Finalidades	Total (m ³ /s)
Abastecimento Público	0,4763
Drenagem	*
Irrigação	0,0677
Lançamento de efluentes	*
Mineração	0,0077
Total Geral	0,5517

Legenda: * cadastrado, porém, sem vazão declarada.

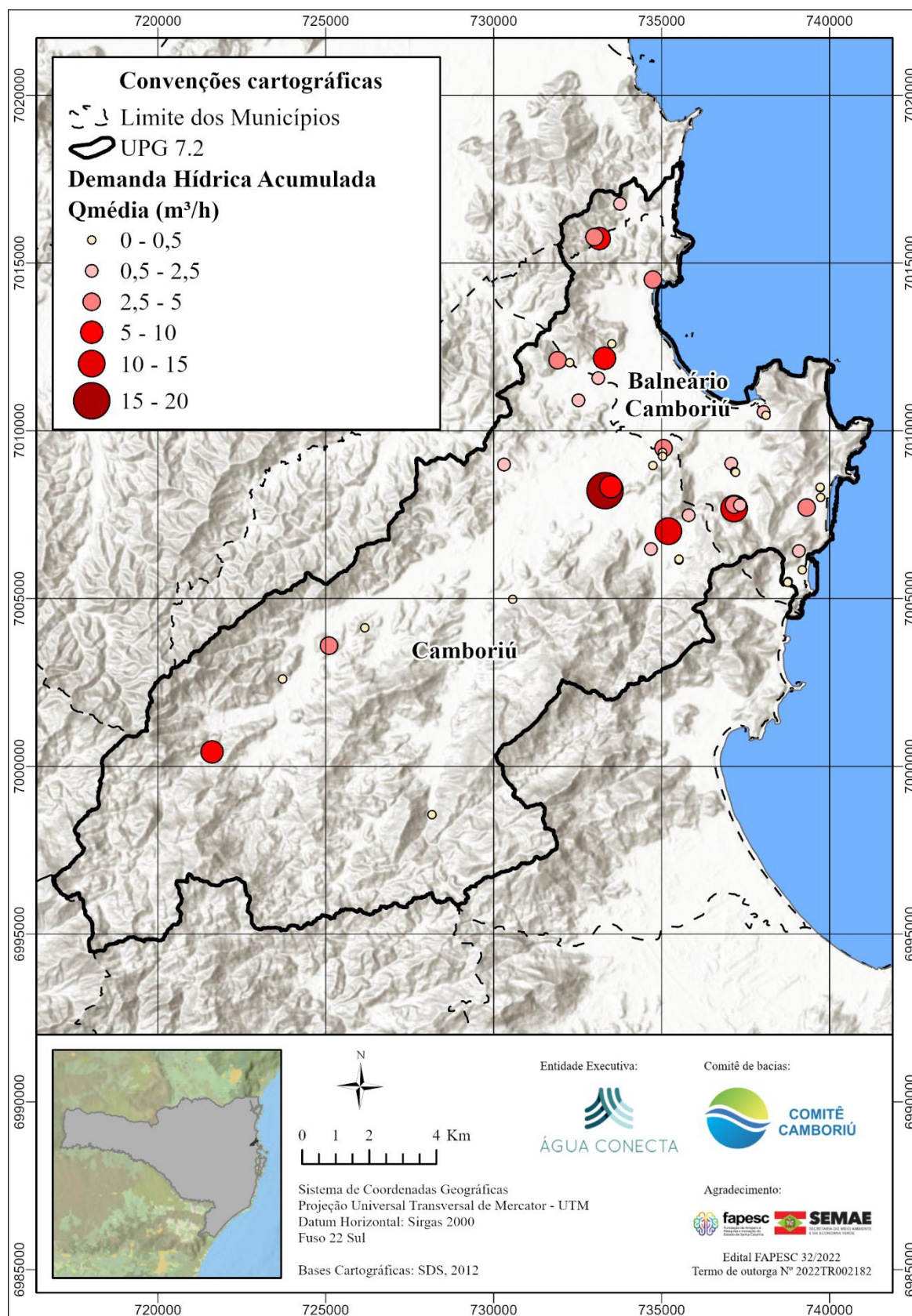
Fonte: SIOUT-SC (2023).

3.4.3.4. Demandas de retirada Subterrânea (2023)

Considerando os dados do CEURH e do SIOUT-SC, existem 50 usuários de água subterrânea (desconsiderando os cadastros reprovados), distribuídos na UPG 7.2 – Camboriú, sendo 24 poços localizados em Balneário Camboriú, 23 poços em Camboriú e 3 poços em Itajaí.

A vazão média de captação dos poços cadastrados na UPG 7.2 é de 2,57 m³/h ou 925,20 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 128,39 m³/h, o que corresponde a 46220,40 m³/mês, considerando uma operação ininterrupta de 12 horas por dia, por 30 dias de atividade. As maiores demandas hídricas subterrâneas (vazão média de exploração), se concentram em Camboriú, próximo à divisa de Balneário Camboriú. Existem também altas demandas na cidade de Balneário Camboriú bem distribuídas pelo município, mesmo com a cidade tendo uma elevada cobertura de sistemas de abastecimento (Figura 14).

Figura 14 - Demanda hídrica subterrânea com base nas vazões médias dos poços cadastrados no CEURH e SIOUT

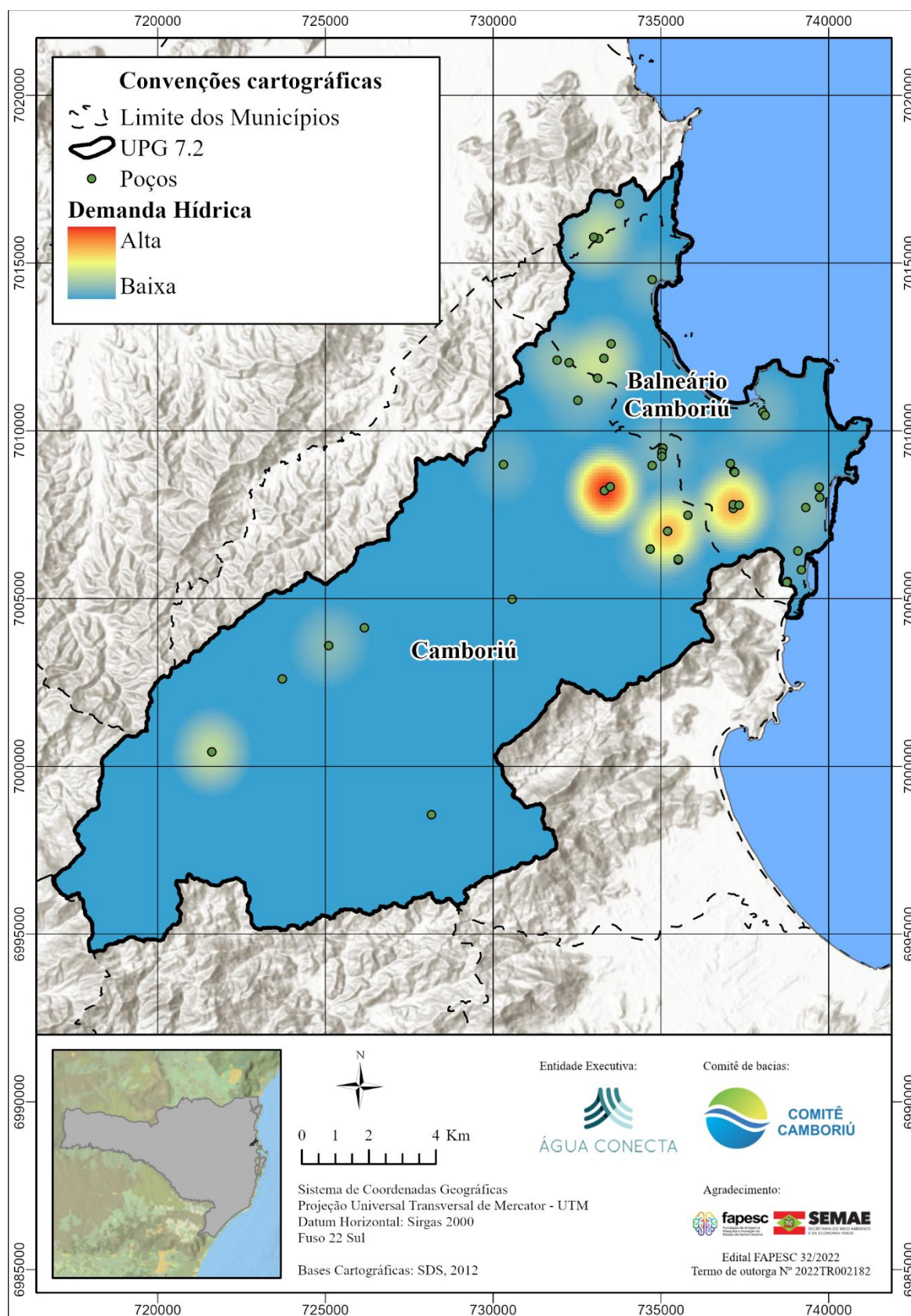


Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Em linhas gerais, verifica-se vazão média de exploração de 1,76 m³/h em Balneário Camboriú, sendo a maior vazão de 12,50 m³/h destinada ao uso industrial. Em Camboriú verifica-se vazão média de 3,30 m³/h, sendo a maior vazão de exploração de 20 m³/h destinada ao fornecimento de água a terceiros. Por fim, em Itajaí a vazão média de exploração é de 3,42 m³/h, sendo a maior vazão de 5,06 m³/h.

A Figura 15 representa a densidade das demandas hídricas subterrâneas, de acordo com os poços cadastrados, ou seja, a magnitude da demanda de exploração por unidade de área (km²) utilizando a função de Kernel (Rosenblatt, 1956; Parzen, 1962). Assim, foi possível identificar regiões com alta densidade hídrica subterrânea na UPG 7.2 – Camboriú, como as áreas de Camboriú, na divisa com Balneário Camboriú, que possui um elevado adensamento urbano e regiões com densidade hídrica subterrânea média de forma mais esparsas, como na região Sudoeste de Camboriú e Norte de Balneário Camboriú, na divisa com Itajaí.

Figura 15 - Densidade de Demanda Hídrica Subterrânea na UPG 7.2 - Camboriú

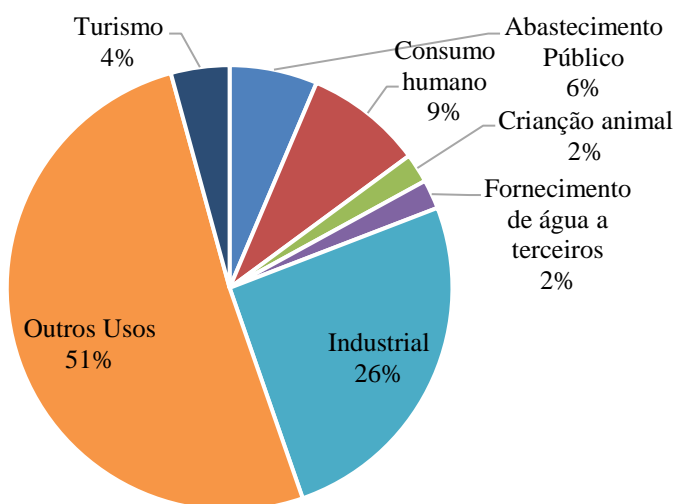


Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

A partir dos dados se traçou um panorama dos principais usos múltiplos da água subterrânea considerando a quantidade de poços por finalidade (Figura 16) bem como o perfil da demanda média de captação por setor usuário (em m³/h) (Figura 17) e o perfil da demanda acumulada (em m³/h) por setor usuário (Figura 18). Os cadastros reprovados do CEURH foram desconsiderados.

Os usos das águas subterrâneas mais relevantes, considerando o número de cadastros, na UPG 7.2 – Camboriú foram outros usos (51%), industrial (26%) e consumo humano (9%), seguidos de abastecimento público (6%), turismo (4%) e criação animal (2%) (Figura 16).

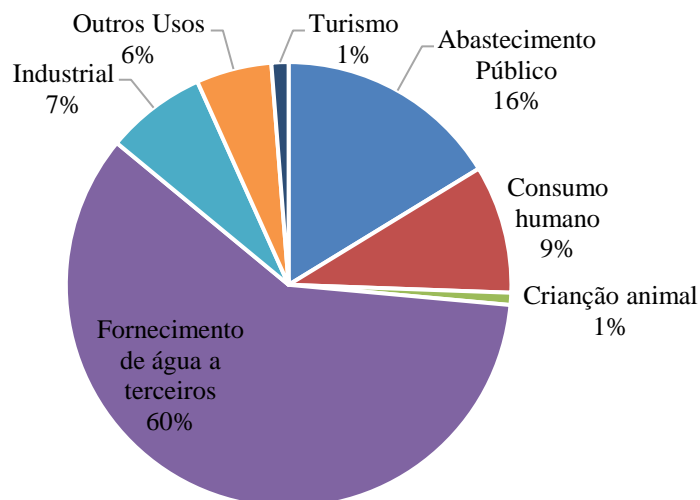
Figura 16 - Panorama dos usos múltiplos da água subterrânea por número de cadastros



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Apesar de pouco representativo em quantidade de poços, a finalidade de fornecimento de água a terceiros (1 poço cadastrado) representa uma vazão média que corresponde a 60% da vazão média total explorada na UPG 7.2 – Camboriú (Figura 17). O setor usuário abastecimento público é o segundo mais importante e representa 16% da vazão média explorada na UPG 7.2 - Camboriú.

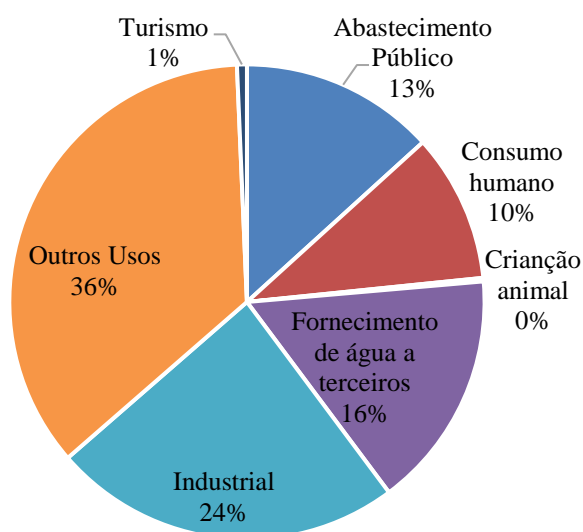
Figura 17 - Panorama geral dos usos múltiplos da água subterrânea por porcentagem de demanda média de captação



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Considerando a demanda total, ou seja, o somatório das vazões por setor usuário (em m³/h), verifica-se que 36% da demanda total na UPG 7.2 – Camboriú é relativa a Outros usos; 24% ao setor industrial; 16% ao fornecimento de água a terceiros; 13% ao abastecimento público e 10% ao consumo humano (Figura 18), sendo esses setores usuários considerados os mais importantes em termos quantitativos na UPG 7.2 - Camboriú.

Figura 18 - Panorama geral dos usos múltiplos da água pela demanda hídrica subterrânea total



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

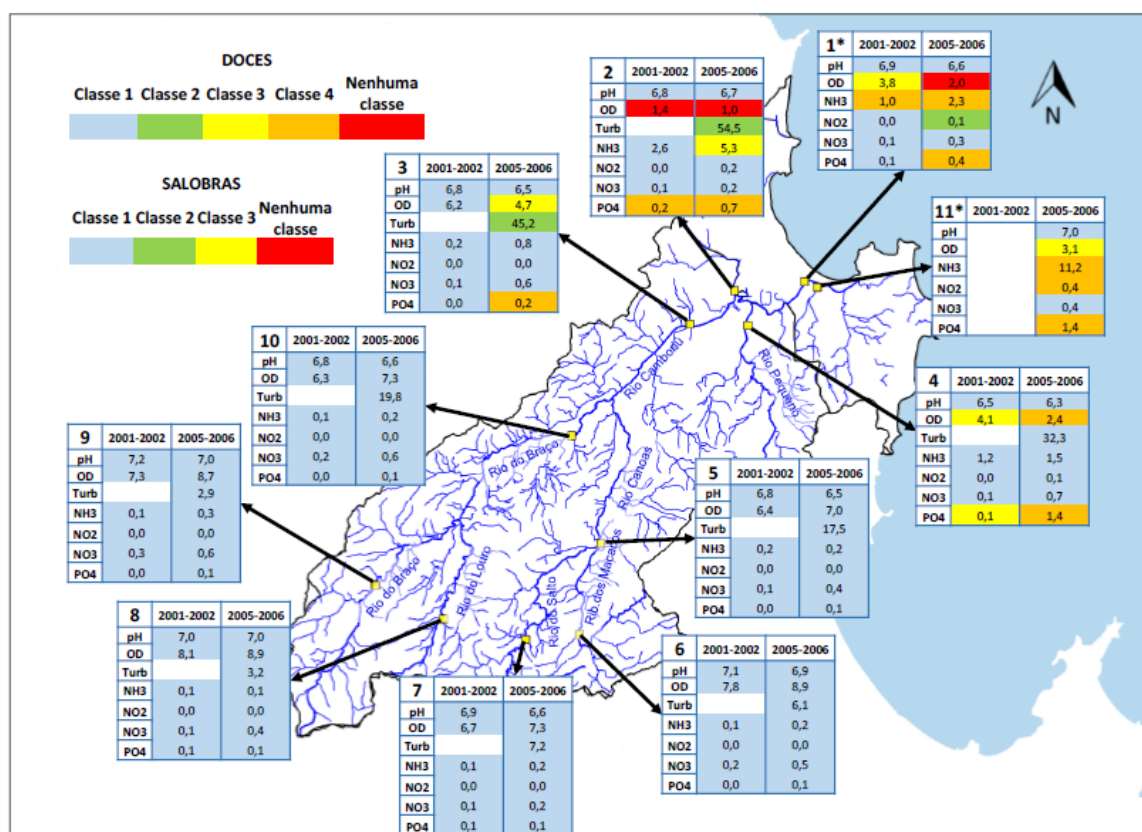
3.4.4. Qualidade da Água Superficial

3.4.4.1. Água Doce – PRHC (2017b)

A análise espacial e temporal da qualidade das águas superficiais no PRHC (Santa Catarina, 2017b) foi, em parte, realizada considerando trabalhos acadêmicos como Urban (2008), Padilha (2013), Silva (2015) e The Nature Conservancy (TNC) (2015), além de dados de qualidade da água fornecidos pela EMASA até o período (2005-2015).

Urban (2008) realizou duas campanhas (10 pontos) na Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú, entre setembro de 2001 a agosto de 2002, e entre janeiro de 2005 a março de 2006, analisou os parâmetros: potencial hidrogeniônico (pH), oxigênio dissolvido (OD), turbidez, amônia (NH_3), nitrito (NO_2^-), nitrato (NO_3^-) e fosfato (PO_4^{3-}) (Figura 19).

Figura 19 - Média dos resultados da amostragem para os períodos de 2001-2002 e 2005-2006 na UPG 7.2 - Camboriú



Legenda: * águas salobras.

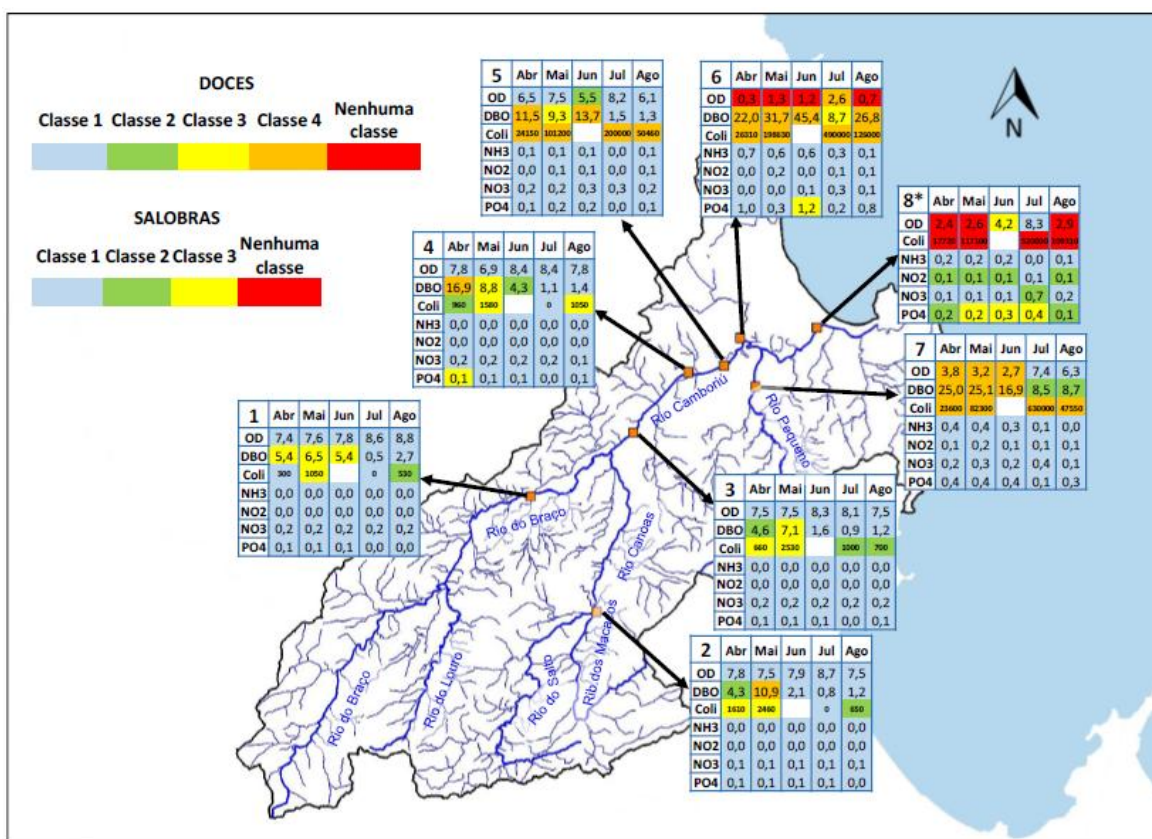
Fonte: Santa Catarina (2017b) *apud* Urban (2008)

É possível notar que a qualidade da água na região da foz (urbanizada) é inferior, possivelmente pelo lançamento de efluentes da ETE de Balneário Camboriú (no ponto 11).

A concentração de OD também foi baixa nas regiões próximas à foz (pontos 1, 2, 3 e 11 do Rio Camboriú e o ponto 4 no Rio Pequeno). Em relação aos nutrientes, altas concentrações de PO_4^{3-} foram encontradas para os pontos 1, 2, 3 e 11, e nos pontos 1, 3 e 11 a amônia apresentou concentrações acima do valor máximo permitido para classe 2 em relação a CONAMA 357/2005.

Padilha (2013) realizou uma amostragem mensal em 8 pontos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú, no período de abril a agosto de 2013, para OD, $\text{DBO}_{5,20}$, coliformes termotolerantes, NH_3 , NO_2^- , NO_3^- e PO_4^{3-} (Figura 20).

Figura 20 - Resultado das amostragens mensais entre abril e agosto de 2013 na UPG 7.2 - Camboriú



Legenda: * águas salobras.

Fonte: Santa Catarina (2017b) *apud* Padilha (2013)

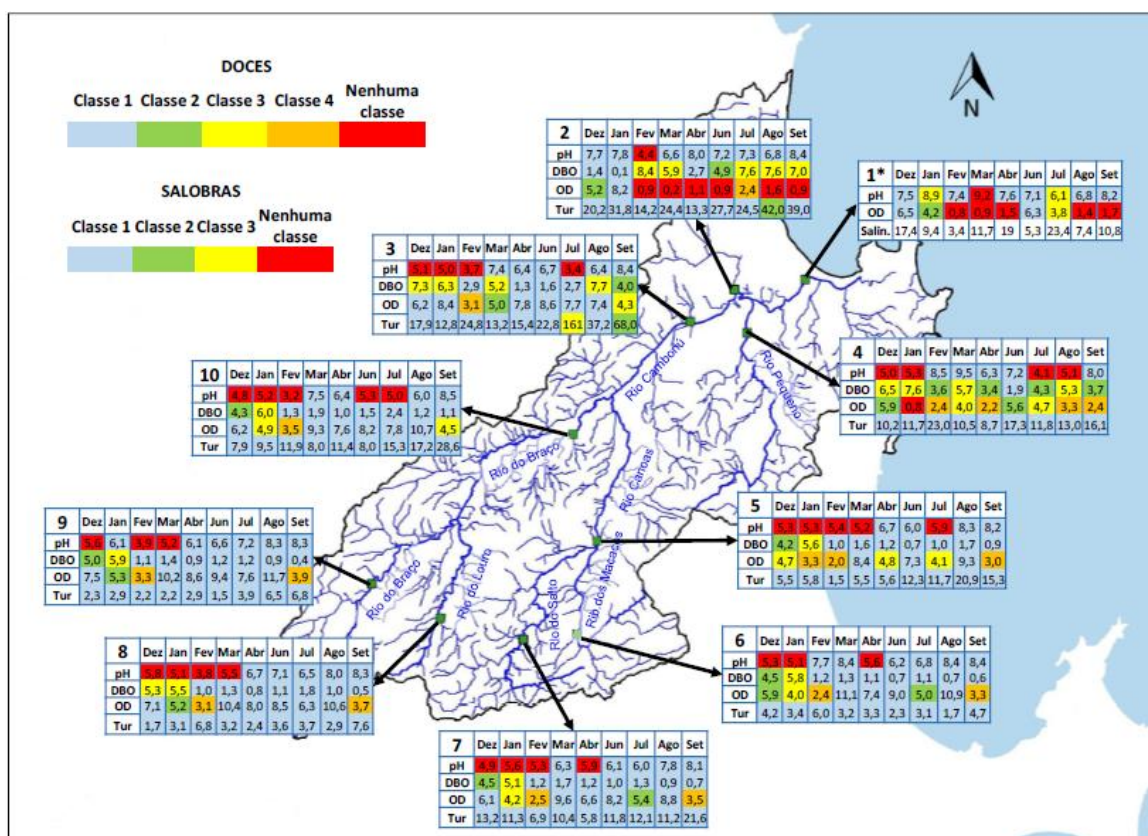
A concentração de coliformes termotolerantes aumentou de sentido montante-jusante. De forma geral todos os trechos amostrais não atenderam em pelo menos uma vez aos padrões da resolução CONAMA 357/2005 para classe 2. O ponto 8 (foz) não atendeu a quantidade de coliformes termotolerantes para nenhuma classe de rio.

A $\text{DBO}_{5,20}$ também apresentou um aumento de concentração sentindo montante-jusante. Trechos de água doce não atenderam aos padrões para classe 2 em pelo menos uma

vez no período de análise. O ponto 6 do Rio Camboriú apresentou OD que não atendeu aos padrões da resolução CONAMA 357/2005 para nenhuma classe, pois sempre estavam abaixo de 4 mg/L. Em relação ao ponto 4, somente os meses de junho e julho apresentaram concentrações de OD acima de 4 mg/L.

Foi realizada outra amostragem na UPG 7.2 por Silva (2015), entre dezembro de 2014 e setembro de 2015, em 10 pontos, para pH, OD, DBO_{5,20}, e turbidez (Figura 21).

Figura 21 - Resultado das amostragens mensais entre dezembro de 2014 e setembro de 2015 na UPG 7.2 - Camboriú



Legenda: * águas salobras.

Fonte: Santa Catarina (2017b) *apud* Silva (2015)

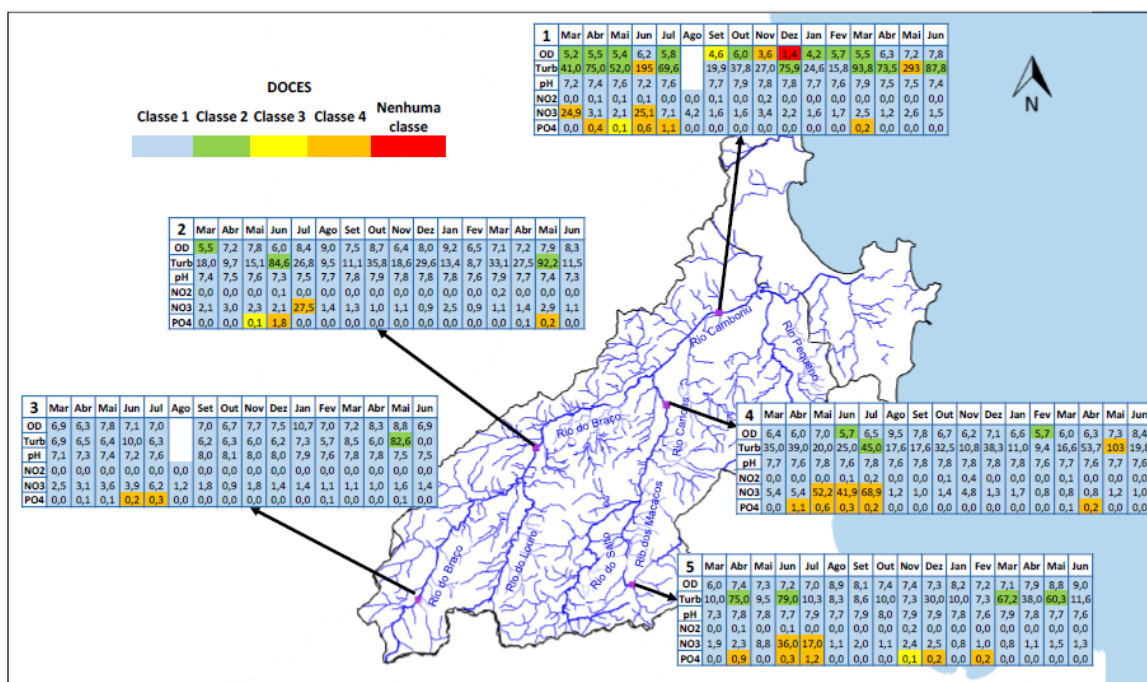
Os resultados de Silva (2015) apontaram concentrações elevadas de DBO_{5,20} nos pontos de regiões urbanas do Rio Camboriú e do Rio Pequeno, nos quais os pontos 2, 3 e 4 não atenderam aos padrões estabelecidos pela resolução CONAMA 357/2005 para classe 2.

Em relação ao OD, os pontos mais críticos estão localizados na região urbana (próximo a foz). Os pontos 1, 2 e 4 possuem valores de OD que não atendem aos padrões da CONAMA 357/2005 para nenhuma classe. Os trechos urbanos do Rio Camboriú, Rio Pequeno e confluência entre o Rio do Salto e o Ribeirão dos Macacos não atendem aos padrões de OD da CONAMA 357/2005 para rios de classe 2, na maior parte do período.

As regiões com menor pH são as regiões à montante (da barragem EMASA) e nos primeiros meses do ano. As regiões próximas a foz possuem um pH mais elevado, possivelmente devido às influências antrópicas e de lançamento de efluentes.

No período de março de 2014 a junho de 2015, a organização TNC realizou uma amostragem com frequência quinzenal em 5 pontos na área de abrangência, para análise dos parâmetros pH, OD, turbidez, NO_2^- , NO_3^- e PO_4^{3-} (Figura 22).

Figura 22 – Resultado das amostragens entre março de 2014 e junho de 2015 na UPG 7.2 – Camboriú



Fonte: Santa Catarina (2017b) apud TNC (2015)

Os resultados indicaram altas concentrações de nutrientes, em especial NO_3^- e PO_4^{3-} , entre junho e julho de 2014 nos cinco pontos amostrais. No Rio Camboriú, na região urbanizada, os valores de turbidez e OD ultrapassam o permitido para classe 2, CONAMA 357/2005, principalmente para setembro, novembro e dezembro.

A EMASA também disponibilizou dados mensais de 2005 a 2016 referentes à qualidade da água do ponto de captação da estação de tratamento de água (ETA) da EMASA no Rio Camboriú (Tabela 12). Limites de parâmetros físicos, químicos e biológicos foram ultrapassados em diversos momentos durante 2005 a 2016. Destacam-se os parâmetros: cor verdadeira, coliformes termotolerantes, OD, alumínio, cianeto, cloro, cobre, cromo, fenóis, ferro, fósforo total, manganês e sulfeto, com as piores condições.

Tabela 12 - Qualidade da água no ponto de captação de água bruta para a estação de tratamento. Valores médios anuais

Parâmetros de qualidade	Limite da Resolução Conama nº 357/2005 (Unidade)		Ano											
			2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
1,1- Dicloroetano	0,003	mg/L	NA	NA	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	NA	0,0002	0,001	0,2	NA	NA
2- Clorofenol	0,1	mg/L	< 0,1	< 1	NA	< 0,1	< 0,01	< 0,01	NA	0,05	0,1	0,5	0,01	NA
Alumínio	0,1	mg/L	0,1	0,055	15,0	2,1	0,4	0,0213	0,02	1,114	1,36	0,07	0,07	NA
Cádmio	0,001	mg/L	0,001	0,002	NA	< 0,0001	< 0,005	< 0,001	3,5333	0,0001	0,001	0,001	0,001	NA
Chumbo	0,01	mg/L	0,008	0,013	NA	< 0,0005	0,0071	0,1762	NA	0,001	0,032	0,01	0,01	NA
Cianeto	0,005	mg/L	< 0,004	< 0,004	2,71	0,025	0,02	3,0021	NA	0,001	0,01	0,03	0,003	NA
Cloro residual	0,01	mg/L	< 0,10	< 0,10	NA	0,16	1,2	0,01	0	0,01	0,1	0,02	0,12	NA
Cobalto	0,05	mg/L	< 0,005	0,012	NA	< 0,0001	< 0,01	0,08	0,6925	0,01	0,008	0,008	0,008	NA
Cobre	0,009	mg/L	0,02	0,061	0,51	0,56	0,0021	0,5805	0,1958	0,001	0,001	0,001	0,001	NA
Coliformes Termotolerantes	1000	UFC/100mL	90	1.400	NA	4.900	1.100	1.788	NA	623	140	40.000	4.400	NA
Cor verdadeira	75	mg/L	10	NA	413,1	932,800	681,49	394,72	477,97	71	178	420	947,5	522
Cromo	0,05	mg/L	0,043	0,037	0,03	0,063	0,06	0,7222	0,1767	0,003	0,03	0,03	0,03	NA
DBO5,20	5	mg/L	6	12	NA	13	1,0	3,4	NA	4,5	4,96	5	5	NA
Dibenzo (a,h) antraceno	0,05	mg/L	< 0,05	< 0,05	0,05	< 0,05	< 0,001	< 0,001	NA	0,002	0,001	0,1	0,1	NA
Fenóis	0,003	mg/L	< 0,001	0,002	0,4	0,432	< 0,001	16,286	0,3715	0,0009	0,06	0,255	0,002	NA
Ferro	0,3	mg/L	1,13	3,01	3,5	3,19	1,70	2,4381	2,773	1	1,402	1,521	0,832	NA
Fosfato	0,1	mg/L	NA	NA	11,20	10,75	15,50	6,3767	12,571	NA	NA	NA	NA	NA
Fósforo total	0,1	mg/L	0,13	0,12	0,0	0,01	2,30	3,95	10,979	0,062	0,43	24	0,2	NA
Manganês	0,1	mg/L	0,13	0,16	0,03	0,34	0,22	0,4525	0,1904	1	0,526	0,17	0,063	NA
Mercúrio	0,0002	mg/L	NA	< 0,00005	0,0003	< 0,0001	< 0,00005	< 0,0001	NA	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	NA
Nitrato	10	mg/L	0,026	0,23	40,37	0,5	0,86	1,63	1,07	8	10,15	0,88	0,47	NA
Nitritos	1	mg/L	0,3	0,046	0,02	1,470	0,36	0,28/7858	0,0089	0,042	0,35	0,16	0,01	NA
Oxigênio dissolvido	5	mg/L	< 10	8,7	5,3	4,1	4,41	3,168	4,6429	5,98	5,56	6,68	5,3	NA
pH	6 a 9	-	7,4	8,5	3,9	6,71	6,95	6,3388	6,185	6,45	6,62	6,82	6,769	6,97
Sulfeto	0,002	mg/L	NA	NA	0,23	<0,02	0,078	<0,001	NA	0,001	1,57	0,91	0,32	NA
Tolueno	2	mg/L	< 0,1	< 2	< 1	< 1	17,7	< 0,01	NA	0,002	0,1	0,1	0,1	NA
Tributilestanho	0,063	mg/L	NA	NA	<0,002	NA	<0,01	<0,01	NA	0,001	0,001	0,1	0,01	NA
Triclorobenzeno	0,02	mg/L	<0,002	<0,002	<0,002	<0,002	<0,001	<0,001	NA	0,02	0,02	0,01	1	NA
Trifluralina	0,2	mg/L	< 0,1	< 0,1	1	< 0,05	< 0,01	< 0,01	NA	0,02	0,02	0,01	NA	NA
Turbidez	100	mg/L	5,38	83	57,70	136,209	86,12	55,222	93,202	25	13,18	51	337	70,2
Zinco	0,18	mg/L	0,089	0,035	0,05	1,4	0,008	2,234	0,83	0,009	0,065	0,065	0,102	NA

Legenda: células em verde fora dos padrões estabelecidos na CONAMA 357/2005 – classe 2 (água doce).

Fonte: Santa Catarina (2017b) e EMASA (2016)

A EMASA também disponibilizou dados referentes à qualidade da água do ponto à montante do local de lançamento de efluentes da ETE, no Rio Camboriú (Tabela 13).

Tabela 13 - Qualidade da água à montante e à jusante do ponto de lançamento de efluentes domésticos da estação de tratamento

Parâmetro de qualidade	Unidade	Limites da Resolução CONAMA 357/2005	Set / 2014		Março / 2015		Out / 2015		Abr / 2016		Jun / 2016	
			Mont	Jus	Mont	Jus	Mont	Jus	Mont	Jus	Mont	Jus
Boro	mg/L	0,5000	0,070	0,070	0,070	0,070	0,365	0,780	2,224	4,305	0,090	0,780
Cianeto livre	mg/L	0,0010	0,010	0,010	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,003	0,100	0,003
Coliformes termotolerantes	UFC/100mL	2500	1.000.000	530.000	4.200	4.700	NA	NA	12.500	1.400	NA	NA
Fenóis	mg/L	0,0030	0,100	0,050	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Ferro total	mg Fe/L	0,3000	1,277	0,816	0,083	2,319	0,569	0,209	0,800	0,830	0,000	0,290
Fluoretos	mg F/L	1,4000	0,160	0,820	0,980	1,220	5,850	5,900	0,870	1,300	0,000	5,900
Fósforo total	mg/L	0,1860	0,290	0,070	0,060	0,210	0,140	0,140	0,140	0,140	0,010	0,140
Manganês total	mg Mn/L	0,1000	0,083	0,132	0,063	0,063	0,168	0,154	0,312	0,063	0,051	0,154
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	0,7000	1,000	2,000	2,100	4,200	1,200	1,300	2,100	1,500	1,000	1,300
Oxigênio Dissolvido	mg/L	4,0000	2,860	4,380	1,600	1,680	4,070	4,330	3,400	4,380	0,400	4,330
Sulfeto	mg/L	0,0020	0,300	0,300	0,050	0,320	1,100	1,100	0,005	0,002	0,500	1,100
Zinco	mg Zn/L	0,1200	0,065	0,065	0,065	0,065	0,084	0,065	0,208	0,065	0,045	0,065

Legenda: células em verde fora dos padrões estabelecidos na CONAMA 357/2005 – classe 2 (água doce).

Fonte: Santa Catarina (2017b) e EMASA (2016)

Como verificado na coloração das células, existem parâmetros inorgânicos, orgânicos e biológicos que não estão atendendo aos padrões da legislação. Destacam-se cianeto livre, coliformes termotolerantes, nitrogênio amoniacal e sulfeto, que apresentaram valores acima do permitido entre 2014 e 2016.

Analisando-se todos os dados disponíveis percebe-se que a região urbana (próximo a foz) é a mais afetada negativamente na qualidade dos cursos d'água, em termos de DBO_{5,20}, OD, coliformes termotolerantes e nutrientes, frequentemente não atendendo aos padrões estabelecidos na Resolução 357/2005 do CONAMA, para rios de classe 2.

3.4.4.2. Espacialização dos dados

A Tabela 14 apresenta os dados tabulares referente aos pontos de monitoramento da qualidade de água, conforme apresentado nas figuras a seguir, dos corpos hídricos superficiais da UPG 7.2 – Camboriú.

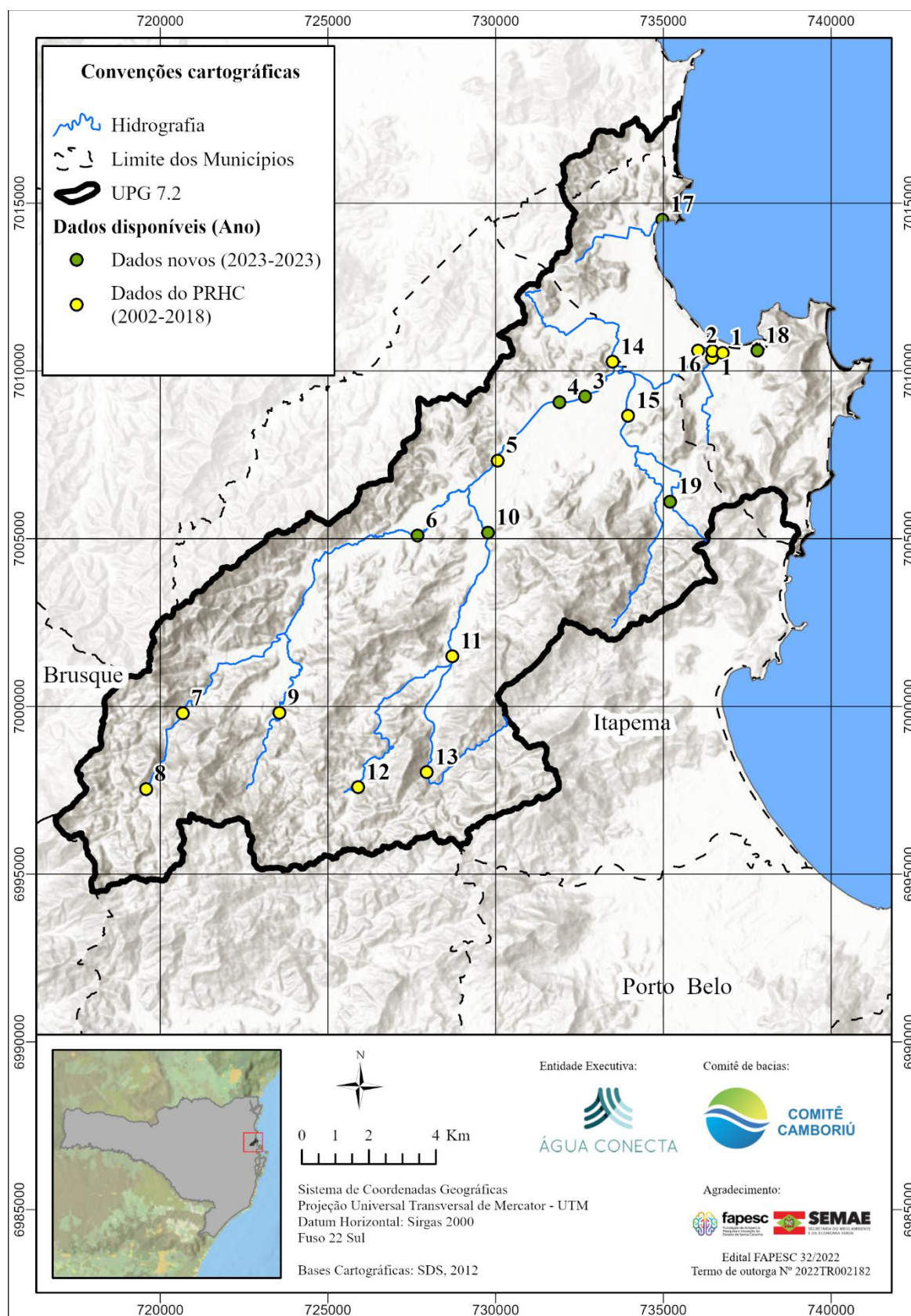
Tabela 14 - Descrição e localização dos pontos de monitoramento considerados na espacialização das informações de qualidade de água na UPG 7.2 - Camboriú

ID	Latitude (UTM)	Longitude (UTM)	Referência	Proveniência do dado
1a	736467,13	7010593,60	Extravasor - Montante	PRHC
1b	736767,45	7010538,48	Extravasor – Jusante	PRHC
2	736026,32	7010602,04	Rio Camboriú – BR 101	PRHC
3	732670,21	7009231,46	Rio Camboriú – Centro Camboriú	PRHC + QUALI
4	731898,00	7009060,00	Rio Camboriú – EMASA	PRHC + EMASA + ARESC
5	730064,00	7007325,00	Rio Camboriú – área rural	PRHC
6	727671,44	7005094,81	Rio do Braço	PRHC + ARESC
7	720679,36	6999792,10	Rio do Braço – Montante	PRHC
8	719585,00	6997542,00	Rio do Braço - Cabeceira	PRHC
9	723554,00	6999809,00	Rio do Louro	PRHC
10	729772,00	7005185,00	Rio Canoas	PRHC + ARESC
11	728708,00	7001493,00	Rio Canoas - Montante	PRHC
12	725903,00	6997589,00	Rio Caetés	PRHC
13	727947,96	6998036,20	Rio dos Macacos	PRHC
14	733487,23	7010269,89	Rio Peroba - Afluente	PRHC
15	733945,93	7008660,81	Rio Pequeno – Afluente	PRHC
16	736455,65	7010390,73	Canal Extravasor - EMASA	PRHC
17	734964,62	7014507,49	Rio Marambaia	UNIVALI
18	737808,93	7010600,08	Estuário Camboriú	UNIVALI
19	735202,5	7006107,79	Afluente do Rio Pequeno	Membro do Comitê

Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

A Figura 23 apresenta a síntese dos pontos de monitoramento (Tabela 14) onde foi possível obter informações referentes a qualidade da água para a UPG 7.2 – Camboriú, a partir de dados do PRHC e dados atualizados.

Figura 23 - Síntese dos dados de qualidade de água na UPG 7.2 - Camboriú



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

A Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina (ARESC) disponibilizou dados quinzenais de qualidade da água entre o período de agosto de 2019 a março de 2020, em quatro pontos da UPG 7.2 - Camboriú (P1 Captação de água, P2 Parque linear, P3 Rio Canoas e P4 Rio Braço) - Tabela 15, Tabela 16, Tabela 17, Tabela 18. Foram monitorados: Cloreto total, Clorofila A, Cor verdadeira, DBO_{5,20}, Fluoreto, Fósforo total, Manganês total, Nitrogênio Amoniacal, Nitrato, Nitrito, pH, Sólidos dissolvidos totais, Surfactantes, Turbidez, Coliformes termotolerantes (1000 UFC/100mL) e E. coli.

O P1 (Captação de Água) apresentou níveis de coliformes fecais superiores na maior parte do período amostral, para rios classe 2 – água doce. Outros parâmetros também não atenderam, pontualmente, aos padrões estabelecidos na resolução CONAMA nº 357/2005: DBO_{5,20}, P total, Mn.

O P2 apresentou alterações em relação a resolução CONAMA nº 357/2005 para rios classe 2 – água doce para os parâmetros: cor verdadeira, DBO_{5,20}, Mn, N amoniacal, coliformes termotolerantes e E. coli.

Já os pontos que estão localizados na região de cabeceira, como o P3 (Rio Canoas) e o P4 (Rio do Braço) também apresentam diversos parâmetros que não atendem à Resolução CONAMA 357/2005 para rios classe 2: DBO_{5,20}, P total, Mn, N amoniacal, coliformes termotolerantes e E. coli., possivelmente relacionados às atividades agrícolas na região, principalmente por meio de irrigação e áreas de pastagens.

Tabela 15 - Resultados dos ensaios realizados no P1 – Captação de Água

Data da coleta	Parâmetro									
	coliformes termotolerantes (1000 UFC/100mL)	<i>E. coli</i> (1000 UFC/100mL)	Cor verdadeira (PtCo)	DBO _{5,20°C} (mg/l)	Fósforo total (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Nitrogênio amoniacal total (mg/l)	pH	Sólidos dissolvidos totais (mg/l)
21/08/2019	1500	1500	67,4	3,94	0,08	1,98	0,067	1,26	6,87	52,9
04/09/2019	2500	2500	58,5	17,68	0,09	1,19	0,054	0,97		54
23/09/2019	3130	3130	72,8	3	0,08	1,48	<0,048	0,93	6,89	49,6
02/10/2019	1200	1200	43,1	15,98	0,05	1,08	<0,048	0,29	7,3	46,3
16/10/2019	1500	1500	56,1	6,79	0,09	1,52	0,054	1,07	6,85	58,6
30/10/2019	2500	2500	61,3	5,54	0,08	1,62	<0,048	0,84	7,02	48,5
20/11/2019	3000	3000	45,8	<1,30	0,06	0,72	<0,048	0,62	7,31	46,6
27/11/2019	3700	3700	50,3	<1,30	0,08	<0,3	0,052	0,61	7,03	41,1
11/12/2019	800	800	33	<1,30	0,09	0,59	<0,048	0,92	6,84	50,2
26/12/2019	5000	5000	31,9	7,29	0,06	0,55	<0,048	0,48	7,15	48,5
08/01/2020	3	3	42,7	3,71	0,06	1,09	<0,048	0,63	6,92	42,5
22/01/2020	180000	180000	30,9	5,76	0,07	1,02	<0,048	0,55	6,7	52,8
12/02/2020	400	400	40,3	<1,30	0,11	0,85	<0,048	0,24	6,7	43,6
19/02/2020	5000	5000	69,1	6,3	0,13	1,73	<0,048	0,59	6,87	39,7
04/03/2020	2390	2390	46,6	4,14	0,08	0,86	<0,048	0,45	6,68	44,2

Legenda: células em verde fora dos padrões estabelecidos na CONAMA 357/2005 – classe 2 (água doce).

