



PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
da BACIA do Rio ITAPOCU
Sustentabilidade & Desenvolvimento

RELATÓRIO DE ATIVIDADES
PRODUTO 05 – ETAPA D

Prognóstico das Demandas Hídricas
da Bacia

Outubro 2017



PLANO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPOCU



PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS
da Bacia do Rio Itapocu
Sustentabilidade & Desenvolvimento

Prognóstico das Demandas Hídricas da Bacia Relatório de Atividades Produto 05 – Etapa D



Universidade do Sul de Santa Catarina

Avenida José Acácio Moreira, Dehon, Tubarão, Santa Catarina

(48) 3621-3994

Outubro 2017

EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Formação	Registro
Eng. Dr. Celso Lopes de Albuquerque Junior	Engenheiro Agrônomo	CREA/SC 62253-7
Eng. Dr. Patrícia Menegaz de Farias	Engenheira Agrônoma	CREA/SC 118404-0
Eng. M.Sc. Pedro Guilherme de Lara	Engenheiro Sanitarista e Ambiental	CREA/SC 115552-5
Bio. M.Sc. Rodrigo Nascimento e Silva	Biólogo	CRBIO/SC 34287-03
Eng. M.Sc. Madelon Rebelo Peters	Engenheira Civil	CREA/SC 063557-0
Eng. M.Sc. Leonardo Schorcht Bracony Porto Ferreira	Engenheiro de Aquicultura	CREA/SC 123601-5
Ecol. M.Sc. Douglas Lemos de Farias	Ecólogo	-
Geog. M.Sc. Felipe A. H. Damaso de Oliveira	Geógrafo	-
Adm. Esp. Gean Carlos Fermينو	Administrador	CRA/SC 7543
Turism. Esp. Fernanda Bonato Fermينو	Turismóloga	-
Eng. Esp. Ismael Medeiros	Engenheiro Civil	CREA/SC 081723-1
Eng. Esp. Maria Gisele Ronconi de Souza	Engenheira Ambiental	CREA/SC 87632-3
Sabrina Maria Sonalio	Bacharel em Comunicação Social	-

COLABORADORES

Governo de Santa Catarina
Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável – SDS
Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Estado de Santa Catarina –
FAPESC

Associação dos Municípios do Vale do Itapocu – AMVALI
Comitê da Bacia Hidrográfica do Itapocu
Grupo de Acompanhamento - GAP

COORDENADORES

Coordenador Técnico e Geral

Celso Lopes de Albuquerque Junior, Eng. Agr, Dr.
CREA/SC 62253-7

Coordenador de Gestão Administrativa

Gean Carlos Fermino, Adm, Esp.
CRA/SC 7543

APRESENTAÇÃO

A distribuição heterogênea dos recursos hídricos juntamente com a disponibilidade de água limpa é potencialmente um dos problemas mais importantes que a comunidade mundial terá de enfrentar nos próximos anos. A atenção para os recursos hídricos merece importância, pois a água doce existe em pequena escala, perfazendo 2,5 % do total presente no planeta (GLEICK, 2000). Em termos médios, entre os países em desenvolvimento e os desenvolvidos, estima-se que o uso da água seja em torno de 69% na agricultura, 23% na indústria e 8% nas atividades domésticas (TUCCI, 1993).

A gestão de recursos hídricos baseada no recorte territorial das bacias hidrográficas ganhou força no início dos anos 1990 quando os Princípios de Dublin foram acordados na reunião preparatória à Rio-92. Diz o princípio número um que a gestão dos recursos hídricos, para ser efetiva, deve ser integrada e considerar todos os aspectos, físicos, sociais e econômicos. A questão central que deve reger a gestão é a integração dos vários aspectos que interferem no uso dos recursos hídricos e na sua proteção ambiental. A bacia hidrográfica permite essa abordagem integrada, como suporte para o planejamento estratégico (TUNDISI, 2005).

Uma gestão integrada dos recursos hídricos necessita de um conjunto mínimo de instrumentos principais: uma base de dados e informações socialmente acessível, a definição clara dos direitos de uso, o controle dos impactos sobre os sistemas hídricos e o processo de tomada de decisão. Um dos desafios na gestão de bacias hidrográficas envolve uma grande quantidade de aspectos sociais e políticos, bases de dados distintas e muitas vezes tais características induzem a uma avaliação equivocada do ambiente e/ou do que seja a sua “gestão”. O objetivo último do processo de gestão é tomar decisões sobre o uso dos recursos hídricos de uma bacia e implementá-las com eficácia.

Por mais importantes que sejam os fatores de natureza social, como a participação pública, a realização de campanhas de orientação, a promoção de programas de educação ambiental e outras, é inescapável que decisões de boa qualidade dependam de informações e de ferramental analítico e estatístico para lhes dar suporte. Por essa razão, o Sistema Nacional de Recursos Hídricos cita explicitamente os Sistemas de Informações como um de seus instrumentos de gestão.

Esta etapa busca a projeção de demandas futuras de recursos hídricos superficiais e subterrâneos, bem como o estabelecimento de uma situação de equilíbrio entre oferta e demanda quanti-qualitativa de água, num cenário tendencial e num cenário desejado, sob uma visão estratégica de sua gestão, para toda a bacia, considerando, também, propostas para enquadramento dos recursos hídricos superficiais em classes de uso preponderante, à luz da Resolução CONAMA nº 357/05 e suas alterações (Resolução nº 410/2009 e 430/2011) de acordo com os usos cadastrados. Nesta etapa constam as atividades descritas na sequência.

A elaboração do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu seguiu as orientações do Termo de Referência da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável – SDS, abrangendo 5 etapas:

- Etapa A: Estratégia para o Envolvimento da Sociedade na Elaboração do Plano;
- Etapa B: Diagnóstico Sócioeconômico e Ambiental da Bacia;
- Etapa C: Diagnóstico dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu;
- Etapa D: Prognóstico das Demandas Hídricas;
- Etapa E: Elaboração do Plano Integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu.

Este documento representa o conteúdo relativo à Etapa D (Produto 05) onde com o intuito de se buscar uma melhor representação dos dados disponibilizados, dividiu-se este produto em 13 capítulos sendo eles:

- Cap. 1 – Cenário Tendencial de Demandas Hídricas
- Cap. 2 – Confronto das disponibilidades e demandas
- Cap. 3 – Identificação de Áreas Críticas para Expansão de Atividades Demandadoras de Água
- Cap. 4 – Compatibilização de Demandas e Disponibilidades
- Cap. 5 – Cenários alternativos das demandas hídricas
- Cap. 6 – Seleção de alternativas de intervenções para compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas de acordo com os cenários alternativos
- Cap. 7 – Estimativa da carga poluidora por cenário
- Cap. 8 – Definição de medidas mitigadoras para redução da carga poluidora e de controle quantitativo das demandas

- Cap. 9 – Análise integrada das intervenções para compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas
- Cap. 10 – Articulação e Compatibilização dos Interesses Internos e Externos à Bacia
- Cap. 11 – Formulação do Cenário Desejado
- Cap. 12 – Proposta de Enquadramento
- Cap. 13 – Definição do Enquadramento dos Cursos de Água

A missão do plano é buscar uma gestão regida pela complementaridade técnica entre diferentes áreas do conhecimento, sendo este diagnóstico elaborado e conduzido no princípio de descentralização da informação. Especificamente, além de diagnosticar, trazer à tona a situação ambiental atual da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, a partir da interação e da análise de seus componentes.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	21
CAPÍTULO 1- CENÁRIO TENDENCIAL DE DEMANDAS HÍDRICAS	25
1.1 OBJETIVOS	25
1.1.1 Gerais.....	25
1.1.2 Específicos	25
1.2 METODOLOGIA.....	25
1.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	26
1.3.1 Cenário Atual.....	26
1.3.2 Agricultura	31
1.3.2.1 Rizicultura.....	32
1.3.2.2 Demais Culturas Agrícolas	33
1.3.3 Criação Animal	36
1.3.4 Aquicultura	38
1.3.5 Indústria.....	39
1.3.6 Mineração.....	51
1.3.7 Abastecimento de Água	57
1.3.8 Panorama dos Cenários de Prognóstico de Demandas Hídricas.....	64
CAPÍTULO 2- CONFRONTO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS	66
2.1 OBJETIVOS	66
2.1.1 Gerais.....	66
2.1.2 Específicos	66
2.2 METODOLOGIA.....	66
2.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	68
2.3.1 Confronto das Demandas Hídricas atuais com Vazão de Referência Q98% ...	70
2.3.2 Confronto das Demandas Hídricas atuais com Vazão de Referência Q90% ...	74
2.3.3 Confronto das Demandas Hídricas com Vazão de Referência Q98% para Cenários Tendenciais.....	77
2.3.4 Confronto das Demandas Hídricas com Vazão de Referência Q90% para Cenários Tendenciais.....	80
CAPÍTULO 3- IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS PARA EXPANSÃO DE ATIVIDADES DEMANDADORAS DE ÁGUA	84
3.1 OBJETIVOS	84
3.1.1 Gerais.....	84
3.1.2 Específicos	85
3.2 METODOLOGIA.....	85
3.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	87
CAPÍTULO 4- COMPATIBILIZAÇÃO DE DEMANDAS E DISPONIBILIDADES	92
4.1 OBJETIVOS	92
4.1.1 Gerais.....	92
4.2.1 Específicos	92
4.2 METODOLOGIA.....	92
4.2 RESULTADOS E CONCLUSÃO	93
4.2.1 Identificação de Alternativas de Compatibilização das Disponibilidades Hídricas	93
4.2.1.1 Planos e Programas	93
4.2.1.1.1 Saneamento	93
4.2.1.1.2 Agricultura e Criação Animal	95
4.2.2 Análise do Cenário Atual	96

4.2.3 Alternativas de Intervenção e de Mitigação de Eventuais Problemas	97
4.2.3.1 Medidas Interventivas.....	97
4.2.3.1.1 Alternativas Estruturais.....	98
4.2.3.1.2 Alternativas Não Estruturais	99
CAPÍTULO 5- CENÁRIOS ALTERNATIVOS DAS DEMANDAS HÍDRICAS	101
5.1 OBJETIVOS	101
5.1.1 Gerais.....	101
5.1.2 Específicos	101
5.2 METODOLOGIA.....	102
5.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	102
5.3.1 Cenários Alternativos das Demandas Hídricas : Integração entre o Crescimento Econômico, Exigências Ambientas e Sociais	102
5.3.1.1 Hidrologia	104
5.3.1.1.1 Vazões de Referência	104
5.3.1.1.2 Monitoramento hidrológico e de qualidade da água	105
5.3.1.1.3 Especificações técnicas	108
5.3.1.1.4 Estações hidrométricas PCD.....	108
5.3.1.2 Estudos de inundação	109
5.3.1.2.1 Inundação fluvial – Gradual.....	110
5.3.1.2.2 Complemento quanto a Mitigação de Cheias	111
5.3.1.3 Rizicultura.....	112
5.3.1.3.1 Uso racional da água na irrigação	114
5.3.1.4 Captação de água	114
5.3.1.5 Mudanças climáticas	115
5.3.1.6 Geologia / Mineração	116
5.3.1.7 Planejamento urbano	117
5.3.2 Proposição de fórmula para a implementação da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos.....	118
5.3.2.1 Critérios de cobrança	118
5.3.2.2 Detalhes da elaboração de um modelo de sistematização da cobrança.....	123
CAPÍTULO 6- SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÕES PARA COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS DE ACORDO COM OS CENÁRIOS ALTERNATIVOS	125
6.1 OBJETIVOS	125
6.1.1 Gerais.....	125
6.1.2 Específicos	125
6.2 METODOLOGIA.....	126
6.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	126
6.3.1 Descrição dos Cenários Propostos	126
6.3.1.1 Cenário Pessimista.....	126
6.3.1.2 Cenário Moderado.....	129
6.3.1.3 Cenário Otimista.....	131
CAPÍTULO 7- ESTIMATIVA DA CARGA POLUIDORA POR CENÁRIO	134
7.1 OBJETIVOS	134
7.1.1 Gerais.....	134
7.1.2 Específicos	134
7.2 METODOLOGIA.....	135
7.2.1 Parâmetros de Qualidade da Água	135
7.2.2 Cenários Avaliados	136
7.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	137

7.3.1 Resultado dos Cenários Avaliados.....	137
7.3.3.1 Cenário Pessimista.....	137
7.3.3.2 Cenário Otimista.....	143
CAPÍTULO 8- DEFINIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS PARA REDUÇÃO DA CARGA POLUIDORA E DE CONTROLE QUANTITATIVO DAS DEMANDAS ...	149
8.1 OBJETIVOS	149
8.1.1 Gerais.....	149
8.1.2 Específicos	149
8.2 METODOLOGIA.....	150
8.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	150
8.3.1 Agricultura e Irrigação	150
8.3.1.1 Medidas mitigadoras para redução da demanda hídrica para a cultura do arroz irrigado	151
8.3.1.1.1 Incentivo a adoção do sistema pré-germinado, cuja demanda hídrica média é menor (medida estrutural / não estrutural)	151
8.3.1.1.2 Adensamento superficial para reduzir perdas de água por infiltração (medida estrutural)	152
8.3.1.1.3 Manejo adequado da irrigação (medida não estrutural)	152
8.3.1.1.4 Caracterização da carga poluidora proveniente da cultura do arroz irrigado	153
8.3.1.1.5 Medidas mitigadoras para redução da carga poluidora proveniente da cultura do arroz irrigado	154
8.3.1.1.6 Limpeza correta de máquinas e implementos agrícolas.....	154
8.3.1.1.7 Utilização adequada de adubos e corretivos do solo (medida não estrutural)	154
8.3.1.1.8 Minimização do uso de agrotóxicos (medida não estrutural).....	155
8.3.1.1.9 Gerenciamento das embalagens de agrotóxicos (medida não estrutural)	158
8.3.1.1.10 Licenciamento Ambiental	161
8.3.1.1.11 Produção Integrada de Arroz	162
8.3.2 Criação Animal	162
8.3.2.1 Medidas mitigadoras para redução da carga poluidora dos dejetos de animais.....	163
8.3.2.1.1 Incentivo a implantação de esterqueiras (medida estrutural)	163
8.3.2.1.2 Aplicação do resíduo das esterqueiras em lavouras como adubo orgânico (medida não estrutural)	163
8.3.2.1.3 Liberação da exploração suinícola somente após aprovação de projeto técnico (medida não estrutural)	164
8.3.2.1.4 Incentivo à implantação de sistemas de tratamento de dejetos suínos (medida estrutural)	164
8.3.2.1.5 Medidas para o controle da praga do borrachudo - educação ambiental.	164
8.3.3 Pesca e Aquicultura.....	165
8.3.4 Indústria.....	167
8.3.4.1 Medidas de Controle Carga Poluidora.....	167
8.3.4.2 Tratamento dos efluentes industriais (medida estrutural).....	168
8.3.4.3 Adequação À Legislação Vigente (Medida Estrutural / Não Estrutural)	169
8.3.4.4 Diretrizes para Gestão de Efluentes.....	169
8.3.4.5 Implantação de programas de educação ambiental (medida não estrutural)	173
8.3.4.6 Planejamento da implantação de novas indústrias, através da observação de diretrizes de zoneamento (medida não estrutural)	173

8.3.4.7 Proposição de medidas mitigadoras para redução da demanda hídrica na indústria.....	173
8.3.5 Mineração.....	174
8.3.5.1 Das Medidas Mitigadoras	177
8.3.6 Saneamento Básico	177
8.3.6.1 Abastecimento Público	177
8.3.6.1.1 Redução das perdas de água no sistema de abastecimento de água.	177
8.3.6.1.2 Medidas mitigadoras para redução de perdas no SAA.....	178
8.3.6.1.3 Controle da descarga de lodo proveniente do tratamento de água (ETAs)	178
8.3.6.1.4 Medidas mitigadoras controle do despejo de lodo proveniente da ETA do SAA.....	179
8.3.6.2 Esgotamento Sanitário	179
8.3.6.2.1 Medidas mitigadoras para redução da carga poluidora dos despejos domésticos	180
8.3.7 Resíduos Sólidos	183
8.3.7.1 Medidas mitigadoras para redução da carga poluidora gerada pela disposição inadequada de resíduos sólidos.....	183
CAPÍTULO 9 - ANÁLISE INTEGRADA DAS INTERVENÇÕES PARA COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS.....	190
9.1 OBJETIVOS	190
9.1.1 Gerais.....	190
9.1.2 Específicos	190
9.2 METODOLOGIA.....	191
9.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	191
9.3.1 Análise Integrada	191
CAPÍTULO 10- ARTICULAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DOS INTERESSES INTERNOS E EXTERNOS À BACIA.....	195
10.1 OBJETIVOS	195
10.1.1 Gerais.....	195
10.1.2 Específicos	195
10.2 METODOLOGIA.....	196
10.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	196
10.3.1.1 ANÁLISE DE PROJETOS DE GRANDES EMPREENDIMENTOS A SEREM IMPLANTADOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPOCU	196
CAPÍTULO 11- FORMULAÇÃO DO CENÁRIO DESEJADO.....	198
11.1 OBJETIVOS	198
11.1.1 Gerais.....	198
11.1.2 Específicos	198
11.2 METODOLOGIA.....	198
11.2.1 Ferramentas Aplicadas.....	200
11.2.1.1 Diagrama de Venn	200
11.2.1.2 Oficinas do Futuro	201
11.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	203
11.3.1 Diagrama de Venn	203
11.3.1.1 Muro das Lamentações	204
11.3.1.2 Árvore dos Sonhos.....	205
11.3.1.3 Caminho adiante	205
11.3.1.4 Pacto das águas.....	207

