

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE REGIONAL DE BLUMENAU
CENTRO DE CIÊNCIAS TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

PROPOSTAS DE METAS RELATIVAS ÀS ALTERNATIVAS DE ENQUADRAMENTO e PROPOSTA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ

Sexta edição.
Novembro de 2021.

Dr. Adilson Pinheiro
Dra. Rubia Girardi
Ma. Kelen Mannes Knaesel
Me. Pedro Thiago Venzon
Me. Guilherme Faht

Palavras-chave: cenários futuros, qualidade da água, gestão de recursos hídricos.

Páginas: 179

PROPOSTAS DE METAS RELATIVAS ÀS ALTERNATIVAS DE ENQUADRAMENTO e PROPOSTA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ

Autores

Adilson Pinheiro

Engenheiro Civil, mestre em recursos hídricos e saneamento e doutor em Física e Química Ambiental. Professor do Departamento de Engenharia Civil da Fundação Universidade Regional de Blumenau, das disciplinas de Saneamento e Sistema de Drenagem Urbana do curso de graduação em engenharia civil e, Princípios de Engenharia Ambiental, Modelagem de sistemas ambientais e Gestão de Recursos Hídricos do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. Atuação nas áreas de hidrologia, recursos hídricos e saneamento ambiental, com destaque para o estudo do transporte de poluentes em bacias hidrográficas, modelagem hidrológica e tratamento de resíduos agroindustriais.

Responsável pela coordenação geral do projeto e produtos gerados.

Rubia Girardi

Bacharel em química, habilitação em química de alimentos e licenciatura plena pela Fundação Universidade Regional de Blumenau. Especialista em Gestão de Produção e Operações pelo Instituto Nacional de Pós-Graduação (INPG). Mestre e Doutora em Engenharia Ambiental pela Fundação Universidade Regional de Blumenau. Área de atuação em governança da água e meio ambiente, gestão integrada de recursos hídricos, qualidade de água e monitoramentos ambientais.

Responsável pela articulação do projeto com todos os envolvidos, internos e externos; elaboração do documento final sobre a proposta do enquadramento; elaboração e execução das oficinas; arquitetura da plataforma QUALI-SC., elaboração do manual do sistema QUALI-SC.

Kelen Mannes Knaesel

Mestra em Engenharia Ambiental pela Universidade Regional de Blumenau. Possui graduação em Engenharia Civil pela Universidade Regional de Blumenau. Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Construção Civil. Possui especialização em Gestão de Trânsito pela Faculdade Estácio de Sá de Santa Catarina.

Responsável pelo diagnóstico e cenários futuros de qualidade dos cursos da água e dimensionamento dos investimentos.

Pedro Thiago Venzon

Graduado em engenharia Civil pela Universidade Regional de Blumenau. Mestre em Engenharia Ambiental pela mesma Universidade. Atua na área da hidrologia com foco na modelagem hidrológica.

Responsável pela modelagem relacionada a vazão dos cursos da água da Bacia do Itajaí, elaboração dos mapas em geral.

Guilherme Faht

Engenheiro de Software, especialista em engenharia de software. Químico e Mestre em Engenharia Ambiental.

Responsável pelo desenvolvimento da plataforma digital QUALI-SC.

Revisores da SEMA/DRHS

Gustavo Antonio Piazza

Felipe Quintiere Maia

Camila Marcon de Carvalho Leite

Gerly Mattos Sánchez

Paula Cunha David

Rodrigo Nascimento e Silva

PROPOSTAS DE METAS RELATIVAS ÀS ALTERNATIVAS DE ENQUADRAMENTO

PROPOSTA DE EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS SUPERFICIAIS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAJAÍ

Instituição Parceira



Governo do Estado de Santa Catarina

Trabalho realizado com recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO) repassado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE) à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC).

GOVERNADOR DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Carlos Moisés da Silva

VICE-GOVERNADORA DO ESTADO DE SANTA CATARINA

Daniela Cristina Reinehr

SECRETÁRIO DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL

Luciano José Buligon

SECRETÁRIO EXECUTIVO DE MEIO AMBIENTE

Leonardo S. B. Porto Ferreira

DIRETOR DE RECURSOS HÍDRICOS

Pedro André Brolezzi

GERENTE DE PLANEJAMENTO E GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

Vinicius Tavares Constante

GERENTE DE OUTORGA E CONTROLE DE RECURSOS HÍDRICOS

Gustavo Antonio Piazza

GERENTE DE SANEAMENTO

Frederico Gross

Equipe técnica:

Andrea Machado

Camila M. C. Leite

Cesar Rodolfo Seibt

Felipe Quintiere Maia

Gerly Mattos Sánchez

Gisele Souza Mori

Gustavo Antonio Piazza

Paula Cunha David

Rubia Girardi

Tiago Zanatta

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1- CLASSE MÍNIMA EXIGIDA PARA O USO DA ÁGUA DOCE	2
FIGURA 2- CLASSE MÍNIMA EXIGIDA PARA O USO DA ÁGUA SALOBRA	3
FIGURA 3- LOCALIZAÇÃO DA BHRI E MUNICÍPIOS.....	7
FIGURA 4- USO DA TERRA DA BHRI	8
FIGURA 5- SUB-BACIAS DA BHRI CONFORME PLANO DE BACIA (2008)	10
FIGURA 6 - CADASTROS DE USUÁRIOS DE ÁGUA NA BHRI DE ACORDO COM O CEURH, DATA DE EXPORTAÇÃO DO CEURH EM JANEIRO DE 2020.....	12
FIGURA 7- PERCENTUAL DOS USOS CONSUNTIVOS NA BHRI - DADOS DO PBH (14/07/2008)	14
FIGURA 8- PONTOS DE MONITORAMENTO (SISTEMÁTICO E NÃO SISTEMÁTICO) DE LANÇAMENTOS INDUSTRIAIS EXTRAÍDOS DO SGPE DO IMA (2012-2017).....	17
FIGURA 9- DISTRIBUIÇÃO MÉDIA DAS CHUVAS NA BHRI A PARTIR DE DADOS DE 41 ESTAÇÕES PLUVIOMÉTRICAS DA ANA	18
FIGURA 10 - UNIDADES HIDROGEOLÓGICAS PRESENTES NA BHRI.....	21
FIGURA 11- PONTOS REGULARIZADOS E NÃO REGULARIZADOS NO CEURH.....	23
FIGURA 12- MAPA DA ALTIMETRIA DA BHRI	25
FIGURA 13- MEDIDAS PARA PREVENÇÃO DE CHEIAS NA BHRI	27
FIGURA 14- CURVA I-D-F PARA A RH7	28
FIGURA 15- CENÁRIO ATUAL (2017) DOS RIOS DA BHRI EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO $DBO_{5,20^{\circ}C}(Q_{98\%})$	31
FIGURA 16- CENÁRIO ATUAL (2017) DOS RIOS DA BHRI EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO COLIFORME TERMOTOLERANTE ($Q_{98\%}$)	33
FIGURA 17- CENÁRIO ATUAL (2017) DOS RIOS DA BHRI EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO FÓSFORO TOTAL ($Q_{98\%}$)	35
FIGURA 18- RESUMO DO CENÁRIO ATUAL (2017) NOS CURSOS DA ÁGUA DA BHRI PARA ÁGUA DOCE ($Q_{98\%}$).....	37
FIGURA 19- PERFIL DE SALINIDADE MÉDIA NO PERÍODO DE ABRIL DE 2015 A SETEMBRO DE 2017 (A), NO DIA 22/07/2015 NA PREAMAR (B) E NA BAIXA-MAR (C) E NO DIA 11/05/2015 NA PREAMAR (D) E NA BAIXA-MAR (E), ATÉ 20 KM A PARTIR DA FOZ DO RIO ITAJAÍ-AÇU.	40
FIGURA 20 - SALINIDADE MEDIDA SUPERFICIALMENTE (A) E NA PROFUNDIDADE DE 1 M NA ÁREA DO ESTUÁRIO DO RIO ITAJAÍ.....	42
FIGURA 21- SISTEMA DE COMPORTAS DA SEMASA NO RIO ITAJAÍ-MIRIM.....	44
FIGURA 22 - PONTOS DE INFLUÊNCIA DA ÁGUA SALOBRA E TRANSIÇÃO DE ÁGUA DOCE NOS RIOS ITAJAÍ-AÇU E ITAJAÍ-MIRIM	45
FIGURA 23- ESPACIALIZAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DA POLÍTICA URBANA NOS MUNICÍPIOS DA BHRI.....	64
FIGURA 24- INSTRUMENTOS DA POLÍTICA URBANA DOS MUNICÍPIOS DA BHRI.....	65
FIGURA 25 - UNIDADES DE CONSERVAÇÃO NA BHRI	70
FIGURA 26- CORTE DO MAPA RODOVIÁRIO DO ESTADO DE SANTA CATARINA	73

FIGURA 27 - MUNICÍPIOS CATARINENSES ATINGIDOS POR INUNDAÇÃO BRUSCA ENTRE OS ANOS DE 1991 E 2010.....	79
FIGURA 28 - MUNICÍPIOS CATARINENSES ATINGIDOS POR INUNDAÇÃO GRADUAL ENTRE OS ANOS DE 1991 E 2010.....	80
FIGURA 29- MUNICÍPIOS CATARINENSES ATINGIDOS POR INUNDAÇÃO GRADUAL ENTRE OS ANOS DE 1991 E 2010.....	81
FIGURA 30- ETAPAS ADOTADAS PARA SIMULAÇÃO E ANÁLISE DOS CENÁRIOS ESTUDADOS..	82
FIGURA 31 - ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS E METEOROLÓGICAS, HRUS UTILIZADAS NA BHRI	84
FIGURA 32- PONTOS DE MONITORAMENTO DE LANÇAMENTOS INDUSTRIAIS E DOMÉSTICOS CADASTRADOS NO IMA (2012 - 2017)	90
FIGURA 33 - CUSTOS DE SISTEMAS DE TRATAMENTOS DE EFLUENTES COM EFICIÊNCIA DE 60 A 97%	93
FIGURA 34 - CUSTO PER CAPITA DE COLETA E TRANSPORTE (POR REGIÃO).....	93
FIGURA 35- INVESTIMENTO PROPORCIONAL PARA IMPLEMENTAÇÃO DE COLETA E TRATAMENTO DE ESGOTO NA BHRI	95
FIGURA 36 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO $DBO_{5,20^{\circ}C}$ EM 2040, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	98
FIGURA 37- CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO COLIFORME TERMOTOLERANTE EM 2040, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	99
FIGURA 38 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO COLIFORME TERMOTOLERANTE EM 2025 COM EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 99% E 15% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	101
FIGURA 39-CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO FÓSFORO TOTAL EM 2025 COM EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 60% E 15% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	102
FIGURA 40 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO $DBO_{5,20^{\circ}C}$ EM 2030, COM EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 80% E 30% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	105
FIGURA 41 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO COLIFORME TERMOTOLERANTE EM 2030 COM EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 99% E 30% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	106
FIGURA 42 CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO FÓSFORO TOTAL EM 2030 COM EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 60% E 30% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	107
FIGURA 43 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO $DBO_{5,20^{\circ}C}$ EM 2035 COM EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 80% E 50% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	109
FIGURA 44- CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO COLIFORME TERMOTOLERANTE EM 2035 COM EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 99% E 50% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	110
FIGURA 45 CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO FÓSFORO TOTAL EM 2035 COM EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 60% E 50% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	111
FIGURA 46- CLASSE DOS RIOS PARA $DBO_{5,20^{\circ}C}$ EM 2040, EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 80% E 80% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	113
FIGURA 47 - CLASSE DOS RIOS PARA COLIFORME TERMOTOLERANTE EM 2040, EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 99% E 80% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	115

FIGURA 48- CLASSE DOS RIOS PARA O PARÂMETRO FÓSFORO TOTAL EM 2040 COM EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 60% E 80% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	117
FIGURA 49 - CENÁRIO 2040 RECOMENDÁVEL, COMPILAÇÃO DOS 4 PARÂMETROS	119
FIGURA 50- PONTOS CADASTRADOS NO CEURH PARA O USO EM IRRIGAÇÃO NA BHRI (JANEIRO DE 2020).....	126
FIGURA 51- PONTOS CADASTRADOS NO CEURH PARA O USO EM AQUICULTURA NA BHRI (JANEIRO 2020).....	127
FIGURA 52- PONTOS CADASTRADOS NO CEURH PARA O USO EM CRIAÇÃO ANIMAL NA BHRI (JANEIRO 2020).....	128
FIGURA 53- PONTOS CADASTRADOS NO CEURH PARA O USO EM ABASTECIMENTO PÚBLICO (JANEIRO 2020).....	129
FIGURA 54- USOS DA ÁGUA PARA ÁREA CLASSIFICADA COMO SALOBRA	133
FIGURA 55- “RIO QUE QUEREMOS TER” X CENÁRIO 2040 RECOMENDÁVEL - PARÂMETRO $DBO_{5,20^{\circ}C}$	135
FIGURA 56 - “RIO QUE QUEREMOS TER” X CENÁRIO 2040 RECOMENDÁVEL - PARÂMETRO COLIFORMES TERMOTOLERANTES.....	136
FIGURA 57- “RIO QUE QUEREMOS TER” X CENÁRIO 2040 RECOMENDÁVEL - PARÂMETRO FÓSFORO TOTAL.....	137
FIGURA 58- “RIO QUE QUEREMOS TER” X CENÁRIO 2040 RECOMENDÁVEL - PARÂMETROS $DBO_{5,20^{\circ}C}$, COLIFORMES TERMOTOLERANTES E FÓSFORO TOTAL	138
FIGURA 59 - CENÁRIO PROPOSTO PARA O ANO DE 2025	140
FIGURA 60- CENÁRIO PROPOSTO PARA O ANO DE 2030	141
FIGURA 61 - CENÁRIO PROPOSTO PARA O ANO DE 2035	142
FIGURA 62 - CENÁRIO PROPOSTO PARA O ANO DE 2040.....	143
FIGURA 63 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO $DBO_{5,20^{\circ}C}$ EM 2025, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	169
FIGURA 64 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO $DBO_{5,20^{\circ}C}$ EM 2025, COM EFICIÊNCIA NOS TRATAMENTOS DE 80% E 15% DA POPULAÇÃO ATENDIDA, $Q_{98\%}$	170
FIGURA 65 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO $DBO_{5,20^{\circ}C}$ EM 2030, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	171
FIGURA 66 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO $DBO_{5,20^{\circ}C}$ EM 2035, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	172
FIGURA 67 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO COLIFORME TERMOTOLERANTE EM 2025, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	173
FIGURA 68 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO COLIFORME TERMOTOLERANTE EM 2030, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	174
FIGURA 69 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO COLIFORME TERMOTOLERANTE EM 2035, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	175
FIGURA 70 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO FÓSFORO TOTAL EM 2025, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	176
FIGURA 71 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO FÓSFORO TOTAL EM 2030, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	177
FIGURA 72 - CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO FÓSFORO TOTAL EM 2035, CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$	178

FIGURA 73 – CLASSE DOS RIOS EM RELAÇÃO AO PARÂMETRO FÓSFORO TOTAL EM 2040,
CENÁRIO CRÍTICO, $Q_{98\%}$179

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – VAZÕES MÍNIMAS E MÉDIA (QMLT) CALCULADAS POR SUB-BACIA HIDROGRÁFICA A PARTIR DE 43 ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS DA ANA COM DADOS DESDE A INSTALAÇÃO ATÉ O ANO DE 2009	19
TABELA 2– CLASSIFICAÇÃO DOS AQUÍFEROS PRESENTES NA BHRI.....	20
TABELA 3 – CONCENTRAÇÃO MÁXIMA PERMITIDA EM ÁGUA DOCE POR CLASSE, SEGUNDO RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005.....	29
TABELA 4 – CONCENTRAÇÃO MÁXIMA PERMITIDA EM ÁGUA SALOBRA POR CLASSE, SEGUNDO RESOLUÇÃO CONAMA 357/2005.....	29
TABELA 5 - SALINIDADE EM PERMILAGEM (‰) VERIFICADA NO ESTUÁRIO DO RIO ITAJAÍ...	41
TABELA 6 - PROGRAMAS E PROJETOS EXISTENTES NO MUNICÍPIO RELACIONADOS À PROTEÇÃO DE ÁGUA.....	67
TABELA 7 - PRODUÇÃO AGRÍCOLA DA BHRI EM ÁREA CULTIVADA	71
TABELA 8– OBRAS PREVISTAS PELA DC PARA A PREVENÇÃO DE DESASTRES NA BHRI	75
TABELA 9 – COEFICIENTE DE NASH-SUTCLIFFE (COE) E COEFICIENTE DE MASSA RESIDUAL (CMR) DAS 11 (ONZE) ESTAÇÕES FLUVIOMÉTRICAS CALIBRADAS E VALIDADAS NA PESQUISA	85
TABELA 10– POPULAÇÃO PROJETADA PARA OS MUNICÍPIOS DA BACIA DO ITAJAÍ	87
TABELA 11- CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS DOS ESGOTOS SANITÁRIOS.....	91
TABELA 12– METAS PROGRESSIVAS PARA IMPLEMENTAÇÃO DE SISTEMAS DE ESGOTAMENTO SANITÁRIO.....	94
TABELA 13– INVESTIMENTOS PARA COLETA, TRANSPORTE E TRATAMENTO DE ESGOTO SANITÁRIO POR MUNICÍPIO DA BHRI	95
TABELA 14 – ACRÉSCIMO PERCENTUAL DA POLUIÇÃO HÍDRICA NA BHRI ENTRE A SITUAÇÃO ATUAL E O CENÁRIO CRÍTICO (Q _{98%})	97
TABELA 15– EFICIÊNCIA NO TRATAMENTO POR PARÂMETRO E CENÁRIO SIMULADO	120
TABELA 16- VALORES MÉDIOS DA BRHI PARA DBO _{5,20°C} , COLIFORMES TERMOTOLERANTES, NITROGÊNIO AMONÍACAL, NITRATO E FÓSFORO TOTAL PARA OS ANOS DE 2025, 2030, 2035 E 2040, CONSIDERANDO CENÁRIOS CRÍTICOS E CENÁRIOS COM TRATAMENTO PROPORCIONAL	121
TABELA 17– RESUMO DAS AÇÕES PARA ATINGIR A META DE ENQUADRAMENTO PROPOSTO	156
TABELA 18– CRONOGRAMA DAS OFICINAS.....	160
TABELA 19- RESUMO OFICINAS	160

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	1
2	DIAGNÓSTICO – BACIA DO ITAJAÍ	6
2.1	ÁREA DE ESTUDO	6
2.2	USOS DA ÁGUA	11
2.3	FONTES DE POLUIÇÃO	15
2.4	DISPONIBILIDADE HÍDRICA	18
2.5	ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	20
2.6	EVENTOS HIDROLÓGICOS CRÍTICOS	24
2.7	SITUAÇÃO ATUAL DA QUALIDADE DOS CORPOS HÍDRICOS DA BHRI	28
2.7.1	Água doce	30
2.7.2	Água salobra	38
2.8	ARCABOUÇO LEGAL E INSTITUCIONAL	47
2.8.5	<i>Departamento Estadual de Defesa Civil</i>	51
2.8.6	<i>Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI)</i>	52
2.8.7	<i>Secretaria Executiva do Meio Ambiente (SEMA)</i>	53
2.8.8	<i>Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE)</i>	55
2.8.9	<i>Do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA)</i>	56
2.8.10	<i>Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade (SIE)</i>	57
2.8.11	<i>Polícia Militar Ambiental</i>	58
2.8.12	<i>Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH)</i>	59
2.8.13	<i>Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (Comitê do Itajaí)</i>	60
2.8.14	<i>Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC)</i>	60
2.8.15	<i>Instituições que atuam em nível microrregional</i>	61
2.8.16	<i>Instituições Federais</i>	62
2.9	POLÍTICAS, PLANOS E PROGRAMAS LOCAIS E REGIONAIS	63
2.10	<i>Áreas reguladas por legislação específica (Unidades de Conservação)</i>	69
2.11	CARACTERIZAÇÃO SOCIOECONÔMICA DA BACIA HIDROGRÁFICA	71
2.11.1	<i>Atividades econômicas</i>	71
2.11.2	<i>Infraestrutura</i>	72
2.11.3	<i>Indicadores de Qualidade de Vida</i>	74
2.12	CAPACIDADE DE INVESTIMENTO EM AÇÕES DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS.	75
2.13	ÁREAS VULNERÁVEIS E SUSCEPTÍVEIS	77
3	PROGNÓSTICO.....	82
3.1	POTENCIALIDADE, DISPONIBILIDADE E DEMANDA DE ÁGUA	82
3.1.1	<i>Modelagem matemática para disponibilidade de água</i>	82
3.1.2	<i>Projeção População BHRI</i>	87
3.2	CARGAS POLUIDORAS	89
3.2.1	<i>Simulação qualidade de água</i>	90
3.2.2	<i>Custos da implementação dos sistemas de esgotamento sanitário</i>	92

4	PROPOSTAS DE METAS RELATIVAS ÀS ALTERNATIVAS DE ENQUADRAMENTO: 2025, 2030, 2035 E 2040	96
4.1	CENÁRIO CRÍTICO	97
4.2	CENÁRIO ASSOCIADO À META PARA 2025	100
4.3	CENÁRIO ASSOCIADO À META PARA 2030	103
4.4	CENÁRIO ASSOCIADO À META PARA CENÁRIO 2035	108
4.5	CENÁRIO ASSOCIADO À META PARA 2040	112
4.6	ESTRATÉGIAS PARA ALCANCE DA META EM 2040	121
4.7	ÁGUA SALOBRA	124
5	USOS PRETENSOS DOS RECURSOS HÍDRICOS.....	125
5.1	ÁGUA DOCE	125
5.2	ÁGUA SALOBRA	132
6	O “RIO QUE QUEREMOS TER” E O CENÁRIO PARA 2040.....	134
7	PROGRAMA PARA EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO NA BHRI	139
7.1	PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO PARA A META PROPOSTA PARA O ANO DE 2025	144
7.2	PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO PARA A META PROPOSTA PARA O ANO DE 2030	147
7.3	PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO PARA A META PROPOSTA PARA O ANO DE 2035	150
7.4	PROGRAMA DE EFETIVAÇÃO PARA A META PROPOSTA PARA O ANO DE 2040	153
7.5	RESUMO DAS METAS	155
8	OFICINAS REALIZADAS	160
	REFERÊNCIAS	164
	APÊNDICE	169

APRESENTAÇÃO

Este relatório visa subsidiar o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí e bacias contíguas (Comitê do Itajaí) a implementar o enquadramento dos corpos da água, um dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos. Este 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 da demanda formulada pela Diretoria de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina, Termo de outorga 2016TR2525, intitulado “Programa de Efetivação do Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Itajaí”. O projeto é coordenado pelo professor Dr. Eng. Civil Adilson Pinheiro e foi desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA) da Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB).

No Estado de Santa Catarina, diversos monitoramentos qualitativos não sistemáticos são realizados nos cursos da água. Estes monitoramentos foram e estão sendo realizados por empresas que possuem atividades potencialmente poluidoras, passíveis de licenciamento ambiental, pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA). Além desses monitoramentos, há informações de qualidade da água oriundas das empresas de abastecimento público, que fazem monitoramentos semestrais dos mananciais de onde a água é captada. Outras entidades como a Polícia Ambiental, Agências Reguladoras de Água, Vigilância Sanitária Estadual e Municipal, e órgãos ambientais municipais também possuem informações sobre qualidade dos recursos hídricos do Estado de Santa Catarina; assim como as universidades e institutos de pesquisa. Os monitoramentos não sistemáticos são distribuídos de forma irregular no tempo e no espaço. Não apresentam regularidade na frequência, nos parâmetros analisados ou nas metodologias analíticas empregadas. O histórico da qualidade da água da Bacia do Itajaí, assim como de todo o Estado de Santa Catarina e boa parte do país, encontra-se disperso nesses monitoramentos.

Para a implementação dos instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), dados de qualidade dos cursos de água são informações primordiais. Esse tipo de dado subsidia os programas de efetivação do

enquadramento, além do próprio plano de bacia. Adicionalmente, é possível utilizá-lo como requisito de análise para a cobrança pelo uso da água, visando à preservação de sua qualidade. Em relação à outorga, pode ser usado para complementar a visão quantitativa da água e respeitar os usos múltiplos. Os licenciamentos de empreendimentos, existentes e novos, também precisam do olhar sob a qualidade da água por trecho de rios, visando o alcance ou manutenção da classe prevista. Ademais, a integração da gestão de recursos hídricos com a gestão ambiental é uma das diretrizes gerais de ação da PNRH.

Diante do exposto, nesta proposta foram utilizados dados de qualidade de água oriundos de monitoramentos não sistemáticos, do período de 2012 a 2017, para elaborar o diagnóstico da qualidade da água da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (BHRI). Além disso, foram modelados cenários futuros para os anos 2025, 2030, 2035 e 2040, considerando os parâmetros: Demanda Bioquímica de Oxigênio ($DBO_{5,20^{\circ}C}$), coliformes termotolerantes, fósforo total e nitrogênio total. Este documento apresenta também o enquadramento proposto no Plano de Bacia de 2008 e o confrontamento com os cenários gerados a partir do diagnóstico atual. Ao final, é apresentada a proposta de enquadramento, também apresentada em oficinas dentro do Comitê do Itajaí, para posterior aprovação do Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Santa Catarina.

As oficinas com membros do Comitê do Itajaí foram realizadas no período de 13/10/2020 a 10/11/2020, com os seguintes temas:

- 13/10 – 14:00 h: Apresentação do instrumento enquadramento – SDE. Estudo de caso, enquadramento na prática.
- 20/10 – 14:00 h: Metodologia utilizada na proposta para os cursos da água da bacia do Itajaí. Cenários futuros para o Alto Vale.
- 27/10 – 14:00 h: Cenários futuros para o Médio Vale. Cenários futuros para a região da Foz.
- 03/11 – 14:00 h: Metas a serem alcançadas nos horizontes trabalhados.
- 10/11 – 14:00 h: Ações a serem alcançadas para os rios que não atingem a classe 2 no horizonte 2040.

As oficinas foram realizadas em reuniões remotas na plataforma Zoom (<https://zoom.us>). Elas foram gravadas e estão disponíveis na secretaria executiva do Comitê do Itajaí. Os resultados das oficinas foram incorporados nesta versão do relatório, capítulo 7 e 8).

1 INTRODUÇÃO

“O enquadramento dos corpos de água representa o estabelecimento da meta de qualidade da água a ser alcançada ou mantida, em um segmento de corpo de água, de acordo com os usos pretendidos, segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005” (ANA, 2015, p. 7). A mesma resolução classifica os corpos de água em: doce, salina e salobra, de acordo com a salinidade. A classificação das massas de água 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).

Os corpos de água doce são classificados em cinco categorias. A classe especial é a que possui melhor qualidade da água e usos mais restritivos. Em ordem decrescente de qualidade da água, há as classes 1, 2, 3 até a 4. A água salobra, com salinidade entre 0,5 a 30‰, é dividida em quatro categorias, sendo a melhor qualidade a classe especial e a pior a classe 3. As águas salinas possuem salinidade igual ou superior a 30‰ e são divididas em quatro classes, da mesma forma que as salobras (CONAMA, 2005; ANA, 2013). A Figura 1 e

Figura 2 apresentam a relação dos usos preponderantes e a qualidade mínima exigida para cada uso da água doce ou salobra, respectivamente.

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

USOS DAS ÁGUAS DOCES	CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
	ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas 	Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas 		Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário 					
Aquicultura 					
Abastecimento para consumo humano 	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário 					
Pesca 					
Irrigação 		Hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película	Hortaliças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer,	Culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	
Dessedentação de animais 					
Navegação 					
Harmonia paisagística 					

Observação: As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água.

Fonte: ANA (2013, p. 41)

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

USOS DAS ÁGUAS SALOBRAS	CLASSES DE ENQUADRAMENTO			
	ESPECIAL	1	2	3
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas 	Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral			
Proteção das comunidades aquáticas 				
Recreação de contato primário 				
Aquicultura 				
Abastecimento para consumo humano 			Após tratamento convencional ou avançado	
Irrigação 			Hortaliças consumidas cruas, frutas que se desenvolvam rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película, parques, jardins, campos de esporte e lazer.	
Recreação de contato secundário 				
Pesca 				
Navegação 				
Harmonia paisagística 				

Observação: As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que este não prejudique a qualidade da água.

Fonte: ANA (2013, p. 42)

Em Santa Catarina, enquanto não for aprovado o novo enquadramento para os corpos de água superficiais, a Resolução CERH n° 001/2008 adota a classificação da Resolução CONAMA n° 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).

A outorga e a cobrança pelo uso da água, instrumentos da Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), utilizam o enquadramento e o plano de recursos hídricos, documentos destinados ao planejamento, como referência. Para a elaboração da proposta de enquadramento, assim como do plano de recursos hídricos, são necessárias bases técnicas confiáveis e representativas, demonstrando assim, uma relação estreita e dependente com o Sistema de Informações sobre Recursos Hídricos (SIRH) (BRASIL, 1997).

As etapas obrigatórias das propostas de efetivação do enquadramento estão previstas na Resolução do CNRH n° 91/2008, a qual dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos. Entretanto, nesta proposta, focou-se no enquadramento dos recursos hídricos superficiais, devido à insuficiência de dados oficiais disponíveis acerca dos recursos hídricos subterrâneos. Para que seja possível o enquadramento das águas subterrâneas, de acordo com a Resolução CONAMA n° 396/2008, é necessária a determinação prévia dos Valores de Referência de Qualidade (VRQ) para os parâmetros que indiquem a qualidade natural das águas subterrâneas dos aquíferos representativos no Estado de Santa Catarina. No entanto, não há informação histórica suficiente para subsidiar a estimativa dos VRQ, assim como para a realização do estudo de interconexão hidráulica entre a água superficial e subterrânea.

De acordo com o artigo 3° da Resolução a proposta de enquadramento deverá estar em consonância com o Plano de Recursos Hídricos da bacia hidrográfica e deve conter: I - Diagnóstico; II - Prognóstico; III - Propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento; e IV - Programa para efetivação. O diagnóstico implica no reconhecimento dos usos preponderantes já listados e na atualização das fontes poluidoras e como elas interferem na

qualidade da água (ANA, 2013). Todas as etapas subsequentes dependem da qualidade do diagnóstico. Para o prognóstico, é necessário reunir várias informações, como vazão de referência, parâmetros prioritários, cenários de evolução das cargas poluidoras e das demandas pelo uso da água. No prognóstico, são feitas projeções com modelos de simulação populacional, hidrológica e de qualidade das águas e cenarização para prever as condições futuras dos corpos de água. Com estes cenários definidos são propostas ações para alcançar o enquadramento proposto, por meio de metas progressivas, contemplando previsões dos custos necessários para o alcance das mesmas (ANA, 2013).

A análise e deliberação de cada Comitê de Bacia Hidrográfica (CBH), assim como dos Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos (CERHs) é a etapa seguinte dos programas de efetivação. O CBH é a primeira instância deliberativa. Na sequência, o CBH submete o programa de efetivação do enquadramento ao CERH. Caso haja aprovação do programa de efetivação, será emitida uma resolução (ANA, 2013). A implementação do programa de efetivação é a última etapa que exige maior esforço. Nesta fase, as agências executivas dos CBHs e do Estado, juntamente com os órgãos ambientais e de saúde, e demais envolvidos, terão que executar as metas pactuadas e trabalhar para que sejam atingidas (ANA, 2013). Para que seja possível o acompanhamento para o alcance das metas do enquadramento desejado, é necessário que seja feito o monitoramento de parâmetros (variáveis) de qualidade dos cursos de água.

Diante do exposto, este documento traz as Propostas de Metas Relativas às Alternativas de Enquadramento dos corpos d'água superficiais e o Programa de Efetivação do Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (BHRI). Os resultados foram obtidos no âmbito do projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC), a partir da demanda formulada pela Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina, Termo de outorga 2016TR2525, intitulado "Programa de Efetivação do Enquadramento da Bacia Hidrográfica do Itajaí"; desenvolvido no Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA) da Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB).

2 DIAGNÓSTICO – BACIA DO ITAJAÍ

2.1 Área de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (BHRI) na divisão hidrográfica nacional pertence à Vertente Atlântica Sul. A BRHI está inserida em sua totalidade no Estado de Santa Catarina, entre as coordenadas 26°22' e 27°53' de latitude Sul e 48°30' e 50°22' de longitude Oeste. No âmbito estadual, a BHRI pertencente à região hidrográfica 7 (RH7), chamada de Vale do Itajaí (SANTA CATARINA, 2018).

A BHRI possui aproximadamente 15.000 Km², sendo a maior bacia hidrográfica de Santa Catarina, distribuída em 52 municípios, sendo que destes, 47 possuem sua sede dentro da bacia hidrográfica (Figura 3) (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010; SDE, 2017). Na Figura 3 são apresentados os municípios que estão integralmente inseridos na BRHI, assim como aqueles que possuem apenas interferência parcial na BRHI, ou seja, apenas parte de seu território encontra-se contido na bacia hidrográfica, com a sede em outra bacia.

Da população total da BHRI, 40% concentram-se nos municípios de Itajaí e Blumenau. Cerca de 70% do território da bacia hidrográfica é composto por municípios com menos de 80 habitantes por km² e/ou menores de 50.000 habitantes (JACOBI; MOMM-SCHULT; BOHN, 2013). O uso do solo na BHRI é heterogêneo, mesclado entre áreas de floresta, agricultura e pastagem, Figura 4.

Figura 3 – Localização da BHRI e Municípios

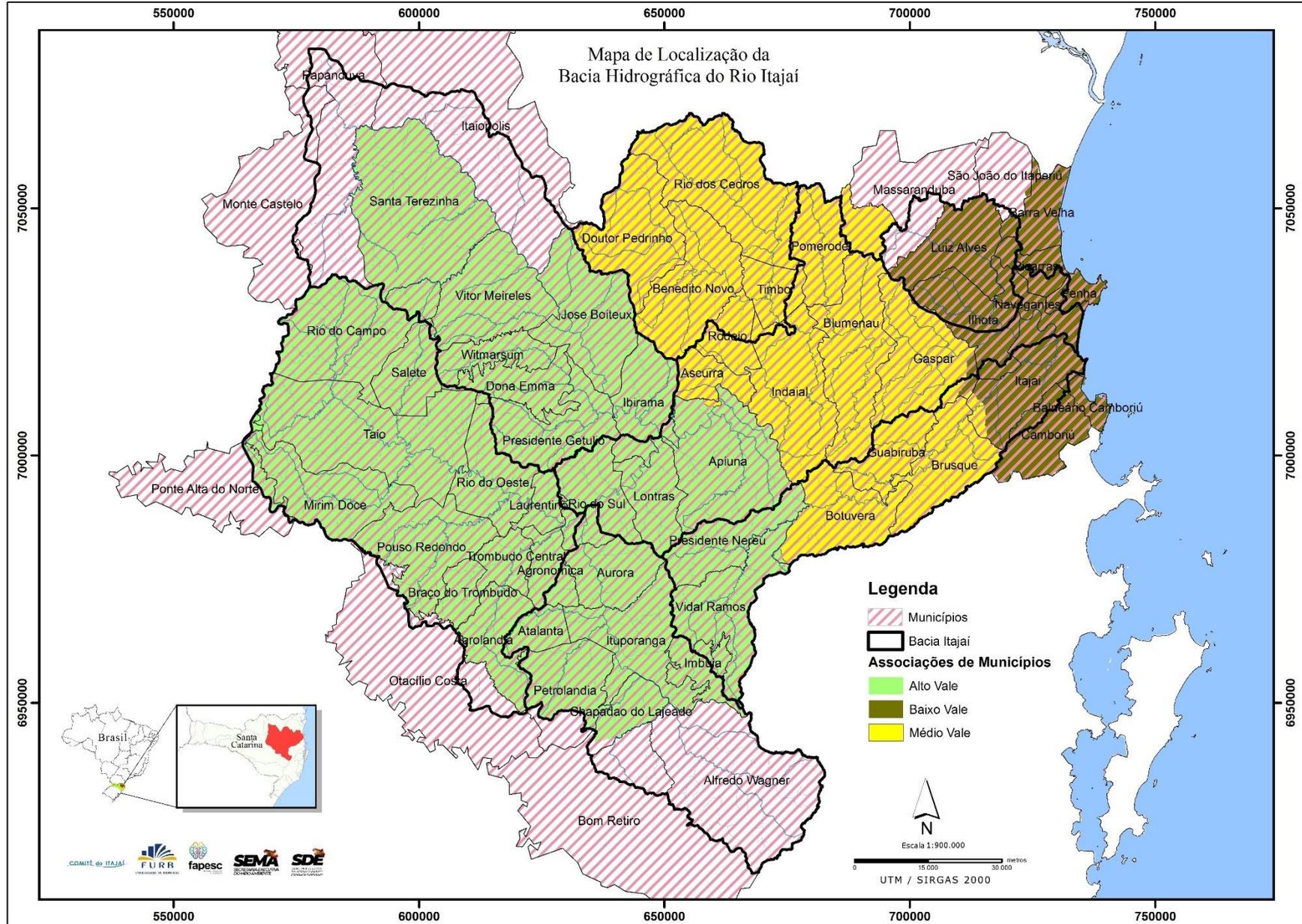
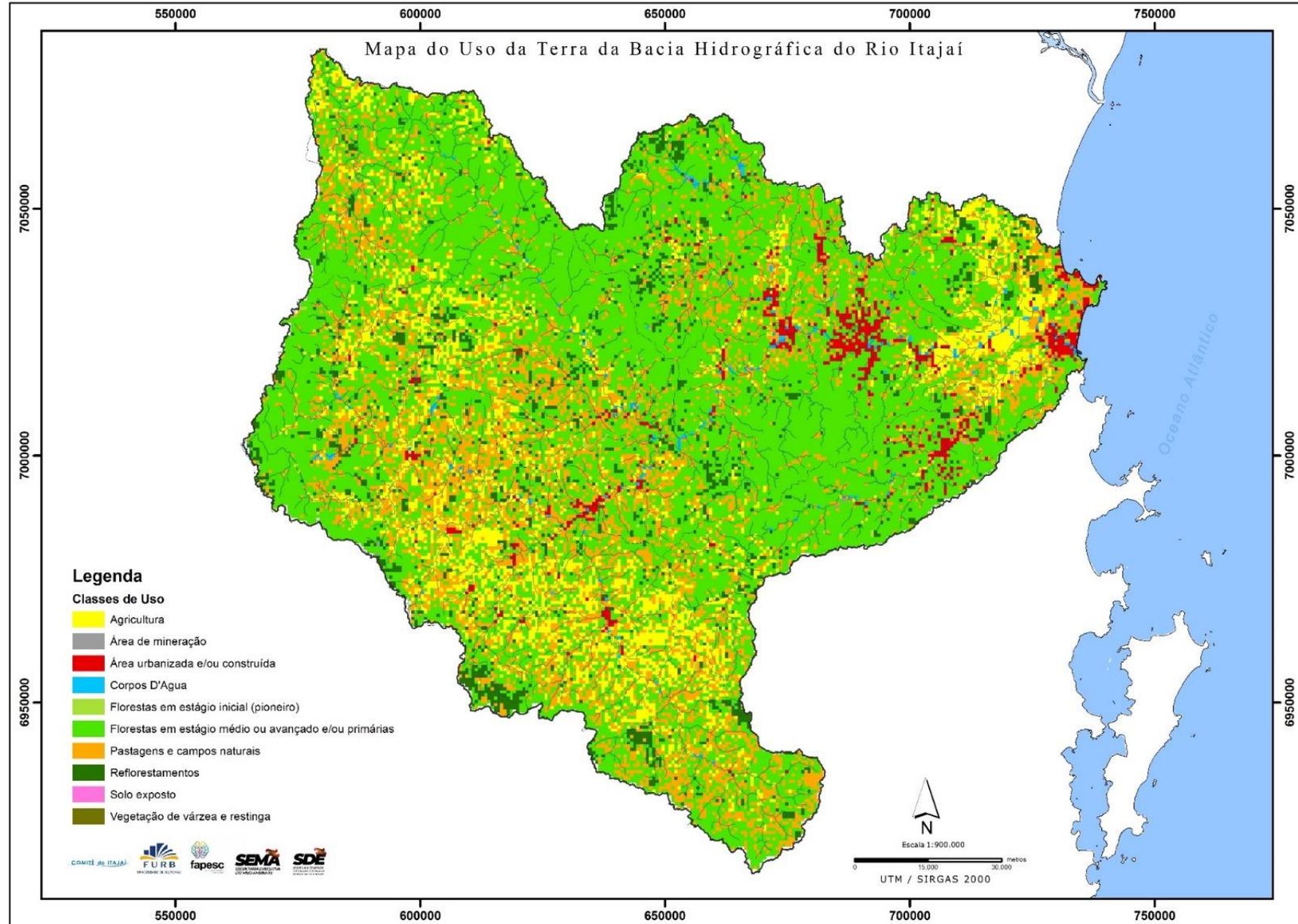


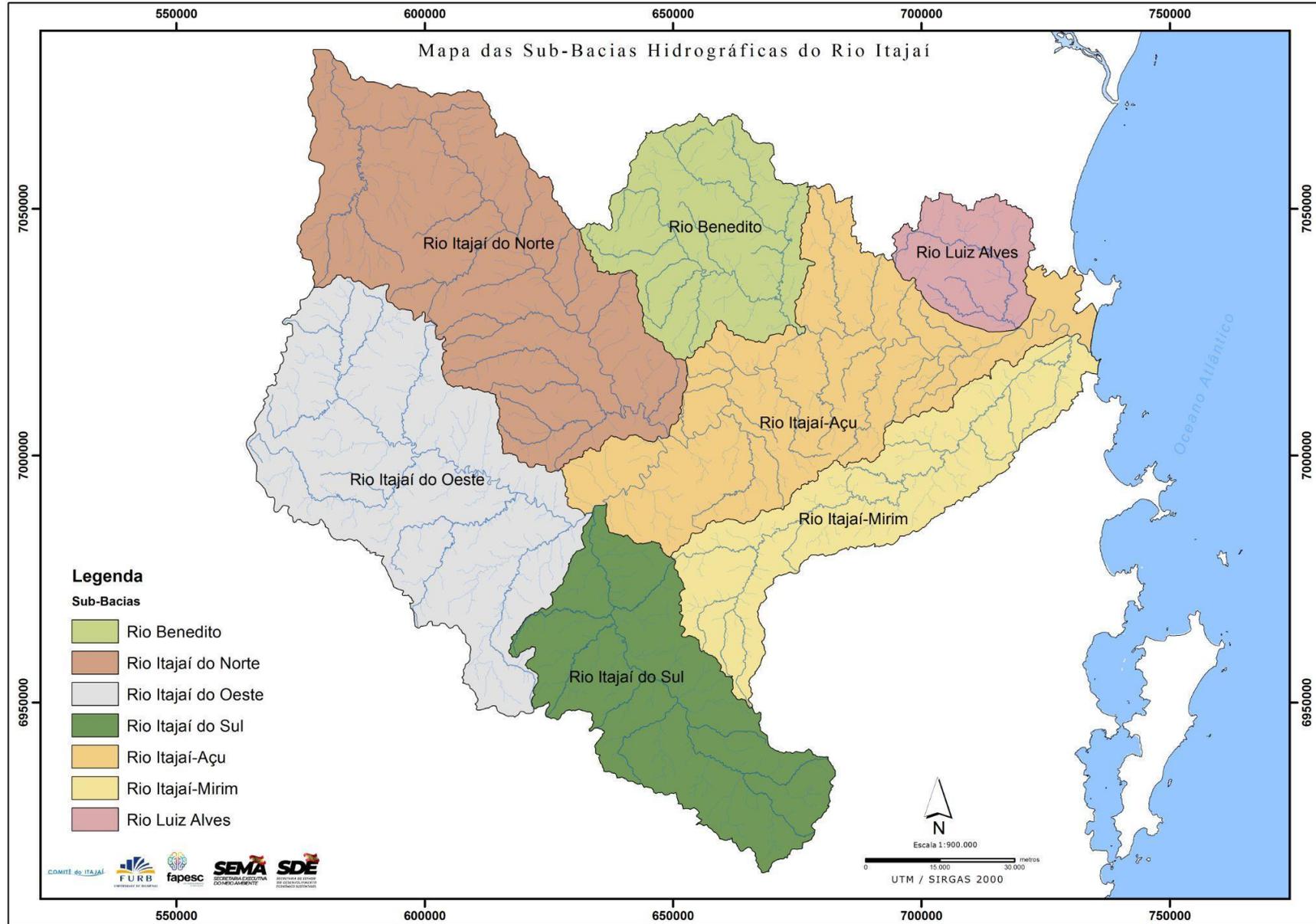
Figura 4 – Uso da terra da BHRI



Elaboração: SEMA/DRHS (2021). Fonte: Geoambiente Sensoriamento Remoto Ltda. (2008).

A BHRI é dividida em sub-bacias hidrográficas, também definidas como unidades de gestão. As sub-bacias hidrográficas principais são: Itajaí do Sul, Itajaí do Oeste, Itajaí do Norte ou Rio Hercílio, Rio Benedito, Rio Luiz Alves, Rio Itajaí-Mirim e Rio Itajaí-Açu, Figura 5.

Figura 5 – Sub-bacias da BHRI conforme Plano de Bacia (2008)

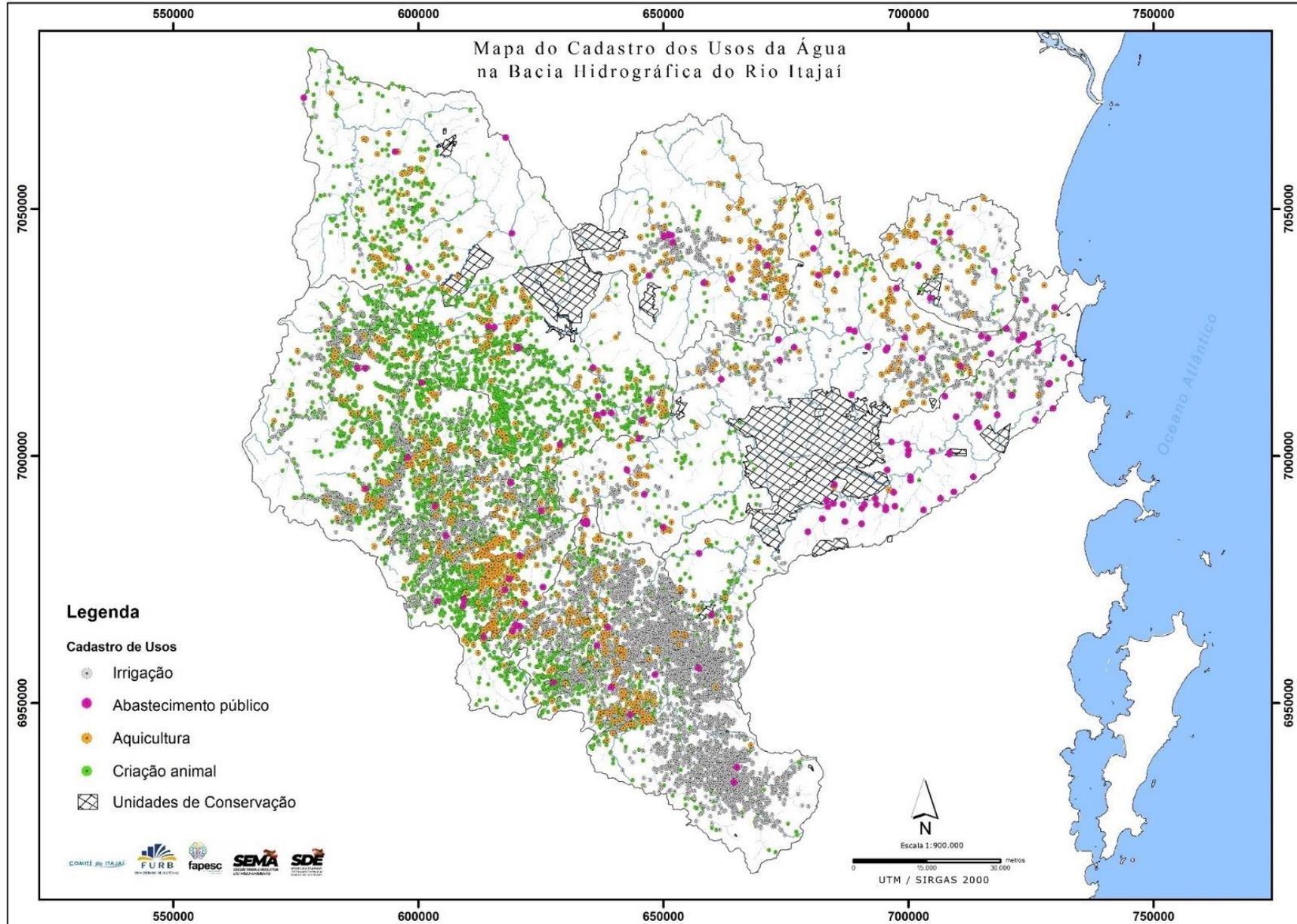


Elaboração: SEMA/DRHS (2021). Fonte: SIGSC (2010).

2.2 Usos da Água

Foram avaliados os usos com potencial de interferência na qualidade da água na BHRI segundo a Resolução CONAMA n° 357/2005. De acordo com o Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH), até a data de extração de janeiro de 2020, na BHRI existem (Figura 6): 161 cadastros para abastecimento público, 1.384 de aquicultura, 8.843 criação animal, 6 esgotamento sanitário, 933 industrial, 8.962 irrigação, 121 mineração, 1 produção termelétrica e 5.080 como outros usos. Dentre esses usos, abastecimento público, aquicultura, irrigação e criação animal estão relacionados às classes que são impactadas pela definição do enquadramento (CONAMA, 2005). Não foram considerados cadastros de lançamento de esgotamento sanitário e industrial, tendo em vista que a qualidade desses efluentes não pode alterar a classe do corpo receptor, conforme previsto no enquadramento (CONAMA, 2011). Foram identificados também por meio de dados do CEURH (abril de 2021), 138 cadastros de empreendimentos hidrelétricos, que podem alterar o regime de vazão do curso de água natural, e, conseqüentemente, o potencial de diluição dos trechos à jusante.

Figura 6 - Cadastros de usuários de água na BHRI de acordo com o CEURH (data de exportação do CEURH em janeiro de 2020).



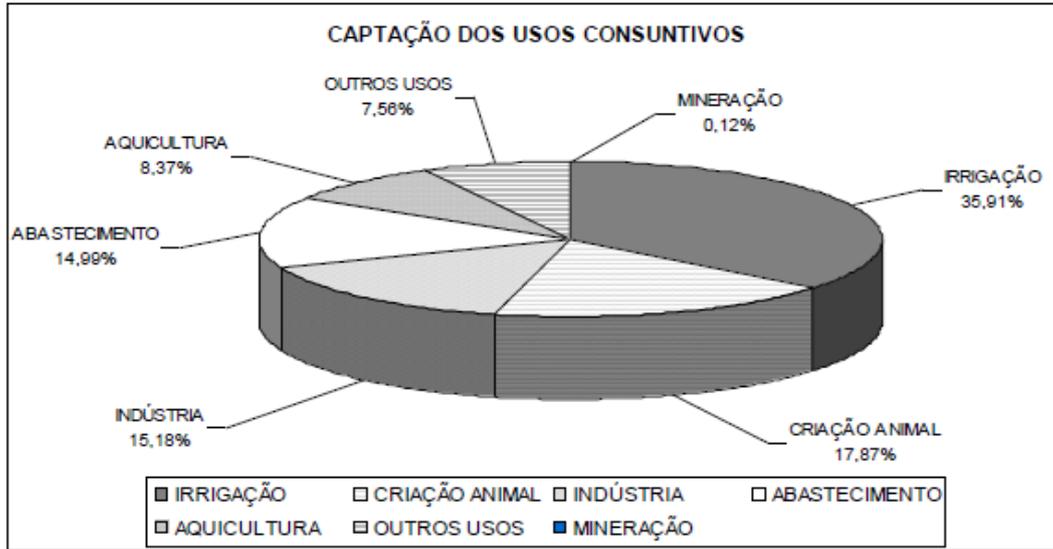
Elaboração: SEMA/DRHS (2021). Fonte: CEURH (2020).

Na extração dos dados do CEURH, a irrigação não está segregada por culturas, Figura 6. Isso dificulta a avaliação em relação à classe, visto que há classes distintas exigidas para tipos de cultivo. Por exemplo, para hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rente ao solo, exige-se a classe 1, em corpos de água doce. Para hortaliças em geral, plantas frutíferas e parques, jardins, campos de esporte e lazer que possam ter contato primário, a classe mínima exigida é a 2, em corpos de água doce (CONAMA 357, 2005).

Desta forma, salienta-se a importância de se caracterizar o tipo da cultura e do cultivo que são irrigados. Vale ressaltar que Santa Catarina, a partir de abril de 2021, introduziu a sistematização das solicitações de outorga por meio do SIOUT-SC (Sistema de Outorga de Água de Santa Catarina), que possibilita a discriminação de culturas dentro da finalidade de uso para irrigação.

Segundo o Plano da Bacia do Rio Itajaí (2008) o volume total de água captada calculado foi de 49.848.098 m³.mês⁻¹, utilizando dados do CEURH, com data de exportação de 14/07/2008. Destes dados, a finalidade irrigação apresentava a maior demanda (18.000.000 m³), seguido da criação animal (9.000.000 m³), na sequência estavam o abastecimento público e a indústria, que captam pouco mais de 7.000.000 m³ cada (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010). Na Figura 7 são apresentados os percentuais dos volumes captados por tipo de uso do CEURH. A maior parte da demanda, 62,15%, é oriunda das atividades agropecuárias (irrigação + criação animal + aquicultura), cadastradas até julho de 2008 (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

Figura 7 – Percentual dos usos consuntivos na BHRI - dados do PBH (14/07/2008)



Fonte: Comitê do Itajaí (2010, p. 199).

2.3 Fontes de poluição

Foram levantados dados de qualidade de água oriundos de empresas que possuem atividades potencialmente poluidoras, passíveis de licenciamento ambiental. A seleção das empresas foi previamente disponibilizada em uma lista fornecida pelo IMA, no qual informava o empreendimento. Essas são fiscalizadas pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA) de Santa Catarina.

Todas as empresas no período informado acima (2012-2017) foram contempladas, independente do tipo de efluente. Os parâmetros disponíveis não estavam padronizados, tendo em vista as solicitações/condicionantes impostas pelo IMA a cada empreendedor.

Ao total, chegou-se a 216 empresas na BHRI com laudos disponíveis no Sistema de Gestão de Protocolo Eletrônico (SGPe), Figura 8, correspondente ao período de 2012-2017. Além das empresas que são licenciadas pelo IMA, o levantamento considerou os cadastros da Vigilância Sanitária e da Companhia Catarinense de Água e Saneamento (CASAN).

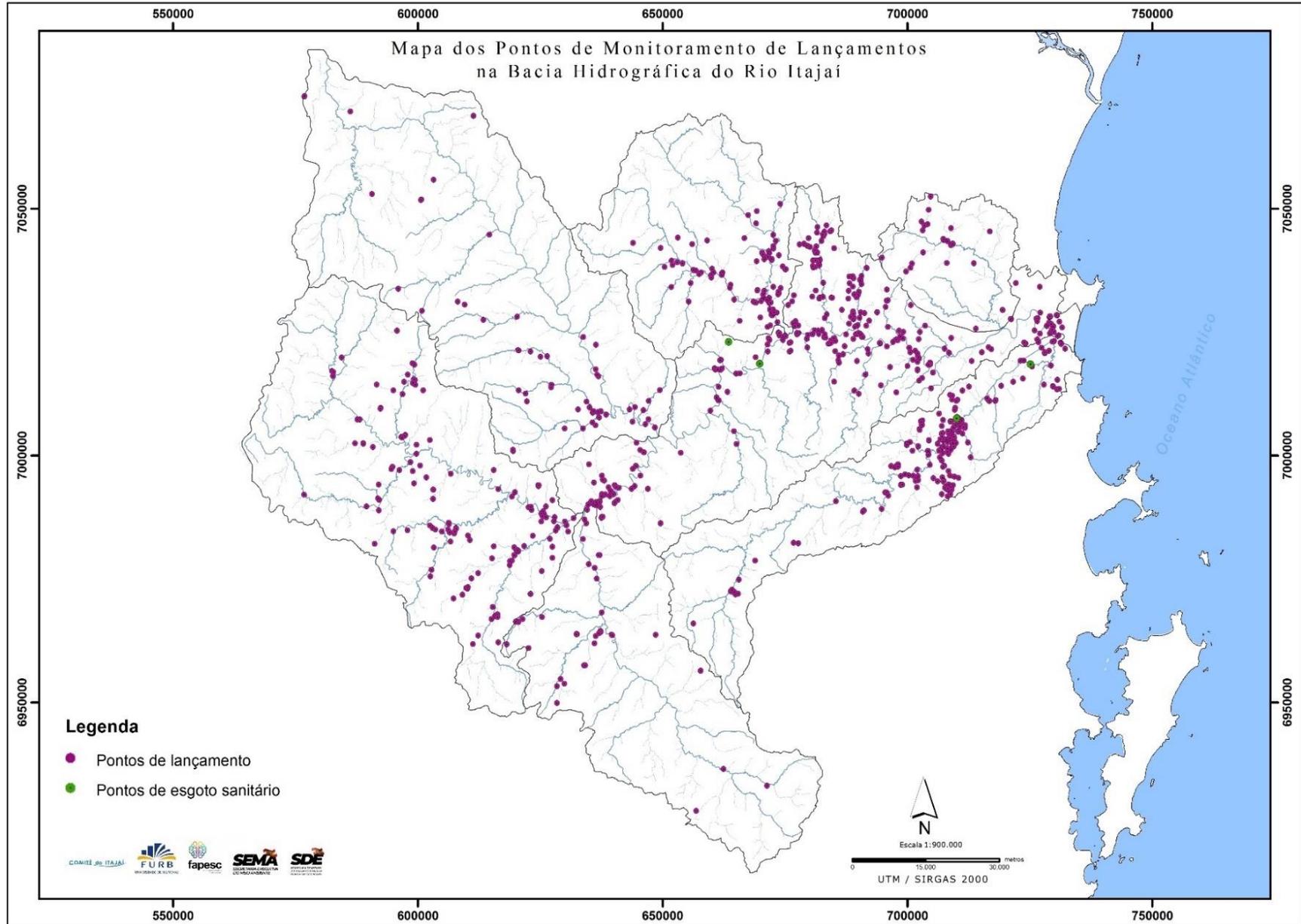
Ainda há aquelas atividades cujo licenciamento pode ser feito pelo próprio município, como ocorre em Indaial, Blumenau, Itajaí, entre outros. Estes, contudo, pela complexidade da obtenção dos dados não foram agregados. A Fundação Municipal de Meio Ambiente de Blumenau (FAEMA) possui dados de automonitoramento que foram disponibilizados em meio eletrônico. Desta forma, como não foram obtidos os dados de todos os órgãos de meio ambiente municipais, o número de fontes de poluição demonstrado na Figura 8 é subestimado, mas serve como indicativo preliminar dos locais mais impactados. Esta carga poluidora foi contemplada indiretamente por meio dos dados de qualidade de água dos rios a jusante dos pontos de lançamento, assim como na modelagem de qualidade efetuada.