Fonte: ARESC (2020)

Tabela 16 - Resultados dos ensaios realizados no P2 – Parque Linear

Data da coleta	Parâmetro									
	coliformes termotolerantes (1000 UFC/100mL)	<i>E. coli</i> (1000 UFC/100mL)	Cor verdadeira (PtCo)	DBO _{5,20°C} (mg/l)	Fósforo total (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Nitrogênio amoniacoal total (mg/l)	pH	Sólidos dissolvidos totais (mg/l)
21/08/2019	20	20	83,1	5,4	0,06	1,17	<0,048	4,56	7,46	50
04/09/2019	27	27	78	9,04	0,04	0,9	<0,048	0,41		51,8
23/09/2019	500	500	115,8	5	0,08	2,9	0,068	1	6,99	38,1
02/10/2019	135	135	84,2	7,9	0,08	2,23	<1,048	0,38	7,19	48,4
16/10/2019	300	300	73	5,95	0,08	2,01	<1,048	0,56	7,07	53,9
30/10/2019	100	100	51,9	5,12	0,04	1,09	<1,048	0,38	7,62	51,3
20/11/2019	100	100	66,8	<1,30	0,069	<0,3	<1,048	0,36	7,73	41,2
27/11/2019	200	200	40,5	<1,30	0,08	<0,3	<1,048	11,93	7,14	45,4
11/12/2019	60	60	27,3	2,72	0,07	<0,3	<1,048	0,42	7,18	47,3
26/12/2019	7800	7800	33,4	6,91	0,05	0,41	<1,048	0,24	7,39	46,1
08/01/2020	6	6	52,4	11,07	0,08	1,46	<0,048	0,67	7,82	34,6
22/01/2020	100	100	35,7	<1,30	0,06	1,04	<0,048	0,34	6,71	48,2
12/02/2020	180	180	52,2	9,84	0,12	1,33	<0,048	0,59	6,55	32,4
19/02/2020	100	100	39,5	9,15	0,07	1,2	<0,048	0,29	7	42,3
04/03/2020	115	115	25,8	3,61	0,04	0,37	<0,048	0,15	6,82	44,4

Legenda: células em verde fora dos padrões estabelecidos na CONAMA 357/2005 – classe 2 (água doce).

Fonte: ARES (2020)

Tabela 17 - Resultados dos ensaios realizados no P3 – Rio Canoas

Data da coleta	Parâmetro									
	coliformes termotolerantes (1000 UFC/100mL)	<i>E. coli</i> (1000 UFC/100mL)	Cor verdadeira (PtCo)	DBO _{5,20°C} (mg/l)	Fósforo total (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Nitrogênio amoniacoal total (mg/l)	pH	Sólidos dissolvidos totais (mg/l)
21/08/2019	150	150	60,7	9,91	0,04	0,85	<0,048	0,42	7,54	50,5
04/09/2019	159	159	49,9	10,08	0,35	0,87	<0,048	0,39		53,6
23/09/2019	380	380	59,5	5	0,05	1,39	<0,048	0,52	7,2	53,1
02/10/2019	1000	1000	60,2	10,25	0,05	1,31	<0,048	0,82	7,21	67,1
16/10/2019	700	700	48,1	3,06	0,05	1,45	<0,048	0,44	7,35	51,6
30/10/2019	300	300	55,7	3,77	0,04	0,96	<0,048	0,43	7,27	50,2
20/11/2019	300	300	44,4	<1,3	0,04	0,7	<0,048	0,44	7,26	50,2
27/11/2019	4200	4200	43	<1,3	0,08	<0,3	<0,048	4,82	7,12	42,2
11/12/2019	800	800	41,5	<1,3	0,04	0,42	<0,048	0,3	7,34	47,9
26/12/2019	6200	6200	39,4	4,41	0,04	0,58	<0,048	0,21	7,3	50,4
08/01/2020	3300	3300	39,4	<1,3	0,05	1,23	<0,048	0,66	7,24	46,6
22/01/2020	3500	3500	37,6	4,34	0,06	0,82	<0,048	0,31	7,35	59,2
12/02/2020	700	700	37,7	<1,3	0,1	0,89	<0,048	0,23	6,77	45,3
19/02/2020	500	500	43,9	14,24	0,1	1,5	<0,048	0,87	7,16	43,6
04/03/2020	1170	1170	39	3,46	0,08	0,83	<0,048	0,32	6,82	44,7

Legenda: células em verde fora dos padrões estabelecidos na CONAMA 357/2005 – classe 2 (água doce).

Fonte: ARESC (2020)

Tabela 18 - Resultados dos ensaios realizados no P4 – Rio do Braço

Data da coleta	Parâmetro									
	coliformes termotolerantes (1000 UFC/100mL)	<i>E. coli</i> (1000 UFC/100mL)	Cor verdadeira (PtCo)	DBO _{5,20°C} (mg/l)	Fósforo total (mg/l)	Nitrato (mg/l)	Nitrito (mg/l)	Nitrogênio amoniacoal total (mg/l)	pH	Sólidos dissolvidos totais (mg/l)
21/08/2019	580	580	65,5	3,24	0,02	0,76	<0,048	0,34	4,63	39,7
04/09/2019	1900	1900	47,6	6,94	0,02	0,79	<0,048	0,35		38,9
23/09/2019	1180	1180	73,4	15	0,04	1,4	<0,048	0,58	7,13	37,5
02/10/2019	1600	1600	57,2	12,46	0,08	1,66	<0,048	1,08	6,24	60,9
16/10/2019	1300	1300	47,8	2,27	0,04	1,14	<0,048	0,56	7,32	41,4
30/10/2019	1200	1200	67,2	3,58	0,09	1,24	<0,048	0,92	7,26	40,8
20/11/2019	1000	1000	49,1	<1,3	0,03	0,5	<0,048	0,37	7,08	36,8
27/11/2019	700	700	45,6	5,61	0,08	<0,3	<0,048	7,18	6,58	32,2
11/12/2019	500	500	32,9	<1,3	0,04	0,51	<0,048	0,37	7,02	35
26/12/2019	8200	8200	42,9	12,84	0,02	0,336	<0,048	0,17	7,31	35,8
08/01/2020	2	2	39,7	7,48	0,04	0,87	<0,048	0,36	6,75	35
22/01/2020	2000	2000	24,8	<1,3	0,04	0,98	<0,048	0,23	7,47	41,7
12/02/2020	240	240	35	5,43	0,1	0,73	<0,048	0,15	6,72	32,7
19/02/2020	900	900	55	5,75	0,1	1,09	<0,048	0,38	7,03	33,2
04/03/2020	620	620	35,5	<1,3	0,04	0,58	<0,048	0,21	6,91	34,2

Legenda: células em verde fora dos padrões estabelecidos na CONAMA 357/2005 – classe 2 (água doce).

Fonte: ARESC (2020)

O Governo do Estado de Santa Catarina possui coletas trimestrais de qualidade de água por meio do Programa Qualiágua-SC. O ponto localiza-se a jusante do barramento da EMASA (Figura 23) e há informações disponíveis entre março de 2020 e dezembro de 2022 (Santa Catarina, 2023).

Tabela 19 - Dados de qualidade de água do Programa Qualiágua-SC para a UPG 7.2 - Camboriú

Ano	2020				2021				2022				VMP
Meses	03	06	09	12	03	06	09	12	03	06	09	12	mg/l
Coli*	3300	940	4100	1100	7000	240000	92000	14000	32000	21000	16000	24000	1000
Cl ⁻	243,55	891,155	10,6	6,03	6,5	42,44	14,86	960,75	1220,28	21,69	180,4	22,49	250
DBO _{5,20}	< 4	< 4	4,23	< 4	< 4	6,91	< 4	4,2	4,62	< 1,5	< 1,5	< 1,5	5
Pt	0,303	0,03	0,03	0,03	0,14	0,19	0,095	0,097	0,2	0,18	0,09	0,09	0,1
NO ₃ ⁻	0,206	6,46	0,578	0,129	0,235	0,06	0,06	0,474	1,65	1,26	0,45	1,45	10
NH ₄ ⁺	2,3	7,89	0,5	0,3	0,3	1,04	1,89	2,56	4,77	0,73	2,16	0,15	3,7
pH	6,75	7,24	7,43	7,55	6,74	6,65	7,24	7	7,05	6,73	7,14	6,67	6 a 9
OD	1,3	6,2	8	7,5	6,9	7,4	4,4	5,8	3,1	5,19	6,51	5,7	5
Turb.	19,5	22,8	117	40,2	249	15	26	9,2	14	39	37	10	100

Legenda: *coliformes termotolerantes: NMP/100 ml.

Fonte: Santa Catarina (2022)

A EMASA forneceu dados atualizados de monitoramento semanal da água bruta para o período de dezembro de 2020 até janeiro de 2023, para os parâmetros condutividade elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}^2$), cor aparente (uH), DBO (mg/L de O₂), DQO (mg/L), OD (mg/L), Fe total (mg/L), P total (mg/L), Mn total (mg/L), pH, turbidez (NTU), carbono orgânico total (COT) (mg/L), potencial Redox (mV), N-NH₃ (mg/L).

Na Tabela 20 é apresentada a síntese da caracterização hidroquímica da água superficial dos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú. 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 20 - Caracterização hidroquímica das águas superficiais dos pontos de monitoramento considerados na espacialização das informações de qualidade de água na UPG 7.2 – Camboriú

ID	Referência Unidade	OD	DBO _{5,20}	NO ₃ ⁻	Pt	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	pH	Colif. NMP/ 100 mL	Salin. ‰
mg/L										
1a	Extravasor - Jusante	4,33	-	-	0,14	1,50	-	-	4700	-
1b	Extravasor - Montante	2,86	-	-	0,14	1,20	-	-	12500	-
2	Rio Camboriú - BR 101	2,75	-	0,10	0,07*	0,20	0,20	7,40	-	10,80
3	Rio Camboriú - Centro	6,20	4,00	0,30	0,10	0,50	-	7,03	22500	-
4	Rio Camboriú - EMASA	6,68	1,40	1,20	0,07	0,57	-	6,96	1540	-
5	Rio Camboriú - Área Rural	7,50	1,60	0,20	0,03*	-	0,10	-	850	-
6	Rio do Braço	7,60	3,24	0,59	0,04	0,29	-	6,80	900	0,20
7	Rio do Braço - Montante	7,60	1,20	0,45	0,05	0,20	-	6,60	-	-
8	Rio do Braço - Cabeceira	7,00	1,50	-	-	-	-	7,60	-	-
9	Rio do Louro	8,00	1,10	0,25	0,03*	0,10	0,10	6,70	-	-
10	Rio Canoas	6,55	3,77	1,2	0,02*	0,43	0,05	7,6	700	-
11	Rio Canoas - Montante	7,15	1,4	0,1	0,02*	0,2	0,05	6	1130	-
12	Rio Caetés	6,6	1,2	-	0,03*	-	0,10	6,1	-	0,02
13	Rio dos Macacos	7,4	1,1	1,7	0,02*	-	0,05	7,7	-	-
14	Rio Peroba - Afluente	1,15	7,60	0,10	0,23*	0,60	0,70	7,20	162315	-
15	Rio Pequeno - Afluente	3,55	6,10	0,20	0,13*	0,40	0,40	6,30	64925	-
16	Extravasor	3,10	-	0,40	11,2	-	-	7,00	-	0,4
17	Rio Marambaia	-	2,99	-	0,305	-	-	7,28	2400	-
18	Estuário	-	-	-	0,26*	-	0,80	-	-	25,4
19	Afluente do Rio Pequeno	4,00	2,00	0,57	0,06	2,81	-	6,81	1950	-

Legenda: ID: identificador; Referência: nomenclatura de referência; OD: Oxigênio Dissolvido; DBO_{5,20}: Demanda Bioquímica de Oxigênio; NO₃⁻: nitrato; Pt: Fósforo total; pH: potencial hidrogênio; Colif: coliformes termotolerantes; NH₄⁺: nitrogênio amoniacal; PO₄³⁻: fosfato; Salin.: Salinidade; -: sem dados.
*valores obtidos através da transformação do fosfato (PO₄³⁻) para fósforo total (Pt).

Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

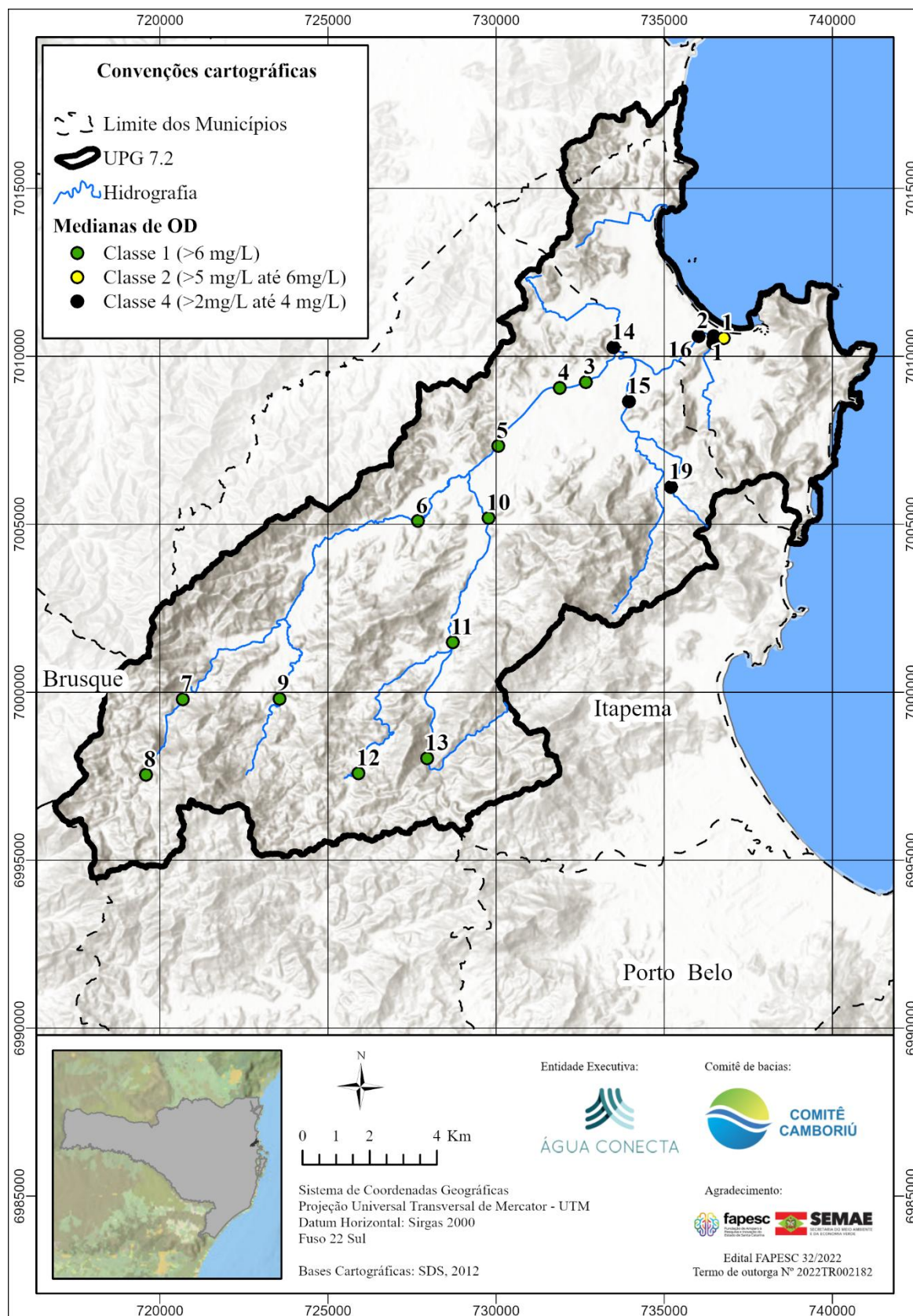
3.4.4.3. Situação atual – água doce

Foram selecionados 05 parâmetros de qualidade da água para realizar o diagnóstico da qualidade da água da UPG 7.2 – Camboriú, sendo eles: oxigênio dissolvido (OD), demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20}), fósforo total (Pt), nitrato (NO₃⁻), e coliformes termotolerantes. Esses parâmetros foram selecionados considerando a importância para 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). Nos casos de Limite de Quantificação (LQ), foi adotada a metade do LQ.

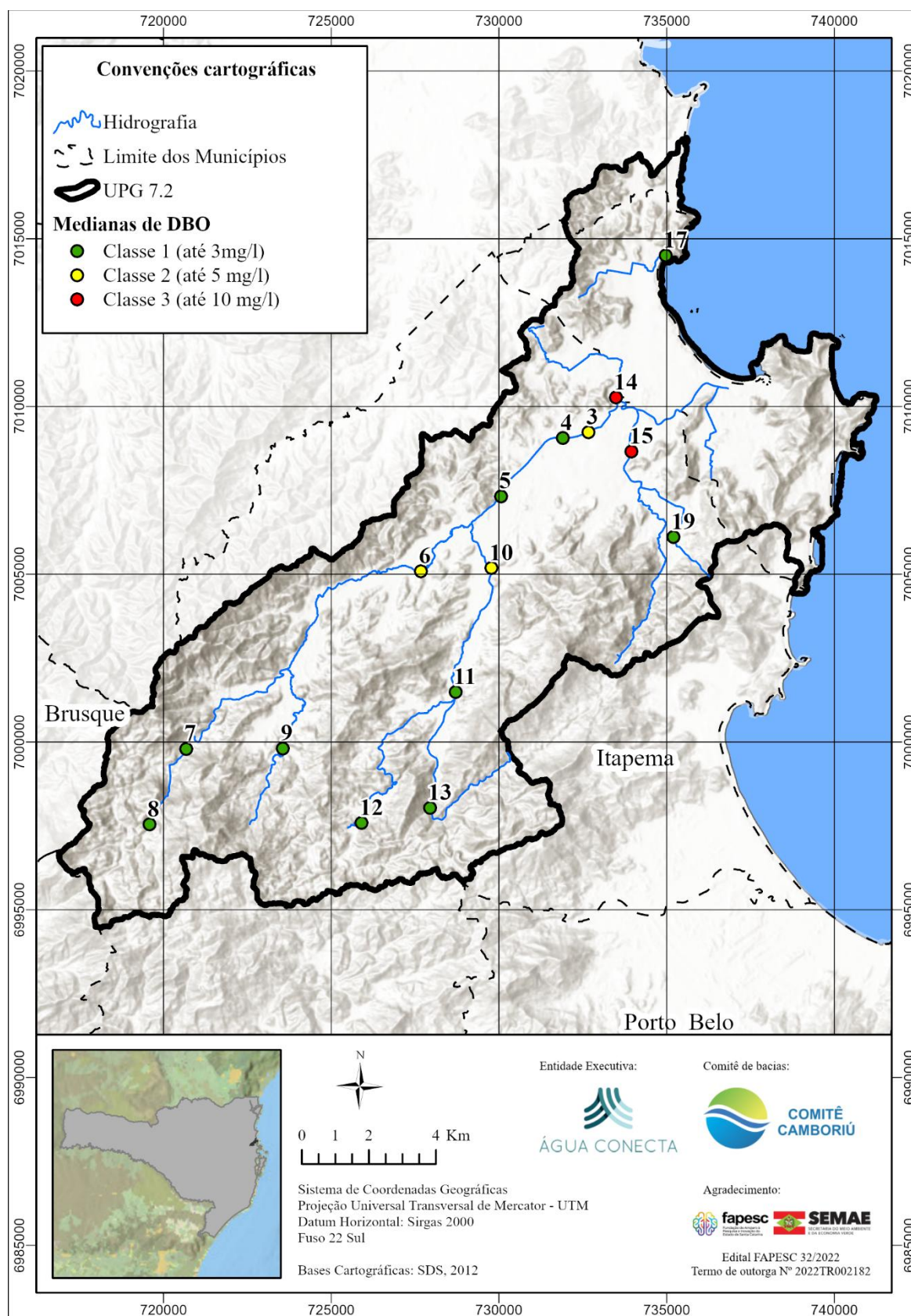
Nas Figura 24, Figura 25, Figura 26, Figura 27, Figura 28 e Figura 29 são demonstradas a situação atual para OD, DBO_{5,20}, PT, nitrato, nitrogênio amoniacal e coliformes termotolerantes, respectivamente. Estes resultados apresentam a **mediana da situação atual** por parâmetro e as Classes 1 (verde), 2 (amarelo), 3 (vermelho) e 4 (preto) de enquadramento da Resolução CONAMA 357/2005.

Figura 24 – Síntese dos dados de Oxigênio Dissolvido na UPG 7.2 - Camboriú



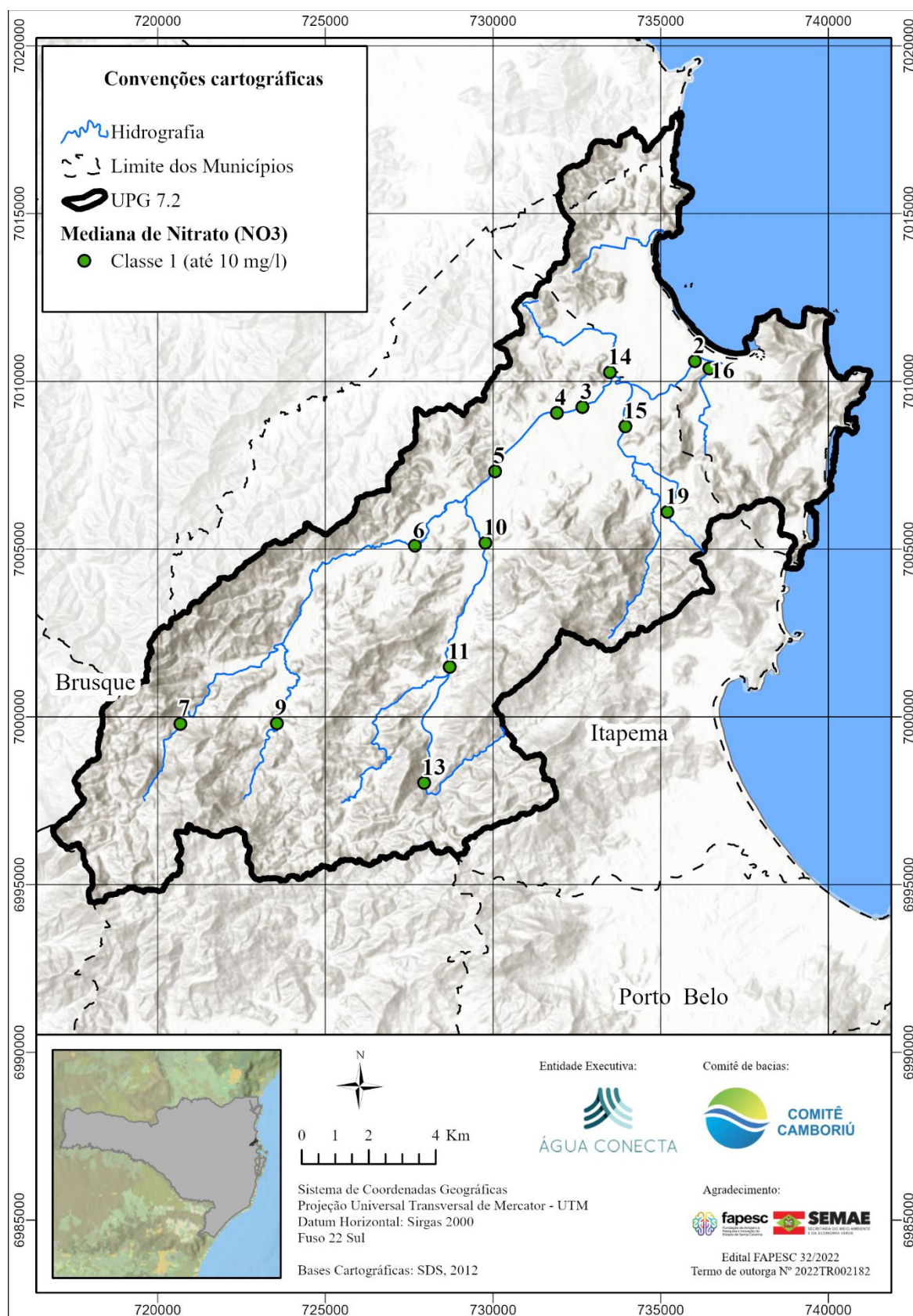
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 25 – Síntese dos dados de Demanda Bioquímica de Oxigênio na UPG 7.2 - Camboriú



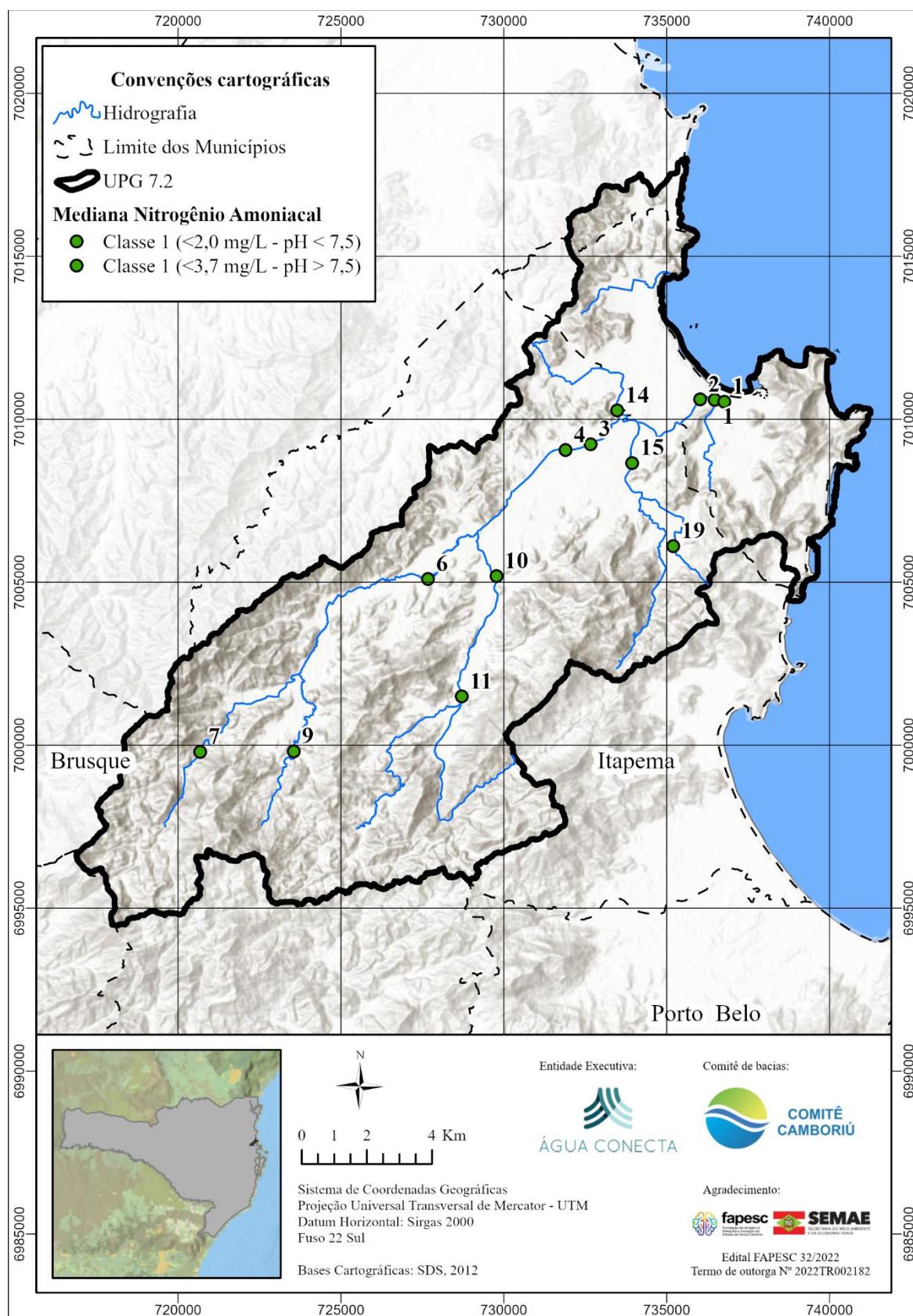
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 26 – Síntese dos dados de Nitrato (NO_3^-) na UPG 7.2 - Camboriú



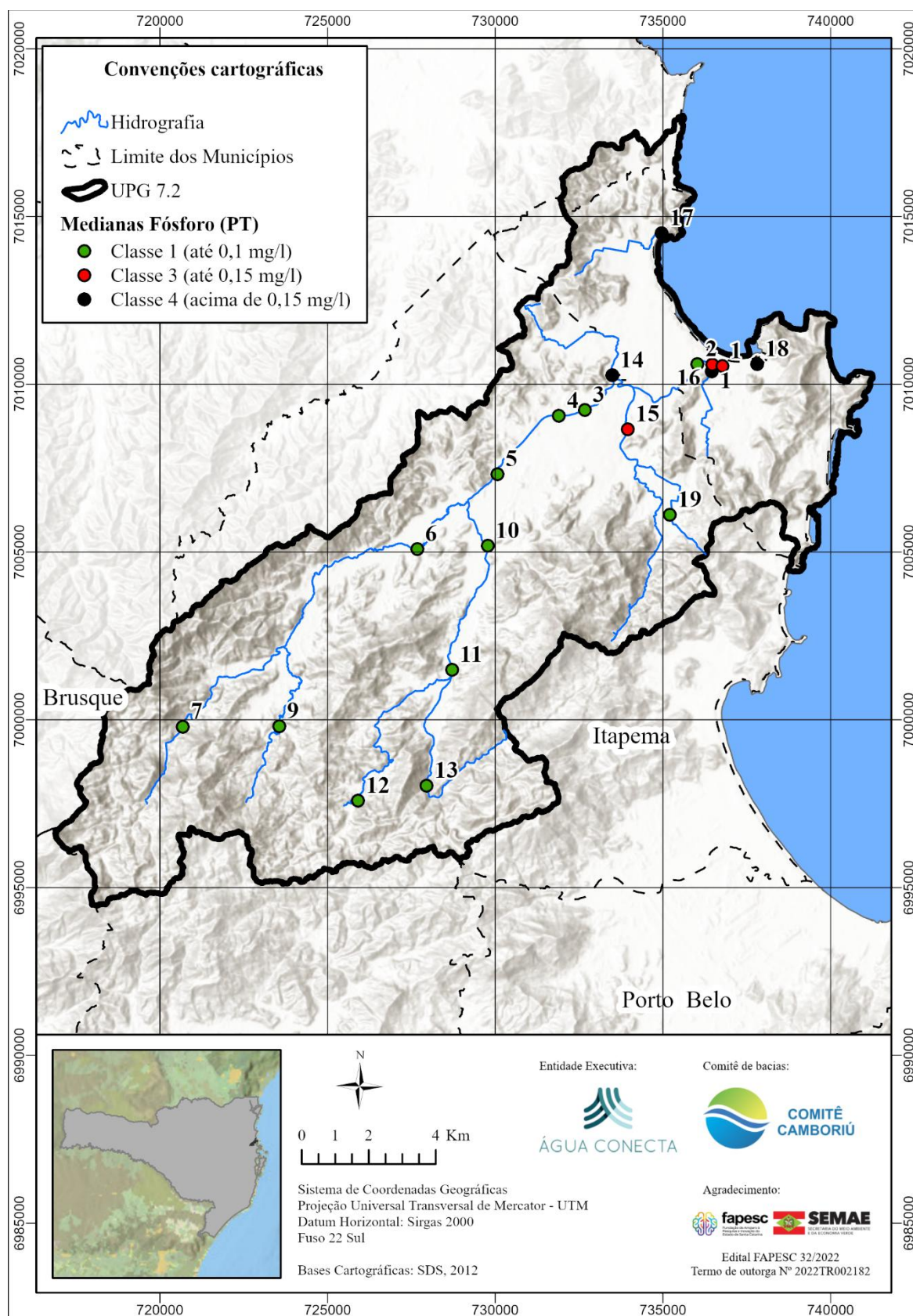
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 27 – Síntese dos dados de Nitrogênio Amoniacal na UPG 7.2 - Camboriú



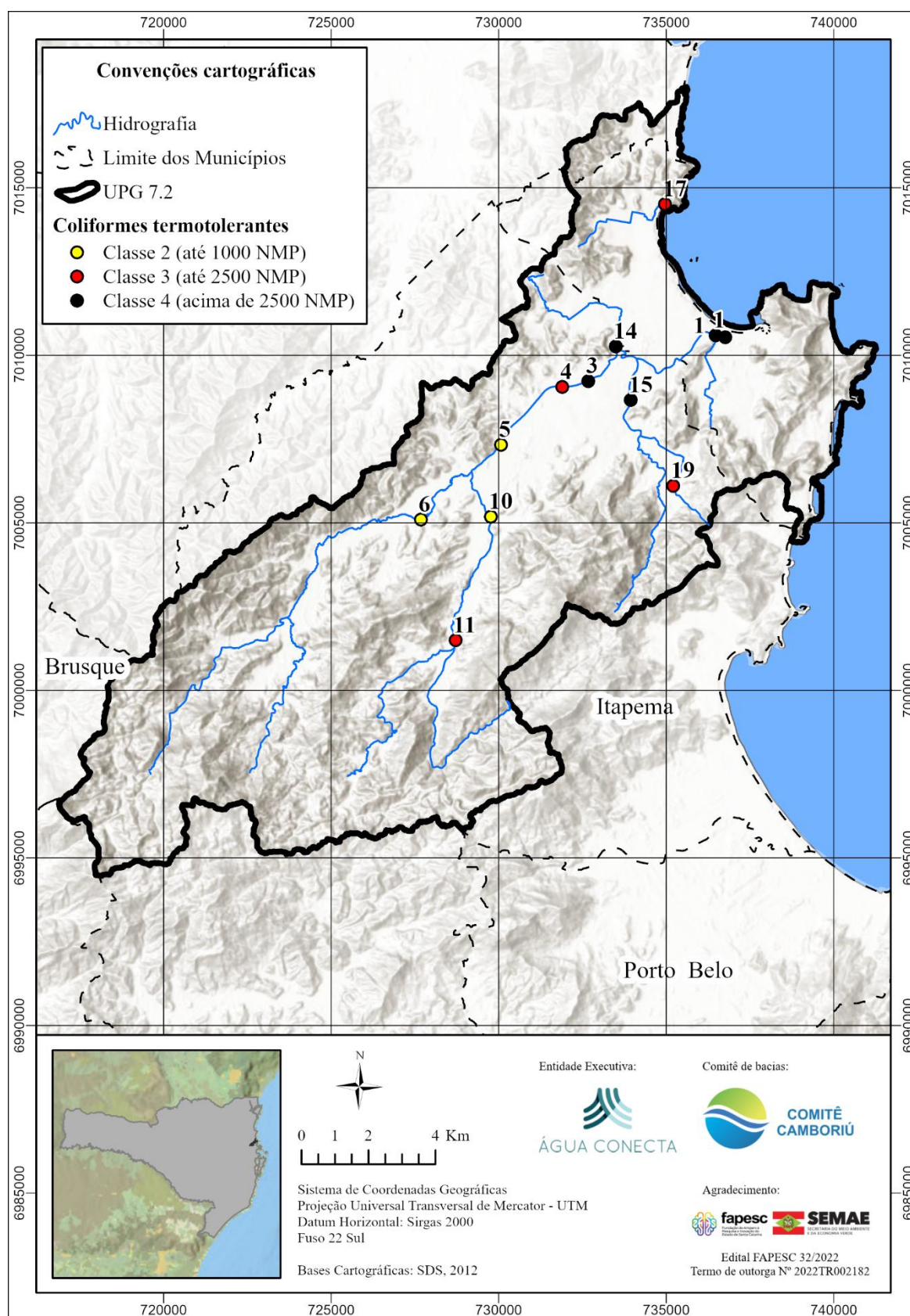
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 28 – Síntese dos dados de Fósforo Total (Pt) na UPG 7.2 - Camboriú



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 29 – Síntese dos dados de coliformes termotolerantes na UPG 7.2 - Camboriú



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Em relação ao OD, percebe-se que os maiores problemas estão nos rios da planície costeira e próximo a adensamento urbano (Figura 24 e Figura 30). O mesmo acontece em relação a $DBO_{5,20}$, nas planícies costeiras e próximos a adensamentos urbanos (Figura 25 e Figura 31), sendo que, possivelmente a origem da poluição por $DBO_{5,20}$ ocorre pela presença de esgoto sanitário não tratado.

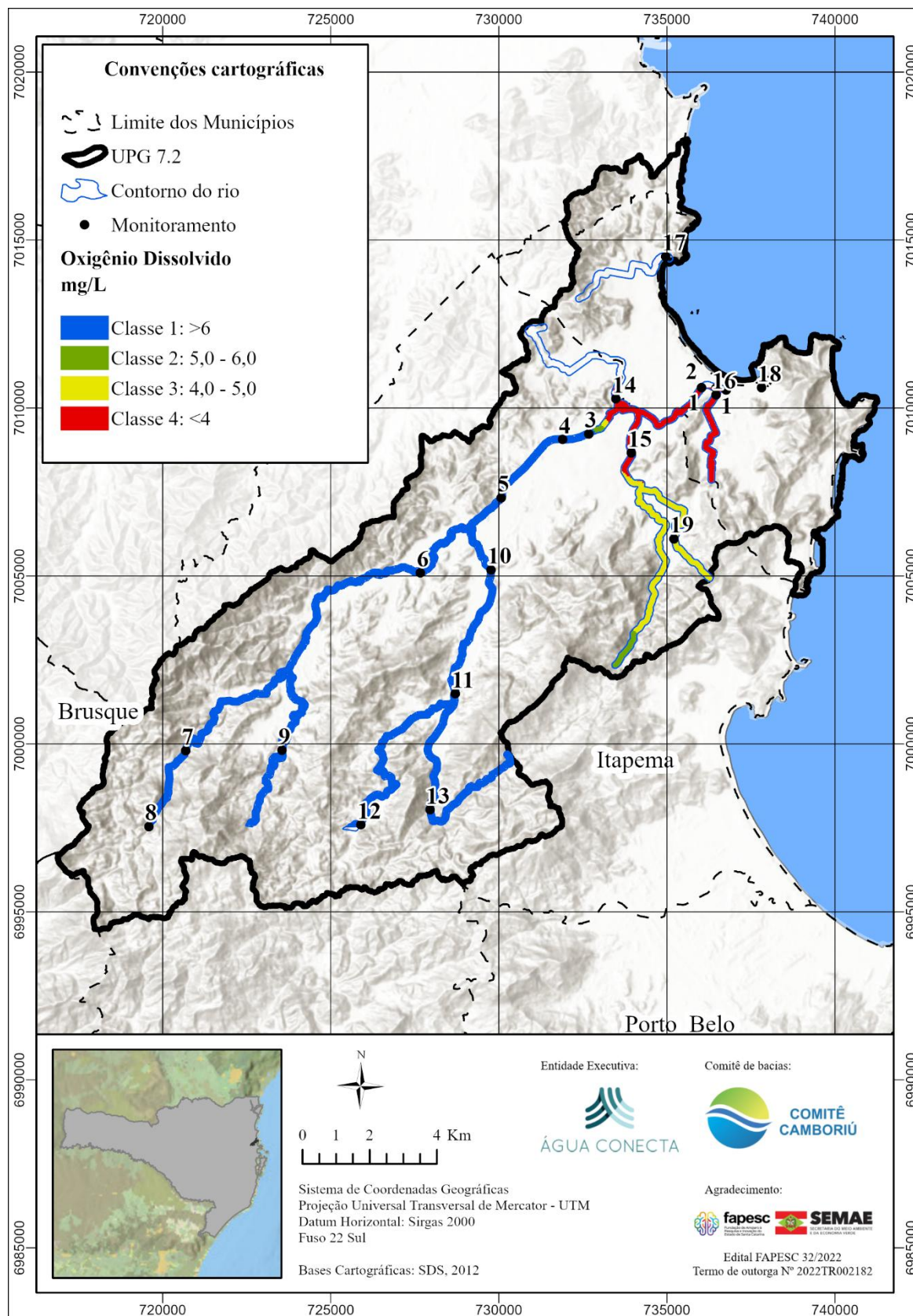
O nitrato (NO_3^-) não apresentou problemas referente aos pontos de monitoramento na UPG 7.2 – Camboriú (Figura 26 e Figura 32). Em relação ao fósforo total (Pt), houve ocorrência de maiores concentrações nas partes baixas e de maior adensamento urbano, possivelmente oriundo de esgoto sanitário não tratado; assim como em pontos de cabeceira, como é o caso no Rio Caetés, Figura 28 e Figura 34, possivelmente relacionado à atividades de agricultura e pecuária. O fósforo, comumente é utilizado como fertilizante, podendo ser lixiviado para água superficiais. O fósforo como fertilizante aparece tanto de fonte orgânica como aplicação de dejetos de animais, como de fontes inorgânicos oriundos de adubos fertilizantes do tipo NPK.

Em relação aos coliformes termotolerantes, há problemas com concentrações acima de 1000 NMP/100mL de forma quase que distribuída na UPG 7.2 - Camboriú, Figura 29 e Figura 35. A problemática relacionada aos coliformes termotolerantes, geralmente é relacionada a falta de tratamento de esgoto sanitários, especialmente em áreas mais urbanizadas. Na região central, de confluência dos Rios do Braço e Canoas, o problema é proporcionalmente menor, possivelmente pela maior vazão. Nas áreas rurais, a presença de coliformes termotolerantes, pode estar relacionada ao manejo inadequado dos dejetos de origem animal, somado à sistemas de tratamento individual de esgoto, sem a devida manutenção ou lançamento de efluentes *in natura* nos corpos hídricos superficiais.

Abaixo, na Figura 30, Figura 31, Figura 32, Figura 33, Figura 34 e Figura 35, foi demonstrada a espacialização (interpolação pelo método do inverso quadrado da distância – IDW citado na metodologia) da situação atual para OD, $DBO_{5,20}^C$, Pt, nitrato, nitrogênio amoniacal e coliformes termotolerantes, respectivamente.

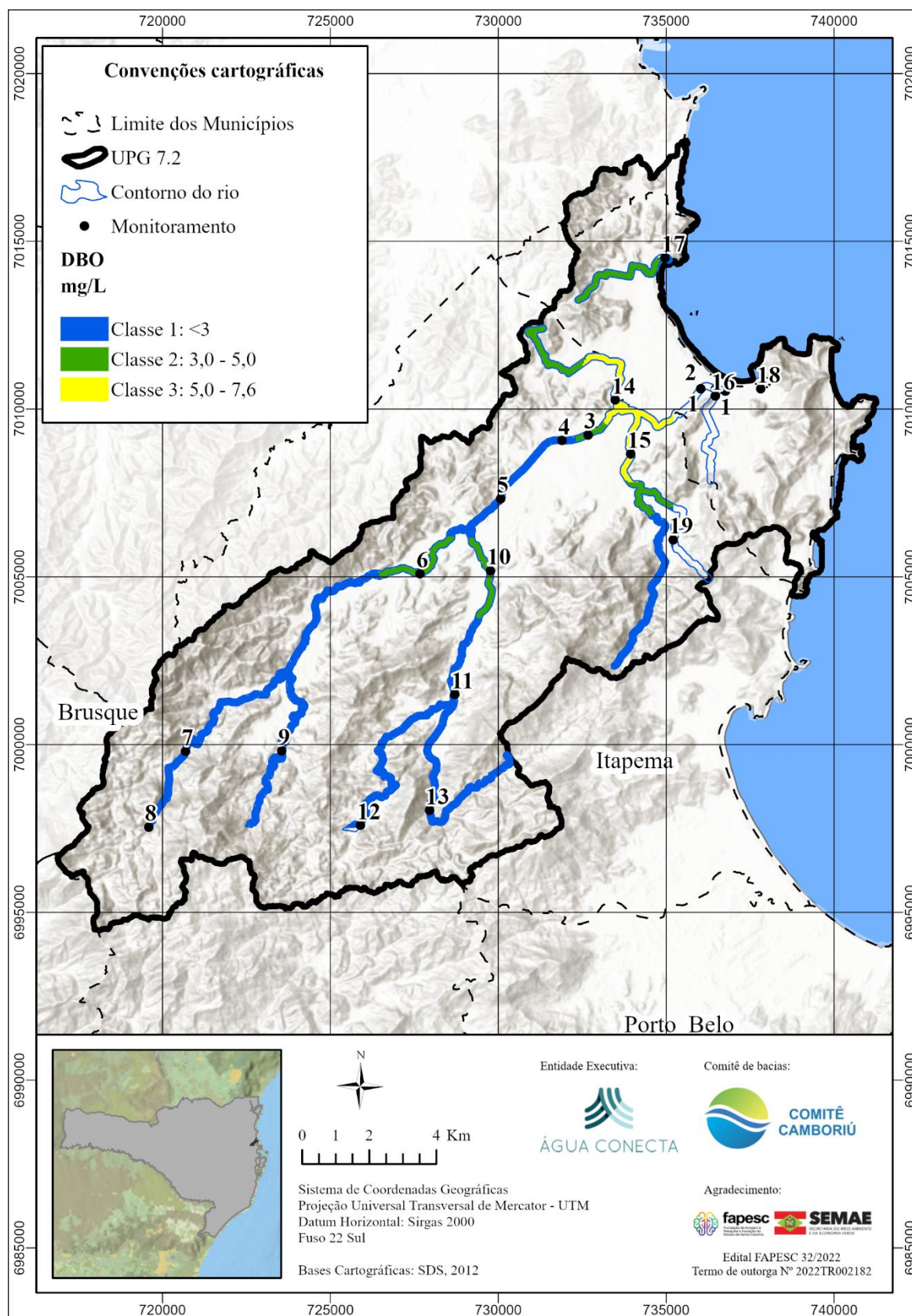
Cabe informar que mapas de interpolação são meramente ilustrativos e foram gerados para melhorar a visualização (temática) das informações. No entanto, recomenda-se que a avaliação seja realizada pontualmente, onde existem dados de qualidade da água. Assume-se que esta técnica, pode introduzir vieses 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. Ressalta-se a importância da realização do monitoramento de qualidade da água continuado no maior número possível de cursos d'água.