CAPÍTULO 12- PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO	208
12.1 OBJETIVOS	208
12.1.1 Gerais.....	208
12.1.2 Específicos	208
12.2 METODOLOGIA.....	209
12.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO	210
CAPÍTULO 13- DEFINIÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CURSOS DE	
ÁGUA.....	Erro! Indicador não definido.
REFERÊNCIAS.....	215

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - CENÁRIO TENDENCIAL DE DEMANDAS HÍDRICAS

APÊNDICE B – IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS PARA EXPANSÃO DE ATIVIDADES DEMANDADORAS DE ÁGUA

APÊNDICE C – COMPATIBILIZAÇÃO DE DEMANDAS E DISPONIBILIDADES

APÊNDICE D - SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÕES PARA COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS DE ACORDO COM OS CENÁRIOS ALTERNATIVOS

APÊNDICE E – ESTIMATIVA DA CARGA POLUIDORA POR CENÁRIO

APÊNDICE F – PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Taxas de crescimento do setor agrícola para o cenário otimista.	34
Tabela 2- Taxas de crescimento do setor agrícola para o cenário moderado.....	34
Tabela 3- Taxas de crescimento do setor agrícola para o cenário pessimista.....	35
Tabela 4- Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário otimista.	36
Tabela 5 -Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário moderado.	37
Tabela 6-Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário pessimista.	37
Tabela 7-Taxas de crescimento da aquicultura para os cenários tendenciais.	39
Tabela 8 -Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário otimista.	41
Tabela 9 -Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário moderado.	45
Tabela 10 -Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário pessimista.	48
Tabela 11 -Taxas Minerais Consideras.....	52
Tabela 12- Uso de água para a extrações Minerais.....	56
Tabela 13- Taxas de crescimento populacional para os municípios da BHRI.....	58
Tabela 14 - Perdas do sistema de abastecimento público para o cenário otimista. ..	60
Tabela 15- Perdas do sistema de abastecimento público para o cenário moderado	61
Tabela 16-Taxas de crescimento do abastecimento público para o cenário otimista.	62
Tabela 17- Taxas de crescimento do abastecimento público para o cenário moderado.	62
Tabela 18- Taxas de crescimento do abastecimento público para o cenário pessimista.	63
Tabela 19– Agências regulatórias na região da BHRI.....	94
Tabela 20– Alternativas de medidas estruturais.....	98
Tabela 21– Alternativas de medidas estruturais.....	99
Tabela 22– Alternativas de medidas não estruturais.....	99

Tabela 23– Alternativas de medidas não estruturais.....	100
Tabela 24 - Proposição de limites de exploração do recurso hídrico subterrâneo. .	105
Tabela 25 - Recomendação de densidade de estações hidrossedimentométricas.	106
Tabela 26 - Risco de ocorrência de evento extremo [%]......	111
Tabela 27 - Projeção de uso recursos hídricos para extração mineral.....	117
Tabela 28 -Consumo per capita e perdas no SAA nos municípios da BHRI	127
Tabela 29- Vazão de Lançamento por setor usuário – Cenário Pessimista.....	137
Tabela 30- Vazão de Lançamento por setor usuário – Cenário Otimista.	143
Tabela 31 - Condições de lançamento de efluentes.	170
Tabela 32 - Parâmetros e padrões de lançamento de efluentes.....	170

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-Valores de índice deficitário e crítico para vazão de referência Q98 para todas unidades de planejamento da Bacia do Itapocu.....	87
Quadro 2-Valores de índice deficitário e crítico para vazão de Q90 para todas unidades de planejamento da Bacia do Itapocu.....	88
Quadro 3 - Quadro das principais Leis e Normas para os procedimentos a serem empregados nos diversos estágios da gestão de resíduos de embalagens de agrotóxicos.....	158
Quadro 4 - Formas de se minimizar ou reduzir as cargas emitidas pelos cultivos.	166
Quadro 5 -Análise comparativa entre processos de tratamento biológico.	181
Quadro 6 -Resumo das medidas mitigadoras para redução da carga poluidora proveniente dos Resíduos Sólidos.	188
Quadro 7 -Cronograma estimado de atividades.....	203
Quadro 8 - Identificação dos usos mais importantes da bacia nos principais rios...	211

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Demandas complementares para cenários futuros de demanda hídrica. ...	27
Figura 2- Ottobacias das UPs Médio Itapocu, Rio Piraí e Litorânea.	28
Figura 3- Ottobacias de exutório de todas as Ups.	29
Figura 4- Ottobacias que estão sobre a malha de "Área urbanizada e/ou construída".	30
Figura 5- Ottobacias que estão sobre a malha de "Agricultura".	31
Figura 6- Cenários futuros para a demanda hídrica do setor agrícola.	35
Figura 7- Cenários futuros para a demanda hídrica do setor de criação animal.	38
Figura 8- Cenários futuros da demanda hídrica da aquicultura.	39
Figura 9 – Cenários futuros da demanda hídrica da indústria.	51
Figura 10 - Cenários futuros da demanda hídrica do abastecimento público.	63
Figura 11 - Principais Setores Usuários de Recursos Hídricos no Cenário Pessimista.	64
Figura 12 - Principais Setores Usuários de Recursos Hídricos no Cenário Moderado	64
Figura 13 - Principais Setores Usuários de Recursos Hídricos no Cenário Otimista	65
Figura 14- Simulação 1 – Cenário atual SADPLAN (Q98%).	69
Figura 15 - Atendimento de demandas da Prioridade 1 para a vazão de referência Q98%.	70
Figura 16 - Atendimento de demandas da Prioridade 2 para a vazão de referência Q98%.	71
Figura 17 - Atendimento de demandas da Prioridade 3 para a vazão de referência Q98%.	72
Figura 18 - Frequência do IACT para vazão de referência Q98%.	73
Figura 19 - Atendimento de demandas da Prioridade 1 para a vazão de referência Q90%.	75
Figura 20 - Atendimento de demandas da Prioridade 2 para a vazão de referência Q90%.	75
Figura 21 - Atendimento de demandas da Prioridade 3 para a vazão de referência Q90%.	76
Figura 22 - Frequência do IACT para vazão de referência Q90%.	76

Figura 23 - Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q98% no curto prazo.	77
Figura 24 -Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q98% no curto-médio prazo.	78
Figura 25-Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q98% no médio prazo.....	79
Figura 26 - Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q98% no longo prazo.....	79
Figura 27 - Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q90% no curto prazo.	80
Figura 28-Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q90% no curto-médio prazo.	81
Figura 29-Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q90% no médio prazo.....	82
Figura 30-Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q90% no longo prazo.....	82
Figura 31– Classificação de criticidade para a bacia Hidrográfica do rio Itapocu. Apresentando dados de vazão Q90 e Q98, para os trechos de rio classificados em deficitários, críticos, muito críticos e superavitários.....	86
Figura 32– Mapa comparativo das áreas críticas e deficitárias nas unidades de planejamento para vazões Q90 e Q98.....	90
Figura 33 -Frequência do IACT – Q98%.	96
Figura 34 - Frequência do IACT – Q90%.	97
Figura 35 - Esquema do monitoramento integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu.	107
Figura 36 – Fluxograma metodológicos para estudo dos impactos das mudanças climáticas na Bacia do Itapocu.	116
Figura 37 - Atendimento atual das demandas hídricas.	128
Figura 38 - Disponibilidade Hídrica para o cenário moderado em 2034 - Q90.....	130
Figura 39 - Disponibilidade Hídrica para o cenário otimista em 2034 - Q90.	132
Figura 40 – Curva da Demanda ao longo dos Anos.....	138
Figura 41 – Cenário Pessimista 2022 de diluição de DBO.....	139
Figura 42 – Cenário Pessimista 2026 de diluição de DBO.....	140
Figura 43 – Cenário Pessimista 2030 de diluição de DBO.....	141

Figura 44 – Cenário Pessimista 2034 de diluição de DBO.....	142
Figura 45 - Cenário Otimista 2022 – Q90% para diluição de DBO.....	144
Figura 46 – Cenário Otimista 2026 – Q90% para diluição de DBO.....	145
Figura 47 – Cenário Otimista 2030 – Q90% para diluição de DBO.....	146
Figura 48 – Cenário Otimista 2034 – Q90% para diluição de DBO.....	147
Figura 49 – Fluxograma adaptado da dinâmica dos nutrientes em sistemas de cultivo aquícola.....	166
Figura 50 - Critérios para determinação de impactos ambientais.	175
Figura 51 - Hipóteses Impactos Ambientais – Mineralogia.	176
Figura 52 - Matriz de Impactos Ambientais.	177
Figura 53 -Hierarquia de gerenciamento ambiental de resíduos sólidos.....	184
Figura 54 - Conflitos levantados.....	193
Figura 55 - Convite enviado para a comunidade para realização da oficina.	199
Figura 56 - Fotografia com parte do grupo que esteve presente na oficina.	199
Figura 57 - Foto da aplicação da ferramenta participativa Diagrama de Venn.....	200
Figura 58 - Foto da aplicação da Ferramenta participativa “Muro das Lamentações”.	201
Figura 59 – Foto da aplicação da ferramenta participativa “Árvore dos Sonhos”. ...	201
Figura 60 - Foto da aplicação da ferramenta participativa “Caminho adiante”.	202
Figura 61 - Classificação dos Rio da Bacia do Itapocu no âmbito do Plano, identificando áreas de proteção especial.	213

LISTA DE EQUAÇÕES

Equação 1	118
Equação 2	119
Equação 3	121

LISTA DE ABREVIações E SIGLAS

ANA – Agência Nacional de Águas
ARESC - Agencia de Reguladora de Serviços Públicos de Santa Catarina
ARIS - Agencia Reguladora Intermunicipal de Saneamento
APP - Área de Preservação Permanente
BRHI – Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu
CASAN – Companhia Catarinense de Água e Saneamento
CEURM - Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina
CEDAP - Centro de Desenvolvimento em Aquicultura e Pesca
CIDASC – Companhia Integrada Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina
CNAE – Classificação Nacional de Atividades Econômicas
CELESC - Centrais Elétricas de Santa Catarina
CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente
CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DGA - Diferentes Garantias de Atendimento
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio
DNPM – Departamento Nacional de Produção Mineral
DRHI – Diretoria de Recursos Hídricos
EMBRAPA – Empresa Brasileira de Pesquisa e Agropecuária
EPAGRI – Empresa de Pesquisa e Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
ETA – Estação de Tratamento de Água
ETE – Estação de Tratamento de Esgoto
FATMA - Fundação do Meio Ambiente
IACT - Índice de Atendimento de Captação Total
IACU - Índice de atendimento de captação por prioridade
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PIB - Produto Interno Bruto
PMS – Plano Municipal de Saneamento Básico

PIB – Produto Interno Bruto

SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento

SAA – Sistema de Abastecimento de Água

SGA - Sistema de Gestão Ambiental

SADPLAN – Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos

SANEPAR -

SAMAE - Serviço Autônomo Municipal de Água e Esgoto

SDS – Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável

TAC – Termo de Ajuste de Conduta

UP – Unidade de Planejamento

INTRODUÇÃO

Neste relatório será apresentado todos os estudos, dados coletados, ações, projeções, estimativas e as principais atividades realizadas para a construção da **Etapa D - Prognóstico das Demandas Hídricas**.

Nesta etapa buscou-se projetar por meio de um cenários (Tendências e desejados) as demandas futuras da bacia, equilíbrio entre a oferta e demanda em conformidade com as legislações vigentes. O trabalho aqui apresentado foi realizado por meio da ferramenta computacional do Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos (SADPLAN/DRHI/SDS).

Esses estudos são de grande importância para que se gere uma base de dados e informações necessárias para a identificação de soluções para eventuais conflitos pelos usos múltiplos dos recursos hídricos. É importante salientar que para a realização desta etapa, dividiu-se suas atividades em duas partes, sendo elas:

Atividade D.1: Cenário Tendencial de Demandas Hídricas

Esta atividade contemplou a montagem de um cenário com as tendências de crescimento das demandas hídricas nos três horizontes temporais do plano além de avaliar seus principais conflitos. Definiu-se também os coeficientes para projeção das demandas hídricas em toda a bacia, conforme os diferentes tipos de usos consuntivos, incluindo águas superficiais e subterrâneas, e determinadas às estimativas de crescimento dos usos não consuntivos em um horizonte de curto, médio e longo prazo.

Atividade D.2: Confronto das disponibilidades e demandas

Para esta etapa buscou-se efetuar o balanço hídrico (disponibilidade e demanda atual) com o intuito de analisar as tendências de evolução desta demanda. Essa análise é de extrema importância pois permitirá identificar todos os conflitos entre a oferta e a demanda hídrica, possíveis intervenções e projeções de cenários alternativos.

Atividade D.3: Identificação de Áreas Críticas para Expansão de Atividades Demandadoras de Água

Nesta atividade será realizado um estudo por meio de mapeamento em toda a bacia para identificar áreas críticas para a expansão de atividades que utilizam

os recursos hídricos a fim de orientar sua expansão e a proteção dos recursos hídricos.

Essa etapa é importante e indispensável para o planejamento do equilíbrio entre a oferta e demanda, procedimentos para a definição de áreas de restrição e controle de captação e uso de águas subterrâneas visando o controle de captação e concessão de outorgas para uso da água subterrânea, com relação à quantidade e qualidade da água.

Atividade D.4: Compatibilização de Demandas e Disponibilidades

Esta atividade objetiva apresentar todas as alternativas de compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas (quali-quantitativas) relacionando alternativas de mitigação e intervenção para os cenários alternativos.

Visa também apresentar propostas de alternativas de intervenções estruturais e não-estruturais, para promoção da compatibilização entre disponibilidades e demandas hídricas quanti-qualitativas com o intuito de solucionar todos os conflitos identificados nos horizontes de curto, médio e longo prazo.

Atividade D.5: Cenários alternativos das demandas hídricas

Nesta etapa foram construídos os cenários alternativos para as demandas hídricas tendo como objetivo orientar todos os processos de planejamento, crescimento econômico, sustentabilidade ambiental e equidade social da bacia.

Atividade D.6: Seleção de alternativas de intervenções para compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas de acordo com os cenários alternativos

Para esta atividade foram selecionadas as principais alternativas de intervenção e compatibilidade (quali-quantitativa) entre demanda e disponibilidade visando alcançar os cenários propostos.

Atividade D.7: Estimativa da carga poluidora por cenário

Nesta etapa estimou-se por meio dos cenários a produção de cargas poluidoras que afetam os recursos hídricos da bacia. Destacando que as estimativas foram obtidas por meio das projeções temporais dos diferentes setores como a capacidade de auto depuração, efluentes domésticos (urbanos e rurais), serviços de saúde, agricultura dentre outros.

Atividade D.8: Definição de medidas mitigadoras para redução da carga poluidora e de controle quantitativo das demandas

Nesta etapa identificou-se, caracterizou-se e hierarquizou-se as medidas mitigadoras, seus custos de aplicação e seus resultados visando a diminuição da carga poluidora. Esta etapa contemplou também a substituição de tecnologias por outras mais eficientes.

Atividade D.9: Análise integrada das intervenções para compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas

A atividade visou integrar alternativas de intervenção, compatibilidade (quali-quantitativa) entre as demandas e disponibilidades hídricas buscando alcançar os cenários propostos.

Atividade D.10: Articulação e Compatibilização dos Interesses Internos e Externos à Bacia

Esta etapa buscou alternativas e estratégias técnicas referentes aos interesses internos e externos da bacia em compatibilidade com os interesses do estado e da União quanto a minimização de seus possíveis conflitos de interesses.

Foram avaliados todos os estudos e projetos a serem implantados na bacia quanto as suas implicações, compatibilização dos interesses internos dos setores usuários e da sociedade da bacia hidrográfica do Rio Itapocu de forma a apresentar alternativas que auxiliem na tomada de decisões em relação a cada situação estudada.

Atividade D.11: Formulação do Cenário Desejado

Esta etapa considerou os principais conflitos (quali-quantitativos) diagnosticados nos (cenário atual e cenário tendencial) resultando assim em um cenário futuro desejado para os recursos hídricos da bacia. Esses cenários permitirão buscar suporte para o gerenciamento da oferta e da demanda com foco nas áreas críticas bem como a adequação seguinte as legislações vigentes com destaque na outorga e cobrança pelo uso da água.