Além dessas fontes de poluição pontual, existe a carga doméstica proveniente dos municípios da bacia hidrográfica, com cargas mais elevadas oriundas daqueles mais populosos como Rio do Sul, Blumenau, Itajaí e Brusque. Este aporte de cargas poluidoras aos cursos d'água provém principalmente de lançamentos de esgotos não tratados.

Ademais, em relação à poluição difusa, esta pode ser oriunda de ligações indevidas de esgotos nos sistemas de drenagem urbana, do arraste pelo

escoamento superficial de partículas depositadas em superfícies (calçadas, ruas, telhados), assim como da atividade agropecuária.

Figura 8 - Pontos de monitoramento (sistemático e não sistemático) de lançamentos industriais extraídos do SGPe do IMA (2012-



2017)

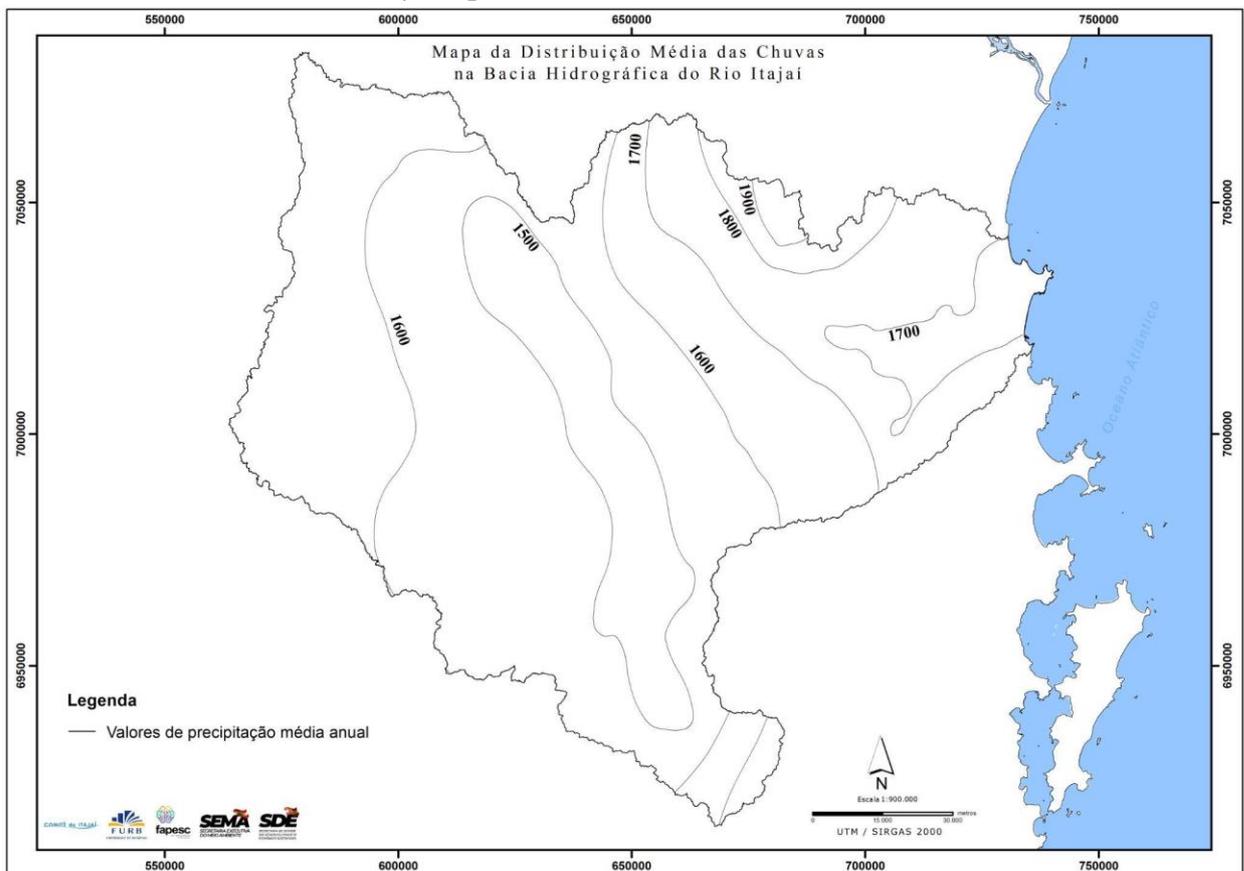
Elaboração: SEMA/DRHS (2021). Fonte: Autores (2020).

Vale a menção, tendo em vista o Art. 4º da Resolução CNRH nº 91/2008, que não foram consideradas as fontes de poluição oriundas das atividades agropecuárias, já que não existem dados especializados dessas atividades nas instituições pesquisadas, assim como a ausência de informações sobre fontes causadoras de degradação dos recursos hídricos subterrâneos, que não foram escopo deste estudo.

2.4 Disponibilidade hídrica

As chuvas na BHRI são bem distribuídas espacialmente, sendo encontrados valores de 1500 mm anuais na região centro-sul da bacia hidrográfica e valores de até 1900 mm anuais na área nordeste, Figura 9. A distribuição não é uniforme ao longo do ano, com chuvas ocorrendo em todos os meses do ano. Desta forma, o regime pluviométrico pode ser considerado como isoumido, segundo Serebrenick (1958).

Figura 9– Distribuição média das chuvas na BHRI a partir de dados de 41 estações pluviométricas da ANA



Elaboração: SEMA/DRHS (2021). Fonte: Fonte: ANA/ CPRM (2016).

Na BHRI o período mais chuvoso ocorre no verão, de dezembro a março; sendo que existe também um período chuvoso secundário, na primavera, durante os meses de setembro e outubro. Novembro é um mês relativamente seco entre duas estações chuvosas. O período de abril a agosto, na época do outono/inverno, é o menos chuvoso. Dentre a média mensal, abril é o mês mais seco. As chuvas ocorrem entre 120 e 180 dias por ano, as mais intensas ocorrem no verão e as menos intensas durante o inverno. Durante as estações chuvosas há ocorrência de 15 dias de chuva por mês, em média (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

As vazões mínimas da foz de cada sub-bacia hidrográfica foram determinadas pela curva de permanência, que é a vazão que é igualada ou excedida em uma determinada porcentagem do tempo. De acordo com a Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina (2006), a vazão média (Q_{mlt}) do Rio Itajaí é de aproximadamente $504,57 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$. Abaixo apresenta-se na Tabela 1 os valores das vazões mínimas e a média por sub-bacias hidrográficas (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

Tabela 1 – Vazões mínimas e média (Q_{mlt}) calculadas por sub-bacia hidrográfica a partir de 43 estações fluviométricas da ANA com dados desde a instalação até o ano de 2009

Sub-bacia	Vazões mínimas ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)			Vazão média (Q_{mlt}) ($\text{m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$)
	Q_{98}	Q_{95}	Q_{90}	
Itajaí do Sul	4,58	6,55	8,51	32,74
Itajaí do Oeste	5,76	8,23	10,70	41,17
Itajaí do Norte	5,49	7,84	10,19	39,21
Benedito	11,52	14,35	17,18	41,51
Luis Alves	3,65	4,69	5,91	17,38
Itajaí Mirim	20,70	25,69	30,69	71,37
Itajaí-Açu	146,32	181,64	216,96	504,57

Fonte: Adaptado de Comitê do Itajaí (2010).

2.5 Águas subterrâneas

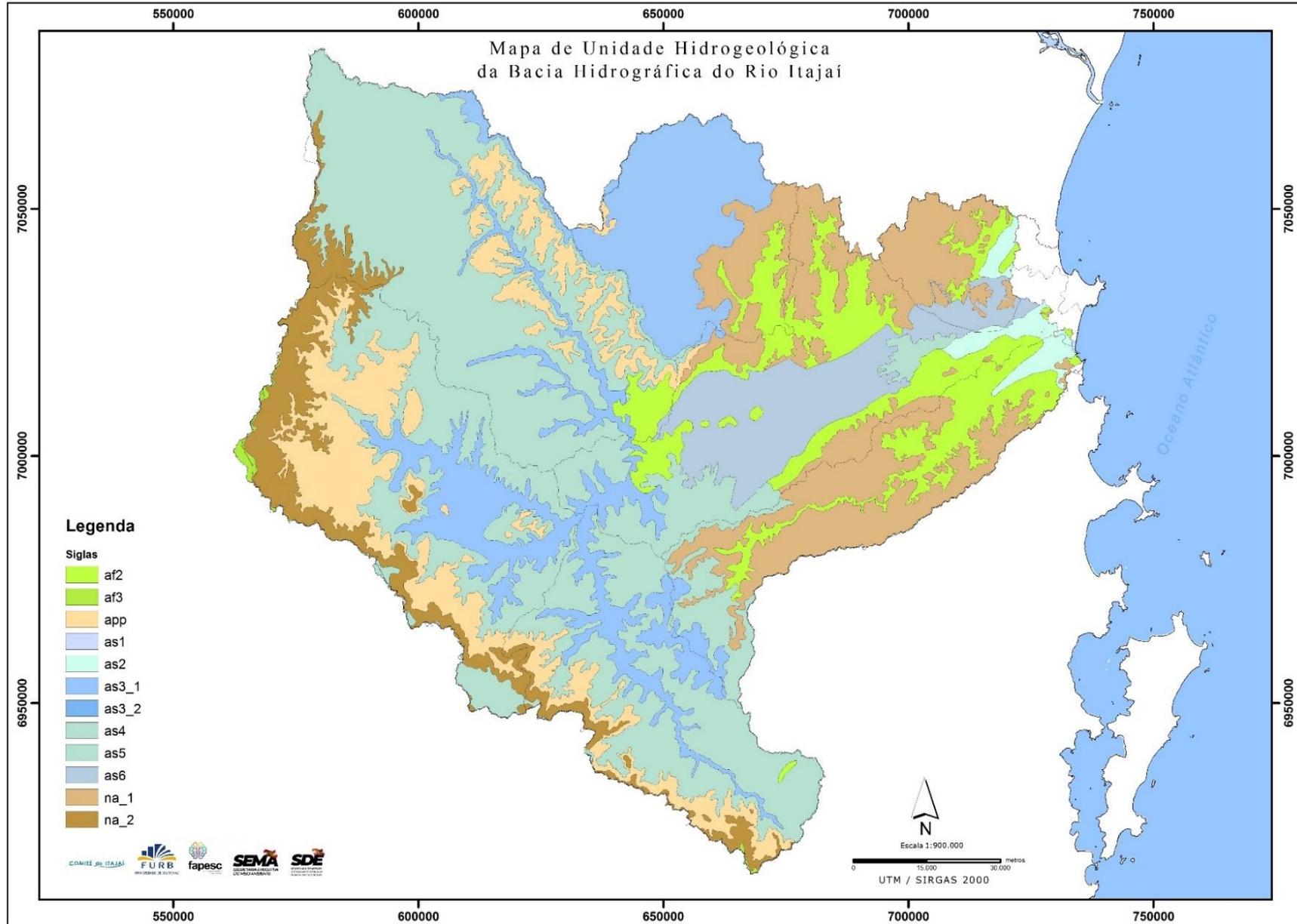
A BHRI está inserida nas áreas das unidades hidroestratigráficas do embasamento cristalino, Itajaí, Mafra, Rio do Sul, Rio Bonito e sedimentos cenozóicos. As zonas aquíferas mais expressivas na região são as do tipo sedimentares. Há doze zonas aquíferas distintas, Tabela 2 e Figura 10(CPRM, 2013 apud PERH/SC, 2017).

Tabela 2- Classificação dos aquíferos presentes na BHRI

Legenda	Classe	Vazões (m ³ .h ⁻¹)	Observações
af2	Aquíferos fraturados com média a baixa produtividade	2 - 9	Grande importância hidrogeológica local;
af3	Aquíferos fraturados com média a baixa produtividade	2 - 15	Grande a média importância hidrogeológica local;
as1	Aquíferos sedimentares	20 - 90	Grande importância hidrogeológica local;
as2	Aquíferos sedimentares com menor produtividade	1 - 3	Média importância hidrogeológica local;
as3_1	Aquíferos sedimentares com boa produção	5 - 80	Grande importância hidrogeológica local;
as3_2	Aquíferos sedimentares de boa produtividade	3 - 10	Grande importância hidrogeológica local;
as4	Aquíferos sedimentares com média a baixa produtividade	1 - 3	Grande importância hidrogeológica local;
as5	Aquíferos sedimentares	5 - 25	Grande importância hidrogeológica local;
as6	Aquíferos sedimentares	1 - 4	Pequena importância hidrogeológica local;
na_1	Não aquíferos	---	Pequena importância hidrogeológica local;
na_2	Não aquíferos de produtividade desprezível	---	Pouca importância hidrogeológica local;
app	Aquíferos pouco produtivo	Média de 3	Pequena importância hidrogeológica local.

Fonte: Adaptado de CPRM, 2013 apud PERH/SC, 2017.

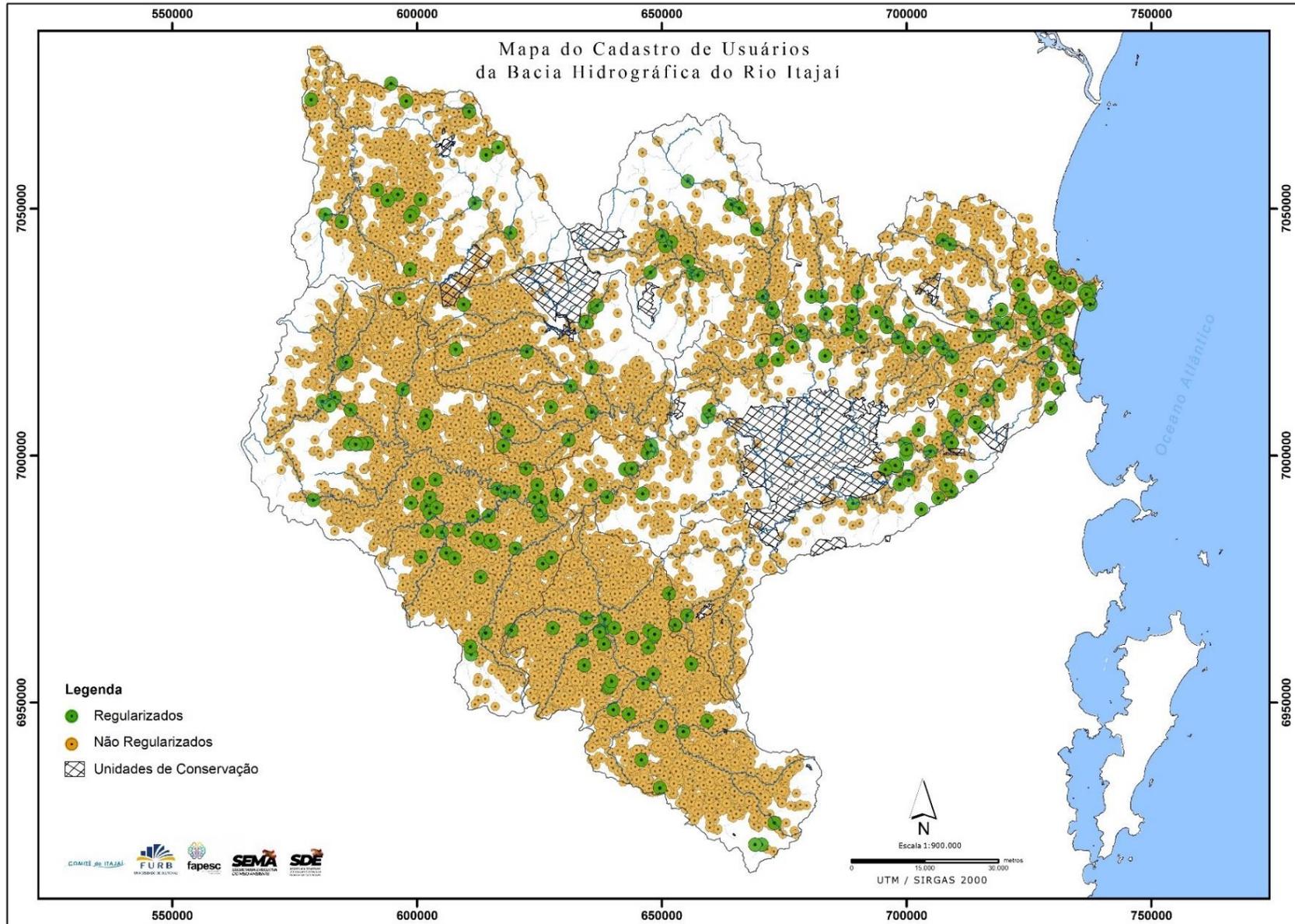
Figura 10 - Unidades hidrogeológicas presentes na BHRI



Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Na BHRI, de acordo com o CEURH (exportação de janeiro de 2020), existem 106 cadastros de poços avaliados e 3.150 poços não avaliados, o que representa um percentual de consistência de 3%, Figura 11. Este valor tende a ser subestimado, pois não se consideram as perfurações não cadastradas no CEURH.

Figura 11- Pontos regularizados e não regularizados do CEURH



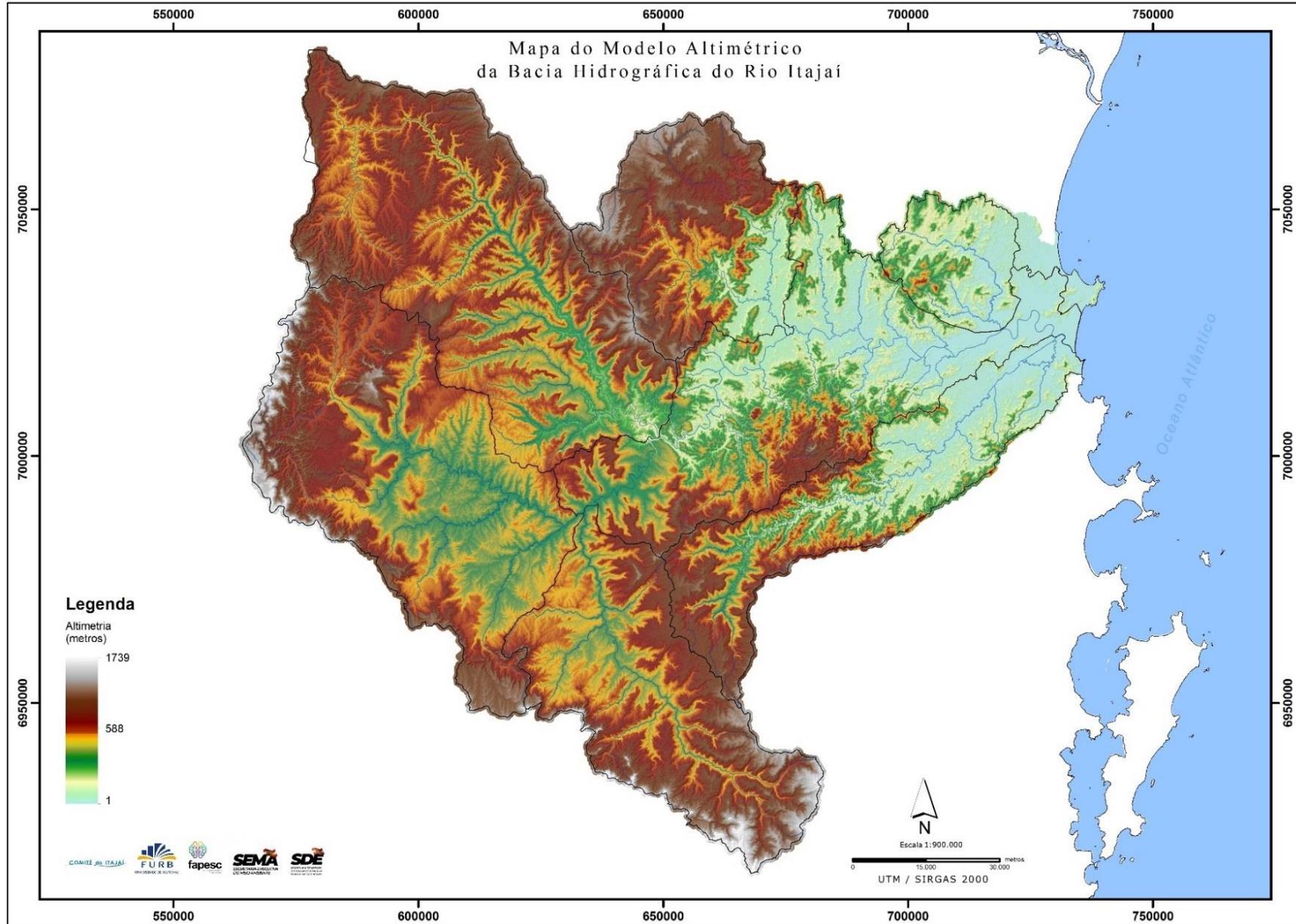
Elaboração: SEMA/DRHS (2021). Fonte: CEURH dados extraídos em janeiro de 2020

Apesar da exigência descrita no Art. 4º da Resolução CNRH nº 91/2008, por não haver dados disponíveis nas bases de dados do Estado de Santa Catarina, não foram consideradas fontes de carga de poluição pontual e difusa nos recursos hídricos subterrâneos. Pela mesma razão, as interconexões hidráulicas entre os corpos de água superficial-subterrânea, assim como a qualidade de água dos recursos hídricos subterrâneos, não foram avaliadas.

2.6 Eventos hidrológicos críticos

A forma da bacia hidrográfica e a declividade dos cursos d'água que formam a rede de drenagem são características de vales estreitos, com faixas planas ao longo dos cursos de água, ver altimetria da BHRI, Figura 12. Esta topografia, associada ao padrão de ocupação do espaço e utilização dos recursos hídricos, fez com que as planícies aluviais dos fundos de vale fossem transformadas em áreas de exploração agrícola e assentamento urbano. A geologia variada e a geomorfologia marcada por solos profundos se destacam nesse contexto, configurando uma condição singular e propensa a desastres associados a chuvas intensas e/ou prolongadas.

Figura 12- Mapa da altimetria da BHRI



Elaboração: SEMA/DRHS (2021). Fonte: SIGSC (2010).

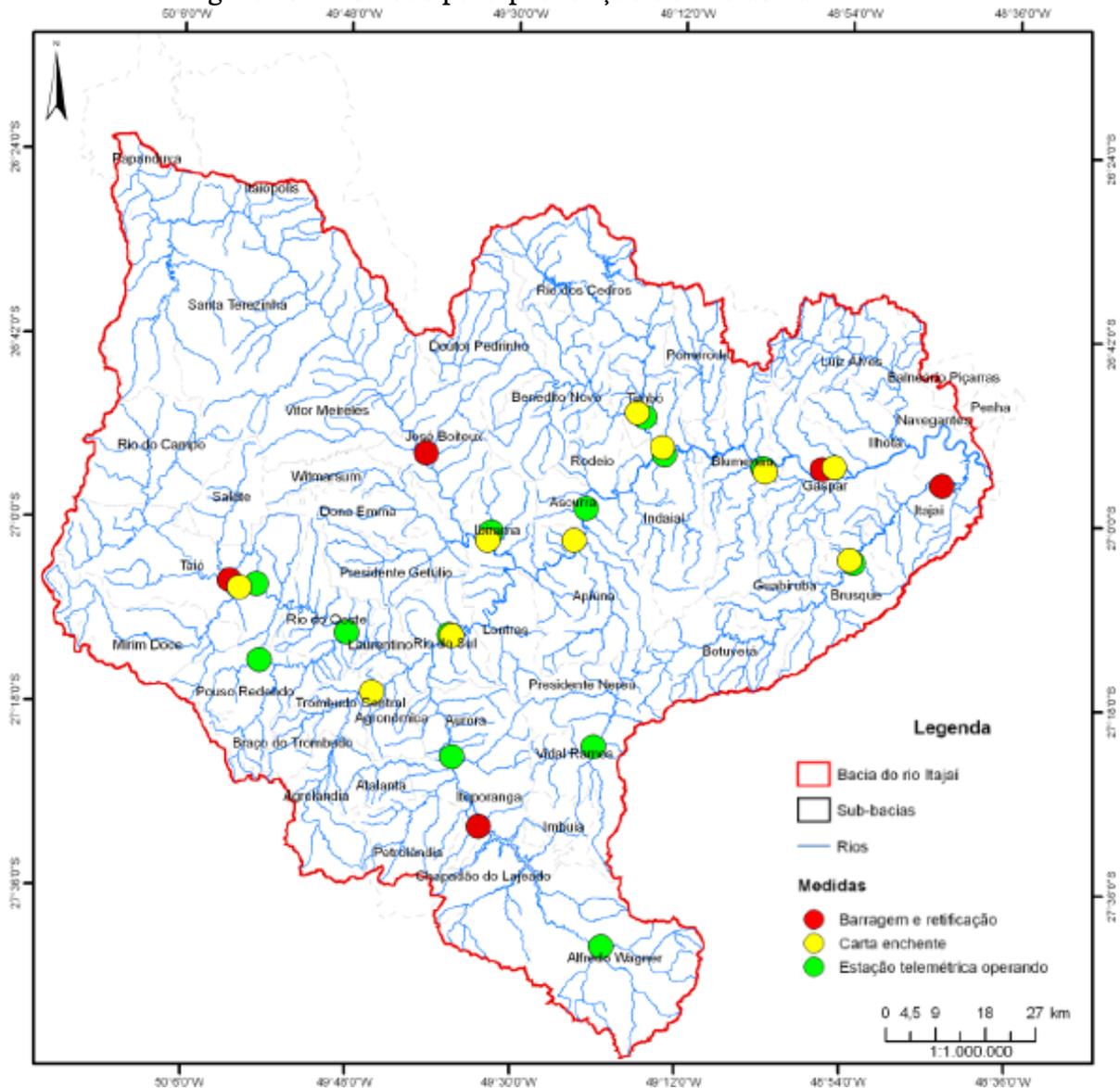
Com o processo de industrialização (historicamente, as empresas se estabeleceram próximas aos rios) e de urbanização desencadeou-se uma dupla concentração espacial, principalmente nos maiores municípios da região (Rio do Sul, Blumenau, Itajaí e Brusque) e sobre as áreas ribeirinhas, as quais constituem as planícies susceptíveis à inundação (PINHEIRO, 2007).

As transformações provocadas na paisagem pelo processo de desenvolvimento socioeconômico, associadas à condição natural da bacia hidrográfica, favorecem a ocorrência de desastres relacionados a eventos hidrológicos críticos, como as cheias e as inundações. A condição climática quente e úmida é o principal fator desencadeador das frequentes chuvas intensas e/ou prolongadas, responsáveis pelos desastres socioambientais na região (AUMOND et al., 2009).

Ao longo da história da BHRI, desde a década de 50, tem-se registro de mais de 100 eventos hidrológicos extremos, que apresentaram como principal fator desencadeador as chuvas intensas e/ou prolongadas (SEIXAS NETO, 1975; SILVA, 1975; FRANK, 1995; FRANK; PINHEIRO, 2003; FRANK; SEVEGNANI, 2008; CEPED, 2013). Somente entre os anos de 1993 e 2015 há registro de 89 eventos de estiagem ou seca, destes os municípios mais afetados foram: José Boiteux, Agrolândia, Rio do Campo e Witmarsum (PERH/SC, 2017). Quanto aos eventos de inundação gradual, o município de Blumenau possui a série de eventos mais longa, totalizando 71 até o ano de 2017. Por esta razão, o município é utilizado como representativo para a bacia (FRANK; BOHN, 2018).

Em função do histórico de eventos de inundação nos diversos municípios da BHRI, foram construídas 3 grandes barragens de contenção de cheias e instaladas estações de monitoramento fluviométrico (algumas telemétricas) em locais estratégicos da BHRI. De forma complementar, os municípios mais afetados com os eventos de inundação gradual contam também com cartas de enchentes, Figura 13. Além disso, há um sistema de alerta operando desde 1983 (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010), o Centro de Operações do Sistema de Alerta da Bacia do Itajaí (CEOPS).

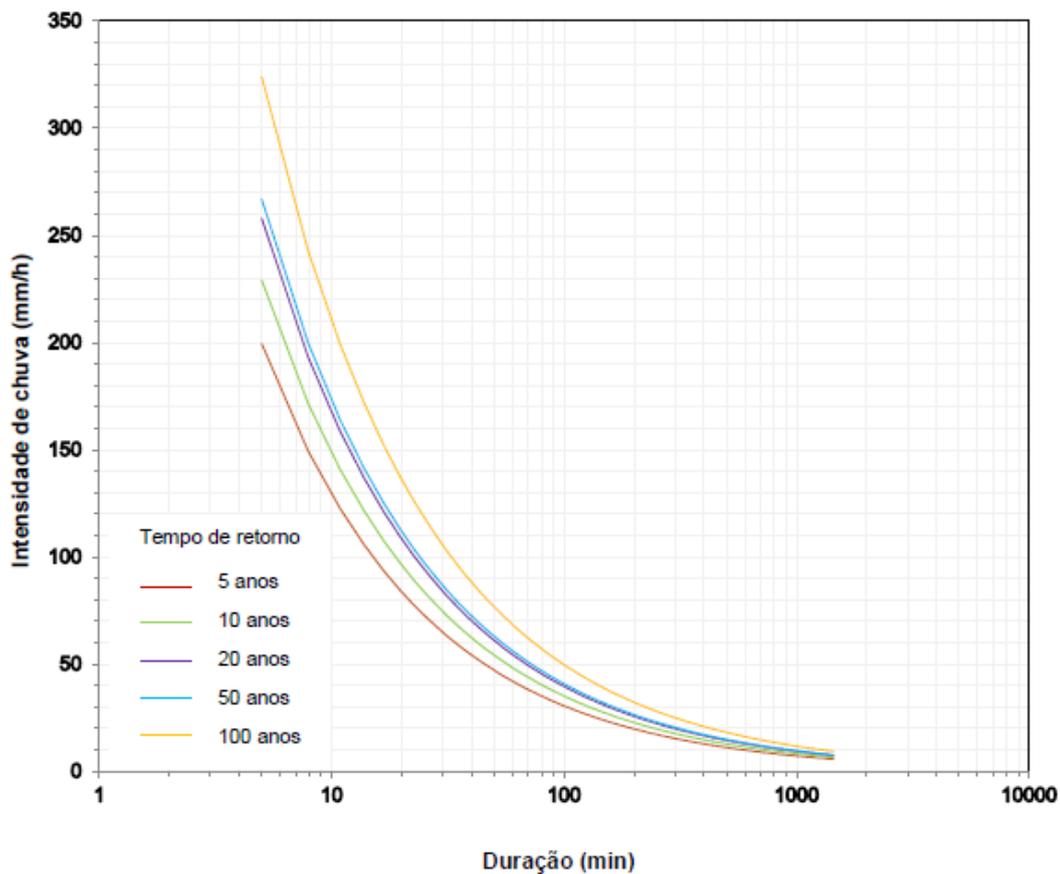
Figura 13- Medidas para prevenção de cheias na BHRI



Fonte: Comitê do Itajaí (2010, p.136).

As curvas intensidade-duração-frequência (I-D-F) na BHRI apresentam comportamento típico com a intensidade da chuva inversamente proporcional à duração e diretamente proporcional ao tempo de retorno. A intensidade da chuva varia, em média, entre 150 mm.h^{-1} , com duração de 5 min, a 5 mm.h^{-1} , com duração de um dia, para o tempo de retorno de 5 anos. A curva I-D-F para a região hidrográfica (RH) 7 (Vale do Itajaí), a qual contempla em quase sua totalidade a BHRI, é demonstrada na Figura 14, em que foram utilizados dados de 34 estações pluviométricas convencionais existentes para a sua construção (PERH, 2017).

Figura 14- Curva I-D-F para a RH7



Fonte: Nerilo (2002) citado por PERH (2017).

2.7 Situação atual da qualidade dos corpos hídricos da BHRI

A classificação atual dos corpos da água da BHRI utilizou valores de referência da Resolução CONAMA n° 357/2005 para água doce, Tabela 3, e água salobra, Tabela 4.

Tabela 3 – Concentração máxima permitida em água doce por classe, segundo Resolução CONAMA nº 357/2005

Parâmetros	Unidades	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
DBO _{5,20°C} *	mg O ₂ .L ⁻¹	3,00	5,00	10,0	-
Fósforo Total **	mg P.L ⁻¹	0,10	0,10	0,15	-
Nitrato	mg N.L ⁻¹	10,0	10,0	10,0	-
N Amoniacal (pH ≤ 7,5)	mg N.L ⁻¹	3,70	3,70	13,3	-
N Amoniacal (7,5 < pH ≤ 8,0)	mg N.L ⁻¹	2,00	2,00	5,60	
N Amoniacal (8,0 < pH ≤ 8,5)	mg N.L ⁻¹	1,00	1,00	2,20	
N Amoniacal (pH > 8)	mg N.L ⁻¹	0,50	0,50	1,00	
Coliformes Termotolerantes	Org.100mL ⁻¹	200	1000	4000	-

*Demanda bioquímica de oxigênio em 5 dias a 20 °C.

**Ambiente lótico.

Fonte: CONAMA (2005).

Tabela 4 – Concentração máxima permitida em água salobra por classe, segundo Resolução CONAMA nº 357/2005

Parâmetros	Unidades	Classe 1	Classe 2	Classe 3
COT*	mg C.L ⁻¹	3	5	10
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	-

*COT = carbono orgânico total.

Fonte: CONAMA (2005).

Não foram considerados trechos de rios com ambientes lênticos e intermediários tendo em vista a dificuldade de obtenção de dados para estes ambientes, principalmente pela limitação da base de dados utilizada.

Vale mencionar que foram selecionados 05 parâmetros de qualidade da água para traçar as metas relativas ao enquadramento dos cursos da água da BHRI: demanda bioquímica de oxigênio (DBO_{5,20°C}), fósforo total, nitrato, nitrogênio amoniacal e coliformes termotolerantes. A seleção desses parâmetros se deu pela facilidade de monitoramento e por estes serem comumente utilizados no processo de enquadramento (BITTENCOURT; FERNANDES; GALLEGOS, 2019).

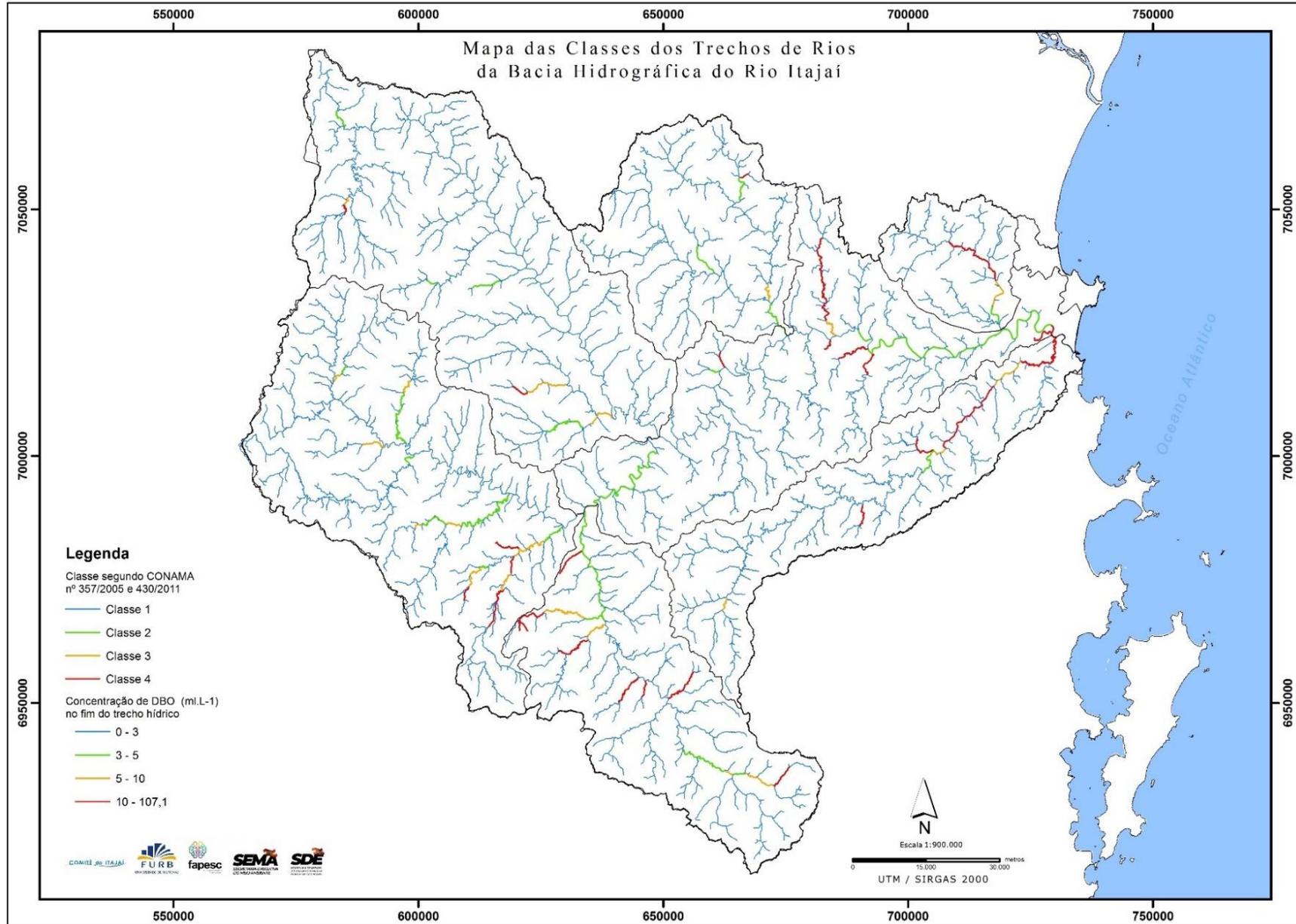
2.7.1 Água doce

Tendo em vista os laudos das empresas que possuem atividades potencialmente poluidoras previamente apresentadas, assim como das empresas de abastecimento, foi estimada a situação atual dos cursos de água doce. Os cursos d'água da BHRI, em quase sua totalidade, são classificados como água doce. O cenário atual foi apresentado tendo em vista os parâmetros na vazão de referência Q_{98} , previamente estabelecida no Plano da Bacia do Rio Itajaí (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010). A população foi estimada para o ano de 2017 em 1.494.227 habitantes. Na Figura 15, Figura 16 e Figura 17 é demonstrada a situação atual (dados até 2017) em relação aos parâmetros $DBO_{5,20^{\circ}C}$, coliformes termotolerantes, fósforo total, e o resumo da situação atual, respectivamente. A situação atual em relação à qualidade da água dos recursos hídricos da BHRI é apresentada relacionando-as com as classes estabelecidas na legislação. Cabe ressaltar que enquanto a proposta de enquadramento não for aprovada pelo CERH, utiliza-se a classe 2 como referência para enquadrar os recursos hídricos do Estado (CERH, 2008).

Em relação à $DBO_{5,20^{\circ}C}$, Figura 15, ressalta-se que na condição atual (2017) há vários trechos em rios principais e alguns afluentes compatíveis com as classes 3 e 4, (concentrações acima de 5 e 10 $mg\ O_2.L^{-1}$, respectivamente).

Na região do Médio Vale do Itajaí, o Rio do Testo, próximo do município de Pomerode, quase em sua totalidade, apresenta valores de $DBO_{5,20^{\circ}C}$ superior a 10 $mg\ O_2.L^{-1}$. Outro trecho compatível com a classe 4 é a foz do Rio Itajaí-Mirim, entre o município de Brusque até o município de Itajaí. Um dos indicativos para a classificação 4 considerando o parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$ é o lançamento excessivo de efluentes domésticos e industriais em cursos de água, que acontece principalmente nesses trechos mencionados.

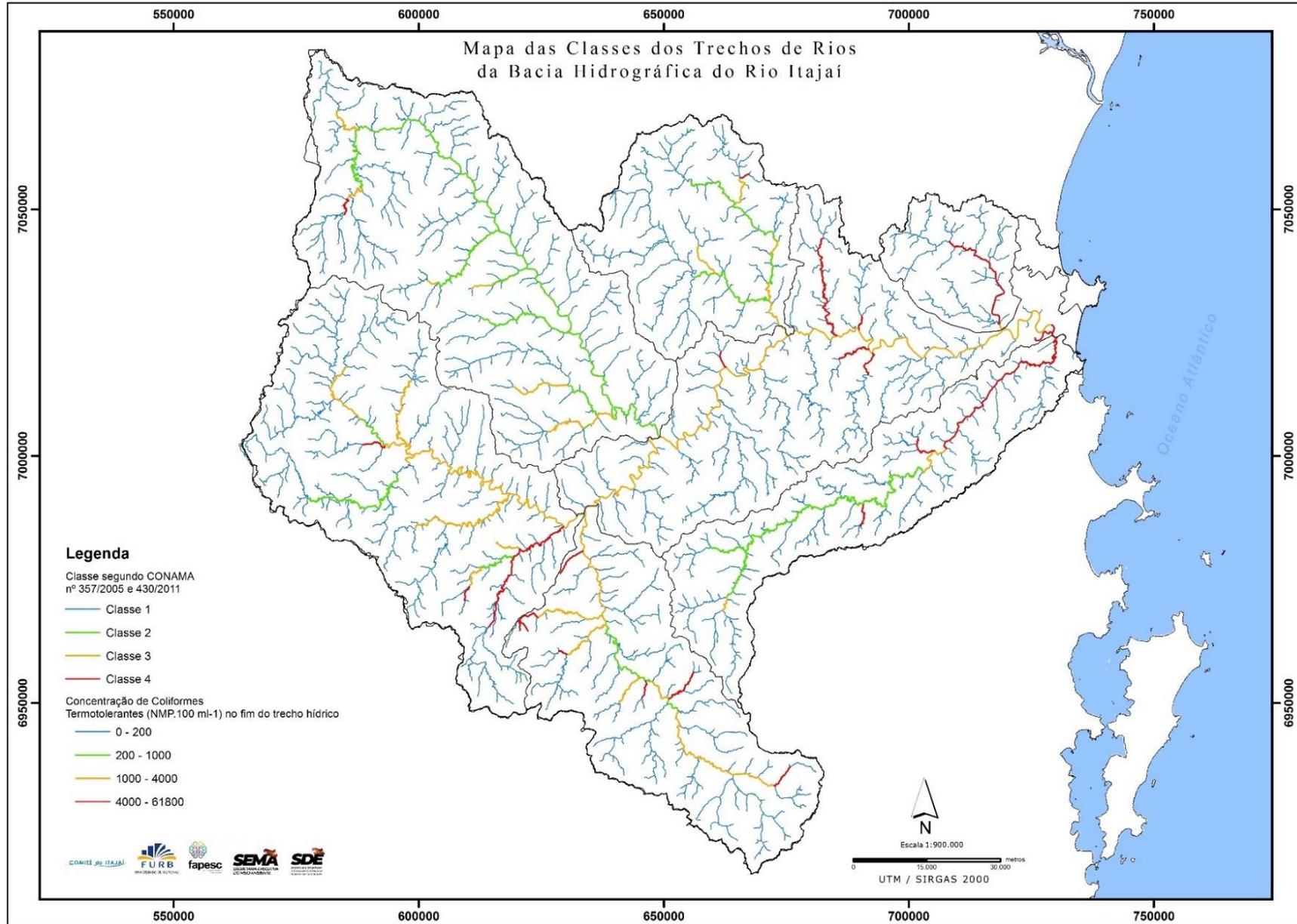
Figura 15 – Cenário atual (2017) dos rios da BHRI em relação ao parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C} (Q_{98})$



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Em relação a coliformes termotolerantes, na situação apresentada (dados até 2017), os rios principais da BHRI possuem trechos com concentração acima do permitido para classe 2, doce, até 1000 organismos.100mL⁻¹, Figura 16 (CONAMA, 2005). Destaca-se a condição dos rios Itajaí do Oeste, Rio Itajaí-Açu, e montante do Rio Itajaí do Sul, compatível com a classe 3 na vazão de referência Q_{98%}. Enquanto os afluentes dos rios Itajaí do Oeste, Itajaí Mirim, Rio do Testo e Luiz Alves, são compatíveis com a classe 4 na vazão de referência Q_{98%}.

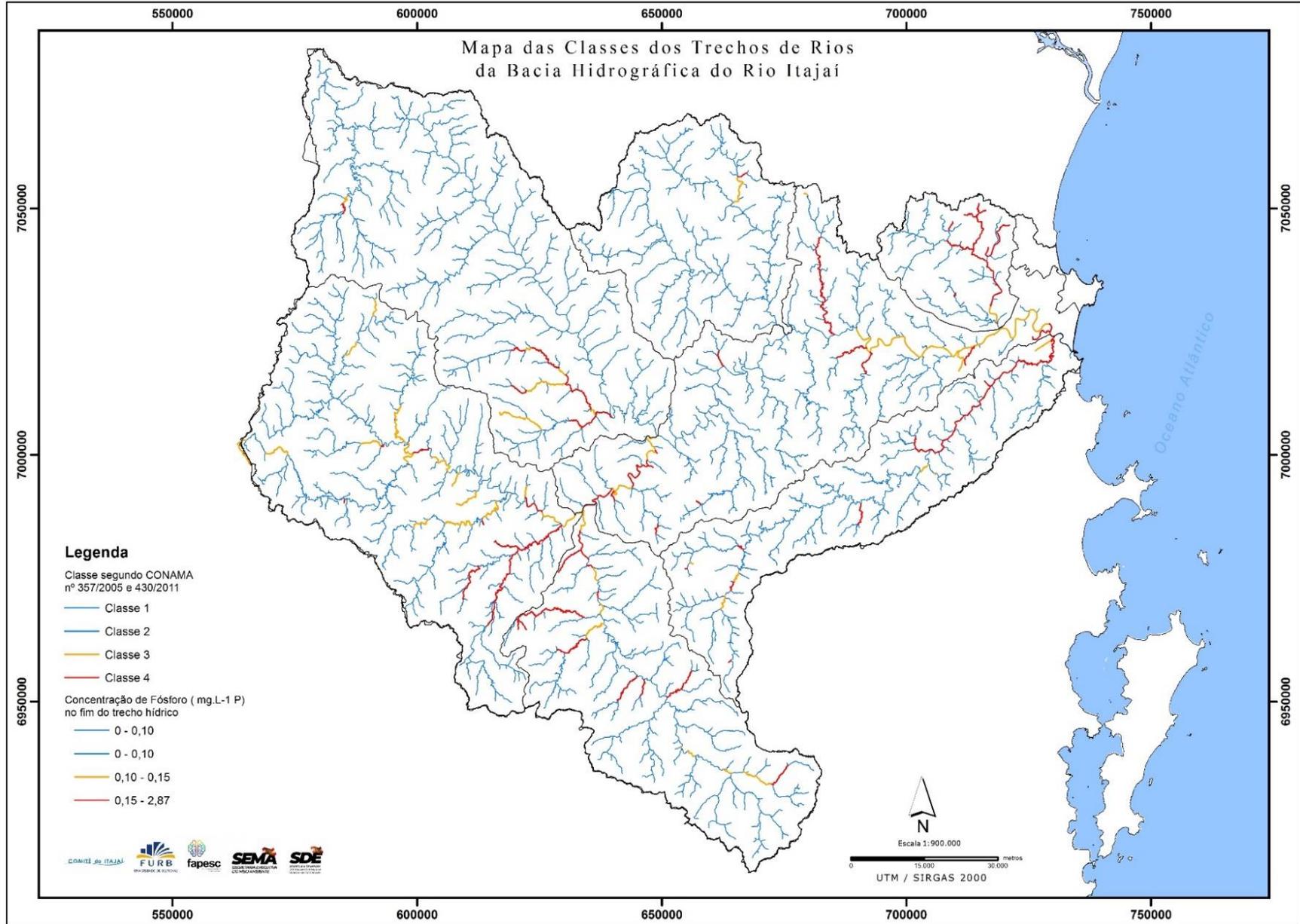
Figura 16–Cenário atual (2017) dos rios da BHRI em relação ao parâmetro Coliforme Termotolerante ($Q_{98\%}$)



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021)

No cenário atual (2017), verificou-se fósforo total em concentrações acima de $0,10 \text{ mg.L}^{-1}$, de forma que os trechos de rios são compatíveis com a classe 3, como é o caso do Itajaí do Sul, Itajaí do Oeste e o próprio Itajaí Açu, próximo a foz, Figura 17. Há também valores superiores a $0,15 \text{ mg.L}^{-1}$, compatível com a classe 4, em afluentes do Rio Itajaí do Norte, o próprio Itajaí-Açu à montante de Rio do Sul e afluentes do Rio Itajaí do Oeste. Nestes locais, é possível que haja interferência de poluição difusa, em função das atividades agropecuárias, com o uso de fertilizantes fosfatados e aplicação de dejetos de animais, ricos em fósforo, no manejo do solo; além da falta de tratamento de esgoto. Os trechos de rios que apresentam valores indicativos de classe 4 localizam-se nos rios: Luiz Alves, Rio do Testo e Itajaí-Mirim (trecho entre Brusque e Itajaí).

Figura 17- Cenário atual (2017) dos rios da BHRI em relação ao parâmetro fósforo total



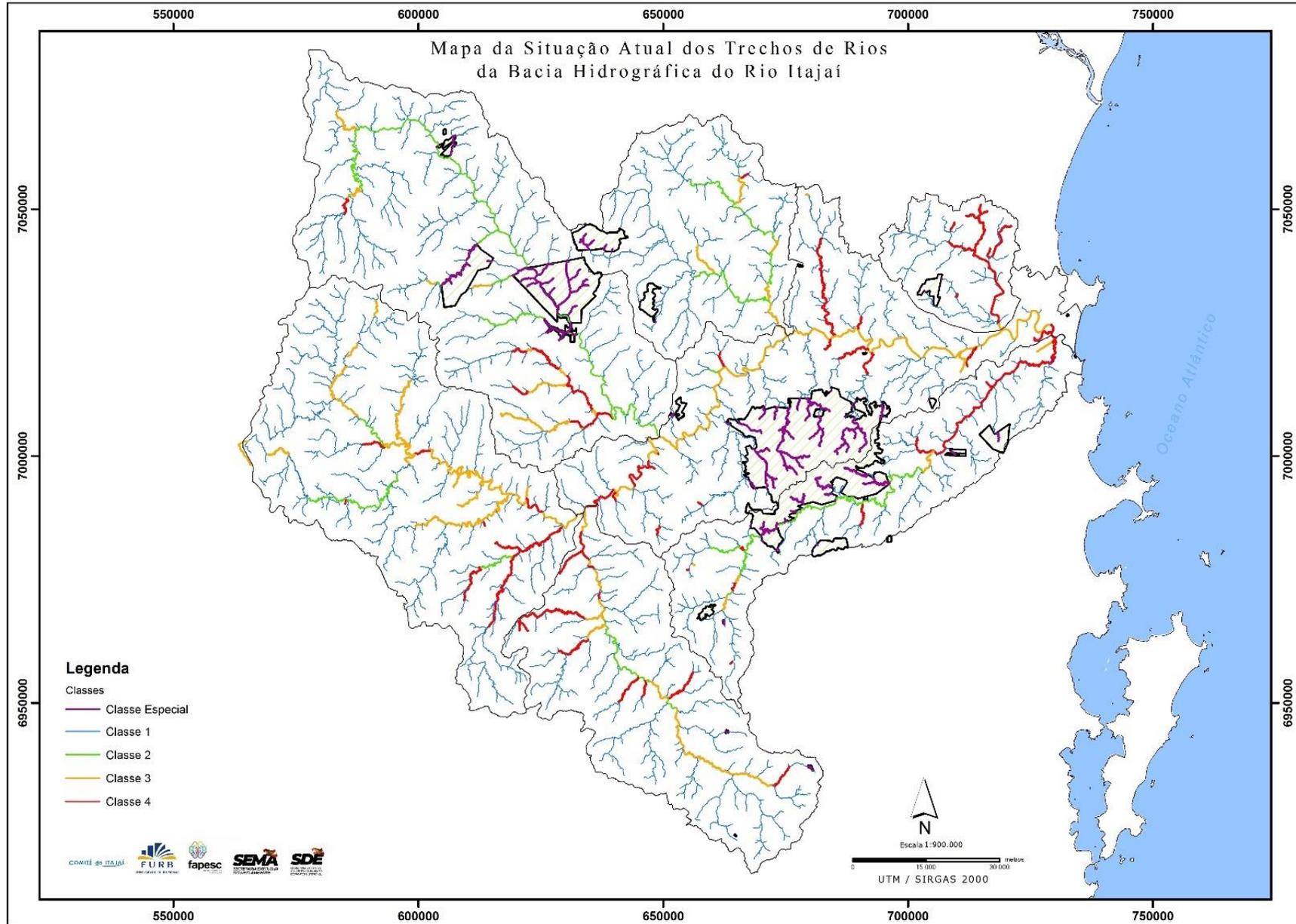
(Q98%)

Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Na condição atual (2017), em relação ao nitrato e ao nitrogênio amoniacal na BHRI, todos os trechos de rios apresentaram valores inferiores à 10 e 3,7 mg.L⁻¹, respectivamente, o que é compatível com classe 1 para todos os cursos de água (CONAMA, 2005).

Na Figura 18, é apresentada a situação atual para água doce (dados até 2017) compilada em um único mapa, onde está resumida a situação dos cursos da água da BHRI para os parâmetros DBO_{5,20°C}, coliformes termotolerantes, fósforo total, nitrato e nitrogênio amoniacal. Para a representação, foi considerada a pior classe encontrada dentre os parâmetros trabalhados. Cabe destacar que trechos indicados como classe especial não se referem à condição atual da qualidade de água; e sim ao fato de serem destinados à preservação dos ambientes aquáticos inseridos em unidades de conservação de proteção integral, conforme estabelecido no Art. 4º da Resolução CONAMA nº 357/2005.

Figura 18- Resumo do cenário atual (2017) nos cursos da água da BHRI para água doce (Q_{98%})



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

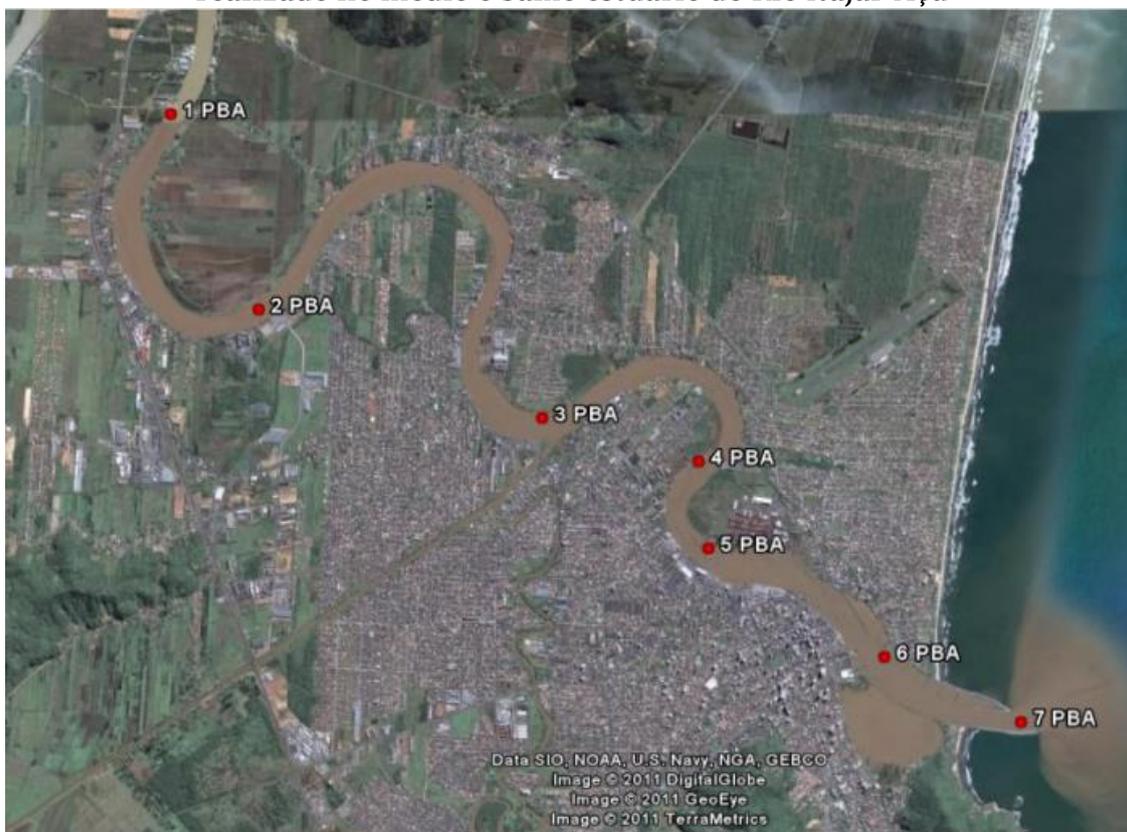
2.7.2 *Água salobra*

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005, a salinidade é o parâmetro indicado para classificar a água em 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 características dos parâmetros de referência são distintas de acordo com a salinidade da água (CONAMA, 2005).