Figura 30 – Interpolação (IDW) das concentrações de Oxigênio Dissolvido nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú



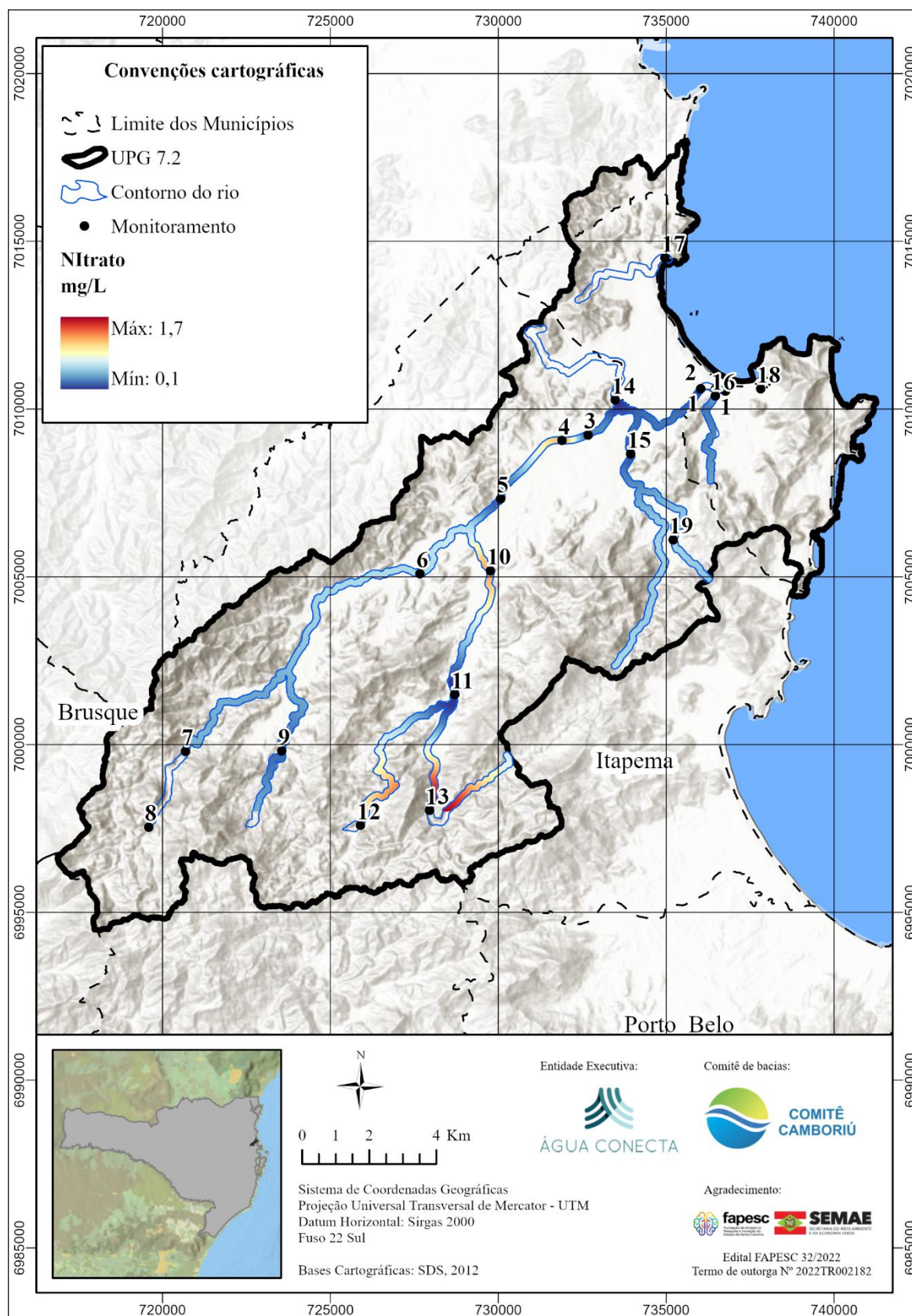
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 31 - Interpolação (IDW) das concentrações de Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú



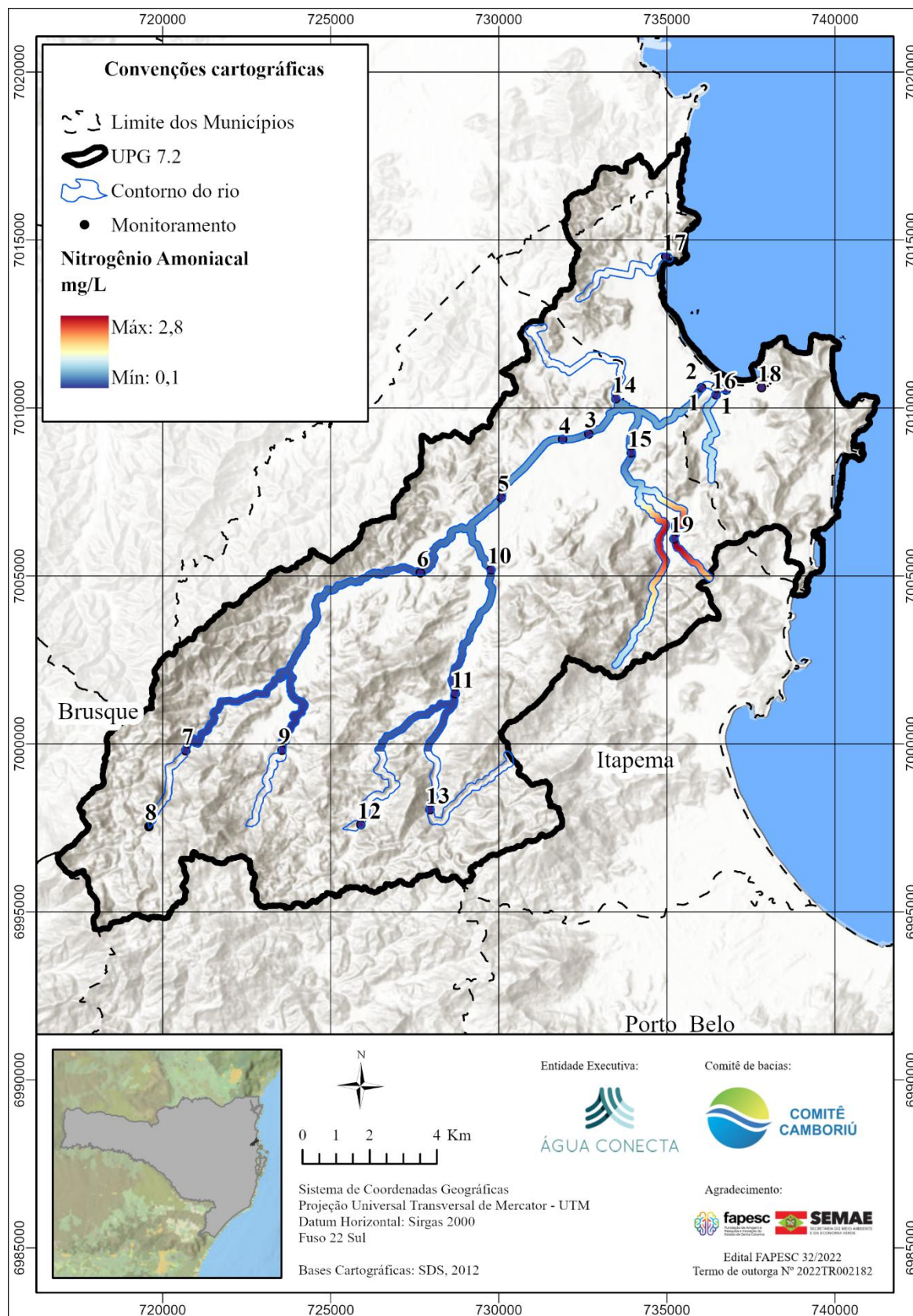
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 32 - Interpolação (IDW) das concentrações de Nitrato (NO_3^-) nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú



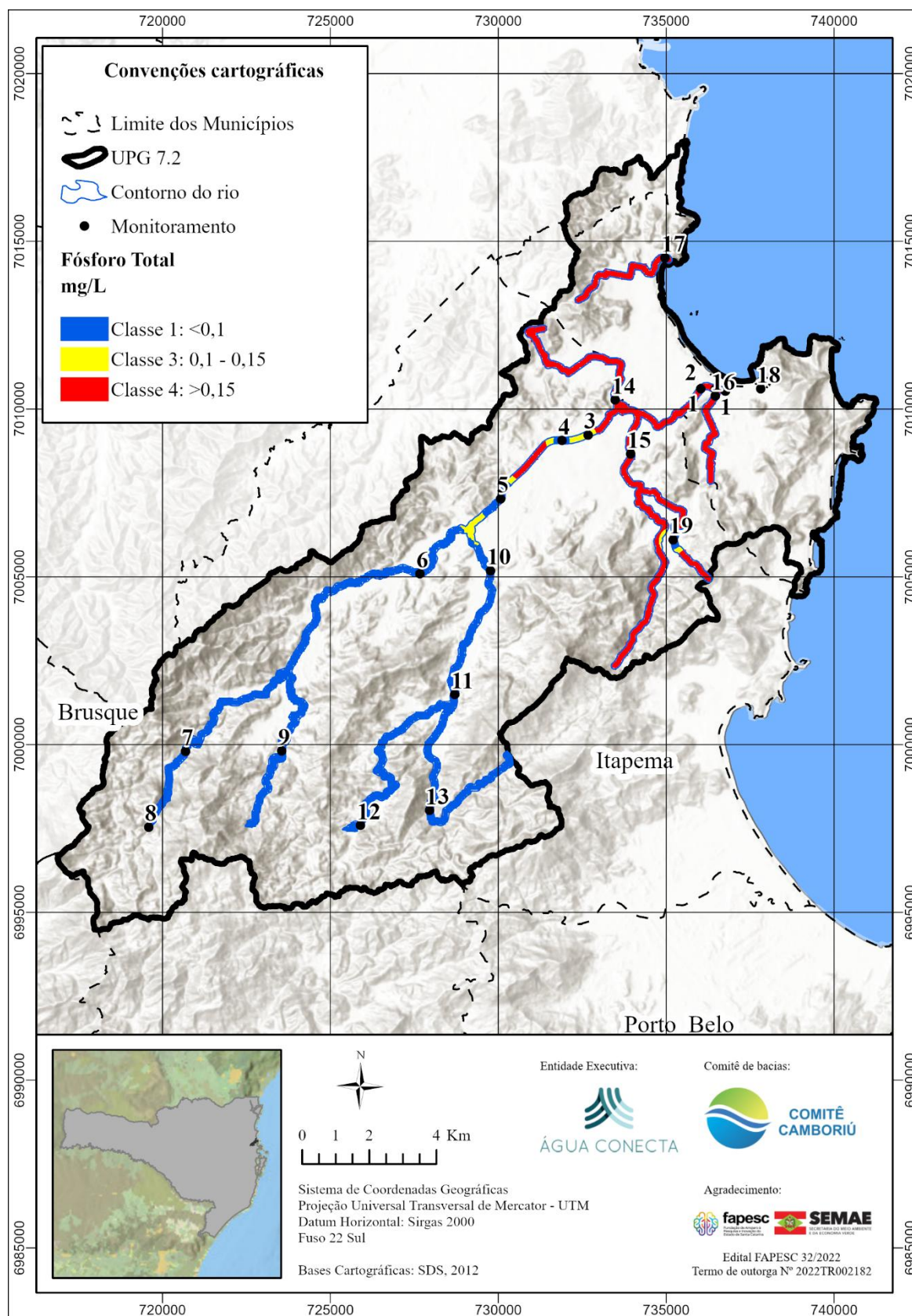
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 33 - Interpolação (IDW) das concentrações de Nitrogênio Amoniacal nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú



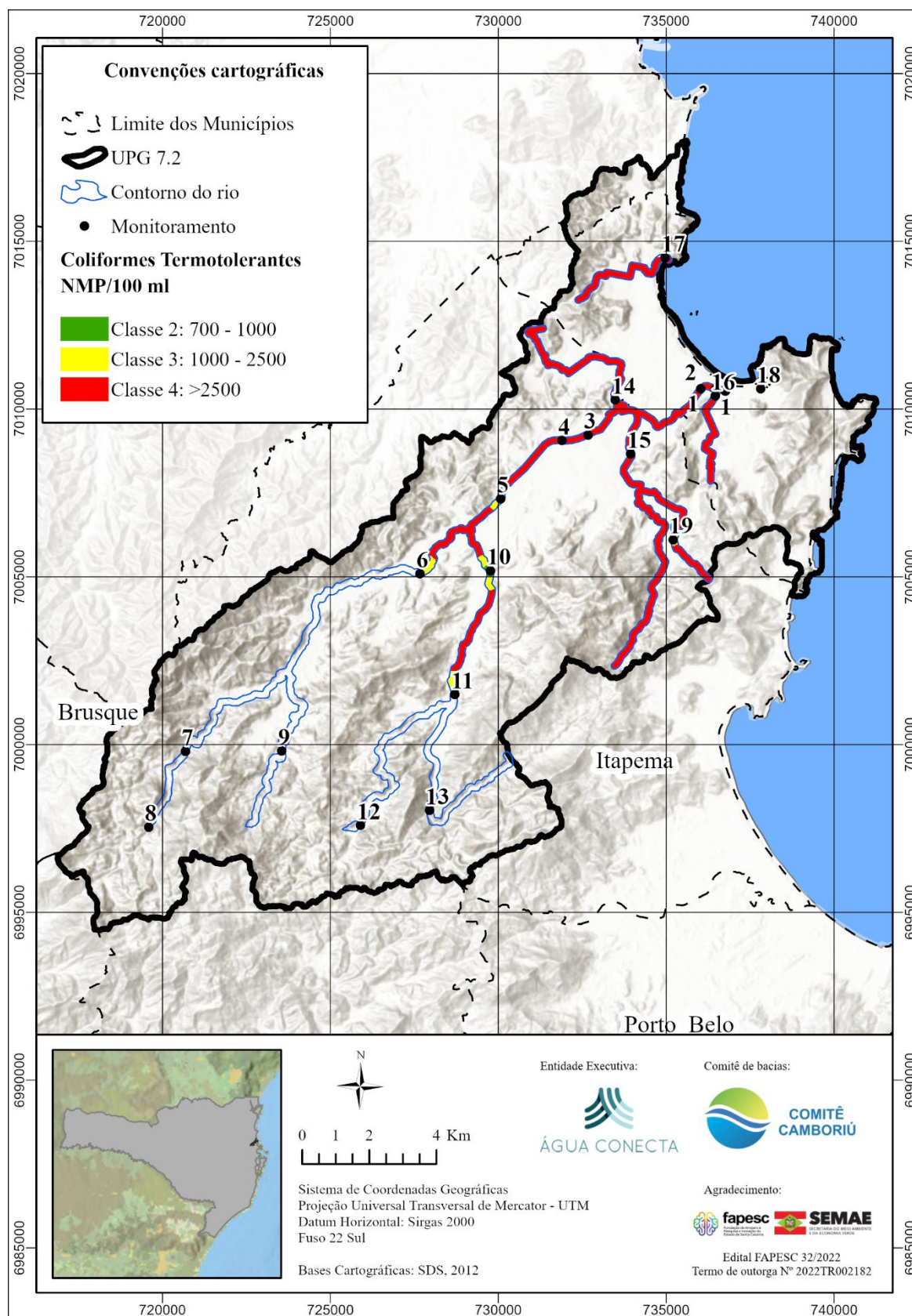
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 34 - Interpolação (IDW) das concentrações de Fósforo total (Pt) nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 35 - Interpolação (IDW) das concentrações de Coliformes Termotolerante nos pontos de monitoramento da UPG 7.2 - Camboriú



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

A problemática relacionada aos coliformes termotolerantes, geralmente é relacionada a falta de tratamento de esgotos domésticos, especialmente em áreas mais urbanizadas, pois essas bactérias são oriundas das fezes de animais de sangue quente. Nas regiões de cabeceira, como no Rio do Braço, 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.

Ressalta-se a importância da realização do monitoramento de qualidade da água sistemático no maior número possível de pontos nos corpos hídricos da UPG 7.2 - Camboriú.

3.4.4.4. Situação atual - 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 21) (CONAMA, 2005).

Tabela 21 - 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)

O Rio Camboriú, principal rio da UPG 7.2, possui uma barragem para captação de água para o abastecimento público, operada pela empresa de abastecimento EMASA (Figura 36). Esta barragem visa bloquear a intrusão da cunha salina no ponto de captação. Desta forma, em função da barreira física imposta, o ponto de transição entre água doce e

salobra no Rio Camboriú pode ser definido nesta coordenada geográfica (Figura 37).

Figura 36 - Barragem da EMASA no Rio Camboriú para barrar a intrusão salina, Balneário Camboriú (SC)



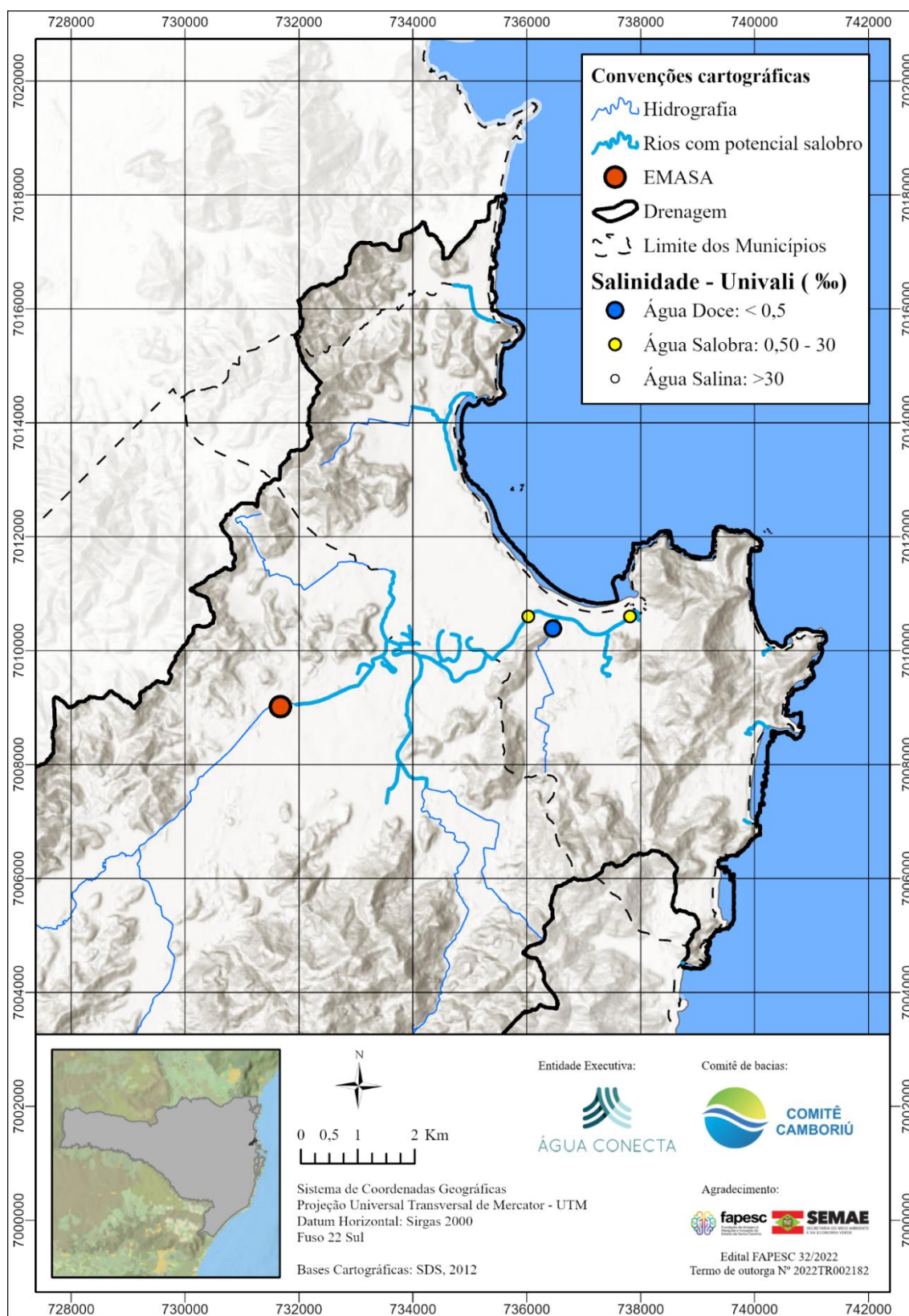
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

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 37). Os trechos dos rios que possuem elevação de até 1,0 m foram classificados como rio potencial 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).”

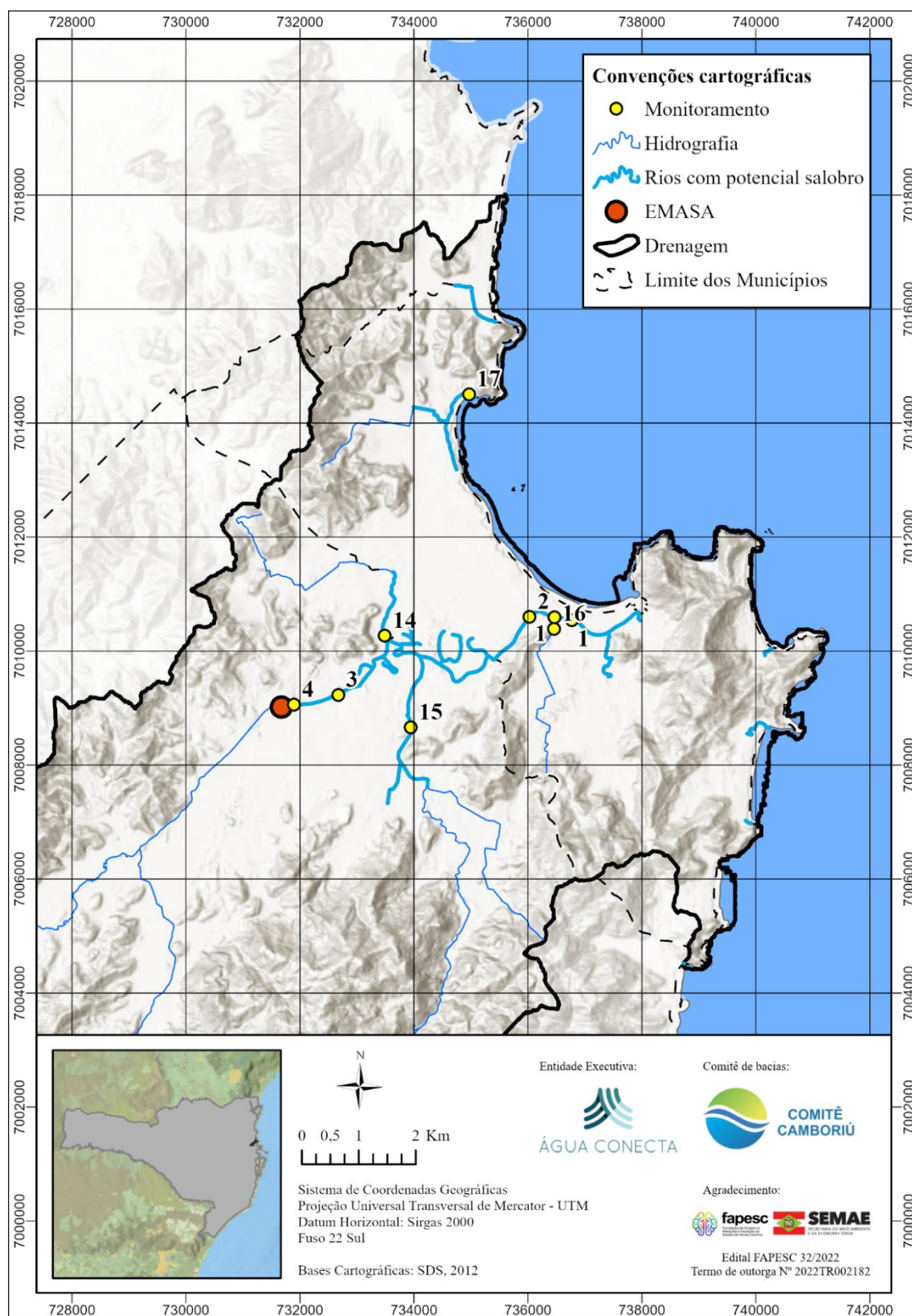
Na Figura 38 foram apresentados os pontos de monitoramento (Tabela 14) que estão na faixa considerada como curso de água com potencial de água salobra.

Figura 37 - Cursos de água até a faixa de 1m no Modelo Digital de Terreno (MDT)



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Figura 38 - Pontos de monitoramento na faixa - rios com potencial de água salobra



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Na Tabela 22 é apresentada a caracterização hidroquímica dos pontos situados na faixa de rios com potencial de água salobra na UPG 7.2 – Camboriú.

Tabela 22 - Caracterização hidroquímica das águas superficiais dos pontos de monitoramento situados na zona considerada de água salobra da UPG 7.2 - Camboriú

ID	Referência	OD	DBO _{5,20}	NO ₃ ⁻	Pt	NH ₄ ⁺	PO ₄ ³⁻	pH	Colif.	Salin.
	Unidade	mg/l							NMP/ 100 mL	‰ ppm
1a	Extravasador - Jusante	4,33			0,14	1,50	-	-	12500	-
1b	Extravasador - Montante	2,86			0,14	1,20	-	-	4700	-
2	Rio Camboriú - BR 101	2,75	-	0,10	0,06	0,20	-	7,40	-	10,80
3	Rio Camboriú - Centro	6,20	4,00	0,30	0,10	0,50	-	7,03	22500	-
14	Rio Peroba - Afluente	1,15	7,60	0,10	0,22	0,60	0,70	7,20	162315	-
15	Rio Pequeno - Afluente	3,55	6,10	0,20	0,13	0,40	0,40	6,30	64925	-
16	Canal Extravasador - EMASA	3,10	-	0,40	11,2	-	-	7,00		0,4
17	Rio Marambaia	-	2,99	-	0,305	-	-	7,28	2400	-
19	Estuário	-	-	-	0,06	-	-	-	-	25,4

Legenda: enquadramento de acordo com a Classe 1 – verde; Classe 2 – amarelo; Classe 3 – rosa, Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005).

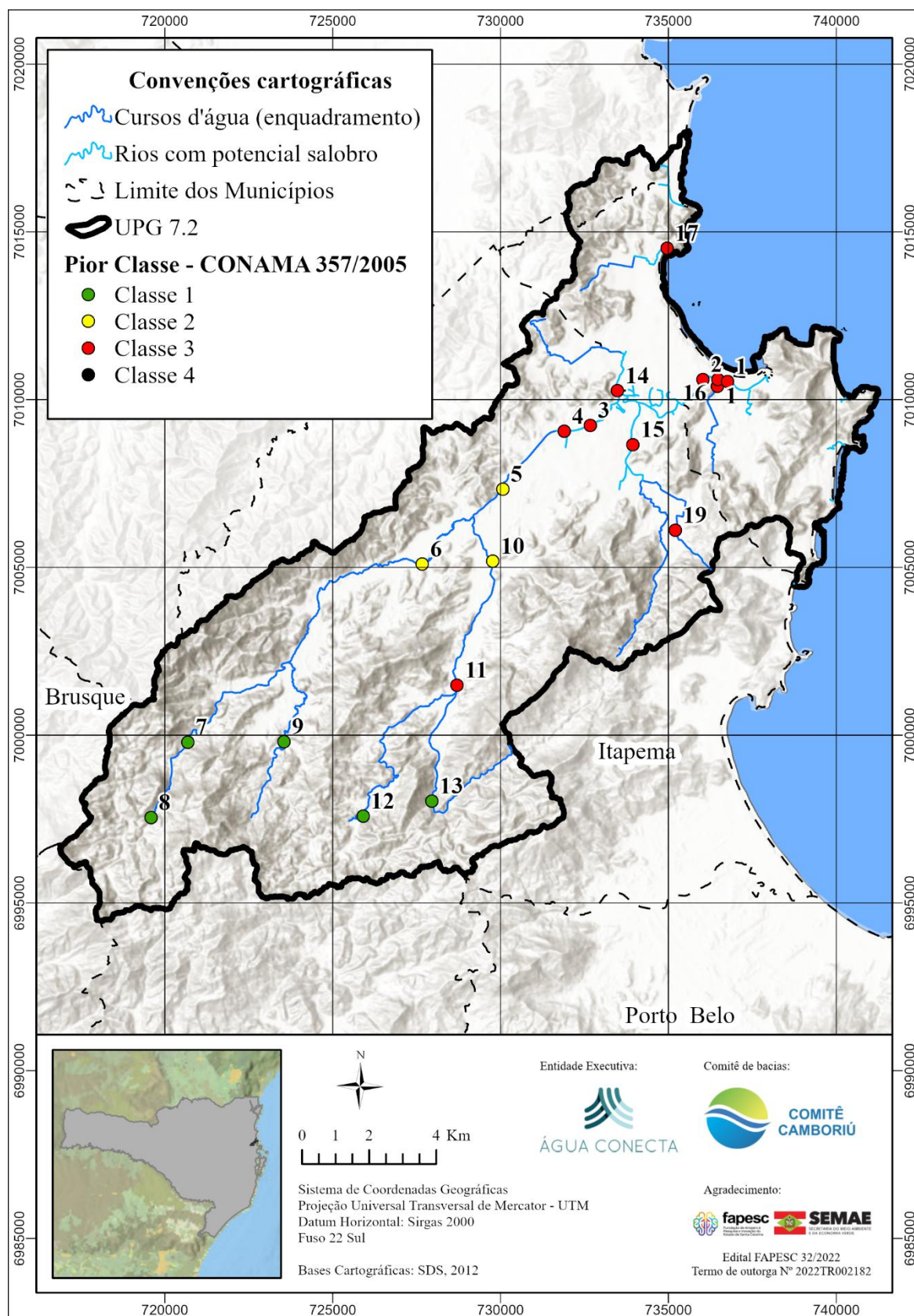
Os piores pontos são aqueles localizados próximos ao extravasador da ETE, além do Rio Peroba, que se encontra na parte baixa da bacia hidrográfica e próximo ao adensamento urbano. O ponto com a melhor qualidade foi aquele próximo à captação da EMASA no Rio Camboriú Centro (após o barramento). É interessante pontuar que o Ponto 16 está na zona salobra, no entanto, a partir dos dados disponíveis, a salinidade encontrada indica que o trecho é de água doce.

Ressalta-se a importância do monitoramento sistemático da salinidade nos cursos de água da UPG 7.2 para melhorar a estimativa do ponto de transição. Além disso, aponta-se a dificuldade em definir com exatidão um 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 que futuramente seja possível identificar o ponto com maior permanência da água salobra nas diferentes seções de acompanhamento.

3.4.4.5. Espacialização da pior situação atual das classes

De forma complementar, foi apresentada a situação atual dos cursos de água da UPG 7.2 – Camboriú, considerando as zonas de águas doce e salgada, e a pior classe dos cinco (05) parâmetros utilizados, OD, DBO_{5,20°C}, Pt, nitrato e coliformes termotolerantes, conforme Figura 39.

Figura 39 - Síntese da pior situação atual dos parâmetros de qualidade de água utilizados na UPG 7.2 – Camboriú



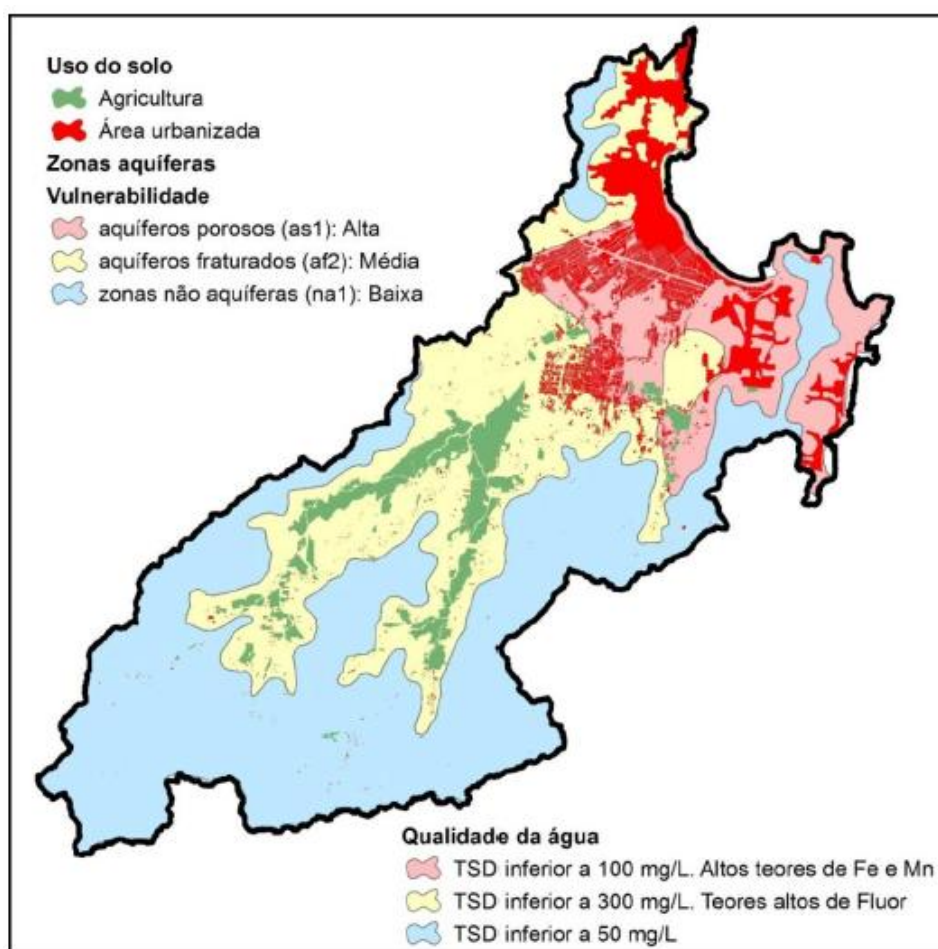
Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

3.5. POTENCIALIDADE E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

3.5.1. Água Subterrânea – PRHC (2018)

A análise da qualidade das águas subterrâneas no PRHC (Santa Catarina, 2017b) foi realizada com informações disponibilizadas nas cartas hidrogeológicas do Estado (CPRM/SDS, 2013) (Figura 40).

Figura 40 - Distribuição espacial, qualidade da água e grau de vulnerabilidade das zonas aquíferas na área de abrangência do PRHC



Fonte: Santa Catarina (2017b)

De acordo com dados do PRHC (Santa Catarina, 2017b), foi identificada boa qualidade da água em todas as zonas aquíferas, de acordo com o total de sólidos dissolvidos (STD), que varia entre 50 e 300 mg/l. A maior concentração de STD é observada na região de ocorrência de aquíferos fraturados (af2), o que pode estar associado à atividade agrícola. A região com ocorrência de aquíferos porosos (as1) coincide com a área urbanizada, com valores de STD de aproximadamente 100 mg/l.

Cabe ressaltar que, apesar de possuírem água considerada boa para o consumo

humano, as zonas aquíferas af2 e as1 podem apresentar altas concentrações de flúor, ferro e manganês devido às rochas que formam o aquífero (CPRM/SDS, 2013). Nas demais regiões, naturais e não aquíferas, o STD é inferior a 50 mg/l (CPRM/SDS, 2013).

Com relação a vulnerabilidade dos aquíferos, a zona aquífera porosa (as1) apresentou alta vulnerabilidade e risco de contaminação por esgoto doméstico devido a intensa urbanização e tipo de rocha que facilita a percolação dos contaminantes (Santa Catarina, 2017b). Por sua vez, a zona aquífera fraturada apresentou média a baixa vulnerabilidade, porém com alto risco de contaminação por insumos agrícolas e esgoto doméstico devido à agricultura, criação animal e população urbana (CPRM/SDS, 2013).

3.5.2. Dados atualizados de qualidade da água subterrânea (2023)

Para atualização da caracterização hidroquímica das águas subterrâneas da UPG 7.2 - Camboriú foram utilizados dados de 14 poços obtidos do banco de dados abertos de poços cadastrados no Sistema de Informações de Águas Subterrâneas (SIAGAS, 2023), organizado pelo Serviço Geológico Brasileiro (CPRM, 2023) e do Cadastro Nacional de Usuários de Recursos Hídricos (CNARH, 2023) (Tabela 23, Figura 41). Adicionalmente, 2 poços de monitoramento foram agregados ao estudo (Poços 15 e 16), sendo estes localizados em um aterro controlado e suas informações disponibilizadas por um membro do Comitê de Bacia Hidrográfica. Destaca-se que nem todas as análises puderam ser realizadas para os poços 15 e 16 devido à indisponibilidade de informações (construtivas e/ou hidroquímicas).

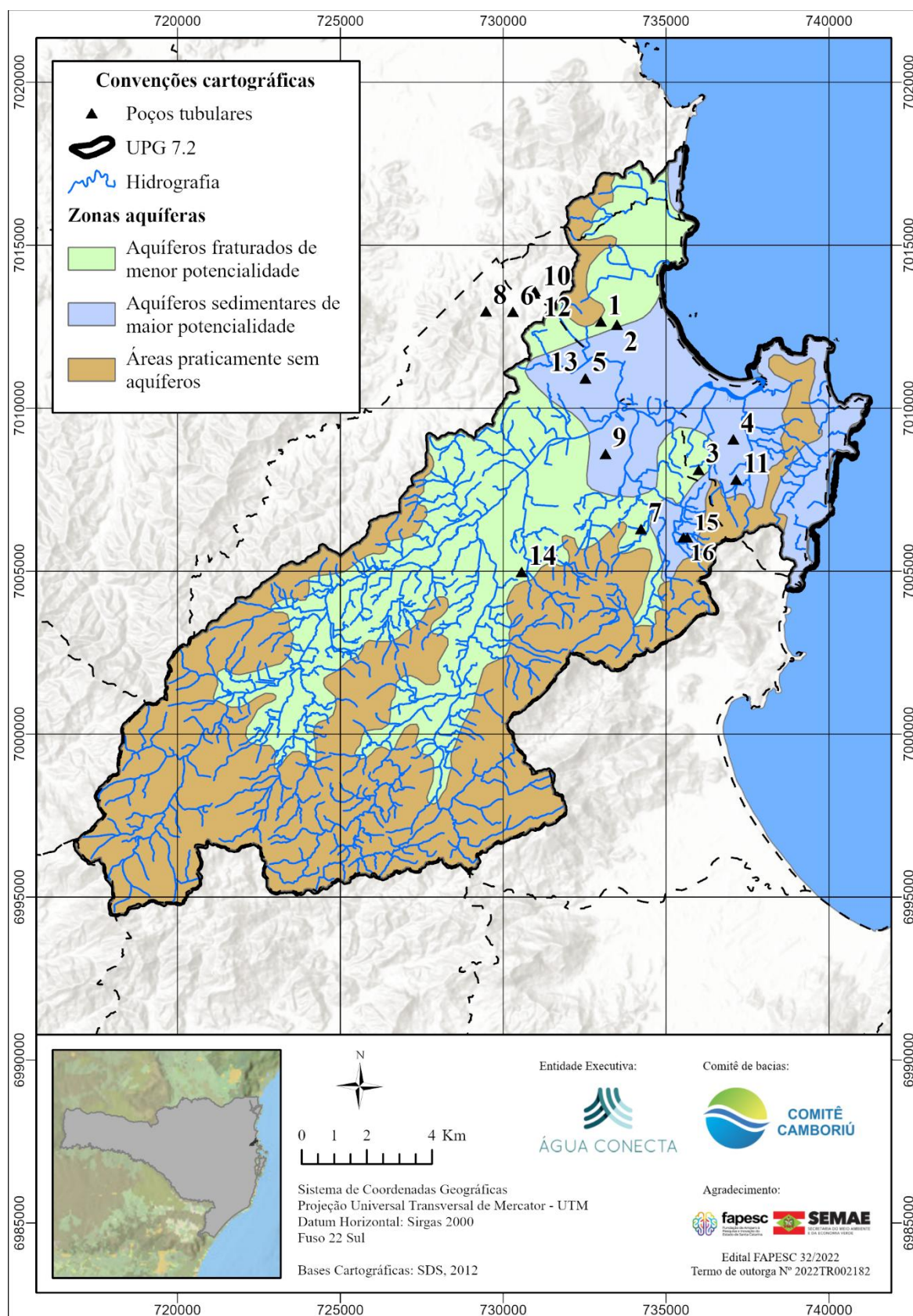
Tabela 23 - Descrição e localização dos poços utilizados para atualização da caracterização das águas subterrâneas da UPG 7.2 – Camboriú

Id. Poço	Id. Origem	Município	Latitude (grau decimal)	Longitude (grau decimal)	Profundidade final (m)	Cota topográfica ⁽¹⁾ (m)
1*	4300019354	Balneário Camboriú	-26,988611	-48,652222	120	69
2	4300019355	Balneário Camboriú	-26,989444	-48,647222	120	3
3*	4300019414	Balneário Camboriú	-27,029166	-48,621111	232	17
4	4300026459	Balneário Camboriú	-27,020556	-48,610556	102	2
5	4300019415	Camboriú	-27,004444	-48,656666	270	3
6	4300019416	Camboriú	-26,986388	-48,679444	216	13
7	4300019422	Camboriú	-27,045833	-48,638611	152	12
8	4300019636	Camboriú	-26,986388	-48,687777	204	38
9	4300019637	Camboriú	-27,025277	-48,65	152	1
10	511751	Balneário Camboriú	-26,980556	-48,672778	132	n/d
11*	1138359	Balneário Camboriú	-27,03166666	-48,60944444	80	n/d
12	1284374	Balneário Camboriú	-26,98121103	-48,67297411	40	n/d
13	683652	Camboriú	-27,004444	-48,656667	100	n/d
14*	1308436	Camboriú	-27,05833333	-48,67527778	17	n/d
15**	226929	Camboriú	-27,047709	-48,624228	n/d	n/d
16**	226930	Camboriú	-27,047694	-48,625478	n/d	n/d

Nota: Id. Poço: identificação do poço; Id. Origem: identificação do poço no banco de dados de origem (SIAGAS, CNARH, SIOUT); ⁽¹⁾ Cota do terreno; n/d: não disponível; * amostras desconsideradas na classificação de Piper; ** amostras inseridas no estudo posteriormente.

Dos 16 poços analisados, 12 amostras de águas subterrâneas apresentaram um erro do balanço iônico (EBI) $\leq 20\%$ (Tabela 24) indicando adequada a confiabilidade dos resultados. Sendo assim, alguns poços foram desconsiderados (amostras 1, 3, 11, 14, 15 e 16) na Classificação de Piper e análise da distribuição iônica.

Figura 41 - Zonas aquíferas, litologia e distribuição dos poços na UPG 7.2 – Camboriú



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

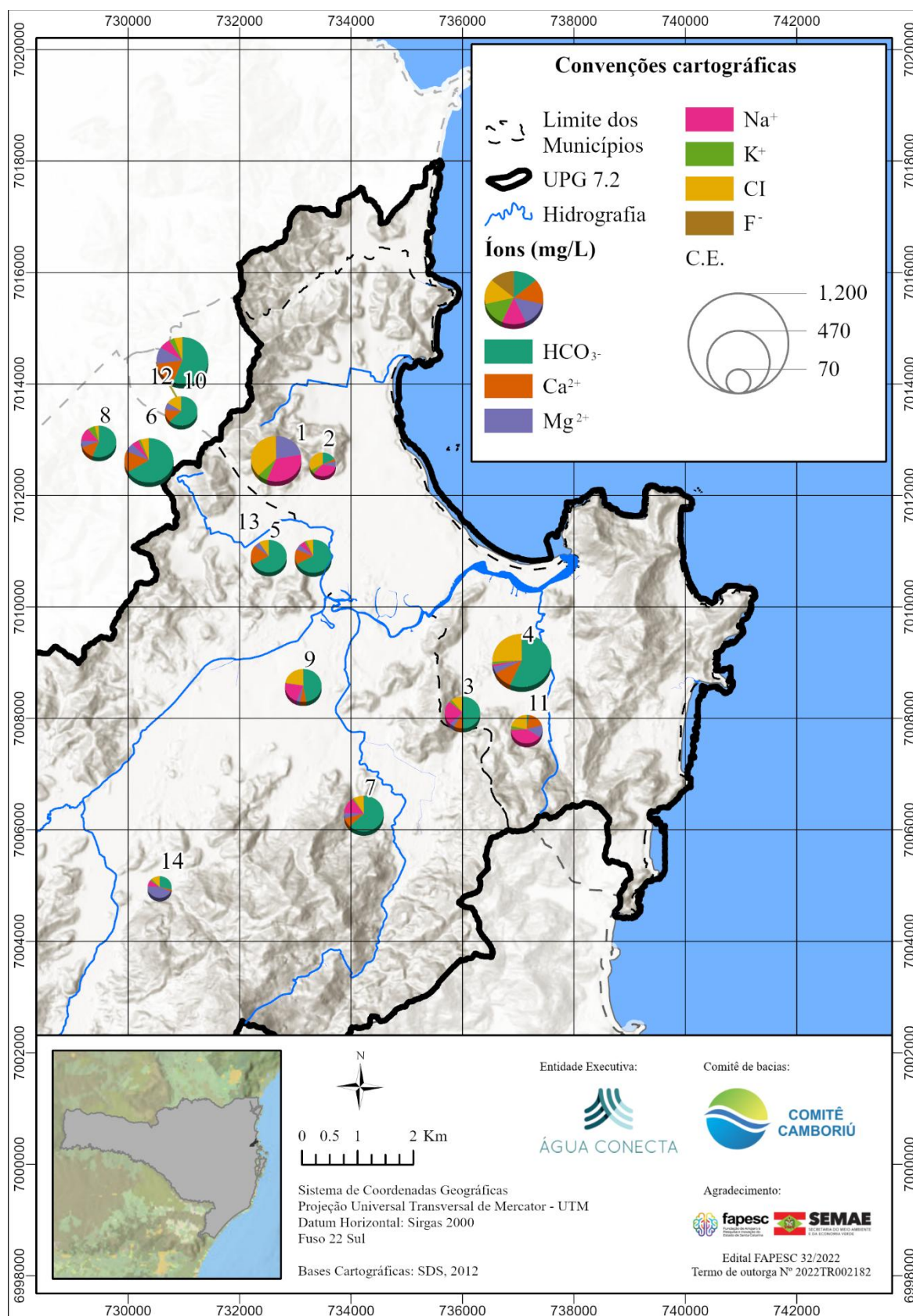
Tabela 24 - Caracterização hidroquímica das águas subterrâneas de poços perfurados na UPG 7.2 - Camboriú

Identificação Poço	Condutividade Elétrica (µS/cm)	pH	Temperatura (°C)	Turbidez (NTU)	Bicarbonato (mg/L)	Carbonato (mg/L)	Hidróxido (mg/L)	Cálcio (mg/L)	Magnésio (mg/L)	Sódio (mg/L)	Potássio (mg/L)	Cloreto (mg/L)	Fluoreto (mg/L)	Sulfato (mg/L)	Nitrato (mg/L NO ₃)	Nitrito (mg/L NO ₂)	Nitrogênio Orgânico (mg/L)	Ferro total (mg/L)	Manganês (mg/L)	Dureza total	Sílica (mg/L)	STD (mg/L)	EBI (%)
VMP (Consumo Humano) CONAMA 396/2008 (mg/L)										200		250	1,5	250	10 (N-NO ₃)	1 (N-NO ₂)		0,3	0,1			1.000	
1*	305,0	7,90	25	0,3		< LQ			10,37	15,74	2,98	17,00	0,15		0,10	0,005		0,008	0,008	145,00			53%
2	84,0	5,01			5,17	< LQ	< LQ	0,93	1,89	9,90	1,40	9,18	0,01	1,00	2,74	0,010		0,010		10,14	10,9	40	9%
3*	150,0	5,60	21	< LQ	40,00			7,60	3,60	19,00	2,00	8,86	0,42	11,63	0,20	0,006		0,117	0,146	34,00	1,9		50%
4	418,4	6,49	19	14,7	129,32			24,12	8,64	2,80	3,30	57,77	0,62	2,10	0,00	0,160		0,820	0,380	102,51	59,1	335	12%
5	162,5	7,41	20	2,0	92,54	< LQ	< LQ	18,35	6,85	7,40	2,60	8,82	0,27	1,00	3,09	0,010	0,06	0,300		74,38	73,9	177	-4%
6	290,0	6,78	16	2,0	103,87	< LQ	< LQ	22,15	9,80	7,50	2,70	9,13	0,30	1,00	2,74	0,010	0,08	0,010		96,04		132	3%
7	189,0	5,80	20	1,0	77,04	< LQ	< LQ	9,60	5,27	17,40	1,40	10,97	0,32	1,00	0,97	0,010	0,01	0,010		45,26	41,1	138	1%
8	148,0	6,20	22	1,0	38,10	9,72	3,72	9,03	4,16	9,00	4,80	2,82	0,01	24,72	0,04	0,010	0,15	0,040		39,04	10,5	114	17%
9	161,0	5,85		6,0	52,14	< LQ	< LQ	6,74	3,61	22,70	0,60	24,90	0,20	1,00	0,53	0,006	0,01	0,570		31,68	44,3	133	1%
10	322,0	7,85			110,00	20,00		32,00	21,00	14,00	7,00	11,00	< LQ	78,00	1,00	< LQ		< LQ		138,00		50	-4%
11*	120,3	6,34	10		1,00			7,20	5,00	15,90	< LQ	8,60	< LQ	1,63	4,00	0,050		0,010		31,00		128	44%
12	127,3	6,92	23		51,60	0,10		10,56	6,09	< LQ	< LQ	13,50	< LQ	1,00	1,10	< LQ		0,020		51,80		61	-13%
13	155,4	7,55			91,00			24,00	7,44			13,00			3,10	< LQ				91,00		112	-7%
14	70,0	6,69	20		20,08			1,87	31,53	6,26	1,85	8,81	0,01	1,45	0,02	0,040		0,06		114,14		38	66%
15**	485,5	6,75	24,8		101,00					46,59		119,71	0,48	2,24	0,192	< LQ		0,491	< LQ			294	-43%
16**	455,8	7,13	23,3		181,24					17,19		541,58	0,89	< LQ	1,016	0,13		3,389	0,142			280	-90%
Média	227,8	6,64	20,22	n.c.	62,45	n.c.	n.c.	13,40	8,95	14,09	2,47	54,10	0,25	9,83	1,302	0,03	n.c.	0,390	n.c.	71,71	34,52	145	n.c.
Mediana	161,8	6,72	23,00	n.c.	52,14	n.c.	n.c.	9,60	6,47	14,00	2,00	10,99	0,20	1,45	0,985	0,01	n.c.	0,040	n.c.	63,09	41,09	130	n.c.
Desvio médio padrão	133,8	0,82	5,97	n.c.	37,84	n.c.	n.c.	9,66	8,00	11,02	1,83	133,20	0,27	21,59	1,356	0,05	n.c.	0,868	n.c.	43,08	27,36	96	n.c.

Nota: * amostras que apresentaram EBI > 20%; ** amostras de águas subterrâneas inseridas posteriormente no estudo; células em verde indicam concentrações > VMP consumo humano (Resolução CONAMA 396/2008); n.c. – não calculado pelo número insuficiente de amostras.

Em relação a distribuição iônica das amostras, em geral, as concentrações dos cátions dissolvidos nas águas subterrâneas apresentaram variação, com a seguinte ordem de abundância (em relação ao valor médio): $\text{Ca}^{2+} > \text{Na}^+ > \text{Mg}^{2+} > \text{K}^+$ e, em algumas amostras, a concentração do cátion Na^+ ultrapassa a de Mg^{2+} (poços 5 e 9) (Tabela 24 e Figura 42).