Atividade D.12: Proposta de Enquadramento

Nesta atividade considerou-se os usos dos recursos hídricos identificados para a bacia (atuais e previstos) em paralelo a isso propor classes de enquadramentos legais para cada curso d'água, segundo definições da Resolução CONAMA nº 357/05 e suas alterações (Resolução nº 410/2009 e 430/2011).

Atividade D.13: Definição do Enquadramento dos Cursos de Água

Esta etapa agrupou todas as informações geradas nas etapas seguintes, sendo as mesmas apresentadas e discutidas com os representantes de todos os setores usuários, órgão públicos, conselhos ambientais dentre outros.

Desta forma, nos itens a seguir, que compõem este relatório sobre o prognóstico das demandas hídricas da bacia hidrográfica do rio Itapocu, são descritos as metodologias e os resultados obtidos nas 13 atividades mencionadas (D1 e D13).

CAPÍTULO 1- CENÁRIO TENDENCIAL DE DEMANDAS HÍDRICAS

O estudo dos cenários de prognóstico trata das quantificações das demandas e consumos de água para situações futuras da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu. O cenário tendencial para a verificação de crescimento das atividades relativas ao consumo de água é uma ferramenta utilizada nos processos administrativos para auxiliar na tomada de decisão quanto ao que se pretende futuramente para a gestão de recursos hídricos na bacia.

Em se tratando da BHRI, esta análise se deu com base nos levantamentos realizados na Etapa C do Plano, de acordo com as demandas de cada segmento utilizador de água da bacia. Sendo assim, foi necessário realizar uma análise dos dados obtidos e identificar suas tendências de crescimento.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Gerais

Estimar as taxas de crescimento da demanda hídrica com base em dados históricos, de forma a caracterizar três cenários futuros hipotéticos de consumo de água: um tendencial pessimista; e dois tendenciais alternativos: moderado e otimista.

1.1.2 Específicos

- Estimar as taxas de crescimento da Demanda Hídrica;
- Caracterizar os três cenários;
- Elaborar os cenários;
- Calcular a demanda hídrica futura; e
- Integrar essas informações no SADPLAN.

1.2 METODOLOGIA

Para a construção dos cenários tendencial e alternativos, utilizou-se um intervalo de 4 em 4 anos para uma projeção final de 16 anos. No Brasil, o intervalo de 4 anos coincide com o tempo de mandato do executivo nas esferas Federal, Estadual e Municipal. Além disto, os Planos Plurianuais são instrumentos da política pública que atentam um horizonte de 4 anos.

Os dados relativos ao ano de 2018 foram considerados como cenário atual. E, assim, o curto prazo ficou definido com base nos anos de 2018 até 2022; o curto-médio prazo nos anos de 2023 a 2026; o médio-longo prazo nos anos de 2027 a 2030, e; para um longo prazo foram tomados os anos de 2031 a 2034.

O cálculo da demanda hídrica futura foi norteado por coeficientes de crescimento aplicados aos diferentes usos, de acordo com a divisão setorial adotada no Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina (CEURH). Este cálculo foi baseado na realidade atual da bacia, para os anos finais de cada horizonte previsto para o prognóstico do Plano, ou seja, 2022, 2026, 2030 e 2034.

A elaboração dos cenários tendencial e alternativos foi realizada com o auxílio do software SADPLAN, da SDS, conforme rege o Termo de Referência deste plano.

O SADPLAN (Sistema de Apoio à Decisão para o Planejamento do uso dos Recursos Hídricos de Santa Catarina) é um instrumento adotado para reunião de informações acerca dos recursos hídricos superficiais e levantamento dos cenários hídricos, atual e futuro, do Estado de Santa Catarina (Manual do SADPLAN).

A malha hídrica da bacia do Rio Itapocu e bacias contíguas é representada no SADPLAN por 702 ottobacias, divididas em 8 Unidades de Planejamento (UPs). As ottobacias são as unidades hidrológicas utilizadas pelo sistema para o balanço entre disponibilidade hídrica e demanda hídrica.

1.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

1.3.1 Cenário Atual

O SADPLAN utiliza-se das declarações de uso de água constantes do sistema de Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina (CEURH) para determinar a demanda hídrica em uma bacia hidrográfica. Esta demanda é

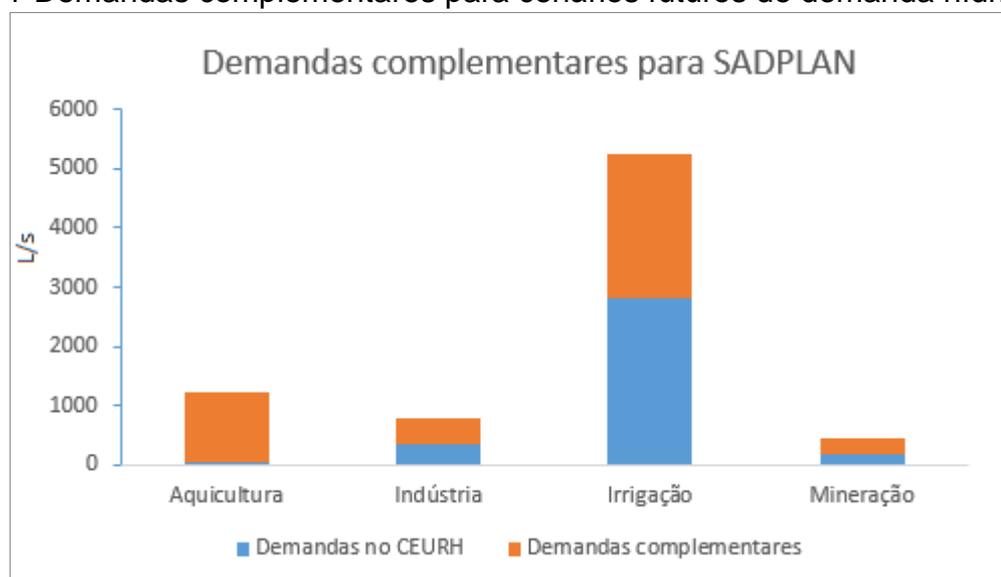
informada em termos mensais e convertida em L/s para os cálculos efetuados pelo SADPLAN.

Os cenários futuros de demanda hídrica foram simulados no SADPLAN com base em meses críticos. Para fins de análise quantitativa, utilizou-se a demanda hídrica declarada no CEURH para setembro, por ser o mês com vazões de captação mais expressivas. E para as análises qualitativas, optou-se pela demanda hídrica declarada para o mês de dezembro, que apresenta as maiores vazões de lançamento de efluentes.

De acordo com os dados obtidos da Etapa C deste Plano, o CEURH apresentava carência de declarações de uso para os setores industrial, de agricultura, de aquicultura e de mineração. Para suprir esta carência foram adicionadas ao SADPLAN dados complementares de uso de recursos hídricos superficiais, conforme a Figura 1 abaixo.

No caso da indústria foram subtraídos os consumos atribuídos a este setor pelas declarações do abastecimento público.

Figura 1-Demandas complementares para cenários futuros de demanda hídrica.

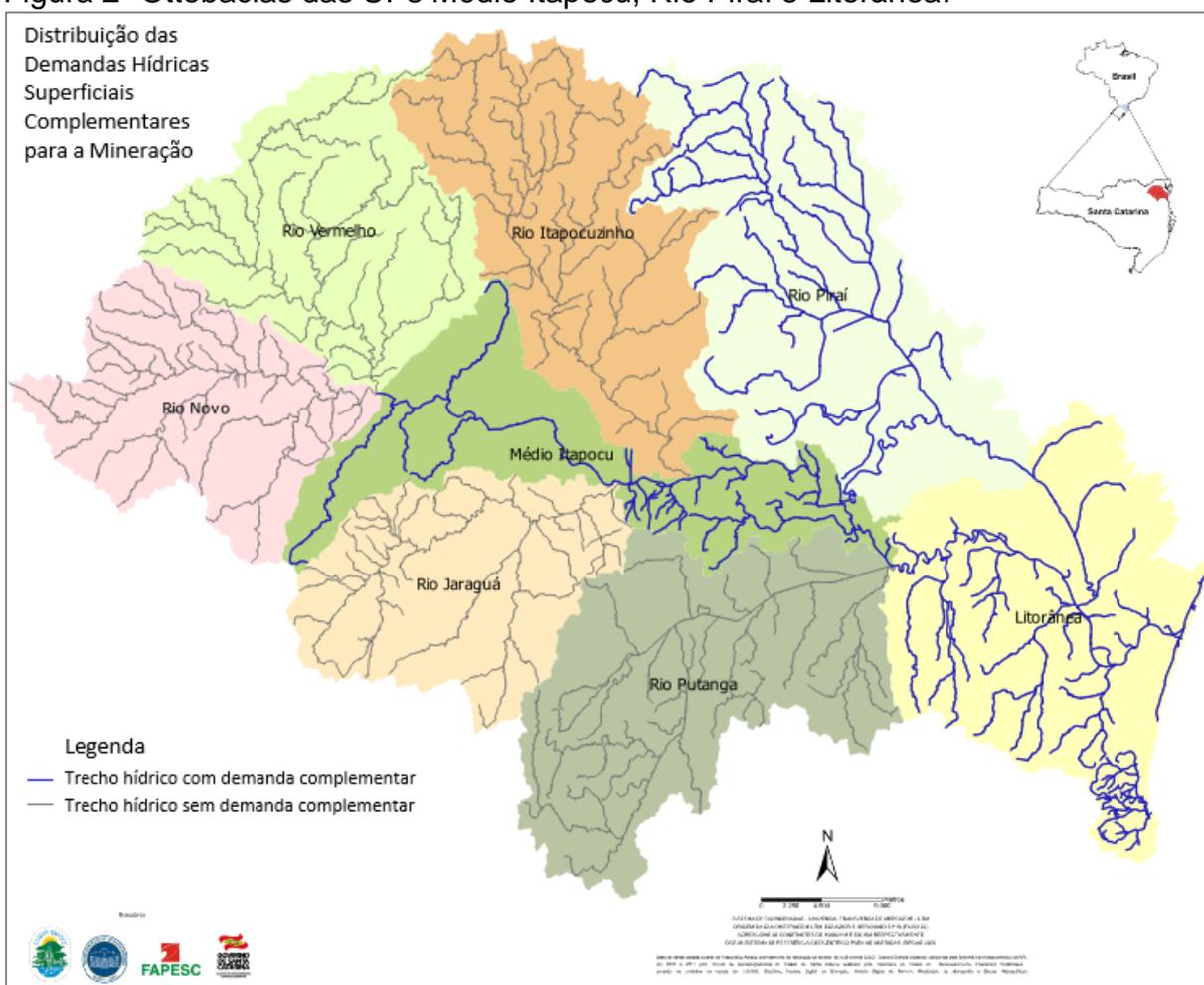


Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

A distribuição espacial dos dados complementares se aplica tanto às análises quantitativas quanto às qualitativas do uso de recursos hídricos na bacia, de acordo com os seguintes critérios:

- Setor de Mineração: nas ottobacias das UPs Médio Itapocu, Rio Piraí e Litorânea, conforme Figura 2 a seguir;

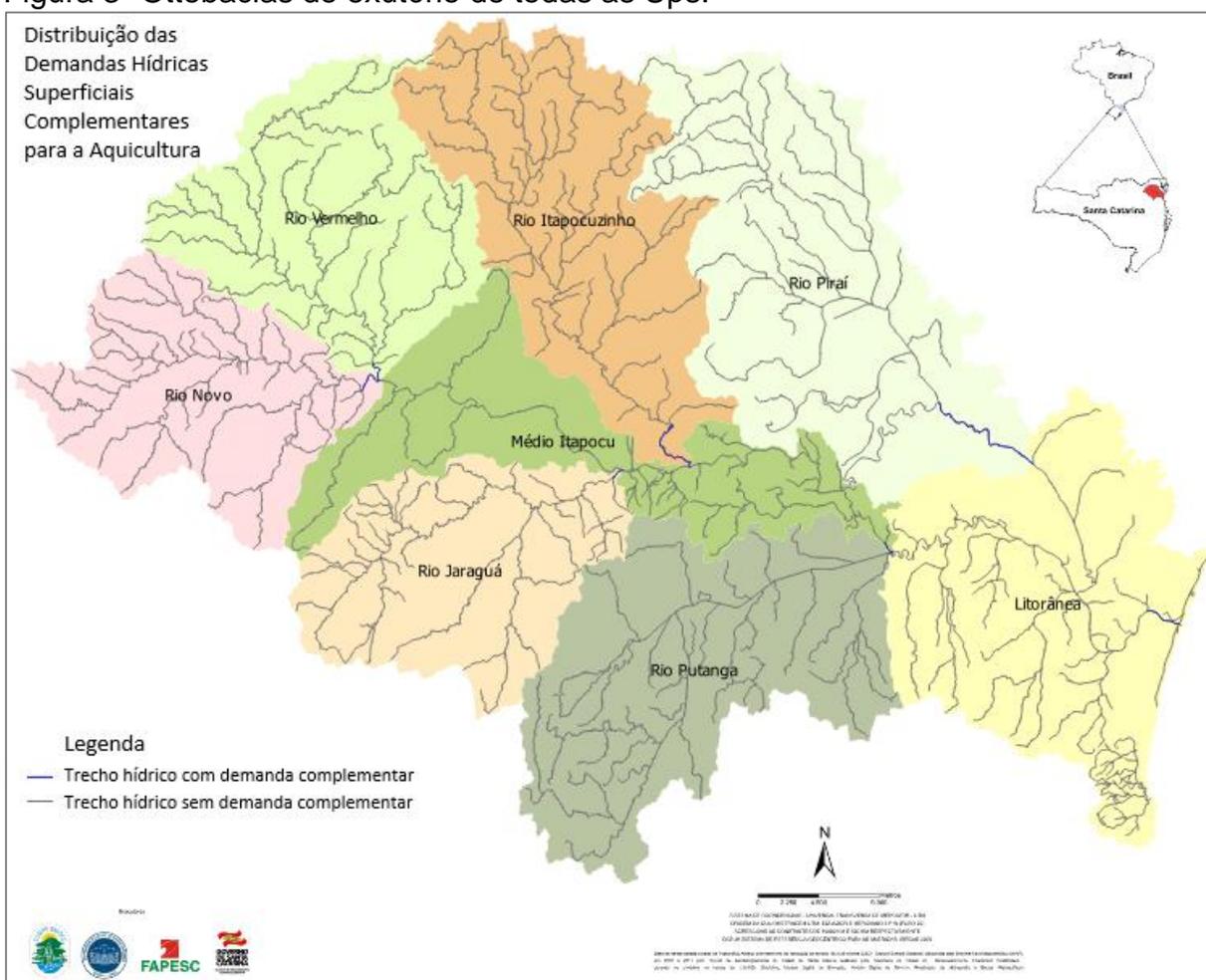
Figura 2- Ottobacias das UPs Médio Itapocu, Rio Pirai e Litorânea.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

- Setor de Aquicultura: nas ottobacias de exutório de todas as UPs, conforme Figura 3 a seguir;

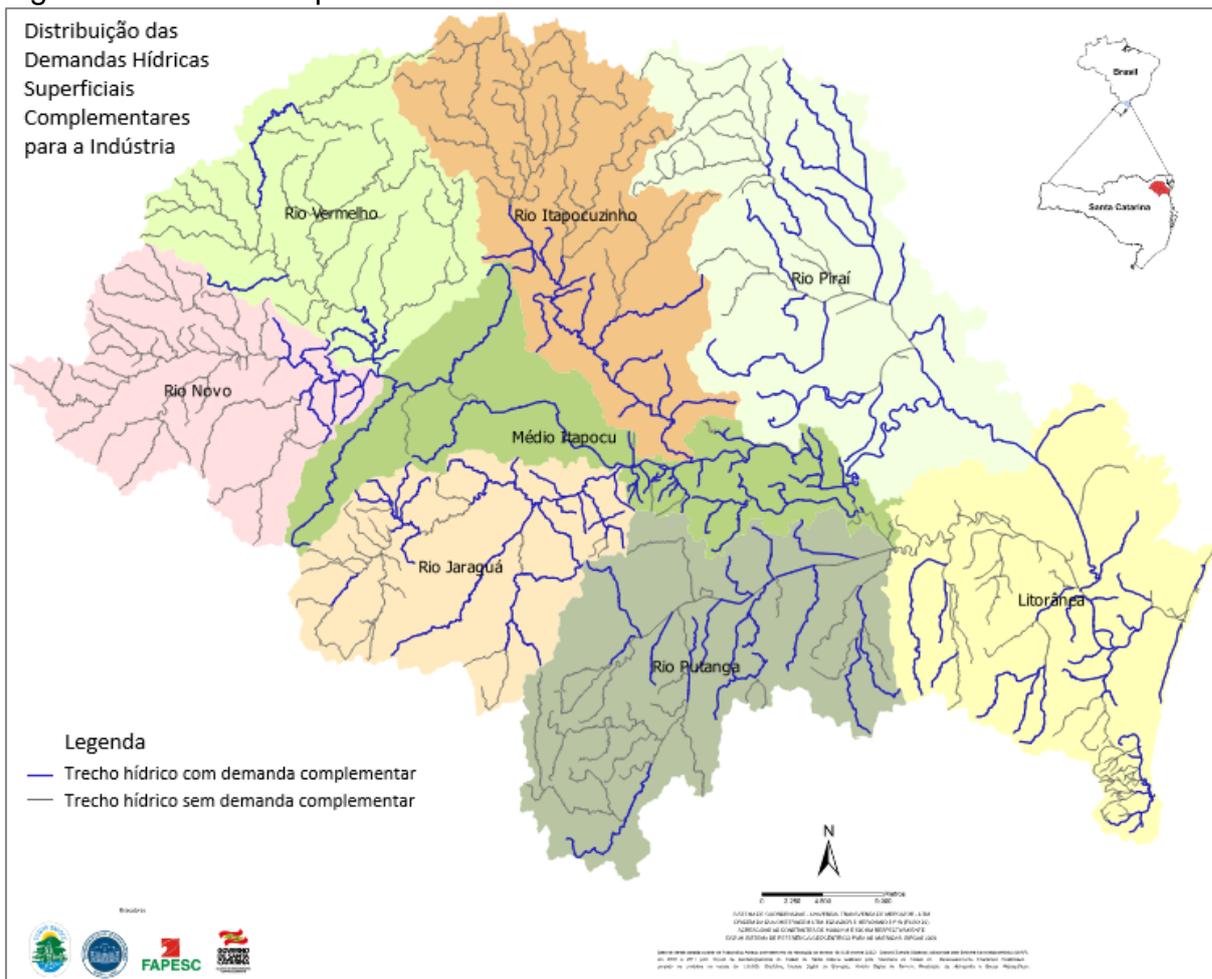
Figura 3- Ottobacias de exutório de todas as Ups.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