De acordo com Pereira Filho e Abreu (2012), o estuário do Rio Itajaí apresenta aproximadamente 70 km de extensão. Estuários podem ser subdivididos em: 1) alto, com influência da maré, mas não de salinidade; 2) médio, onde há presença de água continental e marinha e 3) baixo, estuário que é porção final próxima a foz com influência de água salgada. No caso do Rio Itajaí o alto estuário é a região compreendida entre os municípios de Blumenau e Ilhota; o médio entre Ilhota e Itajaí e o baixo próximo a confluência com o Rio Itajaí-Mirim até a foz (PEREIRA FILHO; ABREU, 2012).

No estudo de Pereira Filho e Abreu (2012) são apresentados resultados do monitoramento mensal de salinidade realizado entre 2006 - 2012 nas estações amostrais da Figura 18, médio e baixo estuário; além das estações do médio e alto estuário do Rio Itajaí-Açu. De acordo com esse estudo, a zona fluvial que não sofre influência da salinidade é a região do alto estuário, onde o primeiro ponto monitorado é a balsa no município de Ilhota, ponto 1 (1 PBA) (26°54'1,12"; 48°49'55,13") do referido trabalho, Figura 18.

Figura 18 – Localização dos pontos de amostragem referente ao monitoramento realizado no médio e baixo estuário do Rio Itajaí-Açu

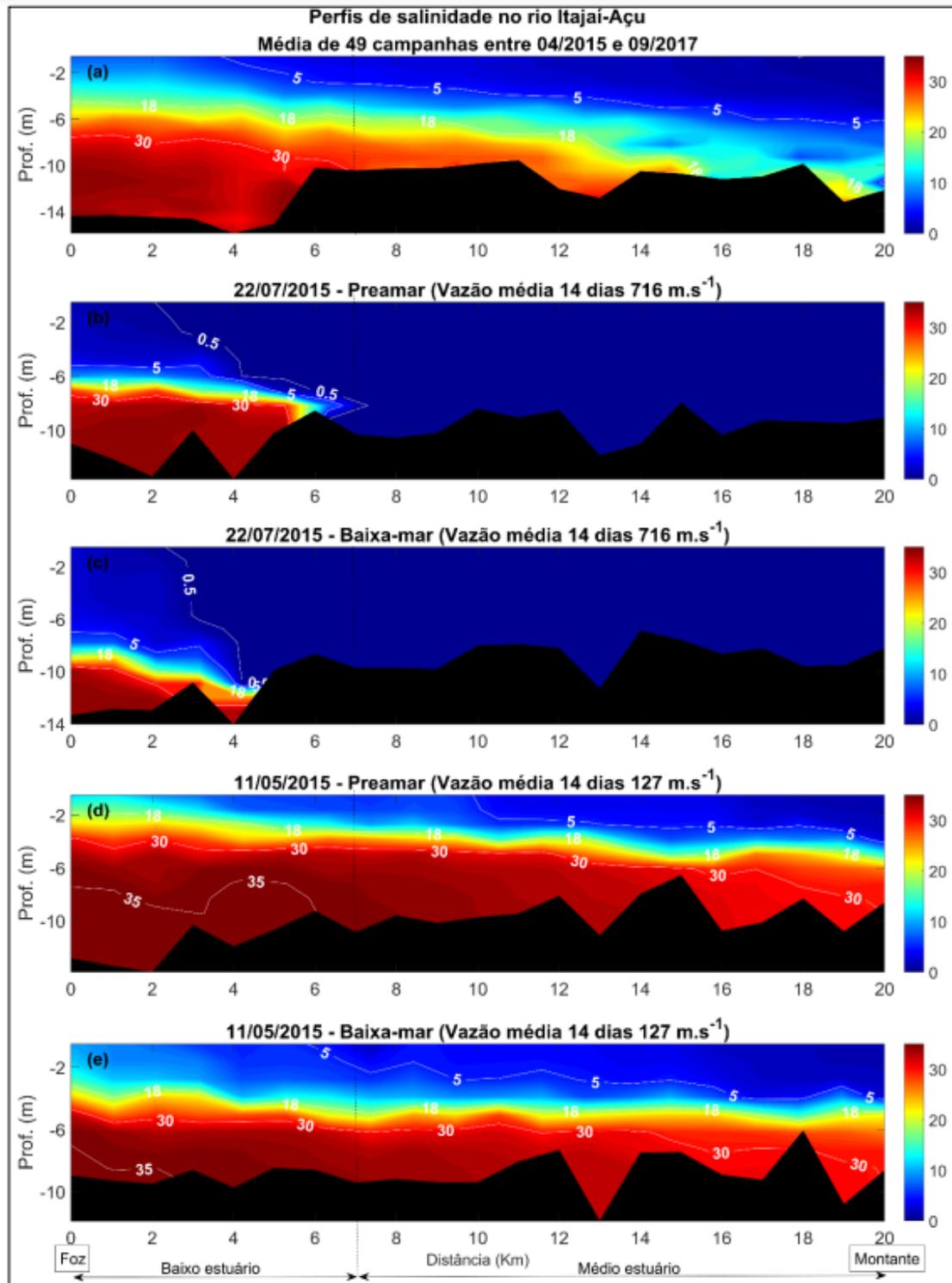


Fonte: Pereira Filho e Abreu (2012)

Segundo Pereira Filho e Rörig (2016) as estações de monitoramento da Figura 18 são influenciadas diretamente pela água do mar, e apresentaram salinidade variando entre 0 e 31‰, entre 2003 e 2004. Os valores mais expressivos foram encontrados no fundo do leito do rio, consequência da intrusão da água marinha, mais densa. Neste estudo, períodos de vazão mínima do Rio Itajaí coincidiram com os de maior salinidade; no entanto, em períodos de maior vazão, o estuário sofre maior influência da vazão afluyente, tendo características de água doce. Essa discussão demonstra a complexidade em determinar um ponto geográfico de transição entre água doce e salobra.

O estudo de Piazero (2019) demonstrou a influência da vazão do Rio Itajaí e a estratificação que acontece em função da salinidade, Figura 19.

Figura 19 – Perfil de salinidade média no período de abril de 2015 a setembro de 2017 (a), no dia 22/07/2015 na preamar (b) e na baixa-mar (c) e no dia 11/05/2015 na preamar (d) e na baixa-mar (e), até 20 km a partir da foz do rio Itajaí-Açu.



Fonte: Dados obtidos no Lab. Oceanografia Física - UNIVALI. Notas: Eixo X = distância em km a partir da foz do rio; Eixo Y = profundidade em metros. Cor preta = profundidade máxima alcançada pelo CTD no ponto amostral; Linha tracejada = limite entre BE e ME; Barra de cor = escala de salinidade; Isolinhas = salinidade graduada segundo Venice System (1959). Autor: PIAZERA (2019, p.36)

A salinidade na foz do Rio Itajaí tem grande influência da vazão. Com a vazão alta, Figura 19-b e 19-c, há presença de água salobra apenas até 6 km da foz, aproximadamente. Em momentos de baixa vazão, a água salobra ocupa toda a área do estudo próximo ao fundo, Figura 19-d e 19-e. Além do mais, observa-se estratificação acentuada na coluna de água, onde há predominância da água doce próxima a superfície e da água marinha no fundo (PIAZERA, 2019).

Outra informação disponível para a determinação da zona de transição foram os dados do monitoramento ambiental realizado no estuário do Rio Itajaí pelo Porto de Itajaí em 2016, Tabela 5- Salinidade em permilagem (‰) encontrada no estuário do Rio Itajaí, Figura 19, sendo a informação mais recente encontrada em relação a este parâmetro no estuário do Rio Itajaí-Açu.

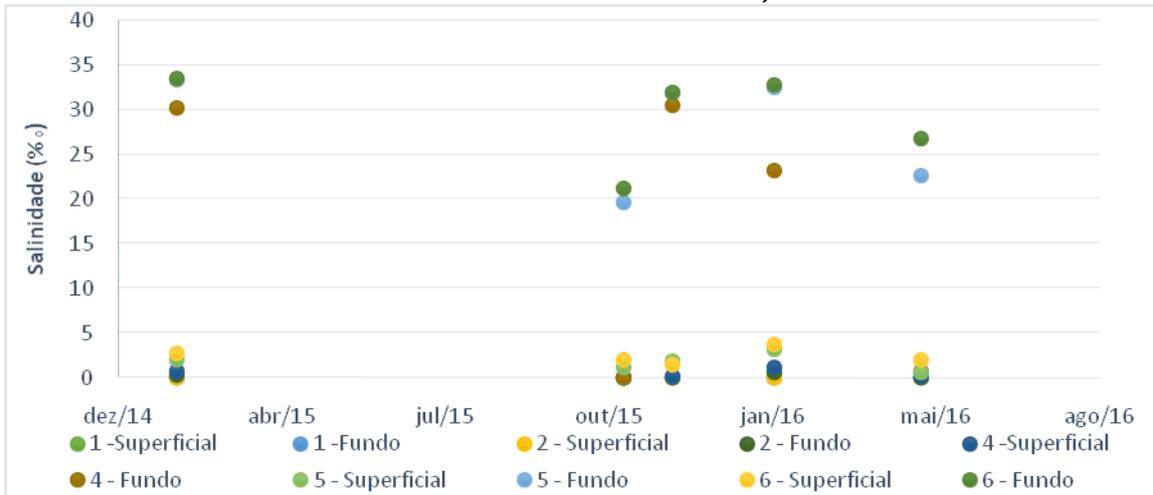
Tabela 5- Salinidade em permilagem (‰) encontrada no estuário do Rio Itajaí

Ponto		Latitude	Longitude	Fev 15	Nov 15	Dez 15	Fev 16	Mai 16
1	Superficial	26°50'36,78"S	48°43'5,77"W	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04
1	Fundo	26°50'36,78"S	48°43'5,77"W	0,04	0,03	0,03	0,06	0,04
2	Superficial	26°52'33,48"S	48°42'45,40"W	0,04	0,03	0,03	0,05	0,04
2	Fundo	26°52'33,48"S	48°42'45,40"W	0,29	0,03	0,03	0,61	0,04
4	Superficial	26°53'25,51"S	48°40'04,62"W	0,78	0,04	0,20	1,16	0,16
4	Fundo	26°53'25,51"S	48°40'04,62"W	30,15	0,04	30,42	23,2	0,67
5	Superficial	26°53'58,6"S	48°39'41,26"W	1,96	1,13	1,81	3,2	0,56
5	Fundo	26°53'58,6"S	48°39'41,26"W	33,32	19,66	31,90	32,52	22,64
6	Superficial	26°54'31,07"S	48°39'4,68"W	2,74	2,04	1,42	3,72	2,04
6	Fundo	26°54'31,07"S	48°39'4,68"W	33,55	21,13	31,92	32,8	26,75

Fonte: Monitoramento ambiental Porto de Itajaí (2016).

A partir dos dados apresentados na Tabela 5, foi gerado um gráfico com a salinidade superficial e na profundidade de 1 m, Figura 20.

Figura 20 - Salinidade medida superficialmente e na profundidade de 1 m na área do estuário do Rio Itajaí



Fonte: adaptado de Monitoramento ambiental Porto de Itajaí (2016).

Avaliando-se o ponto 2 do monitoramento ambiental realizado pelo Porto de Itajaí, Figura 20, percebe-se a presença da cunha salina em profundidade de 1 m, salinidade acima de 0,5‰. Para a profundidade de 1 m, a partir do ponto 4 a salinidade acima de 0,5‰ é mais constante. Apenas uma das medições em profundidade de 1 m não resultou em salinidade superior a 0,5‰.

Tendo em vista os dados disponíveis, sugere-se a classificação em água salobra no Rio Itajaí-Açu o trecho à jusante do ponto localizado nas coordenadas (26°52'33,48" S; 48°42'45,40" W) em frente ao TEPORITI (Terminal Portuário de Itajaí), Figura 18. Esse ponto fica a aproximadamente 13,5 km da foz do Rio Itajaí, onde há predomínio de água doce até a profundidade de 6 m (Figura 19-a). Ressalta-se a importância do monitoramento sistemático da salinidade na foz do Rio Itajaí-Açu para confirmação do ponto de transição sugerido.

Pesquisaram-se mais informações sobre a salinidade nas empresas de abastecimento de águas dos municípios situados ao longo do Rio Itajaí-Açu. O Serviço de Saneamento de Água e Esgoto de Itajaí (SEMASA) tem sua captação localizada no Rio Itajaí-Mirim, anterior a um barramento. O SAMAE Ilhota não possui dados de monitoramento sistemático de salinidade em seu ponto de captação. Durante períodos de vazão mínima no Rio Itajaí-Açu, como a estiagem prolongada de 2020, houve detecção de salinidade acima de 0,5 ‰ no município de Ilhota, em determinadas horas do dia, chegando a prejudicar o

abastecimento público de água no município (comunicação interna). No entanto, de acordo com a empresa de abastecimento este caso foi uma exceção.

O trecho do Rio Itajaí-Açu em discussão apresenta faixas de concentração de coliformes termotolerantes entre 1000 e 4000 org.100 mL⁻¹, de acordo com laudos do IMA, compatível com classe 3, da água doce, sendo recomendado o tratamento avançado para utilização para abastecimento público. Caso este trecho de rio seja considerado água salobra, sua classificação será classe 2, não recomendado para o abastecimento público. Por outro lado, é interessante ressaltar que com a adoção de estratégias de manejo adequadas na tomada de água (como bombas móveis), pode-se minimizar uma possível sobrecarga no sistema de tratamento de água local, ocasionada pela salinidade acima de 0,05 ‰.

Ainda que existam alguns monitoramentos oriundos de empresas com atividades potencialmente poluidoras, a salinidade não é um parâmetro comumente monitorado. Desta forma não foram encontrados dados auxiliares de salinidade no trecho do Rio Itajaí-Açu afetado pela cunha salina.

No canal do Rio Itajaí-Mirim, a entrada da cunha salina é controlada por sistema de comportas (Figura 21), juntamente com monitoramento de salinidade 300 m a jusante da barragem, utilizada para captação de água do SEMASA Itajaí, na coordenada geográfica 26°54'30.2" S 48°42'46.3" W (PEREIRO-FILHO, 2006; PEREIRA-FILHO et al., 2010).

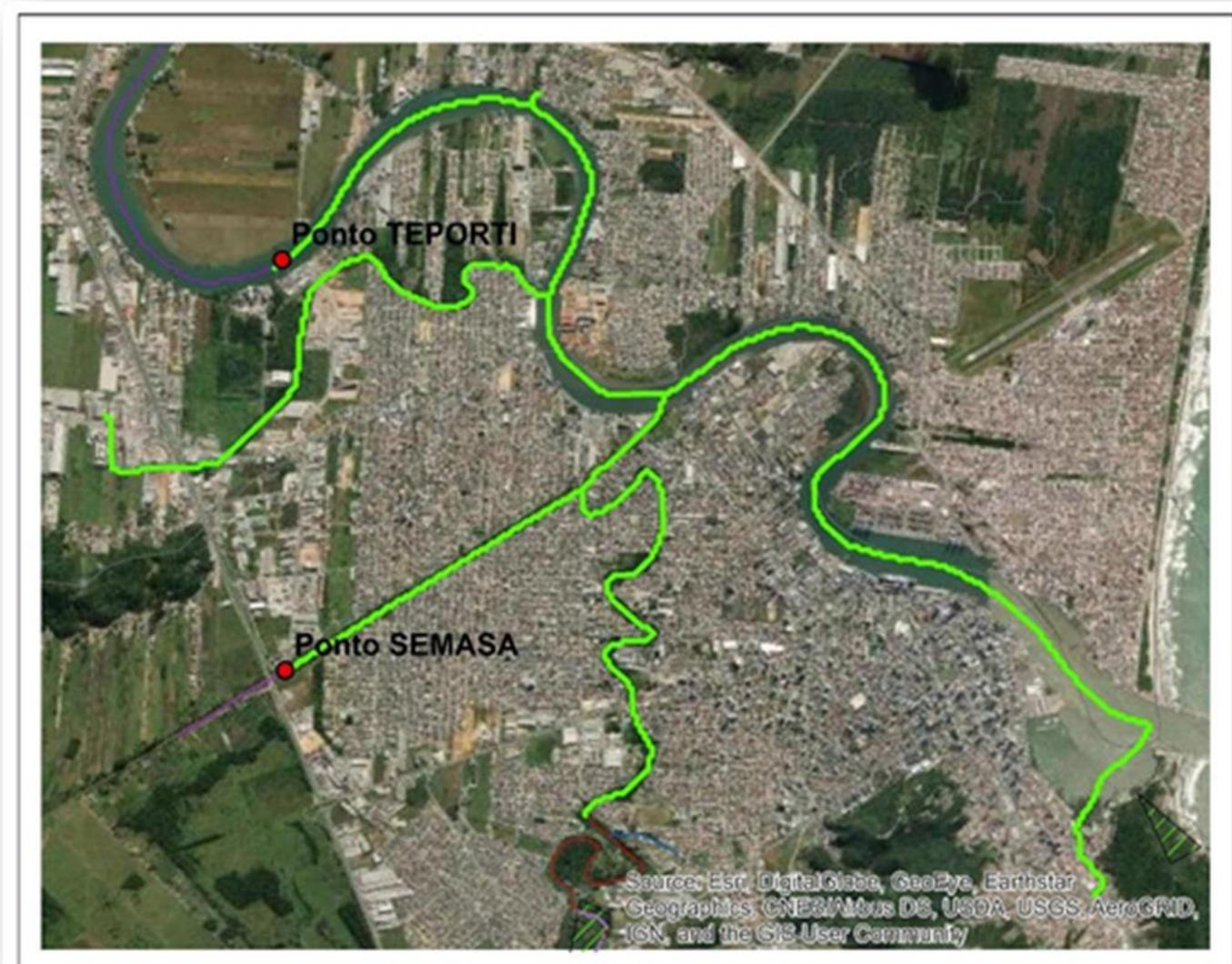
Desta forma, como o intuito do sistema de comportas é justamente impedir a entrada de água salobra no sistema de abastecimento público do município de Itajaí, essa foi definida como a seção transversal de influência da água salobra no Rio Itajaí-Mirim. Um esquema visual dos pontos de influência da água salobra em ambos os rios é demonstrado na Figura 22.

Figura 21- Sistema de comportas da SEMASA no Rio Itajaí-Mirim

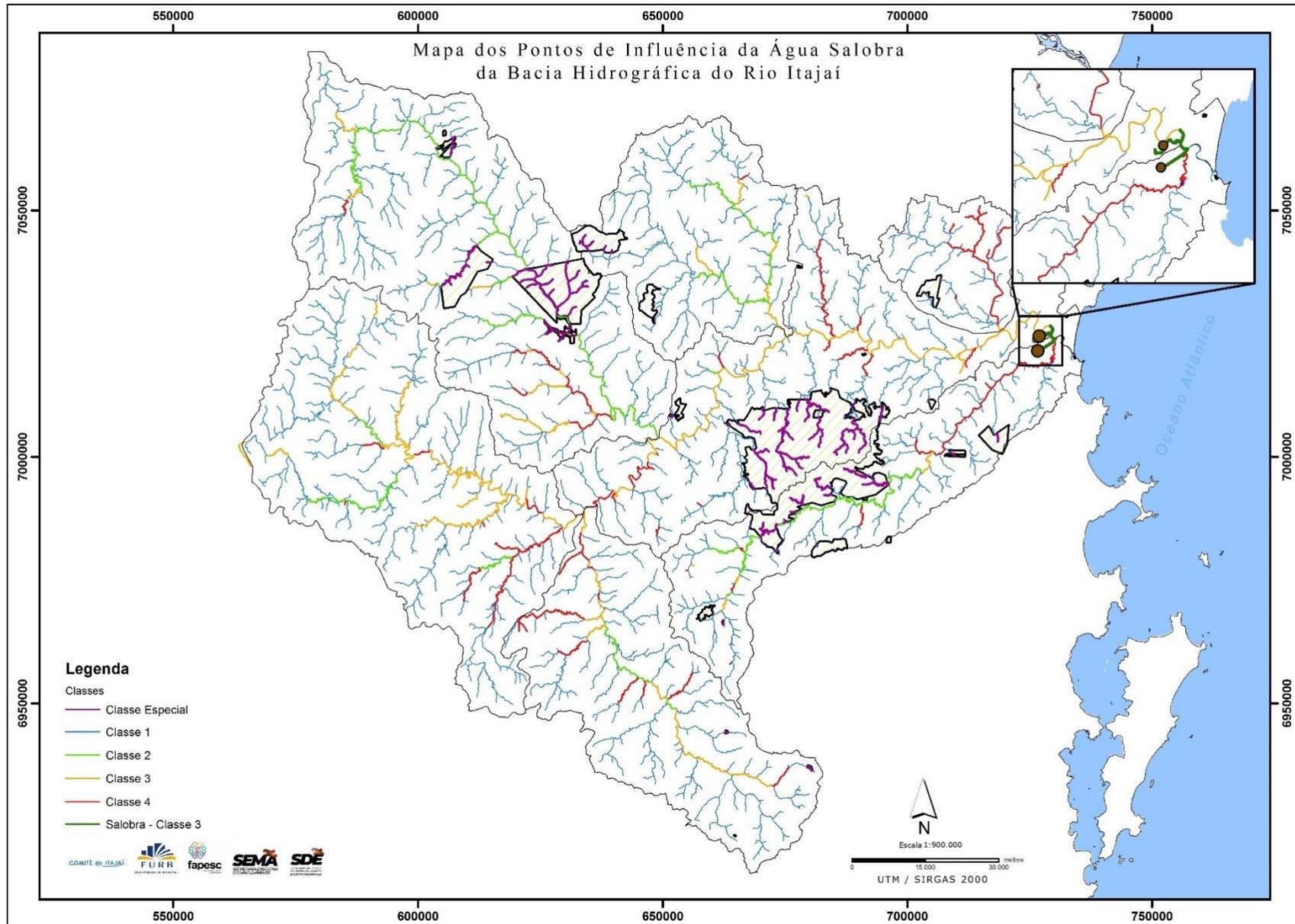


Fonte: Jornal dos Bairros (2019).

Figura 22 – Pontos de influência da água salobra e transição de água doce nos rios Itajaí-Açu e Itajaí-Mirim
a)



b)



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Existem dois trechos cuja classificação é compatível com água salobra na BHRI, conforme apresentado na Figura 22: os rios Itajaí-Açu e Itajaí-Mirim (trecho retificado e todo o antigo). Em ambos os trechos a qualidade da água (2012-2017) é compatível com a classe 3, água salobra, em função da concentração de coliformes termotolerantes.

2.8 Arcabouço legal e institucional

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

2.8.1 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.

2.8.2 Resolução CNRH n° 91/2008

A Resolução CNRH n° 91/2008, que revogou a Resolução CNRH n° 12/2000, estabelece os procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos d'água superficiais e subterrâneos. Segundo o Art. 2º desta Resolução, o enquadramento dos corpos de água se dá por meio do estabelecimento de classes de qualidade conforme disposto nas Resoluções CONAMA n° 357/2005 e n° 396/2008, tendo como referências básicas:

- I - A bacia hidrográfica como unidade de gestão; e
- II - Os usos preponderantes mais restritivos.

Esta Resolução define que 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 de tempo.

As etapas mínimas para elaboração do enquadramento, segundo a Resolução nº 91/2008 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, ou seja, devem ser realizadas oficinas ou audiências públicas com os atores sociais da bacia hidrográfica, de forma a se atingir um acordo.

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, e posteriormente, do Conselho de Recursos Hídricos. Como em Santa Catarina não existem agências de bacia, o órgão gestor tem assumido a atribuição de elaboração da proposta por meio do desenvolvimento dos Planos de Bacia.

2.8.3 Resolução CONAMA n° 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 quatro (4) possíveis classificações:

- I. Classe especial: águas destinadas ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção; à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral.
- II. Classe 1: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; 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 proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.
- III. Classe 2: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional; à proteção das comunidades aquáticas; à recreação de contato primário; 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 à aqüicultura e à atividade de pesca.
- IV. Classe 3: águas que podem ser destinadas ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional ou avançado; à irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras; à pesca amadora; à recreação de contato secundário; e à dessedentação de animais.
 - V. Águas que podem ser destinadas à navegação e à harmonia paisagística.

As diretrizes ambientais que devem ser consideradas para o enquadramento, segundo esta resolução, são:

- I. O enquadramento é feito de acordo com os usos mais restritivos;
- II. A classe de qualidade é o conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais ou futuros;
- III. As águas de melhor qualidade podem ser aproveitadas em uso menos exigente, desde que não prejudique a qualidade requerida para os usos preponderantes;
- IV. São estabelecidas metas progressivas intermediárias e finais para os corpos de água com qualidade aquém da exigida pelo uso;
- V. As metas devem ser atingidas em regime de vazão de referência;
- VI. A vazão de referência pode variar ao longo dos anos;
- VII. As condições de abastecimento de populações devem ser sempre preservadas;
- VIII. Os padrões de qualidade das águas estabelecem limites individuais para cada substância em cada classe;
- IX. Os corpos de água superficial com salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰ são considerados águas doces, as quais possuem classes e parâmetros específicos;
- X. Os corpos de água superficial com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰ são considerados águas salobras, as quais possuem classes e parâmetros específicos;
- XI. Os corpos de água superficial com salinidade igual ou superior a 30 ‰ são considerados águas salinas, as quais possuem classes e parâmetros específicos.

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.

2.8.4 Resolução CONAMA n° 396/2008

A Resolução CONAMA n° 396/2008 dispõe sobre a classificação e as diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas. Quanto às classificações, existem seis:

- I. 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;
- II. 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;
 - III. 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;
 - IV. 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;
 - V. 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; e
 - VI. 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.

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.

O Governo do Estado de Santa Catarina possui sua estrutura administrativa estabelecida de acordo com a Lei Complementar nº 381/2007, a

qual define autarquias e atribuições diretas e indiretas para os órgãos da administração pública. Quanto ao arranjo institucional, dentre os diversos órgãos públicos, os que possuem relação com os recursos hídricos estaduais estão descritos na sequência (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

2.8.5 Departamento Estadual de Defesa Civil

A defesa civil (DC) tem como objetivo atuar na redução de desastres associados a eventos naturais, como os que acometem a BHRI, e compreende ações de prevenção, mitigação, de preparação para emergências e desastres, de resposta aos desastres e de reconstrução. As ações da DC se dão nos três níveis de governo, federal, estadual e municipal (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

De acordo com a Lei Complementar nº 741/2019 é de competência da DC: articular e coordenar as ações de prevenção e preparação para desastres, assistir e socorrer às vítimas de calamidades, restabelecer serviços essenciais e atuar na reconstrução (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

Além das atribuições dadas pela Lei Complementar nº 741/2019, a DC tem competência para 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 antrópicas 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 (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

2.8.6 Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI)

Compete a 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 (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

É de competência da EPAGRI planejar, coordenar e executar, de forma descentralizada, a política estadual de educação profissional e tecnológica, de pesquisa, transferência e difusão de tecnologia agropecuária, florestal, pesqueira, socioeconômica e de extensão rural e assistência técnica do Estado; apoiar técnica e administrativamente os órgãos e as entidades da Administração Pública Estadual na formulação, orientação e coordenação da política de ciência e tecnologia relativa ao setor agropecuário e pesqueiro do Estado; estimular e promover a descentralização operativa das atividades de pesquisa agropecuária e extensão rural e pesqueira de interesse estadual, regional e municipal; promover o desenvolvimento sustentável da agropecuária, da pesca e do meio rural do Estado, por meio da integração dos serviços de geração, transferência e difusão de tecnologia agropecuária, florestal, pesqueira e socioeconômica; executar as atividades de planejamento e informações agropecuárias do Estado previstas na Lei nº 8.676, de 17 de junho de 1992; monitorar safras e mercados de produtos agropecuários, florestais e pesqueiros e gerar e difundir informações socioeconômicas sobre o setor rural catarinense; e atuar, em parceria com outras instituições públicas e privadas, em projetos de desenvolvimento territorial, para valorização de produtos

tradicionais, com reconhecimento através de signos distintivos (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

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 (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

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/CIRAM, 2021).

2.8.7 Secretaria Executiva do Meio Ambiente (SEMA)

É de responsabilidade da SEMA 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 (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

Adicionalmente às competências supracitadas, a SEMA deve acompanhar e articular, com os outros órgãos e entidades que possuem competência de fiscalização ambiental: a aplicação de medidas de compensação; além do uso legal de áreas de preservação permanente (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

Também é competência da SEMA 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 nas barragens em Santa Catarina, visando à proteção, o direito dos atingidos, a preservação das espécies

da fauna e flora catarinense (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

Cabe ressaltar que a SEMA recebe apoio jurídico e operacional da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

2.8.8 Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE)

É de competência da SDE coordenar a gestão do Programa de Desenvolvimento da Empresa Catarinense (PRODEC), de forma articulada com a Secretaria de Estado da Fazenda. Além do mais, a SDE visa: fomentar investimentos no Estado, em áreas e setores estratégicos para o desenvolvimento econômico estadual, mediante ações que atraiam investidores públicos e privados, nacionais e estrangeiros, os quais facilitem a vinda deles e os informem sobre as possibilidades oferecidas pelo Estado; formular programas, projetos e ações destinados ao desenvolvimento e fortalecimento dos empreendimentos de micro e pequeno portes; formular políticas e diretrizes para nortear a atuação das agências e dos bancos de desenvolvimento; apoiar e estimular políticas públicas de simplificação dos processos de abertura, alteração, fechamento e fiscalização de sociedades empresárias; formular e coordenar as políticas estaduais de trabalho, emprego e renda; fomentar a implementação de condomínios de sociedades empresárias, polos tecnológicos, aglomerados produtivos locais e centros de inovação; estimular a realização de pesquisa científica e tecnológica; definir a política a ser adotada para a ciência, tecnologia e inovação, estimulando a participação integrada das Administrações Públicas Estadual e Municipais, das instituições privadas e da sociedade; normatizar, integrar e acompanhar as ações de fomento à ciência, tecnologia e inovação dos órgãos e das entidades da Administração Pública Estadual, bem como acompanhar seus resultados; realizar estudos para subsidiar a formulação de planos e programas de desenvolvimento científico e tecnológico no Estado; promover a defesa dos direitos do consumidor, por meio do PROCON Estadual; coordenar a produção, análise e divulgação de informações estatísticas; promover e coordenar a elaboração de trabalhos cartográficos e geográficos do Estado; identificar os limites intermunicipais e

distritais; formular, planejar, coordenar e controlar a implementação das políticas estaduais de desenvolvimento regional e urbano; promover o uso racional e a ocupação ordenada do solo do Estado, com atenção especial às áreas indispensáveis à manutenção do meio ambiente equilibrado; desenvolver ações para adequar os instrumentos jurídicos e urbanísticos à Lei Federal nº 10.257, de 10 de julho de 2001; apoiar a elaboração de planos diretores de desenvolvimento municipal; e ainda fomentar investimentos e apoiar a Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina (FAPESC) (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

2.8.9 Do Instituto do Meio Ambiente do Estado de Santa Catarina (IMA)

O IMA é uma das entidades da administração pública estadual indireta, do tipo autarquia. O objetivo do IMA é promover políticas públicas e executar ações vinculadas à gestão e fiscalização ambiental no Estado, na forma estabelecida em lei específica (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

É de competência do IMA implantar e coordenar o sistema de controle ambiental, inclusive o decorrente do licenciamento ambiental de empreendimentos de impacto ambiental, das autuações ambientais transacionadas e dos usos legais de áreas de preservação permanente; elaborar manuais e instruções normativas relativas 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 e ainda executar a fiscalização ambiental no Estado de forma articulada com os órgãos e as entidades envolvidas nessa atividade (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

2.8.10 Secretaria de Estado da Infraestrutura e Mobilidade (SIE)

É de competência da SIE planejar, formular e normatizar políticas, programas, projetos e ações referentes aos sistemas portuário e de mobilidade rodoviária, ferroviária, hidroviária, aeroviária, cicloviária e de pedestres; implementar políticas para a infraestrutura de transportes, edificações e obras hidráulicas do Estado; definir padrões, normas, diretrizes e especificações técnicas para a execução de estudos, projetos, planos, programas, construções, conservações, restaurações, reconstruções, melhoramento, ampliações e operações voltadas à infraestrutura de transportes, de edificações e de obras hidráulicas de interesse do Estado; regulamentar, autorizar, fiscalizar, controlar e administrar as ocupações de terrenos e edificações por terceiros, a construção de acessos e o uso de travessias de qualquer natureza em áreas de domínio do Estado; exercer o controle direto ou indireto do trânsito e de outras atividades correlacionadas à operação das rodovias sob a jurisdição do Estado; exercer o poder de polícia de tráfego e as competências estabelecidas no art. 21 da Lei Federal nº 9.503, de 23 de setembro de 1997, nas rodovias sob a jurisdição do Estado; delimitar, para fins de declaração de utilidade pública, bens imóveis a serem desapropriados para implementação de empreendimentos do Estado; administrar, coordenar, elaborar e executar convênios de delegação de encargos, firmados com a União ou com os Municípios do Estado, de que resultem estudos, projetos, planos, programas, construções, conservações, restaurações, reconstruções, melhoramento, ampliações e operações da infraestrutura de transportes, edificações e obras hidráulicas situados no Estado (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

Além das atribuições já citadas, também é da alçada da SIE elaborar e revisar periodicamente: o Plano Diretor Aeroviário do Estado; Plano Diretor Ferroviário do Estado; o Plano Diretor Intermodal de Transportes do Estado.

Adicionalmente, compete a SIE planejar e executar o serviço público de transporte rodoviário intermunicipal de passageiros; elaborar, executar e revisar periodicamente a Política Estadual de Transportes de Passageiros; licitar e firmar documentos de delegação de serviços de transporte intermunicipal de passageiros na forma de lei específica; elaborar normas gerais e específicas sobre o sistema de transporte de passageiros sob sua jurisdição, em consonância com a Política Estadual de Transportes de Passageiros; firmar convênios com os Municípios do Estado ou delegar a eles serviços referentes ao transporte aquaviário na forma de lei específica; fixar critérios para o cálculo das tarifas de utilização dos terminais rodoviários e aquaviários de passageiros para os serviços sob sua jurisdição; firmar convênios, acordos, contratos e demais instrumentos legais; participar de negociações de empréstimos, com instituições públicas ou privadas, nacionais ou internacionais, para financiamento de programas, projetos e obras de sua competência; realizar programas de pesquisa e de desenvolvimento tecnológico, promovendo a cooperação técnica com organismos públicos e privados; manter memória técnica de pesquisas, estudos, projetos, controles e obras relativos à sua área de competência; vincular-se de modo sistêmico com órgãos e entidades federais; modernizar o sistema de transporte de passageiros sob sua jurisdição. Salienta-se que a infraestrutura de transporte inclui os sistemas viários, rodovias, ferrovias, vias navegáveis e aeroviárias, assim como as instalações portuárias (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019).

2.8.11 Polícia Militar Ambiental

A Polícia Militar Ambiental pertence à Secretaria de Estado da Segurança Pública (SSP) (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2019). A Polícia Militar Ambiental (PMA), com status de Batalhão, foi instituída em 2005 pela Lei Estadual nº 3.379. Sendo uma organização policial militar responsável por fiscalizar a flora, fauna, mineração, poluição e agrotóxicos, com atuação em todo o Estado de Santa Catarina, por meio de pelotões situados em diferentes áreas (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

É atribuição da Política Ambiental Estadual 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; lavrar auto de infração em formulário único do Estado e encaminhá-lo ao IMA, 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 o IMA 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; e ainda viabilizar cursos de aperfeiçoamento técnico, na área de policiamento ambiental, dentro e fora da corporação (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2009).

2.8.12 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 (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

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 no âmbito estadual (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

2.8.13 Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí (Comitê do Itajaí)

O Comitê do Itajaí é composto de 50 instituições-membro, destas 40% representam usuários de água, 40% (quarenta por cento) de representantes da população das bacias, por meio dos Poderes Executivo e Legislativo Municipais, de parlamentares das regiões e de organizações e entidades da sociedade civil e 20% (vinte por cento) de representantes dos órgãos da Administração Pública Federal e Estadual atuantes nas bacias e que estejam relacionados aos recursos hídricos. Por meio de eleição entre os pares, a composição do Comitê do Itajaí é renovada a cada quatro anos (GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA, 2020). A sede do Comitê situa-se no município de Blumenau. Atualmente há duas Câmaras técnicas atuantes.

2.8.14 Fundação de Apoio à Pesquisa Científica e Tecnológica do Estado de Santa Catarina (FAPESC)

A FAPESC é um órgão do governo estadual, vinculado à SDE, que repassa recursos públicos para a execução de atividades de pesquisa, inovação, capacitação de recursos humanos e difusão de conhecimentos. O apoio financeiro é dado por meio de editais de chamadas públicas (FAPESC, 2020).

Dentre as competências diversas da FAPESC está a de apoiar ou subsidiar o avanço na gestão de recursos hídricos. Além de aplicar recursos destinados à pesquisa científica e tecnológica nos termos do art. 193 da Constituição do Estado, para o equilíbrio regional, para o avanço de todas as áreas do conhecimento, para 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 S/A. A FAPESC apoia a realização de estudos, a execução e divulgação de programas e projetos de pesquisa científica básica e aplicada, individuais ou institucionais e desenvolvimento de produtos e processos tecnológicos e ainda, promove o intercâmbio e a cooperação técnico-científica regional, nacional e internacional (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

2.8.15 Instituições que atuam em nível microrregional

Além das instituições estaduais supracitadas, também há as que atuam em nível regional e que merecem destaque por sua relevância na área de gestão de recursos hídricos. Dentre elas há a Fundação Universidade Regional de Blumenau (FURB) que mantém o Centro de Operações do Sistema de Alerta (CEOPS) e o Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental (PPGEA), que tem desenvolvido pesquisas e discussões sobre a gestão de recursos hídricos na Bacia do Itajaí. Também destaca-se a Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI), cujo Centro de Ciências e Tecnologias do Mar (CTMAR) se dedica a estudos e pesquisas na região do estuário do Rio Itajaí (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

Outras organizações relevantes para a gestão de recursos hídricos em nível regional são as Associações de Municípios. Os municípios da BHRI possuem três associações: a Associação de Municípios do Alto Vale do Itajaí (AMAVI) composta por 28 municípios e atuante no Alto Vale; a Associação dos Municípios do Médio Vale do Itajaí (AMMVI) com atuação no médio Vale do Itajaí e composta por 14 municípios; e a Associação dos Municípios da Foz do Rio Itajaí (AMFRI) atuante na região da foz do Itajaí, AMFRI, composta por 11 municípios, destes 6 pertencentes à BHRI. Estas associações têm funções de

planejamento regional e de assessoria no desenvolvimento e na implementação de políticas municipais, incluindo as de planejamento urbano, saneamento básico e meio ambiente (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

2.8.16 Instituições Federais

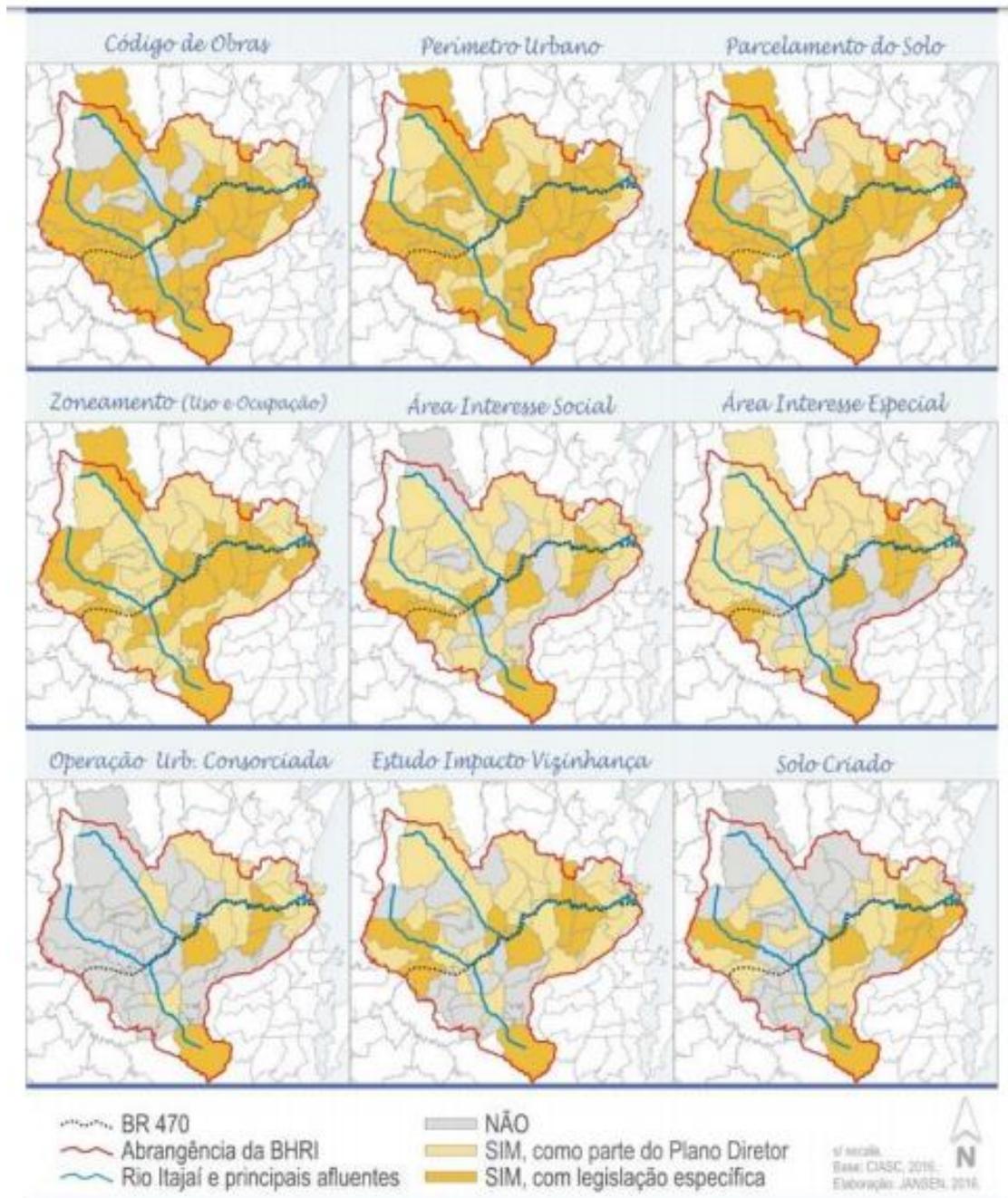
São diversas instituições relacionadas à recursos hídricos na BHRI que estão vinculadas ao governo federal. Dentre elas o Ministério do Meio Ambiente (MMA). Deve-se destacar a participação do MMA na criação do Parque Nacional da Serra do Itajaí, como também no trabalho pioneiro em conjunto com a AMAVI, que procura soluções para a averbação de Reserva Legal das propriedades da região. A Agência Nacional de Águas (ANA), pertencente ao Ministério do Desenvolvimento Regional, presente em diversas discussões na BHRI, notadamente as relacionadas com a previsão de inundações, dada sua atuação como coordenadora da rede hidrometeorológica nacional (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

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 política nacional no país; a Fundação Nacional do Índio (FUNAI), que é responsável pela gestão da Reserva Indígena Duque de Caxias; o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), responsável pela gestão do Parque Nacional da Serra do Itajaí, da Floresta Nacional de Ibirama e da Área de Relevante Interesse Ecológico da Serra da Abelha e do Rio da Prata; a Secretaria Nacional de Portos e Transportes Aquaviários vinculada ao Ministério da Infraestrutura, que dentre de suas competências está a de promover a execução e a avaliação de medidas, programas e projetos de apoio ao desenvolvimento da infraestrutura e da superestrutura dos portos e terminais portuários marítimos, o que diz respeito diretamente aos portos de Itajaí e Navegantes (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

2.9 Políticas, planos e programas locais e regionais

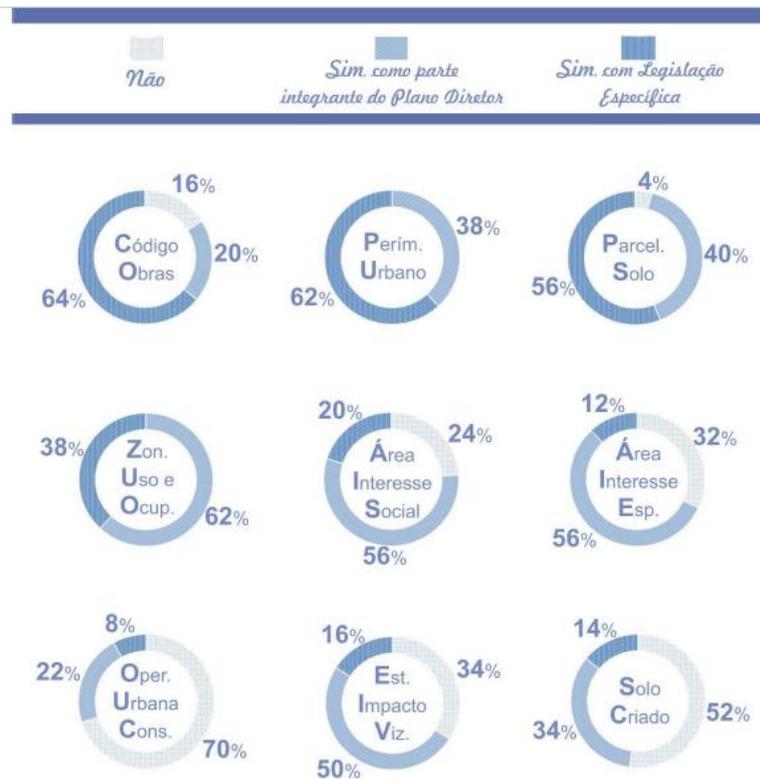
De acordo com Jansen e Vieira (2016), todos os municípios pertencentes à BHRI possuem Plano Diretor; mesmo que apenas 26% dos municípios participantes do Comitê do Itajaí possuem mais de 20000 habitantes, o que obriga a necessidade de possuir um Plano Diretor. Os autores ainda aferiram os instrumentos da política urbana nos municípios que compõem o Comitê do Itajaí e elaboraram um infográfico, apresentado na Figura 23, assim como distribuíram o resultado pelos municípios, Figura 24.

Figura 23- Espacialização dos instrumentos da política urbana nos municípios da BHRI



Fonte: Jansen e Vieira (2016, p. 13).

Figura 24 – Instrumentos da política urbana dos municípios da BHRI



Fonte: Jansen e Vieira (2016, p. 9).

No Plano da BHRI foi realizado levantamento dos projetos existentes nos municípios relacionados à proteção da água e à gestão do território, cujo resultado é demonstrado na Tabela 6. Apesar da carência administrativa e legal de muitos municípios, há uma boa adesão aos programas por parte das prefeituras. Programas de proteção de cursos de água, recuperação ambiental, ecoturismo e agroecologia existem em 26% a 34% dos municípios. No entanto, nenhum município possui um programa específico de proteção aos aquíferos. A maioria dos municípios possui programas implementados de manejo em microbacias, 67%, e educação ambiental, 73% (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

Quanto aos planos e programas específicos para a área costeira da BHRI, em 2010 o município de Itajaí assinou o Termo de Adesão ao Projeto Orla, e em 2018 assinou o Termo de Adesão à Gestão de Praias (TAGP), no qual foram feitas adequações no Plano de Gerenciamento Integrado/Plano de Orla (PGI/PO) pela Coordenação Estadual e Municipal. Atualmente o PGI encontra-se em análise na Comissão Técnica Estadual Projeto Orla (CTE) e o Comitê Gestor do Projeto Orla (CGM) está em funcionamento. Os municípios de Balneário Piçarras e Navegantes não possuem decreto do CGM, mas assinaram Termo de Adesão ao

Projeto Orla em 2010 e 2003, respectivamente. Em relação à assinatura do TAGP, Balneário Piçarras assinou em 2019 e Navegantes em 2018. Quanto ao município de Penha, em 2013 assinou o Termo de Adesão ao Projeto Orla, em 2017 solicitou o TAGP, ainda não aprovado. Penha possui decreto do CGM em funcionamento.

Tabela 6 - Programas e projetos existentes no município relacionados à proteção de água

Programa/ Município	Proteção cursos d'água	Manejo de microbacias	Recuperação ambiental	Educação Ambiental	Recuperação de vias rurais	Proteção de aquíferos	Ecoturismo	Agroecologia
Agrolândia		X	X		X			X
Agronômica		X			X			
Alfredo Wagner		X	X	X	X		X	X
Apiúna		X		X	X		X	
Ascurra	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r
Atalanta	X	X		X	X		X	X
Aurora		X		X	X		X	X
Benedito Novo				X				
Blumenau	X		X	X			X	X
Botuverá		X		X	X		X	
Braço Trombudo		X		X				X
C. do Lageado	X	X	X	X				X
Dona Emma		X		X				
Doutor Pedrinho		X		X	X		X	
Gaspar				X			X	
Guabiruba	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r
Ibirama	X	X	X	X	X			X
Ilhota		X						X
Imbúia	X	X	X	X	X			
Indaial	X	X		X				X
Itajaí		X	X	X				
Itaiópolis					X			
Ituporanga			X	X				X
José Boiteux		X		X	X			
Laurentino		X		X	X			
Lontras		X						
Luís Alves				X				
Mirim Doce		X	X					
Navegantes				X				

Programa/ Município	Proteção cursos d'água	Manejo de microbacias	Recuperação ambiental	Educação Ambiental	Recuperação de vias rurais	Proteção de aquíferos	Ecoturismo	Agroecologia
Penha				X			X	
Petrolândia	X	X		X			X	
Piçarras	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r	s/r
Pomerode		X						
Pouso Redondo	X	X		X	X		X	X
Pres. Getúlio		X			X		X	X
Pres. Nereu				X				X
Rio do Campo	X		X	X				
Rio do Oeste		X		X	X			
Rio do Sul		X	X	X	X		X	
Rio dos Cedros		X	X	X				
Rodeio		X		X	X			
Salete		X		X	X			
Santa Terezinha		X	X	X	X			X
Taió	X		X	X	X			X
Timbó	X		X					
Tromb. Central		X		X	X			
Vidal Ramos	X	X	X	X	X		X	
Vitor Meireles		X						
Witmasum	X		X	X				

Fonte: Shult (2006) citado por Comitê do Itajaí (2010)

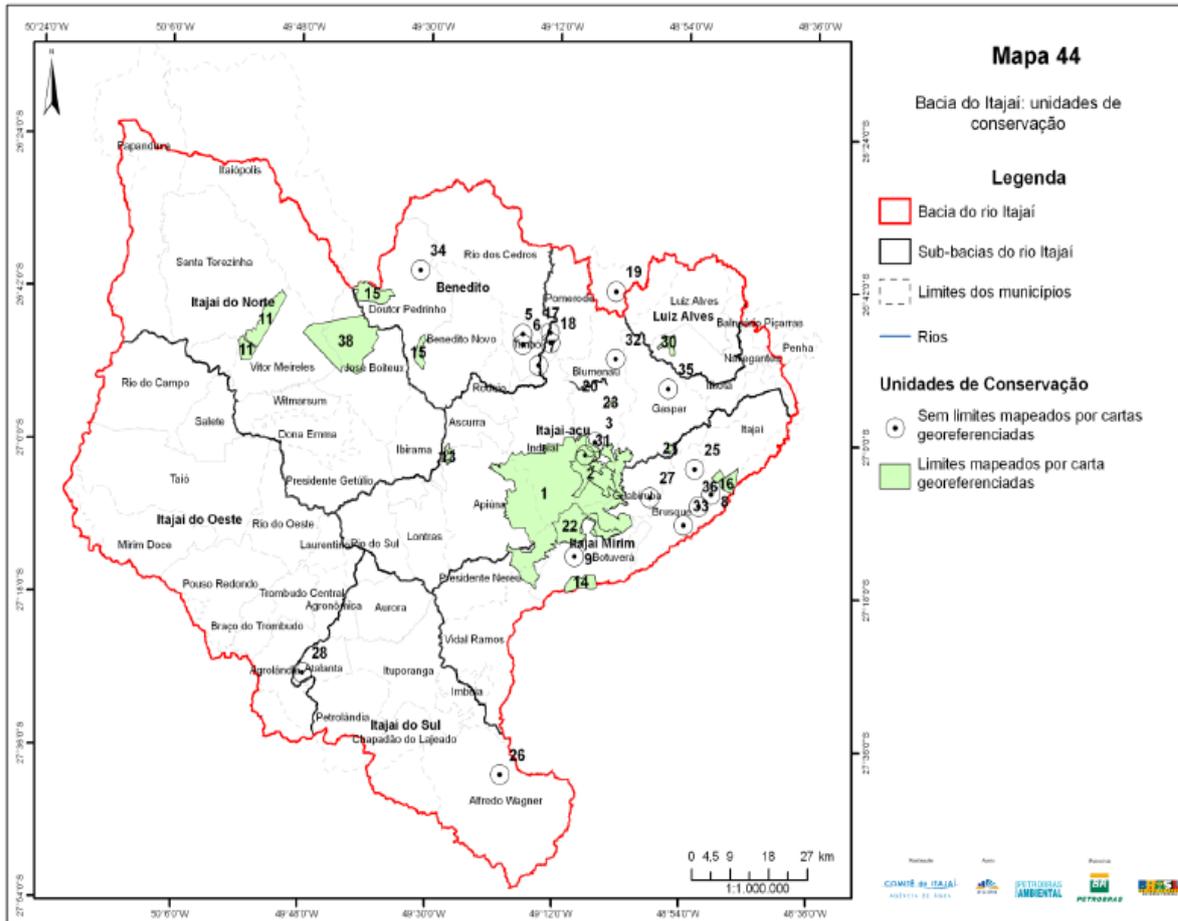
s/r: Sem Resposta

Programas de recuperação de vias no espaço rural estão presentes em 25 municípios. Em momentos de precipitação intensa, o escoamento superficial gerado nas estradas rurais ocasiona o arraste de partículas de solo, que podem atingir os corpos de água e impactar sua qualidade. Cabe salientar, que programas de recuperação de vias e proteção de cursos de água precisam ser analisados individualmente, pois nem sempre representam alternativas de proteção da água. A recuperação de vias na área rural muitas vezes não está relacionada com o controle da erosão, não repercutindo desta forma em melhoria para os recursos hídricos (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

2.10 Áreas reguladas por legislação específica (Unidades de Conservação)

Há unidades de conservação em 18 municípios da BHRI, porém, nem todas integrantes do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), Figura 25 (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010). O Parque Nacional Serra do Itajaí tem a maior área com cobertura vegetal protegida na BHRI. No Alto Vale, especialmente nas sub-bacias do Rio Itajaí do Sul e do Oeste, não existem áreas de conservação registradas no SNUC, sendo essas regiões com menor cobertura florestal. Nesses locais existem somente Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) (COMITÊ DO ITAJAÍ, 2010).

Figura 25 – Unidades de Conservação na BHRI



Fonte: Comitê do Itajaí (2010, p. 142).

2.11 Caracterização socioeconômica da bacia hidrográfica

2.11.1 Atividades econômicas

De acordo com o Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH, 2017), o Produto Interno Bruto (PIB) da região hidrográfica 7 (RH7), na qual a BHRI está contida, possui o setor terciário com 38,5%, seguido do setor industrial com 26,7%. As atividades ligadas ao comércio, indústria de transformação, transporte, alojamento, agroindústria e serviços são os que se destacam em relação às unidades locais desses setores (PERH, 2017).

Em relação à agricultura, os principais cultivos temporários da BHRI são milho, fumo, soja e arroz. Quanto às lavouras permanentes destaca-se o cultivo de banana. Um resumo dos produtos agrícolas e áreas cultivadas é apresentado na Tabela 7 (PERH, 2017).

Tabela 7- Produção agrícola da BHRI em área cultivada

Cultivo Temporário	Área em hectares	Cultivo Permanente	Área em hectares
Milho	47.122,97 (25,13%)	Banana	7.056,07 (64,98%)
Fumo	45.550,68 (24,29%)	Palmito	1.677,93 (15,45%)
Soja	30.060,89 (16,03%)	Erva-mate	621,19 (5,72%)
Arroz	28.578,87 (15,24%)	Laranja	540,25 (4,98%)
Cebola	13.702,62 (7,31%)	Tangerina	352,75 (3,25%)
Feijão	7.985,69 (4,26%)	Uva	243,24 (2,24%)
Trigo	5.013,75 (2,67%)	Maçã	147,12 (1,35%)
Mandioca	4.553,90 (2,43%)	Pêssego	82,29 (0,76%)
Cana-de-açúcar	1.639,16 (0,87%)	Pera	59,01 (0,54%)
Aveia	911,03 (0,49%)	Limão	29,00 (0,27%)
Batata-doce	883,29 (0,47%)	Caqui	28,00 (0,26%)
Melancia	645,19 (0,34%)	Noz	12,00 (0,11%)
Batata-inglesa	643,87 (0,34%)	Figo	6,00 (0,06%)
Tomate	213,45 (0,11%)	Maracujá	4,25 (0,04%)
Alho	3,15 (<0,01%)		
Melão	1,00 (<0,01%)		

Fonte: PERH (2017).