Figura 42 - Composição iônica (íons maiores) das águas subterrâneas da UPG 7.2 - Camboriú

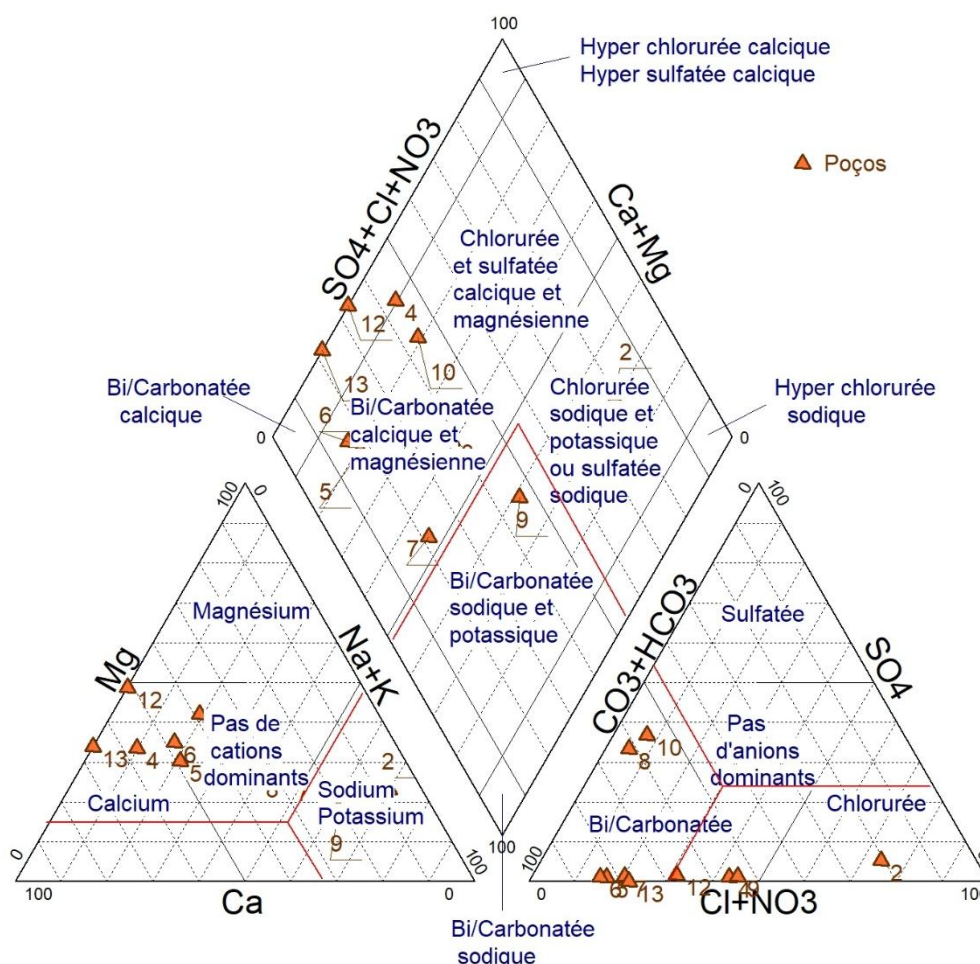


Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Em relação às concentrações de ânions dissolvidos nas águas subterrâneas, se verificou grande variação, sendo $\text{HCO}_3^- + \text{CO}_3^{2-}$ os mais expressivos, seguidos de Cl^- ; SO_4^{2-} ; NO_3^- e F^- , em ordem decrescente de abundância. Destaca-se que os poços 4 e 10, apresentaram concentrações expressivas de Cl^- e SO_4^{2-} , respectivamente, em comparação ao conjunto amostral. Alguns poços apresentaram concentrações mais altas dentre os demais de NO_3^- (poços 2, 5, 6 e 13); Na^+ (poços 5, 9 e 15); N orgânico (poço 8). Cabe ressaltar que as concentrações dos íons mais expressivos citados acima não ultrapassaram os VMP (para consumo humano) estabelecidos pela Resolução CONAMA 396/2008.

A grande variação iônica entre as amostras de água subterrânea resulta em distintas fácies hidroquímicas pela classificação do Diagrama de Piper (Figura 43).

Figura 43 - Classificação das águas subterrâneas da UPG 7.2 - Camboriú pelo Diagrama de Piper



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

De acordo com esta classificação, as águas subterrâneas foram enquadradas majoritariamente na fácies hidroquímica do tipo bicarbonatadas cálcicas e magnesianas (também denominadas bicarbonatadas mistas) (poços 5, 6, 7, 8, 10 e 12), seguidas da fácies bicarbonatadas cálcicas (poços 4 e 13). Também foram observadas águas classificadas como bicarbonatadas sódica e potássica (poço 9) e um poço (2) do tipo cloretada sódica e potássica ou sulfatada sódica (Quadro 5). As três fácies hidroquímicas observadas para poços localizados na mesma região hidroestratigráfica refletem a heterogeneidade da composição hidroquímica das águas subterrâneas, associadas às diferentes profundidades totais dos poços e/ou às profundidades de tomadas de água.

Quadro 5 - Classificação de Piper para as águas subterrâneas da UPG 7.2 - Camboriú

Poço	Classificação de Piper
1*	n/c
2	cloretada sódica e potássica ou sulfatada sódica
3*	n/c
4	bicarbonatada cálcica
5	bicarbonatada cálcica e magnesiana
6	bicarbonatada cálcica e magnesiana
7	bicarbonatada cálcica e magnesiana
8	bicarbonatada cálcica e magnesiana
9	bicarbonatada sódica e potássica
10	bicarbonatada cálcica e magnesiana
11*	n/c
12	bicarbonatada cálcica e magnesiana
13	bicarbonatada cálcica
14*	n/c
15**	n/c
16**	n/c

Nota: n/c: amostra não classificada pelo critério do EBI > 20%.

Águas mistas são aquelas que não apresentam concentração mais expressiva de um cátion qualquer sobre os demais. A classe predominante — águas bicarbonatadas mistas — compreende, majoritariamente, as águas captadas do embasamento cristalino. Omonona e Okogbue (2017) consideraram que as águas classificadas em fácies hidroquímicas com a prevalência do ânion bicarbonato e dos cátions Ca^{2+} e Mg^{2+} são resultado predominante da precipitação e do fluxo de águas provenientes de zonas de recarga, onde é proporcionada a interação entre água superficial e água subterrânea.

Os poços 2 e 9, que apresentaram classificação cloretada sódica e potássica ou sulfatada sódica e bicarbonatada sódica e potássica, respectivamente, refletem a presença dos ânions cloreto e sódio, em maiores concentrações, podendo indicar a influência de cunha

salina pela proximidade do mar (Silva et al., 2011). A presença de altas concentrações de cloreto e sódio podem representar desafios para o consumo humano, pois altas concentrações dessas substâncias são capazes de causar aspectos organolépticos da água, afetando a qualidade e a adequação para este uso.

Em relação a litologia que compõe os aquíferos, a maioria dos poços analisados pertencem à mesma unidade hidroestratigráfica em sua profundidade final, com a litologia de complexo granito-gnáissico, embora a captação da água subterrânea ocorra no aquífero livre, conforme verificado nos perfis construtivos e dados disponibilizados pelo SIAGAS. Segundo Machado (2013), aquíferos assim caracterizados tratam-se de aquíferos de captação simultânea, em que a porção de alteração da rocha ou de sedimentos de origem continental e marinha influi positivamente na recarga dos aquíferos fraturados. O complexo granulítico caracteriza-se pela intensa intemperização das suas litologias, que podem ser maiores de 50 m. O intemperismo químico dos minerais que compõem as rochas-mãe são responsáveis pela dissolução e disponibilização dos íons presentes nas águas subterrâneas.

Considerando os Valores Máximos Permitidos (VMP) para os parâmetros avaliados, estabelecidos pela Resolução CONAMA 396 de 2008 para cada uso preponderantes, as águas subterrâneas dos poços 4, 5, 9, 15 e 16 apresentaram valores adequados de ferro total apenas para o uso de irrigação, sendo extrapolado para os usos consumo humano e recreação.

O parâmetro manganês também apresentou valor mais expressivo, de acordo com os valores estabelecidos, e indicou que a água subterrânea não é adequada para nenhum dos usos (consumo humano, dessedentação animal, irrigação ou irrigação) para os poços 3, 4 e 16. Cabe salientar que esta é uma análise preliminar e que a presença desses parâmetros (Fe e Mn) na água é considerada comum localmente em aquíferos formados pelas unidades hidroestratigráficas da área de estudo, principalmente em áreas próximas de mangues (Machado, 2013). Segundo o autor, em geral, as águas subterrâneas do Complexo Granulítico são de qualidade excelente, com baixos valores de sais totais, pH neutro a levemente alcalino e dureza entre 40 e 80 mg/L de CaCO_3 , entretanto, valores de ferro e manganês podem, localmente, ultrapassar os valores máximos estipulados pelas normas de potabilidade. Além disso, os poços que captam água dos granitos podem apresentar altos teores de flúor. Um estudo mais aprofundado, considerando os valores de referência de qualidade (VRQ) desses aquíferos faz-se necessário, a fim de que esses valores sejam interpretados de forma mais adequada.

Um poço (poço 16) apresentou concentração de cloreto muito superior aos demais e,

de acordo com os VMP da Resolução CONAMA 396/2008, indicam que atende apenas ao uso dessedentação animal. O ânion cloreto ocorre em águas naturais geralmente em baixas concentrações, exceto em águas salobras ou salinas, sendo sua presença associada às atividades antrópicas (Fetter, 2018). O cloreto é um íon conservador que pode indicar proximidade das fontes de contaminação (Varnier e Hirata, 2000), e sua concentração aumenta proporcionalmente com o impacto ocasionado por esgotos (Rabiet et al., 2005; Fetter, 2018). Este mesmo poço de monitoramento, apresentou alterações para os parâmetros alumínio, ferro, manganês, E. coli e coliformes termotolerantes, sendo uma das fontes de contaminação atribuída a um aterro sanitário desativado, onde o poço encontra-se localizado.

Todos os demais parâmetros incluídos neste trabalho apresentam valores satisfatórios para todos os usos preponderantes das águas subterrâneas, não indicando interferência por fatores antrópicos, o que sugere uma boa qualidade (limitada às considerações deste estudo).

A vulnerabilidade dos aquíferos foi avaliada utilizando o método GOD, desenvolvido por Foster (1987). Na análise de vulnerabilidade, de acordo com os dados disponíveis para 14 poços estudados (CNARH, 2023; SIAGAS, 2023), 6 (42,86 %) apresentaram baixa suscetibilidade à contaminação das águas subterrâneas; 2 (14,28%) correspondem à categoria média e 6 (42,86 %) foram enquadrados na classe alta, Tabela 25.

A classificação em vulnerabilidade alta (poços: 4, 5, 7, 9 11 e 14) deve-se às baixas profundidades do nível de água dos aquíferos, por se tratarem de aquíferos considerados “livres”, e à composição litológica da camada sobrejacente a eles, constituída de depósitos aluvionares (3 ocorrências) e praias (3 registros). A maioria desses poços foram construídos em grandes profundidades (de 80 a 270 m), entretanto, são de baixa produtividade, o que justifica sua tomada d’água próxima a superfície (lençol freático). Somente um poço apresenta baixa profundidade total (poço 14); o que também influencia negativamente na vulnerabilidade. Essa constatação, aparentemente contraditória, é explicada pelo fato de que os Poços 5, 7 e 9 foram perfurados em rocha granítica ou gnáissica improdutivo, sem estoque de água, sendo a estrutura dos poços então aproveitada para captação de água do aquífero livre. A classificação do aquífero considerado “livre” se confirma pela inexistência de entrada de água na camada de rochas cristalinas (verificado pelos perfis construtivos dos poços em questão) e se corrobora com a baixa profundidade do nível estático.

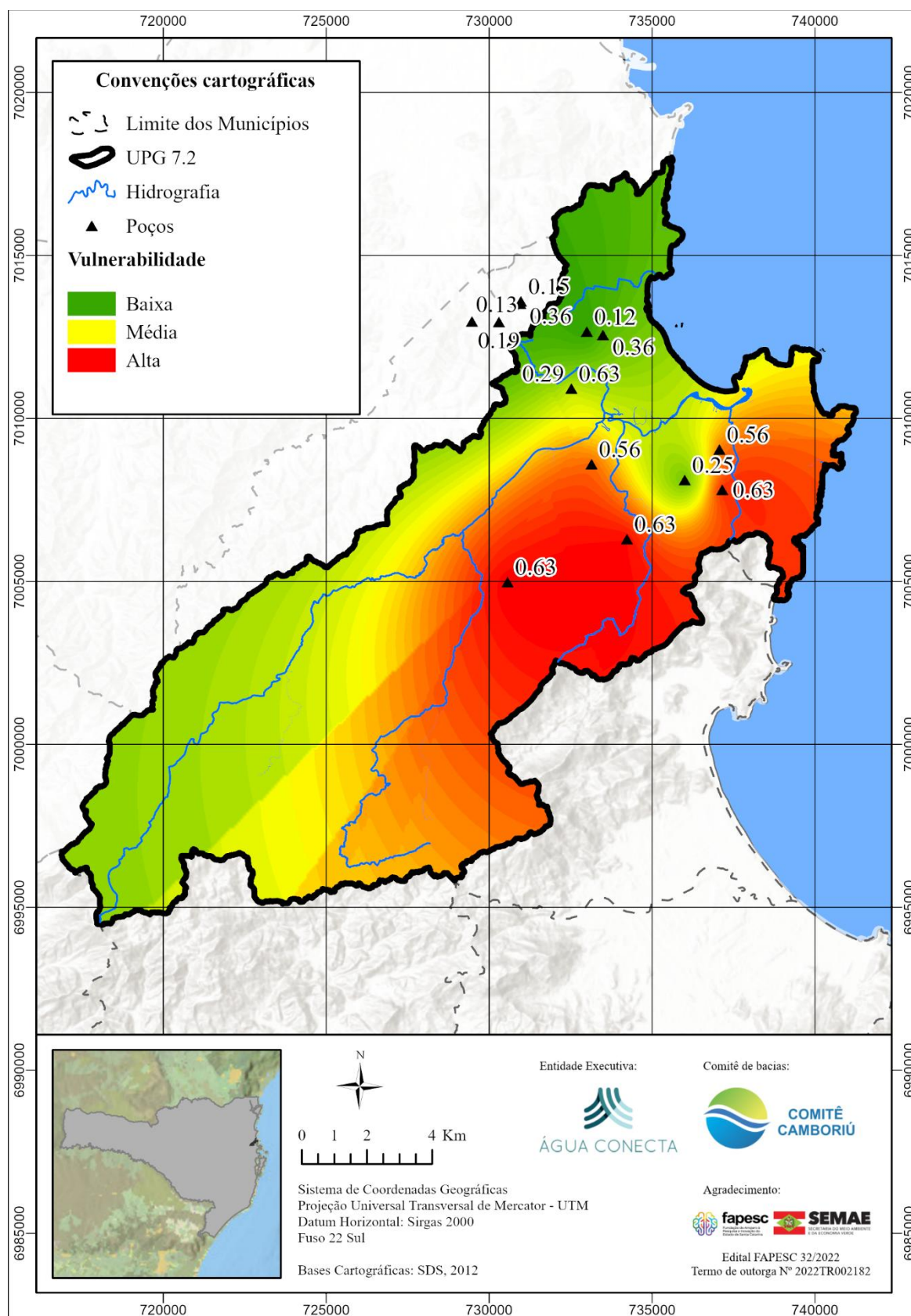
Somente dois poços enquadraram-se na vulnerabilidade média: os Poços 2 e 12, em região de litologia granítico-gnáissica. O Poço 2 constitui mais um caso de perfuração improdutivo (complexo gnáissico/migmatítico), a qual não apresenta qualquer entrada de

água ao longo do perfil, cuja profundidade total é de 120 m. Neste, a captação ocorre entre as profundidades 13,5 e 19,5 m, o que permite concluir que o aquífero livre é explotado. Já o poço 12 é mais raso (40 m de profundidade). Assim, ambos os poços tiveram valores elevados para os parâmetros “G” e “D”, contrabalançados pela componente “O”, Tabela 25.

Tabela 25 – Análise de vulnerabilidade estimada pela GOD

Poço	Código do poço	Profundidade do poço (m)	Aquífero/lençol freático	Grau de confinamento	Prof. Nível d'água (NE) (m)	G	O	Distância até o nível d'água	D	GOD	Vulnerabilidade
1	4300019354	120	Aquífero no complexo gnáissico-migmatítico	Semi-confinado	40	0,40	0,44	20 – 50 m	0,7	0,123	Baixa
2	4300019355	120	Lençol freático	Livre	3,73	1,00	0,40	< 5m	0,9	0,360	Média
3	4300019414	232	Aquífero no complexo gnáissico-migmatítico	Semi-confinado	4	0,40	0,70	< 5m	0,9	0,252	Baixa
4	4300026459	102	Lençol freático	Livre	9,75	1,00	0,70	5- 20m	0,8	0,560	Alta
5	4300019415	270	Lençol freático	Livre	3,5	1,00	0,70	< 5m	0,9	0,630	Alta
6	4300019416	216	Aquífero na rocha metamórfica	Semi-confinado	N/D	0,40	0,60	5 – 20m	0,8	0,192	Baixa
7	4300019422	152	Lençol freático	Livre	2,3	1,00	0,70	< 5m	0,9	0,630	Alta
8	4300019636	204	Aquífero no complexo gnáissico	Semi-confinado	30	0,40	0,48	20 – 50m	0,7	0,134	Baixa
9	4300019637	152	Lençol freático	Livre	12,2	1,00	0,70	5 – 20m	0,8	0,560	Alta
10	511751	132	Aquífero na rocha granítica	Semi-confinado	0	0,40	0,48	5 – 20m	0,8	0,154	Baixa
11	1138359	80	Lençol freático	Livre	2,6	1,00	0,70	< 5m	0,9	0,630	Alta
12	1284374	40	Lençol freático	Livre	N/D	1,00	0,40	< 5m	0,9	0,360	Média
13	683652	100	Lençol freático	Não confinado (coberto)	42,7	0,60	0,70	20 – 50m	0,7	0,294	Baixa
14	1308436	17	N/D	Livre	N/D	1,00	0,70	< 5m	0,9	0,630	Alta

Figura 44 - Mapa de Vulnerabilidade natural pela metodologia GOD



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

Os demais poços (1, 3, 6, 8, 10 e 13) com vulnerabilidade baixa, têm profundidades totais de 100 a 232 m (com nível de água variando desde < 5 m até 42,7 m), situados majoritariamente em aquíferos fraturados em rochas metamórficas, exceto o Poço 13, que se encontra em região de aquíferos sedimentares (sedimentos marinhos arenosos). Este último, apesar de ser considerado “não-confinado - coberto”, apresentou nível estático a uma grande profundidade (42,7 m), tornando-o pouco vulnerável. Todos os demais poços foram incluídos na categoria “semi-confinado”, fator que determinou sua baixa vulnerabilidade.

Ressalta-se que a vulnerabilidade estimada pelo método GOD é do tipo intrínseca, ou seja, relacionada apenas aos fatores hidrogeológicos que caracterizam o sistema aquífero, e não considera as particularidades dos poluentes, como fatores de diluição e dispersão no sistema.

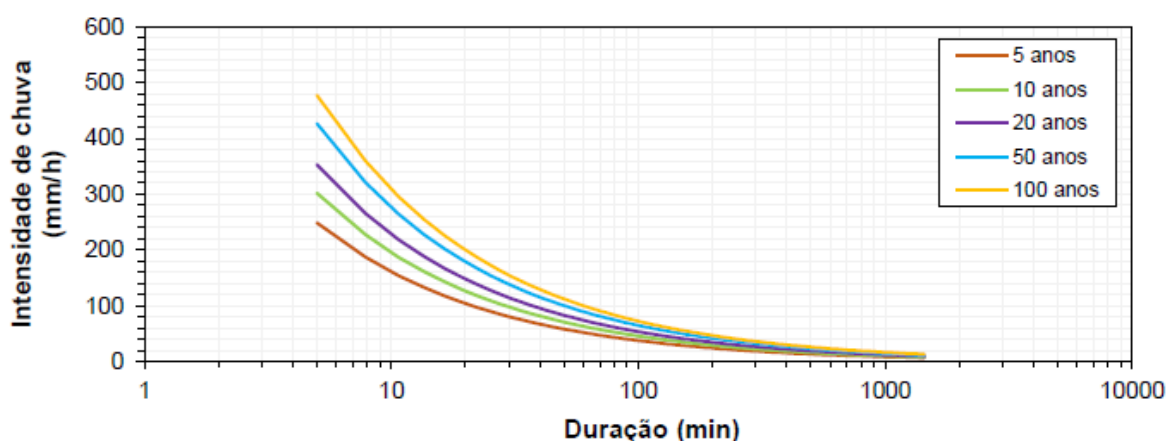
3.6. ÁREAS VULNERÁVEIS E SUSCEPTÍVEIS A RISCOS

3.6.1. Eventos hidrológicos críticos

Para a área de abrangência da UPG 7.2 - Camboriú estão disponíveis as curvas IDF elaboradas por Nerilo (2002), obtidas da estação pluviométrica Camboriú operada pela EPAGRI (Santa Catarina, 2017a). Tais curvas foram obtidas por meio de análise estatística das precipitações máximas observadas na estação Camboriú ao longo de 47 anos, considerando a distribuição estatística de Gumbel para os seguintes tempos de retorno: 5, 10, 20, 50 e 100 anos, Figura 45.

As curvas IDF obtidas para a estação Camboriú apresentam um comportamento típico, com a intensidade da chuva inversamente proporcional à sua duração e diretamente proporcional ao período de retorno. Para um tempo de retorno de 5 anos, a intensidade da precipitação varia entre 188,2 mm/h (duração de 5 minutos) e 6,2 mm/h (duração de 1 dia). Já para um período de retorno de 100 anos, a intensidade da precipitação varia entre 360,4 mm/h (duração de 5 minutos) e 11,8 mm/h (duração de 1 dia).

Figura 45 - Curvas IDF obtida para a estação Camboriú



Fonte: SANTA CATARINA (2017a) e Nerilo (2002).

3.6.2. Eventos de inundações e seca

De acordo com os dados do Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos da Agência Nacional de Águas (SNIRH/ANA, 2016) e do Atlas de Desastres Naturais de Santa Catarina (CEPED/UFSC, 2013) entre os anos de 1992 e 2015 não foi registrado nenhum evento de seca e estiagem nos municípios de Camboriú e Balneário Camboriú (Santa Catarina, 2017a). No entanto, é interessante ressaltar o evento de estiagem que durante o período de 2019 a 2020 assolou todo o estado catarinense (Nota Técnica nº 004/2020 - SDE/SEMA/DRHS), afetando os municípios de Camboriú e Balneário Camboriú.

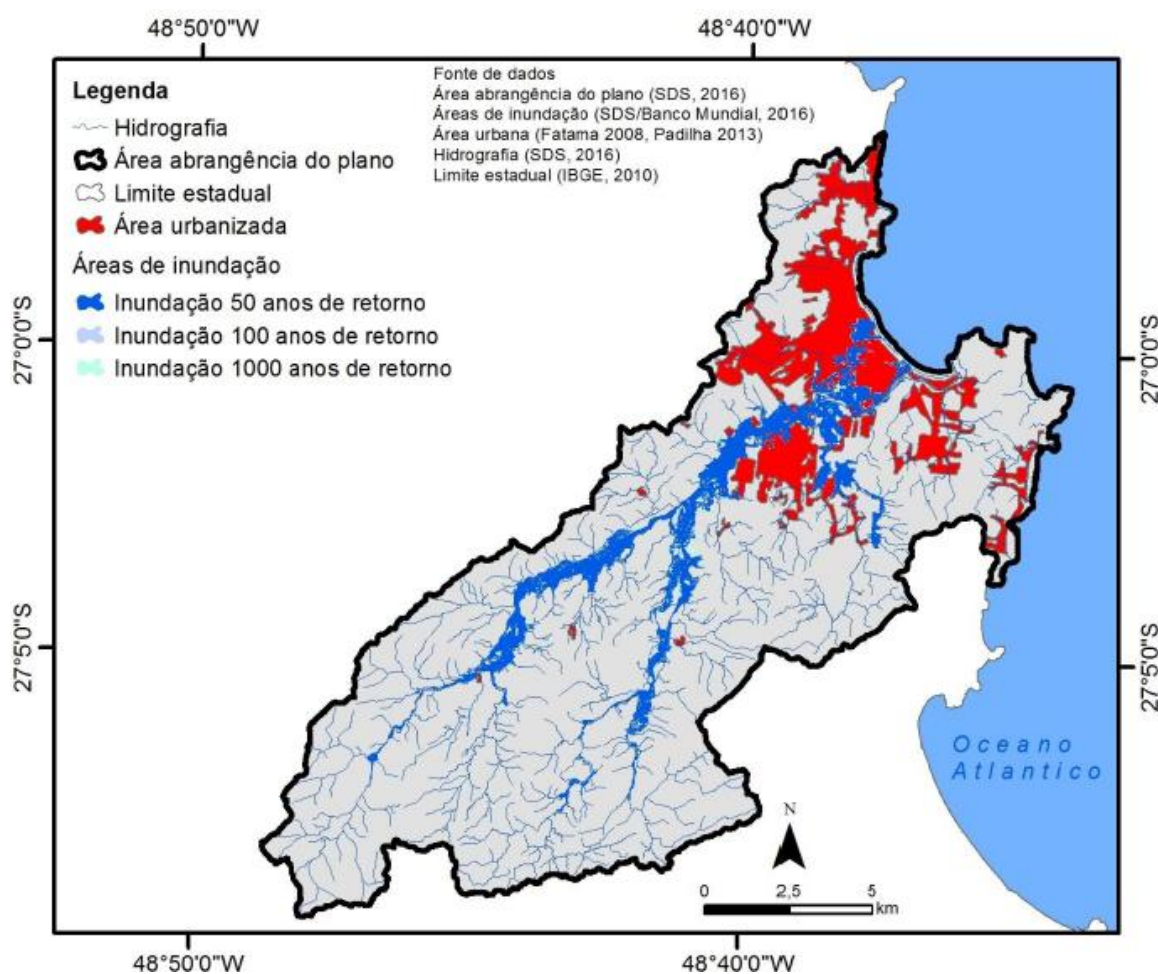
Além disso, vale lembrar também que no local, existe um acordo entre a EMASA e os agricultores (principalmente rizicultores), que no caso de decretada a situação escassez hídrica, a EMASA poderia utilizar a água que estaria reservada nas canhas de arroz (arrozeiras), para manter o nível de água no local de captação. Neste mesmo acordo consta que o prejuízo, caso seja adotado essa situação e atividades deste acordo, todas as despesas dessas atividades seriam da própria EMASA.

Por outro lado, foram registrados cerca de 32 eventos de enxurradas e 2 inundações (CEPED/UFSC, 2013; SNIRH/ANA, 2016). O município mais afetado por eventos de enxurradas e inundações foi Camboriú, com 22 (vinte e dois) eventos registrados (Santa Catarina, 2017a). Já o município de Balneário Camboriú registrou apenas 12 (doze) eventos no período analisado, de 1992 a 2015 (Santa Catarina, 2017a).

Com relação a eventos de inundações, foi utilizado o estudo contratado pela SDE e

executado pelo Banco Mundial que mapeou as áreas de inundação para diferentes tempos de retorno em todo o Estado de Santa Catarina (Santa Catarina, 2017a). Tal mapeamento foi realizado utilizando técnicas de modelagem numérica bidimensional e validado com dados observados em campo (Figura 46).

Figura 46 - Distribuição espacial das áreas de inundação, por tempo de retorno, para a área de abrangência do PRHC



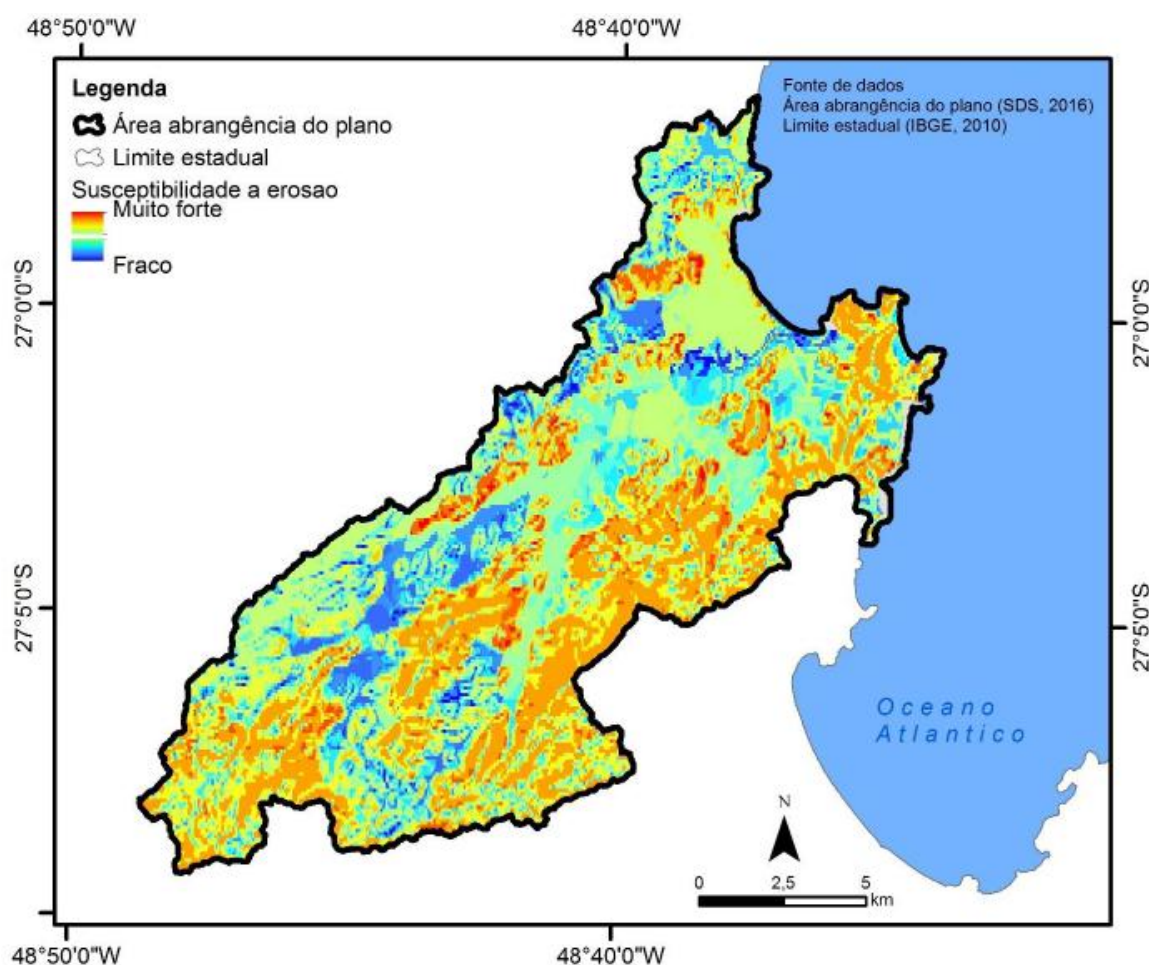
Fonte: Santa Catarina (2017a)

3.6.3. Susceptibilidade à erosão

A classe de susceptibilidade à erosão “moderado-forte” é a com maior abrangência na área analisada, cobrindo cerca de 51% do total (Santa Catarina, 2017a) (Figura 47).

Tais áreas ocorrem principalmente em regiões de agricultura e pastagem, áreas de encostas e também nas proximidades das áreas urbanizadas dos municípios de Camboriú e Balneário Camboriú. A classe de susceptibilidade à erosão “forte” ocorre em 29% da área, principalmente associada a áreas com alta declividade e solo do tipo Cambissolo háplico.

Figura 47 - Mapa de susceptibilidade a erosão na área de abrangência do PRHC



Fonte: Santa Catarina (2017a)

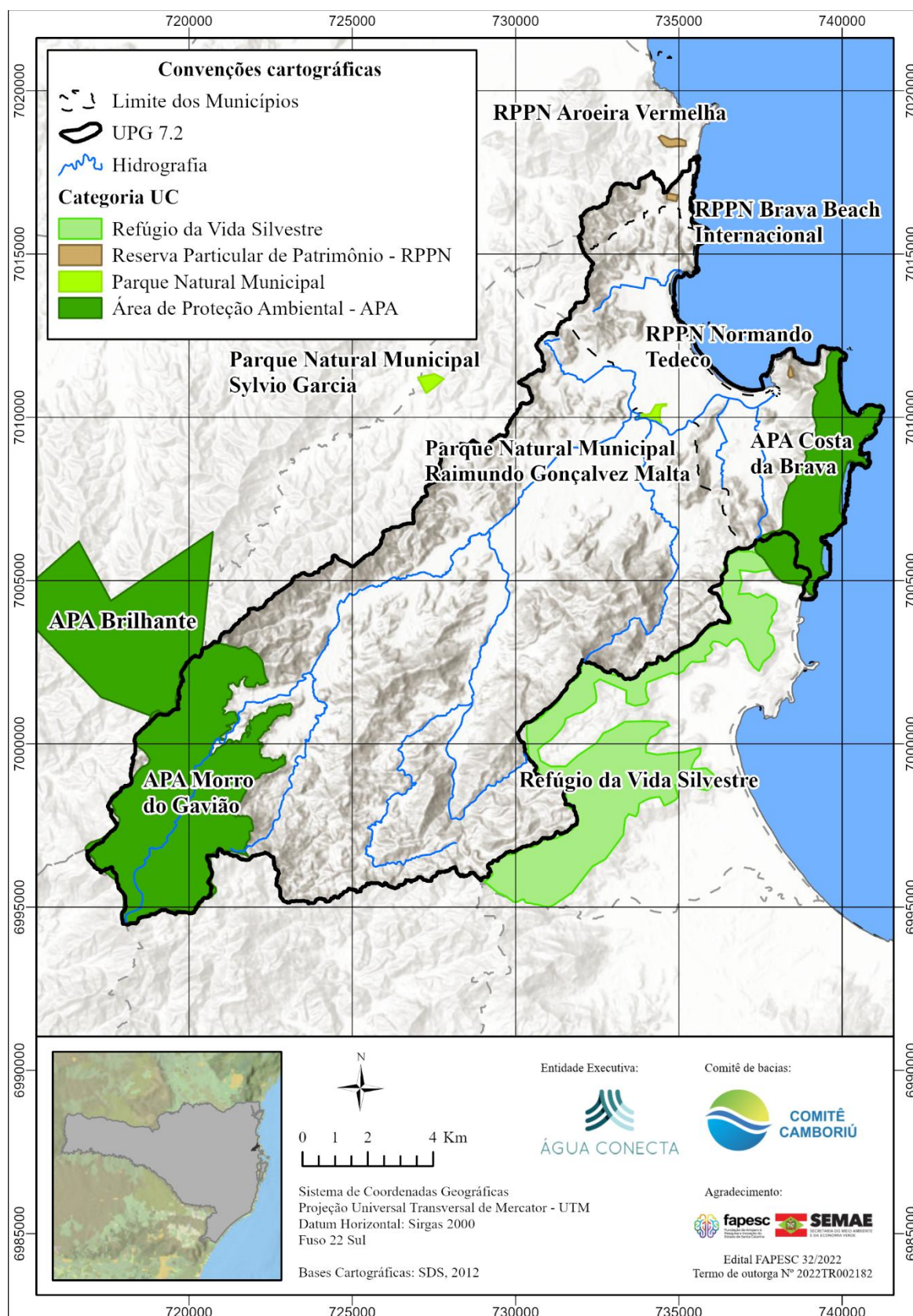
As classes de susceptibilidade “fraco” e “moderado” somam 19% da área total, no interior da bacia hidrográfica, associadas às regiões com vegetação nativa e solo do tipo Argissolo Vermelho-Amarelo. A classe muito forte ocorre apenas 1% da área de abrangência (Figura 47) (Santa Catarina, 2017a).

3.7. ÁREAS REGULADAS POR LEGISLAÇÃO ESPECÍFICA

Na UPG 7.2 - Camboriú existem duas Áreas de Proteção Ambiental (APA), duas Reservas Particulares do Patrimônio Natural (RPPN) e um Parque Natural. Nas extremidades da UPG 7.2, com base no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), existe a Área de Proteção Ambiental do Brilhante (Itajaí) e Refúgio de Vida Silvestre de Itapema (Itapema) (Figura 48).

Cabe destacar que conhecer as Unidades de Conservação de Proteção Integral é essencial para o enquadramento, pois nesses locais a classe da água doce deve ser a especial.

Figura 48 - Unidades de Conservação na Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e contíguas



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

3.8. ARCABOUÇO LEGAL E INSTITUCIONAL

3.8.1. Arcabouço Legal

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

3.8.1.1. 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.

3.8.1.2. Resolução CNRH nº 91/2008

A Resolução CNRH nº 91/2008, que revogou a Resolução CNRH nº 12/2000, estabelece os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos d'água superficiais e subterrâneos. Segundo o Art. 2º 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 nº 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.

3.8.1.3. Resolução CONAMA nº 357/2005

A Resolução CONAMA nº 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.

3.8.1.4. Resolução CONAMA nº 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.

3.8.2. Arcabouço Institucional

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

3.8.2.1. 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 agrônômicas, 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 (EPAGRI, 2021).

3.8.2.2. 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).

3.8.2.3. 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).

3.8.2.4. 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 outorgas 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).

3.8.2.5. Polícia Militar Ambiental

A Polícia Militar Ambiental pertence à Secretaria de Estado da Segurança Pública (SSP). 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).

3.8.2.6. 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).

3.8.2.7. Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias Contíguas (Comitê Camboriú)

O Comitê Camboriú foi criado oficialmente em 1997, por meio do Decreto nº 2.444, de 01 de dezembro de 1997, que o validou como órgão colegiado de caráter consultivo e deliberativo de nível regional, vinculado ao CERH.

Em 04 de dezembro de 1998, foi aprovado pelo Governador do Estado de Santa Catarina, o Regimento Interno do Comitê Camboriú, por meio do Decreto nº 3.427. Este Regimento definiu a composição do Comitê, formada por 30 organizações-membro, sendo 12 entidades representantes dos usuários de água, 12 da sociedade civil e 06 dos órgãos da administração federal e estadual, atuantes na Bacia e relacionados direta ou indiretamente com os recursos hídricos.

Com a promulgação da Resolução CERH nº 19, de 19 de setembro de 2017, que definiu novas diretrizes para a instituição, organização e funcionamento dos Comitês de Bacia Hidrográfica, bem como da Resolução CERH nº 26, de 20 de agosto de 2018, que alterou a área de atuação dos Comitês de Bacia Hidrográfica do Estado de Santa Catarina,

surgiu a necessidade de os Comitês adequarem seus Decretos de Criação e seus Regimentos Internos.

Desta forma, em 17 de junho de 2020 foi aprovado pelo Governador do Estado de Santa Catarina, o Decreto nº 665, que dispõe sobre o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas (Comitê Camboriú), revogando os Decretos nº 2.444/1997 e nº 3.427/1998.

O novo Regimento Interno do Comitê Camboriú foi aprovado em suas Assembleias Gerais Extraordinárias ocorridas em 28 de outubro de 2020 e 02 de agosto de 2021, encontrando-se atualmente junto ao CERH para análise e aprovação.

O Comitê Camboriú, a partir da aprovação do seu novo regimento interno, passou a ser constituído por 20 organizações-membros, sendo 08 do segmento usuários de água, 08 do segmento população da bacia e 04 dos órgãos da administração federal e estadual, conforme seu novo Regimento Interno.

3.8.2.8. Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado 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).

3.8.2.9. Instituições de ensino

Além das instituições supracitadas, também há aquelas que atuam nas áreas de ensino, que merecem destaque por sua relevância na área de gestão de recursos hídricos. Dentre elas há a Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), cujo Centro de Ciências e Tecnologias do Mar (CTTMar) vinculado aos cursos de Oceanografia, Ciências Biológicas, Engenharia Ambiental e Sanitária e Engenharia de Produção, se dedica a estudos e pesquisas científicas na região da bacia hidrográfica do Rio Camboriú. Outra Instituição é o Instituto

Federal Catarinense (IFC) – *campus* Camboriú, cujo curso de Controle Ambiental também conduz pesquisas e trabalhos relacionados aos recursos hídricos locais. Por fim, cita-se o Centro de Educação Superior da Foz do Itajaí, da UDESC – *campus* Balneário Camboriú, que realiza projetos de extensão e possui o curso de Engenharia do Petróleo que tem aderência à temática dos recursos hídricos.

3.8.2.10. Instituições que atuam em nível microrregional

Também existem instituições que atuam em nível regional e que merecem destaque por sua relevância na área de gestão de recursos hídricos, como por exemplo as Associações de Municípios, no caso dos municípios da UPG Camboriú tem-se a Associação dos Municípios da Foz do Rio Itajaí (AMFRI). Esta associação tem 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.

3.8.2.11. Instituições Federais

As instituições federais relacionadas aos recursos hídricos na UPG 7.2 – Camboriú 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, na esfera federal, 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).

3.9. POLÍTICAS, PLANOS E PROGRAMAS LOCAIS E REGIONAIS

Com relação às Agências de Desenvolvimento Regional (ADR), a UPG 7.2 está no domínio de atuação da ADR Itajaí, que abrange: Balneário Camboriú, Bombinhas, Camboriú, Itajaí, Itapema, Navegantes, Penha, Piçarras e Porto Belo. Tanto o município de

Balneário Camboriú como o de Camboriú pertencem à Associação de Municípios da Foz do Itajaí (AMFRI).

Quanto ao Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB), atualmente o município de Balneário Camboriú está em processo de atualização. A última versão do PMSB é de 2013, no qual a Lei nº 2788/2015 aprova o PMSB.

Atualmente, no município de Balneário Camboriú a empresa responsável pelo abastecimento público e esgotamento sanitário é a Empresa Municipal de Água e Saneamento - EMASA. Enquanto no município de Camboriú a empresa Águas de Camboriú é responsável pelo abastecimento público. Ambos os municípios são regularizados pela Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina (ARESC).

Em relação ao ordenamento territorial, a Lei complementar nº 55/2013 institui o Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Camboriú e a Lei Complementar 90/2017 Regulamenta a Estratégia de Mobilidade Urbana do Plano Diretor de Desenvolvimento Territorial de Camboriú e dá outras providências. Para o município de Balneário Camboriú, a Lei nº 2686 de 19 de dezembro de 2006 dispõe sobre a revisão do Plano Diretor do Município de Balneário Camboriú e a Lei nº 2794, de 14 de janeiro de 2008 disciplina o uso e a ocupação do solo, as atividades de urbanização e dispõe sobre o parcelamento do solo no território do município de Balneário Camboriú.

3.10. CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA

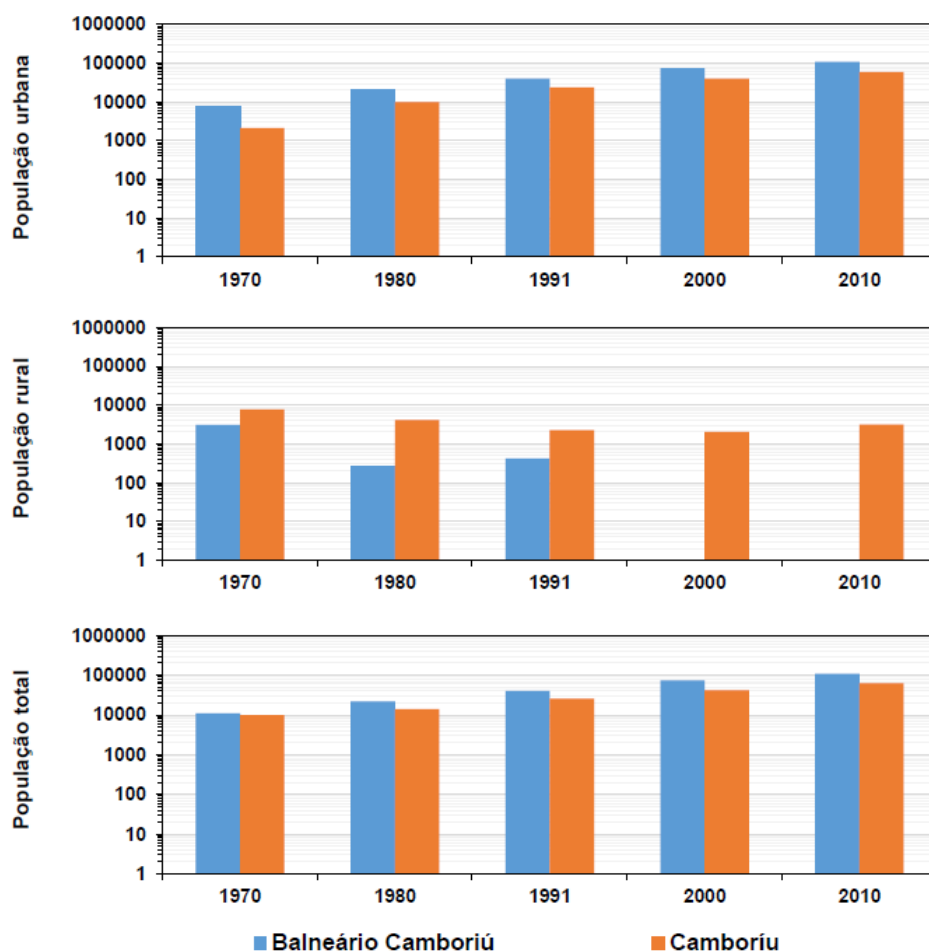
3.10.1. Abrangência municipal e demografia

A área de abrangência da UPG 7.2 - Camboriú inclui os municípios de Balneário Camboriú, Camboriú e Itajaí, conforme apresentado na Tabela 26.

Tabela 26 - Abrangência municipal da UPG 7.2 - Camboriú

Município	Área total do município (km²)	Área do município na BH (km²)	Área do município na BH (%)
Balneário Camboriú	46,24	41,40	89,53
Camboriú	212,32	175,39	82,61
Itajaí	288,29	3,95	1,37
Total	546,85	220,72	-

Figura 49 - Dinâmica populacional nos municípios inseridos na área de abrangência do Plano. (a) população urbana, (b) população rural, e (c) população total



Fonte: Santa Catarina (2017a).

De acordo com dados do PRHC (Santa Catarina, 2017a), os municípios da área de abrangência apresentaram expressivo crescimento, principalmente entre as décadas de 1970 e 2010. Analisando as taxas de crescimento da população urbana e rural, nota-se que o crescimento populacional nos municípios da UPG 7.2 - Camboriú foi impulsionado majoritariamente pelo aumento da população urbana (Figura 49).

É possível notar uma tendência geral de declínio da população rural nos dois municípios, no qual teve uma taxa média de crescimento negativa, cerca de -94 habitantes/ano. A população de Itajaí não foi considerada, pois o município apresenta apenas uma pequena parcela inserida na área de abrangência. Analisando a dinâmica populacional por município, nota-se que Balneário Camboriú foi o município que apresentou a maior taxa de crescimento populacional, de 3.149 habitantes/ano.

Vale destacar aqui que, devido ao fato de serem municípios com grande atividade

turística, existe um grande aporte de pessoas ao longo do ano, especialmente no verão.



Segundo dados da Santa Catarina Turismo S.A. (SANTUR) a população flutuante no município de Balneário Camboriú é da ordem de 3.000.000 pessoas ao longo do ano, sendo a grande maioria de turistas vindos de outros estados (SANTUR, 2008).

Os meses de verão são os que apresentam o maior aporte de turistas, cerca de 1.000.000 de pessoas entre dezembro e fevereiro, e com tempo de permanência médio de 6 dias.

Considerando os resultados do Censo Demográfico 2022 para os municípios da UPG 7.2 - Camboriú, existe atualmente (2022) um total de 252.203 habitantes. Não foi considerada a população do município de Itajaí, tendo em vista que o município possui apenas 1,9% na parte da área de abrangência da UPG 7.2.

Entre os Censo de 2010 e 2022, o município de Camboriú apresentou a maior variação, aumentando 79% em relação ao Censo anterior (2010), tendo um aumento de 49.806 habitantes entre 2010 e 2022. Balneário Camboriú teve um aumento menos elevado, de 30%, com acréscimo de 31.947 habitantes entre o CENSO de 2010 a 2022.

3.10.2. Atividades econômicas

Segundo dados do IBGE (2022), referente ao ano de 2020 os municípios de Balneário Camboriú e Camboriú apareceram na 11ª e 39ª, respectivamente, posição do ranking estadual em relação ao PIB. A atividade econômica com maior destaque é o setor de serviços, que representa, em média, 62% do PIB dos municípios (SIDRA/IBGE, 2022). Com relação aos demais setores da economia, o administrativo e industrial são os setores com maior porcentagem, sendo o agropecuário com a menor parcela (SIDRA/IBGE, 2016).

3.10.3. Caracterização da infraestrutura

3.10.3.1. Abastecimento de água

O abastecimento de água na Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú até a década de 50 tinha como fonte principal os poços artesianos. Em 1960, a Prefeitura de Balneário Camboriú criou o Departamento de Águas e Esgotos, o qual deu início à captação de água no Rio Camboriú. Em 2005, a prefeitura de Balneário Camboriú criou a Empresa Municipal de Água e Saneamento – EMASA, atual responsável pelo sistema de água e esgoto do município (EMASA, 2016).

Em 2009, a EMASA deu início às obras de saneamento básico em Balneário Camboriú, com a implantação de um sistema de coleta e tratamento de esgoto em quase toda a região central, ampliação da rede de abastecimento de água, além da construção de mais um reservatório de água e da Estação de Tratamento de Esgoto (EMASA, 2016).

No município de Camboriú, a Águas de Camboriú é a concessionária responsável pelo abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto, com início da concessão em 2015 (Águas de Camboriú, 2016).

Os dados mais recentes publicados pelo IBGE indicam que a forma predominante de abastecimento de água nos domicílios urbanos em Camboriú e Balneário Camboriú é por meio de rede canalizada (acima de 89% dos domicílios urbanos em todos os municípios) (IBGE, 2010). Já em relação aos domicílios localizados nas áreas rurais, a forma predominante de abastecimento é por meio de poços.

De acordo com o Sistema Nacional de Informações de Saneamento (SNIS), o maior consumo de água per capita ocorre no município de Balneário Camboriú, com 234,8 l/habitante/dia. No município de Camboriú o consumo é de 137,3 l/habitante/dia (SNIS, 2014). Essa discrepância no município de Balneário Camboriú pode ser ocasionada pela população flutuante em função do turismo.

3.10.3.2. Esgotamento sanitário

De acordo com o IBGE (2022) o sistema de esgotamento sanitário presente em Balneário Camboriú é por meio de rede coletora (98% dos domicílios) e em Camboriú por meio de sistemas individuais em 89% dos domicílios (IBGE, 2022). Os domicílios localizados nas áreas rurais de Camboriú também apresentam como forma predominante de esgotamento sanitário a utilização de fossas.