- Setor Indústria: nas ottobacias que estão sobre a malha de "Área urbanizada e/ou construída" do cadastro georreferenciado de uso e ocupação do solo, usado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS de Santa Catarina, conforme Figura 4 ou Apêndice A

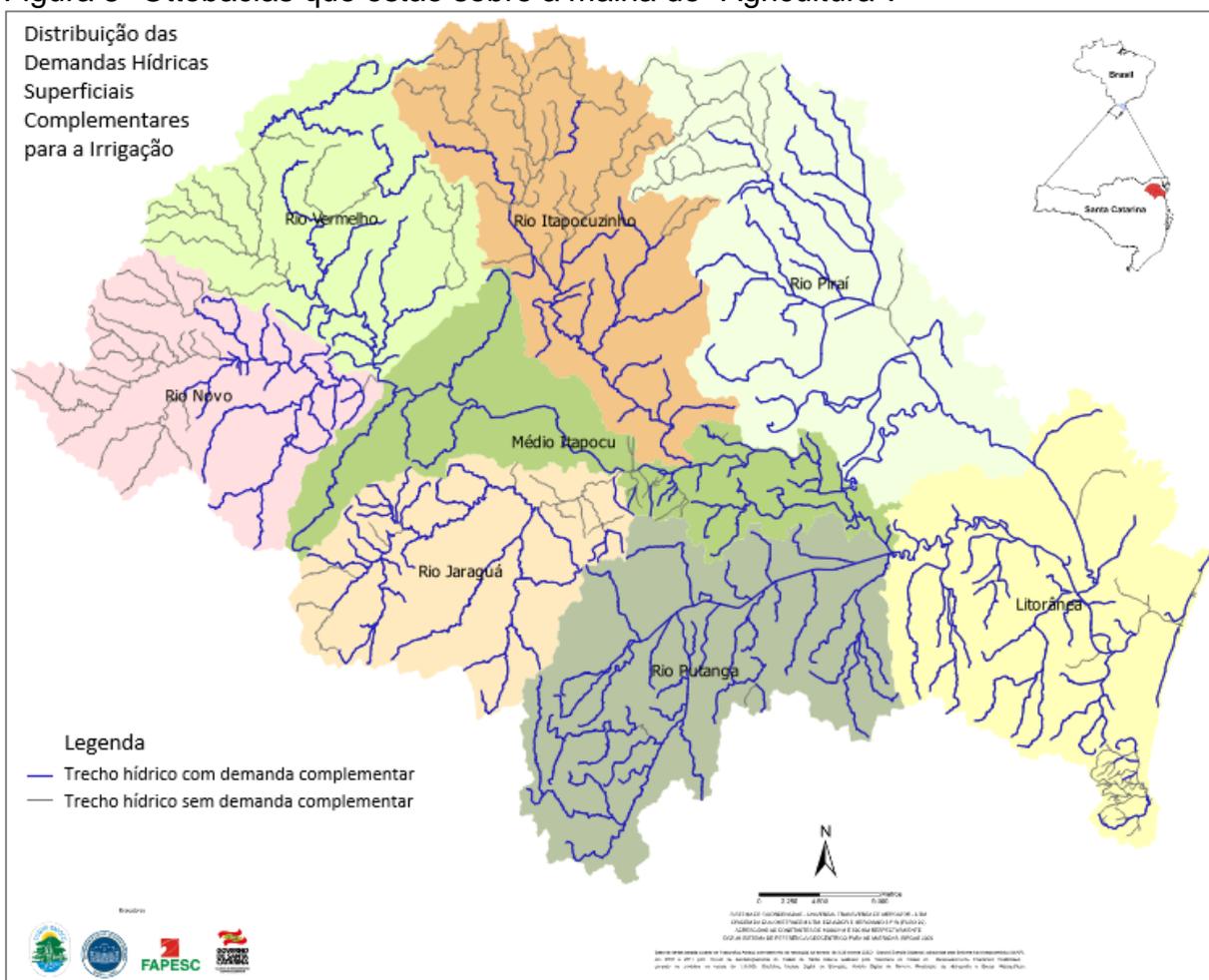
Figura 4- Ottobacias que estão sobre a malha de "Área urbanizada e/ou construída".



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

- Setor Irrigação: nas ottobacias que estão sobre a malha de "Agricultura" do cadastro georreferenciado de uso e ocupação do solo, usado pela Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS de Santa Catarina, conforme Figura 4 a seguir.

Figura 5- Ottobacias que estão sobre a malha de "Agricultura".



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

Na sequência são apresentados os cenários tendenciais e alternativos para a demanda hídrica de agricultura, criação animal, aquicultura, indústria, mineração e abastecimento público.

1.3.2 Agricultura

A elaboração do prognóstico dos cenários futuros relacionados ao setor agrícola foi feita com base nos dados secundários apresentados na Etapa C deste Plano de bacia.

Além disso, foram realizadas consultas às prefeituras e demais órgãos setoriais responsáveis por dados estatísticos da irrigação, com o intuito de analisar o comportamento da série histórica da produção anual, em toneladas, das culturas irrigadas na bacia e, assim, determinar as taxas de crescimento médio anual deste importante setor usuário de recursos hídricos.

Conforme apresentado anteriormente no Relatório da etapa C deste Plano, a irrigação de arroz é o maior usuário de recursos hídricos da bacia do Rio Itapocu. O aplainamento intenso do terreno da rizicultura favorece a sua impermeabilização, o que impede que outros cultivos sejam explorados durante a entressafra. E o solo exposto a maior parte do ano às intempéries facilita o transporte de material sedimentar para rios e córregos em períodos de chuva intensa. (EPAGRI, 2016).

A cultura permanente que merece destaque na bacia é a banana, principalmente em Corupá com a maior extensão de terra para o cultivo (5.384 ha), seguido por Jaraguá do Sul (1.900 ha), Massaranduba (1.850 ha), Joinville (1.000 ha), Barra Velha (945 ha) e, com menor participação, em Araquari, Blumenau, Guaramirim e São Bento do Sul. As culturas do palmito pupunha e do maracujá ocorrem na maioria dos municípios acima mencionados.

Complementam a diversidade de culturas a laranja, o mamão, o pêssego, a uva, a tangerina, a maçã e a erva mate nos municípios de maior altitude (São Bento do Sul e Campo Alegre).

1.3.2.1 Rizicultura

Praticamente todo o volume atribuído ao setor agrícola na bacia é utilizado para irrigação das lavouras de arroz. Além disso de acordo com dados secundários, somente os lançamentos de efluentes da rizicultura são significativos. As demais culturas são consideradas fontes difusas e, portanto, sem lançamento expressivo nos corpos hídricos da bacia.

Ao analisar os dados da rizicultura na bacia hidrográfica do Rio Itapocu é registrado que a área semeada com arroz irrigado atingiu seu ápice de exploração.

Portanto, para a construção dos cenários tendenciais moderado e pessimista da agricultura foi adotado crescimento nulo da rizicultura.

Assim sendo, para o cenário otimista da irrigação traçou-se uma taxa média de redução da demanda de água das lavouras de arroz com base em uma função linear que parte do cenário atual até contemplar a perspectiva de, em 2034, todas as riziculturas serem sequeiras, isto é, utilizarem 33% da água captada pelo método de inundação.

Adiante, no capítulo D5 – Cenário Alternativos deste relatório, são apresentadas as condicionantes técnicas necessárias à concretização deste cenário otimista da irrigação.

1.3.2.2 Demais Culturas Agrícolas

As estimativas de crescimento das culturas do setor agrícola, à exceção do arroz, foram determinadas de acordo com as taxas médias anuais de variação da produção nos municípios da bacia do rio Itapocu.

Às culturas de banana, pupunha e feijão foi atribuída uma tendência de crescimento alta. Todavia, esta projeção teve pouco impacto na demanda hídrica futura do setor porque tais culturas têm um consumo de água ínfimo se comparadas à rizicultura.

O mesmo efeito se aplica ao tomate, ainda ressaltado pelo fato desta cultura não apresentar um crescimento significativo na bacia.

Em relação às demais culturas agrícolas como alface, couve-flor e pepino, para as quais não foram encontradas informações históricas a respeito de áreas cultivadas ou produção anual, foi aplicado uma taxa de crescimento mínima adequada a cada um dos três cenários propostos para o Plano.

As taxas de crescimento da demanda hídrica para o setor agrícola são apresentadas nas Tabela 1 a Tabela 3 para os cenários otimista, moderado e pessimista, respectivamente, através de valores cumulativos relativos à demanda hídrica do cenário atual, isto é, de taxas a serem aplicadas diretamente sobre a demanda hídrica presente.

Tabela 1- Taxas de crescimento do setor agrícola para o cenário otimista.

Tipo	Cenário Otimista			
	2022	2026	2030	2034
Cultura				
Alface	2,00%	6,00%	9,00%	12,00%
Banana	14,00%	20,00%	36,00%	53,00%
Pimentão	2,00%	6,00%	9,00%	12,00%
Couve flor	2,00%	6,00%	9,00%	12,00%
Tomate	3,00%	6,00%	9,00%	12,00%
Pepino	2,00%	6,00%	9,00%	12,00%
Arroz	-16,50%	-33,00%	-49,50%	-66,00%
Pupunha	28,00%	55,00%	83,00%	104,00%
Feijão	14,00%	24,00%	34,00%	44,00%
Outro tipo	2,00%	6,00%	9,00%	12,00%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

Tabela 2- Taxas de crescimento do setor agrícola para o cenário moderado.

Tipo	Cenário Moderado			
	2022	2026	2030	2034
Cultura				
Alface	3,00%	7,00%	10,00%	13,00%
Banana	15,00%	21,00%	37,00%	54,00%
Pimentão	3,00%	7,00%	10,00%	13,00%
Couve flor	3,00%	7,00%	10,00%	13,00%
Tomate	4,00%	7,00%	10,00%	13,00%
Pepino	3,00%	7,00%	10,00%	13,00%
Arroz	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Pupunha	29,00%	56,00%	84,00%	105,00%
Feijão	15,00%	25,00%	35,00%	45,00%
Outro tipo	3,00%	7,00%	10,00%	13,00%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

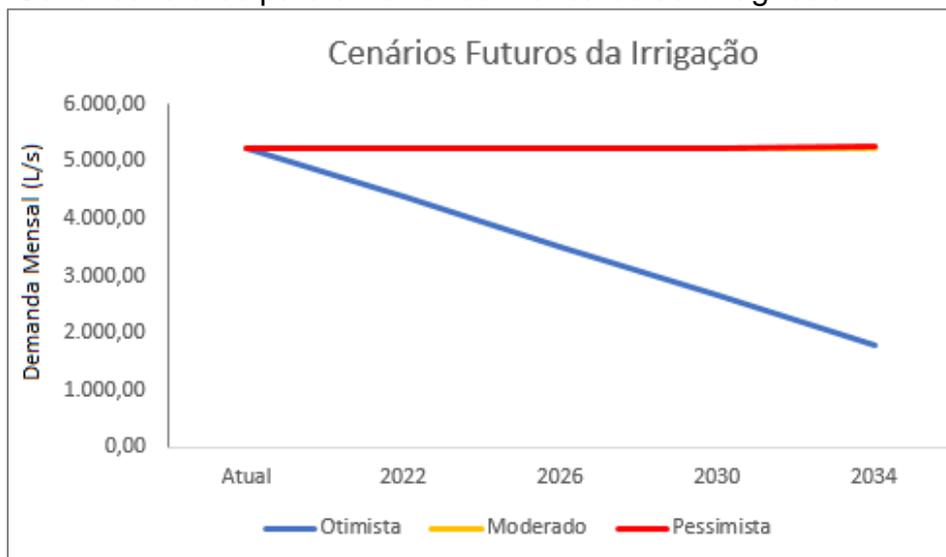
Tabela 3- Taxas de crescimento do setor agrícola para o cenário pessimista.

Tipo	Cenário Pessimista			
	2022	2026	2030	2034
Cultura				
Alface	9,00%	12,00%	15,00%	18,00%
Banana	20,00%	26,00%	42,00%	59,00%
Pimentão	8,00%	12,00%	15,00%	18,00%
Couve flor	8,00%	12,00%	15,00%	18,00%
Tomate	9,00%	12,00%	15,00%	18,00%
Pepino	8,00%	12,00%	15,00%	18,00%
Arroz	0,00%	0,00%	0,00%	0,00%
Pupunha	34,00%	61,00%	89,00%	110,00%
Feijão	20,00%	30,00%	40,00%	50,00%
Outro tipo	8,00%	12,00%	15,00%	18,00%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

A demanda hídrica futura anual do setor agrícola na bacia do Rio Itapocu está expressa pela Figura 6, para os cenários otimista, moderado e pessimista. Em virtude da semelhança do comportamento da rizicultura para os cenários otimista e moderado, sua demanda hídrica é praticamente equivalente em todos os horizontes do Plano.

Figura 6- Cenários futuros para a demanda hídrica do setor agrícola.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

1.3.3 Criação Animal

A elaboração do prognóstico dos cenários futuros relacionados ao setor de criação animal foi baseada nas séries históricas que indicam o número de indivíduos (IBGE, 2014 e CIDASC, 2015). As taxas de crescimento foram determinadas por meio da análise tendencial anual, com base nos anos de 1990-2015 do IBGE.

Conforme o levantamento efetuado na etapa C deste Plano, a criação animal de destaque é a de aves. As criações de outros animais apresentaram crescimento negativo de acordo com a análise tendencial, principalmente a de bovinos. Todavia, para fins de planejamento, nestes casos de redução de indivíduos, foi aplicado uma taxa de crescimento mínima adequada a cada um dos três cenários propostos para o Plano.

Para orientar a estimativa da demanda hídrica futura da criação animal foram estabelecidas taxas de crescimento condizentes com os arranjos de categorias animais encontrados nas propriedades rurais da bacia. Assim, foi possível determinar com maior acuidade o crescimento da demanda hídrica a partir dos dados do Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos de Santa Catarina (CEURH).

As taxas de crescimento da demanda hídrica para o setor de criação animal são apresentadas nas Tabela 4 a Tabela 6, para os cenários otimista, moderado e pessimista, respectivamente, através de valores cumulativos relativos à demanda hídrica do cenário atual, isto é, de taxas a serem aplicadas diretamente sobre a demanda hídrica presente.

Tabela 4- Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário otimista.

Tipo	Cenário Otimista			
	2022	2026	2030	2034
Categoria Animal				
Bovino de corte	1%	3%	5%	8%
Ave - galinha de postura	10%	26%	35%	46%
Ave - galinha de postura, Bovino de corte e Suínos	2%	4%	7%	9%
Bovino de corte e Bovino de leite	2%	7%	11%	14%
Suínos	1%	4%	6%	9%
Outra	3%	8%	12%	16%
Bovino de leite	1%	2%	5%	6%
Ave – outras	9%	17%	21%	20%
Ave - frango de corte	9%	18%	24%	28%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Tabela 5 -Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário moderado.