Quanto à pecuária, as aves apresentam a população mais expressiva, com um total de 7.264.133, na sequência os bovinos com 495.935 cabeças e suínos com 464.188 cabeças, considerando informações de 2014 (PERH, 2017). Essa população necessita em média de 2.701.261.291 m³ de água por dia. A aquicultura produz

aproximadamente 10.214.769,7 kg de produtos oriundos dessa atividade (PERH, 2017).

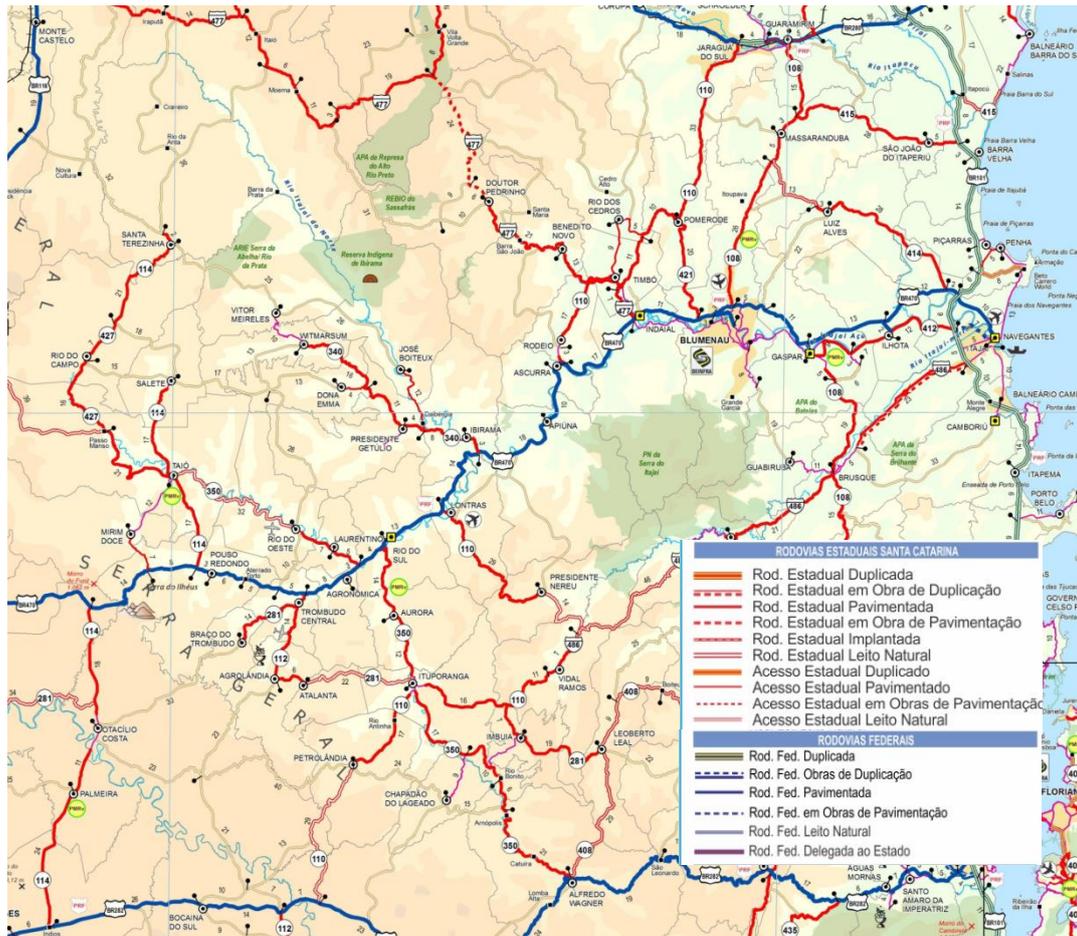
2.11.2 Infraestrutura

O abastecimento público de água domiciliar é predominantemente executado por redes canalizadas (82,34%), seguida de poços ou nascentes nas propriedades (13,63%), ou ainda por poços ou nascentes fora da propriedade (3,65%) (IBGE, 2010 apud PERH, 2017).

Em relação ao esgoto sanitário, os sistemas individuais de tanque séptico e filtro anaeróbio são os predominantes com 67,98%, enquanto as redes de esgotamento sanitário somam 27,20%. Também são utilizadas valas e lançamento diretos em rios, lagos e corpos hídricos, totalizando 4,69% (IBGE, 2010 apud PERH, 2017).

Quanto ao sistema viário, as principais rodovias federais no âmbito da BHRI são a BR 101 e a BR 470. A primeira interligando a região litorânea e a segunda o deslocamento leste-oeste, dando acesso ao interior do Estado e da BHRI. Também há várias rodovias estaduais responsáveis por interligar os municípios, Figura 26.

Figura 26– Corte do Mapa Rodoviário do Estado de Santa Catarina



Fonte: Adaptado de SIE (2019).

2.11.3 Indicadores de Qualidade de Vida

Para medir a qualidade de vida, o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) utiliza o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), que mede três dimensões do desenvolvimento humano: longevidade, educação e renda. O índice varia de 0 a 1, valores mais próximos a 1 demonstram maior desenvolvimento humano (PNUD, 2020).

A dimensão relacionada à longevidade demonstra a oportunidade de uma vida longa e saudável, com acesso ao conhecimento e padrão de vida que garantam o atendimento às necessidades básicas como saúde, educação e renda. A longevidade é mensurada pela expectativa de vida ao nascer, calculada indiretamente por dados do Censo Demográfico do IBGE (PNUD, 2020).

A renda é mensurada pela média de cada residente de determinado município. Soma-se a renda de todos os residentes e divide-se pelo número de pessoas que moram no município, pessoas sem renda e crianças são incluídas. Em relação à educação, há a combinação de duas variáveis: média de anos de estudo da população com 25 anos ou mais e a expectativa de anos de estudo. Os dados são do Censo demográfico do IBGE. Os três componentes: longevidade, educação e renda são agrupados por meio da média geométrica, resultando no IDHM (PNUD, 2020).

A BHRI apresenta o IDHM médio de 0,771, ligeiramente inferior ao do Estado de Santa Catarina (0,774). O IDHM de renda pontuou 0,772; longevidade 0,875 e educação 0,680; sendo este o responsável pela diminuição do índice (PERH, 2017).

2.12 Capacidade de investimento em ações de gestão de recursos hídricos.

A Secretaria Estadual de Defesa Civil possui uma proposta do Projeto de Prevenção de Desastres na Bacia do Rio Itajaí. Há um conjunto de obras a serem executadas em diversos municípios da BHRI (BOHN, 2018). Dentre as obras, algumas já foram executadas como a sobrelevação das barragens de Taió e Ituporanga e a instalação de um radar meteorológico em Lontras. Um resumo das melhorias previstas com os custos estimados está descrito na Tabela 8.

Tabela 8 – Obras previstas pela DC para a prevenção de desastres na BHRI

Município(s)	Obra	Observação	Custo estimado (R\$)
Entre Rio Sul e Rio Lontras	Melhoramentos Fluviais	Município de Rio do Sul	3.891.570,08
		21 km do Rio Itajaí-Açu entre a área urbana de Rio do Sul e Lontras.	407.315.072,83
Apiúna	Derrocamento do maciço, construção de canal aprofundado, sistemas de comportas e canal extravasor.	Usina Salto Pilão	Dado não encontrado
Timbó	Melhoramentos Fluviais	500 m na calha do rio dos Cedros e 500 m na calha do rio Benedito	1.756.090,26
Indaial	Melhoramentos Fluviais		Dado não encontrado
	Derrocamento	Bairro Carijós	49.407.000,00
	Derrocamento	Bairro Sol	67.710.000,00
Gaspar	Construção de diques com estações de bombeamento	Rua Anfilóquio Nunes Pires - E.B. Bela Vista	Dado não encontrado
Ilhota	Construção de diques com estações de bombeamento		Dado não encontrado
Rio dos Cedros e Presidente Getúlio	Canal extravasor		Dado não encontrado

Blumenau	Túnel de derivação	Rio Itajaí Blumenau	125.000.000,00
	Diques de proteção e estações de bombeamento	Rua Antônio Treis - E.B. Antônio Treis	Dado não encontrado
		Ampliação da E.B. Ribeirão Fortaleza	Dado não encontrado
		Rua Amazonas - E.B. Ribeirão Fresco	Dado não encontrado
		Rua 2 de Setembro - E.B. Teka	Dado não encontrado
		Rua 2 de Setembro - E.B. 25 de Julho	Dado não encontrado
Navegantes	Melhoramentos Fluviais	Canal Extravasor	1.500.000.000,00
		5 Pontes	
		9 Sistema de Comportas	
		2 Molhes de 835 m	
		Dragagem do rio Itajaí	
Taió	Melhoramentos Fluviais		2.364.667,44
Mirim Doce, Pouso Redondo, Agrolândia, Botuverá Braço do Trombudo, Petrolândia e	Construção de barragens de contenção		Dado não encontrado
Itajaí	Melhoramento fluvial nos rios Itajaí-Açu e Itajaí-Mirim antigo		Dado não encontrado
	Diques no canal retificado do Rio Itajaí-Mirim		Dado não encontrado
	2 comportas no rio Itajaí-Mirim antigo		Dado não encontrado
Total			2.157.444.400,61

Fonte: Adaptado de Bohn (2018)

Cabe ressaltar que o atual projeto da Defesa Civil prevê novas medidas estruturais que não estão descritas no Plano Diretor de Controle de Enchentes elaborado pela Agência de Cooperação Internacional do Japão (JICA) (BOHN, 2018).

Outros investimentos são previstos para a BHRI pela Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável (SDE), por meio da Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento (DRHS). Para os próximos anos está programada a revisão do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itajaí. Também vem sendo aplicados recursos anuais destinados às manutenções e aprimoramentos das redes de monitoramento hidrometeorológico e de qualidade de água. Outro investimento para a BHRI diz respeito à contratação de entidade para prestar apoio técnico e administrativo ao Comitê Itajaí. Ainda, existe o planejamento de percentual dos recursos do FEHIDRO a ser aplicado para a implementação de ações do Plano Diretor de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itajaí.

2.13 Áreas vulneráveis e susceptíveis

Os trechos dos rios mais impactados com poluição estão demonstrados na Figura 17. Todos os rios da bacia contidos em áreas que possuem urbanização estão sujeitos a contaminação por esgoto sanitário; enquanto as áreas rurais são impactadas por contaminação de origem agropecuária, como dejetos de animais e fertilizantes, Figura 4.

Os eventos críticos tendem a pior a qualidade de água. Dentre os 70 municípios mais atingidos por desastres no país, 34 estão em Santa Catarina (CEPED, 2012). O Estado registrou 12,2% de todos os desastres ocorridos no país entre os anos de 1991 e 2010, apesar de possuir 1,2% da extensão territorial (CEPED, 2011).

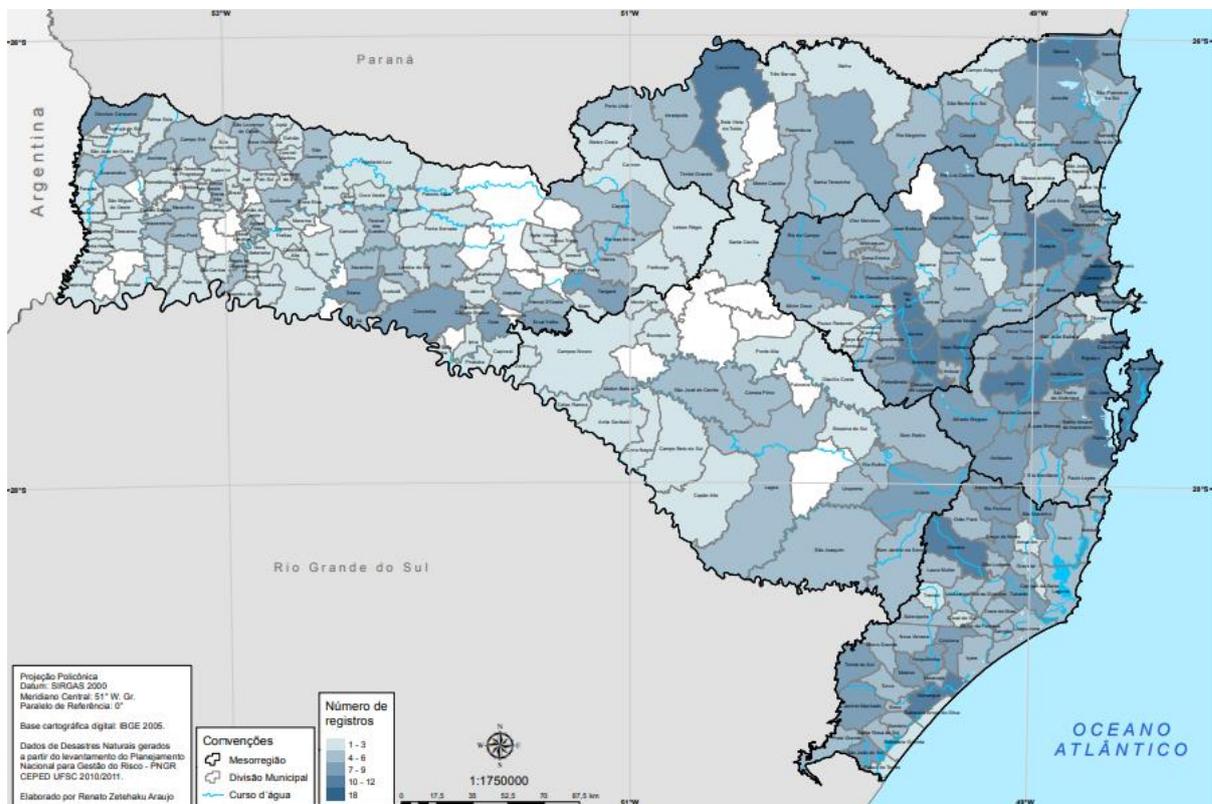
Na Figura 27 são apresentados os municípios catarinenses atingidos por inundação brusca entre os anos de 1991 e 2010. Destacam-se alguns municípios da BHRI como Ilhota, Vidal Ramos, Aurora e Gaspar. Em relação à qualidade, esses eventos trazem contaminantes para os cursos de água por meio da lavagem das superfícies. Esta água escoada superficialmente até atingir os canais de drenagem, trazendo consigo desde partículas de solo que aumentam os sólidos em

suspensão e turbidez, até micropoluentes como fertilizantes, agrotóxicos, resíduos de asfalto, entre outros.

Em relação à inundação gradual, no mesmo período de 1991 a 2010, destacam-se os municípios de Blumenau, Rio do Sul e Taió, Figura 28. A inundação gradual geralmente conduz para os cursos de água materiais presentes nas áreas inundadas como resíduos sólidos, eletrodomésticos, móveis, entre outros materiais flutuantes. Apesar da inundação gradual ser um evento natural dos rios, esses materiais não fazem parte do ecossistema e impactam sua qualidade negativamente.

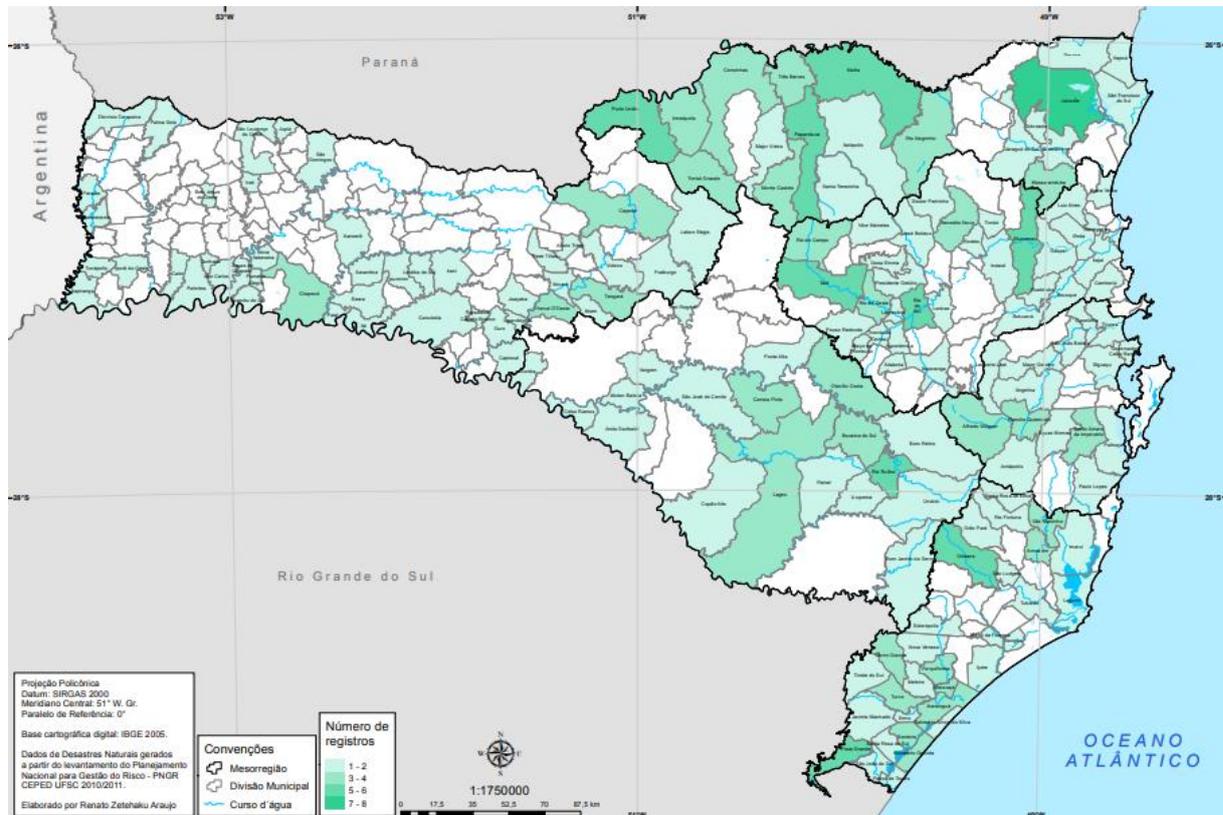
. Na BHRI a estiagem e a seca são mais recorrentes na região do Alto Vale, com destaque para os municípios de Taió, Rio do Campo, Salete, Witmarsum, José Boieux, Dona Emma, Mirim Doce, Agrolândia e Petrolândia, Figura 29 (CEPED, 2011). Em momentos de estiagem ou seca, a vazão dos cursos da água diminui e a concentração dos poluentes aumenta. São nesses momentos que a vazão de referência tende a ser atingida e a concentração crítica dos poluentes também.

Figura 27 - Municípios catarinenses atingidos por inundação brusca entre os anos de 1991 e 2010.



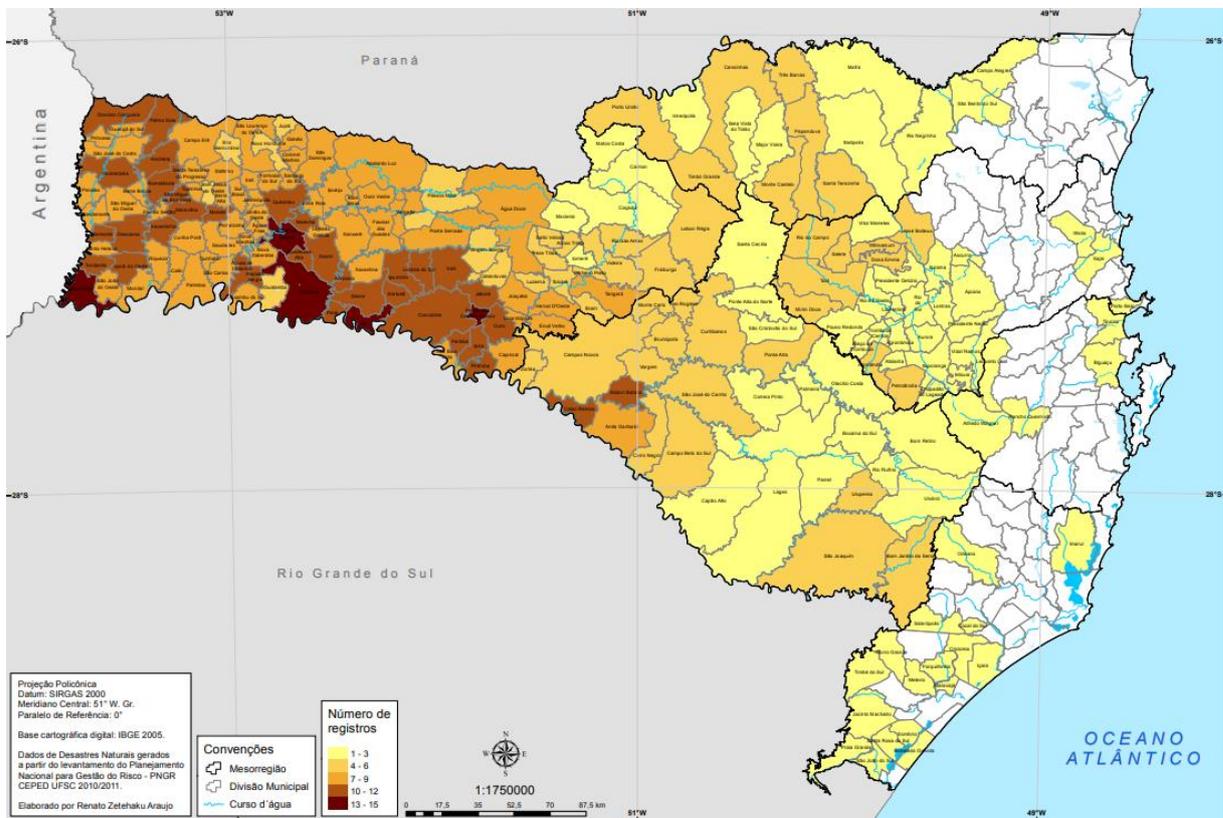
Fonte: CEPED (2011, p. 36).

Figura 28 - Municípios catarinenses atingidos por inundação gradual entre os anos de 1991 e 2010.



Fonte: CEPED (2011, p. 44).

Figura 29- Municípios catarinenses atingidos por inundação gradual entre os anos de 1991 e 2010.



Fonte: CEPED (2011, p. 28).

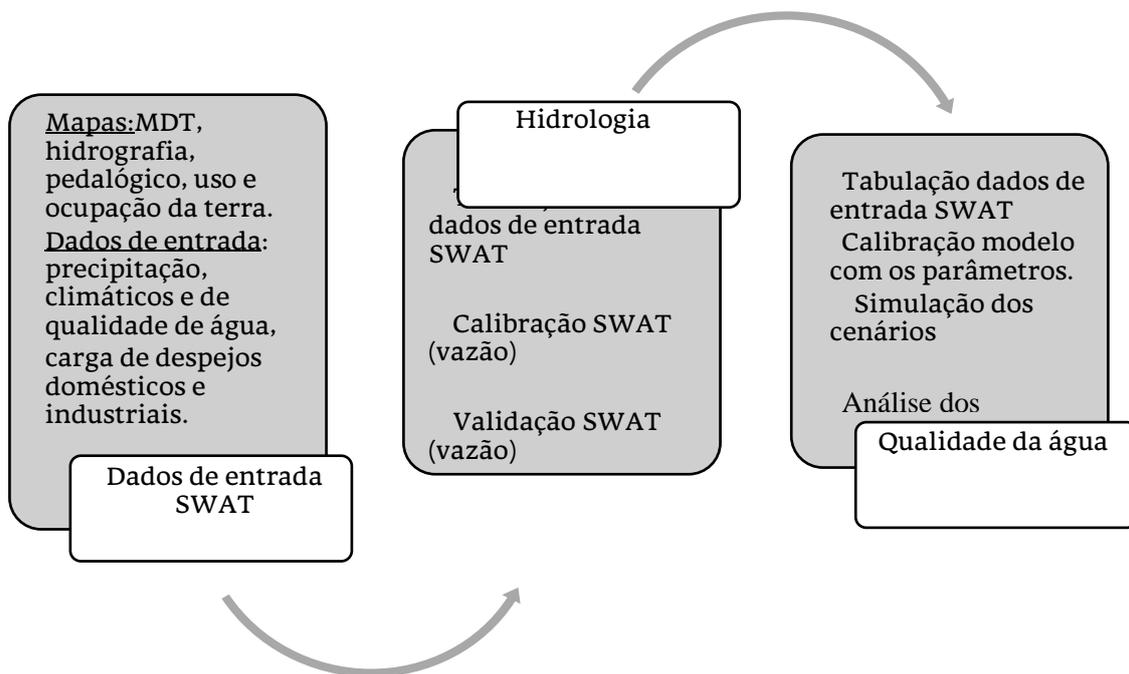
3 PROGNÓSTICO

3.1 Potencialidade, disponibilidade e demanda de água

3.1.1 Modelagem matemática para disponibilidade de água

Para a simulação dos cenários de qualidade de água foi utilizado o modelo *Soiland Water Assessment Tool* (SWAT), que é um modelo hidrológico distribuído e de base física. Ele simula o ciclo hidrológico, a produção de sedimentos, e as transformações e transporte de variáveis de qualidade das águas, como nutrientes, matéria orgânica e coliformes, em unidades hidrológicas homogêneas; fazendo a transferência de água e de elementos químicos ao longo da bacia. A metodologia utilizada na proposta de efetivação do enquadramento da BHRI está demonstrada resumidamente na Figura 30.

Figura 30 – Etapas adotadas para simulação e análise dos cenários estudados



Fonte: Autores (2019).

O Modelo Digital de Terreno (MDT) e hidrografia foram obtidos em Santa Catarina (2017a), enquanto os dados pedológicos foram obtidos em Santa Catarina

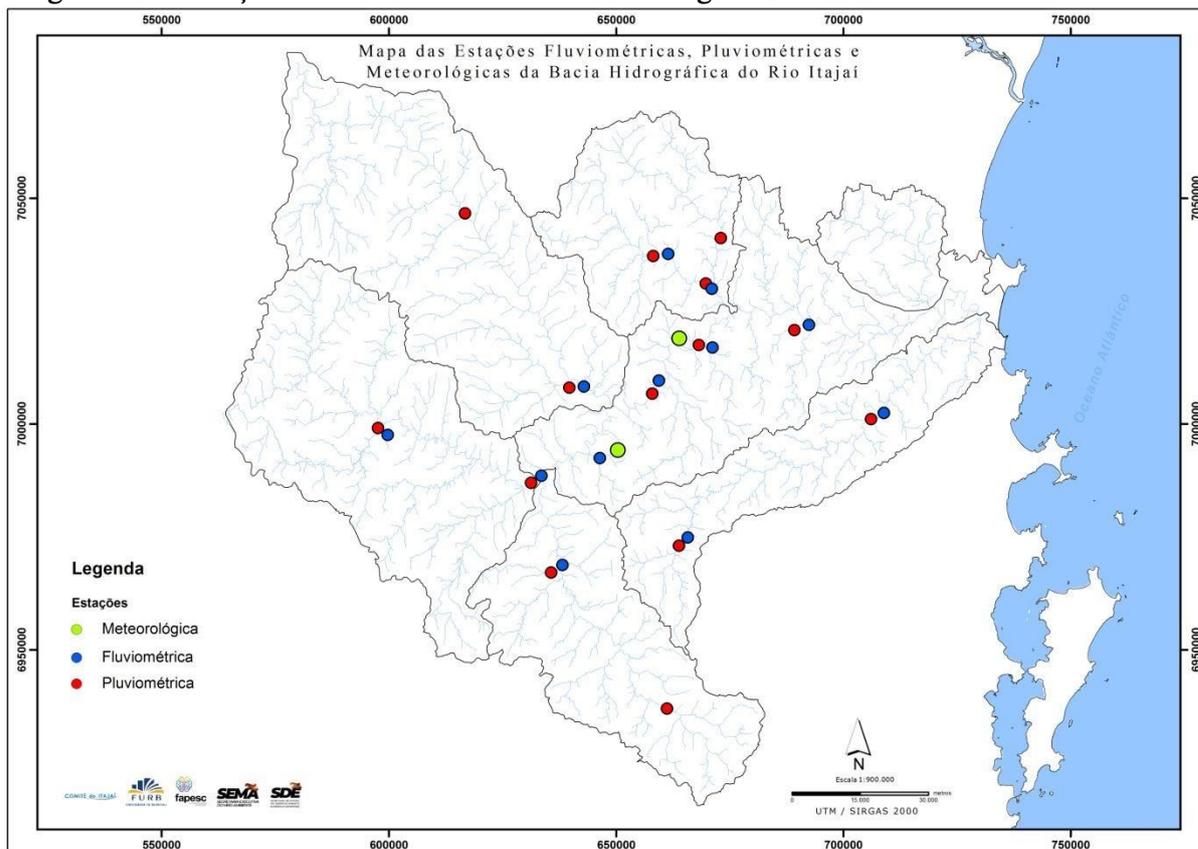
(2017b). O solo predominante na BHRI é o Cambissolo (45,40%), seguido pelos solos Litólicos (25,87%) e Argissolo vermelho-amarelo (20,34%).

Os dados de precipitação diária são de 14 (quatorze) estações pluviométricas da ANA (2018) e outras 3 (três) estações do Ribeirão Concórdia no município de Lontras, o intervalo utilizado dos dados é de 01/01/2002 à 31/12/2017 (KNAESEL, 2019). Para calibração da vazão foram utilizadas 11 (onze) estações fluviométricas da ANA (Figura 7): 83800002, 83690000, 83500000, 83300200, 83250000, 83677000, 83900000, 83660000, 83440000, 83050000, 83892990. Em função dos dados do Hidroweb da ANA não estarem consistidos para o período de 2010 a 2017, utilizou-se os dados consistidos por Venzon (2018). O intervalo completo dos dados utilizados foi de 01/01/2002 a 31/12/2017 (KNAESEL, 2019), totalizando 16 anos de registros. Os dados climáticos (temperatura, radiação solar, velocidade do vento e umidade relativa do ar) foram extraídos de INMET (2018), de duas estações de monitoramento, Indaial/SC e Ituporanga/SC, Figura 31, utilizou-se dados diários no intervalo de 01/01/2002 a 31/12/2017.

A área estudada foi subdividida em 2103 (duas mil cento e três) sub-bacias, chamadas dentro do modelo SWAT de unidade de resposta hidrológica (HRUs). As HRUs caracterizam-se por possuírem uma resposta hidrológica homogênea em uma determinada área. Essas áreas são definidas automaticamente pelo modelo SWAT e levam em consideração a uniformidade da área de drenagem, o tipo de solo, a declividade média do relevo, o uso da terra, entre outros aspectos. Neste estudo as HRUs apresentaram áreas médias de 4,0 Km², para leitura distribuída dos parâmetros calculados.

A calibração e validação do modelo SWAT foram realizadas manualmente. Para o aquecimento do modelo utilizou-se o período de 2002 a 2010 (9 anos). Os períodos de calibração e validação utilizados foram respectivamente de 4 (quatro) anos (2010-2014) e 2 (dois) anos (2015-2017).

Figura 31 - Estações Fluviométricas e Meteorológicas, HRUs utilizadas na BHRI



Os processos de calibração e de validação dos parâmetros do modelo hidrológico SWAT são descritos em Venzon (2018) e Knaesel (2019). O desempenho do modelo SWAT foi avaliado com o Coeficiente de Nash-Sutcliffe (COE) e Coeficiente de Massa residual (CMR), apresentados na Tabela 9. Moriasi e colaboradores (2007) classificam as simulações diárias em: Coeficiente de Nash-Sutcliffe (COE) > 0,65, conceito muito bom; $0,54 < COE < 0,65$, conceito bom, e $0,50 < COE < 0,54$, conceito satisfatório. O mesmo autor também avalia outro critério, Coeficiente de Massa Residual (CMR), e o classifica: $CMR < 10\%$ conceito muito bom; $10\% < CMR < 15\%$ conceito bom; $15\% < CMR < 25\%$, conceito satisfatório, e ainda, acima de $CMR > 25\%$ como ruim.

Tabela 9 – Coeficiente de Nash-Sutcliffe (COE) e Coeficiente de Massa residual (CMR) das 11 (onze) estações fluviométricas calibradas e validadas na pesquisa

Estação Fluviométrica	Calibração (2010 - 2014)		Validação (2015 - 2016)	
	COE	CMR (%)	COE	CMR (%)
Blumenau	0.77	1.0	0.79	-1.0
Indaial	0.82	2.8	0.80	-10.0
Apiúna	0.70	-4.4	0.69	-15.7
Rio do Sul	0.74	13.5	0.75	-2.7
Ibirama	0.34	-11.9	0.60	-12.2
Ituporanga	0.62	18.9	0.67	-12.0
Timbó	0.62	-9.9	0.75	-4.4
Taió	0.61	14.9	0.68	8.1
Brusque	0.68	-0.7	0.66	-21.8
Benedito	0.54	-8.0	0.63	-23.6
Salseiro	0.41	9.2	0.57	-5.5

Fonte: Knaesel (2019).

Finalizada a calibração e verificação referente ao regime hidrológico, inseriu-se os dados tabulados de efluentes domésticos e industriais, como descarga pontual. A calibração do modelo de qualidade de água foi realizada com os dados dos monitoramentos não sistemáticos, considerando eficiências de remoção recomendados para sistemas individuais de tratamentos de esgotos: 35% para $DBO_{5,20^{\circ}C}$ e fósforo total, 30% para nitrogênio total e 90% para coliformes termotolerantes (Von Sperling, 2005).

Em relação à calibração dos parâmetros qualitativos, para calibrações mensais de nitrogênio e fósforo, o desempenho para $CMR < \pm 25\%$ é considerado muito bom, $\pm 25\% < CMR < \pm 40\%$ o 45 desempenho é tido como bom, $\pm 40\% < CMR < \pm 70\%$ satisfatório e para $CMR > \pm 70\%$ inaceitável (MORIASI, 2007). Porém, o autor traz a necessidade de ajuste dessas classificações quando as incertezas forem muito baixas ou muito altas.

Na HRU de Brusque foi verificado o CMR, tendo como resultado 43,3% para $DBO_{5,20^{\circ}C}$, -4,11% para fósforo total e 9,82% para coliformes termotolerantes (não foi possível verificar CMR para nitrogênio total por não existirem dados observados para este parâmetro). Segundo os critérios de desempenho analisados por Moriasi (2007), nesta HRU pode-se considerar a calibração muito boa para

fósforo total. Para $DBO_{5,20^{\circ}C}$ e coliformes termotolerantes, não foram encontrados na literatura critérios de desempenho para CMR.

Para a HRU a montante de Blumenau, os valores de CMR para $DBO_{5,20^{\circ}C}$, fósforo total, nitrogênio total e coliformes termotolerantes foram respectivamente: 85,09, 12,43, 39,71 e 55,83%. Estes resultados demonstraram uma calibração muito boa para fósforo total, boa para nitrogênio total e satisfatória para coliformes termotolerantes.

A partir da calibração e validação dos parâmetros do modelo hidrológico e de qualidade das águas foi realizada a simulação de cenários de qualidade das águas na BHRI. Os cenários foram construídos considerando as seguintes simplificações:

1. Regimes hídricos e climáticos idênticos àqueles usados na calibração e verificação dos parâmetros do modelo SWAT;
2. Alteração das cargas de esgotos sanitários devido ao crescimento populacional. Considerou-se as taxas de crescimento encontradas na série histórica dos dados censitários para cada município;
3. Cargas de contribuição industrial foram consideradas constantes ao longo do tempo (não existem informações adequadas que permitem projetar variações anuais);
4. Adoção de valor médio de eficiências de tratamento na bacia para cada período de alcance da meta de enquadramento progressivo dos corpos de água.
5. Para cada cenário correspondente a uma meta progressiva de enquadramento, foram adotadas eficiências médias de tratamento na BHRI. A meta corresponde à evolução progressiva das áreas atendidas por sistemas de esgotamentos sanitários municipais.
6. Foram adotados valores médios na BHRI devido à dificuldade na definição de compromissos individuais por município.
7. Considerou-se que os lançamentos dos esgotos tratados, com as eficiências estabelecidas para cada cenário, sejam realizados na HRU situada mais a jusante do município.

Em cada cenário, simularam-se séries diárias de concentrações dos parâmetros de qualidade considerados. Com as séries diárias simuladas em cada cenário, foram obtidas as vazões com permanência de 98% e as concentrações

correspondentes. Também foi possível obter vazões e concentrações com outras frequências de permanência. As séries foram geradas em cada trecho da BHRI.

3.1.2 Projeção População BHRI

Foi estimada a população em 2017, por meio das informações do Censo Demográfico 2010 (IBGE, 2017). Projetou-se a população para os quinquênios 2025, 2030, 2035 e 2040, Tabela 10, horizontes escolhidos para a simulação dos cenários futuros. Para a projeção da população, calculou-se a taxa de crescimento populacional para cada município da BHRI entre os anos de 2000 e 2010, equação 1.

$$taxa = \frac{\ln P_{2010} - \ln P_{2000}}{2010 - 2000} \quad (1)$$

Tabela 10 – População projetada para os municípios da Bacia do Itajaí

Municípios	Censo			População Projetada			
	2000	2010	2017	2025	2030	2035	2040
Agrolândia	7810	9323	10553	12159	13285	14515	15859
Agronômica	4257	4904	5415	6063	6508	6985	7497
Alfredo Wagner	8857	9410	9818	10305	10622	10948	11285
Apiúna	8520	9600	10436	11482	12188	12937	13733
Ascurra	6934	7412	7766	8191	8469	8756	9053
Atalanta	3429	3300	3213	3116	3056	2998	2941
Aurora	5474	5549	5602	5663	5702	5741	5780
Balneário Piçarras	10911	17078	23369	33442	41839	52344	65487
Benedito Novo	9071	10336	11325	12572	13420	14325	15291
Blumenau	261808	309011	347031	396242	430483	467683	508097
Botuverá	3756	4468	5045	5797	6322	6896	7521
Braço do Trombudo	3187	3457	3659	3905	4068	4236	4412
Brusque	76058	105503	132663	172363	203004	239092	281595
Chapadão do Lageado	2561	2762	2912	3093	3213	3336	3465
Dona Emma	3309	3721	4040	4437	4705	4990	5291
Doutor Pedrinho	3082	3604	4021	4557	4928	5329	5763
Gaspar	46414	57981	67753	80954	90481	101129	113031
Guabiruba	12976	18430	23561	31196	37179	44308	52805
Ibirama	15802	17330	18487	19903	20844	21828	22859
Ilhota	10574	12355	13777	15604	16867	18233	19708
Imbuia	5246	5707	6054	6476	6754	7045	7348
Indaial	40194	54854	68193	87454	102165	119351	139428
Itaiópolis	19086	20301	21197	22270	22968	23688	24430
Itajaí	147494	183373	213564	254201	283438	316037	352386

Municípios	Censo			População Projetada			
	2000	2010	2017	2025	2030	2035	2040
Ituporanga	19492	22250	24410	27136	28992	30975	33094
José Boiteux	4594	4721	4812	4918	4986	5054	5123
Laurentino	5062	6004	6766	7756	8447	9199	10018
Lontras	8381	10244	11789	13843	15304	16920	18706
Luiz Alves	7974	10438	12603	15633	17885	20463	23412
Mirim Doce	2753	2513	2358	2192	2094	2001	1911
Navegantes	39317	60556	81933	115750	143652	178279	221252
Papanduva	16818	17928	18748	19732	20373	21034	21717
Penha	17678	25141	32170	42639	50849	60640	72315
Petrolândia	6406	6131	5946	5740	5616	5494	5375
Pomerode	22127	27759	32534	39005	43688	48934	54808
Pouso Redondo	12203	14810	16960	19801	21814	24031	26474
Pres. Getúlio	12333	14887	16983	19743	21691	23832	26183
Presidente Nereu	2305	2284	2269	2253	2243	2232	2222
Rio do Campo	6522	6192	5971	5728	5581	5438	5299
Rio do Oeste	6730	7090	7353	7666	7869	8077	8290
Rio do Sul	51650	61198	68913	78929	85915	93520	101798
Rio dos Cedros	8939	10284	11344	12690	13612	14600	15660
Rodeio	10380	10922	11318	11789	12092	12404	12724
Salete	7163	7370	7518	7692	7802	7914	8028
Santa Terezinha	8840	8767	8716	8659	8623	8587	8552
Taió	16257	17260	17999	18882	19455	20047	20656
Timbó	29358	36774	43054	51554	57699	64577	72274
Trombudo Central	5795	6553	7142	7880	8379	8911	9475
Vidal Ramos	6279	6290	6298	6307	6312	6318	6323
Vitor Meireles	5519	5207	4999	4772	4635	4502	4373
Witmarsum	3251	3600	3866	4195	4414	4645	4888

Fonte: IBGE (2010).

Foram utilizados os dados da população de 2000 e 2010, que são os últimos dois Censos Demográficos do IBGE. Tendo-se a taxa de crescimento, fez-se a projeção da população para os quinquênios adotados neste estudo, equação 2. Não foram considerados dados da população flutuante na BHRI, pois não foram encontrados dados sobre esse tema. Acredita-se que esta é restrita a eventos limitados e pontuais.

O modelo de projeção futura é expresso por:

$$P_{proj} = P_{2010} e^{taxa(t_{proj}-2010)} \quad (2)$$

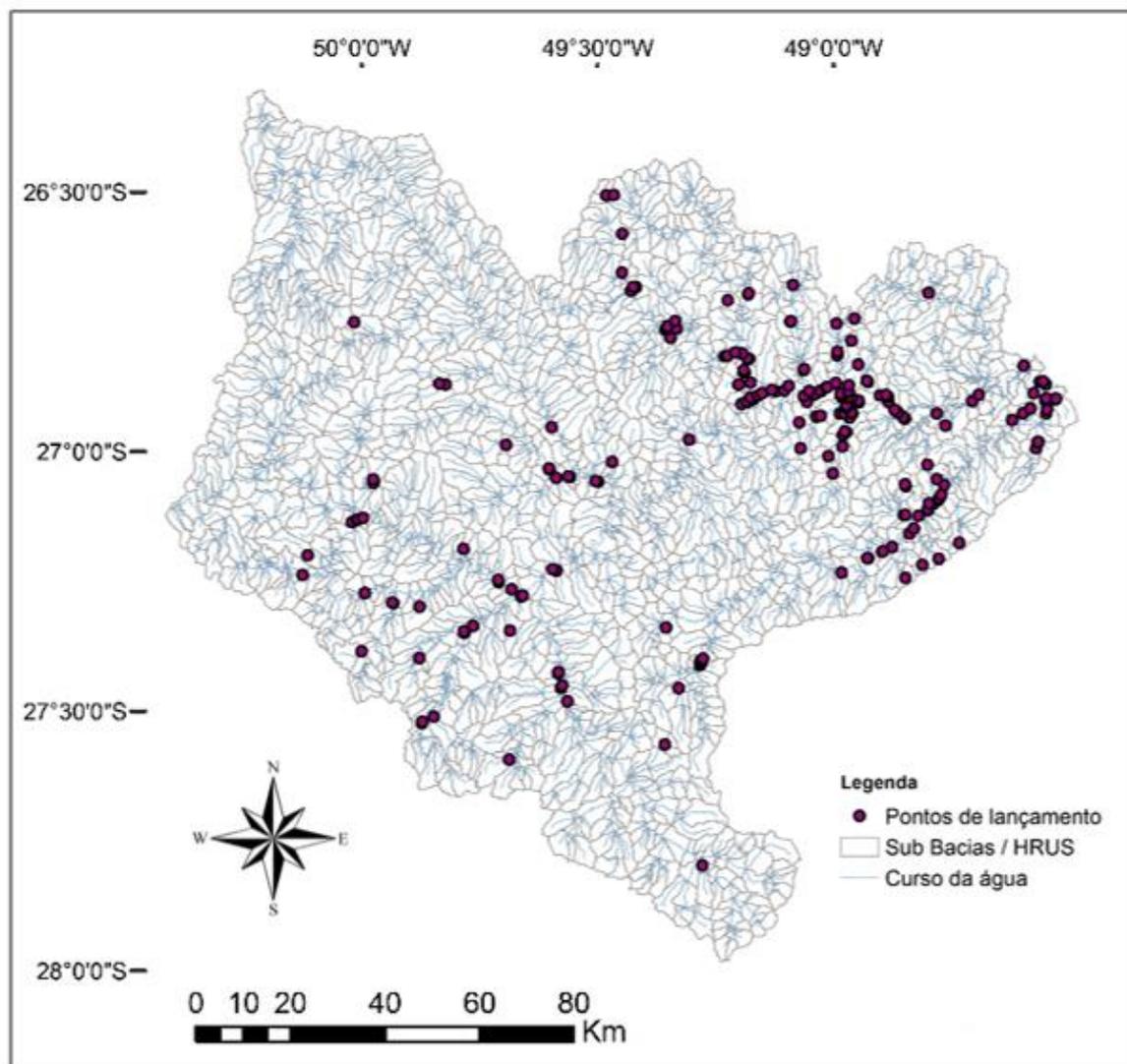
Onde: P_{proj} – população projetada (hab), P_{2010} – população do censo de 2010 (hab) e taxa – crescimento registrado no intervalo de tempo entre 2000 e 2010.

3.2 Cargas poluidoras

Foram utilizados dados de qualidade da água provenientes de lançamentos industriais extraídos de empresas potencialmente poluidoras, cadastradas no Instituto do Meio Ambiente (IMA) de Santa Catarina. Das 216 empresas com relatórios disponíveis, foram utilizadas 129 empresas, Figura 32. As demais foram excluídas por falta de dados de vazão de lançamento ou inexistência dos dados solicitados pelo modelo ($DBO_{5,20^{\circ}C}$, coliformes termotolerantes, nitrogênio total e fósforo total). Os pontos de monitoramento dos usuários de água foram utilizados como informação de entrada do modelo SWAT para a simulação da qualidade da água.

Ressalta-se que as cargas e/ou vazões industriais utilizadas foram aquelas disponíveis no cadastro do IMA. No entanto, muitos cadastros não possuem informações completas dos lançamentos. Assim, provavelmente há mais carga poluidora industrial do que está sendo simulada. No entanto, o processo de calibração e verificação do modelo de qualidade das águas obteve resultados adequados com estas condições, gerando confiabilidade para simulação de cenários futuros.

Figura 32- Pontos de monitoramento de lançamentos industriais e domésticos cadastrados no IMA (2012 - 2017)



Fonte: Autores (2020)

3.2.1 Simulação qualidade de água

As projeções da população da BHRI de 2010 até 2017 foram utilizadas para a estimativa sobre cargas de lançamentos domésticos. A partir da população de cada município, os parâmetros de qualidade da água foram calculados pela contribuição *per capita* apresentada na Tabela 11, extraídas de Von Sperling (2005).

Tabela 11- Características físico-químicas dos esgotos sanitários

Parâmetros	Contribuição per capita (g/hab.d)	
	Faixa	Adotado
Sólidos totais	120 - 220	180
DBO _{5,20°C}	60 - 90	75
Nitrogênio orgânico	2,5 - 4,0	3,5
Amônia	3,5 - 6,0	4,5
Nitrito	0	0,05
Nitrato	0,0 - 0,2	0,01
Fósforo orgânico	0,2 - 1,0	0,3
Fósforo inorgânico	0,25 - 1,5	0,7
Concentração (org/100ml)		
Coliformes termotolerantes	10 ⁶ - 10 ⁹	10 ⁶ -

Fonte: Adaptado de Von Sperling (2005).

A vazão foi gerada com os dados de consumo de água mensal, descritos no Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS, 2017), por município. Tendo-se os dados de consumo mensal, foram obtidos os consumos *per capita* diários, os quais, multiplicados pela população, geram a vazão diária de cada município integrante da Bacia do Itajaí. Cada município da BHRI recebeu um ponto à jusante para representar as cargas dos lançamentos dos esgotos domésticos, mesmo que na realidade estes locais se encontram dispersos.

O município de Ituporanga foi escolhido para exemplificar como foi feito o tratamento dos dados em cada um dos 52 municípios da BHRI. A população total abastecida com água em Ituporanga é de 19.163 habitantes e o volume anual consumido é de 864.400 m³. A população atendida com abastecimento de água é de 16.227 habitantes na zona urbana e 2.963 fora dessa zona (SNIS, 2017). O volume de água mensal é dado pelo consumo de água anual distribuído nos 12 meses, neste caso 72.033,33 m³.mês⁻¹. Transformando-se este valor consumido por habitantes, chega-se em 3,76 m³.mês⁻¹.hab⁻¹. Assim, o volume *per capita* diário é dado em função do volume mensal dividido pela população total atendida, e este valor dividido por 30, para obter-se o consumo diário (72033,33/19163/30), ou seja, 0,1253 m³.dia⁻¹.hab⁻¹ ou 125,30 L.dia⁻¹.hab⁻¹. Deste valor de captação, estima-se que 80% da água consumida transforma-se em esgoto (TSUTIYA, ALÉM SOBRINHO, 1999).

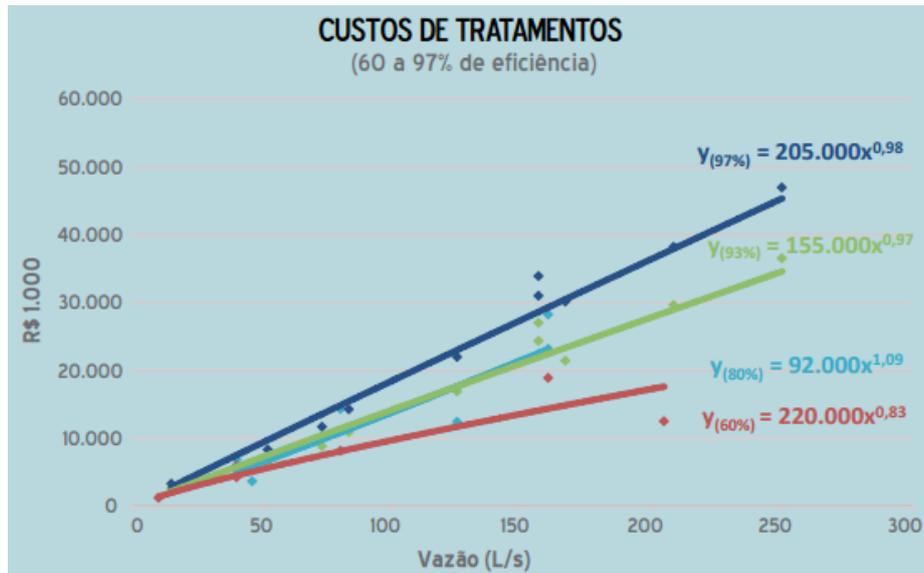
Portanto, no exemplo de Ituporanga, estima-se o volume de esgoto em $100,24 \text{ L.dia}^{-1}.\text{hab}^{-1}$. Assim, a carga média de água por dia é dada em função do consumo *per capita* mensal, dividido pelos 30 dias e multiplicado pela população. Neste caso utiliza-se a informação do censo 2010 ($3,76 / 30 * 22250$), chegando-se ao valor de $2.787,91 \text{ m}^3.\text{dia}^{-1}$. Além da carga diária de lançamento de esgoto tratado, calculou-se a carga dos principais nutrientes, utilizando-se os valores da Tabela 11. Assim, a carga de nitrogênio orgânico total por dia é dada pela carga estimada presente no esgoto e multiplicada pela população. No caso de Ituporanga, ($3,5 / 1000 * 22250$), chegando-se em $77,87 \text{ kg.dia}^{-1}$ de nitrogênio orgânico total. Esse cálculo foi feito para todos os parâmetros da Tabela 11, em cada município da BHRI, Tabela 10.

O modelo utilizado para as simulações, SWAT, utiliza coeficientes relacionados à autodepuração dos cursos da água. Desta forma, além da análise em relação à eficiência no tratamento do esgotamento sanitário, os cenários contemplam também a capacidade dos corpos hídricos de se autodepurarem.

3.2.2 Custos da implementação dos sistemas de esgotamento sanitário

Foram calculados os custos para efetivação do cenário recomendável. Os custos foram calculados pela metodologia descrita no Atlas Esgoto (ANA, 2017). Neste documento estão apresentadas equações para o cálculo dos custos de tratamento a partir da eficiência de tratamento pretendida, levando-se em consideração a vazão de tratamento necessária, para o orçamento das estações, conforme Figura 33.

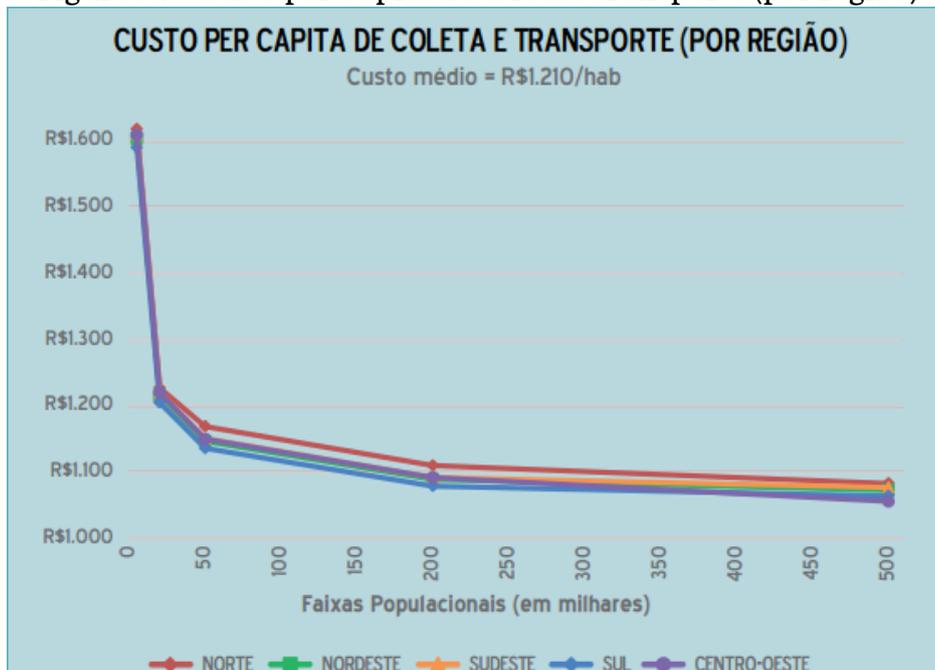
Figura 33 - Custos de Sistemas de tratamentos de efluentes com eficiência de 60 a 97%



Fonte: ANA (2017, p. 71).

Para coleta e transporte de efluentes são considerados os custos de projetos da rede coletora, estações elevatórias de esgoto, linhas de recalque e interceptores. Com isto foi calculado um custo médio *per capita* e assim, construídas as curvas de custo para cada região, apresentadas na Figura 34.

Figura 34 - Custo per Capita de coleta e transporte (por região)



Fonte: ANA (2017, p. 71).

Foi proposto que os sistemas de tratamento de esgotos sanitários municipais sejam executados de forma gradual, pois se trata de um investimento de alto custo. Assim, a implementação foi dividida em 4 fases de execução. Na Tabela 12 são apresentadas a população e as metas graduais para o atendimento do esgotamento sanitário, chegando-se até o tratamento universal em 2040, com 80% da população atendida. Os valores *per capita* de investimentos foram extraídos do Atlas Esgoto (ANA, 2017), por município, para tratamento de efluentes com eficiência entre 60 e 99%, e multiplicados pela fração de população de acordo com cada fase de investimento. Desta forma, calcularam-se os investimentos parciais, obedecendo a essa proporção.

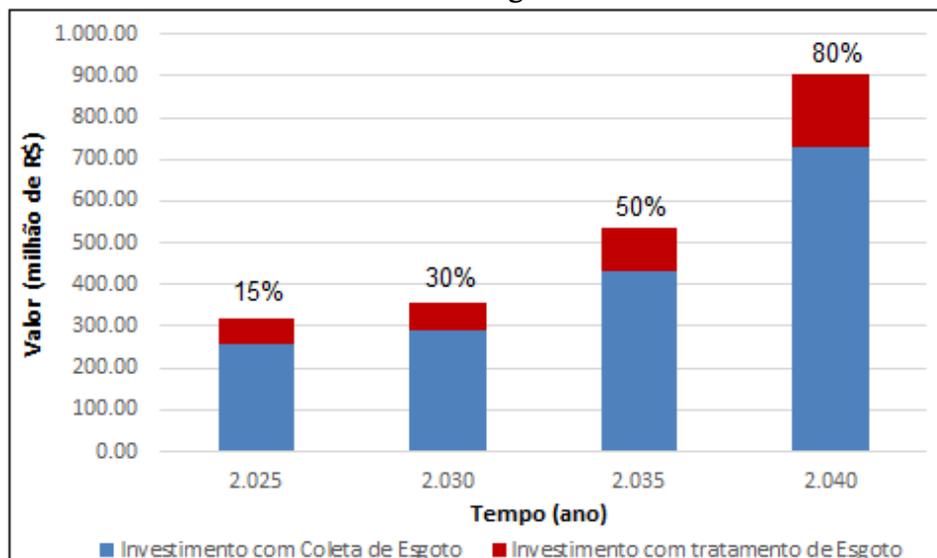
Tabela 12 – Metas progressivas para implementação de sistemas de esgotamento sanitário

Ano	Atendimento da população da BHRI (%)	População estimada (habitantes)
2025	15	1.776.356
2030	30	1.984.561
2035	50	2.223.392
2040	80	2.498.058

Fonte: Autores (2020).