3.10.3.3. Resíduos sólidos

De acordo com os dados do IBGE (2022), o manejo dos resíduos sólidos nos municípios inseridos na área de abrangência é realizado predominantemente por meio de coleta por serviço de limpeza e caçambas, com atendimento acima de 98% dos domicílios em ambos os municípios. Nos domicílios rurais, a forma de manejo predominante também é a coleta por serviço de limpeza e caçambas.

A coleta dos resíduos sólidos (domiciliar, hospitalar e seletiva) e limpeza pública de ambos os municípios é responsabilidade da Ambiental Limpeza Urbana e Saneamento, desde 1997. Os pontos de coleta são distribuídos na área urbana, contando com a

participação dos hotéis, bares, restaurantes, condomínios e residências. O material reciclado recolhido pela coleta seletiva de Balneário Camboriú e Camboriú são encaminhados para cooperativas de reciclagem em Camboriú. O resíduo orgânico de Balneário Camboriú é encaminhado para o aterro sanitário da Canhanduba, localizado no município de Itajaí, enquanto o de Camboriú é destinado à Veolia em Biguaçu.

3.11. CAPACIDADE DE INVESTIMENTO EM RECURSOS HÍDRICOS

No PRHC (2018) foi elaborado um programa de investimentos para o horizonte de curto prazo, que contempla as 3 ações prioritárias para os programas: Programa 13 - Adequação e ampliação do monitoramento fluviométrico e de qualidade da água superficial.; Programa 14 - Planejamento, construção e operação do parque inundável multiuso na bacia do Rio Camboriú; e Programa 15 – Melhoria no sistema de esgotamento sanitário do município de Camboriú.). Esses programas estão descritos na Tabela 27 com valores de investimentos nos períodos.

Tabela 27 - Programa de investimentos para o horizonte de curto prazo na área de abrangência do PRHC

Ação	2019		2020		Total
	Semestre 1	Semestre 2	Semestre 1	Semestre 2	
Realocação e ampliação das estações fluviométricas	30.000,00	6.000,00	6.000,00	6.000,00	48.000,00
Monitoramento da qualidade da água	50.000,00	50.000,00	50.000,00	50.000,00	200.000,00
Disponibilização dos dados no portal do SIRH	20.000,00	20.000,00	20.000,00	20.000,00	80.000,00
Programa 13	100.000,00	76.000,00	76.000,00	76.000,00	328.000,00
Desapropriação para construção do Parque Inundável	68.510.000,00	-	-	-	68.510.000,00
Construção do Dique Camboriú	8.327.212,37	8.327.212,38	2.775.737,46	2.775.737,46	22.205.899,67
Programa 14	76.837.212,37	8.327.212,38	2.775.737,46	2.775.737,46	90.715.899,67
Investimento na ETE para Camboriú	2.299.036,61	2.299.036,61	2.299.036,61	2.299.036,61	9.196.254,42
Esgotamento da área rural	93.429,74	93.429,74	93.429,74	93.429,74	373.718,94
Cadastramento e fiscalização	85.605,44	85.605,44	85.605,44	85.605,44	342.421,76
Rede coletora e ligações	8.760.530,86	8.760.530,86	8.760.530,86	8.760.530,86	35.042.123,43
Monitoramento dos lançamentos	17.500,00	17.500,00	17.500,00	17.500,00	70.000,00
Programa 15	11.256.129,64	11.256.129,64	11.256.129,64	11.256.129,64	45.024.518,54
Total	88.193.342,1	19.659.342,02	14.107.867,10	14.107.867,10	136.068.418,21

Fonte: Santa Catarina (2018b).

Tais ações foram definidas como emergenciais levando em conta sua importância para resolução de diversos problemas relacionados à quantidade e qualidade da água, bem como eventos hidrológicos extremos.

Também vem sendo aplicados recursos anuais destinados às manutenções e aprimoramentos das redes de monitoramento hidrometeorológico e de qualidade de água. Outro investimento aconteceu recentemente diz respeito à contratação de entidade para prestar apoio técnico e administrativo ao Comitê Camboriú, por meio da FAPESC. Ainda, existe o planejamento de percentual dos recursos do FEHIDRO a ser aplicado para a implementação de ações do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú.

Para o município de Camboriú, a Águas de Camboriú, concessionária responsável pelo abastecimento de água potável, coleta e tratamento de esgoto; prevê investimento de cerca de R\$ 160 milhões na universalização dos serviços de saneamento básico (Águas de Camboriú, 2016).

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.

4.1. HORIZONTES DE PLANEJAMENTO

A definição dos horizontes de simulação levou em conta os horizontes previamente adotados no PRHC (2018), que foram: 2019 - curto prazo, 2023 - médio prazo e 2027 - 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 nº 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 7.2 - Camboriú.

4.2. 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 7.2 - Camboriú.

4.2.1. Projeção da população da UPG 7.2 – Camboriú

Para a projeção população da UPG 7.2 - Camboriú, 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 2028, 2033 e 2038 (Tabela 28).

Tabela 28 – População atual e projetada para os municípios da UPG 7.2 - Camboriú

<i>Municípios</i>	Censo Demográfico (hab)			Média da taxa de crescimento (% ao ano)	População Projetada (hab)		
	2000	2010	2022		2028	2033	2038
<i>Balneário Camboriú</i>	73.455	108.089	139.155	3,0	166.439	193.221	224.312
<i>Camboriú</i>	41.445	62.361	103.074	4,1	132.111	162.468	199.799

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

Foi adotada a média das taxas crescimento dos Censos de 2000-2010 (3,9%) e de 2010-2022 (2,1%) para Balneário Camboriú, no qual definiu-se 3% ao ano; e para Camboriú de 4,1%, obtida as taxas de 2000-2010 (4,1%) e 2010-2022 (4,2%). A taxa de crescimento foi utilizada posteriormente para as simulações de crescimento populacional, demanda de água e geração de efluentes.

4.2.2. Projeção da criação animal da UPG 7.2 – Camboriú

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 7.2 – Camboriú para os horizontes de planejamento 2028, 2033 e 2038 (Tabela 29).

Tabela 29 – Criação animal atual e projetada para as espécies existentes na UPG 7.2 - Camboriú

	Animais (cabeças)			Taxa de crescimento considerada	Projeção		
	2008	2016	2022	(%/ano)	2028	2033	2038
Bovinos	6.242	5.173	5448	1,0	5784,9	6081,5	6393,3
Equinos	625	1.204	993	2,0	1119,6	1237,4	1367,5
Suínos	1.120	175	2288	1,5	2503,5	2698,5	2908,6
Galináceos	67.900	5.012	5.979	1,0	6348,7	6674,2	7016,4

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

4.2.3. Dados de entrada da simulação dos recursos hídricos superficiais na UPG 7.2

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, sendo que 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. Por exemplo, inicialmente deve-se informar a 1ª prioridade, atribuída a um ou mais setores de usuários. A partir 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 7.2 - Camboriú (Quadro 6).

Quadro 6 – Dados de entrada de Disponibilidade Hídrica no SADPLAN - UPG 7.2 - Camboriú

Campo		Valor/Texto aplicado
	<i>Nome</i>	IAC - Camboriú - Q ₉₈ (3 prioridades)
	<i>Descrição</i>	Disponibilidade hídrica para UPG 7.2 – Camboriú
	<i>Bacia de referência</i>	Bacia do Rio Camboriú (2012)
Forma como é caracterizada a Disponibilidade Hídrica para o Balanço Hídrico		
	<i>Tipo</i>	Vazão de referência para Captações e Derivações
	<i>Vazão de referência</i>	100% da vazão Q ₉₈
Prioridades de atendimento aos usos de recursos hídricos		
	<i>Prioridade 1</i>	Abastecimento público e esgotamento sanitário
	<i>Prioridade 2</i>	Aquicultura e criação animal
	<i>Prioridade 3</i>	Irrigação, indústria, mineração, termelétrica, hidrelétrica e outros usos
Definição das vazões mínimas		
	<i>Vazão mínima</i>	50% da vazão Q ₉₈ (Portaria SDS 51/2008)
	<i>Vazão ecológica</i>	100% da Q _{7,10}
Configuração para balanços hídricos qualitativos		
<i>Parâmetros</i>	Manancial	Cabeceira
<i>Coliformes totais</i>	3.500 NMP/100 ml	900 NMP/100 ml
<i>DBO_{5,20}</i>	3,10 mg/l	1,20 mg/l
<i>Fósforo total (Pt)</i>	0,10 mg/l	0,02 mg/l
<i>Nitrato (NO₃⁻)</i>	0,25 mg/l	0,45 mg/l
<i>Oxigênio Dissolvido (OD)</i>	4,15 mg/l	7,15 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 7.2 – Camboriú, descritos na etapa do Diagnóstico (Capítulo 3). Para valores de manancial foram selecionados os pontos (Tabela 14) 1a, 1b, 2, 3, 4, 5, 6, 14, 15, 17 e 19, e para os valores de cabeceira os pontos 7, 8, 9, 10, 11, 12 e 13.

No SADPLAN é necessário o preenchimento dos dados de demanda hídrica, na aba “Parâmetros de Demanda Hídrica” (Quadro 7). Para preenchimento dos campos no Quadro 7 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 7 – Dados de entrada da Demanda Hídrica no SADPLAN para a UPG 7.2 – Camboriú

Campos	Valor/Texto aplicado
<i>Nome</i>	IAC - Demandas Camboriú
<i>Descrição</i>	Demandas hídricas com base no cenário de 2023 para UPG 7.2 - Camboriú
<i>Bacia de referência</i>	Bacia do Rio Camboriú (2012)
<i>Declarações (significantes e insignificantes)</i>	Enviado exceto reprovado (todas as finalidades) *
<i>Tratamento para outorgas</i>	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	Balneário Camboriú	Camboriú	Itajaí**
<i>Produção de esgoto em área urbana (kr) - % de retorno sobre vazões captadas (finalidade do abastecimento público)</i>	80%	80%	80%
<i>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.</i>	10%	70%	10%
<i>Produção per capita de esgoto rural</i>	-	80 L/cab.dia	80 L/cab.dia
<i>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.</i>	-	80%	80%
<i>Número de animais no pasto (cabeças)</i>	591	8725	-
<i>Efluente unitário dos animais no pasto</i>	50 L/cab.dia	50 L/cab.dia	50 L/cab.dia

Legenda: febar - fração de esgoto bruto que atinge o rio - lançamento atribuído para diferentes origens (urbano, rural, dejetos de animais e irrigação). ** Itajaí possui área reduzida com ~1,4% do território inserido na UPG 7.2 – Camboriú.

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)
<i>Suínos</i>	Intensivo	7,2 L/cab.dia	40%
	Semi	10,0 L/cab.dia	20%
<i>Ovinos</i>	Intensivo	8,0 L/cab.dia	40%
	Semi	5,0 L/cab.dia	20%
<i>Aves</i>	Intensivo	0,36 L/cab.dia	40%
	Semi	0,36 L/cab.dia	20%
<i>Bovinos</i>	Intensivo	30,0 L/cab.dia	40%
	Semi	17,4 L/cab.dia	20%
<i>Bubalinos</i>	Intensivo	30,0 L/cab.dia	40%
	Semi	17,4 L/cab.dia	20%
<i>Caprino</i>	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). ~~Tachado~~ – espécies de animais que não constam declarados na UPG 7.2 – Camboriú, base CEURH (2023).

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

		Abast. público	Esgot. sanitário	Aqui- cultura	Irrig.	Criação animal	Indústr.	Outro
C_{totais}	(NMP/ 100mL)	3.000,0 ¹ 600,0 ²	8.000,0 ¹ 600,0 ²	4.000,0 ¹ 600,0 ²	2.000,0 ¹ 600,0 ²	8.000,0 ¹ 800,0 ²	2.500,0 ¹ 500,0 ²	3.000,0 ¹ 600,0 ²
DBO	(mg/L)	300,0 ¹ 60,0 ²	350,0 ¹ 60,0 ²	40,0 ¹ 5,0 ²	30,0 ¹ 5,0 ²	300,0 ¹ 60,0 ²	500,0 ¹ 30,0 ²	100,0 ¹ 10,0 ²
P_t	(mg/L)	5,0 ² 1,0 ¹	4,0 ¹ 1,0 ²	4,0 ¹ 1,0 ²	8,0 ¹ 1,0 ²	8,0 ¹ 1,0 ²	8,0 ¹ 1,0 ²	5,0 ² 1,0 ¹
NO_3^-	(mg/L)	5,0 ² 1,0 ¹	8,0 ¹ 1,0 ²	4,0 ¹ 1,0 ²	10,0 ¹ 1,0 ²	8,0 ¹ 1,0 ²	10,0 ¹ 1,0 ²	10,0 ¹ 1,0 ²
OD	(mg/L)	2,0 ¹ 5,0 ²	0,0 ¹ 4,0 ²	2,0 ¹ 5,0 ²	2,0 ¹ 4,0 ²	2,0 ¹ 4,0 ²	2,0 ¹ 4,0 ²	1,0 ¹ 4,0 ²

Legenda: **** Dados com base nos históricos dos Planos de Bacia existente no SADPLAN. C_{totais} – coliformes totais. ¹ concentração efluente bruto; e ² 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 (febar¹) (Quadro 7), para os municípios de Balneário Camboriú e Itajaí, uma taxa de 10% foi adotada, tendo em vista a cobertura de rede coletora e tratamento de esgoto desses municípios. Para Camboriú, por outro lado, 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 7.2 - Camboriú.

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 do 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). Enquanto para o cenário moderado, foi adotado um avanço maior de cobertura de coleta e tratamento de esgoto, de 45% no horizonte de planejamento de curto prazo (2028) e 90% para os horizontes de médio (2033) e longo (2038) prazo.



A aba “Parâmetros de Demanda Hídrica” (Quadro 7) 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.

4.2.4. Parâmetros de projeções estatísticas para a UPG 7.2 – Camboriú

No Quadro 8 são apresentados os dados de entrada referente aos cenários de projeção no SADPLAN, 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) moderado (subtraído a metade da taxa tendencial), e (iii) cenário crítico (somado a metade da taxa tendencial), para a população urbana, rural, animal, setores industriais e de culturas irrigadas.

Quadro 8 – Dados de entrada de Projeções Estatísticas no SADPLAN para a UPG 7.2 – Camboriú

Campos	Valor/Texto aplicado
<i>Nome</i>	IAC - Camboriú - Cenário 2028-2033-2038
<i>Descrição</i>	Prognóstico Camboriú
<i>Bacia de referência</i>	Bacia do Rio Camboriú (2012)
<i>Ano base dos dados de demanda hídrica</i>	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

<i>Municípios</i>	Moderado	Tendencial	Crítico
<i>Balneário Camboriú</i>	1,5%	3,0%	4,5%
<i>Camboriú</i>	2,05%	4,1%	6,15%

População Rural - Taxa de crescimento

<i>Municípios</i>	Moderado	Tendencial	Crítico
<i>Balneários Camboriú</i>	0,0%	0,0%	0,0%
<i>Camboriú</i>	2,25%	4,5%	6,75%

Demanda de Água - Taxa de crescimento

<i>Municípios</i>	Moderado	Tendencial	Crítico
<i>Balneários Camboriú</i>	1,5%	3,0%	4,5%
<i>Camboriú</i>	2,25%	4,5%	6,75%

Taxa ou função de projeção para aquicultura

	Moderado	Tendencial	Crítico
<i>Demanda de Água</i>	2,5%	5,0%	7,5%

Taxa ou função de projeção para irrigação, por cultura irrigada

	Moderado	Tendencial	Crítico
<i>Alface, Arroz, Flores</i>	0,5%	1,0%	1,5%
<i>Outro tipo, Banana, Berinjela, Pepino e Tomate</i>	1,0%	2,0%	3,0%

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

<i>Espécies declaradas</i>	Moderado	Tendencial	Crítico
<i>Ave - frango, Ave - galinha, Ave - outras, bovino de corte, bovino de leite, Caprino, e Equinos</i>	1,0%	2,0%	3,0%
<i>Bovino de corte</i>	0,5%	1,0%	1,5%

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

<i>CNAE declarados</i>	Moderado	Tendencial	Crítico
<i>08.10-0 - Extração de pedra, areia e argila</i>	2,5%	5,0%	7,5%
<i>08.99-1 - Extração de minerais não-metálicos não especificados anteriormente</i>	1,0%	2,0%	3,0%
<i>10.99-6 - Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente</i>	1,0%	2,0%	3,0%
<i>23.30-3 - Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes</i>	7,5%	15,0%	22,5%
<i>31.02-1 - Fabricação de móveis com predominância de metal</i>	5,0%	10,0%	15,0%
<i>32.99-0 - Fabricação de produtos diversos não especificados anteriormente</i>	2,5%	5,0%	7,5%

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

4.2.5. Parâmetros de balanço hídrico para a UPG 7.2 – Camboriú

No Quadro 9 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 Janeiro, Setembro e Dezembro foram previamente selecionados para a UPG 7.2 – Camboriú. Essa análise é 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. Dezembro mostrou-se adequado para o demonstrativo das respostas dos parâmetros físico-químicos nos cenários de planejamento testados.

Quadro 9 – Dados de entrada do Balanço Hídrico no SADPLAN para a UPG 7.2 – Camboriú

Campos	Valor/Texto aplicado
<i>Nome</i>	IAC - Camboriú - Cenário Atual 2023 IAC - Camboriú - Cenário 2028-2033-2038
<i>Descrição</i>	Cenário 2023 - Situação atual Cenário 2028-2033-2038 - UPG 7.2 - Camboriú
<i>Bacia de referência</i>	Bacia do Rio Camboriú (2012)
<i>Nível</i>	Nível 7 (47 ottobacias)
<i>Datas consideradas na execução deste balanço</i>	2023 para o cenário atual 2028, 2033 e 2038 para os cenários futuros
<i>Executar para os meses</i>	Janeiro, Setembro e Dezembro
<i>Vazão insignificante*</i>	0,277780 l/s (ou 1 m³/h) (Santa Catarina, 2008).
<i>Parâmetros de Disponibilidade Hídrica</i>	IAC - Camboriú - Q ₉₈ (3 prioridades)
<i>Barramentos</i>	-
<i>Parâmetros de Demanda Hídrica</i>	IAC - Demandas Camboriú (2023) IAC - Demandas Camboriú - Tendencial - 2028 (35% de cobertura) IAC - Demandas Camboriú - Tendencial - 2033 (50% de cobertura) IAC - Demandas Camboriú - Tendencial - 2038 (75% de cobertura) IAC - Demandas Camboriú - Moderado (Marco Saneamento) - 2028 (45%) IAC - Demandas Camboriú - Moderado (Marco Saneamento) - 2033-38 (90%)
<i>Demandas Fictícias</i>	-
<i>Projeções Estatísticas:</i>	IAC - Camboriú - Cenário 2028-2033-2038

Nome do coeficiente de decaimento

<i>Coef. de reaeração OD (Ka)</i>	Coeficiente de reaeração de OD segundo SAD-IPH ($K_a = \text{declividade do trecho (m/m)} / 100$)
<i>Coef. remoção da DBO (Kd)</i>	Cálculo de coeficiente de remoção da DBO segundo SAD-IPH ($K_d = 0,3 * ((H/2,4)^{-0,434})$)
<i>Coef. de decaimento bacteriano</i>	1,00 (Von Sperling, 2006)
<i>Coef. de decaimento do fósforo total</i>	0,05 (Von Sperling, 2006)
<i>Coef. de hidrólise do nitrogênio orgânico em amônia</i>	0,02 (Von Sperling, 2006)
<i>Coef. de conversão da amônia em nitrito</i>	0,20 (Von Sperling, 2006)
<i>Coef. de transformação do nitrito em nitrato</i>	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)

4.2.6. Disponibilidade hídrica da UPG 7.2 – Camboriú

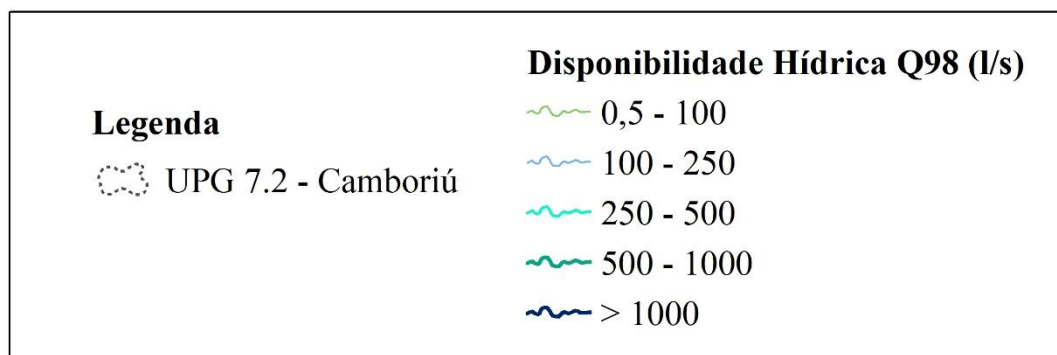
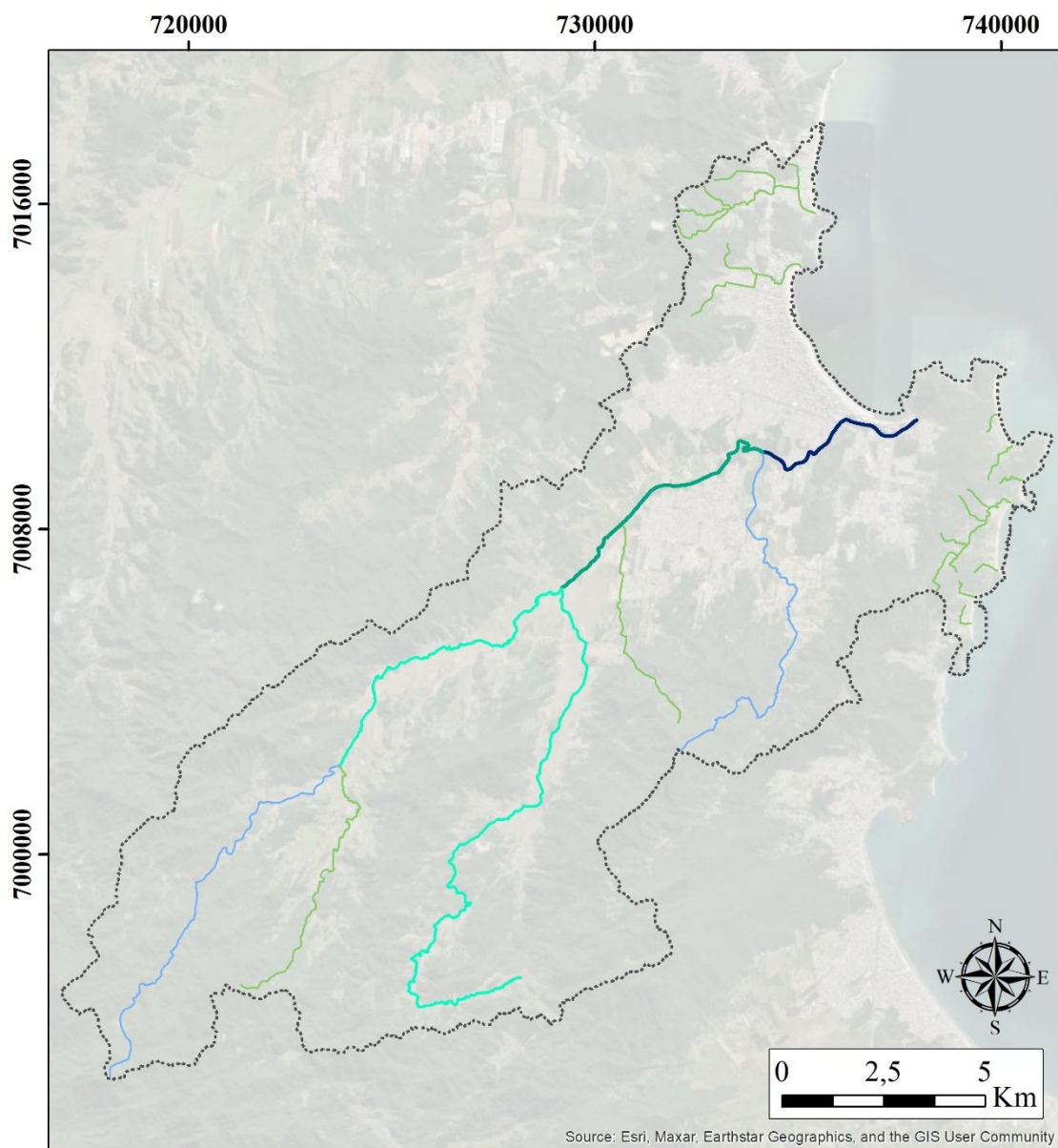
Na Figura 50 foi apresentado o resultado da disponibilidade hídrica para o mês de dezembro de 2023 (cenário atual), gerada no SADPLAN para a UPG 7.2 - Camboriú.



Na UPG 7.2 – Camboriú, a vazão de referência é a Q_{98} . A alteração do critério de outorga para a vazão sugerida no PRHC (Q_{90}) 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.

Os rios de cabeceira e bacias contíguas, apresentaram menores vazões considerando a Q_{98} , como é esperado (Figura 50). Os afluentes do Rio Camboriú, o Rio do Braço e o Rio Canoas, possuem vazões Q_{98} na faixa de 250-500 l/s, sendo que após a junção destes trechos, o Rio Camboriú, passa ter um trecho com vazão Q_{98} de 500-1000 l/s, e o trecho final (até o Oceano Atlântico) uma vazão Q_{98} na faixa superior a 1.000 l/s (ou 1 m³/s).

Figura 50 – Disponibilidade hídrica na Q₉₈ para o cenário atual (2023) da UPG 7.2 – Camboriú gerada pelo SADPLAN para o mês de dezembro 2023



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

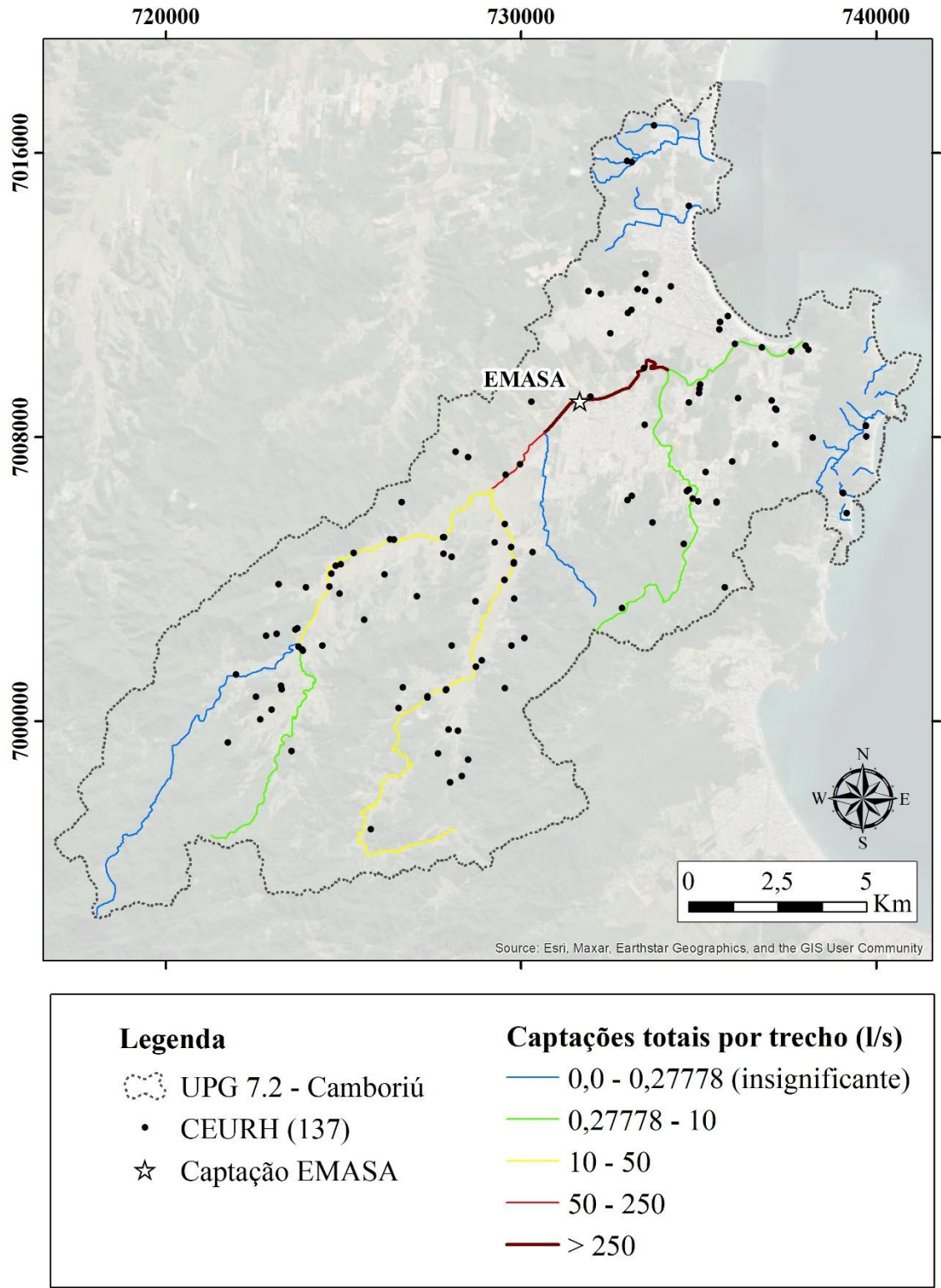
4.2.7. Demanda hídrica da UPG 7.2 – Camboriú

Na Figura 51, 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 7.2 – Camboriú (Figura 51) foram identificadas logo após a junção do Rio Canoas e do Rio do Braço (coloração avermelhada), e no trecho subsequente do rio principal, local onde acontece a principal captação (maior vazão) de água na UPG 7.2 - Camboriú (trecho vermelho escuro).

Cabe destacar que no trecho avermelhado (maior demanda registrada), ocorre a captação de água para o abastecimento público de ambos os municípios, Balneário Camboriú e Camboriú, realizado pela empresa de abastecimento EMASA. Mesmo que existam outros trechos de rios na UPG 7.2 – Camboriú com a maior concentração de pontos de captação declarados, o trecho de captação para o abastecimento público de ambos os municípios é o mais preocupante, considerando a alta vazão de retirada em um único ponto.

Figura 51 – Demanda hídrica para o cenário atual (2023) na UPG 7.2 – Camboriú gerada pelo SADPLAN para o mês de dezembro de 2023



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

4.3. CARGAS POLUIDORAS

Em relação aos lançamentos, o SADPLAN possibilita exportar os resultados dos lançamentos por finalidade, como por exemplo: lançamentos do esgotamento sanitário, lançamentos da indústria, lançamentos da irrigação, entre outros. A exportação dos resultados neste estudo, considerou os valores totais de lançamento (Figura 52), somando todas as finalidades cadastradas no CEURH por trecho de rio. O SADPLAN 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, moderado e crítico) possui uma dinâmica de crescimento que influencia dados quantitativos (captações e lançamentos) e qualitativos (concentrações de mistura).

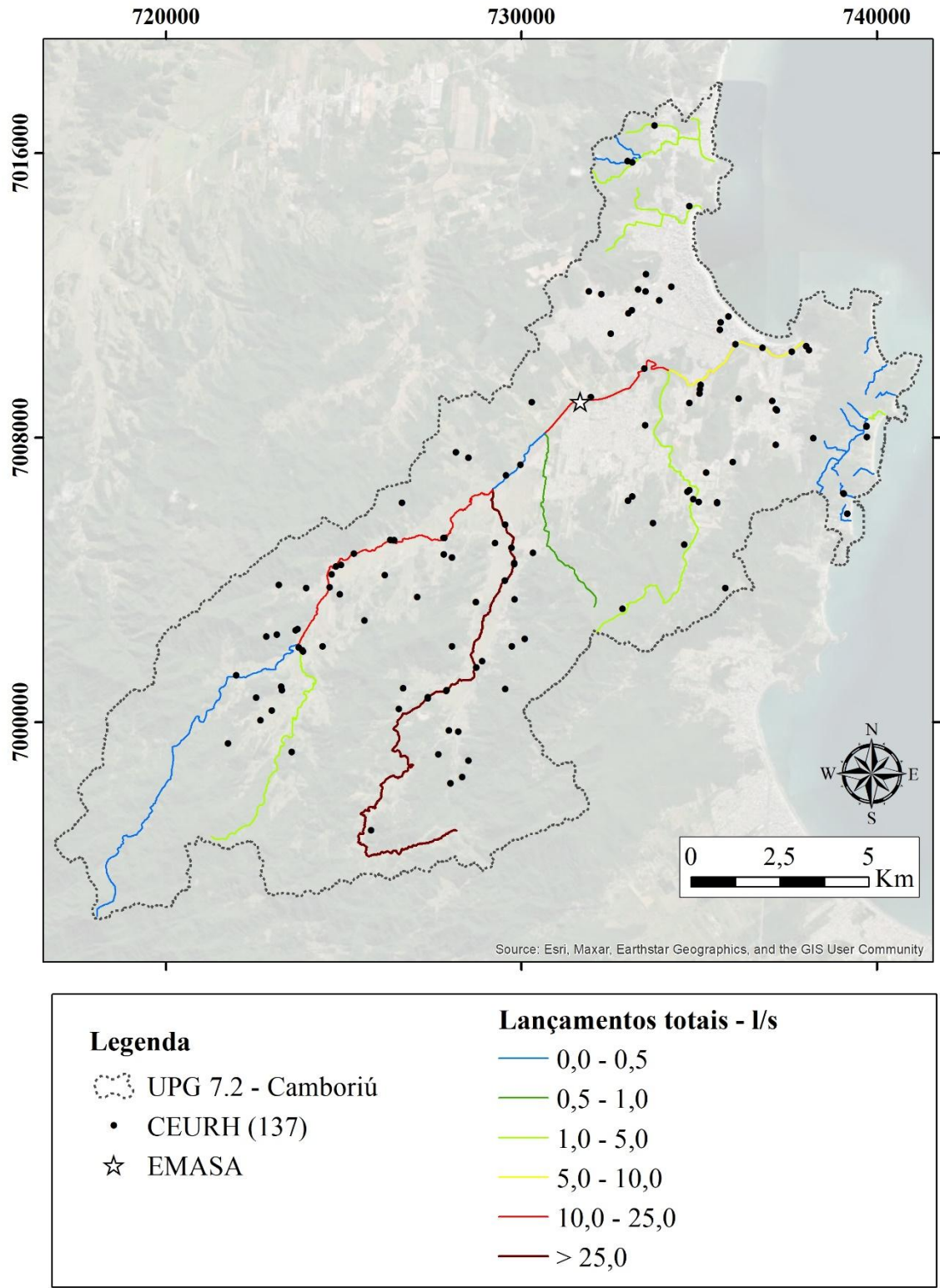
Como premissas principais, tem-se as alterações nas (a) taxas de crescimento populacional (urbano e rural) e demanda de água; (b) taxas de crescimento da criação animal; e (c) taxas de crescimento industrial na UPG 7.2 – Camboriú, para o período de alcance da meta de enquadramento progressivo dos corpos de água.



Os dados de lançamentos utilizados neste estudo foram aqueles disponíveis no cadastro CEURH. No entanto, considera-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 lançamentos na UPG 7.2 – Camboriú (Figura 52) foram identificados no Rio Canoas (coloração vermelho escuro), e, na sequência, no Rio do Braço e no trecho que ocorre o abastecimento público (coloração vermelha), com base na espacialização dos dados do CEURH. Esse resultado, está possivelmente relacionado à alta quantidade de cadastros nas regiões, que ocorre na parte alta da bacia hidrográfica, principalmente por meio das finalidades de irrigação, criação animal e aquicultura, e na parte mais baixa relacionado ao adensamento urbano.

Figura 52 – Lançamentos totais por trecho hídrico na UPG 7.2 – Camboriú gerada pelo SADPLAN para o mês de dezembro de 2023



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

4.4. CONDIÇÕES QUALIQUANTITATIVAS

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 ($\text{DBO}_{5,20}$), fósforo total (Pt) e oxigênio dissolvido (OD). Os parâmetros $\text{DBO}_{5,20}$ e OD já haviam sido previamente utilizados em outros Planos de Recursos Hídricos no Estado de Santa Catarina, ou seja, ajustes já haviam sido realizados pelas equipes anteriores. O Pt teve geração de cenários pelo cfim, porém sua resposta não está devidamente calibrada no que diz respeito as equações de decaimento, assim a análise das concentrações do Pt precisa ser analisada com cautela.

No SADPLAN, as concentrações para os parâmetros $\text{DBO}_{5,20}$, Pt e OD, foi obtido 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 $\text{IAD} > 1$ 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).

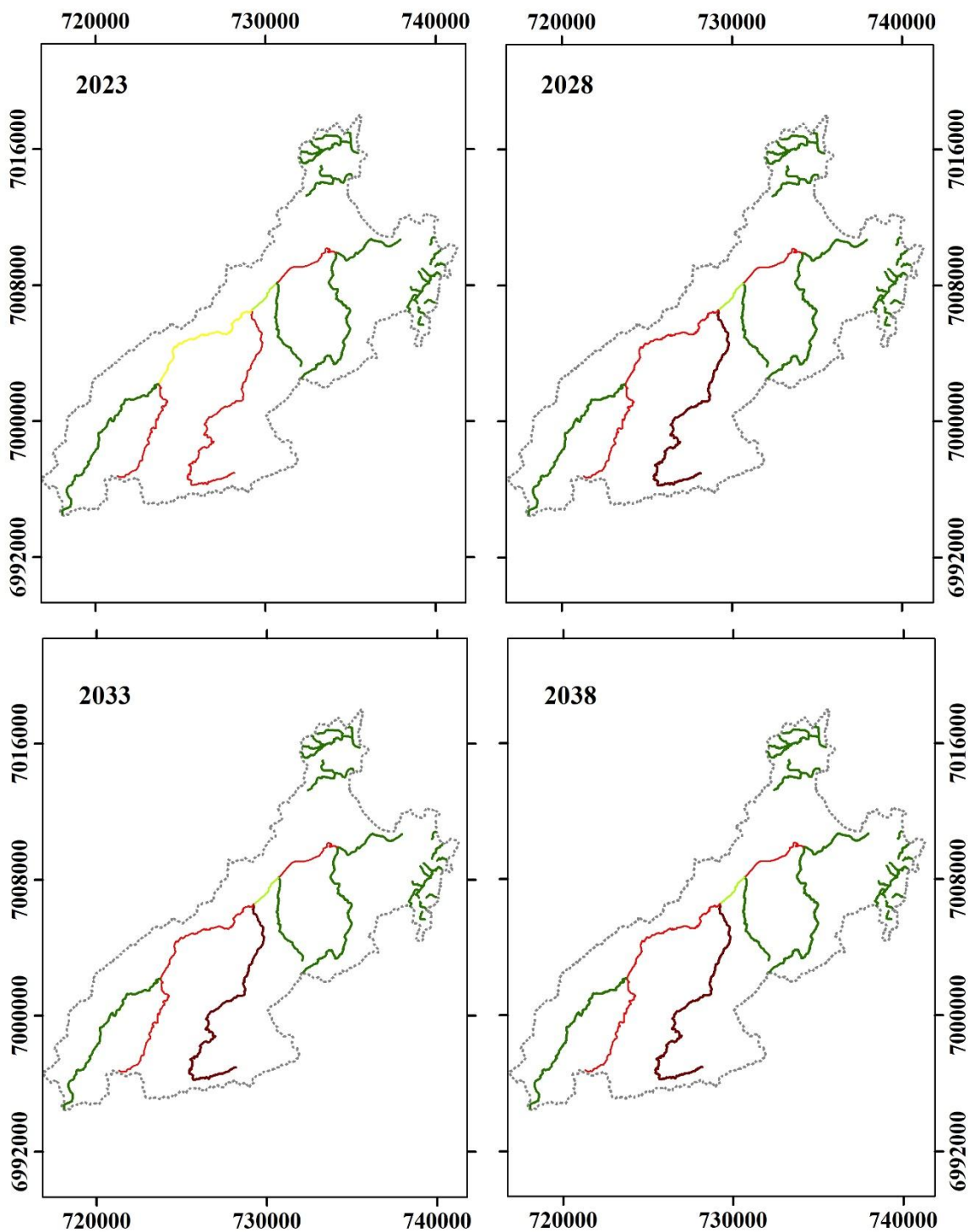
Nos itens 4.4.1 e 4.4.2 são apresentados os resultados dos cenários em relação ao balanço hídrico (vazão) e o balanço qualitativo (qualidade da água) na UPG 7.2 – Camboriú.

4.4.1. Balanço Hídrico

Para analisar o atendimento em relação a quantidade (vazão) solicitada por trecho hídrico, o SADPLAN utiliza o Índice de Atendimento de Captação Total – IACT.

O IACT foi calculado para os horizontes temporais: atual (2023), curto prazo (2028), médio prazo (2033) e longo prazo (2038), **considerando apenas a projeção do cenário tendencial** (Figura 53). A interpretação quantitativa não foi o foco deste trabalho, tendo em vista que PRHC (2017a, 2017b, 2018a e 2018b) fez uma análise aprofundada dos dados de vazão e consumo, no qual foi estabelecido a intenção de alteração do critério de outorga para a UPG 7.2 – Camboriú (de Q_{98} para Q_{90}), que necessita aprovação do CERH.

Figura 53 – Índices de Atendimento de Captação Total – IACT por trecho hídrico na UPG 7.2 – Camboriú gerada pelo SADPLAN – cenário atual (2023) e tendencial (2028, 2033 e 2038) para o mês de dezembro



Índice de Atendimento de Captação Total - IACT

— Adequado	(100)	
— Preocupante	(75 - 99)	— Extremamente crítico (1 - 49)
— Crítico	(50 - 74)	— Sem atendimento (0)

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

É interessante ressaltar, que ao longo dos horizontes de planejamento (2028-2033-2038) ocorre uma piora em relação ao atendimento hídrico na UPG 7.2 – Camboriú. O trecho que apresentou “sem atendimento” nos horizontes 2028-2033-2038 foi o Rio Canoas. O Rio do Braço também teve uma piora passando da classe “crítico” para “extremamente crítico” nos cenários 2028-2033-2038. É interessante reportar também que o trecho que acontece o abastecimento público da UPG 7.2 – Camboriú ficou na classe “extremamente crítico” durante todo o período.

4.4.2. Balanço Quali-Quantitativo

O balanço quali-quantitativo foi realizado para os cenários: tendencial, moderado 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 utilizado 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.

Não foi possível gerar cenários dos parâmetros coliformes totais e nitrato, no SADPLAN devido a erros no cálculo, no que diz respeito a função de decaimento. Desta forma, considerou-se não utilizar tais parâmetros.

De acordo com a análise dos dados no Diagnóstico (Capítulo 3), o nitrato não se apresenta como um parâmetro limitante na UPG 7.2 – Camboriú, o que não traz prejuízos para a análise qualitativa gerada pelo SADPLAN. Situação semelhante observa-se em bacias hidrográficas próximas, como é o caso da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (Santa Catarina, 2021) e nos dados do monitoramento do QUALIAGUA no Estado de Santa Catarina.

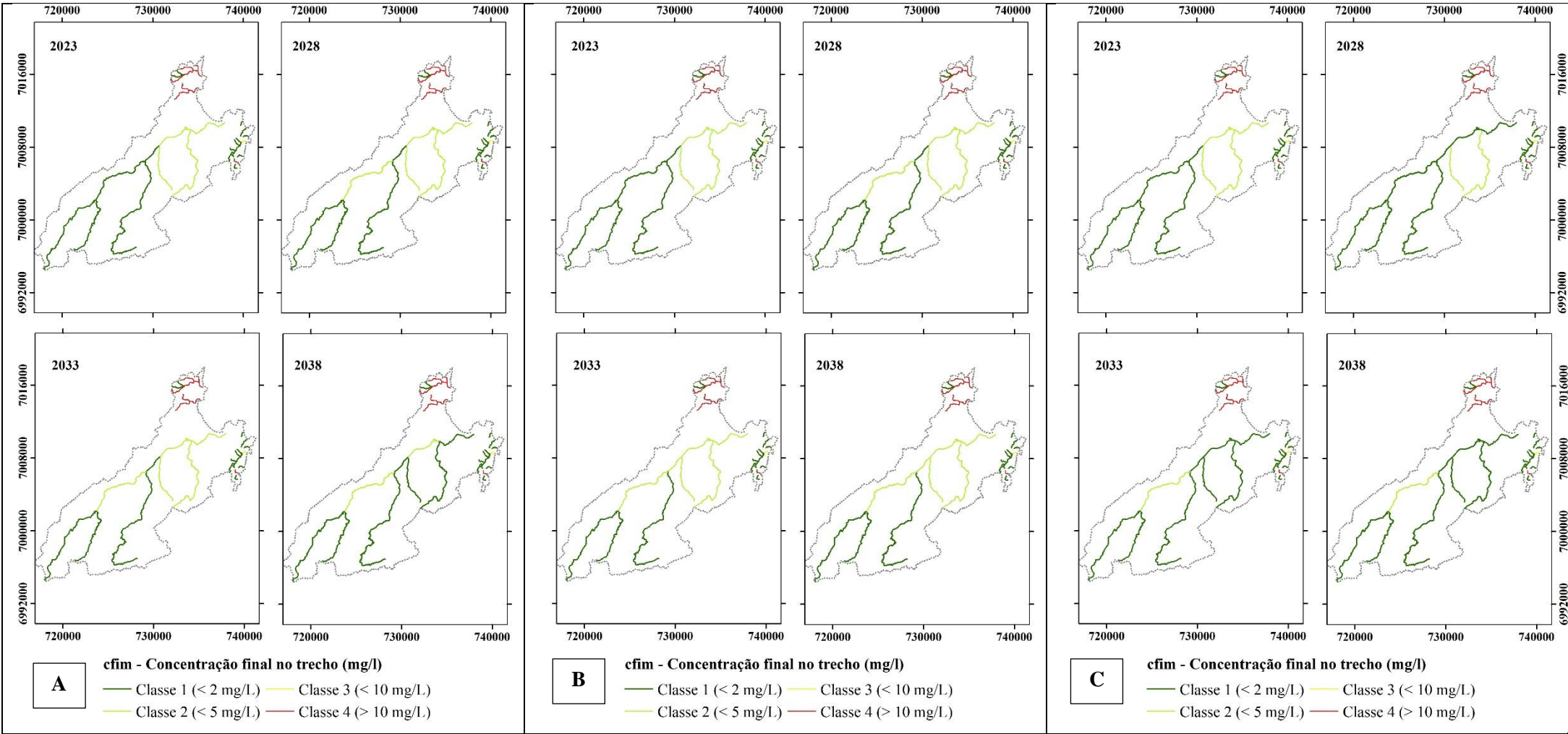
Por outro lado, os coliformes termotolerantes mostraram-se como parâmetros relevantes e limitantes no Diagnóstico. Assim, para a proposta de enquadramento, será levado em consideração a qualidade dos trechos de rios identificados na etapa do diagnóstico.



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

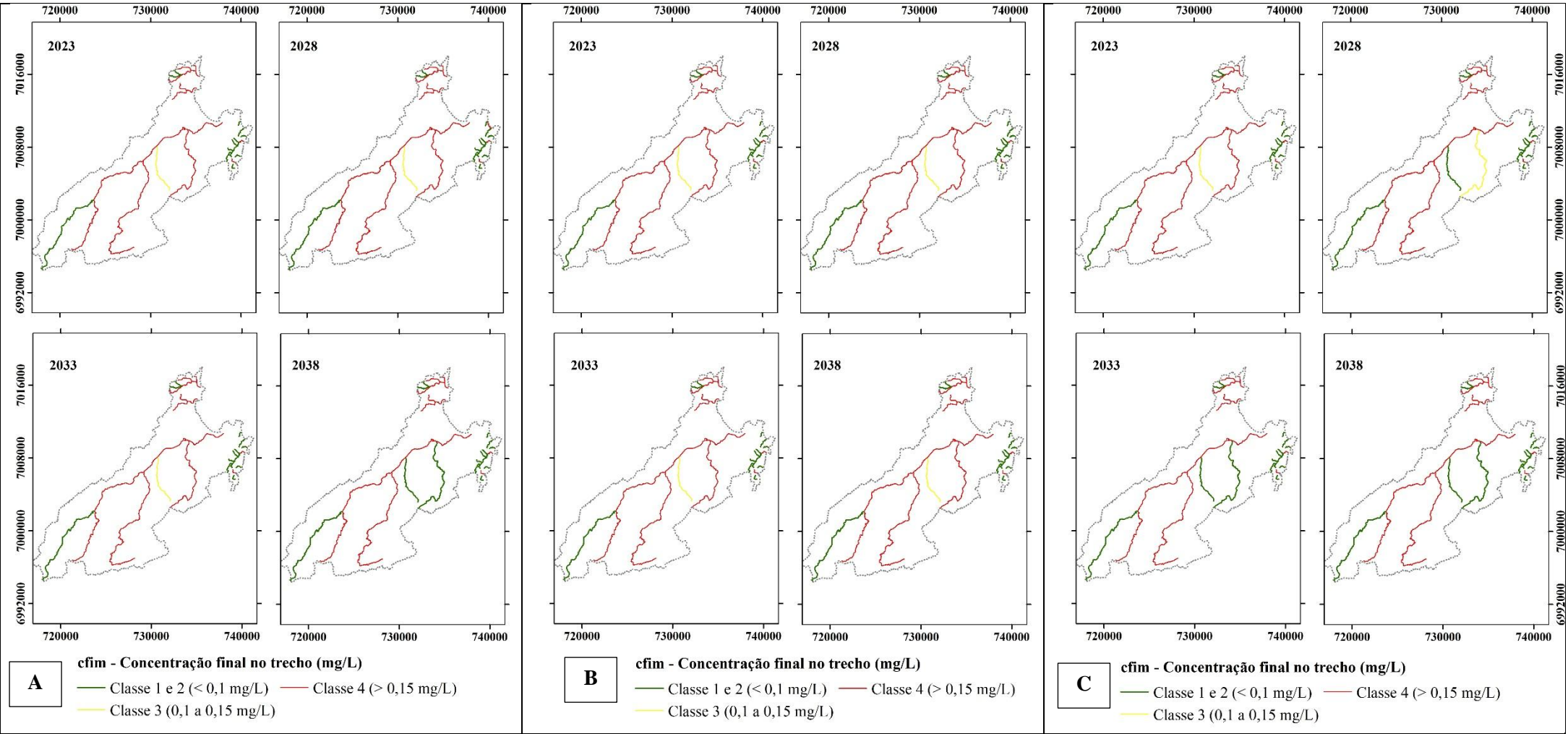
Essa etapa de validação tem por objetivo demonstrar que os resultados são adequados para as condições atuais, gerando maior confiabilidade na simulação de cenários futuros.