Tipo	Cenário Moderado			
Categoria Animal	2022	2026	2030	2034
Bovino de corte	2%	4%	6%	9%
Ave - galinha de postura	11%	27%	36%	47%
Ave - galinha de postura, Bovino de corte e Suínos	3%	5%	8%	10%
Bovino de corte e Bovino de leite	3%	8%	12%	15%
Suínos	2%	5%	7%	10%
Outra	4%	9%	13%	17%
Bovino de leite	2%	3%	6%	7%
Ave – outras	10%	18%	22%	21%
Ave - frango de corte	10%	19%	25%	29%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

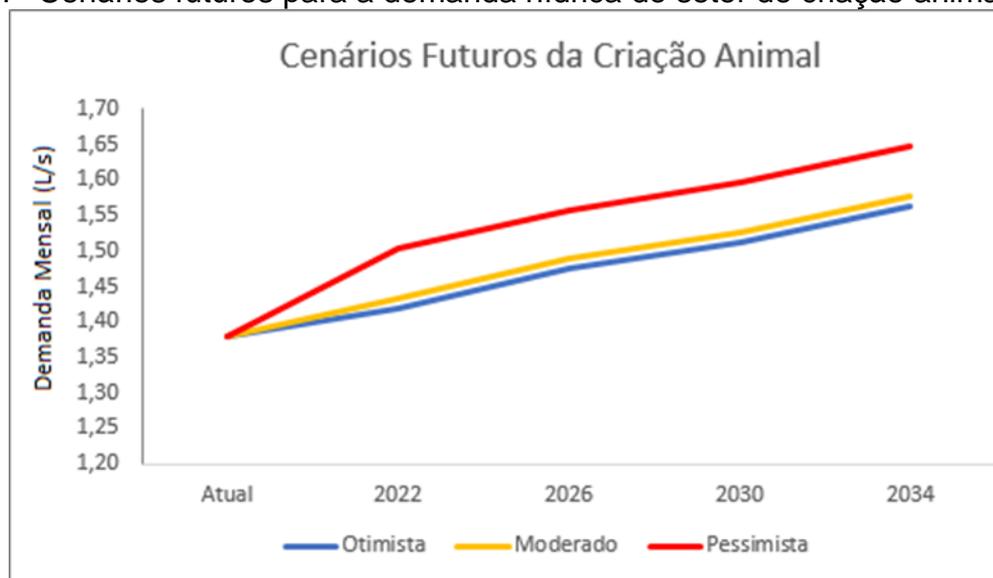
Tabela 6-Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário pessimista.

Tipo	Cenário Pessimista			
Categoria Animal	2022	2026	2030	2034
Bovino de corte	7%	9%	11%	14%
Ave - galinha de postura	16%	32%	41%	52%
Ave - galinha de postura, Bovino de corte e Suínos	8%	10%	13%	15%
Bovino de corte e Bovino de leite	8%	13%	17%	20%
Suínos	7%	10%	12%	15%
Outra	9%	14%	18%	22%
Bovino de leite	7%	8%	11%	12%
Ave – outras	15%	23%	27%	26%
Ave - frango de corte	15%	24%	30%	34%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

As taxas de crescimento aplicadas à demanda hídrica média anual da criação animal para o cenário atual resultam nos valores apresentados pelo Figura 7.

Figura 7- Cenários futuros para a demanda hídrica do setor de criação animal.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

1.3.4 Aquicultura

A elaboração do prognóstico dos cenários futuros relacionados à aquicultura foi realizada com base nas declarações do Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH) para a bacia hidrográfica do Rio Itapocu e, ainda, nos dados publicados da EPAGRI na base de dados do quadro de evolução da piscicultura de água doce catarinense (EPAGRI/CEDAP, 2016). Com base nestes dados foi possível calcular as taxas de crescimento anual médio da demanda hídrica da aquicultura nos municípios situados total ou parcialmente na bacia do Rio Itapocu.

O estudo das demandas hídricas da aquicultura declaradas no CEURH e as estimativas da produção aquícola dos municípios foi apresentado no item C.2 – Usos múltiplos deste Plano. A demanda hídrica média anual constatada para o cenário atual da aquicultura na bacia foi de, aproximadamente, 1.268,00 L/s.

As taxas de crescimento da demanda hídrica para a aquicultura são apresentadas na Tabela 7, para os cenários otimista, moderado e pessimista, através de valores que exprimem o crescimento anual, ou seja, taxas a serem aplicadas, ano a ano, a partir da demanda hídrica presente.

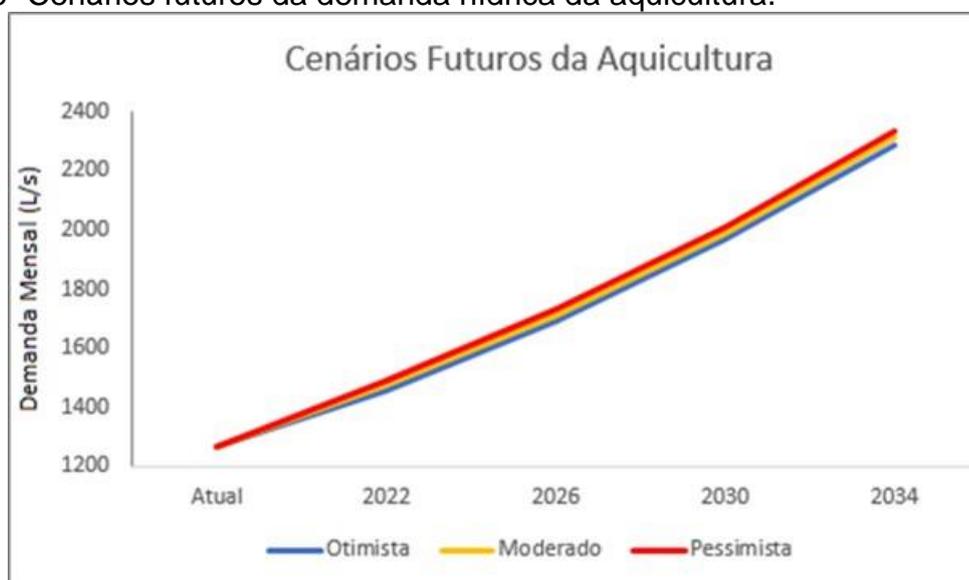
Tabela 7-Taxas de crescimento da aquicultura para os cenários tendenciais.

Cenário Tendencial	Crescimento Anual
Conservador (redução de 30% da média anual de crescimento)	2,68%
Real moderado	3,83%
Alto desenvolvimento (aumento de 30%)	4,97%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

As taxas de crescimento aplicadas à demanda hídrica média da aquicultura para o cenário atual resultam nos valores apresentados pelo Gráfico 3.

Figura 8- Cenários futuros da demanda hídrica da aquicultura.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

1.3.5 Indústria

A elaboração do prognóstico dos cenários tendenciais relativos ao setor industrial foi realizada com base no histórico econômico dos municípios da bacia, apresentado no capítulo B10.2 deste Plano. Este histórico foi constituído com base em estudos econômicos atuais e em consultas ao IBGE, na Comissão Nacional de Classificação dos setores da economia nacional, a partir da qual é possível pesquisar as atividades econômicas por código CNAE.

A estimativa para as demandas de água para o setor industrial depende das tipologias industriais, das tecnologias envolvidas, matérias primas utilizadas, produtos principais, capacidade de produção, dentre outros fatores.

De forma geral, o setor industrial utiliza tanto as águas subterrâneas, extraídas de poços (rasos e profundos), quanto as águas superficiais (rios/açudes, reservatórios, etc). Há também empresas que utilizam água disponibilizada pela rede de distribuição pública ou privada.

Em termos de águas superficiais, destacam-se os usos industriais relacionados à atividade produtiva e ao lançamento de efluentes para a diluição e transporte dos resíduos da produção.

Os cenários tendenciais para a demanda hídrica da indústria foram definidos tendo o PIB dos municípios como referência. O valor adicionado deste setor presente no Produto Interno Bruto Industrial Municipal (PIB Municipal - Indústria) determina a tendência de crescimento nos municípios da bacia. Associado a este indicador, utilizou-se o PIB total por unidade territorial e setorial (primário, secundário e terciário) de anos anteriores (2002 a 2014) para compor uma série histórica de 12 anos.

As taxas de crescimento da demanda hídrica para o setor industrial são apresentadas nas Tabela 8 a Tabela 10, para os cenários otimista, moderado e pessimista, respectivamente, através de valores cumulativos relativos à demanda hídrica do cenário atual, isto é, de taxas a serem aplicadas diretamente sobre a demanda hídrica presente.

Tabela 8 -Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário otimista.

Tipo	Cenário Otimista			
	2022	2026	2030	2034
Indústria, por CNAE				
10.11-2 - Abate de reses, exceto suínos	6,14%	12,10%	17,30%	21,84%
10.12-1 - Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	3,81%	7,98%	11,88%	15,29%
10.13-9 - Fabricação de produtos de carne	7,46%	14,29%	20,06%	25,14%
10.20-1 - Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	6,79%	13,20%	18,72%	23,53%
10.32-5 - Fabricação de conservas de legumes e outros vegetais	4,63%	9,57%	13,88%	17,78%
10.52-0 - Fabricação de laticínios	4,77%	9,79%	14,17%	18,12%
10.61-9 - Beneficiamento de arroz e fabricação de produtos do arroz	4,38%	9,03%	13,16%	16,89%
10.66-0 - Fabricação de alimentos para animais	6,10%	12,01%	17,12%	21,65%
10.93-7 - Fabricação de produtos derivados do cacau, de chocolates e confeitos	7,04%	13,61%	19,20%	24,12%
10.99-6 - Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente	5,70%	11,32%	16,21%	20,55%
11.13-5 - Fabricação de malte, cervejas e chopes	7,59%	14,52%	20,39%	25,51%
11.21-6 - Fabricação de águas envasadas	7,06%	13,64%	19,25%	24,17%
13.11-1 - Preparação e fiação de fibras de algodão	14,00%	24,84%	33,37%	40,56%
13.13-8 - Fiação de fibras artificiais e sintéticas	10,03%	18,56%	25,54%	31,55%
13.30-8 - Fabricação de tecidos de malha	10,88%	19,92%	27,26%	33,54%
13.40-5 - Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis	7,44%	14,25%	20,04%	25,10%
13.51-1 - Fabricação de artefatos têxteis para uso doméstico	9,81%	18,07%	24,95%	30,83%

Tipo	Cenário Otimista			
	2022	2026	2030	2034
Indústria, por CNAE				
13.59-6 - Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente	9,81%	18,07%	24,95%	30,83%
14.12-6 - Confeção de peças do vestuário, exceto roupas íntimas	9,81%	18,09%	24,97%	30,85%
14.13-4 - Confeção de roupas profissionais	9,81%	18,09%	24,97%	30,85%
14.22-3 - Fabricação de artigos do vestuário, produzidos em malharias e tricotagens, exceto meias	6,81%	13,20%	18,68%	23,49%
16.10-2 - Desdobramento de madeira	0,51%	2,15%	3,59%	5,05%
16.22-6 - Fabricação de estruturas de madeira e de artigos de carpintaria para construção	7,74%	14,82%	20,76%	25,97%
17.33-8 - Fabricação de chapas e de embalagens de papelão ondulado	6,78%	13,14%	18,60%	23,40%
20.62-2 - Fabricação de produtos de limpeza e polimento	6,63%	12,88%	18,26%	22,98%
20.71-1 - Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	7,17%	13,83%	19,50%	24,46%
22.19-6 - Fabricação de artefatos de borracha não especificados anteriormente	7,50%	14,36%	20,19%	25,27%
22.21-8 - Fabricação de laminados planos e tubulares de material plástico	6,29%	12,33%	17,54%	22,14%
22.22-6 - Fabricação de embalagens de material plástico	6,74%	14,35%	20,00%	25,36%
22.23-4 - Fabricação de tubos e acessórios de material plástico para uso na construção	-0,15%	-0,05%	0,28%	0,61%
22.29-3 - Fabricação de artefatos de material plástico não especificados anteriormente	6,57%	12,82%	18,18%	22,90%
23.11-7 - Fabricação de vidro plano e de segurança	7,05%	13,61%	19,21%	24,12%
23.20-6 - Fabricação de cimento	-0,64%	-0,27%	0,43%	0,78%

Tipo	Cenário Otimista			
	2022	2026	2030	2034
Indústria, por CNAE				
23.30-3 - Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	-0,13%	0,93%	2,47%	3,45%
23.42-7 - Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção	3,88%	8,15%	11,98%	15,45%
23.99-1 - Fabricação de produtos de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	7,03%	13,57%	19,16%	24,06%
24.51-2 - Fundição de ferro e aço	5,35%	10,74%	15,45%	19,64%
25.39-0 - Serviços de usinagem, solda, tratamento e revestimento em metais	4,04%	8,44%	12,37%	15,93%
25.99-3 - Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente	7,22%	13,93%	19,62%	24,61%
26.51-5 - Fabricação de aparelhos e equipamentos de medida, teste e controle	6,62%	12,91%	18,30%	23,04%
27.10-4 - Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos	4,08%	8,53%	12,48%	16,07%
27.31-7 - Fabricação de aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica	6,67%	12,96%	18,37%	23,12%
27.90-2 - Fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente	1,21%	2,61%	3,96%	5,25%
28.33-0 - Fabricação de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária, exceto para irrigação	6,50%	12,67%	17,98%	22,66%
28.54-2 - Fabricação de máquinas e equipamentos para terraplenagem, pavimentação e construção, exceto tratores	7,65%	14,63%	20,53%	25,67%
28.63-1 - Fabricação de máquinas e equipamentos para a indústria têxtil	0,84%	1,90%	2,90%	3,89%
28.69-1 - Fabricação de máquinas e equipamentos para uso industrial específico não especificados anteriormente	2,45%	5,59%	8,47%	11,14%



Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu

Relatório de Atividades: Produto 05 – Etapa D

Tipo	Cenário Otimista			
	2022	2026	2030	2034
Indústria, por CNAE				
29.10-7 - Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	7,66%	14,69%	20,61%	25,78%
31.01-2 - Fabricação de móveis com predominância de madeira	5,87%	11,62%	16,61%	21,03%
32.99-0 - Fabricação de produtos diversos não especificados anteriormente	7,07%	13,66%	19,27%	24,19%
33.14-7 - Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos da indústria mecânica	3,84%	8,11%	11,92%	15,38%
38.21-1 - Tratamento e disposição de resíduos não-perigosos	5,91%	11,76%	16,79%	21,26%
38.32-7 - Recuperação de materiais plásticos	7,31%	14,06%	19,79%	24,81%
38.39-4 - Recuperação de materiais não especificados anteriormente.	6,49%	12,66%	17,97%	22,65%
Média	6,22%	12,08%	17,10%	21,49%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Tabela 9 -Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário moderado.

Tipo	Cenário Moderado			
	2022	2026	2030	2034
Indústria, por CNAE				
10.11-2 - Abate de reses, exceto suínos	7,14%	13,10%	18,30%	22,84%
10.12-1 - Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	4,81%	8,98%	12,88%	16,29%
10.13-9 - Fabricação de produtos de carne	8,46%	15,29%	21,06%	26,14%
10.20-1 - Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	7,79%	14,20%	19,72%	24,53%
10.32-5 - Fabricação de conservas de legumes e outros vegetais	5,63%	10,57%	14,88%	18,78%
10.52-0 - Fabricação de laticínios	5,77%	10,79%	15,17%	19,12%
10.61-9 - Beneficiamento de arroz e fabricação de produtos do arroz	5,38%	10,03%	14,16%	17,89%
10.66-0 - Fabricação de alimentos para animais	7,10%	13,01%	18,12%	22,65%
10.93-7 - Fabricação de produtos derivados do cacau, de chocolates e confeitos	8,04%	14,61%	20,20%	25,12%
10.99-6 - Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente	6,70%	12,32%	17,21%	21,55%
11.13-5 - Fabricação de malte, cervejas e chopes	8,59%	15,52%	21,39%	26,51%
11.21-6 - Fabricação de águas envasadas	8,06%	14,64%	20,25%	25,17%
13.11-1 - Preparação e fiação de fibras de algodão	15,00%	25,84%	34,37%	41,56%
13.13-8 - Fiação de fibras artificiais e sintéticas	11,03%	19,56%	26,54%	32,55%
13.30-8 - Fabricação de tecidos de malha	11,88%	20,92%	28,26%	34,54%
13.40-5 - Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis	8,44%	15,25%	21,04%	26,10%
13.51-1 - Fabricação de artefatos têxteis para uso doméstico	10,81%	19,07%	25,95%	31,83%
13.59-6 - Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente	10,81%	19,07%	25,95%	31,83%
14.12-6 - Confecção de peças do vestuário, exceto roupas íntimas	10,81%	19,09%	25,97%	31,85%
14.13-4 - Confecção de roupas profissionais	10,81%	19,09%	25,97%	31,85%