O levantamento de custos para implementação do tratamento universal do esgotamento sanitário da BHRI é de R\$ 2.144.555.122,00 (dois bilhões, cento e quarenta e quatro milhões, quinhentos e cinquenta e cinco mil, cento e vinte e dois reais). Este custo engloba o tratamento entre 60 e 80% de eficiência, de acordo com a metodologia encontrada em ANA (2017), e inclui valores relativos à coleta e tratamento, Figura 35. Discriminou-se o investimento da implementação para cada município da BRHI, uma vez que o saneamento básico é de responsabilidade do poder público municipal, Tabela 13.

Figura 35- Investimento proporcional para implementação de coleta e tratamento de esgoto na BHRI



Fonte: Knaesel (2019).

Tabela 13- Investimentos para coleta, transporte e tratamento de esgoto sanitário por município da BHRI

Municípios	Investimento total (R\$)	Municípios	Investimento total (R\$)	Municípios	Investimento total (R\$)
Blumenau	360,135,960.31	Pouso Redondo	23,187,089.98	Rodeio	8,633,889.63
Itajaí	276,482,422.87	Taió	21,626,549.29	Salete	8,182,000.58
Brusque	246,691,966.03	Papanduva	19,022,366.34	José Boiteux	7,282,938.54
Navegantes	178,569,814.94	Lontras	17,941,460.65	Dona Emma	7,074,900.81
Indaial	104,908,647.93	Agrolândia	16,219,719.39	Ascurra	6,650,187.68
Gaspar	101,859,306.79	Rio dos Cedros	15,737,430.26	Witmarsum	6,612,930.56
Rio do Sul	96,242,415.02	Ilhota	14,594,251.46	Vitor Meireles	6,402,246.86
Penha	67,951,583.36	Alfredo Wagner	14,455,179.93	Braço do Trombudo	5,597,979.38
Timbó	62,844,430.82	Benedito Novo	14,437,902.81	Doutor Pedrinho	5,360,456.98
Pomerode	54,369,822.63	Apiúna	12,799,250.59	Santa Terezinha	5,201,804.52
Balneário Piçarras	50,814,412.41	Trombudo Central	12,733,499.96	Chapadão do Lageado	4,731,085.22
Guabiruba	42,901,460.84	Laurentino	11,560,825.11	Rio do Campo	4,628,588.08
Ituporanga	32,207,665.07	Botuverá	9,655,742.05	Aurora	4,545,713.06
Luiz Alves	29,736,454.77	Agronômica	9,220,304.12	Atalanta	4,278,718.98
Itaiópolis	27,116,660.27	Vidal Ramos	9,033,822.34	Presidente Nereu	2,978,077.29
Presidente Getúlio	25,750,088.04	Rio do Oeste	9,031,876.24	Mirim Doce	2,031,249.52
Ibirama	24,340,333.24	Imbuia	8,868,847.04	Petrolândia	1,312,792.31

Fonte: Knaesel (2019).

4 PROPOSTAS DE METAS RELATIVAS ÀS ALTERNATIVAS DE ENQUADRAMENTO: 2025, 2030, 2035 E 2040

Foram utilizados quatro parâmetros de qualidade da água para traçar as metas relativas ao enquadramento dos cursos da água da BHRI: demanda bioquímica de oxigênio ($DBO_{5,20^{\circ}C}$), fósforo total, nitrogênio total e coliformes termotolerantes. Estes parâmetros são comumente utilizados no processo de enquadramento (BITTENCOURT; FERNANDES; GALLEGO, 2019). Foram avaliadas a situação atual e projeções futuras (anos de 2025, 2030, 2035 e 2040) a partir destes parâmetros. Os cenários foram simulados para a vazão de referência ($Q_{98\%}$).

Vale a menção, tendo em vista o Art. 3º da Resolução CNRH nº 91/2008, no qual a elaboração da proposta de enquadramento deve considerar, de forma integrada e associada, às águas superficiais e subterrâneas. Nesta proposta, focou-se no enquadramento dos recursos hídricos superficiais. Para enquadrar as águas subterrâneas, de acordo com a Resolução CONAMA nº 396/2008, faz-se necessário determinar os Valores de Referência de Qualidade de parâmetros que indiquem a qualidade natural das águas subterrâneas do Estado de Santa Catarina. Até o momento esta informação não está disponível.

Nas cenarizações realizadas, a mudança do uso da terra foi centrada no espaço urbano em função do aumento da população. As alterações nas áreas rurais nos últimos anos não foram significativas.

4.1 Cenário crítico

Trabalhou-se com o cenário intitulado de crítico, onde é feita a projeção da população para os horizontes trabalhados e mantida a cobertura e eficiência no tratamento atual em relação ao esgotamento sanitário. Avaliando-se os valores atuais e os valores apresentados no cenário crítico em 2040, estimou-se a degradação média dos recursos hídricos da BHRI, Tabela 14. Para o parâmetro de $DBO_{5,20^{\circ}C}$ (Figura 36) essa degradação foi de 40,9%, Figura 36, comparar com o cenário atual, Figura 15. Enquanto para coliformes termotolerantes foi de 28,3%, Figura 37, comparar com a Figura 16. No cenário crítico, observa-se degradação em regiões onde atualmente não há impacto da $DBO_{5,20^{\circ}C}$, como no Rio Benedito, por exemplo. Demonstra-se dessa forma, a importância da adoção de medidas mitigadoras.

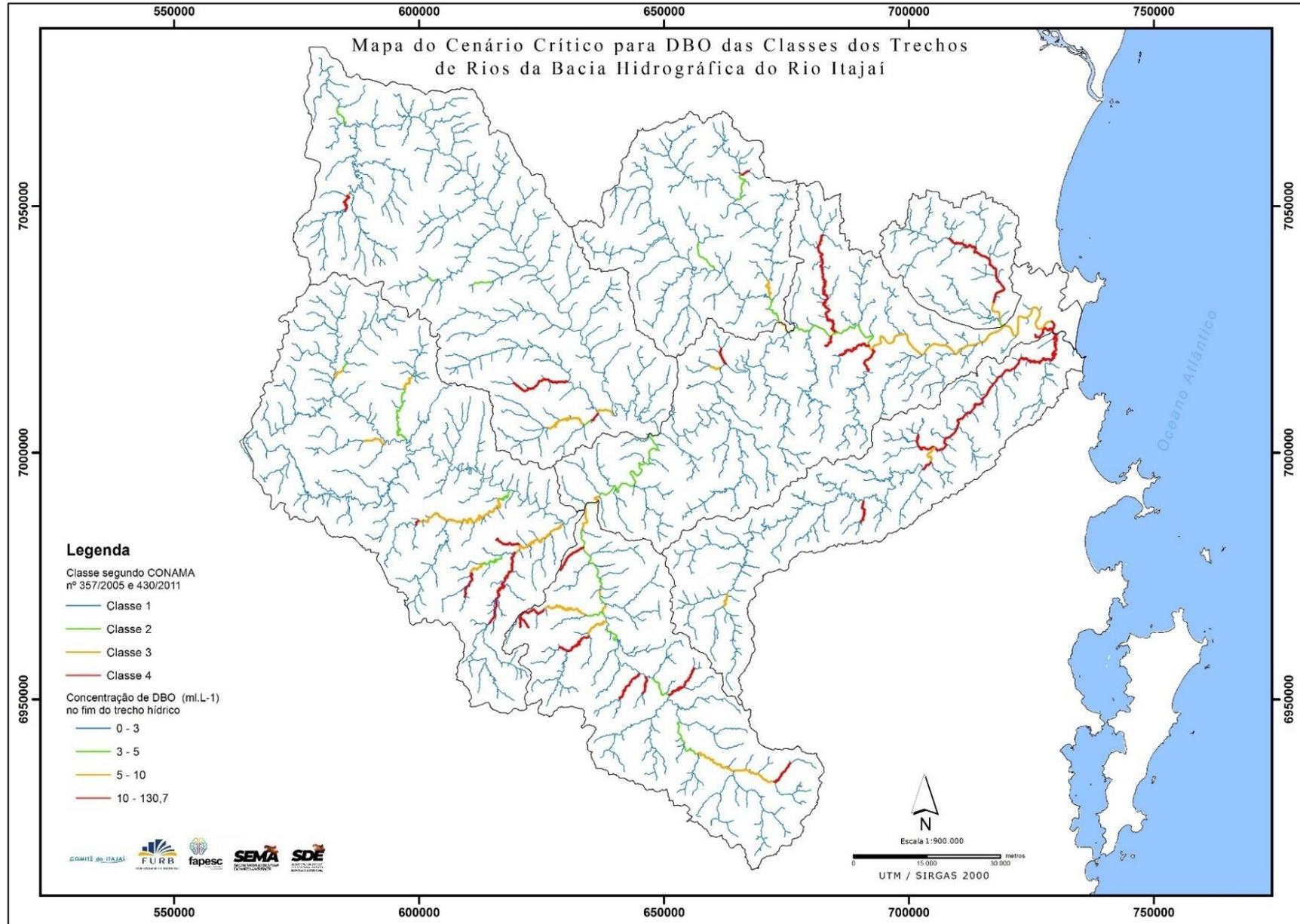
Tabela 14 – Acréscimo percentual da poluição hídrica na BHRI entre a situação atual e o cenário crítico ($Q_{98\%}$)

Parâmetro	Degradação média dos recursos hídricos, em percentagem (%)
$DBO_{5,20^{\circ}C}$	40,90
Coliformes Termotolerantes	28,30
Nitratos	145,30
Nitrogênio Amoniacal	-0,01
Fósforo Total	49,00

Fonte: Adaptado de Knaesel (2019, p. 70).

Avaliando-se os parâmetros nitrato e nitrogênio amoniacal na vazão de referência, os cenários resultaram em aumento do nitrato no cenário crítico Tabela 14. Apesar do aumento médio da concentração de nitrato chegar a 145,3% neste cenário, ele não é suficientemente alto para alterar a classe dos rios, permanecendo toda a BHRI compatível com a classe 1 em relação a esse parâmetro, o mesmo ocorre para o nitrogênio amoniacal (KNAESEL, 2019). Em relação ao fósforo total, no cenário crítico há um aumento de 49% em sua concentração na vazão de referência, Tabela 14.

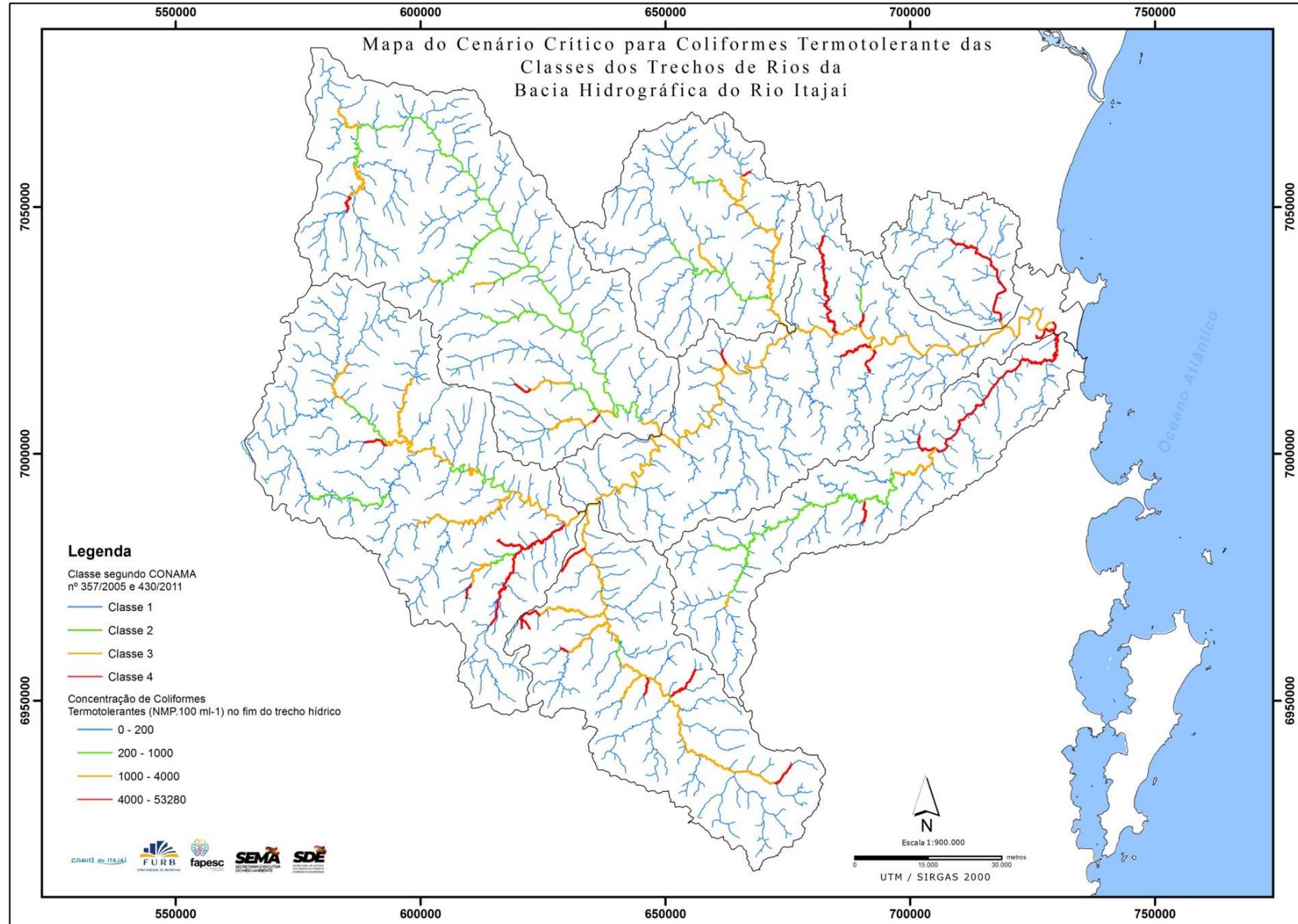
Figura 36 – Classe dos rios em relação ao parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$ em 2040, cenário crítico,



Q98%

Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 37 – Classe dos rios em relação ao parâmetro coliforme termotolerante em 2040, cenário crítico, $Q_{98\%}$



Fonte: Autores (2020). Elabora o: SEMA/DRHS (2021).

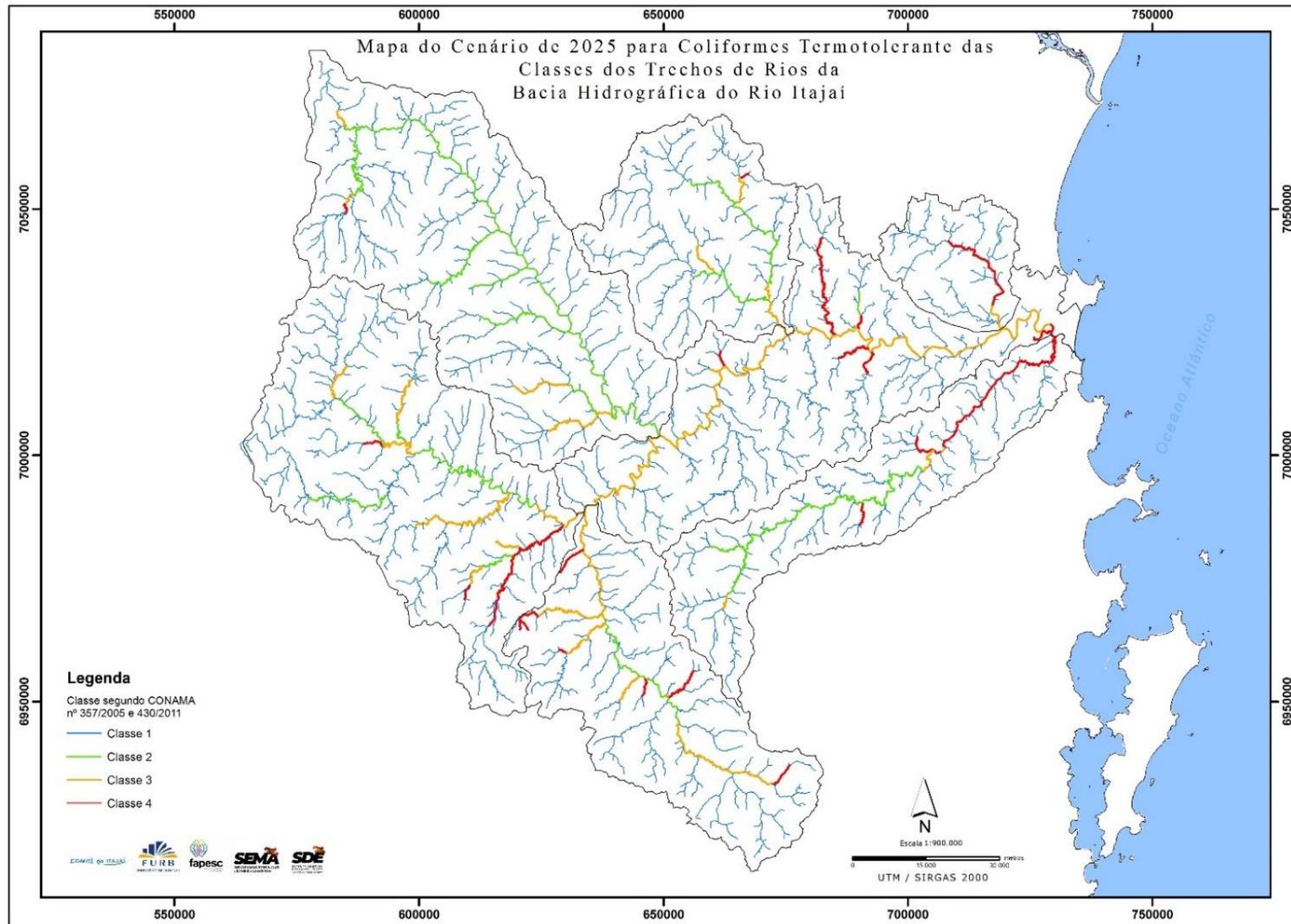
4.2 Cenário associado à meta para 2025

Para o cenário do ano de 2025 estima-se que a população total da BHRI alcance 1.776.356 habitantes. Para melhorar a qualidade da água, a implementação e ampliação do tratamento do esgoto sanitário é essencial. A implementação depende de várias etapas: projeto, liberação de verba, construção de estações de tratamento de esgoto, elevatórias, tubulações na área urbana, entre outros. O desenvolvimento de projetos e sua viabilização tende a ser ainda mais dificultosa nos municípios menos populosos, que possuem menor arrecadação e corpo técnico reduzido. Diante disso, no primeiro cenário construído, 2025, propôs-se o atendimento de 15% da população da bacia hidrográfica para o esgotamento sanitário.

Para este cenário está previsto investimento em coleta de R\$257.750.371,77, adicionados à R\$ 61.867.986,96 para tratamento do esgotamento sanitário, totalizando R\$ 319.618.358,73, vide item 3.2.2. Os mapas com os atendimentos simulados para o ano de 2025, em função dos parâmetros $DBO_{5,20^{\circ}C}$, coliformes termotolerantes e fósforo total estão apresentados no apêndice deste documento. Os mapas simulados em função do nitrato e nitrogênio amoniacal não estão demonstrados, pois estes não se mostraram limitantes para o enquadramento dos recursos hídricos superficiais da BHRI. Em relação à $DBO_{5,20^{\circ}C}$, o cenário 2025 mantém-se próximo do atual. A situação atual já é crítica e demanda ações imediatas. Cabe ressaltar que a cenarização é feita de forma distribuída, ou seja, o tratamento de esgoto é contabilizado em 15% de atendimento na BHRI como um todo. Por essa razão, recomenda-se que as primeiras ações em relação ao tratamento do esgotamento sanitário iniciem nas áreas mais críticas, como na bacia de drenagem do Rio do Testo, Rio Luiz Alves e jusante do Rio Itajaí-Mirim.

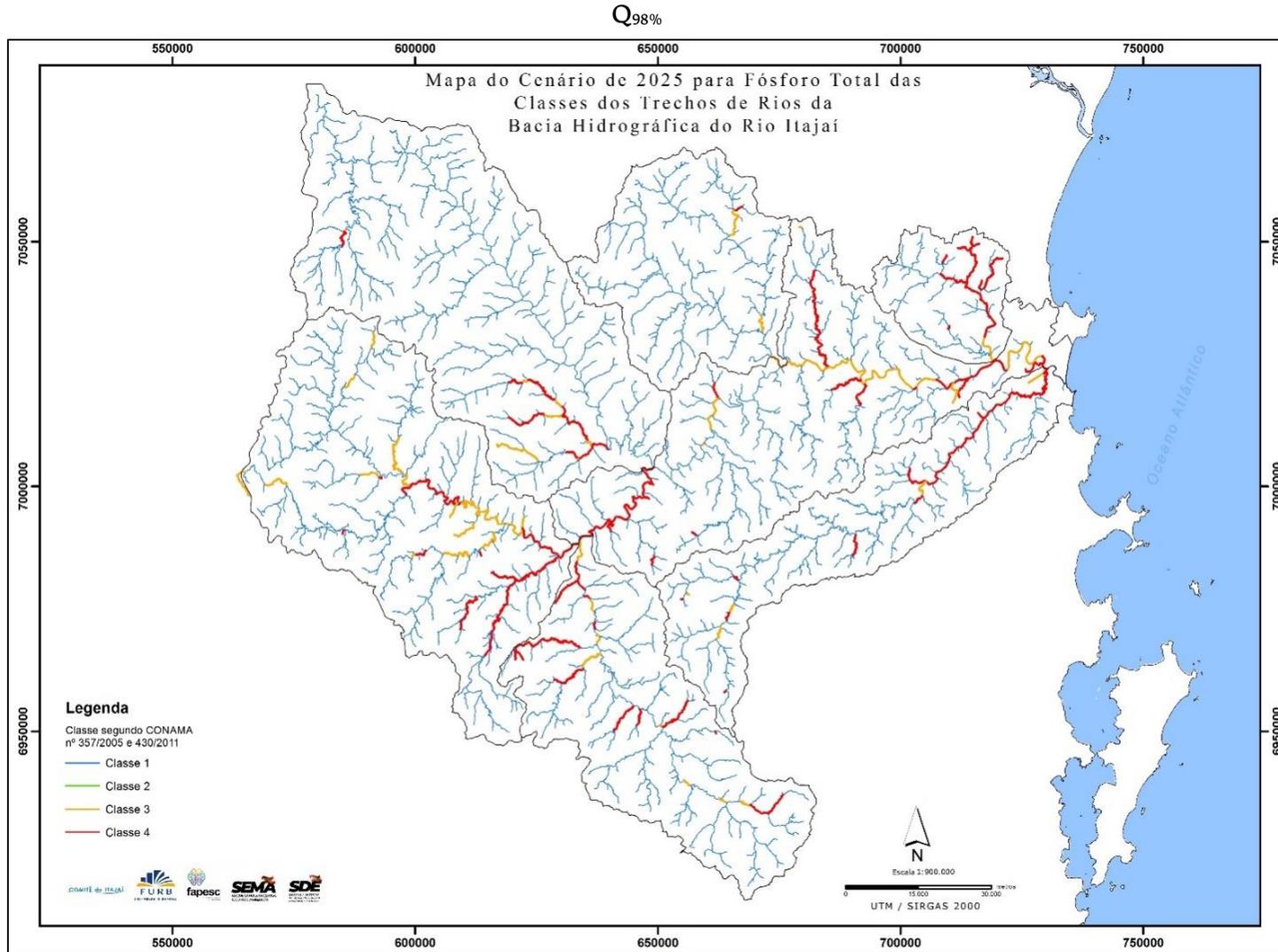
Em relação aos coliformes termotolerantes percebe-se melhoria para 2025 com a implementação do tratamento de esgoto sanitário, Figura 38, especialmente quando trabalha-se com eficiência de 99%, Figura 16 (cenário atual). Essa melhoria é evidenciada em trechos do Rio Itajaí do Oeste, Rio Itajaí do Sul, Rio Benedito e Rio Itajaí-Mirim. O parâmetro fósforo não demonstrou evolução quando compara-se o cenário 2025 com o atual (Figura 17).

Figura 38 – Classe dos rios em relação ao parâmetro coliforme termotolerante em 2025 com eficiência nos tratamentos de 99% e 15% da população atendida, $Q_{98\%}$.



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 39–Classe dos rios em relação ao parâmetro fósforo total em 2025 com eficiência nos tratamentos de 60% e 15% da população atendida,



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

4.3 Cenário associado à meta para 2030

Para o cenário do ano de 2030 estima-se que a população total da BHRI alcance 1.984.561 habitantes. Cientes dos desafios inerentes à implementação do esgotamento sanitário nos municípios, para o ano de 2030 foi proposto o atendimento de 30% da população. Alcançado desta forma um crescimento real de 15% no tratamento de esgoto. Desta forma, atingindo um grupo de mais 297.380 habitantes.

Para este cenário está previsto investimento em coleta de R\$ 288,496,707.75, adicionados à R\$ 69,029,579.27 para tratamento do esgotamento sanitário, totalizando R\$ 357,526,287.02, vide item 3.2.2. Os mapas com os atendimentos simulados para o ano de 2030, em função dos parâmetros $DBO_{5,20^{\circ}C}$, coliformes termotolerantes e fósforo total estão apresentados em Figura 40, Figura 41 e Figura 42, respectivamente. Os mapas simulados em função do nitrato e nitrogênio amoniacal não são apresentados, pois estes não se demonstraram limitantes para o enquadramento dos recursos hídricos superficiais da BHRI.

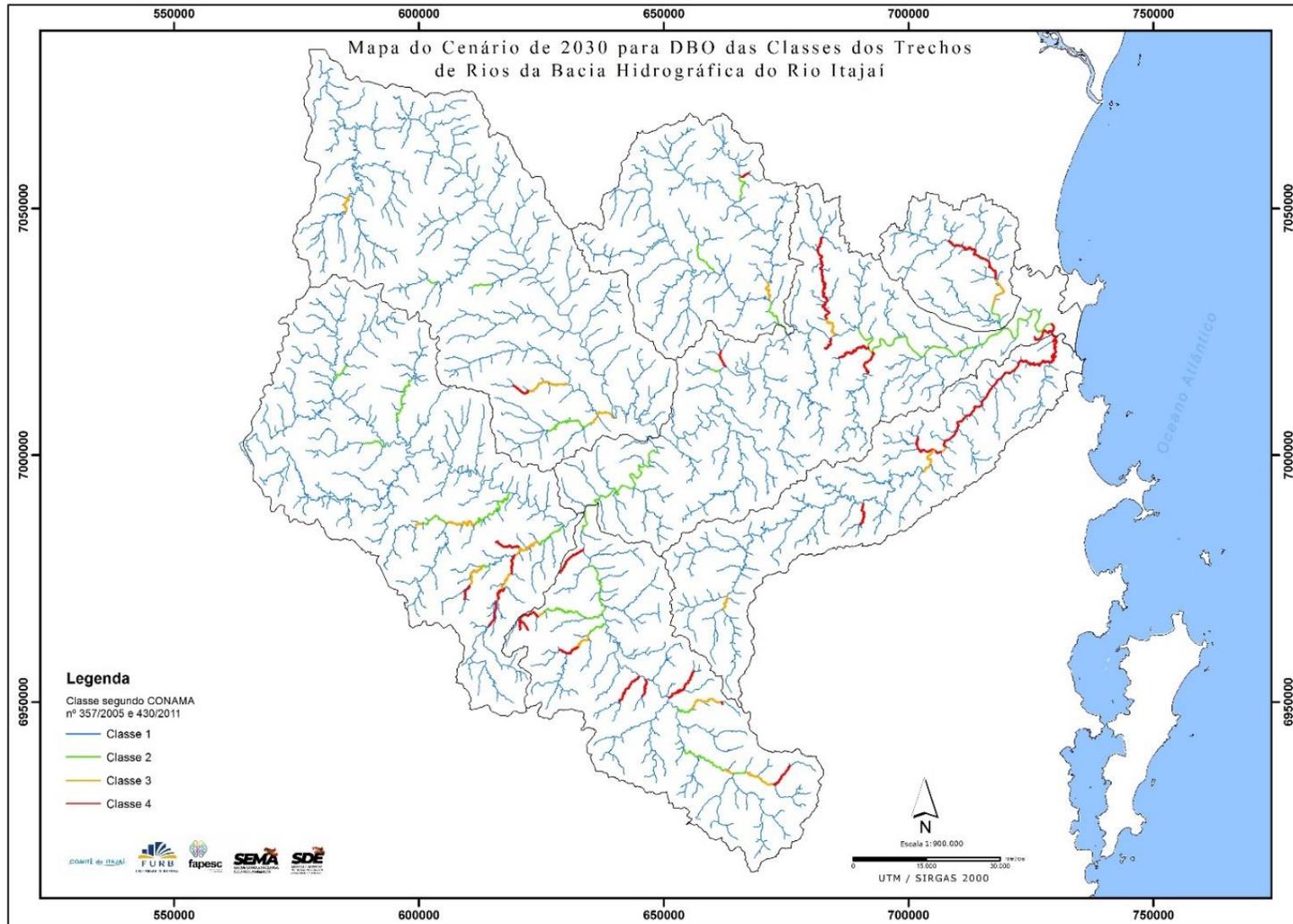
O tratamento da $DBO_{5,20^{\circ}C}$ no esgotamento sanitário demonstra melhoria em alguns trechos de afluentes de rios principais, passando da classe 3 para a classe 2, quando comparados com o cenário atual, Figura 15, respectivamente. Essa melhora é relevante, tendo em vista que há aumento da pressão das atividades humanas nos recursos hídricos em função do aumento populacional.

No cenário 2030 em relação à situação atual (Figura 16) dos recursos hídricos da BHRI, referente ao parâmetro coliforme termotolerante percebe-se algumas melhorias. O Rio Benedito, região central do Rio Itajaí-Açu e ainda trechos menores do Rio Itajaí do Sul e a jusante do Rio Itajaí-Mirim, demonstraram melhores resultados, atingindo a classe 2 em detrimento da classe 3.

Em relação ao fósforo total, demonstrou-se piora na qualidade no Rio Itajaí do Oeste em comparação com o cenário atual, Figura 17. Possivelmente devido à poluição difusa, oriundas principalmente do agronegócio. O fósforo é um dos nutrientes que pode causar eutrofização dos cursos da água. Apesar do

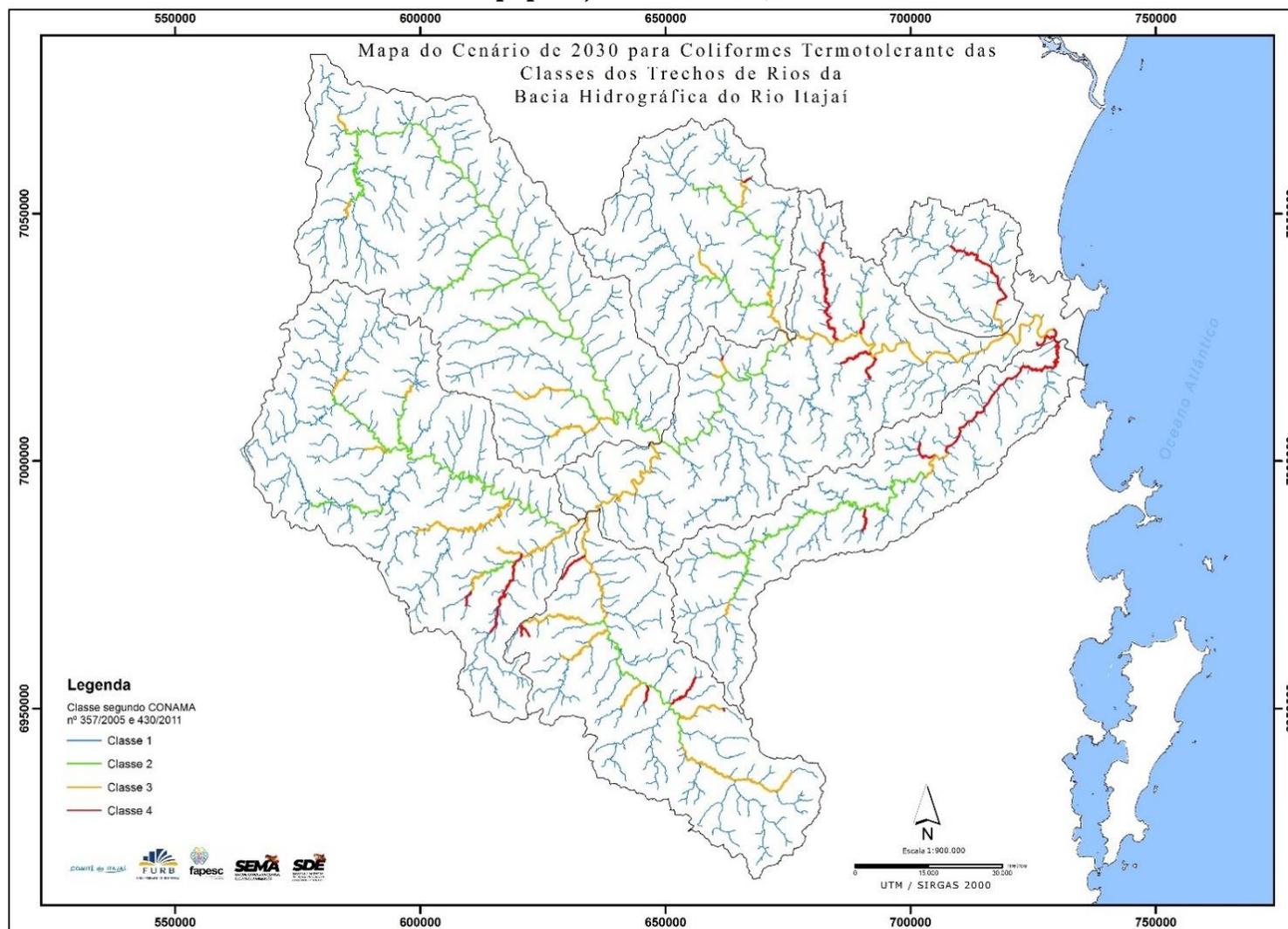
fósforo total apresentar concentrações elevadas em alguns trechos da BHRI, os reservatórios contidos na bacia hidrográfica não possuem problema com água estocada e/ou histórico de eutrofização.

Figura 40 - Classe dos rios em relação ao parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$ em 2030, com eficiência nos tratamentos de 80% e 30% da população atendida, $Q_{98\%}$



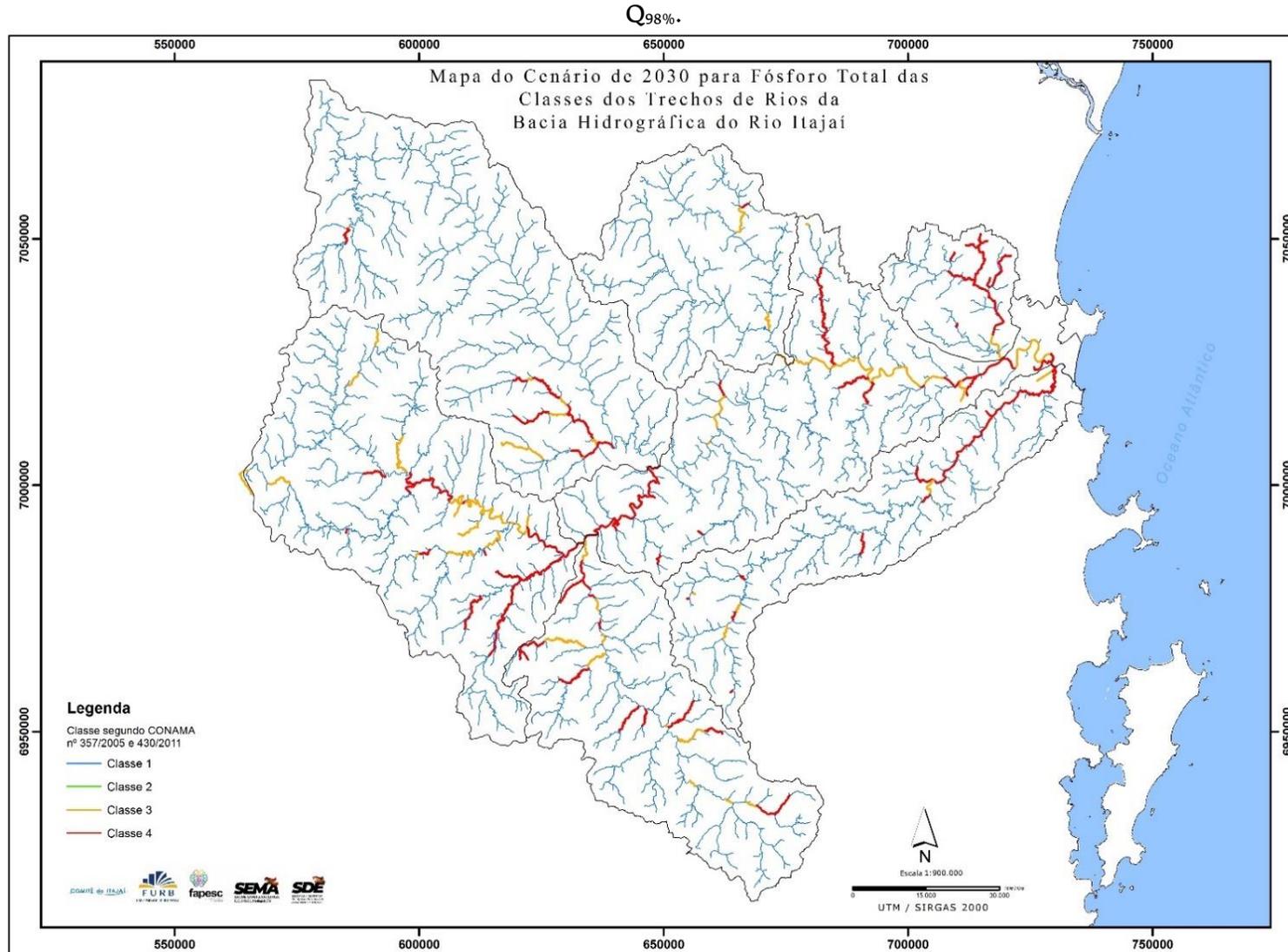
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 41 - Classe dos rios em relação ao parâmetro coliforme termotolerante em 2030 com eficiência nos tratamentos de 99% e 30% da população atendida, $Q_{98}\%$.



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 42 – Classe dos rios em relação ao parâmetro fósforo total em 2030 com eficiência nos tratamentos de 60% e 30% da população atendida,



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

4.4 Cenário associado à meta para cenário 2035

Para o cenário do ano de 2035 estima-se que a população total da BHRI alcance 2.223.392 habitantes. Cientes dos desafios inerentes à implementação do esgotamento sanitário nos municípios, mas também atendendo a necessidade do avanço que faz-se necessário, para o ano de 2035 foi proposto o atendimento de 50% da população para o tratamento do esgoto sanitário. Desta forma, o sistema precisa ser ampliado para mais 444.271 habitantes.

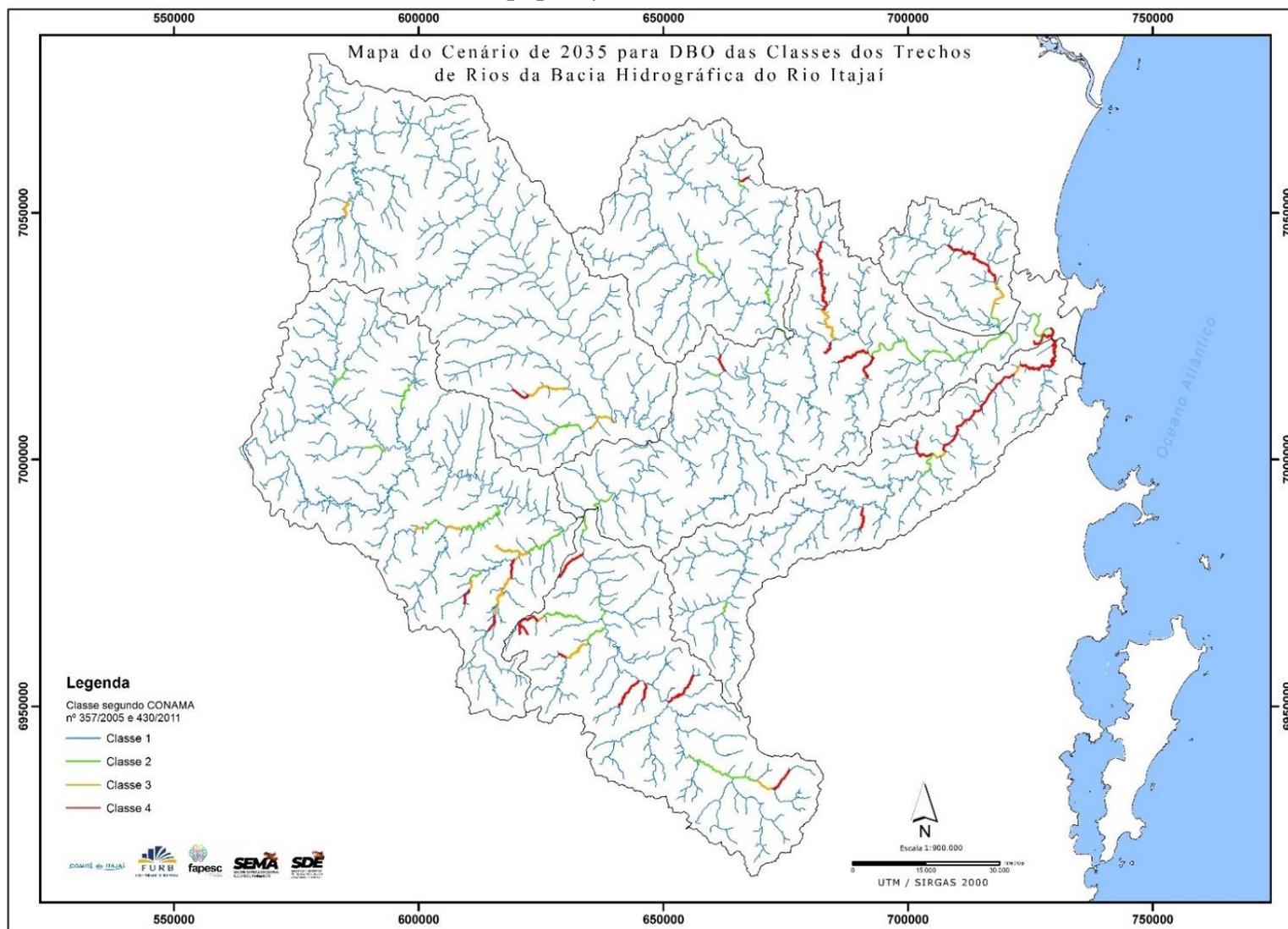
Para este cenário, são necessários novos investimentos em coleta de R\$ 431.814.113,00, adicionados à R\$ 102.982.466,46 para tratamento do esgotamento sanitário, totalizando R\$ 534.796.579,79, vide item 3.2.2. Os mapas com os atendimentos simulados para o ano de 2035, em função dos parâmetros $DBO_{5,20^{\circ}C}$, coliformes termotolerantes e fósforo total estão no apêndice deste documento. Os mapas simulados em função do nitrato e nitrogênio amoniacal não são apresentados, pois estes não se mostraram limitantes para o enquadramento dos recursos hídricos superficiais da BHRI.

Em relação à $DBO_{5,20^{\circ}C}$, com a eficiência de 80%, o cenário 2035 demonstra melhoria em alguns trechos dos Rio Itajaí do Sul e mais alguns afluentes de rios principais, Figura 43. No entanto, mesmo com 50% da população atendida, o Rio do Testo, Rio Luiz Alves e Rio Itajaí-Mirim jusante persistem com alta concentração de $DBO_{5,20^{\circ}C}$, chegando a atingir concentração compatível com rio classe 4.

Analisando-se o cenário 2035 (Figura 44) em relação à situação atual (Figura 16) dos recursos hídricos da BHRI, referente ao parâmetro coliforme termotolerante, percebe-se melhoria da qualidade da água no Rio Itajaí do Sul, Rio Itajaí do Oeste e montante do Rio Itajaí-Açu. Estes atingem a classe 2, na situação do tratamento com 99% de eficiência, Figura 58.

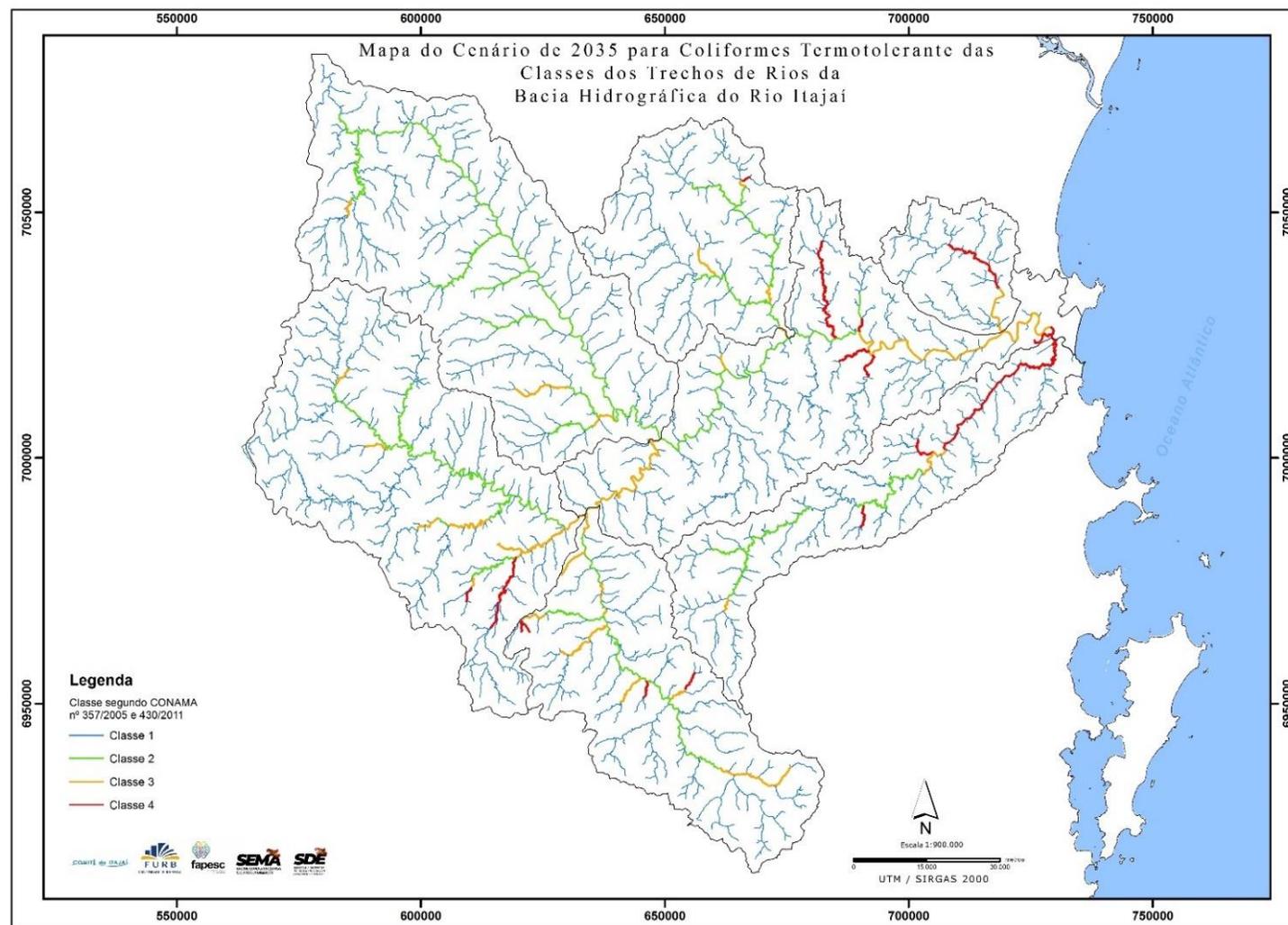
Em relação ao parâmetro fósforo total no cenário 2035, mesmo com eficiência de 60% no tratamento (Figura 45), há pouca alteração frente ao cenário atual, Figura 17. Mantém-se a problemática em alguns trechos do Rio Itajaí-Mirim jusante, região à montante de Rio do Sul e drenada pelo Rio Itajaí-Açu, Rio Luiz Alves e Rio do Testo.

Figura 43 - Classe dos rios em relação ao parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$ em 2035 com eficiência nos tratamentos de 80% e 50% da população atendida, $Q_{98\%}$



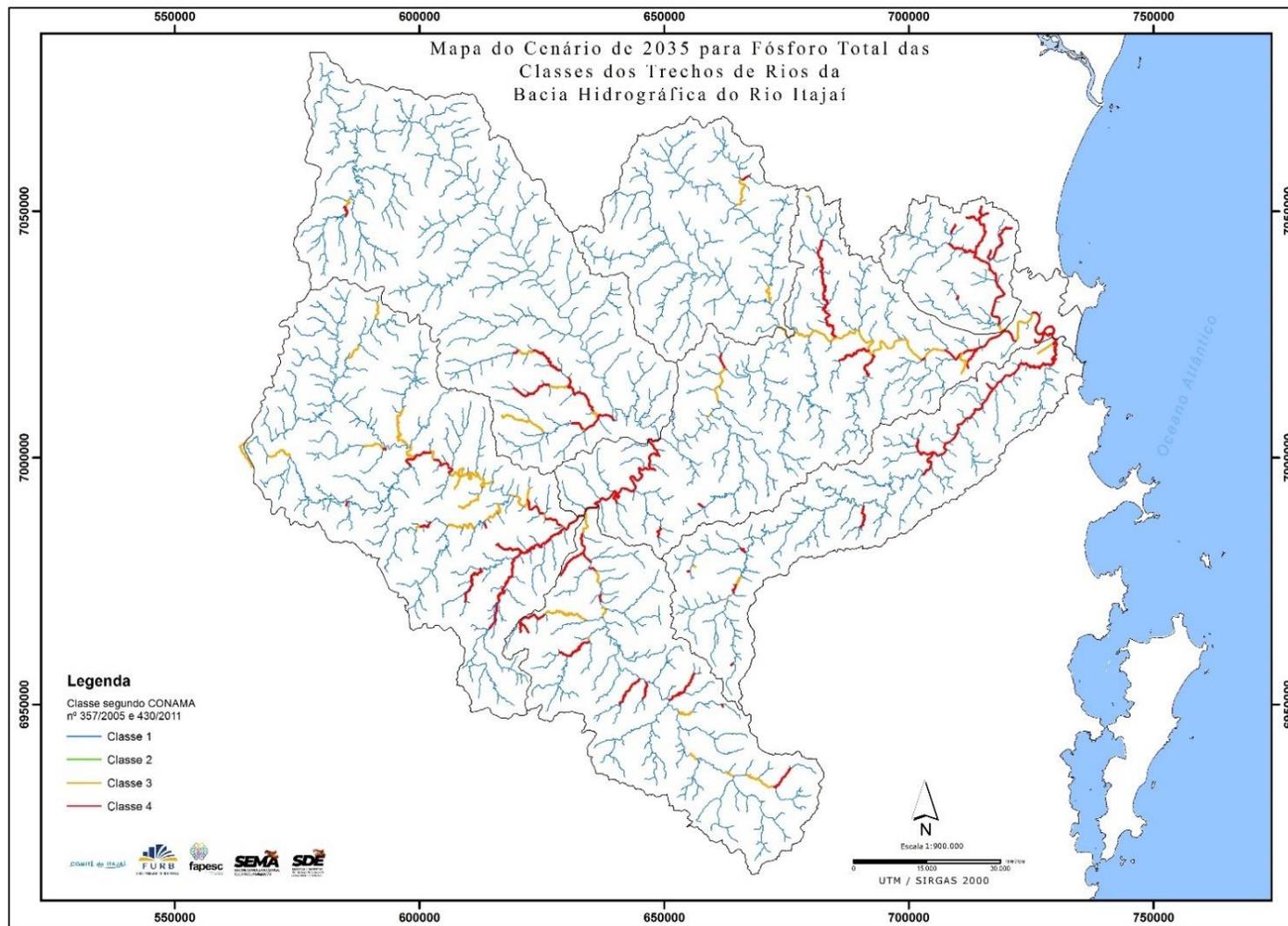
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 44- Classe dos rios em relação ao parâmetro coliforme termotolerante em 2035 com eficiência nos tratamentos de 99% e 50% da população atendida, $Q_{98\%}$.



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 45- Classe dos rios em relação ao parâmetro fósforo total em 2035 com eficiência nos tratamentos de 60% e 50% da população atendida, $Q_{98\%}$.



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

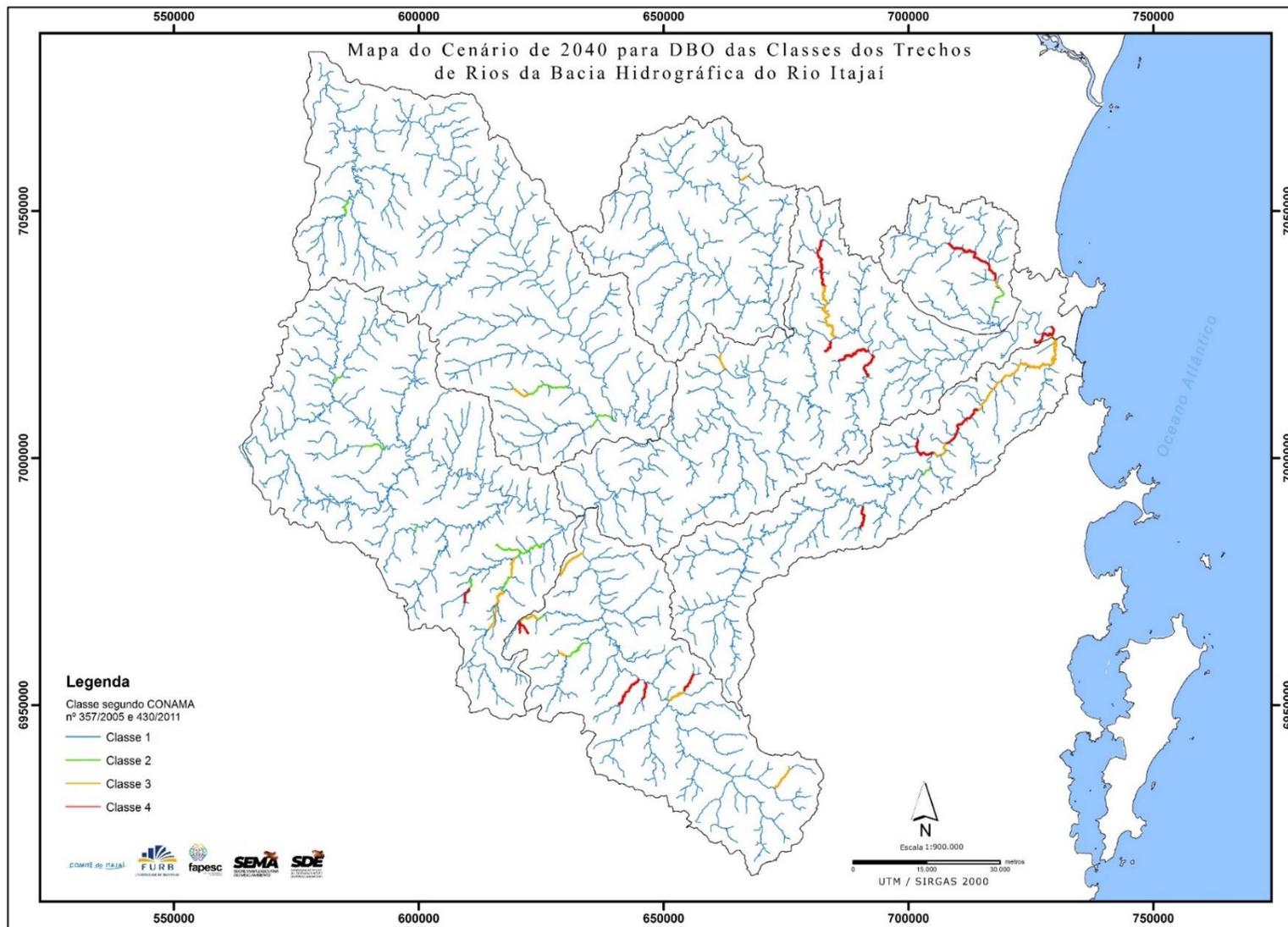
4.5 Cenário associado à meta para 2040

Para o cenário do ano de 2040 estima-se que a população total da BHRI alcance 2.498.058 habitantes. Tratando-se de uma meta de longo prazo, propõem-se para o cenário 2040 o atendimento de esgotamento sanitário para 80% da população estimada para esse cenário, distribuída uniformemente em todos os municípios. Desta forma, faz-se necessário ampliar o sistema para mais 748.805 habitantes.

Para este cenário são necessários investimentos em coleta, R\$ 729.280.475,36, adicionados à R\$ 173.333.422,03 para tratamento do esgotamento sanitário, totalizando R\$ 902.613.897,39, vide item 3.2.2. Os mapas com os atendimentos simulados para o ano de 2040, em função dos parâmetros $DBO_{5,20^{\circ}C}$, coliformes termotolerantes e fósforo total estão apresentados no apêndice deste documento. Os mapas simulados em função do nitrato e nitrogênio amoniacal não são apresentados, pois estes não se mostraram limitantes para o enquadramento dos recursos hídricos superficiais da BHRI.