Figura 54 – Cenário atual (2023) e (A) tendencial, (B) crítico e (C) moderado para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a DBO_{5,20}, dezembro de 2023.



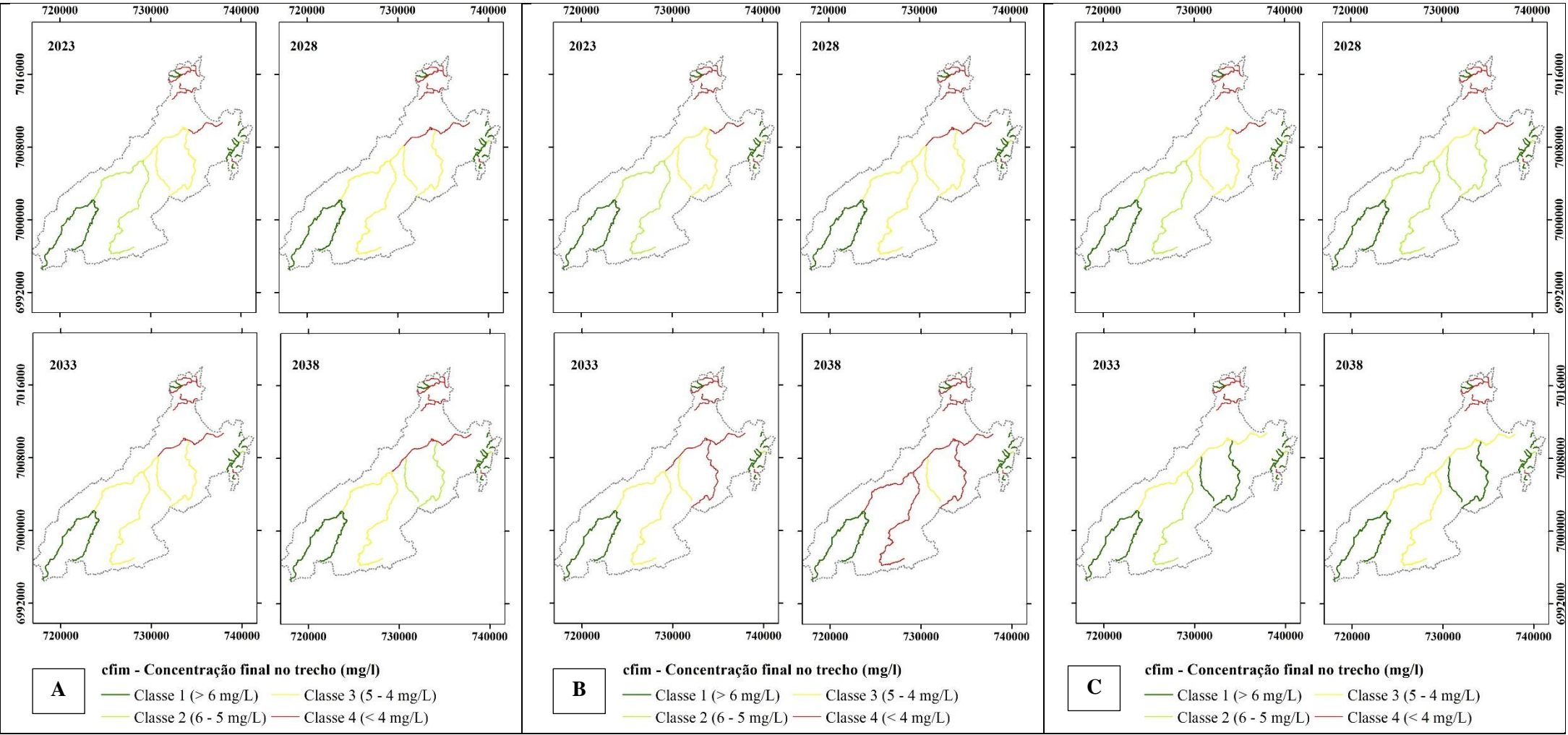
Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 55 – Cenário atual (2023) e (A) tendencial, (B) crítico e (C) moderado para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para a Pt, dezembro de 2023.



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 56 – Cenário atual (2023) e (A) tendencial, (B) crítico e (C) moderado para os horizontes curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo para OD, mês de dezembro de 2023.



Fonte: Instituto Água Conecta (2023)

De acordo com as simulações (Figura 54, Figura 55 e Figura 56), o parâmetro com a pior deterioração da qualidade ao longo dos horizontes de planejamento nos cenários utilizados na UPG 7.2 – Camboriú foi o Pt. No entanto, este parâmetro não foi propriamente calibrado no SADPLAN, devendo ser verificado com cautela.

Desta forma, foi considerado o OD como o parâmetro com a pior deterioração da qualidade ao longo dos horizontes de planejamento nos cenários utilizados na UPG 7.2 – Camboriú (Figura 56). A partir da análise do limite temporal do horizonte de planejamento (2023 a 2038), nos três cenários (tendencial, crítico e moderado), nota-se a piora na qualidade da água em relação ao OD, caracterizado pelo maior número de trechos de rio enquadrados na pior classe de qualidade (classe 4). No cenário crítico nota-se a pior espacialização das classes com problemas de desenquadramento (classe 4 – água doce), no longo prazo (2038), para o Rio Camboriú, Rio Canoas e Rio do Braço, além do Rio Pequeno. No cenário tendencial, apenas o Rio Camboriú foi enquadrado na classe 4 – água doce, ao longo dos horizontes de planejamento (2028-2038). Como no cenário tendencial também foi considerado o aumento da cobertura de coleta e tratamento de esgoto, chegando a 75% de cobertura no longo prazo (2038), houve uma melhora no último horizonte de planejamento, principalmente para o Rio Pequeno e afluente do Rio Camboriú onde se encontra hoje o município de Camboriú, compatíveis com a classe 2 – água doce. No cenário moderado, com a universalização do saneamento básico, 90% de coleta e tratamento de esgoto doméstico, no médio prazo (2033), a melhora da qualidade nos rios citados anteriormente ocorre mais rápido, e fica compatível com a classe 1 – água doce. O Rio Camboriú, no cenário moderado, tem compatibilidade com a classe 3 – água doce, no médio e longo prazo.

Para a DBO_{5,20} (Figura 56), no cenário tendencial ocorre a manutenção das classes e uma piora da classe 2 - água doce no Rio do Braço. Mas com a melhoria da cobertura de coleta e tratamento de esgoto no longo prazo (2038) ocorrerá uma melhora dos afluentes Rio Pequeno e Afluente do Camboriú. O trecho de captação da EMASA, no longo prazo, no cenário tendencial também fica compatível com a classe 2 – água doce. Para o cenário crítico, o Rio do Braço tem uma piora (classe 1 para classe 2 – água doce) no curto prazo (2028), e no médio e longo prazo (2033-2038), classe 2 – água doce para o Rio Camboriú, no local da captação. No cenário moderado, apenas o Rio do Braço fica compatível com a classe 2 – água doce.

Para o Pt, os cenários e horizontes testados, apresentaram uma resposta com a maioria dos trechos hídricos enquadrados na pior classe, classe 4 - água doce, como por

exemplo, Rio Camboriú, Rio do Braço, Rio Canoas e Rio Pequeno e afluentes. Cabe destacar que para o Pt possui os valores limitantes, de acordo com a Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005), considerados baixos, inclusive quando comparados a condições naturais em cursos de água. Para os cenários testados, o cenário tendencial possui uma manutenção da classe 3 e 4 – água doce até o horizonte de médio prazo (2033), sendo que apenas em 2038, quando ocorre o aumento da cobertura da rede de coleta e tratamento de esgoto, que os rios urbanos ficam compatíveis com a classe 1 – água doce. No cenário crítico, não ocorre alteração das classes em relação ao cenário atual. Em relação ao cenário moderado, com a universalização do saneamento básico em 2033, a melhora da qualidade ocorre principalmente sobre os rios que estão localizados próximo ao adensamento urbano do município de Camboriú, Rio Pequeno e afluente do Rio Camboriú.

Para coliformes termotolerantes, no Diagnóstico da UPG 7.2 – Camboriú (Capítulo 3), a situação atual nos rios Rio do Braço, Rio Canoas e Rio Camboriú já é compatível com as classes 3 e 4 (água doce). Assim, com o aumento da demanda por água e o crescimento demográfico espera-se também uma piora da situação.

Na análise global da UPG 7.2 – Camboriú, dois rios merecem destaque, as bacias hidrográficas do Rio Marambaia e do Rio Ariribá. Para os parâmetros analisados – DBO_{5,20}, Pt e OD – ao longo dos horizontes de planejamento e em todos os cenários (inclusive no cenário atual) apresentaram-se na pior condição de qualidade da água, classe 4 – água doce.

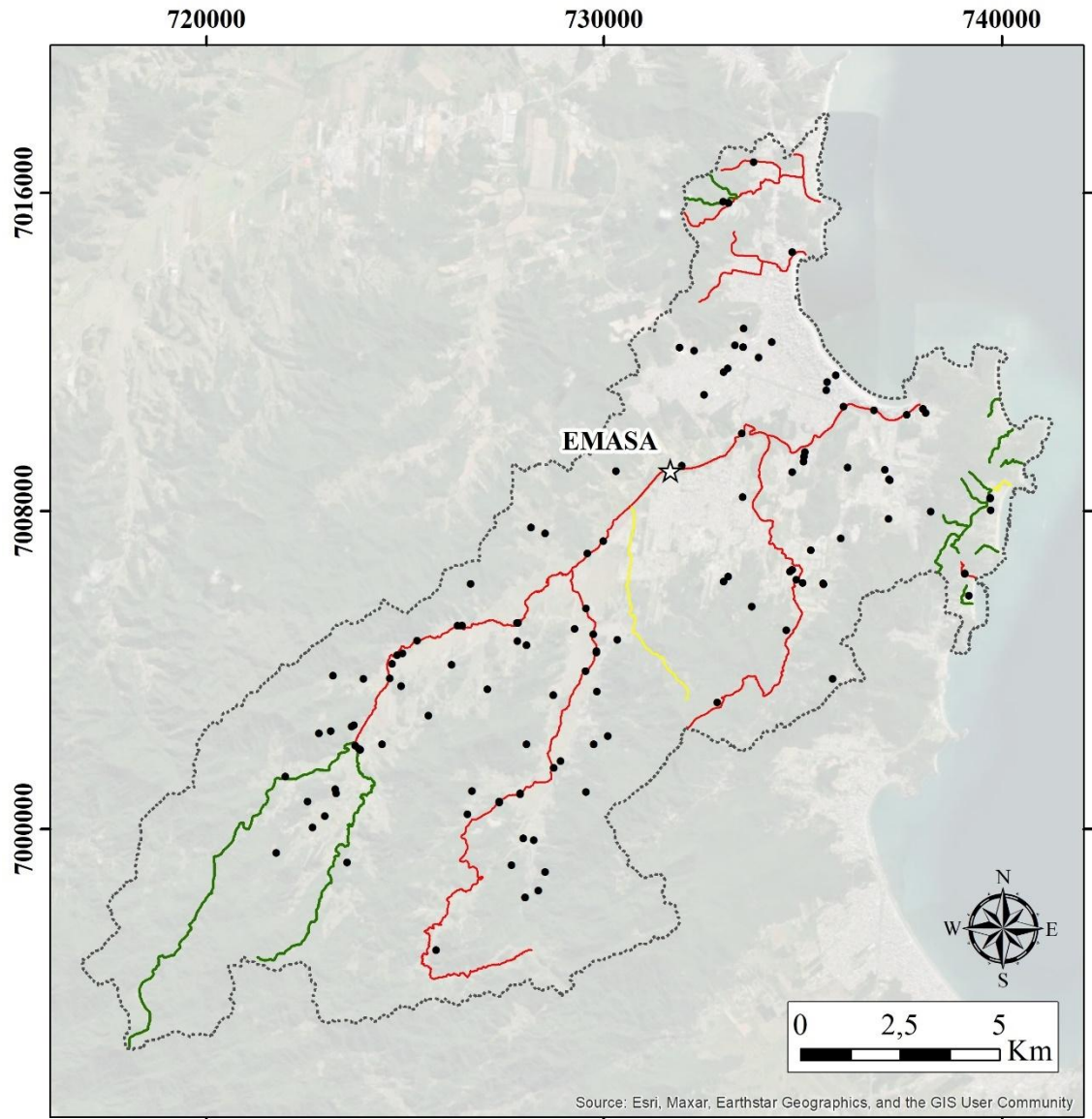
4.4.3. Água Salobra

Como o SADPLAN não possui a interface para cálculo de balanço qualiquantitativo em água salobra, para a próxima etapa, a elaboração da proposta de enquadramento, serão considerados os resultados da qualidade da água dos pontos localizados na zona de potencial salobra, 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, ajustar a classe referente ao enquadramento da água salobra.

4.4.4. Integração das classes por trecho no cenário crítico

De forma a sintetizar os resultados, apresenta-se o resultado do prognóstico, considerando a pior classe em cada trecho (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 57).

Figura 57 – Pior classe registrada por trecho no cenário crítico na UPG 7.2 – Camboriú



Legenda

- UPG 7.2 - Camboriú
- CEURH (137)
- ☆ Captação EMASA

Pior Classe por trecho

- Compatível com a Classe 1
- Compatível com a Classe 3
- Compatível com a Classe 4

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Especialmente, a maior parte da UPG 7.2 – Camboriú, no cenário crítico, ficou compatível com a classe 4 – água doce. Acredita-se que essa situação se deve pela elevada carga orgânica e a baixa vazão para diluição, deteriorando a qualidade de água nos trechos do Rio Camboriú, Rio Canoas, Rio do Braço, Rio Pequeno, Rio Marambaia e Rio Ariribá

4.5. USOS PRETENSOS DE RECURSOS HÍDRICOS

4.5.1. Superficiais – água doce

O PRHC (2018a), em sua Etapa – D: Prognóstico das demandas hídricas da bacia hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas, fez um levantamento dos usos pretensos nos recursos hídricos na UPG 7.2 – Camboriú (Quadro 10), com base em Weber (2010).

Para o estudo do PRHC (2018a) a UPG 7.2 – Camboriú foi dividida em onze (11) Unidades de Gestão (UGs): UG 1 – Limeira; UG 2 – Lajeado; UG 3 – Caetés; UG 4 – Macacos; UG 5 – Canoas; UG 6 – Pequeno; UG 7 – Morro do Boi e Estuário; UG 8 – Ariribá; UG 9 – Peroba; UG 10 – Cabeceira do Rio do Braço; e UG 11 - Interpraia.

As UGs de cabeceira (Figura 58), UG 1 (Limeira), UG 2 (Lajeado), UG 3 – Caetés) e UG 4 (Macacos) tiveram melhor qualidade, e consequentemente atendem a mais usos, como a irrigação de hortaliças consumidas cruas e recreação de contato primário. As UG 1 e UG 4 foram consideradas também para conservação e proteção de unidades aquáticas.

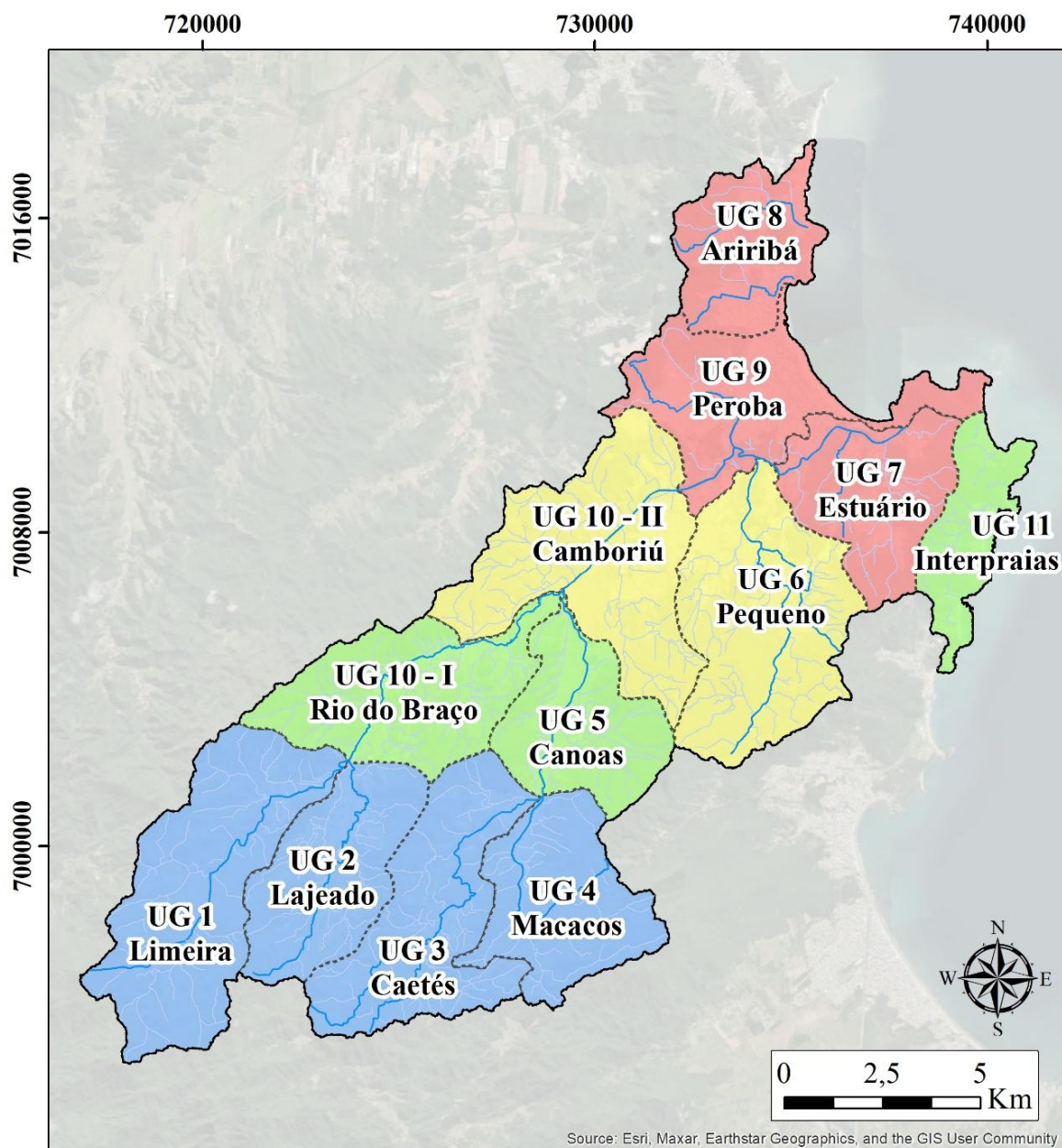
Na parte baixa, UG 5 (Canoas) e UG 10 (Rio do Braço), são recomendadas atividades de irrigação de cereais (arroz), dessedentação de animais e, em certos locais, recreação de contato primário. Para o Rio do Braço, mais atividades são permitidas, como irrigação para lazer (parque-aquáticos), aquicultura e irrigação de culturas arbóreas.

O Rio Camboriú (na UG 10), e seus afluentes da parte baixa, UG 6 (Pequeno) e UG 9 (Peroba), por terem sua qualidade mais depreciada, são recomendados para menos atividades (menos restritivas), como irrigação de culturas arbóreas, dessedentação de animais e extração mineral (saibro, granito e areia), e harmonia paisagística.







A UG 7 (Morro do Boi e Estuário), compila duas áreas diversas, e desta forma, teve uma maior variedade de atividades, desde proteção de comunidades aquáticas e recreação de contato primário e secundário (usos indiretos - praia), até diluição de efluentes sanitários.

Na UG 8 (Ariribá) e UG 11 (Interpraia), por serem bacias hidrográficas contíguas, a recreação de contato 1º e 2º (usos indiretos - praia) foi recomendada, assim como a harmonia paisagística, navegação (oceano) e dessedentação de animais.

Figura 58 – Unidades de Gestão (UG) na UPG 7.2 – Camboriú para definição dos usos pretendos e classes sugeridas de enquadramento por uso pretendido



Legenda

- | | |
|--|---|
|  Cursos de água (enquadramento) |  Compatível Classe 1 |
|  UPG 7.2 - Camboriú |  Compatível Classe 2 |
| |  Compatível Classe 3 |
| |  Compatível Classe 4 |

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Quadro 10 - Usos pretensos por UG na UPG 7.2 - Camboriú

<i>Unidade de Gestão</i>	Classes e Usos preponderantes	Uso mais restritivo
<i>UG 1 – Limeira;</i>	1 - Conservação de unidades aquáticas 2 - Irrigação de hortaliças consumidas cruas 3 - Aquicultura 4 - Irrigação de culturas arbóreas 5 - Irrigação de cereais (arroz)	Classe 1
<i>UG 2 – Lajeado</i>	1- Irrigação de hortaliças consumidas cruas 2 - Dessedentação de animais 3 - Irrigação de cereais (arroz) 4 - Extração mineral	Classe 1
<i>UG 3 – Caetés;</i>	1- Recreação de contato primário 2- Irrigação de hortaliças consumidas cruas 3 - Irrigação de cereais (arroz) 4 - Dessedentação de animais	Classe 1
<i>UG 4 – Macacos</i>	1 - Proteção de comunidades aquáticas 2 - Recreação de contato primário 3 - Irrigação de hortaliças consumidas cruas 4 - Dessedentação de animais 5 - Pesca amadora 6 - Irrigação de cereais (arroz)	Classe 1
<i>UG 5 – Canoas</i>	1 - Irrigação de cereais (arroz) 2 - Dessedentação de animais 3 - Recreação de contato primário	Classe 2
<i>UG 6 – Pequeno</i>	1 - Irrigação de culturas arbóreas 2 - Dessedentação de animais 3 - Extração mineral (saibro, granito e areia)	Classe 3
<i>UG 7 – Morro do Boi e Estuário</i>	1 - Proteção de comunidades aquáticas 2 - Diluição de efluentes sanitários 3 - Pesca 4 - Navegação 5 - Harmonia paisagística 6 - Recreação de contato 1º e 2º (praia)	Classe 1
<i>UG 8 – Ariribá</i>	1 - Harmonia paisagística 2 - Navegação 3 - Recreação de contato 1º e 2º (praia)	Classe 1
<i>UG 9 – Peroba</i>	1 - Preservação de comunidades aquáticas 2 - Harmonia paisagística - Rio Peroba	Classe 1
<i>UG 10 – Cabeceira do Rio do Braço</i>	Rio do Braço 1 - Irrigação lazer (parques-aquáticos) 2 - Aquicultura 3 - Irrigação de cereais (arroz) 4 - Dessedentação de animais 5 - Irrigação de culturas arbóreas	Classe 2
	Rio Camboriú 1 - Abastecimento após tratamento avançado 2 - Harmonia paisagística	Classe 3
<i>UG 11 - Interpraias</i>	1 - Recreação (contato primário direto e secundário indireto) 2 - Harmonia paisagística 3 - Dessedentação de animais	Classe 1

Fonte: PRHC (2018a).

4.5.2. Superficiais - Salobra

Na zona de potencial de água salobra (Figura 37), de acordo com os cadastros de usuários de água existente, no qual contam dados do CEURH e do SIOUT-SC (Figura 10), os usos preponderantes são: “outros usos”, indústrias, mineração e esgotamento sanitário. Para estas finalidades constam cadastradas atividades como, comércio e distribuição de gelo (para produtos do pescado), postos de serviços, marinas para embarcações náuticas, indústrias da construção civil, indústrias de fabricação de concreto, atividades de pesca e da navegação/turismo. Levando em conta as atividades existentes no local, por meio de indústrias, navegação, pesca amadora, uso de contato secundário e harmonia paisagística, é possível compatibilizar essa zona de água salobra na classe 2 – água salobra.

4.6. ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

4.6.1. Enquadramento das águas subterrâneas

Em relação às águas subterrâneas, vale mencionar que o enquadramento das águas subterrâneas ainda não é realizado no contexto estadual e nacional, fato atribuído principalmente 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 7.2 - Camboriú, principalmente visando a obtenção dos valores de referência de qualidade (VRQ) para os aquíferos presentes no estado de SC, 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 7.2 – Camboriú. 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.

4.6.2. Usos pretensos das águas subterrâneas na UPG 7.2 - Camboriú

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

O estudo apresentado foi realizado para além dos limites da UPG 7.2 – Camboriú, visto que os aquíferos presentes na UPG 7.2 extrapolam seus limites. Nesta análise, considerou-se os usos preponderantes para todos os usuários cadastrados (CEURH e SIOUT-SC). Para tanto, os dados foram reclassificados de acordo com os usos considerados na Resolução CONAMA nº 396/2008, sendo eles: consumo humano, irrigação, dessedentação de animais e irrigação. Todos os cadastros do CEURH e SIOUT-SC 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 11 encontram-se discriminados os usos e a nova classificação, de acordo com a resolução CONAMA 396/2008.

Quadro 11 - Reclassificação dos usos de recursos hídricos subterrâneos segundo a resolução CONAMA 396/2008

	Usos cadastrados	Usos conforme CONAMA 396/2008
<i>CEURH</i>	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
<i>SIOUT</i>	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

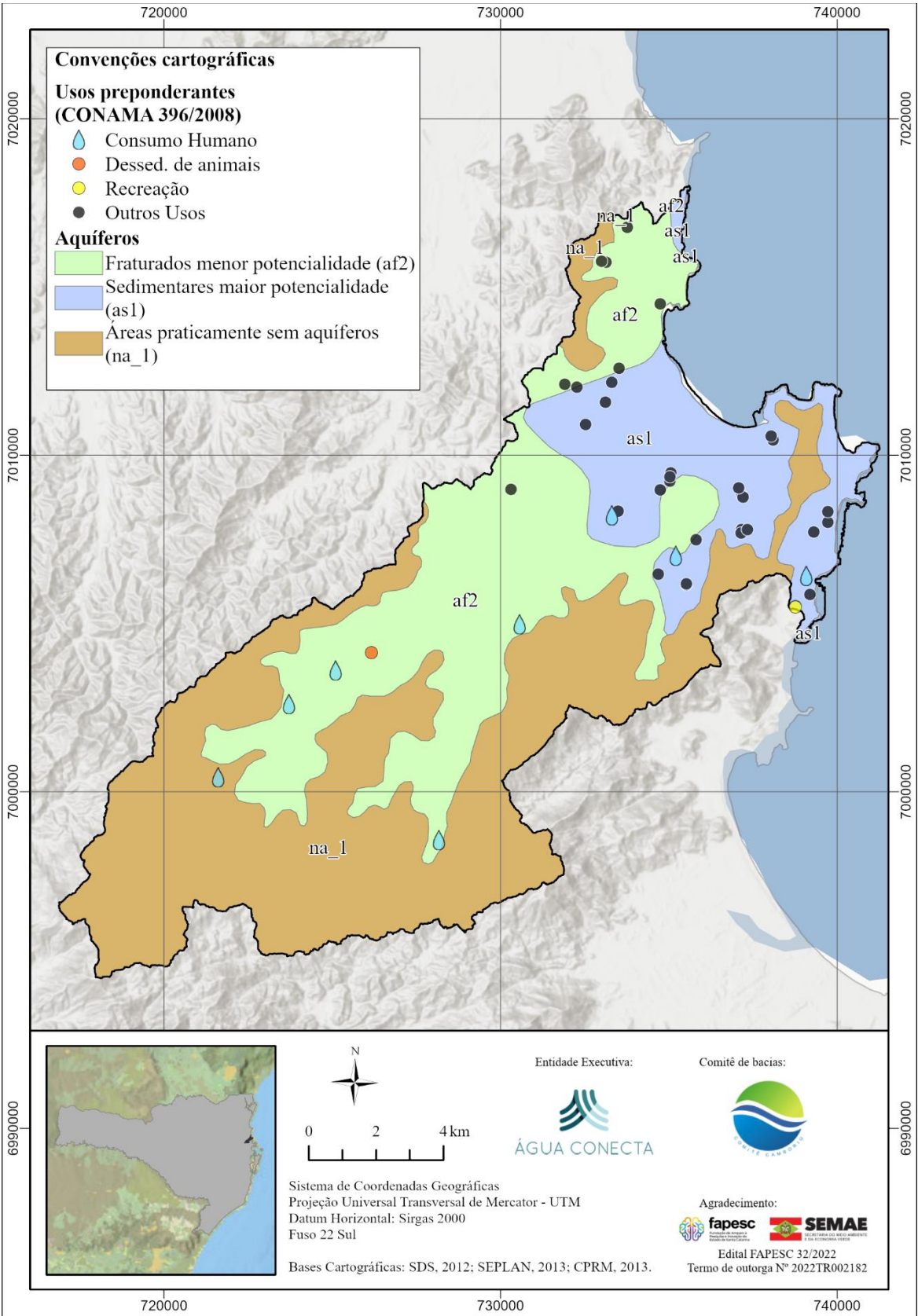
Sistema de combate a incêndios	Outros Usos
Notas: ⁽¹⁾ “A agroindústria representa a convergência entre a produção agrícola e a indústria de processamento, criando um sistema integrado que transforma matérias-primas provenientes da agricultura em diversos produtos de valor agregado.” (Brasil, 2021); ⁽²⁾ “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 7.2 - Camboriú, considerando as classes de uso estabelecidas na Resolução CONAMA 396/2008, são consumo humano e, em menor escala, dessedentação animal e recreação (Figura 59). Na análise quantitativa dos dados, para os aquíferos fraturados do tipo af2, aquíferos sedimentares do tipo as1 e na_1 o uso preponderante é o consumo humano (Tabela 30), que contempla o maior número de usuários de recursos hídricos subterrâneos de acordo com o CEURH e SIOUT-SC.

Cabe ressaltar que muitos usuários tiveram de ser reclassificados como “outros usos”, visto que são usos que não estão contemplados na Resolução CONAMA 396/2008, como por exemplo: industrial, mineração, esgotamento sanitário, atividades comerciais, limpeza em geral, sistema de combate a incêndios, não considerados nesta avaliação.

Considerando o maior tempo de resposta das águas subterrâneas frente às alterações na qualidade da água, ocasionado pela velocidade de infiltração da água subterrânea e o tempo de recarga dos aquíferos, neste trabalho, supõe-se que não haverá alteração significativa nos aspectos qualitativos no horizonte de tempo de planejamento (2028, 2033 e 2038) e cenarização considerada (tendencial, crítico e moderado). 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 59 – Usos preponderantes para águas subterrâneas na UPG 7.2 – Camboriú.



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Retomando as informações apresentadas no Diagnóstico (Capítulo 3), na análise hidroquímica preliminar para água bruta subterrânea (item 3.5.2) constatou-se que os parâmetros ferro (Fe), manganês (Mn) e cloreto (Cl) 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 24).



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 profunda e de interpretação considerando os valores naturais desses parâmetros nos sistemas aquíferos estudados (também chamados de VRQ). Adicionalmente, destaca-se que Fe e Mn são parâmetros naturalmente encontrados em maiores teores nos aquíferos presentes na UPG 7.2 – Camboriú, conforme previamente discutido.

Para estes parâmetros sinalizados existem tecnologias de tratamento de água suficientes para sua remoção, o que indica, em uma análise preliminar, que não haverá restrição quanto ao uso preponderante, desde que sejam aplicadas tecnologia de tratamento adequada.

Ressalta-se a importância da continuidade do monitoramento e avaliação qualitativa dos recursos hídricos subterrâneos, principalmente em razão dos diversos parâmetros em que se verificou teores acima dos VMP da Resolução CONAMA 396/2008. Não se espera alterações no perfil dos usuários no horizonte de tempo considerado, sendo que os usos pretensos preponderantes devem continuar conforme apresentado no Diagnóstico realizado (Capítulo 3).

Tabela 30 – Quantidade de usuários cadastrados (CEURH, SIOUT-SC) por usos pretensos de recursos hídricos subterrâneos para UPG 7.2 – Camboriú.

Zona aquífera	Descrição	Consumo Humano	Dessedentação de animais	Irrigação	Recreação	Outros Usos	TOTAL
af2	Aquíferos fraturados de menor potencialidade	4	1	-	-	7	12
as1	Aquíferos sedimentares de maior potencialidade	3	-	-	2	29	34
na_1	Áreas praticamente sem aquíferos	1	-	-	-	-	1

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)

5. PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO

Nesta etapa foi construída a proposta de enquadramento dos recursos hídricos da UPG 7.2 – Camboriú. Primeiramente, apresenta-se a proposta de enquadramento disponível no PRHC (2018a). Na sequência, apresenta-se a proposta de enquadramento para a água doce e para a água salobra. Foram utilizados os horizontes de planejamento: curto (2028), médio (2033) e longo prazo (2038).

5.1. PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO DO PRHC (2018)

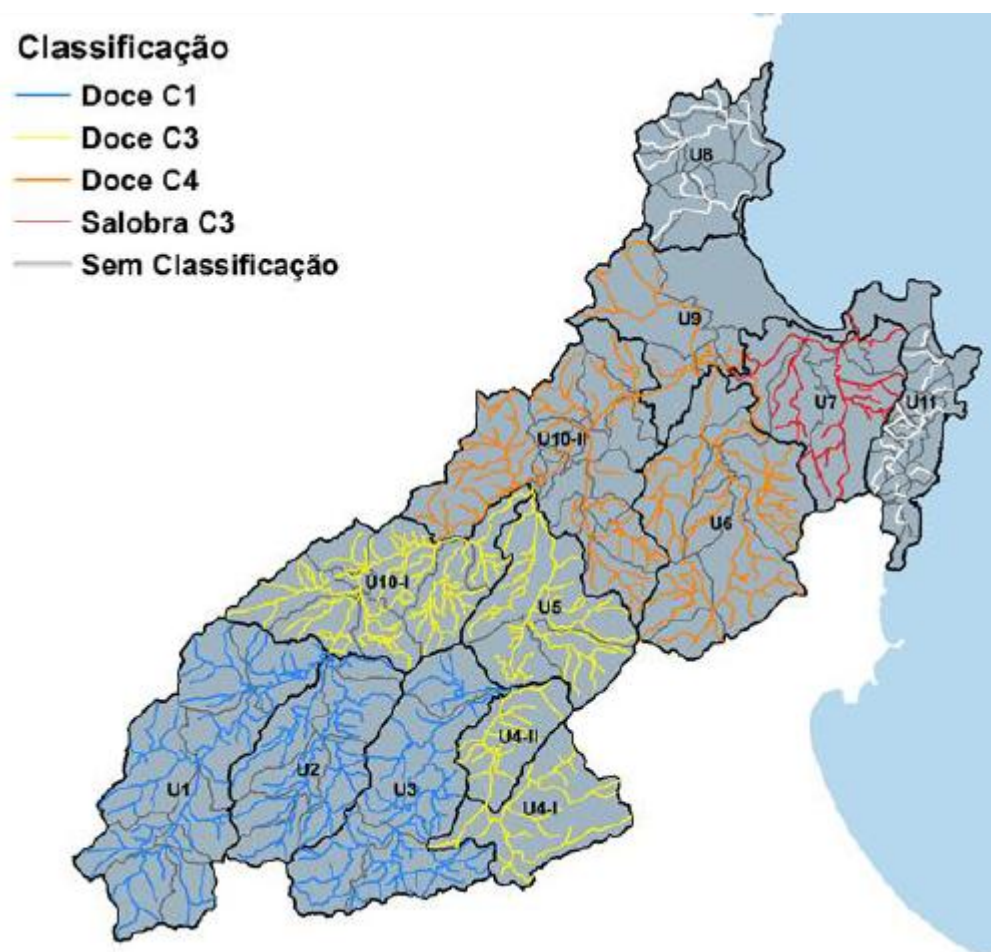
No PRHC (Santa Catarina, 2018a) foi apresentada proposta inicial de enquadramento para os corpos de água superficiais da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas. A proposta do PRHC foi realizada com base nos aspectos de qualidade da água levantados durante a fase de diagnóstico (Etapa C), dos resultados dos cenários tendencial e alternativos (Etapa D), e da proposta de enquadramento apresentada por Webber (2010) para a Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú, que considerou a legislação, qualidade da água, fontes de poluição e os usos preponderantes (Santa Catarina, 2018a).

A proposta de enquadramento apresentada no PRHC (Santa Catarina, 2018a) utilizou os dados de trabalhos acadêmicos de Urban (2008), Padilha (2013) e Silva (2015), e dados de monitoramento fornecidos pela EMASA e The Nature Conservancy (TNC, 2016).

No PRHC (Santa Catarina, 2018a), no entanto, foi ressaltado que a proposta de enquadramento apresentada não era final/definitiva, pois precisava ser aprovada pelo Comitê de Bacia e pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Assim, a proposta apresentada no PRHC em 2018 será utilizada como subsídio para a proposta de enquadramento deste trabalho.

A Figura 60 apresenta a classe atendida pelos rios da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas, por unidade de gestão estabelecida, de acordo com o PRHC (Santa Catarina, 2018a).

Figura 60 – Classe atendida nos rios da bacia hidrográfica do Rio Camboriú e contíguas.



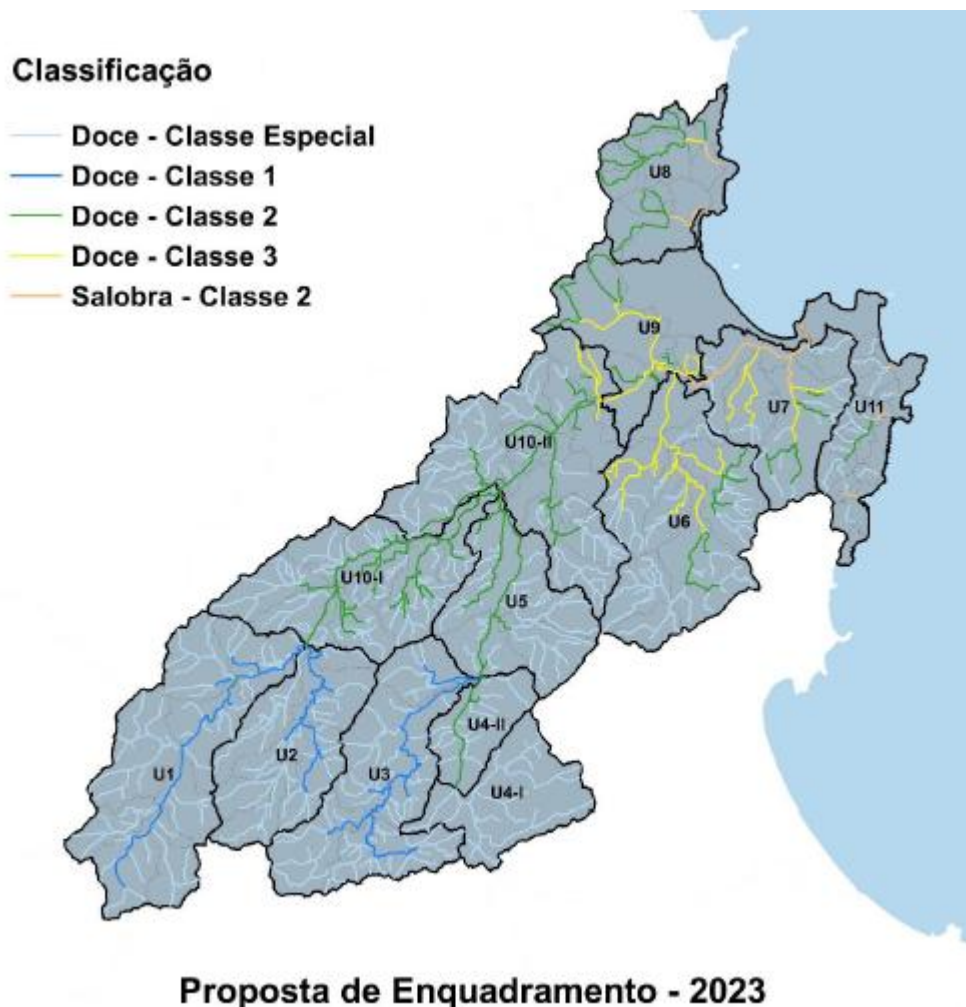
Fonte: Santa Catarina (2018a).

De acordo com o PRHC (Santa Catarina, 2018a), a região de abrangência da Bacia do Rio Camboriú e Bacias Contíguas apresenta uso e ocupação do solo heterogêneo, o que consequentemente reflete na qualidade da água. 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, a qualidade é comprometida pela falta de controle ambiental de atividades agropecuárias e agrícolas, extração mineral e lançamento de cargas difusas e/ou pontuais não tratadas. As piores compatibilidades de classes são observadas nas unidades próximas à região urbanizada, onde são identificadas maiores concentrações de coliformes e nutrientes oriundos dos lançamentos de efluentes domésticos e despejos de resíduos nos cursos d'água.

Na Figura 60 e Figura 61 apresenta-se as propostas de enquadramento disponível no PRHC, com metas progressivas para 2023 e 2027, considerando os trechos de rio para cada uma das 11 unidades de gestão (UGs).

A proposta de enquadramento do PRHC (2018a) visou classificar os trechos de rios para garantir a qualidade necessária para os usos preponderantes verificados em cada UG (Santa Catarina, 2018a).

Figura 61 – Proposta de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú para o ano de 2023.

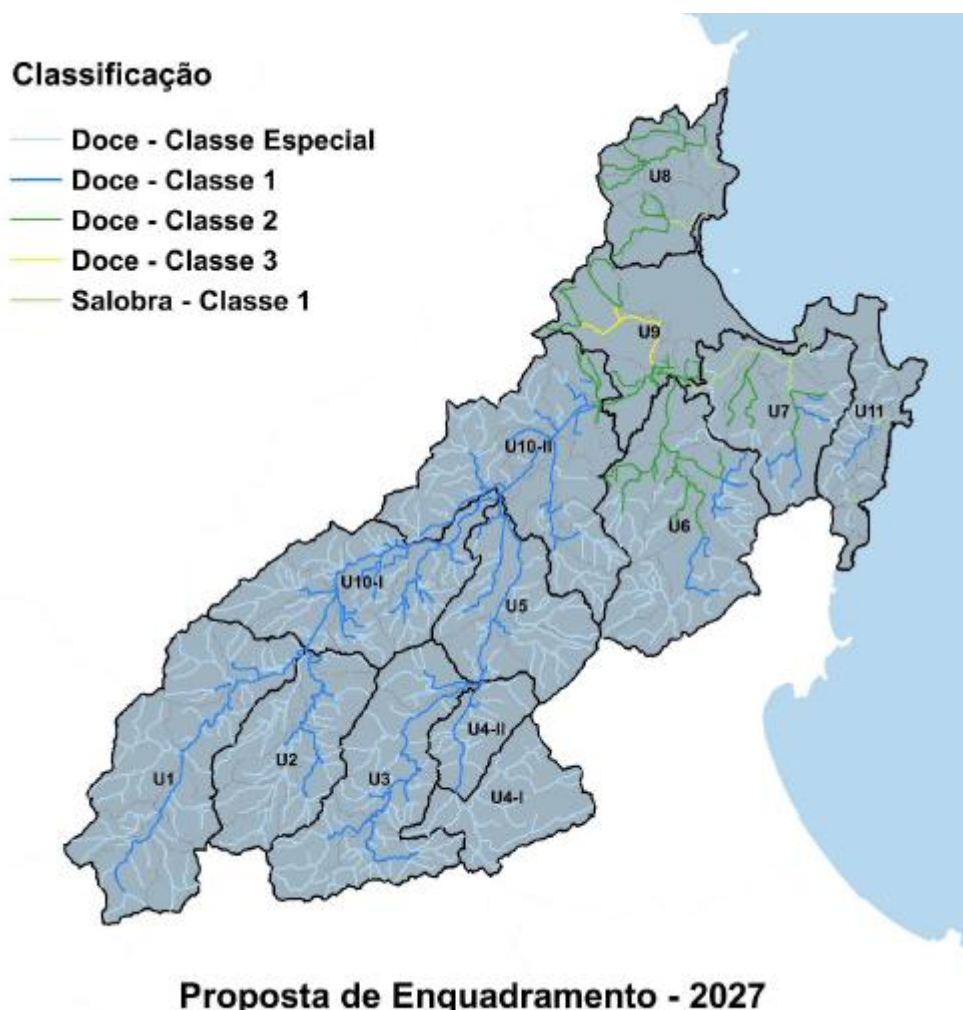


Fonte: Santa Catarina (2018a).

Na zona estuarina nos trechos de jusante dos Rios Marambaia, Ariribá, das Ostras e demais rios das Praias do Estaleiro, Estaleirinho e Taquaras, as águas da região da foz foram classificadas como salobra devido influência da intrusão salina (Santa Catarina, 2018a).

Para as águas salobras devido a necessidade de garantir os usos indiretos de recreação de contato primário e secundário nas praias, o enquadramento progressivo recomendado no PRHC foi inicialmente de trechos Classe 2 – água salobra (2023) (Figura 61) e posteriormente Classe 1 - águas salobras (Figura 62).

Figura 62 – Proposta de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú para o ano de 2027.



Fonte: Santa Catarina (2018a).

De acordo com o PRHC (Santa Catarina, 2018a) é prioritário investimentos em medidas e ações de mitigação da poluição nas UGs da região centro-foz, em função da qualidade da água mais comprometida e intensa utilização dos recursos hídricos.

5.2. PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO UPG 7.2 – CAMBORIÚ – ÁGUA DOCE

Salienta-se que este estudo estabeleceu os horizontes de planejamento de curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo. No longo prazo, visa-se a melhoria da qualidade de água. Assim, o primeiro horizonte de planejamento normalmente possui uma condição de qualidade menos exigente, para que, com o passar do tempo e as ações sendo executadas, os cenários de médio e longo prazo passam a apresentar uma condição de qualidade melhor.

A recomendação da proposta de enquadramento no PRHC foi que para rios de primeira ordem e em trechos de regiões bem preservadas fosse adotada a Classe Especial

(Santa Catarina, 2018a). No entanto, cabe salientar que a adoção de Classe Especial impede o lançamento de qualquer tipo de efluentes ou disposição de resíduos de origem doméstica, agropecuária, aquicultura, industrial ou de qualquer outra fonte poluente, mesmo que tratado (CONAMA, 2011). Desta forma, essa classe normalmente é utilizada apenas para as áreas dentro de Unidades de Conservação (UCs), neste caso é a classe mandatária.

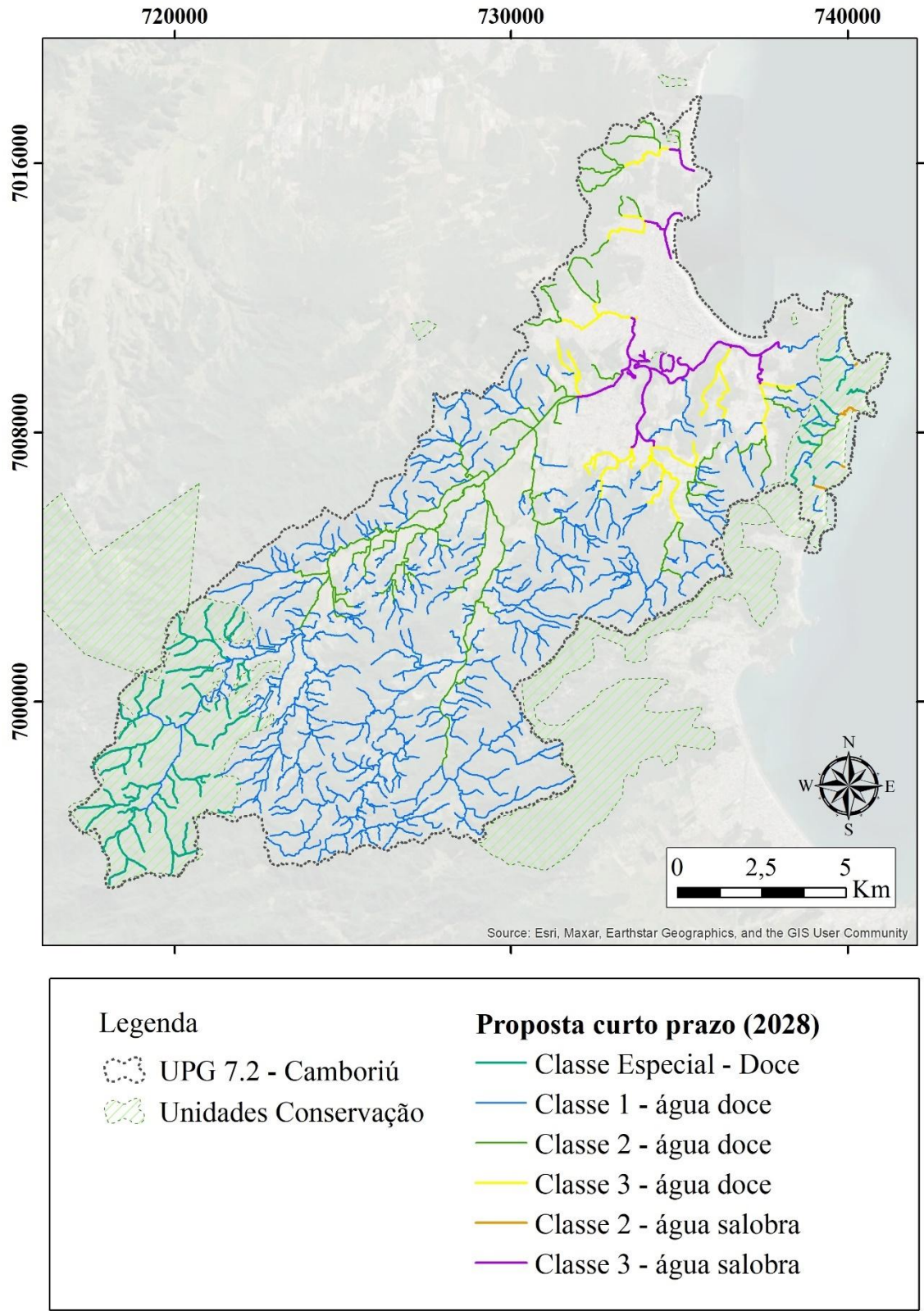
De acordo com o uso e a ocupação da terra (Figura 6), salienta-se que há atividades agropecuárias na área de cabeceira, e por isso entende-se que é adequada a substituição da Classe Especial pela Classe 1 – água doce. Nas outras regiões de montante, que apresentam usos preponderantes relacionados à proteção do equilíbrio natural de comunidades aquáticas, recreação de contato primário e irrigação de hortaliças para consumo humano, o enquadramento proposto no PRHC foi Classe 1 - água doce (Santa Catarina, 2018a) (Figura 61).