Tipo	Cenário Moderado			
	2022	2026	2030	2034
Indústria, por CNAE				
14.22-3 - Fabricação de artigos do vestuário, produzidos em malharias e tricotagens, exceto meias	7,81%	14,20%	19,68%	24,49%
16.10-2 - Desdobramento de madeira	1,51%	3,15%	4,59%	6,05%
16.22-6 - Fabricação de estruturas de madeira e de artigos de carpintaria para construção	8,74%	15,82%	21,76%	26,97%
17.33-8 - Fabricação de chapas e de embalagens de papelão ondulado	7,78%	14,14%	19,60%	24,40%
20.62-2 - Fabricação de produtos de limpeza e polimento	7,63%	13,88%	19,26%	23,98%
20.71-1 - Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	8,17%	14,83%	20,50%	25,46%
22.19-6 - Fabricação de artefatos de borracha não especificados anteriormente	8,50%	15,36%	21,19%	26,27%
22.21-8 - Fabricação de laminados planos e tubulares de material plástico	7,29%	13,33%	18,54%	23,14%
22.22-6 - Fabricação de embalagens de material plástico	7,74%	15,35%	21,00%	26,36%
22.23-4 - Fabricação de tubos e acessórios de material plástico para uso na construção	0,85%	0,95%	1,28%	1,61%
22.29-3 - Fabricação de artefatos de material plástico não especificados anteriormente	7,57%	13,82%	19,18%	23,90%
23.11-7 - Fabricação de vidro plano e de segurança	8,05%	14,61%	20,21%	25,12%
23.20-6 - Fabricação de cimento	0,36%	0,73%	1,43%	1,78%
23.30-3 - Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	0,87%	1,93%	3,47%	4,45%
23.42-7 - Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção	4,88%	9,15%	12,98%	16,45%
23.99-1 - Fabricação de produtos de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	8,03%	14,57%	20,16%	25,06%
24.51-2 - Fundição de ferro e aço	6,35%	11,74%	16,45%	20,64%
25.39-0 - Serviços de usinagem, solda, tratamento e revestimento em metais	5,04%	9,44%	13,37%	16,93%

Tipo	Cenário Moderado			
	2022	2026	2030	2034
Indústria, por CNAE				
25.99-3 - Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente	8,22%	14,93%	20,62%	25,61%
26.51-5 - Fabricação de aparelhos e equipamentos de medida, teste e controle	7,62%	13,91%	19,30%	24,04%
27.10-4 - Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos	5,08%	9,53%	13,48%	17,07%
27.31-7 - Fabricação de aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica	7,67%	13,96%	19,37%	24,12%
27.90-2 - Fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente	2,21%	3,61%	4,96%	6,25%
28.33-0 - Fabricação de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária, exceto para irrigação	7,50%	13,67%	18,98%	23,66%
28.54-2 - Fabricação de máquinas e equipamentos para terraplenagem, pavimentação e construção, exceto tratores	8,65%	15,63%	21,53%	26,67%
28.63-1 - Fabricação de máquinas e equipamentos para a indústria têxtil	1,84%	2,90%	3,90%	4,89%
28.69-1 - Fabricação de máquinas e equipamentos para uso industrial específico não especificados anteriormente	3,45%	6,59%	9,47%	12,14%
29.10-7 - Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	8,66%	15,69%	21,61%	26,78%
31.01-2 - Fabricação de móveis com predominância de madeira	6,87%	12,62%	17,61%	22,03%
32.99-0 - Fabricação de produtos diversos não especificados anteriormente	8,07%	14,66%	20,27%	25,19%
33.14-7 - Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos da indústria mecânica	4,84%	9,11%	12,92%	16,38%
38.21-1 - Tratamento e disposição de resíduos não-perigosos	6,91%	12,76%	17,79%	22,26%
38.32-7 - Recuperação de materiais plásticos	8,31%	15,06%	20,79%	25,81%
38.39-4 - Recuperação de materiais não especificados anteriormente.	7,49%	13,66%	18,97%	23,65%
Média	7,22%	13,08%	18,10%	22,49%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Tabela 10 -Taxas de crescimento do setor de criação animal para o cenário pessimista.

Tipo	Cenário Pessimista			
	2022	2026	2030	2034
Indústria, por CNAE				
10.11-2 - Abate de reses, exceto suínos	10,14%	16,10%	21,30%	25,84%
10.12-1 - Abate de suínos, aves e outros pequenos animais	7,81%	11,98%	15,88%	19,29%
10.13-9 - Fabricação de produtos de carne	11,46%	18,29%	24,06%	29,14%
10.20-1 - Preservação do pescado e fabricação de produtos do pescado	10,79%	17,20%	22,72%	27,53%
10.32-5 - Fabricação de conservas de legumes e outros vegetais	8,63%	13,57%	17,88%	21,78%
10.52-0 - Fabricação de laticínios	8,77%	13,79%	18,17%	22,12%
10.61-9 - Beneficiamento de arroz e fabricação de produtos do arroz	8,38%	13,03%	17,16%	20,89%
10.66-0 - Fabricação de alimentos para animais	10,10%	16,01%	21,12%	25,65%
10.93-7 - Fabricação de produtos derivados do cacau, de chocolates e confeitos	11,04%	17,61%	23,20%	28,12%
10.99-6 - Fabricação de produtos alimentícios não especificados anteriormente	9,70%	15,32%	20,21%	24,55%
11.13-5 - Fabricação de malte, cervejas e chopes	11,59%	18,52%	24,39%	29,51%
11.21-6 - Fabricação de águas envasadas	11,06%	17,64%	23,25%	28,17%
13.11-1 - Preparação e fiação de fibras de algodão	18,00%	28,84%	37,37%	44,56%
13.13-8 - Fiação de fibras artificiais e sintéticas	14,03%	22,56%	29,54%	35,55%
13.30-8 - Fabricação de tecidos de malha	14,88%	23,92%	31,26%	37,54%
13.40-5 - Acabamentos em fios, tecidos e artefatos têxteis	11,44%	18,25%	24,04%	29,10%
13.51-1 - Fabricação de artefatos têxteis para uso doméstico	13,81%	22,07%	28,95%	34,83%
13.59-6 - Fabricação de outros produtos têxteis não especificados anteriormente	13,81%	22,07%	28,95%	34,83%
14.12-6 - Confecção de peças do vestuário, exceto roupas íntimas	13,81%	22,09%	28,97%	34,85%
14.13-4 - Confecção de roupas profissionais	13,81%	22,09%	28,97%	34,85%
14.22-3 - Fabricação de artigos do vestuário, produzidos em malharias e tricotagens, exceto meias	10,81%	17,20%	22,68%	27,49%
16.10-2 - Desdobramento de madeira	4,51%	6,15%	7,59%	9,05%
16.22-6 - Fabricação de estruturas de madeira e de artigos de carpintaria para construção	11,74%	18,82%	24,76%	29,97%
17.33-8 - Fabricação de chapas e de embalagens de papelão ondulado	10,78%	17,14%	22,60%	27,40%

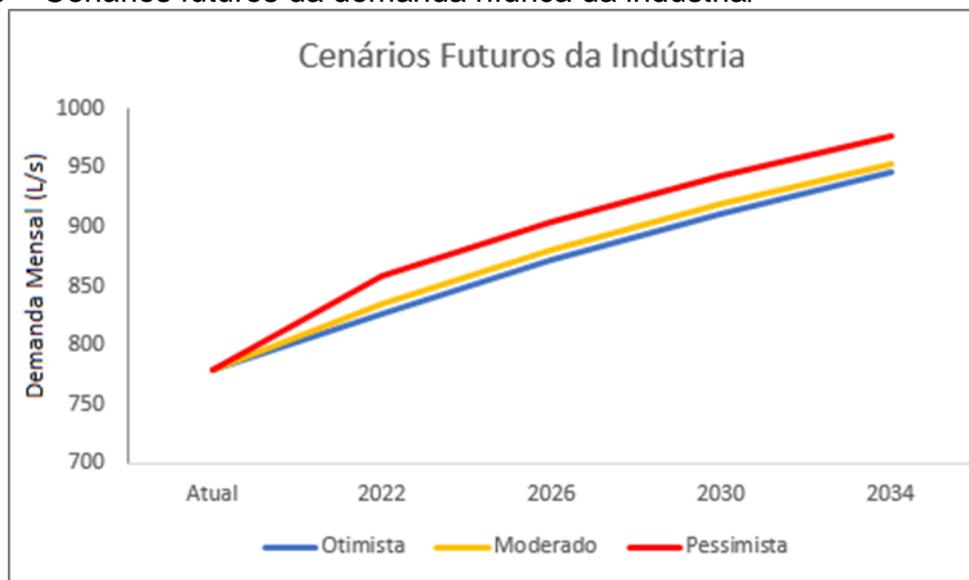
Tipo	Cenário Pessimista			
	2022	2026	2030	2034
Indústria, por CNAE				
20.62-2 - Fabricação de produtos de limpeza e polimento	10,63%	16,88%	22,26%	26,98%
20.71-1 - Fabricação de tintas, vernizes, esmaltes e lacas	11,17%	17,83%	23,50%	28,46%
22.19-6 - Fabricação de artefatos de borracha não especificados anteriormente	11,50%	18,36%	24,19%	29,27%
22.21-8 - Fabricação de laminados planos e tubulares de material plástico	10,29%	16,33%	21,54%	26,14%
22.22-6 - Fabricação de embalagens de material plástico	10,74%	18,35%	24,00%	29,36%
22.23-4 - Fabricação de tubos e acessórios de material plástico para uso na construção	3,85%	3,95%	4,28%	4,61%
22.29-3 - Fabricação de artefatos de material plástico não especificados anteriormente	10,57%	16,82%	22,18%	26,90%
23.11-7 - Fabricação de vidro plano e de segurança	11,05%	17,61%	23,21%	28,12%
23.20-6 - Fabricação de cimento	3,36%	3,73%	4,43%	4,78%
23.30-3 - Fabricação de artefatos de concreto, cimento, fibrocimento, gesso e materiais semelhantes	3,87%	4,93%	6,47%	7,45%
23.42-7 - Fabricação de produtos cerâmicos não-refratários para uso estrutural na construção	7,88%	12,15%	15,98%	19,45%
23.99-1 - Fabricação de produtos de minerais não-metálicos não especificados anteriormente	11,03%	17,57%	23,16%	28,06%
24.51-2 - Fundição de ferro e aço	9,35%	14,74%	19,45%	23,64%
25.39-0 - Serviços de usinagem, solda, tratamento e revestimento em metais	8,04%	12,44%	16,37%	19,93%
25.99-3 - Fabricação de produtos de metal não especificados anteriormente	11,22%	17,93%	23,62%	28,61%
26.51-5 - Fabricação de aparelhos e equipamentos de medida, teste e controle	10,62%	16,91%	22,30%	27,04%
27.10-4 - Fabricação de geradores, transformadores e motores elétricos	8,08%	12,53%	16,48%	20,07%
27.31-7 - Fabricação de aparelhos e equipamentos para distribuição e controle de energia elétrica	10,67%	16,96%	22,37%	27,12%
27.90-2 - Fabricação de equipamentos e aparelhos elétricos não especificados anteriormente	5,21%	6,61%	7,96%	9,25%
28.33-0 - Fabricação de máquinas e equipamentos para a agricultura e pecuária, exceto para irrigação	10,50%	16,67%	21,98%	26,66%
28.54-2 - Fabricação de máquinas e equipamentos para terraplenagem, pavimentação e construção, exceto tratores	11,65%	18,63%	24,53%	29,67%

Tipo	Cenário Pessimista			
	2022	2026	2030	2034
Indústria, por CNAE				
28.63-1 - Fabricação de máquinas e equipamentos para a indústria têxtil	4,84%	5,90%	6,90%	7,89%
28.69-1 - Fabricação de máquinas e equipamentos para uso industrial específico não especificados anteriormente	6,45%	9,59%	12,47%	15,14%
29.10-7 - Fabricação de automóveis, camionetas e utilitários	11,66%	18,69%	24,61%	29,78%
31.01-2 - Fabricação de móveis com predominância de madeira	9,87%	15,62%	20,61%	25,03%
32.99-0 - Fabricação de produtos diversos não especificados anteriormente	11,07%	17,66%	23,27%	28,19%
33.14-7 - Manutenção e reparação de máquinas e equipamentos da indústria mecânica	7,84%	12,11%	15,92%	19,38%
38.21-1 - Tratamento e disposição de resíduos não-perigosos	9,91%	15,76%	20,79%	25,26%
38.32-7 - Recuperação de materiais plásticos	11,31%	18,06%	23,79%	28,81%
38.39-4 - Recuperação de materiais não especificados anteriormente.	10,49%	16,66%	21,97%	26,65%
Média	10,22%	16,08%	21,10%	25,49%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

As taxas de crescimento industrial aplicadas à demanda hídrica média anual da indústria para o cenário atual resultam nos valores apresentados pela Figura 9.

Figura 9 – Cenários futuros da demanda hídrica da indústria.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

1.3.6 Mineração

Para o setor de mineração foram realizados levantamentos, com base na série histórica de pedidos de exploração mineral, composta pelo período de 2010 a 2016, de forma a verificar a taxa de possíveis demandas de extração mineral para os próximos ciclos. A Tabela 11 sintetiza as taxas consideradas.

Tabela 11 -Taxas Minerais Consideras.

Tipo Mineral	Frequência	% Ocupação	% Demanda existente
ARDÓSIA	7	0,26%	0,05%
AREIA	553	20,73%	5,48%
AREIA DE FUNDIÇÃO	70	2,62%	1,64%
AREIA INDUSTRIAL	2	0,07%	0,00%
AREIA P/ VIDRO	5	0,19%	0,01%
AREIA QUARTZOSA	35	1,31%	0,50%
ARENITO	9	0,34%	0,05%
ARGILA	381	14,28%	16,72%
ARGILA CAULINICA	2	0,07%	0,00%
ARGILA REFRACTARIA	133	4,99%	10,16%
ARGILA VERMELHA	1	0,04%	0,03%
ARGILITO	7	0,26%	0,79%
BASALTO	99	3,71%	0,78%
BASALTO P/ BRITA	1	0,04%	0,00%
BAUXITA	4	0,15%	0,00%
CALCÁRIO	37	1,39%	4,93%
CALCÁRIO CONCHIFERO	1	0,04%	0,00%
CARVÃO	117	4,39%	8,68%
CARVÃO MINERAL	26	0,97%	0,00%
CASCALHO	201	7,53%	3,98%
CASCALHO SILICOSO	1	0,04%	0,00%
CAULIM	66	2,47%	2,01%
CAULIM ARGILOSO	1	0,04%	0,00%

Prognóstico das Demandas Hídricas da Bacia

Tipo Mineral	Frequência	% Ocupação	% Demanda existente
COBRE	1	0,04%	0,00%
CONCHAS CALCÁRIAS	39	1,46%	2,99%
CONGLOMERADO	2	0,07%	0,00%
CORNDON	6	0,22%	0,00%
CROMITA	8	0,30%	0,84%
DACITO	1	0,04%	0,00%
DIABÁSIO	19	0,71%	0,87%
DIABÁSIO P/ BRITA	2	0,07%	0,04%
DIAMANTE	6	0,22%	1,51%
DIORITO	11	0,41%	0,29%
DOLOMITO	1	0,04%	0,00%
ESTANHO	1	0,04%	0,76%
FELDSPATO	26	0,97%	0,46%
FERRO	10	0,37%	0,23%
FLUORITA	34	1,27%	1,15%
FOLHELHO	6	0,22%	0,50%
FOLHELHO ARDOSIANO	1	0,04%	0,74%
FOLHELHO ARGILOSO	3	0,11%	0,00%
FONLITO	13	0,49%	0,00%
FOSFATO	6	0,22%	0,00%
GABRO	1	0,04%	0,04%
GNAISSE	37	1,39%	0,92%
GNAISSE P/ BRITA	1	0,04%	0,00%
GRANITO	49	1,84%	1,18%

Prognóstico das Demandas Hídricas da Bacia



Tipo Mineral	Frequência	% Ocupação	% Demanda existente
GRANITO GNÁISSICO	1	0,04%	0,00%
GRANITO ORNAMENTAL	5	0,19%	0,00%
GRANITO P/ BRITA	1	0,04%	0,00%
GRANULITO	7	0,26%	0,05%
ÁGUA MINERAL	153	5,73%	3,13%
ÁGUA MINERAL RAD. FON	2	0,07%	0,03%
ÁGUAS TERMAIS	1	0,04%	0,00%
ILMENITA	1	0,04%	0,00%
MINÉRIO DE COBRE	30	1,12%	15,60%
MINÉRIO DE ESTANHO	2	0,07%	0,00%
MINÉRIO DE FERRO	8	0,30%	0,00%
MINÉRIO DE NÍQUEL	5	0,19%	1,51%
MINÉRIO DE OURO	14	0,52%	0,00%
MINÉRIO DE TUNGSTÊNIO	4	0,15%	0,00%
MOLIBDÊNIO	1	0,04%	0,34%
MÁRMORE	3	0,11%	0,12%
OURO	13	0,49%	1,67%
QUARTZITO	1	0,04%	0,00%
QUARTZO	34	1,27%	1,72%
QUARTZO INDUSTRIAL	7	0,26%	0,11%
RILITO	13	0,49%	0,13%
SAIBRO	205	7,68%	2,59%
SEIXOS	36	1,35%	1,01%
SEIXOS ROLADOS	14	0,52%	1,15%

Prognóstico das Demandas Hídricas da Bacia



Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu

Relatório de Atividades: Produto 05 – Etapa D

Tipo Mineral	Frequência	% Ocupação	% Demanda existente
SIENITO	2	0,07%	0,00%
SILTITO	20	0,75%	0,19%
SLEX	2	0,07%	0,06%
TUNGSTÊNIO	1	0,04%	0,00%
TURFA	38	1,42%	2,25%
XISTO	1	0,04%	0,00%
Total Geral	2668	100,00%	100,00%

Fonte: Adaptado de DNPM, 2017.