A $DBO_{5,20^{\circ}C}$ em 2040 demonstra melhoria com a eficiência de 80% no tratamento (Figura 46), quando compara-se ao cenário atual, Figura 15, respectivamente. Alcança-se a classe 2 em todos os rios principais da BHRI em relação a $DBO_{5,20^{\circ}C}$. Há exceções como o Rio do Testo e a jusante do Rio Itajaí-Mirim, apresentando qualidade compatível com a classe 3 e 4, respectivamente. Além do Rio Luiz Alves com qualidade compatível à classe 4, assim como alguns afluentes do Rio Itajaí do Sul e Itajaí-Açu.

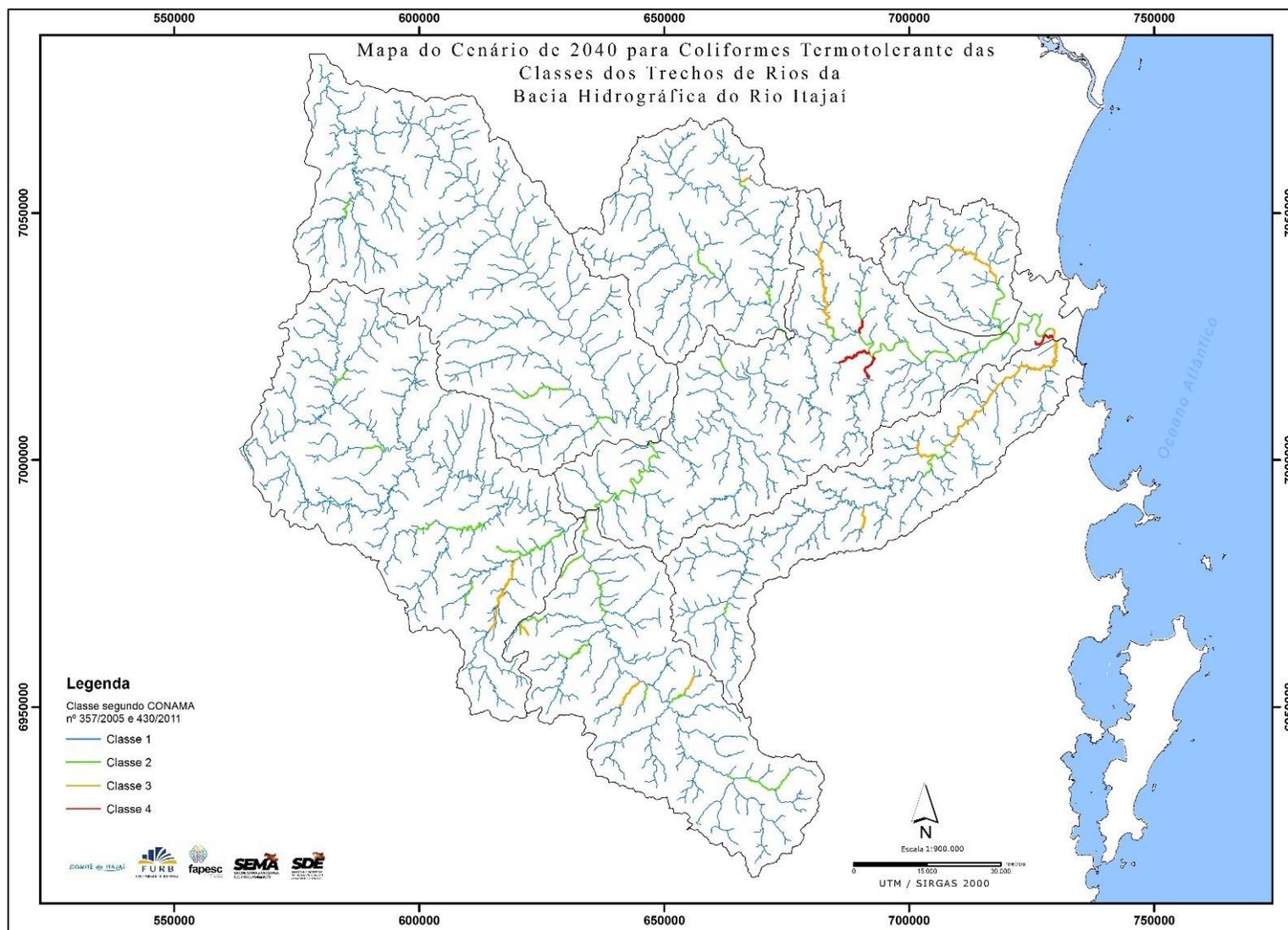
Figura 46 – Classe dos rios para $DBO_{5,20^{\circ}C}$ em 2040, eficiência nos tratamentos de 80% e 80% da população atendida, $Q_{98\%}$



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Em relação ao coliforme termotolerante, o cenário 2040 necessita melhoria de eficiência no tratamento. Na simulação com tratamento com eficiência de 99%, todo o Rio Itajaí-Açu, o Rio Itajaí do Sul, o Rio Itajaí do Oeste e o Rio Benedito ficam compatíveis com a classe 1 ou 2, Figura 47. Apresentam-se como trechos críticos, com qualidade compatível à classe 3, o trecho jusante do Rio Itajaí-Mirim e boa parte do Rio do Testo e Luiz Alves.

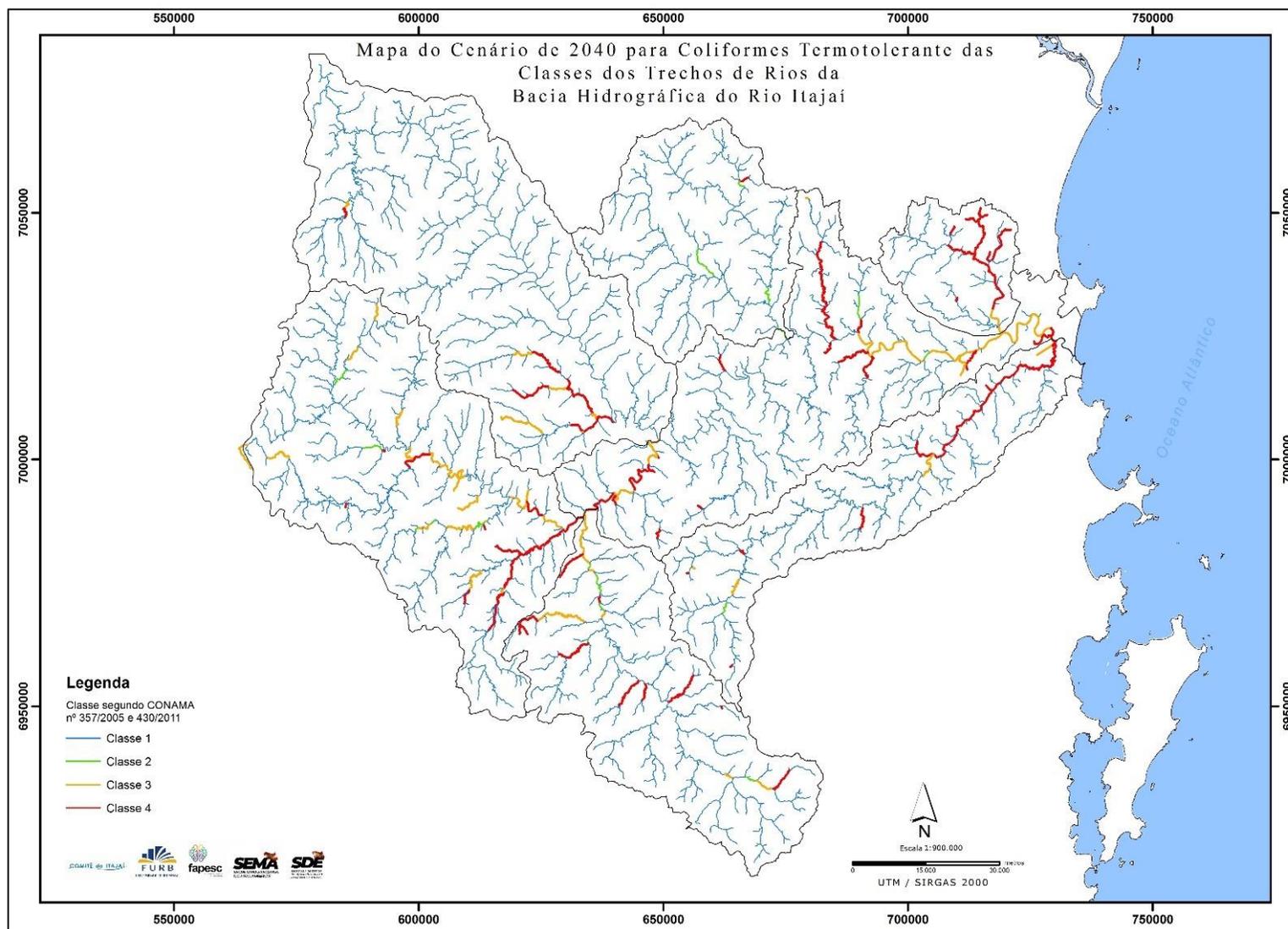
Figura 47 – Classe dos rios para coliforme termotolerante em 2040, eficiência nos tratamentos de 99% e 80% da população atendida, $Q_{98\%}$.



Fonte: Autores (2020). Elabora o: SEMA/DRHS (2021).

Em relação ao fósforo, mesmo com eficiência de 60% no tratamento e atendimento de 80% da população, este cenário segue apresentando trechos com qualidade de água compatível com a classe 3 ou 4 (Figura 48). De uma forma geral, tem-se a jusante do Rio Itajaí-Mirim, montante e jusante do Rio Itajaí-Açu, Rio do Teste, Rio Luiz Alves e alguns afluentes do Rio Itajaí do Sul, do Rio Itajaí do Norte e à montante do Rio Itajaí-Açu, como trechos com poluição acentuada em relação ao fósforo total. Desta forma, nessas áreas é importante trabalhar com medidas para diminuição da poluição difusa, oriunda principalmente da agropecuária.

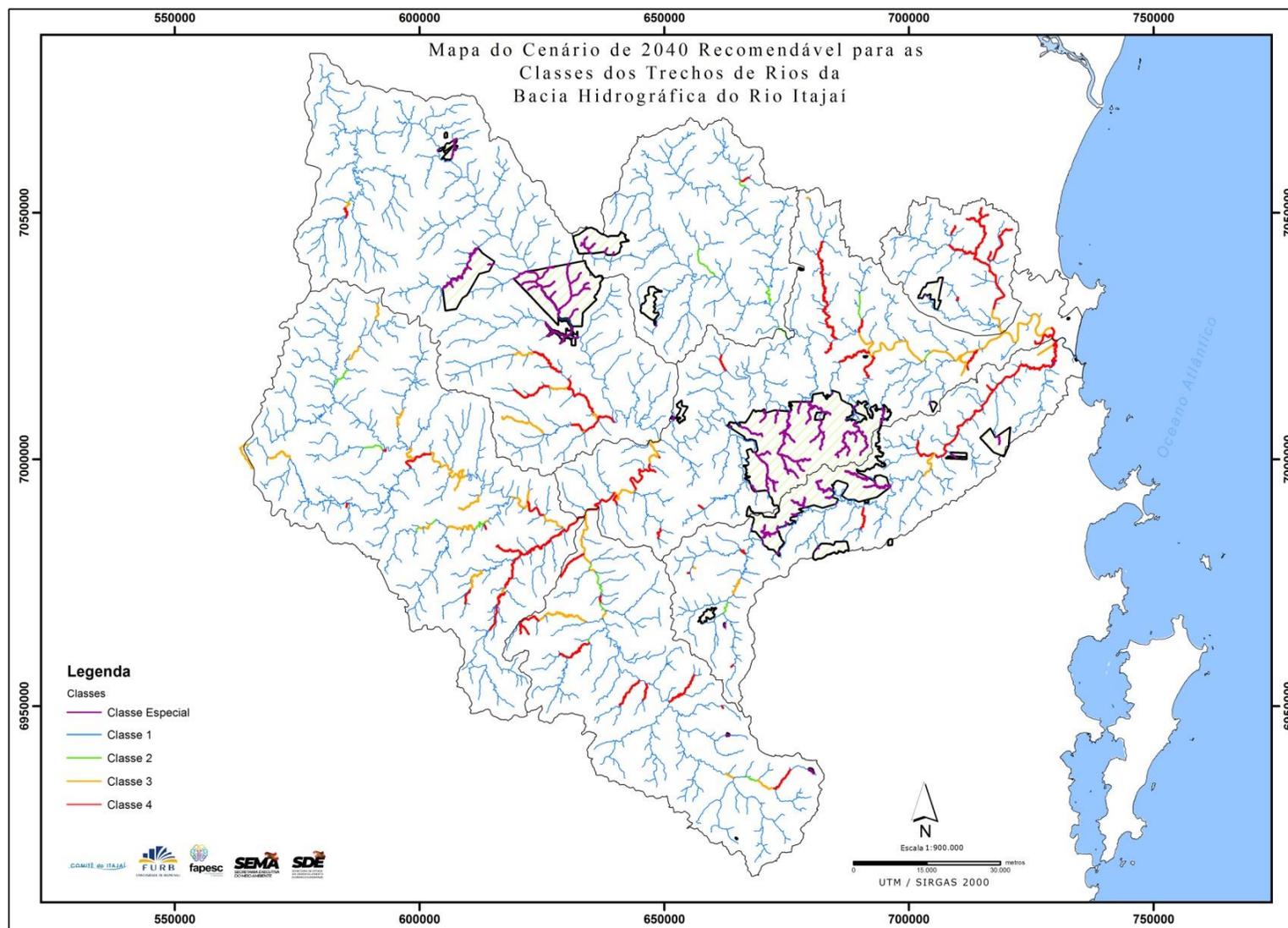
Figura 48- Classe dos rios para o parâmetro fósforo total em 2040 com eficiência nos tratamentos de 60% e 80% da população atendida, $Q_{98\%}$.



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

A simulação do cenário 2040 com aplicação das recomendações (80% de atendimento da população e tratamento recomendado para os parâmetros $DBO_{5,20^{\circ}C}$, coliformes termotolerantes, fósforo total, nitrato e ao nitrogênio amoniacal) é apresentado na Figura 49. Os trechos são demonstrados com a pior classe dentre os parâmetros trabalhados.

Figura 49 – Cenário 2040 recomendável, compilação dos 4 parâmetros



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021)..

Em algumas áreas, observou-se um cenário com poluição pontual. Desta forma, foram aumentadas as eficiências de tratamento para alguns municípios: Blumenau, Itajaí, Brusque, Guabiruba, Pomerode, Luiz Alves e Agrolândia. Estas regiões foram identificadas como críticas, necessitando assim o aumento de eficiência para poder respeitar as metas de enquadramento. Assim, as simulações para estes municípios utilizaram eficiências de 95% para $DBO_{5,20^{\circ}C}$, 99,9% para coliformes termotolerantes, 50% para fósforo total, e 70% para nitrogênios nas simulações (KNAESEL, 2019). Um resumo das eficiências de tratamento para cada parâmetro e cenário é apresentado na Tabela 15.

Tabela 15 - Eficiência no tratamento por parâmetro e cenário simulado

Parâmetro	Cenário recomendável	Melhoria em municípios específicos*
$DBO_{5,20^{\circ}C}$	80%	95%
Fósforo Total	35%	50%
Coliforme Termotolerante	99%	99,9%
Nitrogênios	70%	70%

* Blumenau, Itajaí, Brusque, Guabiruba, Pomerode, Luiz Alves e Agrolândia.

Salienta-se que para coliformes termotolerantes na primeira meta proposta, de 15% de nível de atendimento em 2025 (Figura 38), haverá diminuição de 5,58% da concentração, quando comparada ao cenário atual, Figura 16. Em 2030, com atendimento de 30%, a diminuição será de 2,91% para $DBO_{5,20^{\circ}C}$ (Figura 40) e 15,96% para coliformes termotolerantes (Figura 41). Em 2040, atingindo-se o nível de atendimento de 80% as diminuições de $DBO_{5,20^{\circ}C}$ e coliformes termotolerantes serão de 44,72 e 67,24%, respectivamente, Tabela 16. Para fósforo total, nitrato e nitrogênio amoniacal, por também estarem relacionados à agropecuária, assim considerados como poluição de origem difusa, não foi possível verificar diminuição em relação ao cenário atual. Não foram consideradas melhorias no tratamento de efluentes das indústrias existentes. No entanto, a comparação deve ser feita com o cenário crítico, pois neste considera-se também o aumento da população (KNAESEL, 2019).

Tabela 16 - Valores médios da BRHI para $DBO_{5,20^{\circ}C}$, coliformes termotolerantes, nitrogênio amoniacal, nitrato e fósforo total para os anos de 2025, 2030, 2035 e 2040, considerando cenários críticos e cenários com tratamento proporcional

Média da Bacia para $Q_{98\%}$										
Parâmetro	Unidade	Cenário Atual	Cenários Crítico				Cenários com tratamento proporcional			
			2025	2030	2035	2040	2025	2030	2035	2040
$DBO_{5,20^{\circ}C}$	$mg\ O_2\ L^{-1}$	1,25	1,25	1,57	1,64	1,77	1,27	1,22	1,03	0,69
Coliformes termo	$Org.\ 100mL^{-1}$	644	644	754	782	827	608	541	435	211
P total	$mg.L^{-1}$	0,05	0,05	0,06	0,06	0,07	0,05	0,05	0,05	0,05
Nitrato	$mg\ N.L^{-1}$	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Nitrogênio Amoniacal	$mg\ N.L^{-1}$	0,12	0,12	0,15	0,16	0,30	0,14	0,13	0,13	0,12

Fonte: Knaesel (2019).

4.6 Estratégias para alcance da meta em 2040

Em relação ao cenário recomendável para o parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$ nos trechos do Rio do Testo e a jusante do Rio Itajaí-Mirim; além do Rio Luiz Alves como alguns afluentes do Rio Itajaí do Sul e Itajaí-Açu, os valores ultrapassam aquele referente à classe 2. Uma das alternativas é o aumento da eficiência do tratamento, ou ainda, o lançamento de cargas de esgotamento sanitário em corpo receptor com maior capacidade de diluição. Esse lançamento pode ocorrer por meio da transposição do lançamento para outro corpo de água, ou ainda, pelo lançamento no curso atual em outro ponto com maior capacidade de depuração.

Além dessa estratégia, orienta-se o avanço no tratamento da matéria orgânica e outros poluentes. As estações de tratamento de efluentes industriais são projetadas para serem eficientes na diminuição da carga poluente, mitigando impactos do lançamento nos recursos hídricos. Em geral, no licenciamento ambiental, é levado em consideração que os lançamentos de efluentes tratados atendem aos padrões máximos aceitáveis para o corpo receptor. Para a operacionalização da condição da classe do corpo receptor é necessário a realização de simulação com modelo de qualidade de água, na vazão de referência, ou ainda, para séries temporais longas, similar às simulações realizadas neste trabalho.

Assim, é importante que o procedimento de licenciamento ambiental do setor industrial inclua a análise do lançamento do efluente em sistema dinâmico. Neste caso, podem ser necessárias ações de fiscalização e controle que assegurem que a legislação ambiental seja cumprida. Em relação aos efluentes de origem industrial, relaciona-se especialmente ao Rio Itajaí-Mirim, Rio do Testo, Rio Luiz Alves e alguns afluentes do Rio Itajaí-Açu, por drenarem áreas mais industrializadas.

Em relação aos afluentes do Rio Itajaí do Oeste, além de alguns afluentes em área agrícola do Rio Itajaí-Açu, assim como o Rio do Testo e Rio Luiz Alves, recomenda-se o controle da poluição orgânica oriunda dos dejetos animais, originária tanto da criação de animais quanto da utilização de dejetos animais como fertilizante agrícola. Provavelmente essa estratégia trará benefícios para a diminuição da concentração nos corpos hídricos de fósforo total. Isso porque o nível de atendimento de 80% do tratamento de esgoto sanitário demonstrou-se insuficiente para o controle da poluição desse parâmetro, possivelmente por esse poluente ser associado a fontes difusas.

Outra estratégia possível para atingir o cenário recomendável é aumentar o número de habitantes que recebem o tratamento de esgoto, de 80 para 90%. Fazendo-se necessário o estabelecimento de um novo horizonte temporal, como o ano de 2045, por exemplo.

O enquadramento dos recursos hídricos na BHRI, levando-se em consideração os coliformes termotolerantes, apresenta problemas em alguns trechos como à jusante do Rio Itajaí-Mirim, montante do Rio Itajaí-Açu e boa parte do Rio do Testo e Luiz Alves. Todos esses rios também aparecem em situação crítica em função da $DBO_{5,20^{\circ}C}$, onde outras medidas mitigadoras para minimização do problema da degradação foram anteriormente descritas. Essas medidas sendo executadas, também trarão benefícios para a diminuição e controle dos coliformes termotolerantes. O atendimento da população da BHRI por esgotamento sanitário, conforme proposto, também trará como consequência a diminuição da concentração dos parâmetros nitrogênio amoniacal total e nitrato nos rios da BRHI.

Tem-se o Rio Itajaí-Mirim jusante, montante e jusante do Rio Itajaí-Açu, Rio do Testo, Rio Luiz Alves e alguns afluentes do Rio Itajaí do Sul, do Rio Itajaí do Norte como trechos com carga poluidora elevada em relação à concentração

de fósforo total. Recomenda-se o controle da poluição de origem difusa nesses cursos d'água, como medida preventiva, abrangendo a conservação de água e solo. É possível que ocorra influência do uso de fertilizantes de origem animal e inorgânicos. Tem-se como grande desafio a orientação dos agricultores em relação à aplicação de fertilizantes e manejo agrícola. Além da busca por estratégias para que esses produtos permaneçam no solo e que não escoem superficialmente até os cursos da água. Essas medidas mitigadoras adicionais estão descritas por horizontes no capítulo 7.

4.7 Água Salobra

Em relação ao Rio Itajaí-Açu, no trecho de água salobra há dois portos de relevância econômica, Portonave e Porto de Itajaí. Desta forma, orienta-se o enquadramento no trecho com água salobra na classe 3, Figura 22. Além dos portos, também há indústrias pesqueiras nesse trecho, que utilizam o canal do rio para a navegação e lançamento de efluentes. No entanto, como a concentração de coliformes termotolerantes nesse trecho é bastante elevada, orienta-se um melhor controle das estações de tratamento de efluentes dessas empresas para diminuir a concentração desses microrganismos.

O trecho de água salobra do Rio Itajaí-Mirim estende-se entre a barragem da SEMASA e sua foz. Em função do possível uso para navegação, além do custo elevado para mitigar os efeitos da poluição na área, tanto no cenário atual quanto para os simulados, aponta-se a classe 3, salobra, como a mais adequada.

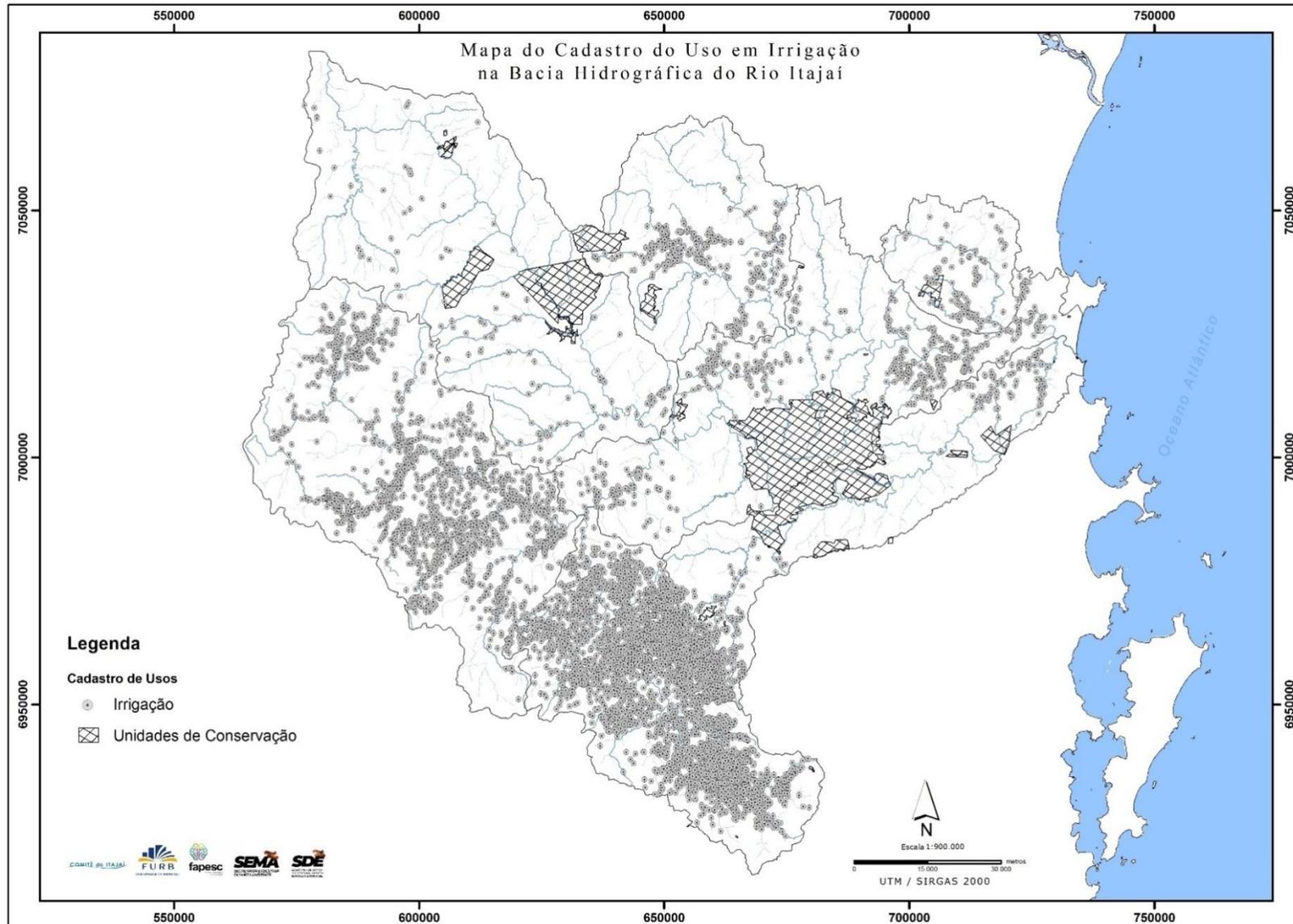
5 USOS PRETENSOS DOS RECURSOS HÍDRICOS

5.1 Água doce

Foram avaliados os usos da água na BHRI, por meio do cadastro de usuário de recursos hídricos de Santa Catarina, aqui denominados dados do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH). Foram encontrados nos dados do CEURH de janeiro de 2020, os seguintes usos da água na BHRI: abastecimento público, aquicultura, criação animal, esgotamento sanitário, industrial, hidrelétrica, irrigação, mineração, produção termelétrica e outros usos. Dentre esses, irrigação, aquicultura, criação animal e abastecimento público, possuem requisito mínimo de classe para o uso (CONAMA, 2005). Esses usos estão distribuídos na BHRI conforme Figura 50, Figura 51, Figura 52 e Figura 53, respectivamente. Enquanto o lançamento de efluente industrial nos recursos hídricos não pode alterar a classe previamente definida (CONAMA, 2011).

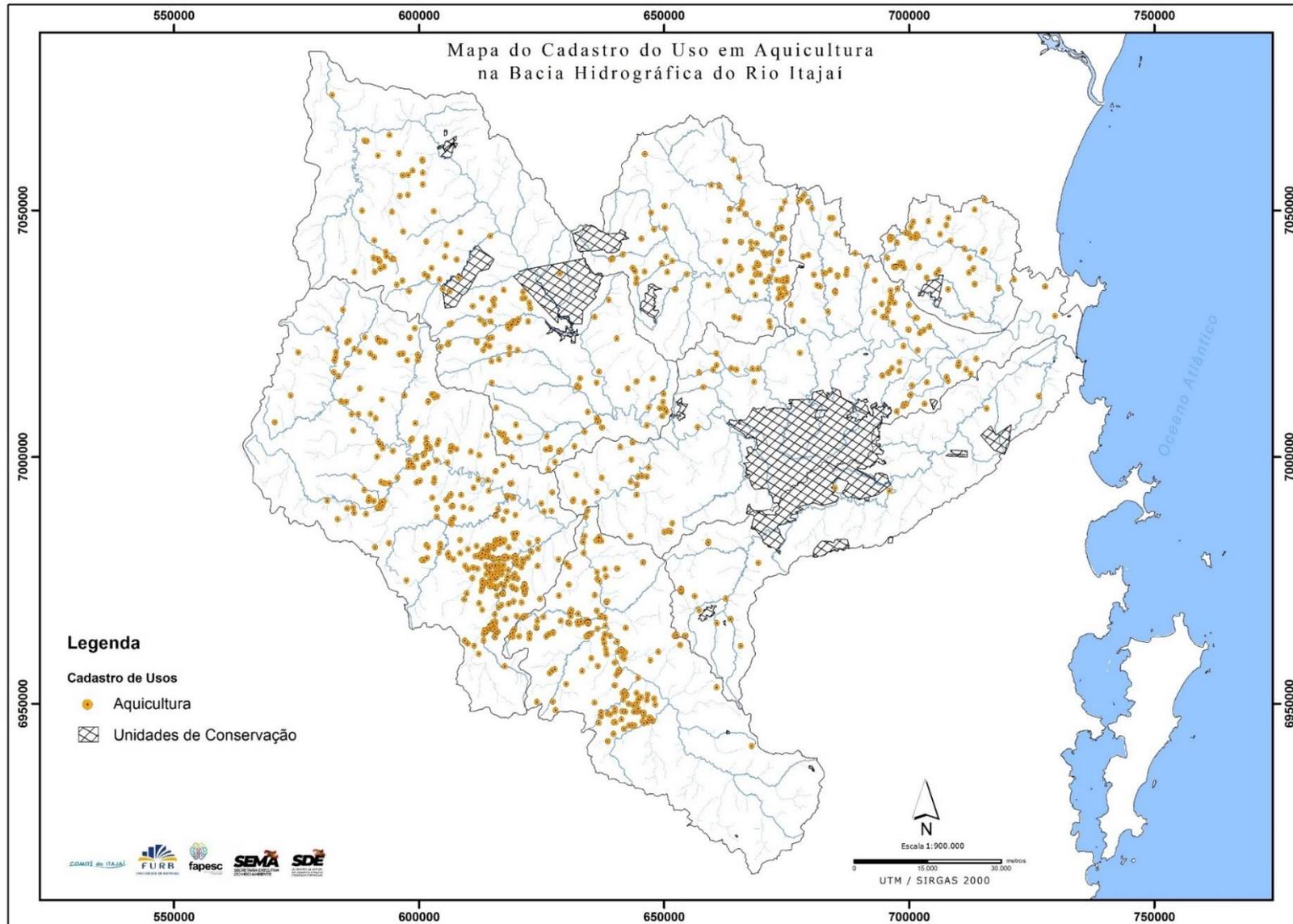
A água dentro das unidades de conservação, as quais aparecem hachuradas nas Figuras 50, 51, 52 e 53 são classificadas como especial e possuem seu uso restrito. Essa água pode ser destinada ao abastecimento para consumo humano (Figura 53), à preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas; e ainda à preservação dos ambientes aquáticos em unidades de conservação de proteção integral (CONAMA, 2005).

Figura 50- Pontos cadastrados no CEURH para o uso em irrigação na BHRI (janeiro de 2020)



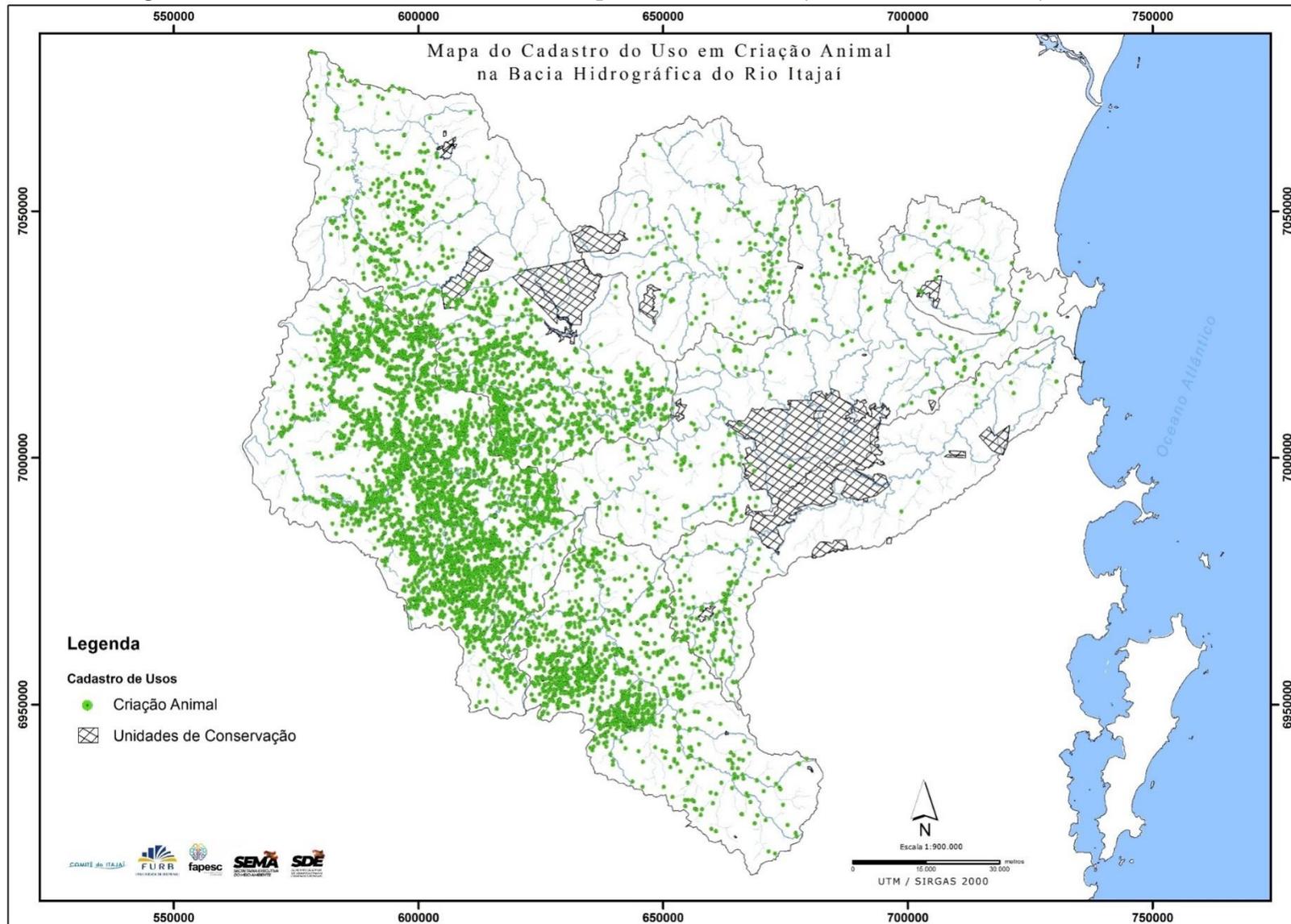
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 51- Pontos cadastrados no CEURH para o uso em aquicultura na BHRI (janeiro 2020)



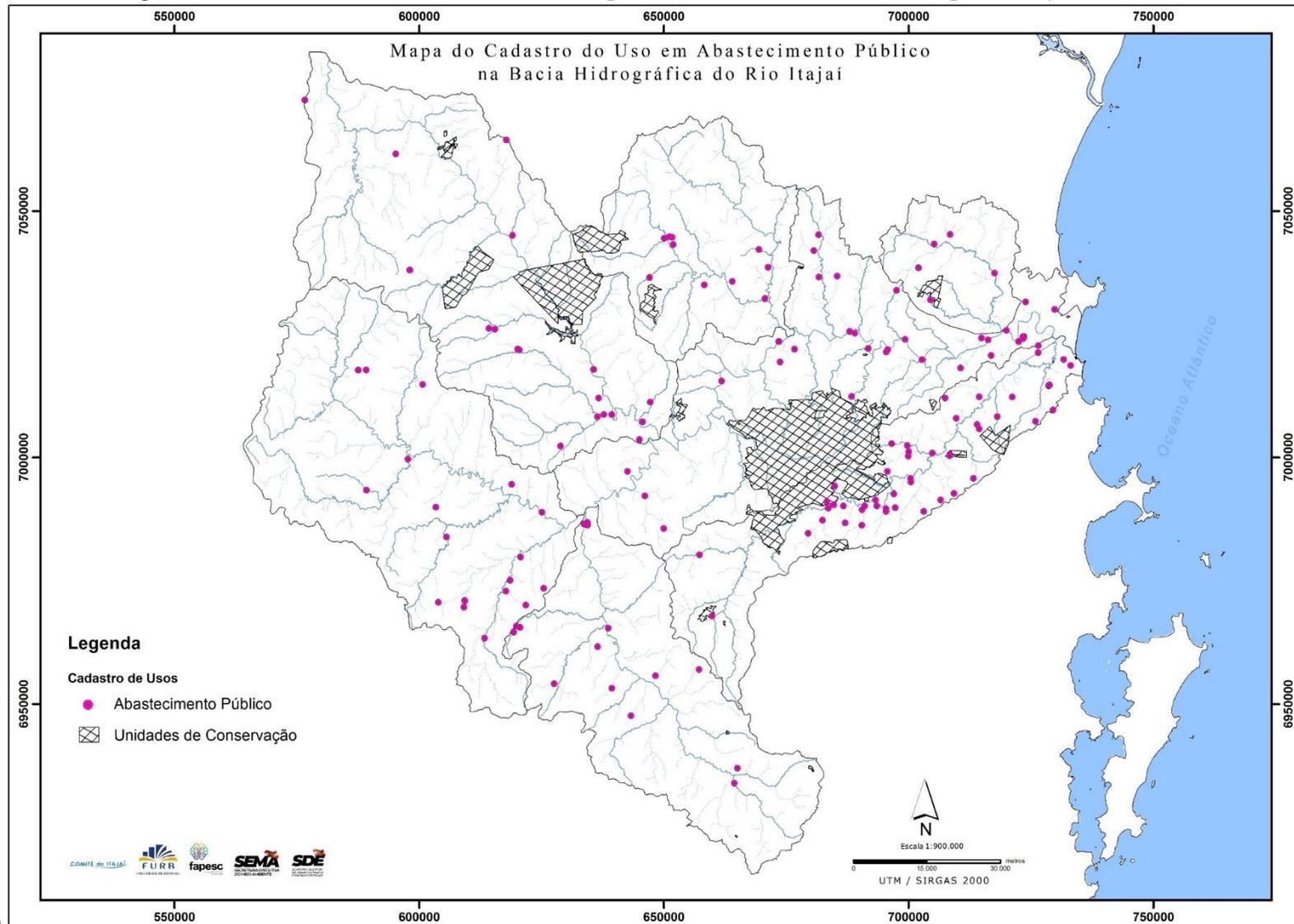
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 52- Pontos cadastrados no CEURH para o uso em criação animal na BHRI (janeiro 2020)



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 53 – Pontos cadastrados no CEURH para o uso em abastecimento público (janeiro)



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Nas informações utilizadas nesse estudo, a irrigação está descrita de forma genérica nos dados do CEURH, Figura 50, o que dificulta a avaliação em relação à classe pretendida, pois para hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rente ao solo, é adequada à classe 1, água doce. Enquanto, para hortaliças em geral, plantas frutíferas e parques, jardins, campos de esporte e lazer que possam ter contato direto ao público, a classe adequada é 2, doce (CONAMA, 2005). Desta forma, percebe-se a importância de discriminar claramente o fim que é dado para a irrigação, se envolve hortaliças, plantas frutíferas ou locais que possam ter contato direto com o público.

Pode acontecer do uso atual cadastrado para irrigação ser incompatível, no futuro, com a finalidade pretendida, em função do tipo de cultura. Apontam-se como áreas críticas a da sub-bacia do Rio Itajaí do Sul, Rio Itajaí do Oeste e as áreas de drenagem da foz do Rio Itajaí-Açu, assim como do Rio Itajaí-Mirim.

Para a aquicultura e atividades de pesca, a qualidade mínima exigida para o recurso hídrico utilizado é a classe 2, doce (CONAMA, 2005). Na BHRI essa atividade está presente (Figura 51). Cabe destacar que há uso cadastrado para aquicultura dentro de áreas de unidades de conservação, onde este uso é incompatível. Além do mais, essa atividade está presente em trechos do Rio Itajaí-Açu à montante de Rio do Sul, Rio do Testo, Rio Luiz Alves, Rio Itajaí-Mirim, onde a qualidade atual e as propostas de nível de atendimento de 80% do saneamento não mostraram ser suficientes para manter a classe 2, necessária para esse uso.

O cenário atual, item 2.7.1, demonstra que a qualidade da água de alguns trechos de rios já é incompatível com a classe 1 e 2. Desta forma, o uso da água para aquicultura deveria ser restrito apenas a áreas onde a qualidade do recurso hídrico é compatível.

Em relação à criação de animais e conseqüentemente sua dessedentação, a classe pode ser até a 3, doce (CONAMA, 2005), Figura 52. Cabe salientar que há cadastro dentro das unidades de conservação, o que é incompatível. As regiões de cabeceira são as com maior número de declarações com finalidade de criação animal no CEURH. Assim, tanto o cenário atual, quanto o cenário 2040 apontam problemas de incompatibilidade para esse uso, em função do aparecimento da classe 4 na região à montante de Rio do Sul.

Adicionalmente, destacam-se também dentro dessa problemática o Rio do Testo e o Rio Luiz Alves com alguns pontos com cadastro para essa atividade. Esses rios e seus usos demonstram a importância de se trabalhar com mais medidas mitigadoras (capítulo 6), para que estes permaneçam na classe 2, ou pelo menos, mantenham-se na classe 3.

Quanto ao abastecimento público, com a piora de classes dos recursos hídricos, ocorre o aumento da exigência no tratamento. Os mananciais de classe 1 podem ser tratados apenas de forma simplificada para o abastecimento público, enquanto para a classe 2 exige-se o tratamento convencional e ainda, nos mananciais enquadrados como classe 3, pode ser necessário o tratamento avançado (CONAMA 357, 2005).

Os pontos onde há cadastro de outorga para abastecimento estão demonstrados na Figura 53. O cenário atual para a BHRI já aponta a classe 3 em função da elevada concentração de coliformes termotolerantes e fósforo total em alguns trechos, vide item 2.7.1. O cenário 2040 evidencia que com o crescimento populacional e a pressão nos recursos hídricos, essa situação permanecerá. Apontando-se para um possível tratamento avançado em trechos do Rio Itajaí-Açu. Além do mais, demonstra-se também um impedimento para a utilização de alguns mananciais, caso medidas mitigadoras complementares não forem executadas. No caso de rios, que atingem a classe 4 no cenário 2040, não é previsto uso para abastecimento público, como o Rio do Testo, Rio Luís Alves e o Rio Itajaí-Açu a montante de Rio do Sul.

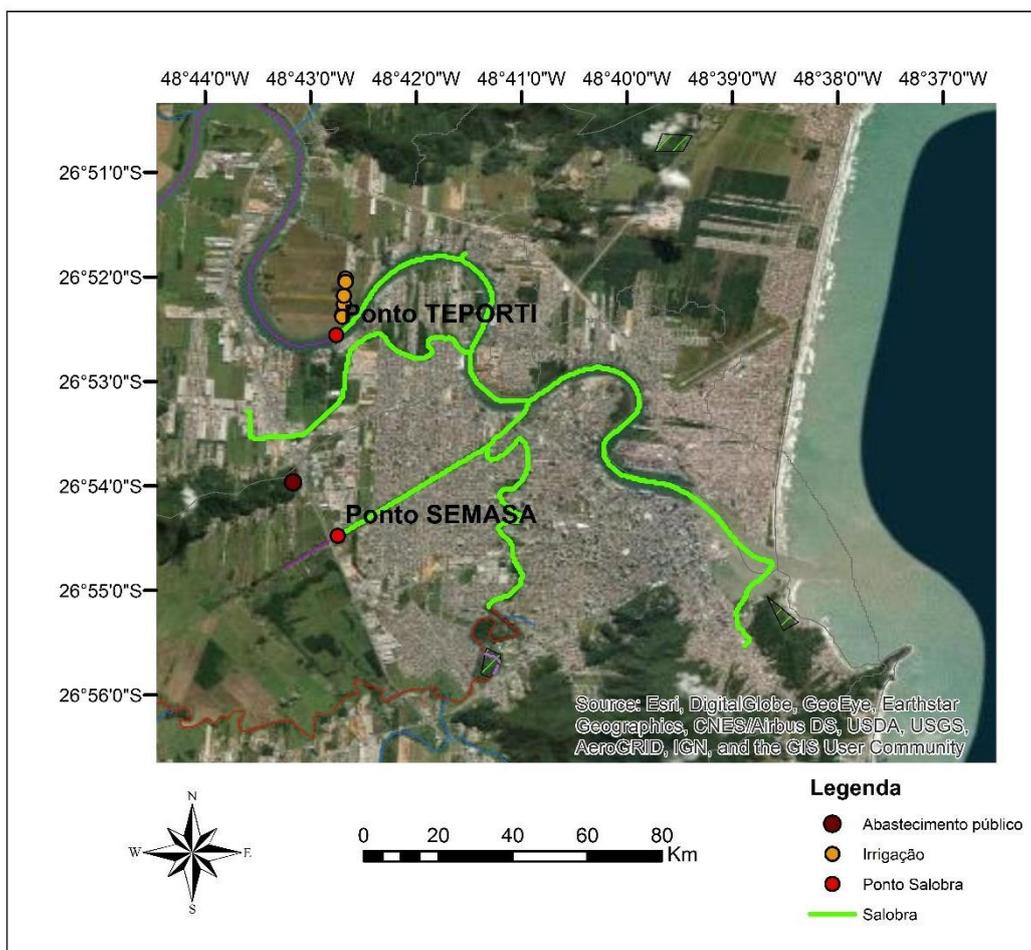
5.2 Água salobra

Em termos de qualidade da água, a pior classe dentre as salobras é a classe 3, onde a água poderá ser usada apenas para navegação e harmonia paisagística. A classe 1, salobra, é a adequada para a irrigação de hortaliças consumidas cruas e frutas que se desenvolvem rentes ao solo assim como para parques, jardins, campos de esporte e lazer que possam ter contato direto ao público (CONAMA, 2005).

O abastecimento público de água é facilitado com o tratamento de água doce, em detrimento da salobra. Possivelmente, por essa razão, não constatou-se cadastro para esse uso nos trechos classificados como água salobra.

A criação animal não é discriminada como um uso para a água salobra (CONAMA, 2005). O uso para aquicultura em água salobra possui recomendação de classe 1. Nos trechos de água salobra dos rios Itajaí-Açu e Itajaí-Mirim a classe compatível com a qualidade para 2040 é a 3, de forma que o uso para esta finalidade não é recomendado, apesar de haver cadastro para este uso, conforme Figura 54.

Figura 54– Usos da água para área classificada como salobra



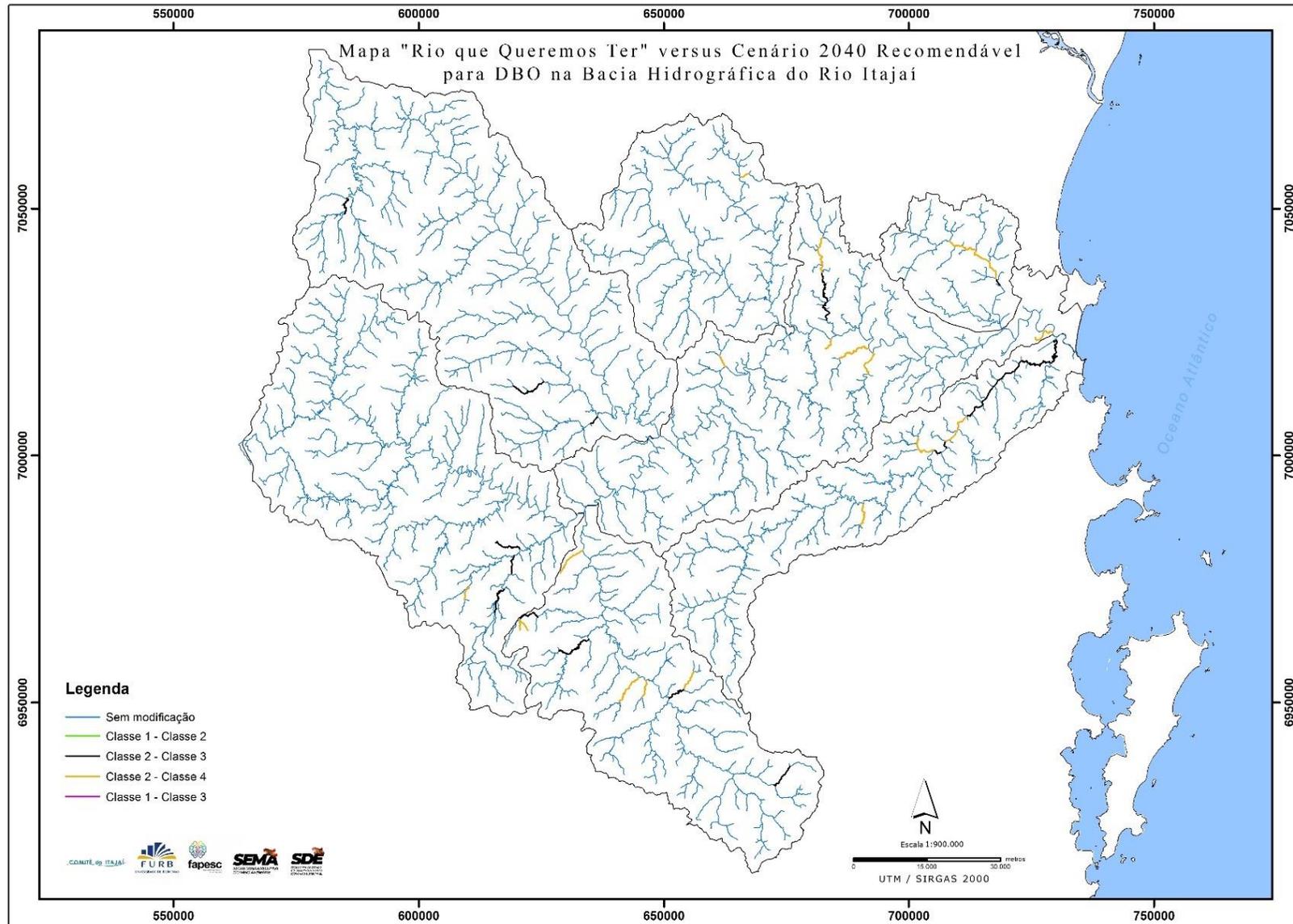
Fonte: Autores (2020).

Nos dados utilizados para este estudo, da mesma forma que ocorre com a água doce, não houve a discriminação da finalidade da irrigação da área. No entanto, como a classe pretendida para esse trecho é a 3, esse uso torna-se não recomendado.

6 O “RIO QUE QUEREMOS TER” E O CENÁRIO PARA 2040

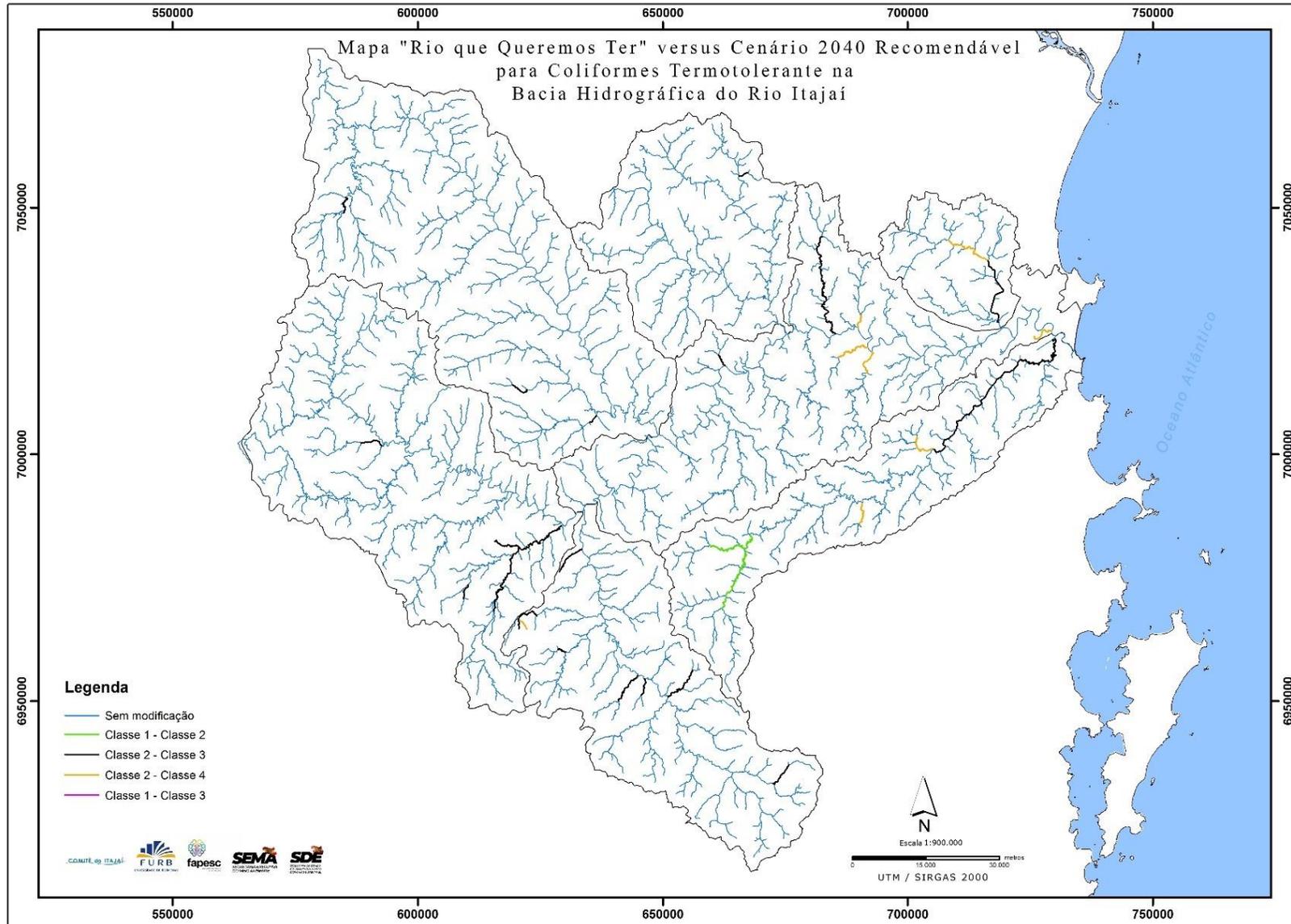
No plano da BHRI foi realizada uma proposta de efetivação do enquadramento. Para a construção dela, alcançou-se, por meio de consultas públicas, o “rio que queremos ter”. Em função disso, foram comparados os cenários do plano da BHRI do “rio que queremos ter” com o cenário recomendável para 2040, para cada parâmetro. Desta forma, foram gerados os mapas expostos na Figura 55, Figura 56 e Figura 57, referentes à $DBO_{5,20^{\circ}C}$, coliformes termotolerantes e fósforo total, respectivamente. Não foi incluído o nitrato por este não ser um parâmetro limitador. Somando-se os três parâmetros e contrapondo com o “rio que queremos ter”, Figura 58, demonstra-se os trechos onde o enquadramento não é alcançado, conforme proposto no Plano da Bacia. Deste modo, é necessário que sejam aplicadas mais medidas mitigadoras. Além do nível de atendimento de 80% do tratamento do esgoto sanitário, que demonstra ser de suma relevância, será necessário aprimorar o tratamento dos lançamentos de efluentes tratados de outros usuários de água, como do setor industrial e agropecuário.