Os trechos de rio das regiões intermediárias, no Rio Camboriú acima do ponto de captação da EMASA, de acordo com o PRHC, onde prevalecem os usos de água para irrigação e dessedentação animal, houve proposição no horizonte de 2023 a Classe 2 – água doce (Figura 61), e futuramente (2027) a Classe 1 – água doce (Figura 62). Em função das atividades desenvolvidas, entende-se que a classe mais adequada é a Classe 2 – água doce, que possibilita a entrada de efluentes agropecuários e industriais, desde que atendendo os parâmetros estabelecidos na Resolução CONAMA 357/2005 (CONAMA, 2005). A Classe 2 – água doce também permite a captação de água para abastecimento humano, após tratamento convencional, o que também ocorre no trecho.

Nas regiões urbanizadas, considerando a baixa qualidade da água, relacionado proteção de comunidades aquáticas próximos a mangues, harmonia paisagística e diluição de efluentes, sugere-se que os trechos próximos a foz sejam enquadrados progressivamente na Classe 3 – água doce (Figura 61) e posteriormente (2027) na Classe 2 – água doce (Figura 62), com exceção do Rio Peroba, que permanece como Classe 3 no horizonte de 2027.

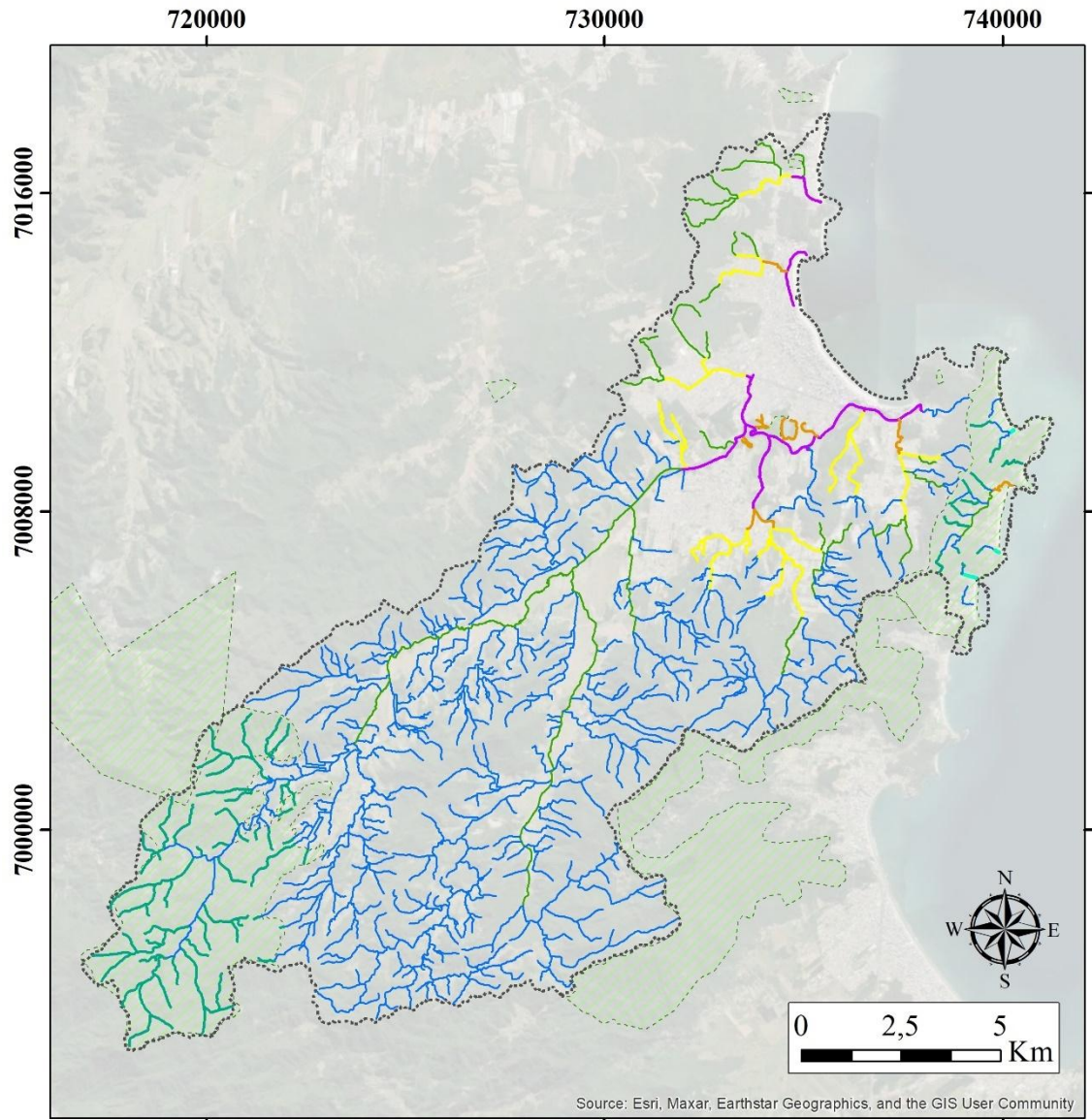
Na Figura 63, Figura 64 e Figura 65 apresenta-se a proposta de enquadramento para os horizontes de planejamento de curto (2028), médio (2033) e longo (2038) prazo. Salienta-se a necessidade de trabalhar com metas progressivas, iniciando-se em um cenário de curto prazo mais conservador. No entanto, a partir da implementação de ações, especialmente a universalização do esgotamento sanitário, parte-se para cenários mais positivos de qualidade de água, no médio e longo prazo.










Figura 63 – Proposta de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú para o curto prazo (2028).



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

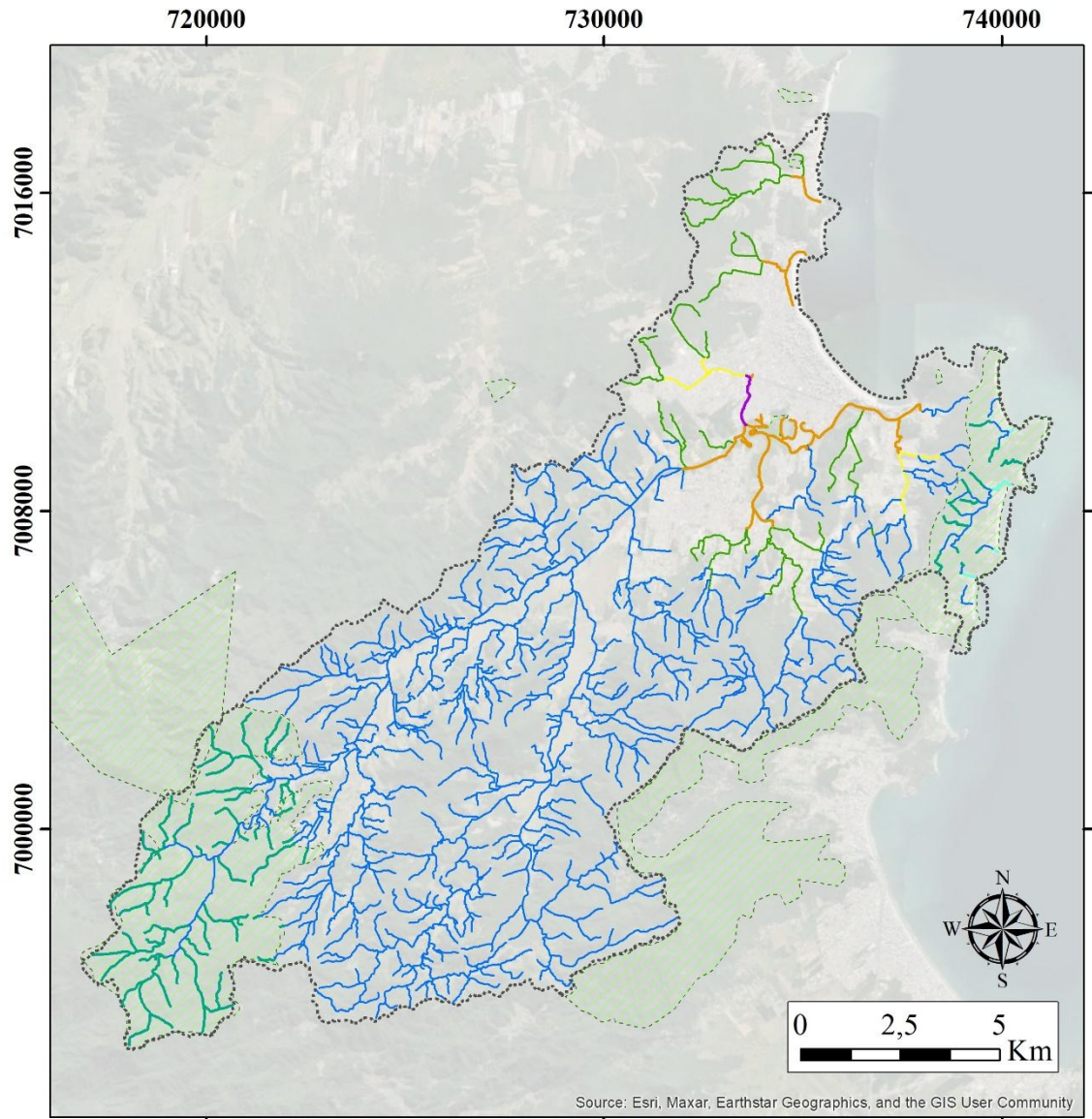
Figura 64 – Proposta de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú para o médio prazo (2033).












Legenda		Proposta médio prazo (2034)	
	UPG 7.2 - Camboriú		Classe Especial - doce
	Unidades Conservação		Classe 1 - água doce
			Classe 2 - água doce
			Classe 3 - água doce
			Classe 1 - água salobra
			Classe 2 - água salobra
			Classe 3 - água salobra

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Figura 65 – Proposta de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú para o longo prazo (2038).



Legenda		Proposta longo prazo (2038)	
	UPG 7.2 - Camboriú		Classe Especial - doce
	Unidades Conservação		Classe 1 - água doce
			Classe 2 - água doce
			Classe 3 - água doce
			Classe 1 - água salobra
			Classe 2 - água salobra
			Classe 3 - água salobra

Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Vale menção que, de acordo com os resultados do Prognóstico (Capítulo 4), existem trechos de rios que mesmo com melhoria da cobertura da rede e tratamento de esgoto nos municípios da UPG 7.2 – Camboriú a qualidade da água continua representando problemas. Ações específicas e localizadas precisam ser estruturadas nos programas de efetivação.

5.3. PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO – ÁGUA SALOBRA

Conforme apresentado no item 3.4.4.4. – Situação atual – água salobra, a região estuarina, que atinge até a cota máxima de 1,0 m no modelo digital de terreno foi definida como área de transição de zona salobra. Esse valor foi adotado, de forma conservadora, tendo em vista a variação média de maré no estado de Santa Catarina, que é na ordem de ~40 cm tanto positivo quanto negativo (Araújo, 2020). Para os locais em que havia dados de monitoramento de salinidade, os valores medianos por pontos de monitoramento foram considerados (Tabela 22).

O Rio Camboriú, conforme apresentado no capítulo do Diagnóstico (Capítulo 3), boa parte em sua foz, possui a barragem da empresa responsável pelo abastecimento de água do município, com a finalidade de bloquear a entrada da água salobra no local. Desta forma, o trecho logo a jusante do barramento foi considerado de água salobra. No PRHC, foi sugerido para esse trecho, o alcance da Classe 1 – salobra no horizonte até 2027 (longo prazo no PRHC, Santa Catarina, 2018a) devido a existência da atividade de recreação de contato primário como natação, esqui aquático e mergulho, que também precisa atender a Resolução CONAMA 274/2000 (CONAMA, 2000) que trata sobre balneabilidade.

Para essa proposta de enquadramento, levou-se em consideração o estado atual da qualidade da água, e foi compatibilizada a possibilidade de melhorias durante os horizontes de planejamento. Assim, para os primeiros horizontes (2028 e 2023) sugere-se o enquadramento na Classe 3 – salobra e por fim, no horizonte de longo prazo (2038), para Classe 2 – salobra, onde é possível a recreação de contato secundário.

Para os rios onde a situação atual apresenta-se degradada em relação à qualidade, como o Ariribá, Marambaia, e Pequeno, a Classe 2 - salobra no longo prazo (2038) é um desafio e demandará esforços de diversos atores. O Rio Peroba, assim como proposto no PRHC (2018), foi mantida a Classe 3 – salobra, em boa parte de seu trecho. Para o primeiro e segundo horizonte para os rios Ariribá, Marambaia e Pequeno propôs-se a Classe 3 – salobra e, no longo prazo, a Classe 2 - salobra. Para os demais rios, no primeiro horizonte (2028) foi estabelecida a Classe 2 – salobra, e no horizonte seguinte médio prazo (2033) a Classe 1 – salobra e para o longo (2038) prazo a manutenção desta. Exceto para rios que no

diagnóstico já possuem qualidade compatível com a Classe 1 – salobra.

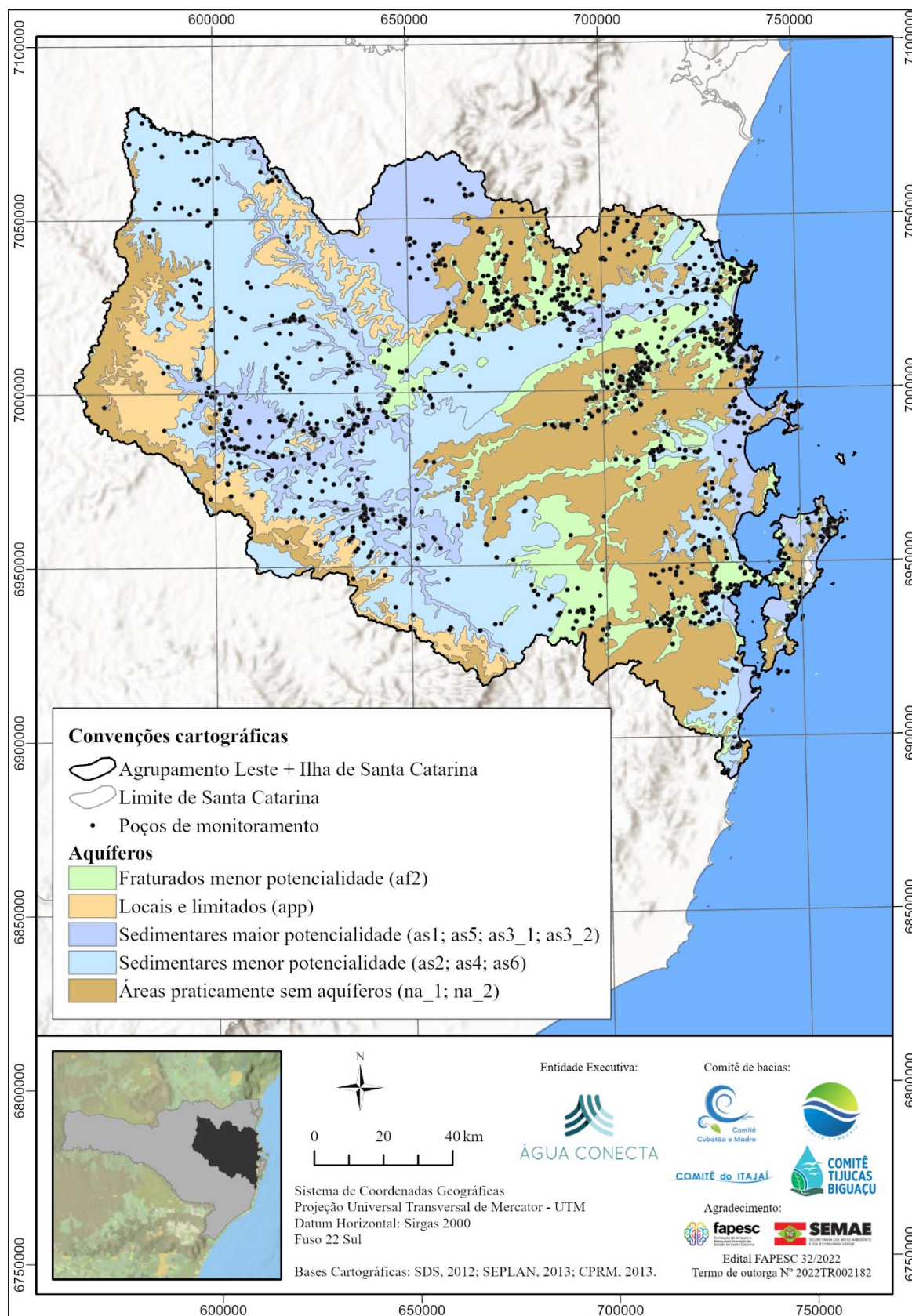
5.4. ÁGUA SUBTERRÂNEA

5.4.1. Valores de Referência de Qualidade (VRQ)

O enquadramento das águas subterrâneas é diferente do enquadramento de águas superficiais, pois considera o Valor de Referência de Qualidade natural dos sistemas aquíferos – denominado VRQ. A classificação, as metas e projeções futuras dos corpos hídricos subterrâneos são estabelecidas baseando-se no VRQ, que precisa ser calculado para cada aquífero ou conjunto de aquíferos. Assume-se que o estabelecimento do VRQ é determinante na implementação deste instrumento da Política de Recursos Hídricos (CONAMA, 2008).

Para a determinação do VRQ é necessária a seleção de parâmetros que indiquem a qualidade natural das águas subterrâneas, sem indicativos de degradação, e que refletem as características hidroquímicas naturais presentes nos aquíferos. Como os limites dos aquíferos ultrapassam a área da UPG 7.2 - Camboriú, considerou-se os principais sistema aquíferos na delimitação do agrupamento Leste e Ilha de Santa Catarina (Figura 66).

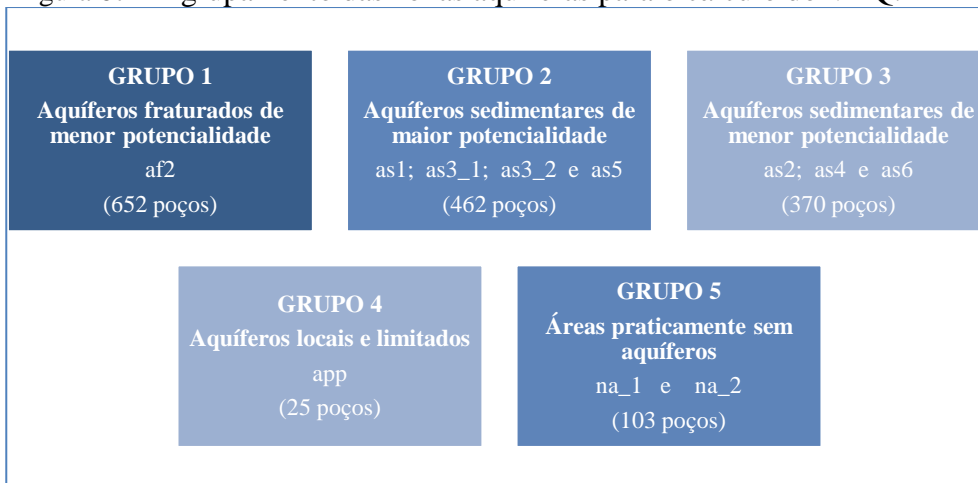
Figura 66 – Delimitação da área de estudo (agrupamento Leste + Ilha de Santa Catarina), utilizada para o enquadramento de águas subterrâneas.



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Em função da limitada disponibilidade de dados de qualidade de água dos aquíferos presentes na UPG 7.2 – Camboriú, optou-se por agrupar os aquíferos para poder realizar tratamento dos dados de forma adequada conforme demonstrado na Figura 67. A partir das principais zonas aquíferas presentes no agrupamento Leste de Santa Catarina representadas pelas siglas as1, as2, as3_1, as3_2, as4, as5, as6, af2, app, na_1 e na_2 – propõe-se o agrupamento apresentado na Figura 68.

Figura 67 – Agrupamento das zonas aquíferas para o cálculo do VRQ.



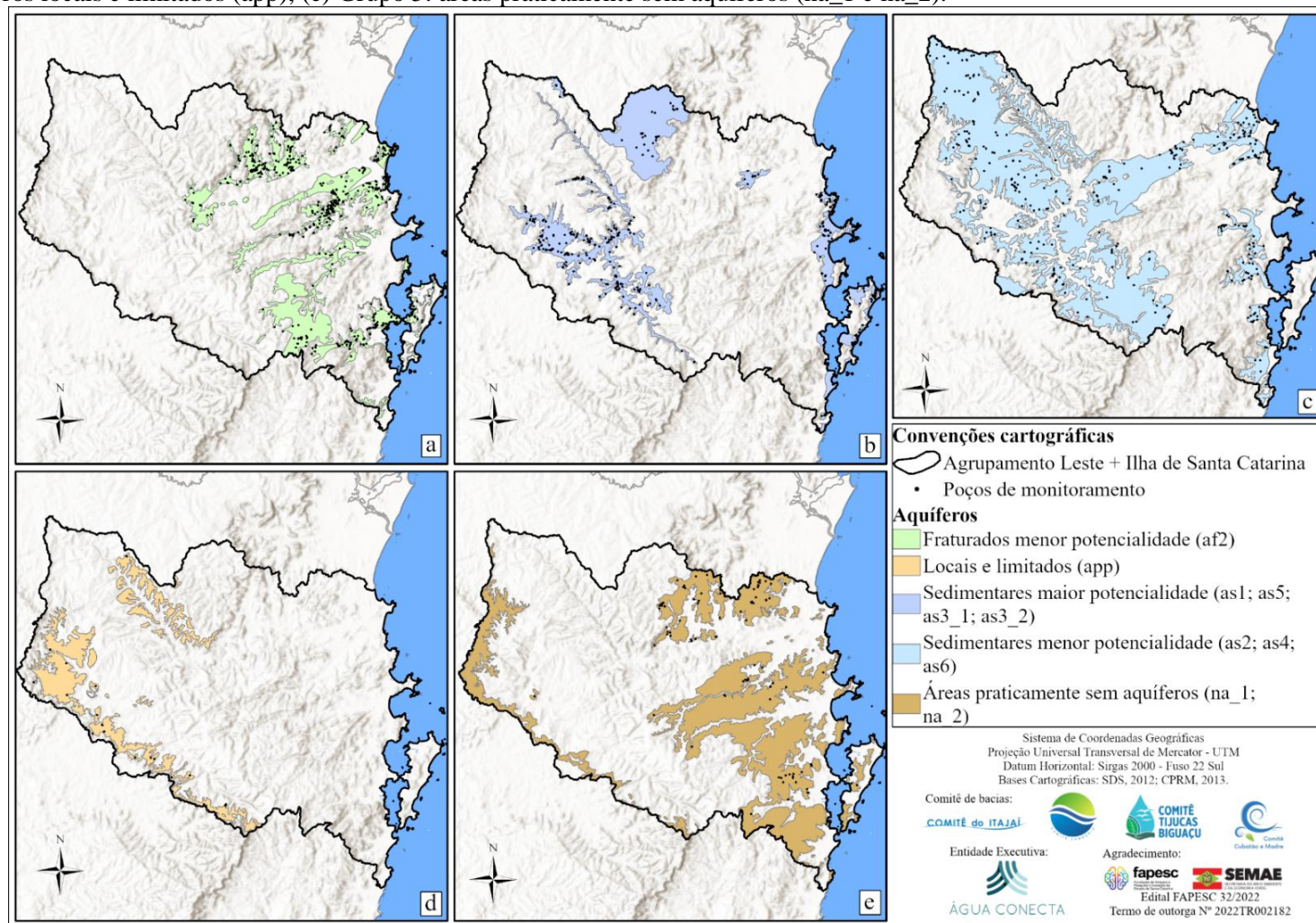
Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Este agrupamento considera as principais características dos aquíferos em termos de composição litológica, uma vez que foram distribuídos em grupos de aquíferos fraturados ou sedimentares. Um terceiro grupo se enquadra em condições limitadas ou com baixa probabilidade de aquíferos, pelas características hidrogeológicas e hidráulicas.

Além disso, considerou-se as condições de exploração de água subterrânea do aquífero – maior ou menor potencialidade – permitindo assim que poços com semelhança em termos de extração de água fossem agrupados. Desta forma, assume-se que poços localizados dentro da UPG, caracterizados por condições de exploração e usos semelhantes, estejam representados por estes agrupamentos propostos.

Antes da separação do banco de dados pelo agrupamento proposto, foi realizada a verificação de *outliers*. Cada parâmetro foi representado por um box-plot para identificação da distribuição dos dados. Utilizou-se o software Past® para detectar os *outliers* para cada parâmetro selecionado, utilizou-se o método teste de Grubbs e a análise dos valores 20% mais extremos dentro do conjunto de dados. Os valores identificados estatisticamente como *outliers* foram excluídos do banco de dados, assim como os discrepantes da ordem de grandeza do conjunto de dados.

Figura 68 – Delimitação dos agrupamentos das zonas aquíferas e poços utilizados no enquadramento de águas subterrâneas. (a) Grupo 1: aquíferos fraturados de menor potencialidade; (b) Grupo 2: aquíferos sedimentares de maior potencialidade (as1; as3_1; as3_2 e as5); (c) Grupo 3: aquíferos sedimentares de menor potencialidade (as2, as4 e as6); (d) Grupo 4: aquíferos locais e limitados (app); (e) Grupo 5: áreas praticamente sem aquíferos (na_1 e na_2).



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

Também foi realizada análise estatística descritiva, considerando o conjunto de dados previamente selecionado (*vide* item 2.2.7). Após esta etapa, o banco de dados foi subdividido de acordo com o agrupamento apresentado na Figura 67.

Nesta etapa, dos 25 parâmetros pré-selecionados na Etapa III, manteve-se apenas os que continham a representatividade mínima de 6 dados (análises) por agrupamento (Figura 667), evitando possível viés e incertezas nas etapas posteriores de tratamento estatístico.

Diferentes percentis podem ser utilizados na proposição de valores de VRQ, dependendo do conhecimento do sistema hidrogeoquímico. Na Europa, nos trabalhos com VRQ, são considerados majoritariamente percentis entre 90 e 97 (Preziosi et al., 2014; Cruz; Andrade, 2015). No Brasil, a CETESB adotou o 3º quartil (75%) como VRQ das águas subterrâneas. Cabe salientar que a CETESB possui uma ampla e representativa rede de monitoramento de águas subterrâneas, que teve início em 1990 (Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, 2016). A seleção do percentil a ser considerado depende do tamanho do conjunto amostral, no qual, normalmente são considerados conjuntos de dados com mais de 60 amostras (Hinsby et al., 2008; Cruz; Andrade, 2015; Bulut et al., 2020).

Para águas subterrâneas do estado de Santa Catarina, devido ao número restrito de dados e inexistência de uma rede de monitoramento estadual, optou-se por adotar para o cálculo do VRQ o terceiro quartil dos valores, ou seja, percentil 75%, conforme a CETESB (2016). Considera-se uma opção mais conservadora tendo em vista as condições locais para aplicação da metodologia apresentada.

Os VRQ calculados por grupos de aquíferos estão disponíveis na Tabela 31. Conforme discutido no Capítulo de caracterização hidroquímica (item 3.5.2), alguns parâmetros apresentaram valores naturais expressivos, inclusive superiores ao VMP mais restritivo disponível na Resolução CONAMA 396/2008. Os parâmetros ferro, manganês e fluoreto, presentes nas águas subterrâneas em maiores concentrações, possivelmente devido à composição da litologia que compõe os aquíferos da região. Ressalta-se a importância de determinação do VRQ para a gestão de qualidade das águas subterrâneas, pois, em alguns casos, como verificado para esses parâmetros nas condições de Santa Catarina, este valor é superior ao estabelecido em legislação nacional, sendo atribuído à condicionante natural que pode inclusive exigir tratamentos específicos de acordo com o uso da água.

O ferro total apresentou VRQ superiores ao VMP para o uso mais restritivo nos três agrupamentos de aquíferos (Grupos 1, 2 e 3). O VMP para ferro total considerando o uso preponderante o consumo humano é 0,300 mg/L, enquanto os VRQ calculados variaram de 0,880 a 1,733 mg/L (Tabela 31). A principal fonte de ferro na hidrosfera é a dissolução

mineral de rochas ígneas e metamórficas, sendo este elemento altamente mobilizado e redistribuído durante o intemperismo de minerais (Longmuir, Longmuir, 1997). Dentre os silicatos e aluminosilicatos em que a presença de ferro é mais comum, encontram-se os grupos minerais olivina, piroxênio e a biotita (Deer et al., 1992). Os solos tropicais, devido a sua composição, caracterizam-se pela alta lixiviação de ferro, o que está diretamente ligado à presença deste elemento nas águas subterrâneas. Os solos presentes em Santa Catarina como os Latossolos, Gleissolos e Espodossolos apresentam como característica compostos de ferro e óxido ferroso em sua composição (Atlas de Santa Catarina, 2016). Associado a isto, de acordo com o relatório do mapa hidrogeológico de Santa Catarina (Machado, 2013), a maioria das unidades hidroestratigráficas do estado apresentam anomalias de teores elevados de ferro na composição de suas águas subterrâneas.

O fluoreto foi outro parâmetro que apresentou VRQ superiores aos valores máximos permitidos na legislação, em dois agrupamentos de zonas aquíferas (Grupos 1 e 2). O VMP do fluoreto para o uso preponderante mais restritivo (irrigação) é 1,000 mg/L, enquanto os VRQ encontrados foram 1,065 e 1,195 mg/L (Tabela 31). Outros pesquisadores destacam altas concentrações de flúor nas águas subterrâneas em Santa Catarina (Fraga, 1992; Machado, 2005; Frank et al., 2007 e Stallbaum et al., 2018). Os minerais de flúor ocorrem principalmente associados à presença de rochas graníticas. Durante os processos de intemperismo químicos, esses minerais se decompõem e o flúor é transportado como íon fluoreto, associando-se aos argilominerais (Fraga, 1992). Na região costeira de Santa Catarina, predominam rochas graníticas designadas como “Escudo Catarinense”, ou Serra do Mar e Serras do Leste Catarinense.

Por fim, destaca-se que o manganês apresentou VRQs superior ao VMPs da Resolução CONAMA 396/2008. O VMP para o uso mais restritivo (dessedentação de animais) é 0,05 mg/L, enquanto foram observados VRQ de 0,338 e 0,197 mg/L nos Grupos 1 e 2 respectivamente (Tabela 31). A presença de altos teores de Mn nas águas subterrâneas é uma característica química verificada no Estado de Santa Catarina (Stallbaum et al., 2018; Suppi, 2018). O manganês é encontrando em maiores teores nas rochas máficas, e, devido às características químicas similares ao ferro, geralmente, se associa a este elemento. Portanto, em vários ambientes geoquímicos, o ciclo do manganês segue o ciclo do ferro (Kabata-Pendias; Mukherjee, 2007; Suppi, 2018). Grupos de solo com alto teor de manganês como Chernossolos e Latossolos são encontrados no Estado de Santa Catarina (Suppi, 2018).

Tabela 31 – Valores de Referência de Qualidade para os grupos das zonas aquíferas do agrupamento Leste de SC.

Grupos		1	2	3	4	5
	Unidade de medida	Aquíferos fraturados de menor potencialidade af2	Aquíferos sedimentares de maior potencialidade as1; as3_1; as3_2 e as5	Aquíferos sedimentares de menor potencialidade as2; as4 e as6	Aquíferos locais e limitados app	Áreas praticamente sem aquíferos na_1
alcalinidade total	mg/L	163,31	165,35	94,45	S/D	S/D
bicarbonato	mg/L	114,53	S/D	109,80	S/D	S/D
cálcio	mg/L	24,25	28,57	21,97	S/D	S/D
carbonato	mg/L	7,00	S/D	9,50	S/D	S/D
cloreto	mg/L	42,30	16,70	11,13	S/D	S/D
cobre	mg/L	S/D	0,00245	S/D	S/D	S/D
C.E.	µS/cm	307	365	296	344	264
cor	-	20	57	S/D	S/D	S/D
dureza total	mg/L	127,22	98,28	90,95	S/D	S/D
ferro total	mg/L	0,880	1,733	1,052	S/D	S/D
fluoreto	mg/L	1,065	1,195	0,316	S/D	S/D
gás carbônico	mg/L	11,40	S/D	S/D	S/D	S/D
magnésio	mg/L	16,75	9,50	7,95	S/D	S/D
manganês	mg/L	0,338	0,197	S/D	S/D	S/D
nitrato	mg/L N	S/D	0,34	S/D	S/D	S/D
nitrito	mg/L N	0,015	0,005	0,007	S/D	S/D
pH	-	7,32	7,36	7,43	7,45	7,42
potássio	mg/L	2,00	3,53	2,93	S/D	S/D
selênio	mg/L	S/D	0,002	S/D	S/D	S/D
sílica	mg/L	41,3	S/D	S/D	S/D	S/D
sódio	mg/L	19,00	65,00	22,80	S/D	S/D
SDT	mg/L	178,7	506,5	170,0	S/D	S/D
sulfato	mg/L	31,37	19,80	9,85	S/D	S/D
temperatura	°C	22	22	22	22	21
turbidez	NTU	5	18	4	S/D	S/D
urânio	mg/L	S/D	0,0024	S/D	S/D	S/D

Nota: Valores em negrito, indicam VRQ maiores do que o VMP do uso mais restritivo de acordo com a resolução CONAMA 396/2008; S/D indica parâmetros que não continham quantidade suficiente de análises para realização do cálculo do VRQ.

5.4.2. Proposta de enquadramento da água subterrânea

Segundo o Art. 12. da Resolução CONAMA n° 396/2008:

Art. 12. “Os parâmetros a serem selecionados para subsidiar a proposta de enquadramento das águas subterrâneas em classes deverão ser escolhidos em função dos usos preponderantes, das características hidrogeológicas, hidrogeoquímicas, das fontes de poluição e outros critérios técnicos definidos pelo órgão competente. Parágrafo único. Dentre os parâmetros selecionados, deverão ser considerados, no mínimo, Sólidos Totais Dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes.”

A Resolução CONAMA n° 396/2008 especificamente, deixa sob responsabilidade do órgão gestor a seleção dos parâmetros para classificação da água subterrânea, devendo ser considerado os parâmetros de maior relevância para a situação de qualidade dos sistemas aquíferos, além dos obrigatórios em lei (sólidos totais dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes). A Resolução CONAMA n° 396/2008 também estabelece que devem ser considerados os VRQs para classificação da água subterrânea, a fim de incluir a qualidade e particularidade de cada sistema aquífero ou regiões determinadas.

Neste trabalho, considerou-se os parâmetros para o enquadramento de águas subterrâneas: sólidos dissolvidos totais, nitrato, coliformes termotolerantes, cloreto, ferro total, fluoreto, manganês, nitrito, sódio, sulfato. Estes parâmetros foram selecionados de acordo com a disponibilidade do VRQ calculado. Como exceção, para os parâmetros obrigatórios no enquadramento de águas subterrâneas (sólidos totais dissolvidos, nitrato e coliformes termotolerantes), realizou-se o enquadramento mesmo nas situações em que não foi possível o cálculo do seu respectivo VRQ.

Para cada um dos grupos de aquíferos, foi elaborada uma tabela referente ao ANEXO II da Resolução CONAMA n° 396/2008, em que são estabelecidos valores orientadores, ou seja, valores padrões por classe para os parâmetros selecionados, considerando os usos concomitantes para consumo humano, dessedentação de animais, irrigação e recreação.

5.4.2.1. Definição dos Valores Orientadores de Qualidade da Água para águas subterrâneas do agrupamento Leste de Santa Catarina

A seguir encontram-se a análise estatística descritiva do banco de dados e o VRQ calculado para os parâmetros selecionados para realização da proposta de enquadramento, separados pelos grupos de aquíferos pré-definidos, Tabela 33, Tabela 34 e Tabela 32.

Tabela 33 – Análise estatística descritiva do banco de dados selecionados e valor de referência de qualidade (VRQ) para a zona aquífera af2.

Parâmetros selecionados	unidade de medida	VRQ	nº amostral	média	erro médio padrão	mediana
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	178,69	125	136,28	9,10	114,00
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	S/D	21	0,8	0,1	1,0
Nitrato	mg/L N	S/D	118	0,44	0,05	0,25
Cloreto	mg/L	42,30	163	25,75	3,59	12,18
Ferro total	mg/L	0,88	140	0,53	0,11	0,06
Fluoreto	mg/L	1,07	100	0,51	0,05	0,34
Manganês	mg/L	0,34	70	0,16	0,03	0,08
Nitrito	mg/L N	0,015	91	0,011	0,002	0,003
Sódio	mg/L	19,00	125	22,56	2,48	12,24
Sulfato	mg/L	31,37	131	11,84	1,47	4,67

Nota: Valores em negrito, indicam VRQ maiores do que o VMP do uso mais restritivo de acordo com a resolução CONAMA 396/2008; S/D indica parâmetros que não continham quantidade suficiente de análises para realização do cálculo do VRQ.

Tabela 34 – Análise estatística descritiva do banco de dados selecionado e valor de referência de qualidade (VRQ) para o agrupamento de zonas aquíferas sedimentares dos tipos as1, as3_1, as3_2 e as5.

Parâmetros selecionados	unidade de medida	VRQ	nº amostral	média	erro médio padrão	mediana
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	506,50	57	274,52	58,95	142,80
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	S/D	5	0,2	0,2	0,0
Nitrato	mg/L N	0,34	48	2,68	0,52	0,70
Cloreto	mg/L	16,70	63	35,08	9,18	16,00
Ferro total	mg/L	1,73	57	1,05	0,29	0,21
Fluoreto	mg/L	1,20	45	0,77	0,23	0,20
Manganês	mg/L	0,20	45	0,14	0,04	0,06
Nitrito	mg/L N	0,0050	37	0,019	0,009	0,003
Sódio	mg/L	65,00	53	40,93	8,01	18,84
Sulfato	mg/L	19,80	58	27,52	5,32	11,95

Nota: Valores em negrito, indicam VRQ maiores do que o VMP do uso mais restritivo de acordo com a resolução CONAMA 396/2008; S/D indica parâmetros que não continham quantidade suficiente de análises para realização do cálculo do VRQ.

Tabela 35 – Análise estatística descritiva do banco de dados selecionado e valor de referência de qualidade (VRQ) para o agrupamento de zonas aquíferas sedimentares dos tipos as2, as4 e as6.

Parâmetros selecionados	unidade de medida	VRQ	nº amostral	média	erro médio padrão	mediana
Sólidos Totais Dissolvidos	mg/L	170,00	36	407,77	219,55	114,24
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	S/D	6	0,4	0,2	0,0
Nitrato	mg/L N	S/D	32	0,58	0,25	0,16
Cloreto	mg/L	11,13	47	40,28	16,82	7,53
Ferro total	mg/L	1,05	49	1,97	0,58	0,42
Fluoreto	mg/L	0,32	33	0,69	0,24	0,28
Manganês	mg/L	S/D	17	0,27	0,12	0,09
Nitrito	mg/L N	0,01	27	0,012	0,007	0,003
Sódio	mg/L	22,80	32	31,47	9,10	13,70
Sulfato	mg/L	9,85	37	12,27	2,78	7,25

Nota: Valores em negrito, indicam VRQ maiores do que o VMP do uso mais restritivo de acordo com a resolução CONAMA 396/2008; S/D indica parâmetros que não continham quantidade suficiente de análises para realização do cálculo do VRQ.

Elaborou-se um quadro de referência com base no uso mais restritivo da água (para cada parâmetro) para cada um dos grupos de aquíferos (Quadros 12, 13 e 14) com base no ANEXO II da Resolução CONAMA nº 396/2008. Estes quadros retratam os valores orientadores, compostos por parâmetros de origem natural ou antrópica para fins de enquadramento de águas subterrâneas do agrupamento leste do estado de Santa Catarina, compreendido pelas UPGs 7.1 – Itajaí, 7.2 – Camboriú, 8.1 – Tijucas e 8.2 – Cubatão.

Quadro 12 – Valores orientadores para enquadramento da água subterrânea de zonas aquíferas fraturadas, do tipo af2.

Motivação da inclusão	Parâmetros selecionados	Padrões por classe – concentração (mg/L)			
		Classes 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Parâmetros mínimos obrigatórios	Sólidos Totais Dissolvidos	VRQ<1.000	VRQ>1.000	1.000	1.000
	Coliformes termotolerantes	Ausentes em 100 ml	Ausentes em 100 ml	Ausentes em 100 ml	1.000/100mL
	Nitrato (expresso em N)	VRQ<10	VRQ>10	10	90
Características hidrogeológicas	Cloreto	VRQ<100	VRQ>100	100	700
	Ferro total	VRQ<0,3	VRQ>0,3	0,88	5
	Fluoreto	VRQ<1	VRQ>1	1,07	2,00
	Manganês	VRQ<0,05	VRQ>0,05	0,34	0,34
	Nitrito (expresso em N)	VRQ<1	VRQ>1	1	10
	Sódio	VRQ<200	VRQ>200	200	300
	Sulfato	VRQ<250	VRQ>250	250	1.000

Quadro 13 – Valores orientadores para enquadramento da água subterrânea de zonas aquíferas sedimentares, dos tipos as1; as3_1; as3_2 e as5.

Motivação da inclusão	Parâmetros selecionados	Padrões por classe – concentração (mg/L)			
		Classes 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Parâmetros mínimos obrigatórios	Sólidos Totais Dissolvidos	VRQ<1.000	VRQ>1.000	1.000	1.000
	Coliformes termotolerantes	Ausentes em 100 ml	Ausentes em 100 ml	Ausentes em 100 ml	1.000/100mL
	Nitrato (expresso em N)	VRQ<10	VRQ>10	10	90
Características hidrogeológicas	Cloreto	VRQ<100	VRQ>100	100	700
	Ferro total	VRQ<0,3	VRQ>0,3	1,73	5
	Fluoreto	VRQ<1	VRQ>1	1,20	2,00
	Manganês	VRQ<0,05	VRQ>0,05	0,20	0,20
	Nitrito (expresso em N)	VRQ<1	VRQ>1	1	10
	Sódio	VRQ<200	VRQ>200	200	300
	Sulfato	VRQ<250	VRQ>250	250	1.000

Quadro 14 –Valores orientadores para enquadramento da água subterrânea de zonas aquíferas sedimentares, dos tipos as2; as4 e as6.

Motivação da inclusão	Parâmetros selecionados	Padrões por classe – concentração (mg/L)			
		Classes 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Parâmetros mínimos obrigatórios	Sólidos Totais Dissolvidos	VRQ<1.000	VRQ>1.000	1.000	1.000
	Coliformes termotolerantes	Ausentes em 100 ml	Ausentes em 100 ml	Ausentes em 100 ml	1.000/100mL
	Nitrato (expresso em N)	VRQ<10	VRQ>10	10	90
Características hidrogeológicas	Cloreto	VRQ<100	VRQ>100	100	700
	Ferro total	VRQ<0,3	VRQ>0,3	1,05	5
	Fluoreto	VRQ<1	VRQ>1	1,00	2,00
	Manganês	VRQ<0,05	VRQ>0,05	0,05	0,20
	Nitrito (expresso em N)	VRQ<1	VRQ>1	1	10
	Sódio	VRQ<200	VRQ>200	200	300
	Sulfato	VRQ<250	VRQ>250	250	1000

Destaca-se que os VMPs permitidos para a Classes 3, que foram alterados para os parâmetros ferro total, fluoreto e manganês para as zonas aquíferas af2 e as1/as3_1/as3_2 e as5 e ferro total para zonas aquíferas as2/as4/as6. Além disso, também foi alterado o VMP para o parâmetro manganês na Classe 4 para a zona aquífera af2.

Nas zonas aquíferas app e na_1_na_2, apesar de grande representatividade, em área, dentro do agrupamento Leste, existem poucos poços instalados por não apresentarem condições suficientes para exploração. Nesses casos, não foi possível a elaboração do quadro definindo os valores orientadores para o enquadramento de águas subterrâneas e, consequentemente, não será possível a proposição de sua classe de enquadramento.

5.4.2.2 Compatibilização das classes atuais do Enquadramento para águas subterrâneas da UPG 7.2 – Camboriú

Para a classificação da água subterrânea de acordo com o uso preponderante, realiza-se a verificação da situação atual do recurso hídrico (classe), ou seja, estabelece-se um diagnóstico da situação atual. A partir deste, é possível traçar metas e planejar as classes que se desejam alcançar ou manter.

Com o estabelecimento dos valores de referência de qualidade; a tabela de valores orientadores para enquadramento de águas subterrâneas e a avaliação da composição hidroquímica considerando o banco de dados utilizados neste trabalho, foi possível a definição da compatibilidade das águas subterrâneas (situação atual). Destaca-se que valores da mediana dos parâmetros foram considerados nesta etapa da análise.

A análise conjunta das Tabela 33, Tabela 34 e Tabela 35; Quadro 12, Quadro 13 e Quadro 14, permitiu o enquadramento atual das águas subterrâneas dos grupos de aquíferos. Primeiramente, cada parâmetro foi avaliado separadamente (sendo estabelecida uma classe para cada parâmetro) e, depois uma ponderação das classes por parâmetro para definição da classe compatível com a situação atual dos aquíferos (Quadro 15). Destaca-se que apenas os parâmetros com os VRQs que foram considerados para o enquadramento de águas subterrâneas, com exceção dos parâmetros obrigatórios (sólidos dissolvidos totais, coliformes termotolerantes e nitrato). Nestas situações, utilizou-se o valor da mediana em comparação ao quadro dos valores orientadores (Resolução CONAMA 396/2008) para o estabelecimento da classe da água.

Especificamente para a UPG 7.2 – Camboriú foi realizado o enquadramento dos aquíferos presentes dentro de sua delimitação, ou seja, zonas aquíferas af2 (Grupo I) e as1 (Grupo II). O Grupo V (na_1 – áreas praticamente sem aquíferos) apesar de representativo na área de estudo, não foi possível de enquadrar, pela indisponibilidade de dados.

Quadro 15 – Situação atual das zonas aquíferas (af2, as1, as3_1, as3_2, as5 e na_1) em relação às classes de enquadramento na UPG 7.2 – Camboriú.