Observa-se, a partir do modelo proposto que, o cenário de projeção para o uso de águas para extração mineral, já se esta no limiar de utilização, ou seja, o cenário atual já se encontra como sendo o cenário máximo de uso das águas para extração mineral.

No presente, a vazão utilizada para extração/uso mineral é da ordem de 2.846 L/s, representando 31,62% da vazão máxima da Bacia, destacando-se o uso para extração de Saibro e Areia, minerais estes com grande concentração na região.

A Tabela 12 apresenta o uso de água para as diferentes extrações minerais que está sendo adotado para todos os horizontes e cenários tendenciais do Plano.

Tabela 12- Uso de água para a extrações Minerais

Tipo de Mineral	Área km ²	Vazão (L/s)	Freq. Relativa (%)
CONSTRUÇÃO CIVIL			
SAIBRO	11,315	425,602	14,95%
CASCALHO	0,500	123,855	4,35%
GNAISSE	0,500	0,677	0,02%
ENGARRAFAMENTO			
ÁGUA MINERAL	0,142	5,973	0,21%
INDUSTRIAL			
AREIA DE FUNDIÇÃO	8,710	421,889	14,82%
ARGILA	1,042	8,386	0,29%
CAULIM	1,924	3,695	0,13%
USO NÃO INFORMADO			
AREIA DE FUNDIÇÃO	19,435	879,319	30,89%
CASCALHO	0,500	444,693	15,62%
OURO	5,375	343,775	12,08%
SAIBRO	0,720	91,941	3,23%
CAULIM	14,824	50,130	1,76%
ARGILA	13,448	30,198	1,06%
GNAISSE	1,197	11,688	0,41%
AREIA INDUSTRIAL	0,235	4,397	0,15%
Total Geral	79,87	2.846,218	100,00%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Destaca-se que, mesmo utilizando um grande volume de água, a extração mineral de areia possui fluxo fechado quanto ao consumo de água, pois sua extração é realizada por barcaças diretamente no leito dos principais rios da região.

1.3.7 Abastecimento de Água

A elaboração do prognóstico dos cenários tendenciais relativos ao abastecimento público foi realizada com base nas projeções de população constantes nos planos de saneamento municipais. Para cada município foi utilizado o consumo per capita fornecido pelas concessionárias ou operadoras. A este valor associou-se a porcentagem de perdas de cada sistema para se obter o cenário hídrico atual.

No relatório da etapa C deste Plano foram apresentados os dados populacionais com base no IBGE e os crescimentos da população conforme o comportamento de cada município. A população urbana mostrou-se com taxa de crescimento positivo e a população rural, em sua maioria, com taxas decrescentes.

As taxas de crescimento populacional, por município, são apresentadas nas Tabela 13, através de valores cumulativos relativos à população atual, isto é, de taxas a serem aplicadas diretamente sobre o total da população do município no presente.

Tabela 13- Taxas de crescimento populacional para os municípios da BHRI

Município	Taxa de projeção da população urbana					Taxa de projeção da população rural				
	2018	2022	2026	2030	2034	2018	2022	2026	2030	2034
Araquari	1,450%	0,0853	0,1795	0,2767	0,3752	-0,0064	-0,0146	-0,0342	-0,0699	-0,1186
Balneário Barra do Sul	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Barra Velha	0,0237	0,0952	0,1912	0,2881	0,3857	-0,0037	-0,0274	-0,0750	-0,1427	-0,2309
Blumenau	0,0173	0,0683	0,1370	0,2063	0,2761	-0,0296	-0,1090	-0,2007	-0,2787	-0,3454
Campo Alegre	0,0019	0,0078	0,0156	0,0235	0,0314	-0,0010	-0,0039	-0,0079	-0,0120	-0,0161
Corupá	0,0115	0,0467	0,0955	0,1466	0,2007	0,0065	0,0261	0,0525	0,0792	0,1062
Guaramirim	0,0230	0,0898	0,1795	0,2692	0,3590	0,0058	0,0232	0,0463	0,0695	0,0926
Jaraguá do Sul	0,0194	0,0713	0,1311	0,1782	0,2014	0,0194	0,0649	0,1393	0,1887	0,2122
Joinville	0,0142	0,0582	0,1198	0,1850	0,2539	-0,0187	-0,0835	-0,1796	-0,2894	-0,4142
Massaranduba	0,0178	0,0729	0,1512	0,2351	0,3252	0,0178	0,0731	0,1512	0,2352	0,3253
São Bento do Sul	0,0135	0,0550	0,1129	0,1741	0,2386	0,0134	0,0549	0,1130	0,1740	0,2385
São João do Itaperiú	0,0272	0,1208	0,2665	0,4378	0,6348	0,0246	0,1095	0,2410	0,3945	0,5692
Schroeder	0,0170	0,0625	0,1180	0,1668	0,2093	0,0056	0,0146	0,0175	0,0098	-0,0072

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Para a elaboração dos cenários otimista e moderado, além do crescimento populacional, foram consideradas também as perdas de água do sistema de abastecimento público da bacia do Rio Itapocu, conforme consta na Tabela 14 e Tabela 15 , respectivamente.

Tabela 14 - Perdas do sistema de abastecimento público para o cenário otimista.

Município	Perdas em 2018		Perdas em 2022		Perdas em 2026		Perdas em 2030		Perdas em 2034	
	L/hab. Dia	%	L/hab. Dia	%	L/hab. Dia	%	L/hab. Dia	%	L/hab. Dia	%
Araquari	183,52	36,75	179,85	35,0	176,18	33,0	174,34	31,0	174,34	30,0
Balneário Barra do Sul	-	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
Barra Velha	210,83	31,24	211,75	31,0	208,99	31,5	208,99	30,0	208,99	30,0
Blumenau	209,74	27,49	207,90	27,0	206,07	26,0	206,07	25,0	206,07	25,0
Campo Alegre	105,18	9,36	105,18	9,4	105,18	9,4	105,18	9,4	105,18	9,4
Corupá	211,14	48,00	207,47	35,0	203,80	33,0	201,96	31,0	201,96	30,0
Guaramirim	293,13	59,44	289,46	35,0	285,79	33,0	283,95	31,0	283,95	30,0
Jaraguá do Sul	245,43	40,62	241,76	35,0	238,09	33,0	236,25	31,0	236,25	30,0
Joinville	322,78	49,21	319,11	35,0	315,44	33,0	313,60	31,0	313,60	30,0
Massaranduba	213,99	50,12	210,32	35,0	206,65	33,0	204,81	31,0	204,81	30,0
São Bento do Sul	215,63	41,81	211,96	35,0	208,29	33,0	206,45	31,0	206,45	30,0
São João do Itaperiú	108,65	16,28	108,65	16,3	108,65	16,3	108,65	16,3	108,65	16,3
Schroeder	270,81	59,11	267,14	35,0	263,47	33,0	261,63	31,0	261,63	30,0

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Tabela 15- Perdas do sistema de abastecimento público para o cenário moderado

Município	Perdas em 2018		Perdas em 2022		Perdas em 2026		Perdas em 2030		Perdas em 2034	
	L/hab. Dia	%	L/hab. Dia	%	L/hab. Dia	%	L/hab. Dia	%	L/hab. Dia	%
Araquari	183,52	36,75	59,64	32,50	55,06	30,0	50,47	27,5	45,88	25,0
Balneário Barra do Sul	-	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-	0,00	-
Barra Velha	210,83	31,24	63,25	30,00	59,03	28,0	54,82	26,0	52,71	25,0
Blumenau	209,74	27,49	56,63	27,00	54,53	26,0	52,44	25,0	52,44	25,0
Campo Alegre	105,18	9,36	9,84	9,36	9,84	9,4	9,84	9,4	9,84	9,4
Corupá	211,14	48,00	73,90	35,00	63,34	30,0	58,06	27,5	52,79	25,0
Guaramirim	293,13	59,44	102,60	35,00	87,94	30,0	80,61	27,5	73,28	25,0
Jaraguá do Sul	245,43	40,62	85,90	35,00	73,63	30,0	67,49	27,5	61,36	25,0
Joinville	322,78	49,21	112,97	35,00	96,83	30,0	88,76	27,5	80,70	25,0
Massaranduba	213,99	50,12	74,90	35,00	64,20	30,0	58,85	27,5	53,50	25,0
São Bento do Sul	215,63	41,81	75,47	35,00	64,69	30,0	59,30	27,5	53,91	25,0
São João do Itaperiú	108,65	16,28	17,69	16,28	17,69	16,3	17,69	16,3	17,69	16,3
Schroeder	270,81	59,11	94,78	35,00	81,24	30,0	74,47	27,5	67,70	25,0

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

As taxas de crescimento da demanda hídrica para o abastecimento público são apresentadas na Tabela 16 a Tabela 18, para os cenários otimista, moderado e pessimista, respectivamente, através de valores cumulativos relativos à demanda hídrica do cenário atual, isto é, de taxas a serem aplicadas diretamente sobre a demanda hídrica presente.

Tabela 16-Taxas de crescimento do abastecimento público para o cenário otimista.

Município	Consumo per capita	Cenário Otimista			
	L/hab. dia	2022	2026	2030	2034
Araquari	183,52	-11,6%	-18,4%	-25,2%	-32,0%
Balneário Barra do Sul	-	-	-	-	-
Barra Velha	210,83	-4,0%	-10,4%	-16,8%	-20,0%
Blumenau	209,74	-1,8%	-5,4%	-9,1%	-9,1%
Campo Alegre	105,18	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Corupá	211,14	-27,1%	-37,5%	-42,7%	-47,9%
Guaramirim	293,13	-41,1%	-49,5%	-53,7%	-57,9%
Jaraguá do Sul	245,43	-13,8%	-26,1%	-32,3%	-38,5%
Joinville	322,78	-28,9%	-39,0%	-44,1%	-49,2%
Massaranduba	213,99	-30,2%	-40,1%	-45,1%	-50,1%
São Bento do Sul	215,63	-16,3%	-28,2%	-34,2%	-40,2%
São João do Itaperiú	108,65	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%
Schroeder	270,81	-40,8%	-49,2%	-53,5%	-57,7%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Tabela 17- Taxas de crescimento do abastecimento público para o cenário moderado.

Município	Consumo per capita	Cenário Moderado				
	L/hab. dia	2018	2022	2026	2030	2034
Araquari	183,52	0,0%	-0,3%	4,5%	11,2%	28,2%
Balneário Barra do Sul	-	-	-	-	-	-
Barra Velha	210,83	0,0%	9,3%	18,8%	27,2%	36,9%
Blumenau	209,74	0,0%	6,3%	12,0%	17,6%	24,4%
Campo Alegre	105,18	0,0%	0,8%	1,6%	2,4%	3,1%
Corupá	211,14	0,0%	-8,9%	-6,9%	-4,8%	-1,5%
Guaramirim	293,13	0,0%	-17,7%	-13,2%	-9,2%	-4,1%
Jaraguá do Sul	245,43	0,0%	1,1%	4,5%	6,5%	7,4%
Joinville	322,78	0,0%	-9,2%	-6,2%	-3,1%	1,3%
Massaranduba	213,99	0,0%	-8,9%	-4,6%	-0,1%	5,9%
São Bento do Sul	215,63	0,0%	-1,7%	1,5%	4,7%	9,2%
São João do Itaperiú	108,65	0,0%	12,1%	16,7%	43,8%	63,5%
Schroeder	270,81	0,0%	-19,4%	-17,4%	-16,1%	-14,3%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

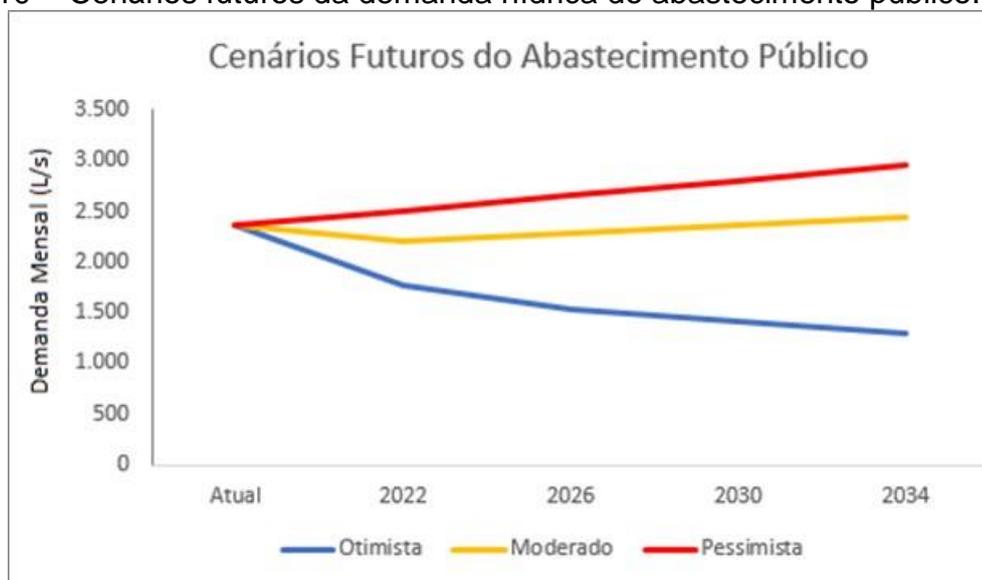
Tabela 18- Taxas de crescimento do abastecimento público para o cenário pessimista.

Município	Consumo per capita	Cenário Pessimista				
	L/hab. dia	2018	2022	2026	2030	2034
Araquari	183,52	0,0%	8,5%	18,0%	27,7%	37,5%
Balneário Barra do Sul	-	-	-	-	-	-
Barra Velha	210,83	0,0%	9,5%	19,1%	28,8%	38,6%
Blumenau	209,74	0,0%	6,8%	13,7%	20,6%	27,6%
Campo Alegre	105,18	0,0%	0,8%	1,6%	2,4%	3,1%
Corupá	211,14	0,0%	4,7%	9,6%	14,7%	20,1%
Guaramirim	293,13	0,0%	9,0%	18,0%	26,9%	35,9%
Jaraguá do Sul	245,43	0,0%	7,1%	13,1%	17,8%	20,1%
Joinville	322,78	0,0%	5,8%	12,0%	18,5%	25,4%
Massaranduba	213,99	0,0%	7,3%	15,1%	23,5%	32,5%
São Bento do Sul	215,63	0,0%	5,5%	11,3%	17,4%	23,8%
São João do Itaperiú	108,65	0,0%	12,1%	26,7%	43,8%	63,5%
Schroeder	270,81	0,0%	6,3%	11,8%	16,7%	20,9%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

As taxas de crescimento aplicadas à demanda hídrica média anual do abastecimento público para o cenário atual resultam nos valores apresentados pela Figura 10.

Figura 10 - Cenários futuros da demanda hídrica do abastecimento público.