Figura 55- “Rio que queremos ter” x Cenário 2040 recomendável – parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$



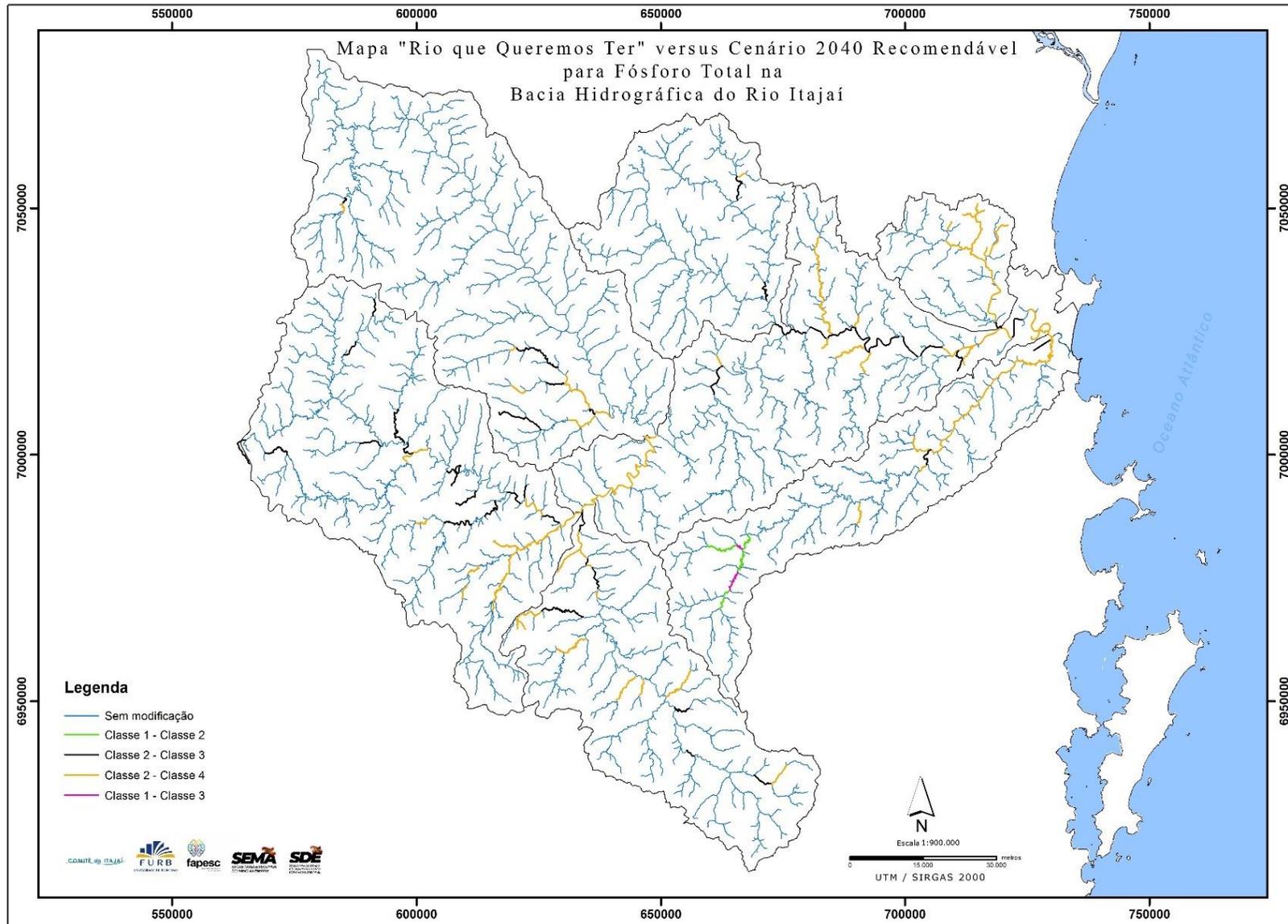
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 56 - “Rio que queremos ter” x Cenário 2040 recomendável - parâmetro coliformes termotolerantes



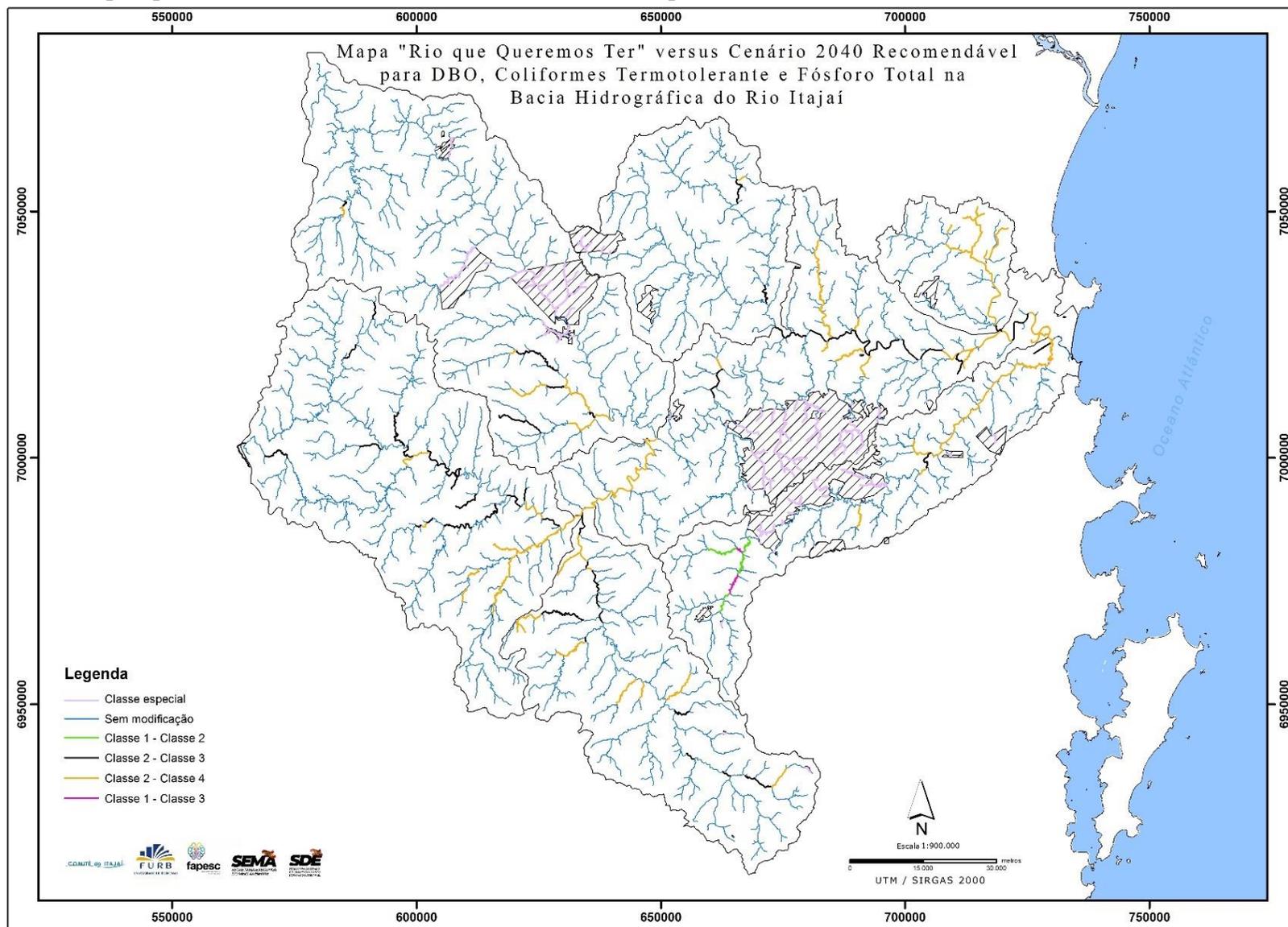
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 57 – “Rio que queremos ter” x Cenário 2040 recomendável - parâmetro fósforo total



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 58 – “Rio que queremos ter” x cenário 2040 recomendável - parâmetros $DBO_{5,20^{\circ}C}$, coliformes termotolerantes e fósforo total



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

7 PROGRAMA PARA EFETIVAÇÃO DO ENQUADRAMENTO NA BHRI

Com o intuito de alcançar o cenário 2040 proposto, elencam-se as metas que precisam ser alcançadas para os horizontes de planejamento utilizados neste trabalho. Como o cenário 2040 recomendável ainda apresenta trechos com carga poluidora alta, também são propostas medidas mitigadoras adicionais ao esgotamento sanitário.

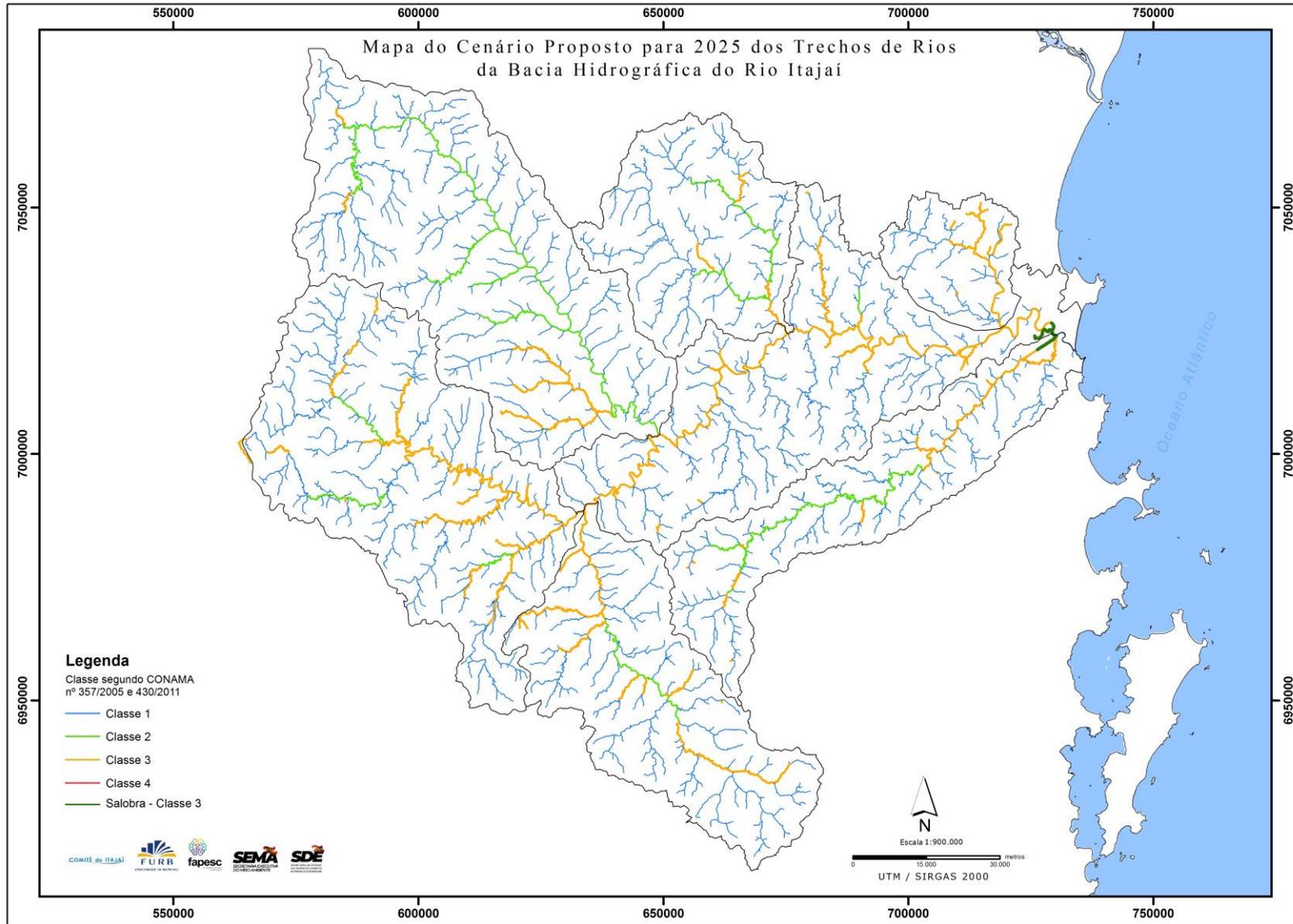
Além do aumento da cobertura do atendimento do esgoto sanitário, políticas públicas que visem o controle do uso e ocupação da terra também refletem positivamente na qualidade da água dos rios. Neste âmbito, pode-se elencar o controle das ações de terraplanagem, aterros, retenção de água por meio de cisternas e drenagens sustentável, manutenção das estradas rurais, recuperação e manutenção de mata ciliar, entre outros.

Mesmo com o nível de atendimento de 80% de esgotamento sanitário na BHRI, alguns rios apresentaram classe 3 ou 4 no cenário 2040, Figura 49. Após as discussões com as entidades membro e convidados nas oficinas realizadas junto ao Comitê do Itajaí, alcançou-se a seguinte proposta:

Para os rios que estão com classe compatível com a 3 em 2040 (Figura 49): estes rios devem atingir a classe 2 em 2030 (Figura 60) e mantê-la até 2040 (Figura 76), a partir das ações do programa de efetivação (Figura 37).

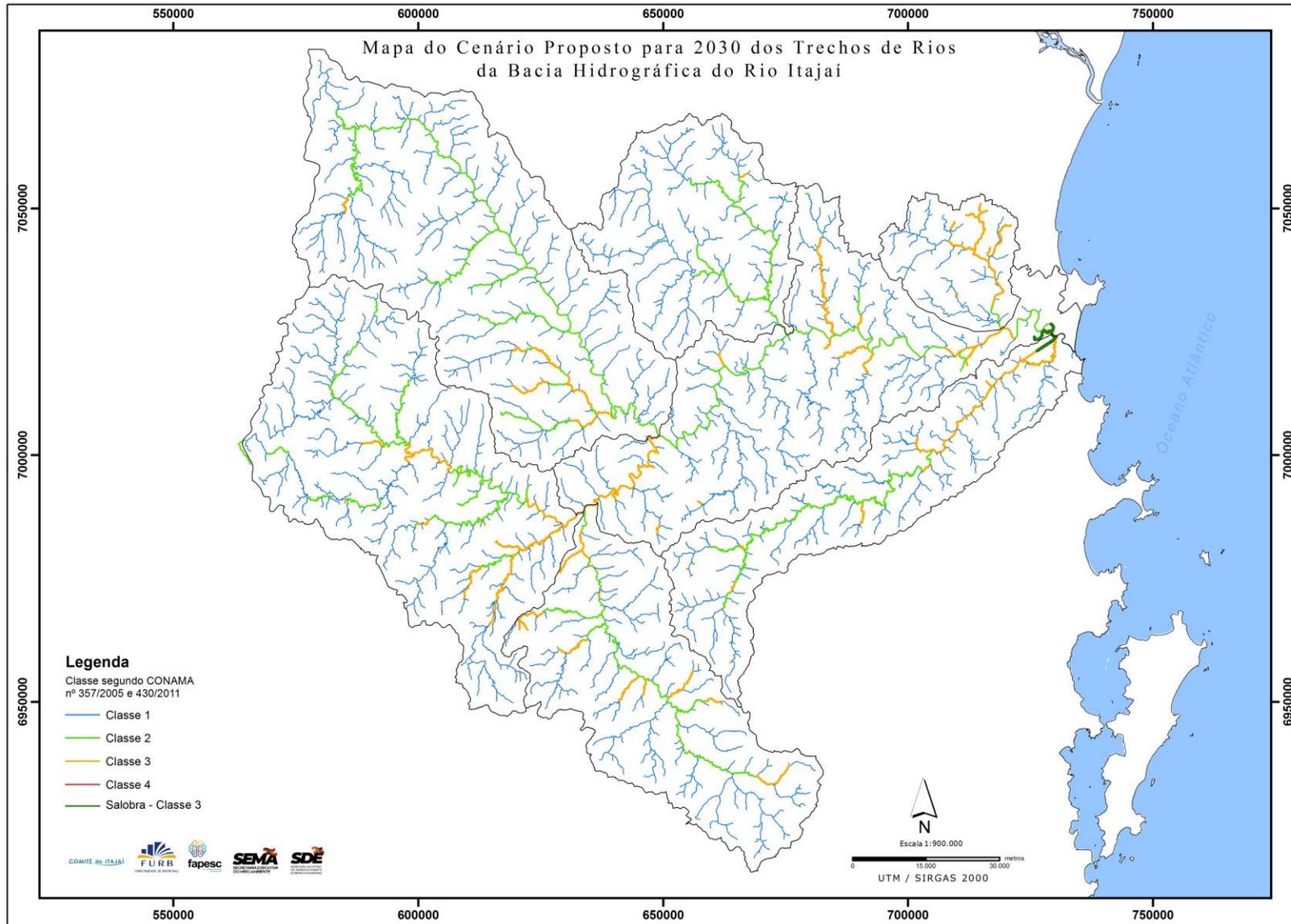
Para os rios que estão com classe compatível com a 4 em 2040 (Figura 49): estes rios devem atingir a classe 3 em 2025 (Figura 59), classe 2 em 2035 (Figura 61) e manter até 2040 (Figura 62), a partir das ações do programa de efetivação.

Figura 59 - Cenário proposto para o ano de 2025



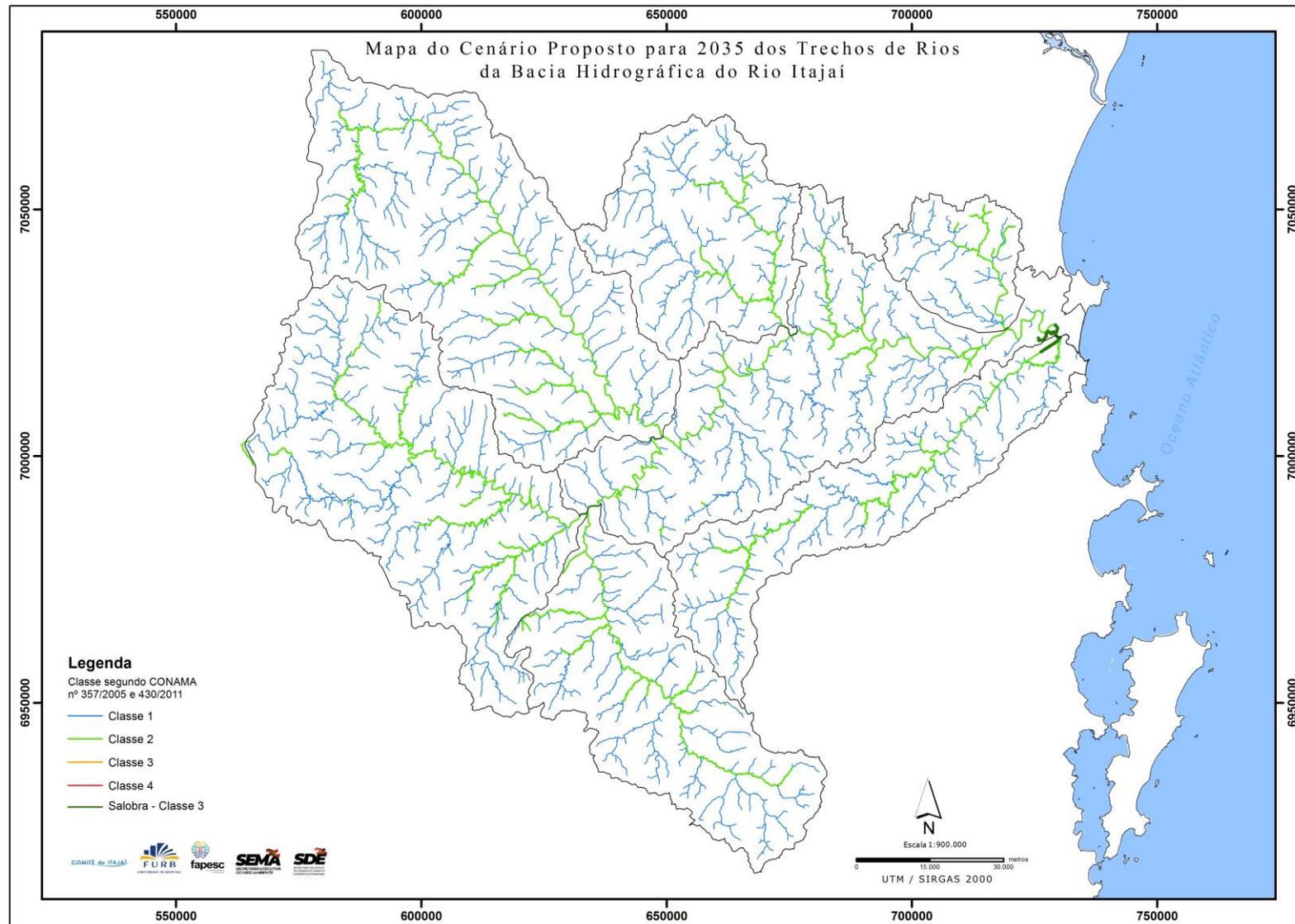
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 60 – Cenário proposto para o ano de 2030



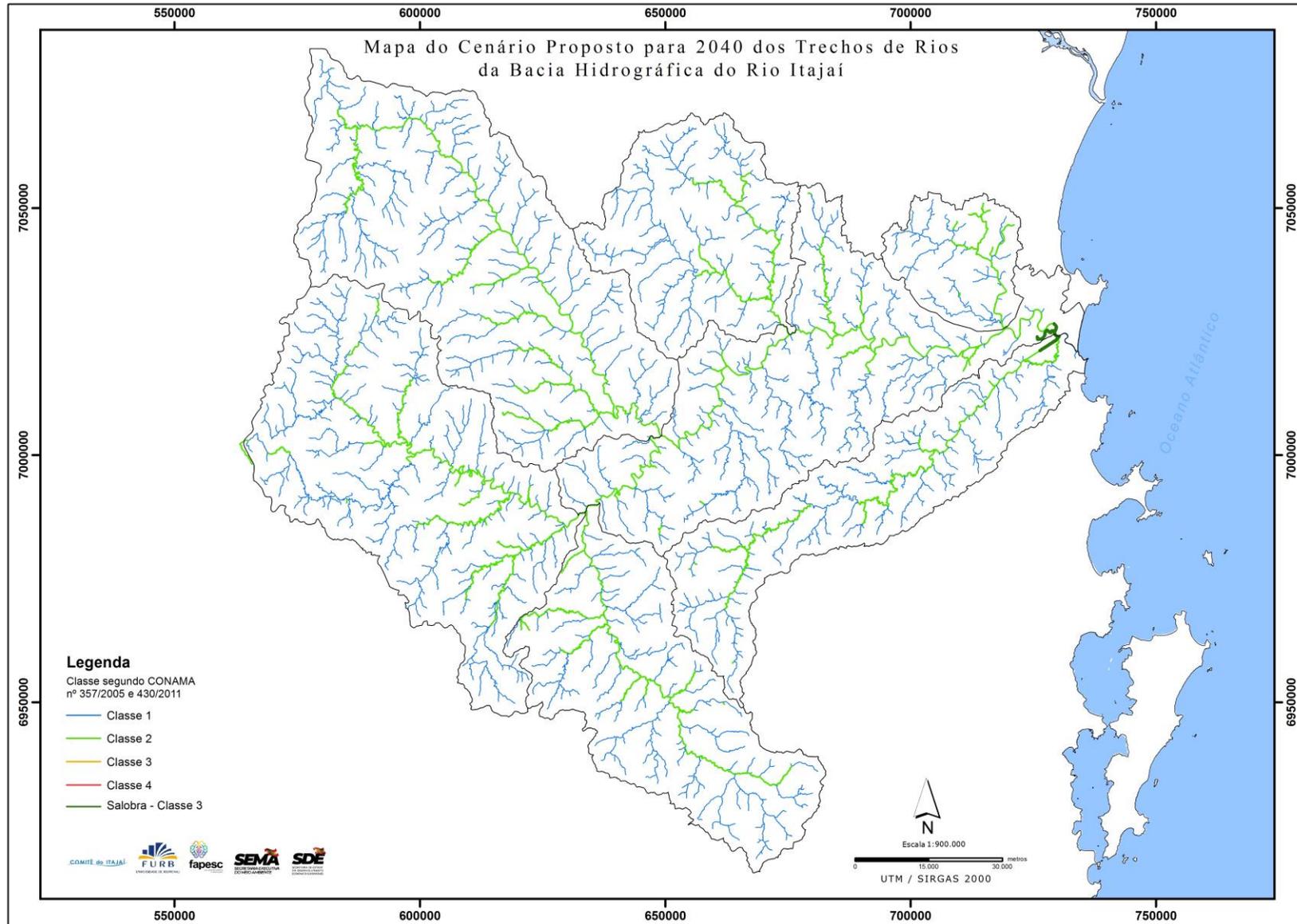
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 61 – Cenário proposto para o ano de 2035



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 62- Cenário proposto para o ano de 2040



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

As ações para atingir as metas propostas foram distribuídas em programas para cada horizonte trabalhado: Programa 1 - Meta 2025, Programa 2 - Meta 2030, Programa 3 - Meta 2035 e Programa 4 - Meta 2040. Dentro desses programas, foram criados três subprogramas: melhorias no saneamento básico, gestão de recursos hídricos e gestão ambiental.

7.1 Programa de efetivação para a meta proposta para o ano de 2025

<p>Programa 1: Meta - 2025</p>	<p>Subprograma 1.1: 2025 - Melhorias no saneamento básico</p>
<p>Justificativa: a falta de saneamento básico causa impacto negativo na qualidade dos recursos hídricos. Assim, ações que visem à melhoria na cobertura e a maior eficiência nos tratamentos devem ser estabelecidas.</p>	
<p>Descrição das ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atender com esgotamento sanitário 15% dos habitantes da BHRI. • Adotar eficiência média na BHRI de, no mínimo, 80% para DBO_{5,20°C} e 99% de coliformes termotolerantes para os trechos apontados como de maior pressão; especialmente nos municípios mais populosos: Blumenau e Itajaí. • Avaliar a possibilidade do lançamento de cargas de esgotamento sanitário na região de Pomerode, Luiz Alves e Agrolândia, em corpo receptor com maior capacidade de diluição ou aumentar a eficiência do sistema de tratamento. • Priorizar o tratamento do esgoto sanitário para as sub-bacias do Rio do Testo e do Rio Luiz Alves. • Verificar alternativas de mananciais de abastecimento público para os municípios de Pomerode, Luiz Alves, Brusque e Guabiruba. Isso porque os mananciais utilizados apresentaram qualidade incompatível para esse uso. 	
<p>Entidades executoras e parceiras: Comitê do Itajaí, Prefeituras, companhias de saneamento, iniciativa privada, associações de municípios, agências reguladoras, Entidade Executiva.</p>	
<p>Custos estimados: R\$ 410.000.000,00</p>	

<p><u>Programa 1:</u> Meta - 2025</p>	<p><u>Subprograma 1.2:</u> 2025 - Gestão de recursos hídricos</p>
<p>Justificativa: a maior precisão da informação auxilia nas tomadas de decisão. Além do mais, a adequação do uso da água em relação às classes é fundamental para a preservação dos recursos hídricos.</p>	
<p>Descrição das ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Discriminar a finalidade da irrigação outorgada na BHRI, se utilizada para hortaliças, plantas frutíferas ou locais onde há contato direto com o ser humano; ● Adequar usuários que possuem uso de criação animal e aquicultura em áreas de conservação. ● Divulgar a demarcação entre a água doce e salobra nos rios Itajaí-Açú e Itajaí-Mirim para usuários de água e demais interessados na região afetada. ● Readequar os usos de água salobra para irrigação. ● Monitorar os trechos de água salobra para verificar se estão compatíveis com a classe 3 em relação ao carbono orgânico total (COT) e coliformes termotolerantes. ● Realizar o enquadramento dos corpos de águas subterrâneas. ● Implementar infraestruturas para retenção de água na BHRI na região do Alto Vale. ● Utilizar a plataforma virtual para compartilhamento de dados de qualidade de água, QUALI-SC, para monitorar o alcance das metas propostas e apoiar a gestão de recursos hídricos. 	
<p>Entidades executoras e parceiras: Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento/ Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Comitê do Itajaí, Entidade Executiva.</p>	
<p>Custos estimados: R\$ 110.000,00</p>	

<p>Programa 1: Meta - 2025</p>	<p>Subprograma 1.3: 2025 - Gestão ambiental</p>
<p>Justificativa: a integração entre a gestão ambiental e de recursos hídricos é uma das diretrizes da Política de Recursos Hídricos. Alterações no uso e ocupação do solo, assim como atividades licenciadas pelos órgãos ambientais, impactam direta ou indiretamente a qualidade de água.</p>	
<p>Descrição das ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Realizar levantamento das propriedades que utilizam fertilizantes nas sub-bacias do Rio Itajaí do Sul e Rio Itajaí do Oeste. ● Promover a recuperação de áreas onde há nascentes, assim como de áreas de preservação permanente, especialmente nas áreas de cabeceiras das sub-bacias: Rio Itajaí do Sul, Rio Itajaí do Oeste e Rio Itajaí-Mirim. ● Discriminar indústrias que trabalham com maiores lançamentos de cargas orgânicas na BHRI, especialmente as de processamento de animais. ● Realizar levantamento da capacidade de tratamento das Estações de Tratamento de Água (ETAs). ● Adequar o lançamento de resíduos/efluentes, oriundos das Estações de Tratamento de Água (ETAs) de grande porte, nos recursos hídricos na BHRI. ● Considerar as cargas simuladas ou medidas e vazão de referência na renovação de licenciamento ambiental de empreendimentos (aplicar critério de balanço de massa). 	
<p>Entidades executoras e parceiras: Instituto do Meio Ambiente (IMA), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Órgãos licenciadores municipais, Prefeituras, Comitê do Itajaí, Associação dos municípios, Entidade Executiva.</p>	
<p>Custos estimados: R\$ 560.000,00</p>	

7.2 Programa de efetivação para a meta proposta para o ano de 2030

<p>Programa 2: Meta - 2030</p>	<p>Subprograma 2.1: 2030 - Melhorias no saneamento básico</p>
<p>Justificativa: a falta de saneamento básico causa impacto negativo na qualidade dos recursos hídricos. Assim, ações que visem a melhoria na cobertura e a maior eficiência nos tratamentos devem ser estabelecidas.</p>	
<p>Descrição das ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atender com esgotamento sanitário 30% dos habitantes da BHRI. • Adotar eficiência média na BHRI, no mínimo, de 80% para DBO_{5,20°C} e 99% de coliformes termotolerantes para os trechos apontados como de maior pressão; especialmente nos municípios mais populosos: Brusque e Gaspar. • Priorizar o tratamento do esgoto sanitário para a sub-bacia do Rio Itajaí-Mirim em toda sua extensão. • Avaliar a possibilidade do lançamento de cargas de esgotamento sanitário na região Guabiruba, Brusque e Botuverá, em corpo receptor com maior capacidade de diluição ou aumentar a eficiência do sistema de tratamento. 	
<p>Entidades executoras e parceiras: Comitê do Itajaí, Prefeituras, companhias de saneamento, iniciativa privada, associações de municípios, agências reguladoras, Entidade Executiva.</p>	
<p>Custos estimados: R\$ 460.000.000,00</p>	

<p><u>Programa 2:</u> Meta - 2030</p>	<p><u>Subprograma 2.2:</u> 2030 - Gestão de recursos hídricos</p>
<p>Justificativa: a maior precisão da informação auxilia nas tomadas de decisão. Além do mais, a adequação do uso da água em relação às classes é fundamental para a preservação dos recursos hídricos.</p>	
<p>Descrição das ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Após levantamento sobre irrigação, avaliar se o uso outorgado é compatível com a classe do rio. ● Avaliar o resultado de monitoramento da qualidade nos trechos de água salobra e verificar a compatibilidade com a classe pré-determinada. ● Revisar as classes e metas de enquadramento dos corpos de águas superficiais e subterrâneos. ● Utilizar a plataforma virtual para compartilhamento de dados de qualidade de água, QUALI-SC, para monitorar o alcance das metas propostas e apoiar a gestão de recursos hídricos. 	
<p>Entidades executoras e parceiras: Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento / Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Comitê do Itajaí, Entidade Executiva.</p>	
<p>Custos estimados: R\$ 50.000,00</p>	

<p><u>Programa 2:</u> Meta - 2030</p>	<p><u>Subprograma 2.3:</u> 2030 - Gestão ambiental</p>
<p>Justificativa: a integração entre a gestão ambiental e de recursos hídricos é uma das diretrizes da Política de Recursos Hídricos. Alterações no uso e ocupação do solo, assim como atividades licenciadas pelos órgãos ambientais, impactam direta ou indiretamente a qualidade de água.</p>	
<p>Descrição das ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Realizar levantamento das propriedades que utilizam fertilizantes nas sub-bacias do Rio Itajaí do Norte e Rio Benedito. ● Fomentar a educação ambiental com os agricultores que utilizam fertilizante, especialmente das sub-bacias dos Rios Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste. Orientar esses trabalhadores para a utilização de técnicas de estabilização dos fertilizantes (origem animal) antes da aplicação no solo. Além disso, instruir para que a aplicação seja feita de forma a evitar o escoamento superficial e percolação, tanto de fertilizantes como de agrotóxicos, para evitar o alcance dos recursos hídricos. ● Promover a recuperação de áreas onde há nascentes, assim como de áreas de preservação permanente, especialmente nas regiões drenadas pelas Sub-bacias do Rio Luiz Alves, Rio Benedito e afluentes do Rio Itajaí-Açú (Rio do Teste). ● Ampliar a eficiência das estações de tratamento de efluentes das indústrias que trabalham com lançamentos de cargas orgânicas na BHRI, especialmente as de processamento de animais; ● Discriminar as grandes indústrias usuárias de água da BHRI e que lançam seus efluentes nos recursos hídricos. ● Adequar o lançamento de resíduos/efluentes, oriundos das Estações de Tratamento de Água (ETAs) de médio porte, nos recursos hídricos na BHRI. ● Implementar infraestruturas para retenção de água na BHRI na região do Alto e Médio Vale. ● Considerar as cargas simuladas ou medidas e vazão de referência na renovação de licenciamento ambiental de empreendimentos (aplicar critério de balanço de massa). 	
<p>Entidades executoras e parceiras: Instituto do Meio Ambiente (IMA), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Órgãos licenciadores municipais, Prefeituras, Comitê do Itajaí, Associação dos municípios, Entidade Executiva.</p>	
<p>Custos estimados: R\$ 600.000,00</p>	

7.3 Programa de efetivação para a meta proposta para o ano de 2035

<p>Programa 3: Meta - 2035</p>	<p>Subprograma 3.1: 2035 - Melhorias no saneamento básico</p>
<p>Justificativa: a falta de saneamento básico causa impacto negativo na qualidade de água dos recursos hídricos. Assim, ações que visem a melhoria na cobertura e a maior eficiência nos tratamentos devem ser estabelecidas.</p>	
<p>Descrição das ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Atender com esgotamento sanitário 50% dos habitantes da BHRI. • Adotar eficiência média na BHRI, no mínimo, de 80% para $DBO_{5,20^{\circ}C}$ e 99% de coliformes termotolerantes para os trechos apontados como de maior pressão; especialmente nos municípios mais populosos: Rio do Sul; • Priorizar o tratamento do esgoto sanitário para áreas drenadas pelas sub-bacias do Rio Itajaí do Oeste, Rio Itajaí do Sul e Rio Benedito; • Avaliar a possibilidade do lançamento de cargas de esgotamento sanitário nas sub-bacias do Rio Itajaí do Sul, Rio Itajaí do Oeste e Rio Benedito, em corpo receptor com maior capacidade de diluição ou aumentar a eficiência do sistema de tratamento; • Realizar levantamento das propriedades que utilizam fertilizantes nas sub-bacias do Rio Itajaí Mirim, Rio Luiz Alves e afluentes do Rio Itajaí-Açú (Rio do Texto). 	
<p>Entidades executoras e parceiras: Comitê do Itajaí, Prefeituras, companhias de saneamento, iniciativa privada, associações de municípios, agências reguladoras, Entidade Executiva.</p>	
<p>Custos estimados: R\$ 680.000.000,00</p>	

<p>Programa 3: Meta - 2035</p>	<p>Subprograma 3.2: 2035 - Gestão de recursos hídricos</p>
<p>Justificativa: a maior precisão da informação auxilia nas tomadas de decisão. Além do mais, ações que visem preservar os recursos hídricos causam impacto positivo em sua qualidade.</p>	
<p>Descrição das ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Executar monitoramento da salinidade em pontos à montante e jusante da transição de água doce para salobra no Rio Itajaí-Açú para averiguação da adequação da zona demarcada como de transição. ● Realizar campanha para tamponar poços desativados. ● Implementar infraestruturas para retenção de água na BHRI na região do Médio Vale. ● Utilizar a plataforma virtual para compartilhamento de dados de qualidade de água, QUALI-SC, para monitorar o alcance das metas propostas e apoiar a gestão de recursos hídricos. 	
<p>Entidades executoras e parceiras: Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento/ Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Comitê do Itajaí, Entidade Executiva.</p>	
<p>Custos estimados: R\$ 150.000,00</p>	

<p>Programa 3: Meta - 2035</p>	<p>Subprograma 3.3: 2035 - Gestão ambiental</p>
<p>Justificativa: a integração entre a gestão ambiental e de recursos hídricos é uma das diretrizes da Política de Recursos Hídricos. Alterações no uso e ocupação do solo, assim como atividades licenciadas pelos órgãos ambientais, impactam direta ou indiretamente a qualidade de água.</p>	
<p>Descrição das ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Expandir trabalhos de educação ambiental para os agricultores que utilizam fertilizantes, especialmente das sub-bacias dos rios Benedito e Itajaí do Norte. Orientar esses trabalhadores para a utilização de técnicas de estabilização dos fertilizantes (origem animal) antes da aplicação no solo. Além disso, instruir para que a aplicação seja feita de forma a evitar o escoamento superficial e percolação, tanto de fertilizantes como de agrotóxicos, para evitar o alcance dos recursos hídricos. ● Promover a recuperação de áreas onde há nascentes, assim como de áreas de preservação permanente, especialmente nas regiões drenadas pela Sub-bacia do Rio Itajaí do Norte e demais regiões do Rio Itajaí do Sul e Rio Itajaí do Oeste. ● Ampliar a eficiência das estações de tratamento de efluentes das grandes indústrias usuárias de água da BHRI; ● Discriminar as indústrias de médio porte e usuárias de água da BHRI, que lançam seus efluentes nos recursos hídricos. ● Adequar o lançamento de resíduos/efluentes, oriundos das Estações de Tratamento de Água (ETAs) de pequeno porte, nos recursos hídricos na BHRI. ● Considerar as cargas simuladas ou medidas e vazão de referência na renovação de licenciamento ambiental de empreendimentos (aplicar critério de balanço de massa). 	
<p>Entidades executoras e parceiras: Instituto do Meio Ambiente (IMA), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Órgãos licenciadores municipais, Prefeituras, Comitê do Itajaí, Associação dos municípios, Entidade Executiva.</p>	
<p>Custos estimados: R\$ 630.000,00</p>	

7.4 Programa de efetivação para a meta proposta para o ano de 2040

Programa 4: Meta - 2040	Subprograma 4.1: 2040 - Melhorias no saneamento básico
Justificativa: a falta de saneamento básico causa impacto negativo na qualidade de água dos recursos hídricos. Assim, ações que visem a melhoria na cobertura e a maior eficiência nos tratamentos devem ser estabelecidas.	
Descrição das ações: <ul style="list-style-type: none"> • Atender com esgotamento sanitário 80% dos habitantes da BHRI. • Avançar no tratamento do esgoto sanitário para todas as áreas ainda não atendidas da BHRI. 	
Entidades executoras e parceiras: Comitê do Itajaí, Prefeituras, companhias de saneamento, iniciativa privada, associações de municípios, agências reguladoras, Entidade Executiva.	
Custos estimados: R\$ 1.150.000.000,00	

Programa 4: Meta - 2040	Subprograma 4.2: 2040 - Gestão de recursos hídricos
Justificativa: a maior precisão da informação auxilia nas tomadas de decisão. Além do mais, ações que visem preservar os recursos hídricos causam impacto positivo em sua qualidade.	
Descrição das ações: <ul style="list-style-type: none"> • Implementar infraestruturas para retenção de água na BHRI na região da Foz do Itajaí. • Realizar novo processo de enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneas. • Utilizar a plataforma virtual para compartilhamento de dados de qualidade de água, QUALI-SC, para monitorar o alcance das metas propostas e apoiar a gestão de recursos hídricos. 	
Entidades executoras e parceiras: Diretoria de Recursos Hídricos e Saneamento / Secretaria Executiva de Meio Ambiente, Comitê do Itajaí, Entidade Executiva.	
Custos estimados: R\$ 280.000,00	

<p>Programa 4: Meta - 2040</p>	<p>Subprograma 4.3: 2040 - Gestão ambiental</p>
<p>Justificativa: a integração entre a gestão ambiental e de recursos hídricos é uma das diretrizes da Política de Recursos Hídricos. Alterações no uso e ocupação do solo, assim como atividades licenciadas pelos órgãos ambientais, impactam direta ou indiretamente a qualidade de água.</p>	
<p>Descrição das ações:</p> <ul style="list-style-type: none"> ● Expandir trabalhos de educação ambiental para os agricultores que utilizam fertilizantes, especialmente das sub-bacias dos rios Itajaí Mirim, Rio Luiz Alves e afluentes do Rio Itajaí (Rio do Teste). Orientar esses trabalhadores para a utilização de técnicas de estabilização dos fertilizantes (origem animal) antes da aplicação no solo. Além disso, instruir para que a aplicação seja feita de forma a evitar o escoamento superficial e percolação, tanto de fertilizantes como de agrotóxicos, para evitar o alcance dos recursos hídricos. ● Promover a recuperação de áreas onde há nascentes, assim como de áreas de preservação permanente, especialmente a região da sub-bacia do Rio Itajaí-Mirim. ● Ampliar a eficiência das estações de tratamento de efluentes de empresas de médio porte e usuárias de água da BHRI. ● Considerar as cargas simuladas ou medidas e vazão de referência na renovação de licenciamento ambiental de empreendimentos (aplicar critério de balanço de massa). 	
<p>Entidades executoras e parceiras: Instituto do Meio Ambiente (IMA), Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), Órgãos licenciadores municipais, Prefeituras, Comitê do Itajaí, Associação dos municípios, Entidade Executiva.</p>	
<p>Custos estimados: R\$400.000,00</p>	

7.5 Resumo das metas

Um resumo das ações para atingir a meta de enquadramento proposto é apresentado na Tabela 17.

Tabela 17 – Resumo das ações para atingir a meta de enquadramento proposto

Ações para atingir meta	2025	2030	2035	2040
Atender com esgotamento sanitário os habitantes da BHRI.	15%	30%	50%	80%
Investimento.	R\$ 319.618.358,73	R\$ 357.526.287,02	R\$ 534.796.579,79	R\$ 902.613.897,39
Adotar eficiência média na BHRI, no mínimo, de 80% para DBO _{5,20°C} e 99% de coliformes termotolerantes para os trechos apontados como de maior pressão.	Blumenau e Itajaí	Brusque e Gaspar	Rio do Sul	
Priorizar o tratamento do esgoto sanitário nas sub-bacias.	Rio do Testo e do Rio Luiz Alves.	Rio Itajaí-Mirim em toda sua extensão	Rio Itajaí do Oeste, Rio Itajaí do Sul e Rio Benedito	Todas as áreas ainda não atendidas.
Usos da água.	Discriminar a finalidade da irrigação outorgada na BHRI, se utilizada para hortaliças, plantas frutíferas ou locais onde há contato direto com o ser humano. Adequar usuários que possuem uso de criação animal e aquicultura em áreas de conservação.	Após levantamento sobre irrigação, avaliar se o uso outorgado é compatível com a classe do rio.		
Avaliar a possibilidade de lançamento de cargas de esgotamento sanitário em corpo receptor com maior capacidade de diluição ou aumentar eficiência do sistema.	Pomerode, Luiz Alves, Agrolândia	Guabiruba, Brusque e Botuverá	Rio Itajaí do Sul, Rio Itajaí do Oeste e Rio Benedito	
Verificar alternativas de mananciais de abastecimento público para os municípios.	Pomerode, Luiz Alves, Brusque e Guabiruba			
Realizar levantamento das propriedades que utilizam fertilizantes nas sub-bacias.	Rio Itajaí do Sul e Rio Itajaí do Oeste	Rio Itajaí do Norte e Rio Benedito	Sub-bacias dos rios Itajaí Mirim, Rio Luiz Alves e afluentes do Rio Itajaí-Açú (Rio do Testo).	

Ações para atingir meta	2025	2030	2035	2040
Fomentar a educação ambiental com os agricultores que utilizam fertilizantes. Orientar esses trabalhadores para a utilização de técnicas de estabilização dos fertilizantes (origem animal) antes da aplicação no solo. Além disso, instruir para que a aplicação seja feita de forma a evitar o escoamento superficial e percolação, tanto de fertilizantes como de agrotóxicos, para evitar o alcance dos recursos hídricos.		Sub-bacias dos rios Itajaí do Sul e Itajaí do Oeste.	Sub-bacias dos rios Benedito e Itajaí do Norte.	Sub-bacias dos rios Itajaí Mirim, Rio Luiz Alves e afluentes do Rio Itajaí-Açú (Rio do Teste).
Promover a recuperação de áreas onde há nascentes, assim como de áreas de preservação permanente.	Áreas de cabeceiras das sub-bacias: Rio Itajaí do Sul, Rio Itajaí do Oeste e Rio Itajaí-Mirim.	Sub-bacias do Rio Luiz Alves, Rio Benedito e afluentes do Rio Itajaí-Açú (Rio do Teste)	Sub-bacia do Rio Itajaí do Norte e demais regiões do Rio Itajaí do Sul, Rio Itajaí do Oeste	Sub-bacia do Rio Itajaí-Mirim.
Água Salobra	Divulgar a demarcação entre a água doce e salobra nos rios Itajaí-Açú e Itajaí-Mirim para usuários de água e demais interessados na região afetada. Readequar os usos de água para irrigação. Monitorar os trechos, especialmente em relação ao COT e coliformes termotolerantes.	Avaliar o resultado de monitoramento da qualidade nos trechos de água salobra e verificar a compatibilidade com a classe pré-determinada.	Executar monitoramento da salinidade em pontos à montante e jusante da transição de água doce para salobra no Rio Itajaí-Açú para averiguação da adequação da zona demarcada como de transição.	

Ações para atingir meta	2025	2030	2035	2040
Água subterrânea	Realizar o enquadramento.	Adequar usuários que possuem uso de criação animal e aquicultura em áreas de conservação. Adequar o uso da água subterrânea com a classe proposta.	Realizar campanha para tamponar poços desativados.	
Adequar o lançamento de resíduos/efluentes oriundos das Estações de Tratamento de Água (ETAs) nos recursos hídricos	Realizar levantamento da capacidade de tratamento das ETAs ETAs de grande porte na Bacia do Itajaí.	ETAs de médio porte na Bacia do Itajaí.	ETAs de pequeno porte na Bacia do Itajaí.	
Implantar infraestruturas para retenção de água na bacia.	Alto Vale	Alto Vale e Médio Vale	Médio Vale	Região da Foz
Indústrias	Discriminar indústrias que trabalham com maiores lançamentos de cargas orgânicas na BHRI, especialmente as de processamento de animais	Ampliar a eficiência das estações de tratamento de efluentes das indústrias que trabalham com lançamentos de cargas orgânicas na BHRI, especialmente as de processamento de animais. Discriminar as grandes indústrias usuárias de água da BHRI e que lançam seus efluentes nos recursos hídricos.	Ampliar a eficiência das estações de tratamento de efluentes das grandes indústrias usuárias de água da BHRI. Discriminar as indústrias de médio porte e usuárias de água da BHRI, que lançam seus efluentes nos recursos hídricos.	Ampliar a eficiência das estações de tratamento de efluentes de empresas de médio porte e usuárias de água da BHRI.

Ações para atingir meta	2025	2030	2035	2040
Considerar as cargas simuladas ou medidas e vazão de referência na renovação de licenciamento ambiental de empreendimentos (aplicar critério de balanço de massa).				
Utilizar a plataforma virtual para compartilhamento de dados de qualidade de água, QUALI-SC, para monitorar o alcance das metas propostas e apoiar a gestão de recursos hídricos.				
Outros		Revisar as classes e metas de enquadramento dos corpos de águas superficiais e subterrâneos.		Realizar novo processo de enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneas.

Fonte: Autores (2020).

8 OFICINAS REALIZADAS

A proposta para efetivação do enquadramento dos cursos de água da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí foi discutida em cinco oficinas virtuais realizadas junto ao Comitê do Itajaí. Além das entidades membro do Comitê, foram convidados os representantes da Câmara de Assessoramento Técnico (CAT), Ministério Público, agências reguladoras e órgãos licenciadores municipais. O cronograma das oficinas é apresentado na Tabela 18.

Tabela 18 - Cronograma das oficinas

Data	Tema
13/10/2020	Apresentação do instrumento enquadramento - SDE Estudo de caso, enquadramento na prática.
20/10/2020	Metodologia utilizada na proposta para os cursos da água da bacia do Itajaí. Cenários futuros para o Alto Vale.
27/10/2020	Cenários futuros para o Médio Vale Cenários futuros para a região da Foz.
03/11/2020	Metas a serem alcançadas nos horizontes trabalhados.
10/11/2020	Ações a serem alcançadas para os rios que não atingem a classe 2 no horizonte 2040.

Na Tabela 19 apresenta-se uma foto de cada oficina e a lista dos presentes. O nome dos presentes está de acordo com o que foi disponibilizado na plataforma virtual zoom, utilizada para a realização das oficinas.

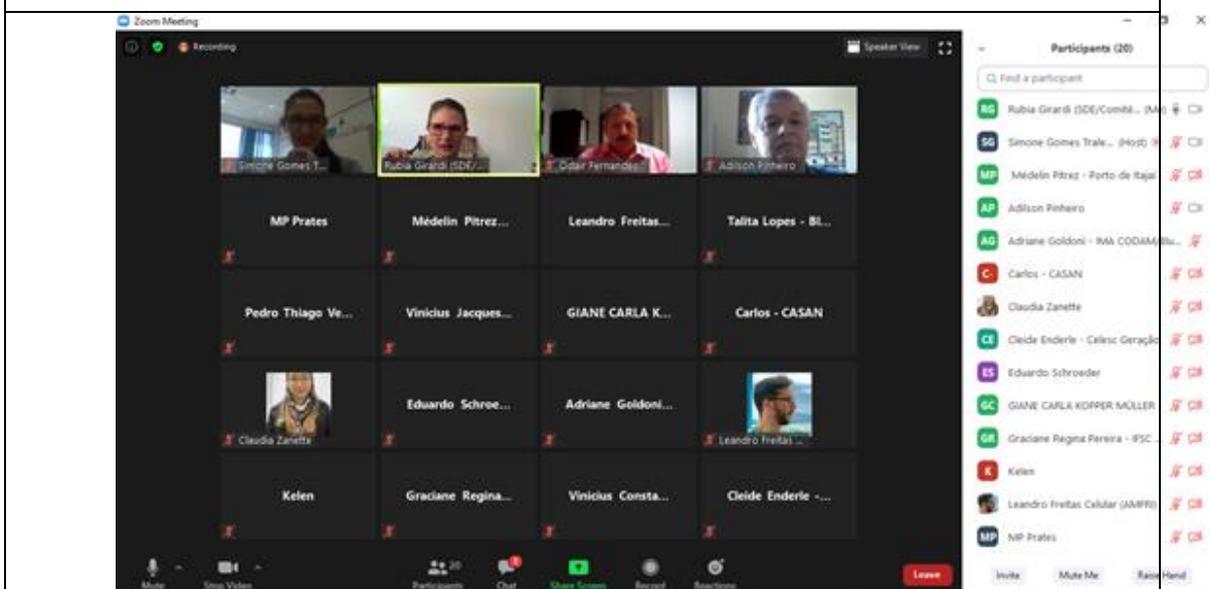
Tabela 19- Resumo oficinas

Oficina 1 - 13/10/2020

Presentes: Simone Gomes Traleski - AMMVI (AMMVI), Eduardo Schroeder, MédelinPitrez dos Santos (Porto de Itajaí), Odair Fernandes - Hidreletrica

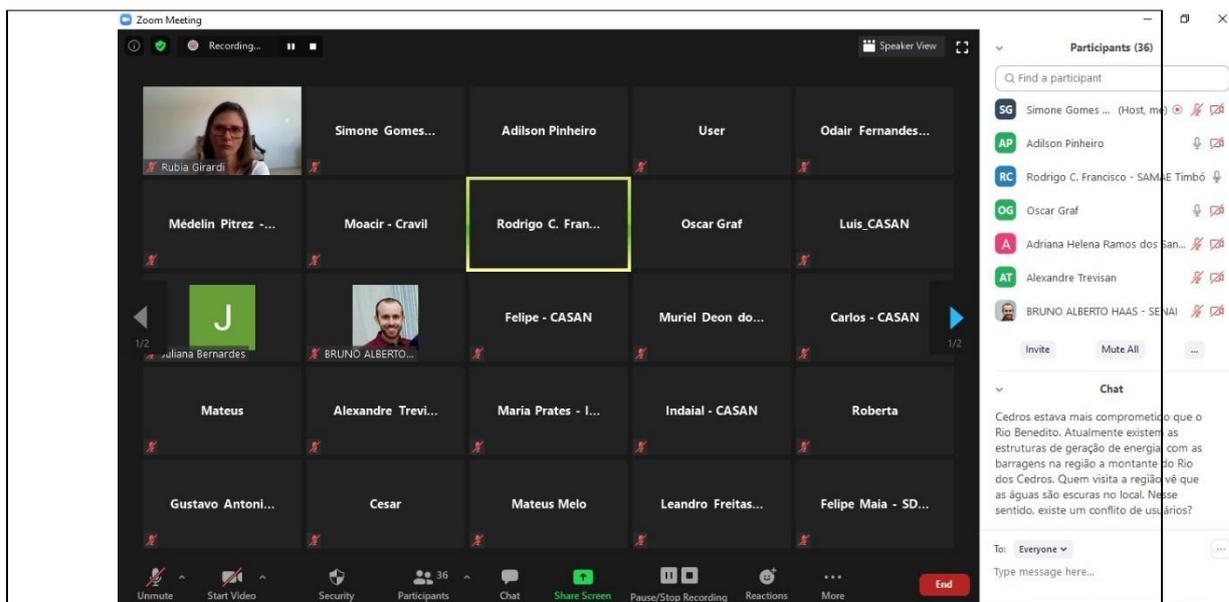
Sens, tlopes, Rubia - Comitê do Itajaí (Rubia Girardi), Claudia Zanette, Luana Liesenberg, Vinicius Jacques - CAS** (Vinicius), Vinicius Constante - DRHS/SEMA/SDE, Adriana Helena Ramos dos Santos, Felipe Maia - DRHS/SEMA/SD** (Felipe Maia), Carlos - CASAN, Leandro Freitas (AMFRI) (Leandro Freitas (AMFRI), Adriane Goldoni - IMA CODAM/Blumenau (Adriane Goldoni), Leandro Freitas, Samantha - Samae Blumenau, Gerly Sánchez DRHS/SEMA/SDE-SC, Adriano Martins, lucca.pazini, Nicole Ruediger-BRK, Ambiental Blumenau (Nicole Ruediger-Blumenau), Adilson Pinheiro, André Luiz Sanchez Navarro, Vanessa Santos, Caio B. de Carulice, Graciane Regina Pereira - IFSC Gaspar, Eliza Coelho, Leonardo Marostica, Priscilla Santos, Aldo Kaestner, AdelitaRamaiana - Univali (AdelitaRamaiana), Luís Cláudio - CESAP (UHE Salto Pilão), Camila, Talita Lopes - Blumenau, Gabriele Tschöke, Paula, José Carlos, Kelen, Cesar rodolfoSeibt, JozianiKuster

Oficina 2 - 20/10/2020



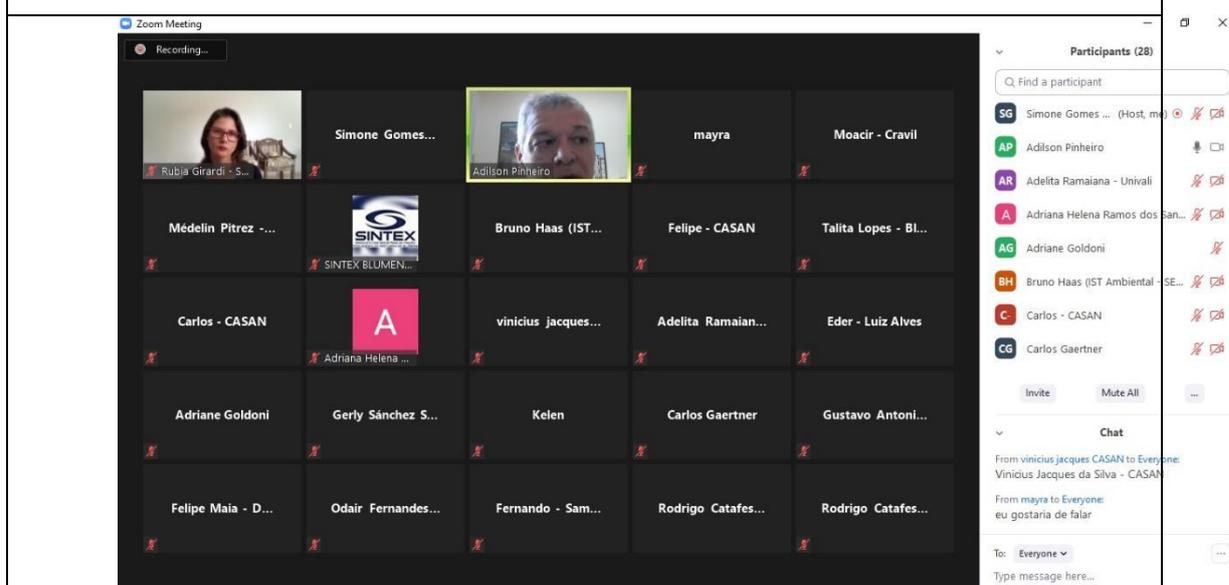
Presentes: Simone Gomes Traleski - AMMVI (AMMVI Reuniões), Rubia Girardi (SDE/Comitê do Itajaí) (Rubia Girardi), Leandro Freitas (AMFRI) (Leandro Freitas (AMFRI), Talita Lopes - Blumenau, MédelinPitrez - Porto de Itajaí (Cristiano e Gustavo - Porto de Itajaí), Leandro Freitas Celular (AMFRI) (Leandro Freitas), Pedro Thiago Venzon, Vinicius Jacques - CASAN, Adilson Pinheiro, Giane Carla Kopper Müller, mp_prates, Carlos - CASAN, Claudia Zanette, Odair Fernandes - Hidreletrica Sens, Eduardo Schroeder, Adriane Goldoni - IMA CODAM/Blumenau (Adriane Goldoni), Kelen, Graciane Regina Pereira - IFSC Gaspar, Maria Prates - Indaial (MP Prates), Cleide Enderle - Celesc Geração, Leonardo Luiz Marostica, Vinicius Constante, Felipe Maia - SDE/SEMA/DRHS, Maria Prates - Indaial, Bruna Ebele, Samantha Blauth, AdelitaRamaiana - Univali (AdelitaRamaiana), Neimar, Andre, Mayane - OAB/Bnu (Mayane), Caio B. de Carulice, AGIR - Caroline Hoss, Gabriele Tschöke, Nelson Lorenz, Guilherme Pimentel.