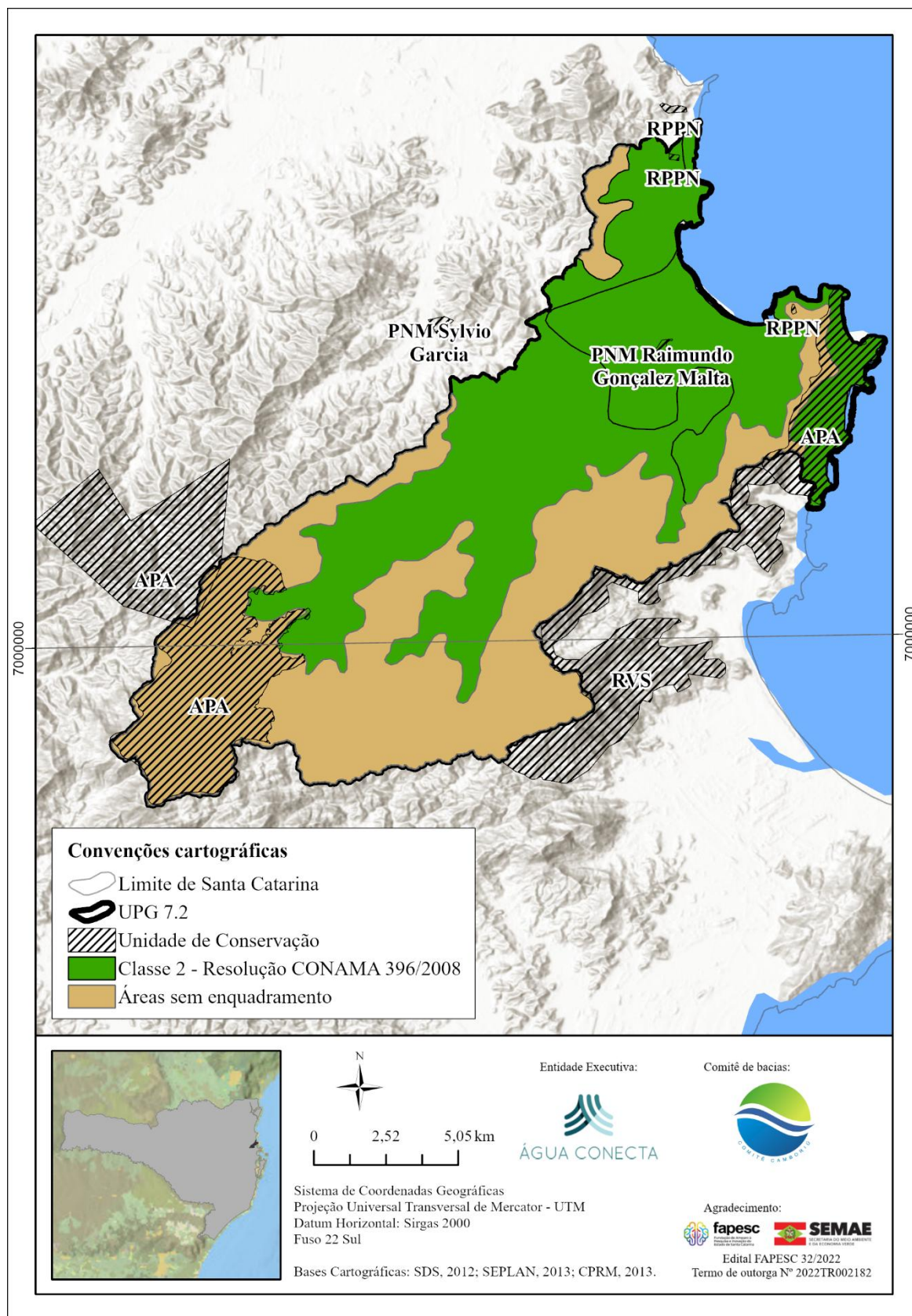
Parâmetro	Compatibilidade quanto às classes		
	af2	as1/as3_1/as3_2/as5	na_1
Sólidos Totais Dissolvidos	Classe 1	Classe 1	N/C
Coliformes termotolerantes	Classe 4*	Classe 1, 2 ou 3	N/C
Nitrato	Classe 2	Classe 2	N/C
Cloreto	Classe 1	Classe 1	N/C
Ferro	Classe 2	Classe 2	N/C
Fluoreto	Classe 2	Classe 2	N/C
Manganês	Classe 2	Classe 2	N/C
Nitrito	Classe 1	Classe 1	N/C
Sódio	Classe 1	Classe 1	N/C
Sulfato	Classe 1	Classe 1	N/C
Classe final	Classe 2	Classe 2	N/C

Nota: *Baixa representatividade (n = 21) e mediana = 1 UFC/100 mL; N/C indica que não foi classificado devido a indisponibilidade de dados e impossibilidade de cálculo do VRQ.

Em relação à situação atual das águas subterrâneas nos aquíferos da UPG 7.2 – Camboriú verifica-se que a Classe 2 é a mais adequada, tanto para os aquíferos fraturados (tipo af2) quanto para os sedimentares (as1) (Figura 69). O Art. 3º da Resolução CONAMA 396/2008 estabelece que a Classe 2 é a classe de águas subterrâneas “*sem alteração de sua qualidade por atividades antrópicas, e que podem exigir tratamento adequado, dependendo do uso preponderante, devido às suas características hidrogeoquímicas naturais*”. Essas águas são assim enquadradas por apresentarem em pelo menos um dos parâmetros, valor de referência de qualidade (VRQ) superior ao seu respectivo Valor Máximo Permitido (VMP) mais restritivo dos usos preponderantes (Conselho Nacional de Meio Ambiente, 2008). Este fato, atribui-se aos valores encontrados para ferro total, fluoreto e manganês nestas zonas aquíferas (Quadro 12 e Quadro 13).

Assume-se que a Classe 2 foi considerada ideal, apesar da presença de coliformes termotolerantes em alguns poços. Apenas em 21 amostras de todo o conjunto amostral da zona aquífera af2 (660 poços), havia informação sobre análise de coliformes termotolerantes, sendo o maior valor encontrado igual a 1,8 UFC/100 mL. Considerando a grande variação de profundidades destes poços (de 9 a 200 m), assume-se a possibilidade de contaminações pontuais que não representam todo o conjunto (Grupo 1) de dados, o que não interfere na caracterização da classe.

Figura 69 – Enquadramento das águas subterrâneas presentes nos aquíferos considerados da UPG 7.2 – Camboriú.



Fonte: Instituto Água Conecta (2024)

A falta de um programa de monitoramento sistemático estadual das águas subterrâneas e a inexistência de informações sobre análises microbiológicas são consideradas fragilidades no enquadramento. Assim, assume-se a possibilidade de uma superestimativa da qualidade das águas dos corpos hídricos subterrâneos, pois encontraram-se resultados com valores em branco de coliformes termotolerantes, que não significam necessariamente que estes não existem e sim que não foi realizada a análise. Dos 1.623 poços analisados considerando todo Agrupamento Leste, havia apenas 55 dados de análise de coliformes termotolerantes. Este fato também foi apontado por Ramos (2021), na aplicação desta metodologia. Entretanto, reafirma-se a importância deste esforço inicial para o enquadramento das águas subterrâneas e conhecimento e preservação de sua qualidade.

5.4.2.3 Enquadramento das águas subterrâneas considerando os usos pretensos e horizontes de planejamento

O uso preponderante da água subterrânea nos aquíferos af2, as1 e na_1 dentro da UPG 7.2 - Camboriú, é o consumo humano (Figura 58 e Tabela 30). Considera-se que os cenários dentro dos horizontes de planejamento adotados neste trabalho, até 14 anos, não irão alterar significativamente os usos pretensos para as águas subterrâneas na UPG 7.2 – Camboriú, conforme já discutido no item 4.6.2. Assim, almeja-se que as águas subterrâneas se mantenham enquadradas em Classe 2 para os horizontes de planejamento de curto (2028), médio (2033) e longo prazo (2038) (Quadro 16).

Quadro 16 – Enquadramento das águas subterrâneas das zonas aquíferas (af2, as1, as3_1, as3_2, as5 e na_1) e usos preponderantes e pretensos na UPG 7.2 – Camboriú.

Zona aquífera	Uso preponderante/pretenso	Situação atual	Curto prazo	Médio prazo	Longo prazo
		-	2028	2033	2038
af2	Consumo humano	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
as1_as3_as5	Consumo humano	Classe 2	Classe 2	Classe 2	Classe 2
na_1	Consumo humano	N/C	N/C	N/C	N/C

Nota: N/C indica que não foi enquadrado devido a indisponibilidade de dados.

6. PROGRAMA PARA EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO

Para atendimento das metas relativas à proposta de enquadramento foi elaborado o Programa para Efetivação de Enquadramento. De acordo com CNRH (2008), o Programa para Efetivação do Enquadramento deve conter propostas de ações e prazos de execução, planos de investimentos e instrumentos de compromisso que compreendam: I - recomendações para os órgãos gestores de recursos hídricos e meio ambiente; II - recomendações de mobilização social e gestão; III - recomendações aos agentes públicos e privados; IV - propostas a serem apresentadas aos poderes públicos federal, estadual e municipal para adequação dos planos de desenvolvimento e de uso e ocupação do solo; e V - subsídios técnicos e recomendações para a atuação dos comitês de bacia hidrográfica.

Os programas estão focados no alcance das metas de alternativas ao enquadramento dos corpos hídricos, e a execução dos programas é de responsabilidade de diversos atores que atuam na UPG 7.2 - Camboriú. Salienta-se, no entanto, que além da instituição responsável pela execução da ação (marcado com o asterisco* nos quadros dos programas para efetivação do enquadramento) foram apresentadas também outras instituições envolvidas, que podem ser parceiras ou apenas acompanhar o andamento da ação, tendo em vista sua competência na área dos recursos hídricos

As ações foram divididas em dois tipos: diretas e indiretas. As ações diretas são aquelas que a execução da ação em si promove melhoria ou controle sobre a qualidade de água. Enquanto nas ações indiretas, a manutenção ou melhoria na qualidade de água são ações secundárias, por exemplo, uma ação de aumento da vazão contribui para a diluição das espécies físicas, químicas ou biológicas; presentes nos corpos hídricos.

Ressalta-se que, a partir dos programas para efetivação, o Comitê Camboriú, juntamente com a entidade executiva, poderá implantar ações que são de sua competência ou responsabilidade e ainda, articular ou solicitar aos demais responsáveis a execução de ações que lhes cabe.

Cada ação pode ser realizada por diferentes motivações, a depender do momento de realização e da disponibilidade de recursos humanos e financeiros. Assim, a fim de facilitar a interpretação e a tomada de decisão em relação às ações, optou-se por apresentar o custo das ações por meio de simbologia, utilizando-se o cifrão (\$) (Quadro 17).

Quadro 17 – Simbologia adotada para mensurar os custos estimados das ações

Símbolo	<u>Recursos humanos, locomoção, alimentação, hospedagem</u>	<u>Elaboração/ Implantação de projetos, editais, eventos ou programas de menor porte</u>	<u>Elaboração/ implantação de projetos, editais ou programas de grande porte</u>	<u>Execução de pequenas obras ou intervenções</u>	<u>Execução de obras ou intervenções de médio ou grande porte</u>	Valor em 2024 (R\$)
\$	Sim	Não	Não	Não	Não	<5K
\$\$	Sim	Sim	Não	Não	Não	<100K
\$\$\$	Sim	Sim	Sim	Não	Não	<2M
\$\$\$\$	Sim	Sim	Sim	Sim	Não	<100M
\$\$\$\$\$	Sim	Sim	Sim	Sim	Sim	>100M

Legenda: cada “K” representa R\$ 1.000 (um mil); e “M” representa R\$ 1.000.000 (um milhão).

Foram definidos três grandes programas: saneamento básico, gestão de recursos hídricos, e gestão ambiental e de manejo agropecuário. O programa melhoria no saneamento básico possui ações voltadas os pilares do saneamento básico, que são o abastecimento público, o esgotamento sanitário, a drenagem e os resíduos sólidos. No programa de melhoria na gestão de recursos hídricos, as ações estão relacionadas aos instrumentos de gestão e às ações que interferem na quantidade ou qualidade de água; ou o monitoramento destes fatores. Para o programa de melhoria na gestão ambiental e manejo agropecuário, as ações estão relacionadas às atividades de fiscalização e controle, assim como o manejo e práticas relacionadas ao uso do solo, que interferem direta ou indiretamente nos corpos hídricos.

Primeiramente apresentam-se as ações “contínuas” para cada programa e na sequência, estão as ações cujo alcance da meta está previsto para acontecer em algum horizonte específico. Inicia-se com o Programa 1 – Saneamento Básico, Quadro 18, Quadro 19, Quadro 20 e Quadro 21, na sequência está o Programa 2 – Gestão de Recursos Hídricos, Quadro 22, Quadro 23, Quadro 24, Quadro 26 e Quadro 27, por fim o Programa 3 – Gestão Ambiental e de Manejo Agropecuário, Quadro 28, Quadro 29 e Quadro 30.

Cada ação possui também com uma justificativa quanto à sua relação com o enquadramento e a qualidade da água. As ações foram elencadas em ordem de prioridade: alta, média ou baixa; tendo em vista as ações diretas e indiretas.

Quadro 18 – Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 – Camboriú para o Programa 1 – Saneamento Básico (parte 1)

PROGRAMA 1 - Saneamento Básico	Ação	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
	1.1	Fiscalizar o lançamento de esgotos domésticos e efluentes nos sistemas de drenagem naturais e artificiais.	IMA* Órgão municipal de meio ambiente* Prefeituras	\$\$\$	Alta	Reduzir o lançamento irregular de esgotos sanitários e efluentes industriais nos sistemas de drenagem, especialmente, micro e macrodrenagem, diminuem a carga poluidora dos corpos hídricos, melhorando sua qualidade.	Direta
	1.2	Assegurar a eficiência do tratamento de esgoto sanitário da Estação de Tratamento de Esgoto (ETE) dos municípios de Camboriú e Balneário Camboriú, para atendimento do enquadramento do corpo receptor.	IMA* Prefeituras Agência reguladora	\$\$	Média	O lançamento de esgoto tratado deve atender ao padrão de lançamento e manter a classe de enquadramento.	Direta
	1.3	Promover ações para limpeza de áreas ciliares e dos rios.	Comitê Camboriú* Prefeitura Entidade Executiva Sociedade civil	\$	Média	A limpeza de áreas ciliares e rios auxilia na melhoria das funções ecológicas dos cursos hídricos, além de sensibilizar a população em relação ao tema.	Direta
	1.4	Realizar tratamento do lodo de Estações de Tratamento de Água (ETAs) ou dispô-lo em aterro sanitário.	Prestador de Serviço público de água e esgoto* IMA Órgão municipal de meio ambiente	\$\$\$	Baixa	O descarte do lodo das ETAs em corpos de água superficiais tem impacto negativo na qualidade da água.	Direta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 19 – Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 – Camboriú para o Programa 1 – Saneamento Básico (parte 2)

PROGRAMA 1 - Saneamento Básico	Ação	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
	1.5	Promover a busca por fontes alternativas de captação superficial ou subterrânea visando o aumento de vazão de abastecimento público.	Prefeituras* Prestador de Serviço público de água e esgoto Comitê Camboriú	\$\$\$	Alta	Atualmente há apenas um manancial utilizado para abastecer a UPG 7.2 Camboriú, o que diminui a sua capacidade de diluição de poluentes.	Indireta
	1.6	Promover ações de educação ambiental sobre a importância do esgotamento sanitário, nos temas: relevância da ligação das residências nos sistemas coletivos de esgotamento sanitário e manutenção dos sistemas individualizados.	Prefeituras* Prestador de Serviço público de água e esgoto Comitê Camboriú	\$\$	Média	O conhecimento da população sobre as ligações na rede de esgoto diminui a quantidade de lançamentos irregulares. O conhecimento sobre a manutenção dos sistemas individuais também pode minimizar os impactos decorrentes do lançamento de efluentes brutos nos rios.	Indireta
	1.7	Coibir o descarte inadequado dos resíduos sólidos nos corpos hídricos.	IMA* Órgão municipal de meio ambiente* Prefeituras Comitê Camboriú	\$\$\$	Baixa	O descarte de resíduos sólidos nos cursos de água degrada sua a qualidade, e impacta no escoamento, potencializando alagamentos.	Indireta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 20 – Programa 1 - Saneamento Básico por metas para Efetivação do Enquadramento na UPG 7.2 – Camboriú (parte 1)

Programa 1 - Saneamento Básico							
Ação	Meta	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
1.8	Curto prazo (2028)	Implantar o sistema de coleta, transporte, tratamento e destinação final adequada do esgoto sanitário, com cobertura mínima populacional de 45%, no município de Camboriú.	Prefeitura* Prestador de Serviço público de água e esgoto* Comitê Camboriú	\$\$\$\$\$	Alta	Reduzir o lançamento irregular de esgotos sanitários e efluentes industriais nos sistemas de drenagem, especialmente, micro e macrodrenagem urbana, diminuem a carga poluidora dos corpos hídricos, melhorando sua qualidade.	Direta
1.9	Curto prazo (2028)	Implantar projeto piloto de sistema descentralizado de tratamento de esgoto sanitário na área rural do município de Camboriú.	Prefeitura* Comitê Camboriú	\$\$\$	Média	A implementação da gestão dos sistemas individuais de tratamento e disposição final de esgoto sanitário tem impacto positivo na qualidade da água pois diminui a carga poluidora que atinge as drenagens.	Direta
1.10	Médio prazo (2033)	Implantar o sistema de coleta, transporte, tratamento e destinação final adequada do esgoto sanitário, com cobertura mínima populacional de 90%, nos municípios da UPG 7.2 – Camboriú.	Prefeitura* Prestador de Serviço público de água e esgoto* Comitê Camboriú	\$\$\$\$\$	Alta	Reduzir o lançamento irregular de esgotos sanitários e efluentes industriais nos sistemas de drenagem, especialmente, micro e macrodrenagem urbana, diminuem a carga poluidora dos corpos hídricos, melhorando sua qualidade.	Direta
1.11	Médio prazo (2033)	Implantar sistemas descentralizados de tratamento de esgoto sanitário em um bairro da zona rural ou sem cobertura de rede do município de Camboriú.	Prefeitura* Comitê Camboriú	\$\$\$	Média	A implementação da gestão dos sistemas individuais de tratamento e disposição final de esgoto sanitário tem impacto positivo na qualidade da água pois diminui a carga poluidora que atinge as drenagens.	Direta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 21 – Programa 1 - Saneamento Básico por metas para Efetivação do Enquadramento na UPG 7.2 – Camboriú (parte 2)

Programa 1 - Saneamento Básico							
Ação	Meta	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
1.12	Médio prazo (2033)	Criar um programa para realização de limpeza/manutenção de sistemas individuais de esgotamento sanitário.	Prefeitura* Prestador de Serviço público de água e esgoto*	\$\$	Média	Existem usuários que ficarão fora do alcance das redes de coleta e tratamento de esgoto, seja pela distância, custo, relevo. Será necessário disponibilizar programa para fazer a limpeza desses sistemas.	Indireta
1.13	Longo prazo (2038)	Obter melhoria da ligação das economias no sistema de coleta, tratamento e destinação final do esgotamento sanitário, com ligação mínima de 80% nos municípios da UPG 7.2 – Camboriú.	Prefeitura* IMA* Órgão municipal de meio ambiente*	\$\$\$\$\$	Alta	Reduzir o lançamento irregular de esgotos sanitários e efluentes industriais nos sistemas de drenagem, especialmente, micro e macrodrenagem urbana, diminuem a carga poluidora dos corpos hídricos, melhorando sua qualidade.	Direta
1.14	Longo prazo (2038)	Implantar sistemas descentralizados de tratamento de esgoto sanitário em toda a zona rural do município de Camboriú.	Prefeitura* Comitê Camboriú	\$\$\$	Média	A implementação da gestão dos sistemas individuais de tratamento e disposição final de esgoto sanitário tem impacto positivo na qualidade da água pois diminui a carga poluidora que atinge as drenagens.	Direta
1.15	Longo prazo (2038)	Criar programa para regularizar sistemas de edificações antigas	Prefeitura* Prestador de Serviço público de água e esgoto*	\$\$	Média	Existem edifícios antigos que possuem sistemas diferenciados. Estes sistemas, caso não sejam analisados individualmente continuaram fazendo ligação clandestina na rede pluvial.	Indireta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 22 – Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 – Camboriú para o Programa 2 – Gestão de Recursos Hídricos (parte 1)

PROGRAMA 2 - Gestão de Recursos Hídricos	Ação	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
	2.1	Ampliar o monitoramento da qualidade de água superficial e inserir dados em plataforma colaborativa (QUALI-SC).	SEMAE* ANA Comitê Camboriú Entidade Executiva	\$\$\$	Alta	Realizar monitoramento da qualidade das águas superficiais é importante para acompanhamento, e possível intervenção, visando o atendimento das metas relativas ao enquadramento.	Direta
	2.2	Divulgar o enquadramento dos corpos hídricos para os diversos atores, especialmente órgãos ambientais e usuários de água.	Comitê Camboriú* IMA Órgão municipal de meio ambiente Entidade Executiva	\$	Alta	A divulgação do enquadramento dos corpos hídricos por horizonte é necessária para que os órgãos de fiscalização e controle estejam cientes dos parâmetros e classes a serem atendidos.	Direta
	2.3	Emitir e fiscalizar as outorgas de lançamento de efluentes na UPG 7.2 - Camboriú.	SEMAE* IMA Órgão municipal de meio ambiente	\$\$\$	Alta	A implementação e a fiscalização da outorga de lançamento de efluentes é essencial para o controle da qualidade e quantidade de poluentes nos corpos hídricos.	Direta
	2.4	Monitorar salinidade, carbono orgânico total (COT), fósforo total, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes (e outros parâmetros julgados relevantes) para conhecimento da zona de transição de água doce e salobra.	SEMAE* Entidade Executiva Universidades Iniciativa privada	\$\$\$	Alta	O monitoramento destes parâmetros fornece maior confiabilidade na determinação do ponto de transição de água doce e salobra, assim como seu enquadramento.	Direta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 23 – Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 – Camboriú para o Programa 2 – Gestão de Recursos Hídricos (parte 2)

PROGRAMA 2 - Gestão de Recursos Hídricos	Ação	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
	2.5	Implementar monitoramento das águas subterrâneas, priorizando os parâmetros: profundidade da perfuração e da tomada d'água, STD, coliformes termotolerantes, nitrato, cloreto, ferro total, fluoreto, manganês, nitrito, sódio e sulfato.	SEMAE* SGB Universidades Entidade executiva	\$\$\$	Alta	Monitorar a qualidade das águas subterrâneas é atividade importante para o enquadramento para todas as zonas e acompanhamento do alcance ou manutenção da meta do enquadramento para as zonas aquíferas. Além disso, para a zona aquífera na_1, apesar de muito utilizada, ainda não existem dados suficientes para o enquadramento.	Direta
	2.6	Monitorar as águas subterrâneas em poços considerados sem alteração antrópica, priorizando os parâmetros: alcalinidade, bicarbonato, cálcio, carbonato, cloreto, cobre, C.E., cor, dureza total, ferro total, fluoreto, gás carbônico, magnésio, manganês, nitrato, nitrito, pH, potássio, selênio, sílica, sódio, SDT, sulfato, temperatura, turbidez, urânio e alumínio (este último relevante para área de estudo, e ainda não utilizados para determinação do VRQ).	SEMAE* SGB Universidades Entidade executiva	\$\$\$	Alta	Monitorar a qualidade das águas subterrâneas em poços sem alteração antrópica é essencial para a determinação do VRQ, conforme consta na Resolução CONAMA 396/2008. Ressalta-se que para alguns parâmetros ainda não foi possível determinar o VRQ dos respectivos conjuntos de aquíferos: af2 (cobre, nitrato, selênio); as1; as3_1; as3_2 e as5 (bicarbonato, carbonato, gás carbônico, sílica); as2; as4 e as6 (cobre, cor, gás carbônico, manganês, nitrato, selênio, sílica, urânio); app e na_1 (todos os parâmetros citados).	Direta
	2.7	Monitorar o alcance das metas da Proposta de Enquadramento por horizonte de planejamento.	Comitê Camboriú* Entidade Executiva SEMAE	\$\$\$	Alta	O acompanhamento do alcance das metas estabelecidas é fundamental para priorizar as ações previstas e medir/acompanhar o resultado.	Direta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 24 – Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 – Camboriú para o Programa 2 – Gestão de Recursos Hídricos (parte 3)

PROGRAMA 2 - Gestão de Recursos Hídricos	Ação	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
	2.8	Realizar capacitações sobre gestão de recursos hídricos, com foco no enquadramento e temas afins.	Comitê Camboriú* Entidade Executiva SEMAE	\$\$	Alta	A capacitação de usuários de recursos hídricos é atividade essencial para a conscientização dos diversos atores afetados direta ou indiretamente pelo enquadramento dos corpos.	Direta
	2.9	Manter em funcionamento e disponibilizar ao público as informações das estações fluviométricas de propriedade da EMASA na UPG 7.2 – Camboriú.	EMASA*	\$	Alta	Manter a rede de monitoramento fluviométrico é essencial. A divulgação de dados de monitoramento é importante tanto para fins de pesquisas, quanto para a população, considerado uma ferramenta de acompanhamento da vazão dos rios.	Indireta
	2.10	Instalar estações fluviométricas em locais considerados estratégicos, de acordo com o Plano de Recursos Hídricos.	SEMAE* EPAGRI ANA	\$\$\$\$	Média	A rede de monitoramento fluviométrico é essencial para determinar a vazão e o fluxo de massa. O fluxo de massa está associado a capacidade de diluição, que impacta na qualidade de água.	Indireta
	2.11	Ampliar as campanhas de regularização (outorga) e de migração de usuários ao novo Sistema de Outorga (SIOUT-SC)	SEMAE* Comitê Camboriú	\$\$	Média	A regularização de usuários de recursos hídricos é relevante para atualização e conhecimento das vazões de retirada. A diminuição da vazão aumenta a carga poluidora por haver menos água disponível para diluição.	Indireta

Quadro 25 – Ações contínuas ao longo dos horizontes de planejamento da UPG 7.2 – Camboriú para o Programa 2 – Gestão de Recursos Hídricos (parte 4)

PROGRAMA 2 - Recursos Hídricos	Ação	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
	2.12	Fiscalizar das outorgas concedidas na UPG 7.2 – Camboriú.	SEMAE*	\$\$	Baixa	A fiscalização das outorgas é essencial para disciplinar o uso dos recursos hídricos, mantendo a capacidade de diluição.	Indireta
	2.13	Fiscalizar poços irregulares/clandestinos localizados nas áreas urbanas e promover campanhas para cadastramento de poços.	SEMAE* Comitê Camboriú	\$\$	Baixa	Não é permitido a instalação de poços em ambiente urbano onde exista rede de abastecimento de água. Por isso, é fundamental que se conheça onde estão localizados os poços irregulares. A regularização da situação dos poços localizados nas áreas urbanas é essencial para reduzir os potenciais impactos sobre as águas subterrâneas, como poluição e superexploração de aquíferos.	Indireta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 26 – Programa 2 – Gestão de Recursos Hídricos por metas para Efetivação do Enquadramento na UPG 7.2 – Camboriú (parte 1)

Programa 2 - Gestão de Recursos hídricos							
Ação	Meta	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
2.14	Curto prazo (2028)	Regularizar usuários de recursos hídricos em que o uso da água é incompatível com a classe da Proposta de Enquadramento dos recursos hídricos da UPG 7.2 - Camboriú.	SEMAE* Comitê Camboriú Usuários de água Entidade executiva	\$\$	Média	Existem usuários que se encontram em trechos de rios onde a água não possui qualidade compatível com seu uso.	Direta
2.15	Curto prazo (2028)	Realizar o tamponamento de poços desativados.	SEMAE* IMA Órgão municipal de meio ambiente	\$\$	Baixa	O tamponamento inadequado de poços desativados pode ser uma fonte de poluição para as águas subterrâneas.	Indireta
2.16	Curto prazo (2028)	Delimitar as áreas de recargas de aquíferos da UPG 7.2 – Camboriú.	SEMAE* SGB Comitê Camboriú	\$\$\$	Média	A proteção das áreas de recarga dos aquíferos é fundamental para garantir a infiltração da água no solo, sem a interferência de contaminantes.	Indireta
2.17	Médio prazo (2033)	Revisar a zona de transição de água salobra com base no monitoramento dos parâmetros salinidade, carbono orgânico total (COT), fósforo total, oxigênio dissolvido e coliformes termotolerantes e outros.	Comitê Camboriú* Entidade executiva Universidades Iniciativa privada	\$\$\$	Alta	A determinação do ponto de transição de água doce e salobra por meio de monitoramento traz maior confiabilidade para a gestão.	Direta
2.18	Médio prazo (2033)	Atualizar diagnóstico da qualidade da água subterrânea, a partir de dados atualizados obtidos do monitoramento de águas subterrâneas.	SEMAE* Comitê Camboriú Entidade Executiva Universidades	\$	Alta	É importante a atualização do diagnóstico da qualidade das águas subterrâneas, de forma a identificar as influências do uso e ocupação do solo.	Direta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 27 – Programa 2 – Gestão de Recursos Hídricos por metas para Efetivação do Enquadramento na UPG 7.2 – Camboriú (parte 2)

Programa 2 - Gestão de Recursos Hídricos							
Ação	Meta	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
2.19	Médio prazo (2033)	Proteger as zonas de áreas vulneráveis / recarga dos aquíferos da UPG 7.2 – Camboriú	SEMAE* Comitê Camboriú* Entidade Executiva	\$\$\$	Média	A identificação (placas e sinalização) de áreas que devem ser protegidas permite o engajamento social e participação dos diversos atores. A sinalização adequada pode coibir atividades que podem interferir na qualidade das águas subterrâneas.	Direta
2.20	Médio prazo (2033)	Realizar campanhas de orientação/adequação para usuários inseridas na zona de água salobra, que possuam usos incompatíveis.	SEMAE* Comitê Camboriú Entidade Executiva	\$	Média	A capacitação de usuários de recursos hídricos é atividade essencial para a conscientização dos diversos atores afetados direta ou indiretamente pelo enquadramento dos corpos.	Indireta
2.21	Longo prazo (2038)	Validar o enquadramento proposto para as águas subterrâneas utilizando a informação da profundidade de captação (tomada d'água).	SEMAE* SGB Comitê Camboriú Universidades Entidade executiva	\$	Alta	As características hidroquímicas das águas subterrâneas são reflexo da geologia local. A avaliação da profundidade da captação da água subterrânea é fundamental para identificação de qual aquífero essa água é proveniente.	Direta
2.22	Longo prazo (2038)	Realizar estudo sobre erosão e transporte de sedimento na UPG 7.2 – Camboriú.	SEMAE* Comitê Camboriú Entidade Executiva Universidades	\$\$	Baixa	A dinâmica de sedimentos na bacia hidrográfica é importante para a compreensão do comportamento de como ocorre a sedimentação e assoreamento.	Indireta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 28 – Ações contínuas de planejamento da UPG 7.2 – Camboriú para o Programa 3 – Gestão ambiental e de Manejo Agropecuário (parte 1)

PROGRAMA 3 - Gestão Ambiental e de Manejo Agropecuário	Ação	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
	3.1	Emitir o licenciamento ambiental com base no enquadramento dos corpos hídricos.	IMA* Órgão municipal de meio ambiente*	\$	Alta	Novos licenciamentos, assim como a adequação de licenciamentos anteriores deve considerar os horizontes de enquadramento da UPG 7.2 - Camboriú	Direta
	3.2	Manter as áreas de preservação permanente (APPs) (nascentes, matas ciliares e reservatórios) fluviais da UPG 7.2 – Camboriú.	Proprietários de áreas de APPs* Projeto Produtor de Água IMA Órgão municipal de meio ambiente Comitê Camboriú	\$	Alta	Preservar as áreas de APP é fundamental para prestação dos serviços ecossistêmicos da UPG 7.2 – Camboriú. As matas ciliares são barreiras naturais de contaminação dos corpos hídricos.	Direta
	3.3	Expandir o projeto Produtor de Água na UPG 7.2 – Camboriú.	SEMAE* Proprietários de áreas de APPs Comitê Camboriú	\$\$\$	Média	O projeto produtor de água auxilia na manutenção das APPs fluviais nas propriedades rurais, contribuindo com a proteção dos corpos hídricos por meio das matas ciliares, que são barreiras naturais de contaminantes.	Indireta
	3.4	Monitorar agrotóxicos em trechos considerados estratégicos e com potencial conflito de uso da água	SEMAE* Comitê Camboriú EPAGRI Universidades IMA Órgão municipal de meio ambiente	\$\$\$	Média	A presença de agrotóxicos nos corpos hídricos traz restrição para usos da água, assim, estudar se existe esse potencial conflito é fundamental para garantir os usos múltiplos da água.	Indireta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 29 – Ações contínuas de planejamento da UPG 7.2 – Camboriú para o Programa 3 – Gestão ambiental e de Manejo Agropecuário (parte 2)

PROGRAMA 3 - Gestão Ambiental	Ação	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
	3.5	Recuperar áreas de preservação permanente (APPs) (nascentes, matas ciliares e reservatórios) identificadas no Diagnóstico das APPs da UPG 7.2 – Camboriú.	Proprietários de áreas de APPs* Comitê Camboriú IMA Órgão municipal de meio ambiente	\$\$\$\$	Média	Preservar as áreas de APP é fundamental para prestação dos serviços ecossistêmicos da UPG 7.2 – Camboriú, as matas ciliares são barreiras naturais de contaminação dos corpos hídricos.	Indireta
	3.6	Realizar manutenção nas estradas vicinais de forma a evitar a entrada de sedimentos nos corpos da água.	Prefeitura*	\$\$	Baixa	Normalmente a manutenção das estradas rurais é realizada por motoniveladoras de forma inadequada, assim o material presente nas vias alcança os corpos hídricos trazendo sedimentos.	Indireta
	3.7	Realizar o manejo adequado dos dejetos de origem animal em propriedades rurais.	Agropecuaristas EPAGRI IMA Órgão municipal de meio ambiente	\$\$	Baixa	O manejo e descarte inadequado dos dejetos de origem animal pode trazer cargas orgânicas para os corpos hídricos, em momentos de escoamento superficial.	Indireta
	3.8	Realizar a comunicação sobre a qualidade da água do Rio Peroba e Rio Marambaia	Comitê Camboriú* Enti. Executiva Órgão municipal de meio ambiente SEMAE	\$\$	Baixa	A sensibilização da população sobre estes rios focado na saúde pública é essencial para conhecimento da relação da rede de esgoto e balneabilidade. A plataforma terá sistema de alerta que indique a qualidade da água.	Indireta
	3.9	Acompanhar impactos da implementação do parque inundável e da regularização de vazão para melhorar a diluição de efluentes.	EMASA* Órgão municipal de meio ambiente Comitê Camboriú	\$\$	Baixa	O Parque inundável é uma obra que tem por objetivo regularizar a vazão no Rio Camboriú. A maior quantidade de água no Rio Camboriú auxilia que haja também uma melhor diluição dos efluentes na bacia hidrográfica.	Indireta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

Quadro 30 – Programa 3 - Gestão Ambiental e de Manejo Agropecuário para Efetivação do Enquadramento na UPG 7.2 – Camboriú

Programa 2 - Gestão de Recursos Hídricos							
Ação	Meta	Descrição das ações	Instituições Envolvidas	Custo da ação	Prioridade	Justificativa	Tipo de ação
3.10	Curto prazo (2028)	Identificar trechos considerados estratégicos e com potencial conflito de uso da água relativo à presença de agrotóxicos	Comitê Camboriú* EPAGRI Universidades IMA CIDASC	\$\$\$	Média	A presença de agrotóxicos nos corpos hídricos traz restrição para usos da água, assim, estudar se existe esse potencial conflito é fundamental para garantir os usos múltiplos da água.	Indireta
3.11	Curto prazo (2028)	Otimizar o uso da água em propriedades rurais e indústrias, visando a conservação dos recursos naturais	Agropecuaristas* EPAGRI* FIESC* Indústrias	\$\$	Baixa	A otimização do uso da água em propriedades rurais e em indústrias é positivo para a conservação dos recursos hídricos e naturais.	Indireta
3.12	Médio prazo (2033)	Promover a reciclagem dos operadores de motoniveladoras e equipamentos afins, responsáveis pela manutenção de estradas vicinais.	Prefeitura*	\$\$	Baixa	Normalmente a manutenção das estradas rurais é realizada por motoniveladoras de forma inadequada, assim o material presente nas vias alcança os corpos hídricos trazendo sedimentos e aumenta sua turbidez.	Indireta
3.13	Longo prazo (2038)	Realizar estudo sobre a persistência dos agrotóxicos nos corpos hídricos da UPG 7.2 – Camboriú.	SEMAE* Comitê Camboriú Universidades EPAGRI IMA CIDASC	\$\$\$	Média	A presença de agrotóxicos nos corpos hídricos traz restrição para usos da água, assim, estudar se existe esse potencial conflito é fundamental para garantir os usos múltiplos da água.	Indireta

Legenda: * Entidade responsável pela ação.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nesta etapa do projeto o documento foi complementado com as propostas de enquadramento dos recursos hídricos superficiais e subterrâneas da UPG 7.2 – Camboriú. O diagnóstico (Capítulo 3) e as simulações por meio do SADPLAN para os horizontes de planejamento (2028, 2033 e 2038) (Capítulo 4) foram utilizadas para verificação do atendimento de classes em áreas onde a qualidade é depreciada, tendo em vista os cenários tendencial, crítico e otimista. Foram consideradas também as propostas de enquadramento apresentadas no PRHC (2018a), tendo em vista que estas foram analisadas por membros do Comitê Camboriú durante a elaboração do Plano de Recursos Hídricos. Além disso, foram considerados os usos pretensos tanto para água superficial, como para a subterrânea.

As propostas apresentadas para a água superficial buscaram manter os cenários e horizontes previamente simulados no PRHC (2018a, 2018b) da UPG 7.2 – Camboriú. As propostas apresentadas precisam ser analisadas e validadas pelos membros do Comitê Camboriú, no sentido de indicar melhorias e visando a aproximação máxima possível da realidade local.

Em relação aos recursos hídricos subterrâneos, foi proposto o enquadramento das águas subterrâneas nos aquíferos presentes na UPG 7.2 – Camboriú (af2 e as1) utilizando a aplicação de uma metodologia inovadora a nível nacional. O projeto focou no estabelecimento de valores de referência de qualidade (VRQ) para os parâmetros mais relevantes, considerando as condições das águas subterrâneas catarinenses. A definição dos VRQs foi realizada considerando 5 grupos de aquíferos, contemplando as zonas aquíferas presentes na UPG 7.2 - Camboriú. A proposta de enquadramento da água subterrânea, neste estudo, considerou dez parâmetros: sólidos dissolvidos totais, coliformes termotolerantes, nitrato, cloreto, ferro total, fluoreto, manganês, nitrito, sódio e sulfato, contemplando os obrigatórios pela resolução CONAMA 396/2008 e os mais representativos (e com número de informações suficientes). Este resultado é um avanço para este instrumento de gestão no que diz respeito as águas subterrâneas.

Por fim, apresenta-se o Programa para Efetivação do enquadramento, visando atingir as metas para cada horizonte. A proposta de enquadramento, assim como seu programa de efetivação, serão apresentados e adequados, conforme apontamentos do Comitê Camboriú, de forma a se obter um produto mais adequado para a UPG 7.2 – Camboriú, pautado pela Resolução do CNRH 91/2008.

8. REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO – ANA. Órgãos – Competências. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/orgaos/agencia-nacional-de-aguas>. Acesso em: 13 agosto 2024.

ARAÚJO, C.E.S. Análise das flutuações do nível do mar no litoral de Santa Catarina. Revista Agropecuária Catarinense, Florianópolis, v.33, n.1, p.61-67, jan./abr. 2020.

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

BRASIL. Ministério da Agricultura e Pecuária. O que é agroindústria? [Brasília]: Ministério da Agricultura e Pecuária, 12 abr. 2021. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/sustentabilidade/agroindustria/o-que-e-agroindustria>. Acesso em: 22 mar. 2024.

BULUT, O. F. et al. Determination of groundwater threshold values: A methodological approach. **Journal of Cleaner Production**, 253, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120001>.

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 AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO – CETESB – (São Paulo). Qualidade das águas subterrâneas do estado de São Paulo 2013-2015. Recurso digital. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/publicacoes-e-relatorios/>. São Paulo, 2016.

6.1.12 Relatórios oficiais COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR. Departamento de Pesquisa Científica e Tecnológica. Relatório. Rio de Janeiro, 1972. Relatório. Mimeografado.

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>, 2013.

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/jsmaifib_top/mvs/conselho/resolucao/Resolucao_CERH_n_026_divisao_hidrografica_estadual.pdf

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS - CNRH. 2008. **Resolução nº 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/legislacao/Resolucoes-CNRH/Resolucao-CNRH%2091.pdf>

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000**. Define os critérios de balneabilidade em águas brasileiras. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2000/res_conama_274_2000_parametrosambientaisqualidadedasaguas.pdf

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. **Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005**. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: https://www.icmbio.gov.br/cepsul/images/stories/legislacao/Resolucao/2005/res_conama_357_2005_classificacao_corpos_agua_rtfcdaltrd_res_393_2007_397_2008_410_2009_430_2011.pdf

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. 2008. **Resolução nº 396 de 03 de março de 2008**, 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.

CRUZ, J. V., ANDRADE, C. Natural background groundwater composition in the Azores archipelago (Portugal): A hydrogeochemical study and threshold value determination. **Science of the Total Environment**. v. 520, p. 127–135, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.057>. Acesso em: 19 ago. 2024.

DEER, W. A.; HOWIE, R. A.; ZUSSMAN. An introduction to the rock-forming minerals. New York: John Wiley & Sons. 1992.

EUROPEAN UNION. **Directive 2009/90/EC**. Directive of the European Parliament and of the Council – Technical specifications for chemical analysis and monitoring of water status. OJ L 201, p. 36–38, 2009.

EUROPEAN COMMUNITY. **Groundwater Directive 2006/118/CE**. Directive of the European Parliament and of the Council on the Protection of Groundwater Against Pollution and Deterioration, OJ L372, 27/12/2006, p. 19–31, 2006.

Fetter, C. W. (2018). Boving, T, Kremer. D. Contaminant Hydrogeology. Third Edition. Waveland Press Inc.

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.

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.

FRAGA, C.G. Origem do Fluoreto em Águas Subterrâneas dos Sistemas Aquíferos Botucatu e Serra Geral da Bacia do Paraná. 1992. 178 p. Tese (Doutorado). Universidade de São Paulo, 1992.

FRANK, H. T. *et al.* Contaminação de Flúor dos Aquíferos da Bacia do Paraná derivada de desgaseificação de intrusivas da Formação Serra Geral: Nova Hipótese. In: XV Encontro Nacional de Perfuradores de Poços e I Simpósio de Hidrogeologia da Região Sul-Suldeste, Gramado, 2007. São Paulo. **Revista Águas Subterrâneas**, 2007. Disponível em: <https://aguassubterraneas.abas.org/asubterraneas/article/view/22197>. Acesso em: 19 ago. 2024.

HINSBY, K. et al. European case studies supporting the derivation of natural background levels and groundwater threshold values for the protection of dependent ecosystems and human health. **Science of the Total Environment**. v. 17, n. 401, p. 1–20, 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2008.03.018>. Acesso em: 19 ago. 2024.

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/>.

KABATA-PENDIAS, A.; MUKHERJEE, A. B. **Trace Elements from Soil to Human**. Berlin: Springer-Verlag, 2007. 550 p.

LANGMUIR, D. **Aqueous environmental geochemistry**. New Jersey: Prentice Hall, 1997, 601 p.

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>.

MACHADO, J. L. F. **Compartimentação e Arcabouço Hidroestratigráfico do Sistema Aquífero Guarani no Rio Grande do Sul**. 2005. 237 p. Tese (Doutorado). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, São Leopoldo. 2005.

MULLER, D., et al. Final proposal for a methodology to set up groundwater threshold values in Europe. Report to the EU project “BRIDGE” 2006.

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.

NETO, Nikolly. O que é e como funciona a agricultura de subsistência. **Siagri**, 2023. Disponível em: <https://www.siagri.com.br/agricultura-de-subsistencia/>. Acesso em: 22 mar. 2024.

OMONONA, O.V.; OKOGBUE, C.O. **Geochemistry of rare earth elements in groundwater from different aquifers in the Gboko area, central Benue Trough, Nigeria**. Environmental Earth Sciences, v. 76, p. 18, 2017. <https://doi.org/10.1007/s12665-016-6329-3>

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 (2008). Portaria SDS nº 51, de 02 de outubro de 2008. Altera a Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008. Secretário de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. Disponível em: http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=717&idMenuPai=333

SANTA CATARINA (2009). **Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. ALESC/GCAN. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2009/14675_2009_Lei.html . 2009

SANTA CATARINA (2017a). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas - Etapa B - Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Elaboração: Fundação CERTI (Certi). Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC). 99p. Agosto de 2017.

SANTA CATARINA (2017b). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas - Etapa C - Diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos da área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e bacias contíguas**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Elaboração: Fundação CERTI (Certi). Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC). 75p. Junho de 2017.

SANTA CATARINA (2018a). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Camboriú e Bacias Contíguas – Etapa D - Prognóstico das demandas hídricas da Bacia hidrográfica do Rio Camboriú e bacias Contíguas**. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDS). Elaboração: Fundação CERTI (Certi). Financiamento: Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC). 26 p. Janeiro 2018.

SANTA CATARINA (2018b). **Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do**

Rio Camboriú e Bacias Contíguas – Documento Síntese. Governo do Estado de Santa Catarina. 68 p. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Planos%20de%20Bacias/Plano%20da%20Bacia%20Hidrografica%20do%20Rio%20Camboriu/documento_sintese/documento_sintese_do_plano.pdf. Acesso em: 28 maio 2023.

SANTA CATARINA (2017). **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, 2021. Propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento e proposta de efetivação do enquadramento dos corpos hídricos superficiais da bacia hidrográfica do Rio Itajaí. Elaborado por Fundação Universidade Regional de Blumenau. Novembro de 2021. Disponível em: https://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/Comite%20Rio%20Itajai/Relatorios/Relatorio_Enquadramento_BHRI_v.10_dez_2021.pdf

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. **Lei nº 18.646, de 5 de junho de 2023.** Altera a Lei Complementar nº 741, de 2019, que dispõe sobre a estrutura organizacional básica e o modelo de gestão da Administração Pública Estadual, no âmbito do Poder Executivo, e estabelece outras providências. ALESC/GCAN. Disponível em: http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2023/18646_2023_lei.html. 2023

SANTA CATARINA TURISMO S/A (SANTUR). **Pesquisa mercadológica estudo da demanda turística município de Balneário Camboriú - projeção anual outubro/2007 a setembro/2008. 2008.** Disponível em: <http://turismo.sc.gov.br/institucional/index.php/pt-br/informacoes/estatisticas-e-indicadores-turisticos/category/16-projecoes-anual-outubro-2007-a-setembro-2008?download=65:balneario-camboriu>. Acessado em: 25 mai 2023.

SANTA CATARINA. Fascículo Completo: Atlas Geográfico de Santa Catarina. Diversidade da natureza – Fascículo 2. Secretaria de Estado do Planejamento. Diretoria de Estatística e Cartografia; Isa de Oliveira Rocha (Org.) – 2.ed. – Florianópolis: Ed. UDESC, 2016. DOI: 105965/978858302078322016. 2016.

SÃO PAULO. Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Câmara Técnica de Águas Subterrâneas. Nitrato nas águas subterrâneas: desafios frente ao panorama atual / São Paulo. Conselho Estadual de Recursos Hídricos, Câmara Técnica de Águas Subterrâneas; Claudia Varnier (coord.). - São Paulo: SIMA / IG, 2019. 128p. (versão online)

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

STALLBAUM, I.; MAFALDA, A. C.; SCHEIBE, L. F.; HENNING, L. A. **Águas Subterrâneas: um Patrimônio Catarinense**. 1. ed. Florianópolis: Editora Expressão, 2018. 160 p. Disponível em e-book: http://expressao.com.br/ebooks/aguas_subterraneas/mobile/index.html. Acesso em: 19 ago. 2024.

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

SUPPI et al. Teores de cobalto e manganês em solos de Santa Catarina. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 17, n. 4, 2018. Disponível em: <<https://www.revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/view/10770/pdf>> Acesso em: 27 nov. 2020.

TSUTIYA, MILTON TOMOYUKI; ALEM SOBRINHO, PEDRO. Coleta e transporte de esgoto sanitário. São Paulo: USP. Departamento de Sociologia, 1999. xx, 547 p. ISBN 85-900823-1-8

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

PREFEITURA DE CAMBORIÚ. **Lei Complementar nº 104/2020**. Dispõe sobre gestão dos efluentes sanitários e industriais no Município de Camboriú e dá outras providências. Disponível em: <https://leismunicipais.com.br/a/sc/c/camboriu/lei-complementar/2020/11/104/lei-complementar-n-104-2020-dispoe-sobre-gestao-dos-efluentes-sanitarios-e-industriais-no-municipio-de-camboriu-e-da-outras-providencias>. Acesso em 05/10/2023.

PREFEITURA DE BALNEÁRIO CAMBORIÚ. **Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) – Volume I – Diagnóstico e estudos de Demanda**. Elaboração: EVOLUA - Evolua Ambiental Engenharia e Saneamento. Participação: EMASA Balneário Camboriú. 279 p. 2023.

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.

PREZIOSI, E.; PARRONE, D.; DEL BON, A.; GHERGO, S. Natural background level assessment in groundwaters: probability plot versus pre-selection method. J. **Geochemical Exploration**. v. 143, p. 43–53. 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.gexplo.2014.03.015>. Acesso em: 19 ago. 2024.

PROSUL; ACQUAPLAN. **Relatório de Impacto Ambiental: Alimentação artificial da praia central de Balneário Camboriú**. Maio 2014. Disponível em: http://www.fatma.sc.gov.br/upload/rima/Rima_BC_Rev01_Reduzido2.pdf. Acessado em: 1/06/2016.

RABIET, M.; BRISSAUD, F.; SEIDEL, J. L.; PISTRE, S.; ELBAZ- POULICHET, F. Deciphering the presence of wastewater in a medium-sized Mediterranean catchment using a multitracer approach. **Applied Geochemistry**. v. 20, n. 8, p. 1587–1596, 2005. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.apgeochem.2005.04.005>. Acesso em: 19 ago. 2024.

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.

SANTA CATARINA. Banco de Dados de águas subterrâneas de Santa Catarina. Santa Catarina, 2024.

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

VARNIER, C.; HIRATA, R. 2000. Contaminação da água subterrânea por nitrato no parque ecológico do Tiete – São Paulo, Brasil. In: 1st Joint World Congress on Groundwater, 2000, Fortaleza. Anais: Águas Subterrâneas, Fortaleza, 2000.

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

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

WENDLAND, F.; HANNAPPEL, S.; KUNKEL, R.; SCHENK, R.; VOIGT, H. J.; WOLTER, R. A procedure to define natural groundwater conditions of groundwater bodies in Germany. **Water Sci Technology**. v. 51, n. 3–4, p. 249–257. 2005.