Oficina 3 - 27/10/2020



Presentes: Simone Gomes Traleski - AMMVI (José Rafael Corrêa), Mateus, Rubia Girardi, Luis_CASAN (LuisMaba), Juliana Bernardes, MédelinPitrez - Porto de Itajaí (Luciano/Ana- Porto de Itajaí), Adilson Pinheiro, Felipe - CASAN (fbagattoli), User, Moacir - Cravil (Cravil Cooperativa), Bruno Alberto Haas - SENAI (Bruno Alberto Haas), Eder-Luiz Alves, Muriel Deon do Amaral, Odair Fernandes - Hidreletrica Sens, Carlos - CASAN, Alexandre Trevisan, Maria Prates - Indaial, Felipe Maia - SDE/SEMA/DRHS, Nardelli, Indaial - CASAN (Alexandre Grillo), Gustavo Antonio Piazza SDE/SEMA, Roberta - Barra do Rio Terminal Portuário (Roberta), Cesar, Mateus Melo, Talita Lopes - Blumenau, Oscar Graf, Leandro Freitas (AMFRI), Nicole Ruediger-BRK Ambiental Blumenau, Adriana Helena Ramos dos Santos, Pedro Thiago Venzon, Willian, Patrice J. Barzan, Rafael - CIMVI (Rafael), Eder - Luiz Alves, Kelen, Rodrigo C. Francisco - SAMAE Timbó, Giane Carla Kopper Müller, Giane, MédelinPitrez - Porto de Itajaí, Gerly Sánchez SDE/SEMA/DRHS (Gerly)

Oficina 4 - 03/11/2020



Presentes: Simone Gomes Traleski - AMMVI (AMMVI Reuniões), MédelinPitrez - Porto de Itajaí, Rubia Girardi (Rubia Girardi), Adilson

Pinheiro, SINTEX Blumenau, Moacir - Cravil, Bruno Haas (IST Ambiental - SENAI) (Bruno Alberto Haas), Felipe - CASAN, Talita Lopes - Blumenau, Felipe Maia - SDE/SEMA/DRHS, Rodrigo Catafesta Francisco - SAMAE Timbó, Guilherme Pimentel - BRK Ambiental (Guilherme Pimentel), Maria Prates - Indaial, Mayra, Carlos - CASAN, Adriana Helena Ramos dos Santos, Vinicius jacquesCASAN (viniciusjacques da silva), AdelitaRamaiana - Univali (AdelitaRamaiana), Eder - Luiz Alves, Adriane - IMA Codam/Blumenau (Adriane Goldoni), Kelen, Gerly Sánchez SDE/SEMA/DRHS, Carlos Gaertner, Gustavo Antonio Piazza SDE/SEMA, Felipe Maia - DRHS, Odair Fernandes - Hidreletrica Sens, Fernando - Samae Pomerode, SAMAE Blumenau - Samantha, Rodrigo Catafesta Francisco, Gabriel AMAVI, Maria Pires - Indaial (MP Prates), Samantha SAMAE Blumenau, Samantha - SAMAE Blumenau, 24988677915 ,Rio do Sul, Bruno Haas (IST Ambiental - SENAI), Giane Carla Kopper Müller.

Oficina 5 - 10/11/2020

Presentes: Simone Gomes Traleski - AMMVI (AMMVI), Vinicius jacques da silva CASAN (viniciusjacquesCASAN), User, David, Alessandra Hodecker-Dietrich, Rubia Girardi, LuisMaba_CASAN (LuisMaba), Gerly Sánchez SDE/SEMA/DRHS, Mayra Trierweiler Rego, Bruno Haas (IST Ambiental - SENAI) (BRUNO ALBERTO HAAS), Samantha Blauth, Odair Fernandes - Hidreletrica Sens, Carlos - CASAN, Pedro Thiago Venzon, Fernando - Samae Pomerode, Kelen, Adriana Helena Ramos dos Santos, Rafael - CIMVI, Maria Prates - Meio Amb. Indaial (MP Prates), Jurandir - Univa** (Jurandir), Adilson Pinheiro, Médelin Pitrez - Porto de Itajaí, Gustavo Antonio, Adriane Goldoni IMA (Adriane Goldoni), Guilherme Pimentel - BRK Ambiental, Felipe Maia - SDE/SEMA, Jaime Pomerode, Eder - Luiz Alves, Cleide Enderle - Celesc Geração S.A., Pedro, K12 PRIME, eder, José Carlos, Giane Carla Kopper Müller.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA). **Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água**. Cadernos de capacitação em recursos hídricos, v.5. ANA: Brasília, 2013.

ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. **Atlas Esgotos: Despoluição de bacias hidrográficas**. Brasília. 2017. Disponível em: <http://www.snirh.gov.br/portal/snirh/snirh-1/atlas-esgotos>. Acesso em: jan, 2019.

ÁGUAS SC. [201-?]. Disponível em: http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/bacias_hidrograficas/bacias_hidrograficas_sc.pdf>. Acesso em: 29 jan. 2018.

AUMOND, J. J. et al. Condições naturais que tornam o vale do Itajaí sujeito aos desastres. In: FRANK, B.; SEVEGNANI, L. (Orgs.). **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: água, gente e política**. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009.

BOHN, N. **Prevenção de Desastres na Bacia do Itajaí**. 08 jan. 2018. Disponível em: < <http://www.aguas.sc.gov.br/base-documental-rio-itajai/noticias-rio-itajai/item/5444-prevencao-de-desastres-na-bacia-do-itajai/5444-prevencao-de-desastres-na-bacia-do-itajai>>. Acesso em: 26 mar. 2020.

BRASIL. Lei nº 9.433 de 08 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. Governo Federal. Casa Civil. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/Leis/L9433.htm. Acesso em: 20 set. 2017.

BITENCOURT, C. C. A.; FERNANDES, C. V. S.; GALLEGO, C. E. C. Panorama do enquadramento no Brasil: Uma reflexão crítica. **Revista de Gestão de Água da América Latina**, v. 16, e9, 2019. Disponível em: <<https://dx.doi.org/10.21168/reg.v16e9>>. Acesso em: 24 out. 2019.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012**. 2 ed. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2012.

CENTRO DE ESTUDOS E PESQUISAS SOBRE DESASTRES (CEPED). UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA (UFSC). **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012: volume Santa Catarina**. Florianópolis: CEPED/UFSC, 2011.

CONSELHO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CERH). Resolução nº 26, 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, de 20 de agosto de 2018. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/mvs/conselho/resolucao/Resolucao_CERH_n_026_divisao_hidrografica_estadual.pdf>. Acesso em: 17 set. 2021.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 357, 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 de 17 de março de 2005. Brasília, 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 2 set. 2017.

CONSELHO NACIONAL DE RECURSOS HÍDRICOS (CNRH). Resolução nº 001, dispõe sobre procedimentos gerais para o enquadramento dos corpos de água superficiais e subterrâneos, de 05 de novembro de 2008. Disponível em: http://piranhasacu.ana.gov.br/resolucoes/resolucaoCNRH_91_2008.pdf. Acesso em: 10 set. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Resolução nº 430, Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), de 13 de maio de 2011. Brasília. 2011. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=646>>. Acesso em: 30 jul 2020.

COMITÊ DO ITAJAÍ. **Plano de recursos hídricos da Bacia do Itajaí**: para que a água continue a trazer benefícios para todos. Fundação da água do Vale do Itajaí. Blumenau. 2010.

EPAGRI/CIRAM. Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina. 2021. Disponível em: <<https://ciram.epagri.sc.gov.br/index.php/o-ciram/quem-somos/>>. Acesso em: 21 set. 2021.

FUNDAÇÃO DE APOIO À PESQUISA CIENTÍFICA E TECNOLÓGICA DO ESTADO DE SANTA CATARINA (FAPESC) Disponível em: <<http://www.fapesc.sc.gov.br/como-trabalhamos/>>. Acesso em: 23 mar. 2020.

FRANK, B. **Uma abordagem para o gerenciamento da bacia hidrográfica do Rio Itajaí, com ênfase no problema das enchentes**. Florianópolis. Tese (doutorado em Engenharia de Produção). Universidade Federal de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, 1995. 326p

FRANK, B.; BOHN, N. Histórico da gestão do risco e inundações na bacia do Itajaí. In: MATTEDI, M.; LUDWIG, L.; AVILA, M. R. **Desastre de 2008 + 10 Vale do Itajaí: água, gente e política, aprendizados**. 1. Ed. Blumenau: Edifurb, 2018, V.1, cap. 2.1, p. 118.

FRANK, B.; PINHEIRO, A. **Enchentes na Bacia do Rio Itajaí: 20 anos de experiências**. Blumenau: Edifurb, 2003. 237p.

FRANK, B.; SEVEGNANI, L. **Desastre de 2008 no Vale do Itajaí: água, gente e política**. Blumenau: Agência de Água do Vale do Itajaí, 2009. 192p.

GEOAMBIENTE SENSORIAMENTO REMOTO LTDA. Projeto de Proteção da Mata Atlântica em Santa Catarina (PPMA/SC). *Relatório Técnico do Mapeamento Temático Geral do Estado de Santa Catarina*. São José dos Campos: Geoambiente, 2008. 90 p.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Decreto nº 669, de 17 de junho de 2020**. Dispõe sobre o Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí e Bacias Contíguas (Comitê do Itajaí). Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/sc/decreto-n-669-2020-santa-catarina-dispoe-sobre-o-comite-de-gerenciamento-da-bacia-hidrografica-do-rio-itajai-e-bacias-contiguas-comite-do-itajai>>. Acesso em: 16 nov. 2020.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Lei nº 17.354, de 20 de dezembro de 2017**. 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>. Acesso em: 23 mar 2020.

GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA. **Lei complementar nº 741, de 12 de junho de 2019**. Dispõe sobre a estrutura organizacional básica e o modelo de gestão da Administração Pública Estadual, no âmbito do Poder Executivo, e estabelece outras providências. Disponível em: <http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2019/741_2019_lei_complementar.html>. Acesso em: 23 mar 2020.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Sinopse do Censo Demográfico 2010. Brasília. Disponível em: <https://censo2010.ibge.gov.br/sinopse/index.php?uf=42&dados=29>. Acesso em: 13 nov. 2017.

IBGE. Downloads. Disponível em: <<ftp://geoftp.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 30 jul 2020.

JACOBI, P.; MOMM-SCHULT, S.; BOHN, N. Ação e reação: Intervenções urbanas e a atuação das instituições no pós-desastre em Blumenau (Brasil). **EURE (Santiago)**, v. 39, 2013.

JANSEN, G. R.; VIEIRA, R. A construção de políticas urbanas e os desastres: a Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí - SC. In: Seminário Internacional de Investigación en Urbanismo, 8, 2016, Barcelona-BalneárioCamboriú, **Anais...**Barcelona: Universitat Politècnica de Catalunya. Disponível em: <<https://upcommons.upc.edu/handle/2117/89577>>. Acesso em: 24 mar. 2020.

OBRAS emergenciais do Semasa garantem segurança em encostas. **Jornal dos Bairros**. Itajaí, 21 mar. 2019. Disponível em: <

<http://www.jornaldosbairros.tv/noticia/46427/obras-emergenciais-do-semasa-garantem-seguranca-em-encostas>>. Acesso em: 29 jul. 2020.

KNAESEL, K. M. **Simulação de cenários de gestão da qualidade da água com modelagem hidrológica distribuída na Bacia do Rio Itajaí**. 2019. 105 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Centro de Ciências Tecnológicas, Fundação Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2019.

PLANO ESTADUAL DE RECURSOS HÍDRICOS DE SANTA CATARINA(PERH/SC). Caracterização geral das regiões hidrográficas de Santa Catarina. RH7 – Vale do Itajaí. Janeiro de 2017. Disponível em: <http://www.aguas.sc.gov.br/jsmallfib_top/DHRI/Plano%20Estadual/etapa_a/PERH_SC_RH7_CERTI-CEV_2017_final.pdf>. Acesso em: 21 mar 2020.

PEREIRA FILHO, J.; ABREU, J. G. N. Monitoramento ambiental da área de influência do Porto de Itajaí: Síntese e avaliação 2006 – 2012. Itajaí: UNIVALI, 2012. Disponível em: <[file:///C:/Users/Rubia/Downloads/Sintese%20do%20Monitoramento%202006-2012%20\(6\).pdf](file:///C:/Users/Rubia/Downloads/Sintese%20do%20Monitoramento%202006-2012%20(6).pdf)>. Acesso em: 29 jul. 2020.

PIAZERA, M. **Influência das Forçantes Estuarinas sobre a Qualidade Química da Água no Estuário do Rio Itajaí-Açu, SC, Brasil**. 2018. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - PPGCTA) – Universidade do Vale do Itajaí (Univali). 2019.

PINHEIRO, A.; CRUZ, J. C. **Bases para a gestão de bacias hidrográficas** In: Gestão de bacias hidrográficas e sustentabilidade.1 ed. Barueri: Editora Manole Ltda, 2019, v.1, p. 19-53.

PINHEIRO, A. **Enchentes e inundações**. In: Vulnerabilidade Ambiental. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2007, p. 97-108.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E SUSTENTÁVEL (SDE). *Recursos hídricos de Santa Catarina*. Florianópolis: Sistema de Informações de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina. Disponível em: <<http://sigsc.sds.sc.gov.br/download/>>. Acesso em: 05 jun. 2017.
SEIXAS NETO, A. **As enchentes no Vale do Itajaí**. In: Blumenau em Cadernos, Tomo XVI, 1975, p.372.

SECRETARIA DE ESTADO DA INFRAESTRUTURA E MOBILIDADE (SIE). **Mapa Rodoviário do Estado de Santa Catarina**. 2019. Disponível em: <<https://www.sie.sc.gov.br/webdocs/deinfra/docs/mapas-rodoviaros/alta.jpg>>. Acesso em: 24 mar 2020.

SILVA, J.F. **As enchentes no Vale do Itajaí**. Blumenau: Casa Dr. Blumenau. 48 p. Separata da Revista Blumenau em Cadernos, 1975.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS DE SANTA CATARINA (SIGSC). 2010. AerofotometriaMDT. Disponível em: <http://sigsc.sds.sc.gov.br/download/index.jsp>. Acesso em: 30 jul 2020.

TRALESKI, S. G. Informações sobre Comitê do Itajaí. Destinatário: Rubia Girardi. [S. l.], 21 set. 2021. 1 mensagem eletrônica (voz).

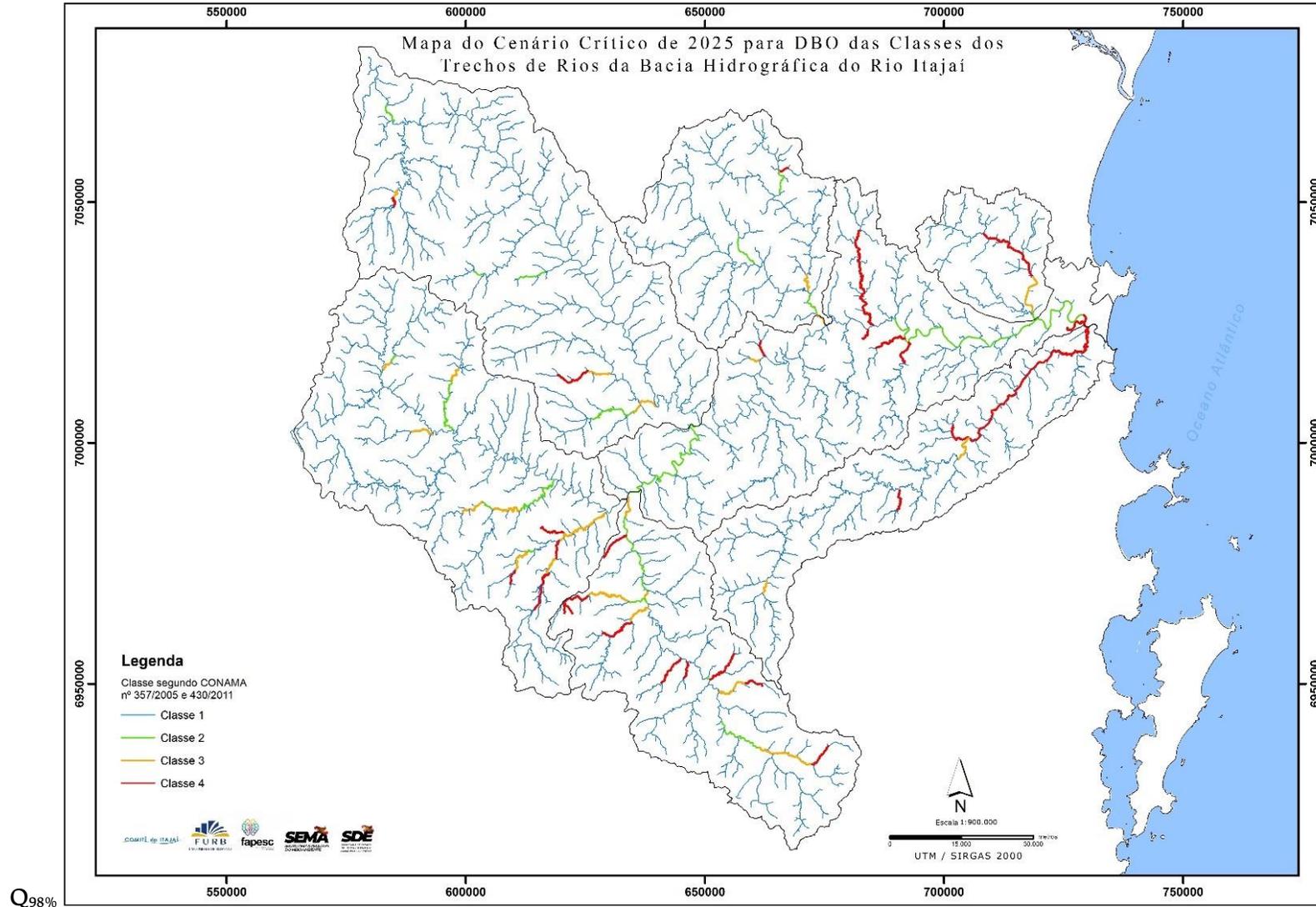
TSUTIYA, M. T.; ALEM SOBRINHO, P. **Coleta e transporte de esgoto sanitário**. São Paulo: Escola Politécnica da USP, 1999. 547p

VENZON, P. T. **Efeitos das mudanças de discretização espacial no comportamento da vazão em sub-bacias**. 2018. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) – Universidade Regional de Blumenau. 2018

VON SPERLING, M. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos**. 3 ed. Belo Horizonte/MG. Editora UFMG, 2005.

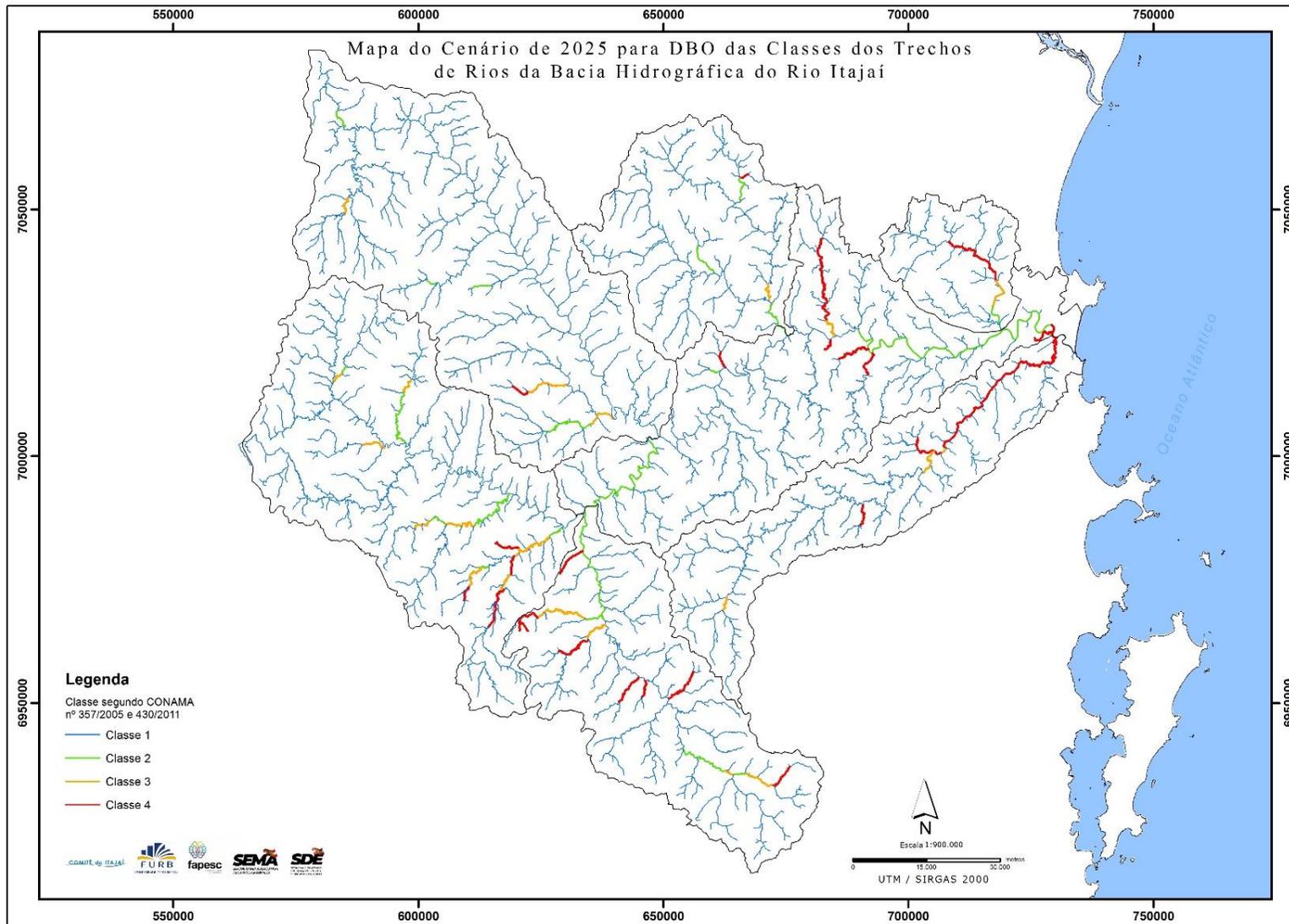
APÊNDICE

Figura 63 – Classe dos rios em relação ao parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$ em 2025, cenário crítico,



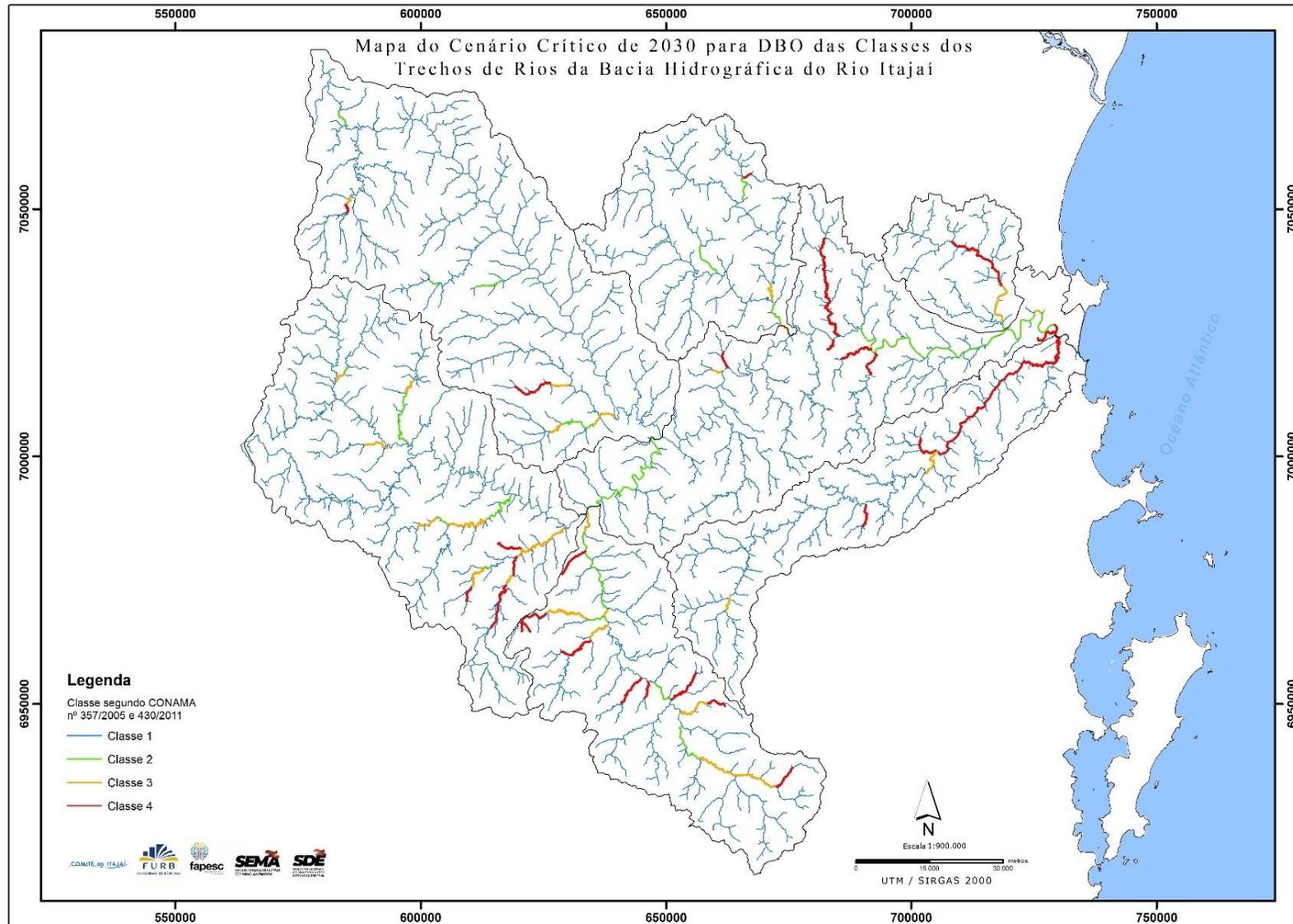
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 64- Classe dos rios em relação ao parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$ em 2025, com eficiência nos tratamentos de 80% e 15% da população atendida, $Q_{98\%}$



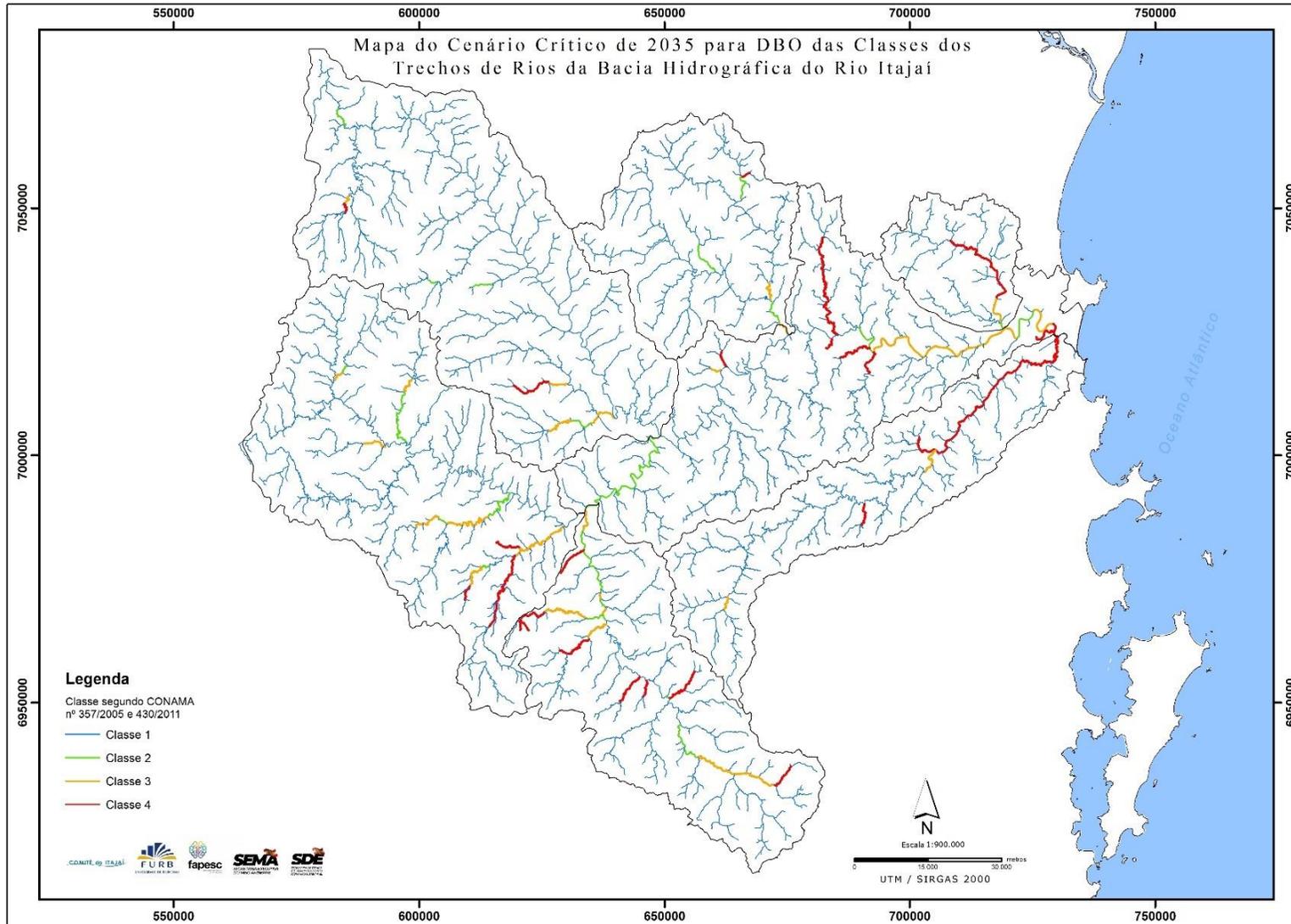
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 65- Classe dos rios em relação ao parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$ em 2030, cenário crítico, $Q_{98\%}$



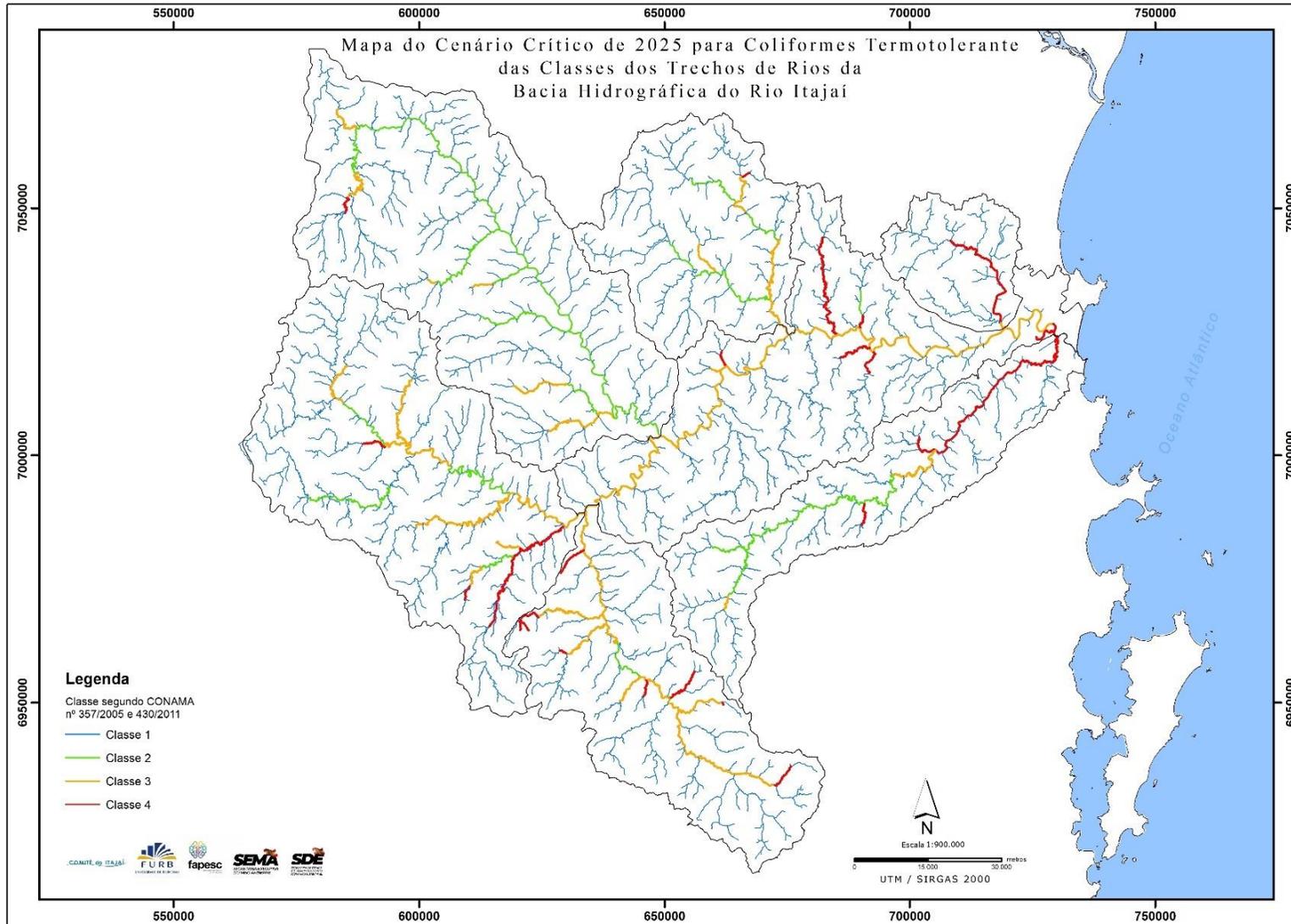
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 66 – Classe dos rios em relação ao parâmetro $DBO_{5,20^{\circ}C}$ em 2035, cenário crítico, $Q_{98\%}$



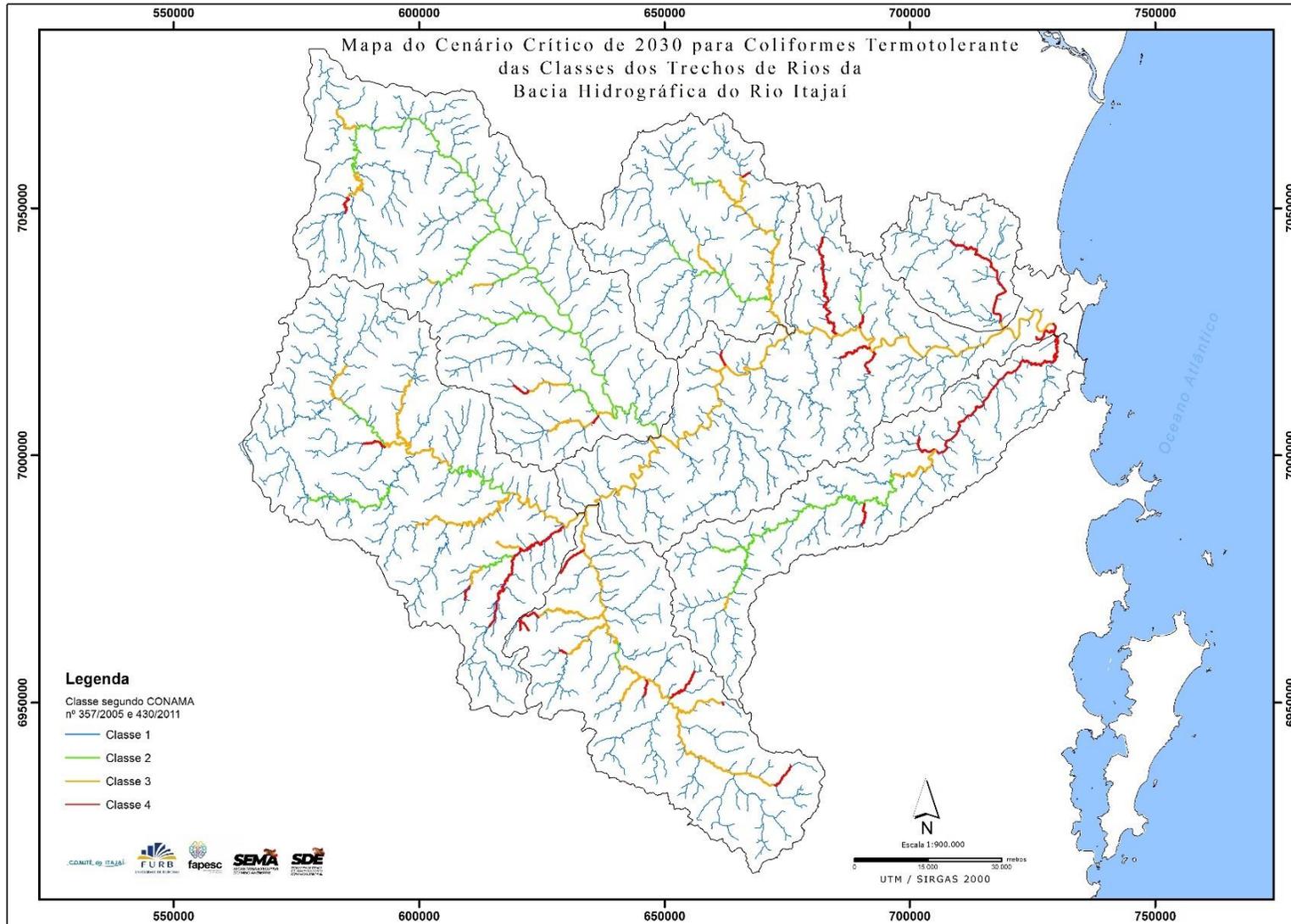
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

67- Classe dos rios em relação ao parâmetro coliforme termotolerante em 2025, cenário crítico, $Q_{98\%}$



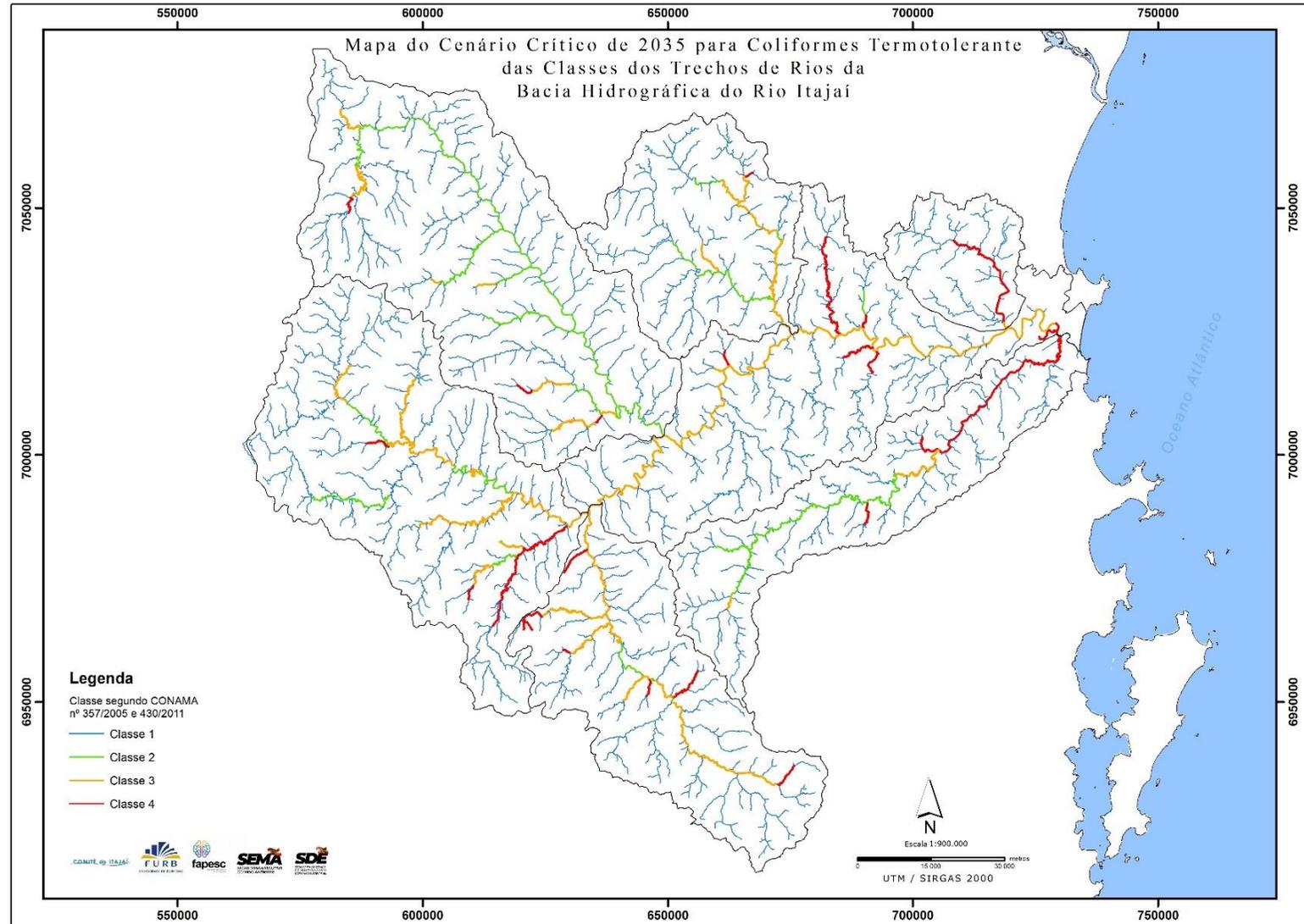
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 68 – Classe dos rios em relação ao parâmetro coliforme termotolerante em 2030, cenário crítico, $Q_{98\%}$



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

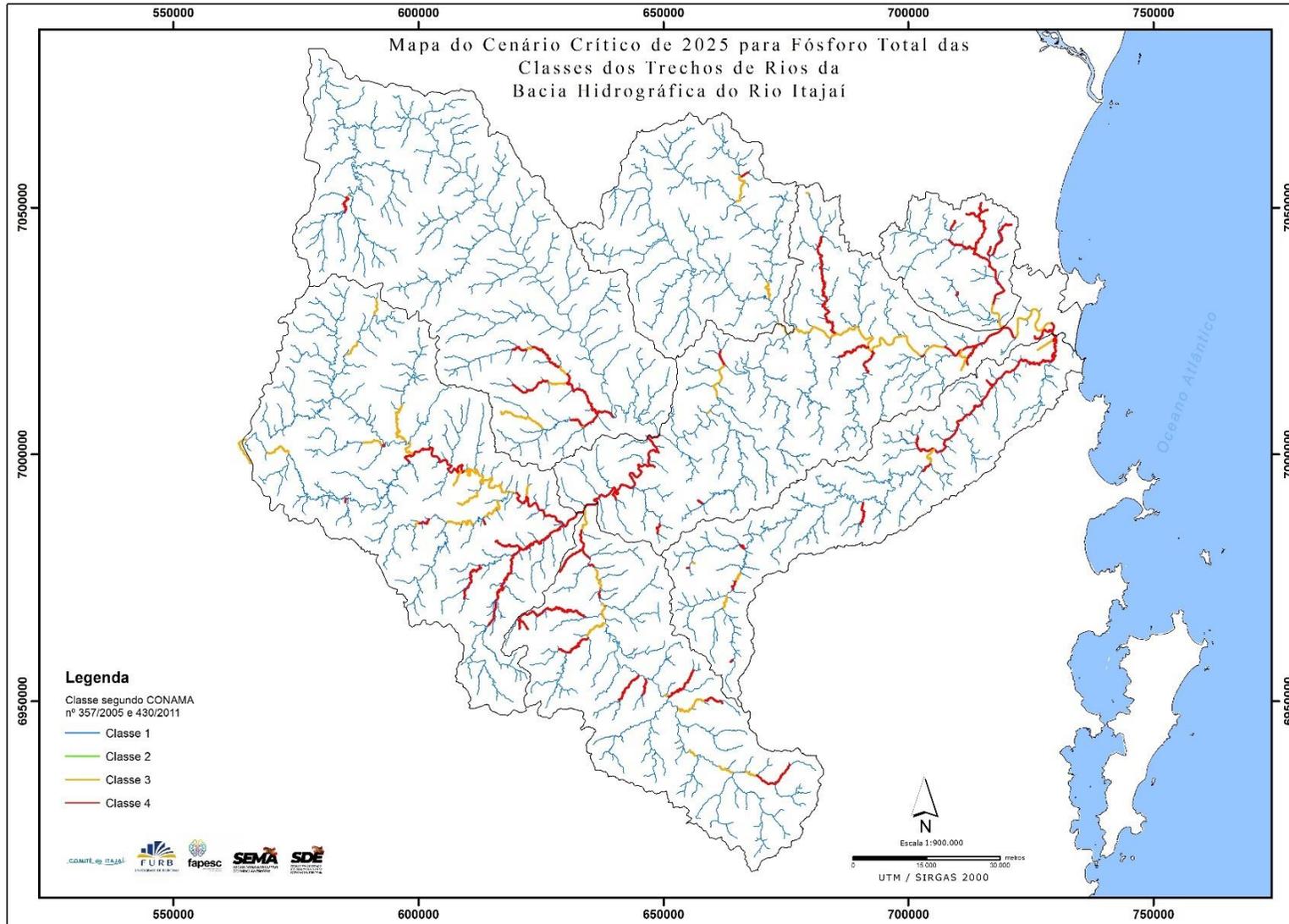
Figura 69 – Classe dos rios em relação ao parâmetro coliforme termotolerante em 2035, cenário



crítico, $Q_{98\%}$

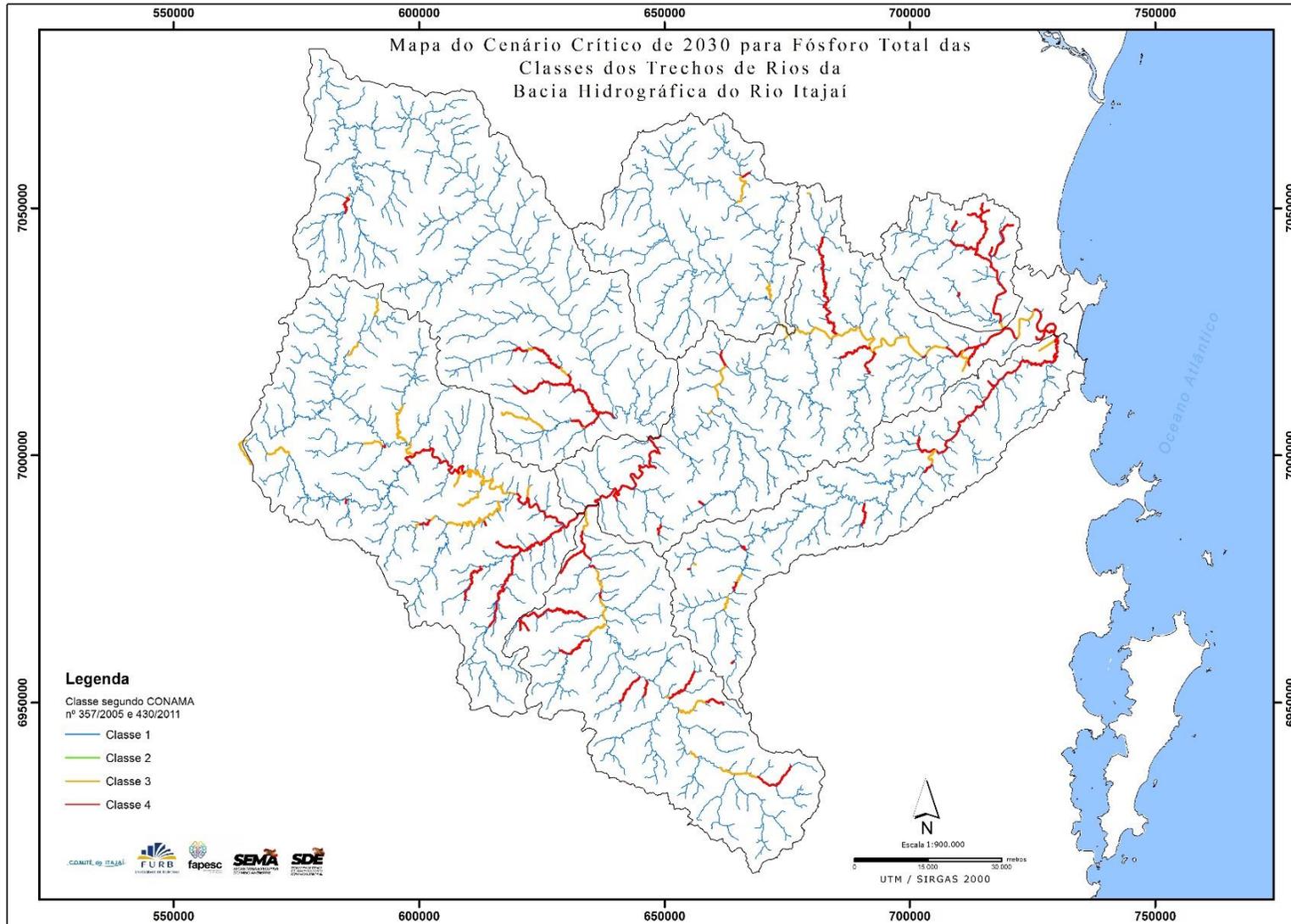
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 70 – Classe dos rios em relação ao parâmetro fósforo total em 2025, cenário crítico, $Q_{98\%}$



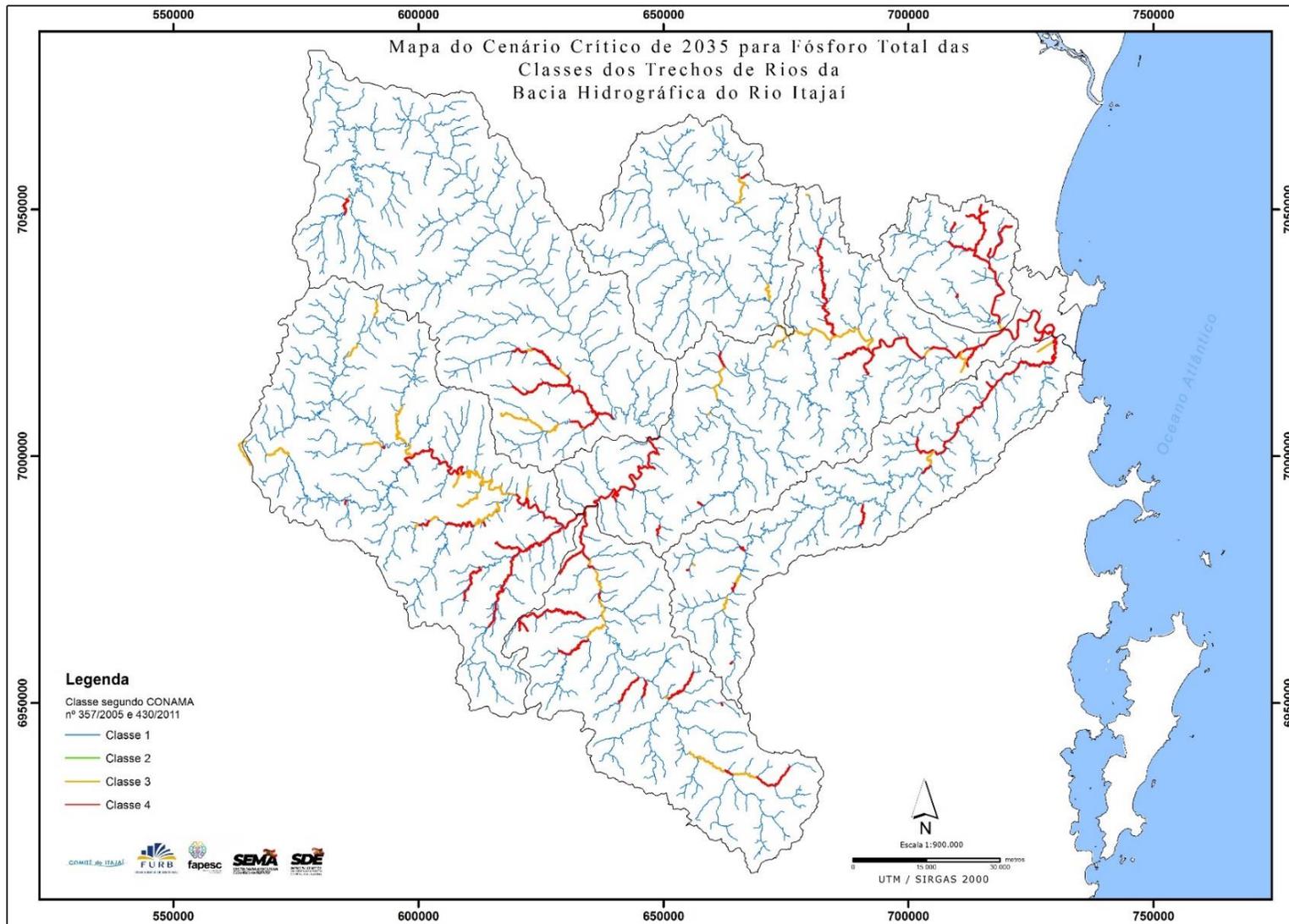
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 71- Classe dos rios em relação ao parâmetro fósforo total em 2030, cenário crítico, $Q_{98\%}$



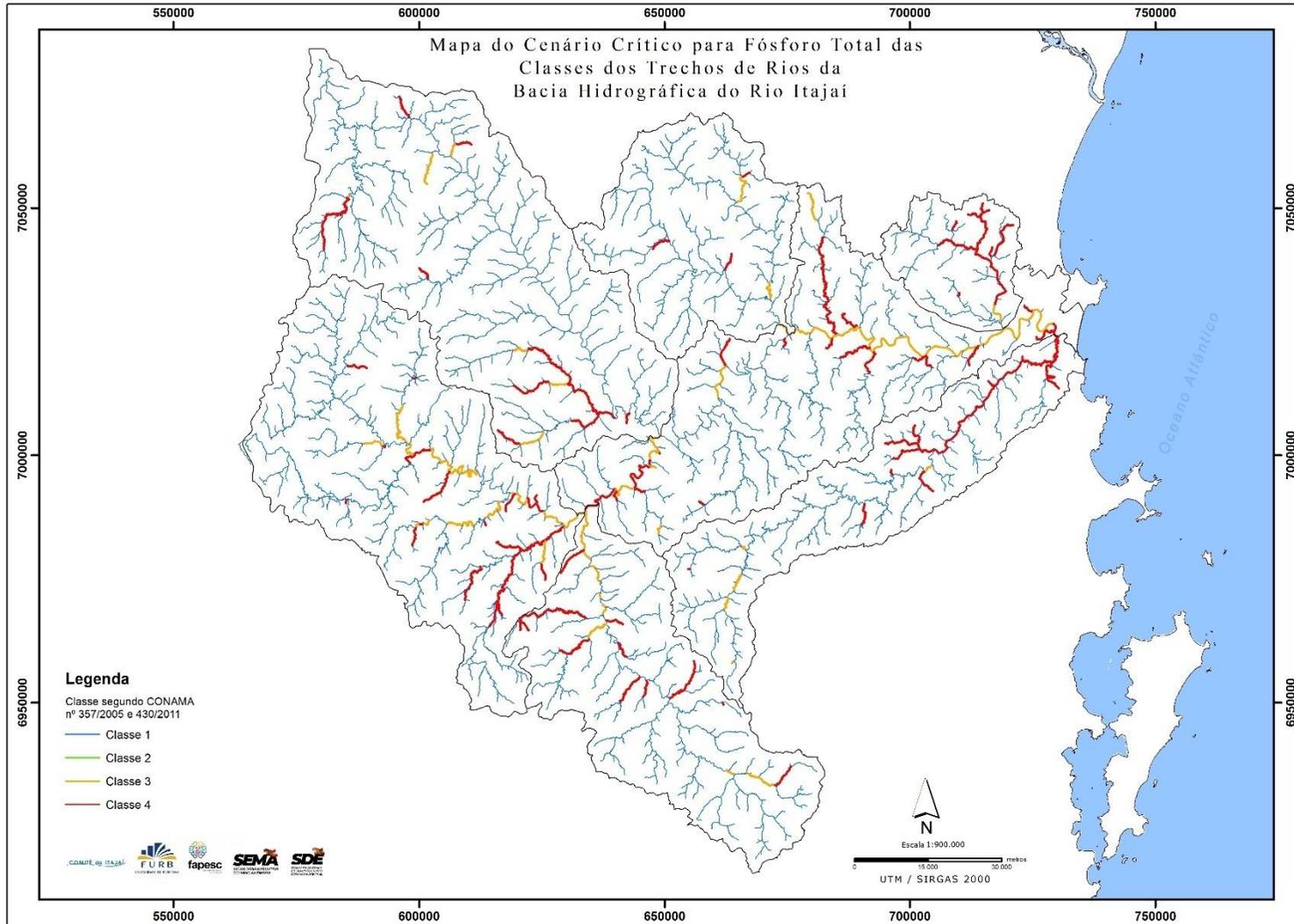
Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 72 – Classe dos rios em relação ao parâmetro fósforo total em 2035, cenário crítico, $Q_{98\%}$



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).

Figura 73 – Classe dos rios em relação ao parâmetro fósforo total em 2040, cenário crítico, $Q_{98\%}$



Fonte: Autores (2020). Elaboração: SEMA/DRHS (2021).