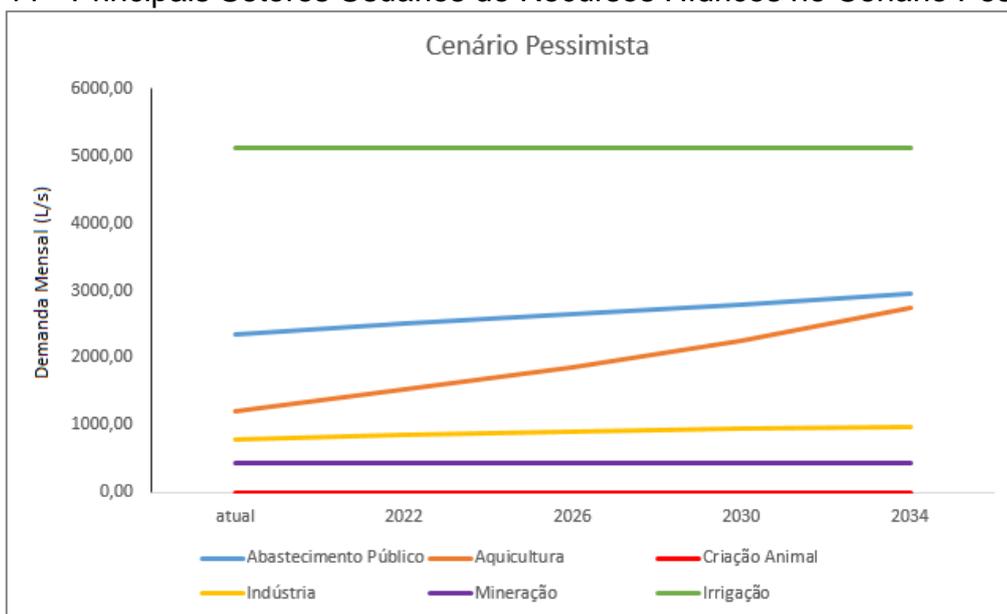


Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

1.3.8 Panorama dos Cenários de Prognóstico de Demandas Hídricas

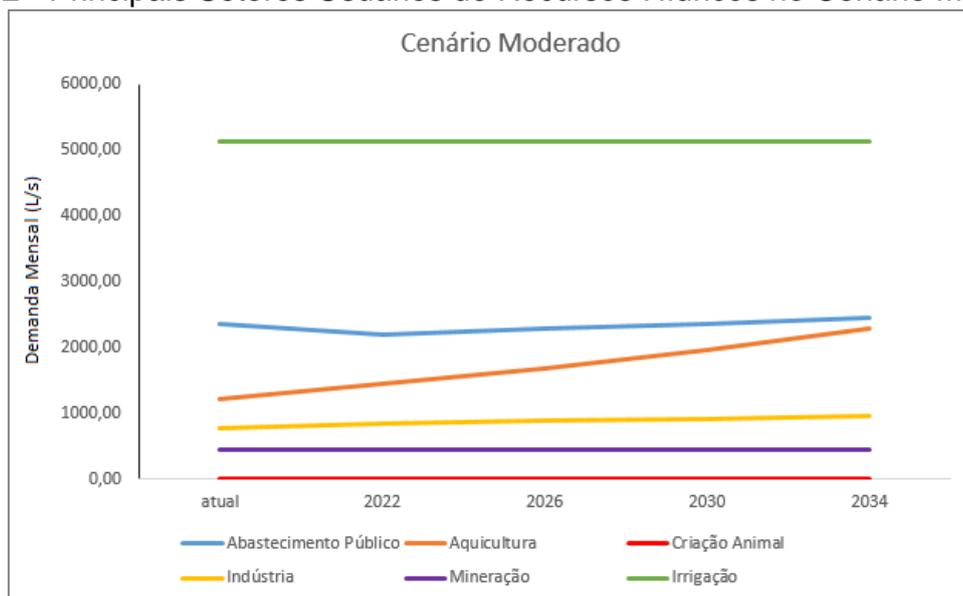
As Figura 11 a Figura 13, apresentam um panorama geral da evolução das demandas hídricas superficiais na bacia do Rio Itapocu no curto (2022), médio (2026), médio-longo (2030) e longo (2034) prazos para os cenários pessimista, moderado e otimista, respectivamente, em conformidade com as projeções de crescimento adotadas em cada caso.

Figura 11 - Principais Setores Usuários de Recursos Hídricos no Cenário Pessimista.



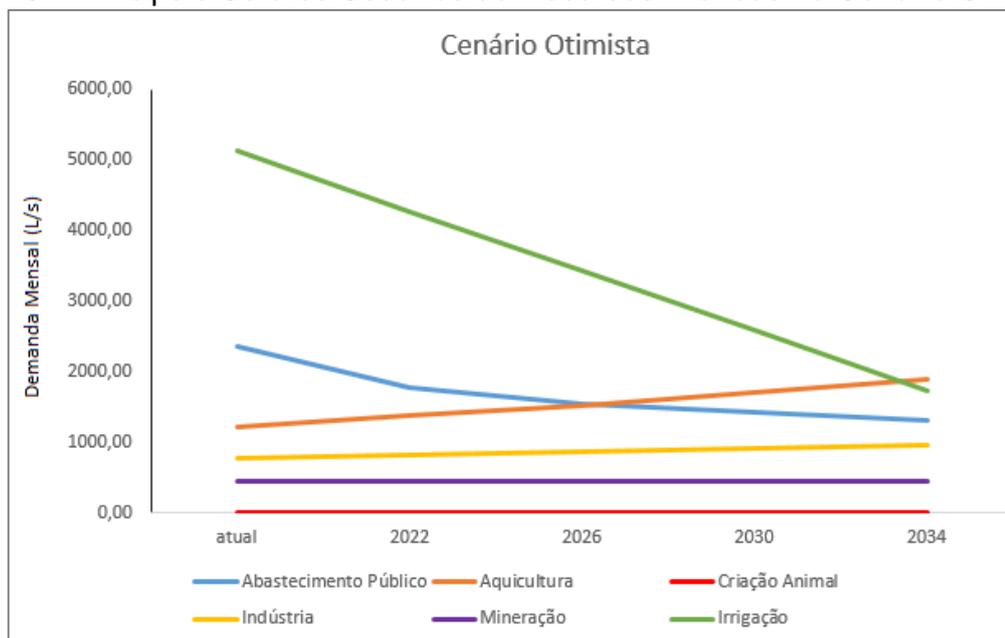
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 12 - Principais Setores Usuários de Recursos Hídricos no Cenário Moderado



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 13 - Principais Setores Usuários de Recursos Hídricos no Cenário Otimista



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Com base nos gráficos apresentados, observa-se que o cenário tendencial pessimista caracteriza o aumento contínuo da demanda hídrica para todos os setores econômicos, por denotar um horizonte futuro sem qualquer intervenção humana que vise o uso racional e controlado dos recursos hídricos.

Por outro lado, no cenário otimista, encontra-se a diminuição mais evidente no volume de demandas hídricas em virtude da redução significativa da água destinada à rizicultura. Neste cenário ainda se contempla o melhor aproveitamento dos recursos hídricos destinados ao abastecimento público, mesmo consideradas as taxas de crescimento da população ao longo dos anos.

Do ponto de vista quantitativo, o cenário otimista aproxima-se do ideal. Todavia, é importante conhecer a dinâmica da bacia hidrográfica mediante a realização do cenário moderado, porque este aponta a efetividade dos investimentos no setor de saneamento público, em voga na atualidade, em detrimento da ausência de controle do uso de recursos hídricos nas áreas rurais, que por sua vez, têm alto impacto na disponibilidade hídrica da bacia.

CAPÍTULO 2- CONFRONTO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS

Este capítulo trata dos confrontos e disponibilidade de demanda hídrica para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu calculados pelo SADPLAN.

Esses calculos permitirão a identificação dos conflitos entre oferta e demanda hídrica, a análise e a justificativa de intervenções a serem projetadas em cenários alternativos, visando à otimização da disponibilidade qualitativa e quantitativa.

Vale salientar que os dados utilizados são oriundos dos levantamentos realizados na Etapa C deste Plano.

2.1 OBJETIVOS

2.1.1 Gerais

Efetuar o balanço entre a disponibilidade e a demanda hídrica atual e analisar suas tendências de evolução.

2.1.2 Específicos

- Analisar os confrontos das disponibilidade e demandas hídricas;
- Identificar os conflitos entre a oferta e a demanda;
- Analisar suas intervenções;
- Elaborar os arranjos de simulação;
- Projetar os cenários alternativos;
- Calcular a demanda hídrica futura; e
- Confrontar a demanda Hídrica e as Vazões de Rerefência (Q98% e Q90%).

2.2 METODOLOGIA

O confronto das disponibilidades e demandas hídricas na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, e bacias contíguas, foi identificado por meio de balanços hídricos calculados pelo SADPLAN, para a hidrografia composta por 702 ottobacias, dividas em 8 Unidades de Planejamento. As ottobacias são as unidades hidrológicas

de balanço entre disponibilidade hídrica e demanda hídrica implementadas no SADPLAN.

Para a análise do confronto das disponibilidades e demandas hídricas estão sendo utilizados os índices IACT e IACU, fornecidos pelo SADPLAN. De acordo com o manual do sistema, o Índice de Atendimento de Captação Total (IACT) refere-se à fração de atendimento do conjunto de todas as demandas superficiais significativas de captação existentes em cada trecho de rio. É definido como a razão entre a soma das captações atendidas (QAT) e a soma das captações solicitadas (QCAP). Já o Índice de atendimento de captação por prioridade (IACU) refere-se à fração de atendimento das demandas de captação de usuários de determinada prioridade. É definido como a razão entre a soma das captações atendidas para os usuários da prioridade em questão (QAT_n) e a soma das captações solicitadas por estes mesmos usuários (QCAP_n). Portanto, tanto o IACT quanto o IACU fornecem valores que variam entre 0 e 1. Tais valores correspondem a situações que expressam desde o atendimento nulo (zero) até o atendimento pleno (um) às demandas por água em um trecho hídrico.

Para compreender o cenário atual do atendimento às demandas hídricas superficiais na bacia foram preparados três arranjos de simulações, com a modalidade de balanço hídrico denominada DGA (Diferentes Garantias de Atendimento). Nesta modalidade, o sistema calcula quanto da vazão de captação declarada pelos usuários de recursos hídricos pode ser atendida pela vazão disponível em cada ottobacia. A vazão disponível depende da garantia hídrica estipulada para o setor usuário. A garantia hídrica pode variar de um setor para outro. E, para cada setor usuário pode-se definir uma garantia hídrica mínima (Manual do SADPLAN).

Os arranjos iniciais de simulações preparados para este Plano são caracterizados como:

- Simulação 1: Balanço hídrico DGA com um único nível de prioridade de usuários de recursos hídricos. As demandas hídricas são integralmente obtidas do Sistema de Cadastro de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH);
- Simulação 2: Balanço hídrico DGA com três níveis de prioridade de usuários de recursos hídricos. Foram informadas no SADPLAN taxas de retorno

médias para complementar as declarações de uso sem vazões de lançamento informadas no CEURH;

- Simulação 3: Balanço hídrico DGA com três níveis de prioridade de usuários de recursos hídricos. Foram informadas no SADPLAN taxas de retorno médias para complementar as declarações de uso sem vazões de lançamento informadas no CEURH. Foram consideradas ainda as captações complementares ao CERH de acordo com dados do diagnóstico da Etapa C. Maiores informações sobre as captações complementares podem ser obtidas no capítulo D.1 Cenário Atual deste relatório.

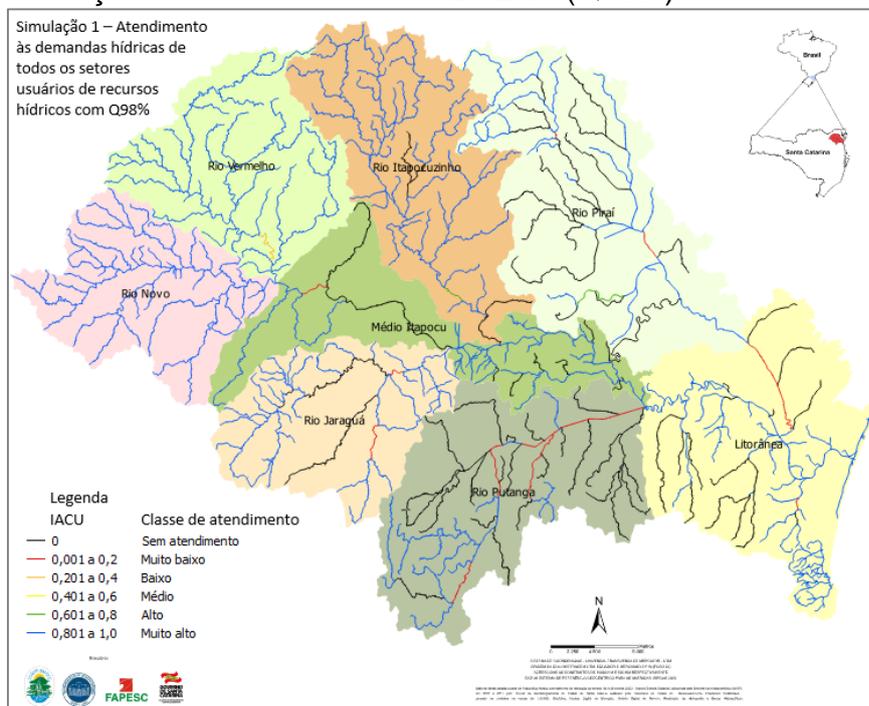
Para as simulações 2 e 3 foram adotados os seguintes níveis de prioridade de usuários de recursos hídricos:

- Prioridade 1: Abastecimento público;
- Prioridade 2: Criação animal e aquicultura; e,
- Prioridade 3: Demais usos.

2.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

Os resultados da Simulação 1 indicaram o ponto ótimo de atendimento global, bem como, as Ottobacias de maior criticidade. A Simulação 1 apresenta um cenário válido para o confronto entre as demandas hídricas exclusivamente oriundas do CERH e a vazão de referência Q98%, conforme atesta a Figura 14.

Figura 14- Simulação 1 – Cenário atual SADPLAN (Q98%).



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

As Unidades de Planejamento com índices de não atendimento são: Rio Jaraguá, Rio Putanga, Rio Piraí, Médio Itapocu e Litorânea. No entanto, os resultados da Simulação 1, são resultados iniciais e serviram para parametrizar o SADPLAN para a Simulação 2.

O modelo da Simulação 2 foi parametrizado com a correção das taxas de retorno, em virtude da falta de informações sobre lançamentos de efluentes no CEURH. Esta correção gerou um cenário melhorado para o atendimento das demandas. Além disso, a Simulação 2 ainda foi planejada para as três classes de prioridade de uso de recursos hídricos mencionadas acima.

Seus resultados indicam um cenário hídrico confortável, uma vez que os usos da irrigação, da mineração e a indústria estão subestimados. Logo, o modelo numérico da Simulação 2 é a condição inicial do modelo numérico da Simulação 3, em que foram adicionadas às demandas hídricas as captações complementares. Maiores informações sobre como as demandas hídricas superficiais foram complementadas podem ser obtidas no Capítulo 1 deste plano.

A Simulação 3 refere-se ao modelo numérico adotado para fundamentar o Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Itapocu e bacia contíguas. Sendo que as simulações 1 e 2 serviram para identificar problemas de falta de informação ou consistência dos cadastros declarados no CERH.

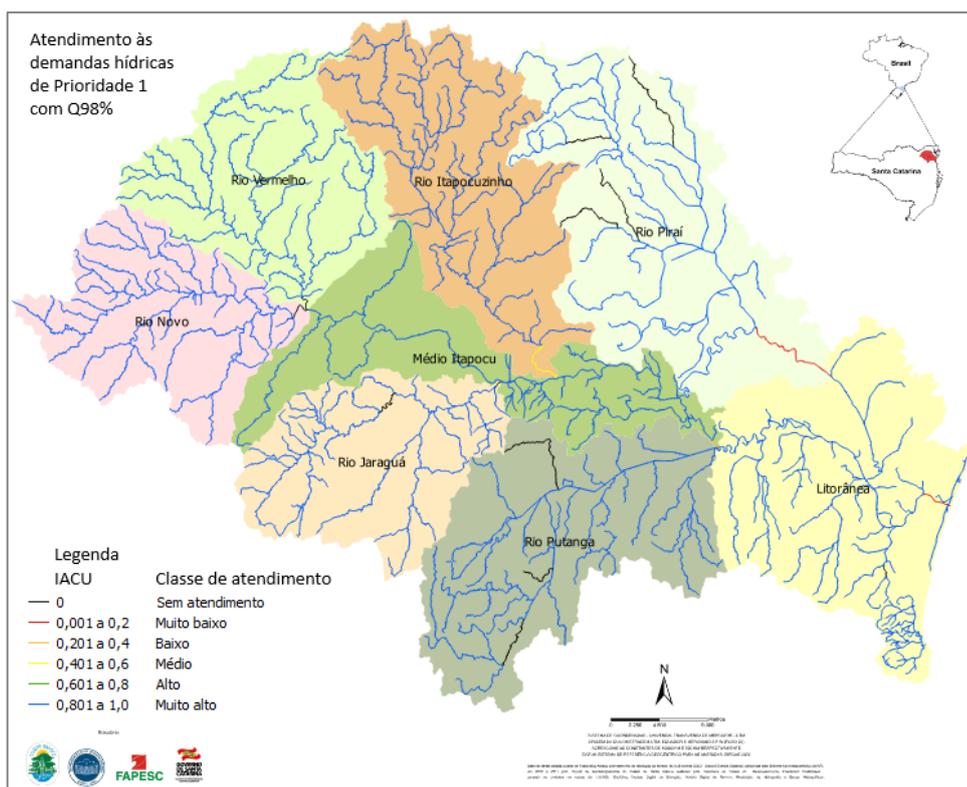
Com base nos resultados da simulação 3, foram realizadas novas simulações de balanços hídricos na modalidade “Vazão de Referência única”, para as vazões Q98% e Q90%.

Nesta modalidade de balanço hídrico, o SADPLAN calcula a vazão de captação declarada pelos usuários de recursos hídricos que pode ser atendida pela vazão disponível em cada ottobacia. A vazão disponível é obtida de uma vazão de referência única para todos os setores usuários de recursos hídricos (Manual do SADPLAN).

2.3.1 Confronto das Demandas Hídricas atuais com Vazão de Referência Q98%

Para a vazão de referência Q98%, no cenário atual, a bacia do Rio Itapocu apresenta ottobacias com déficit de atendimento para a prioridade 1, nas Unidades de Planejamento Rio Jaraguá, Rio Itapocuzinho, Rio Putanga, Rio Piraí, Médio Itapocu e Litorânea. Na Figura 15 está ilustrado o resultado do SADPLAN para este cenário.

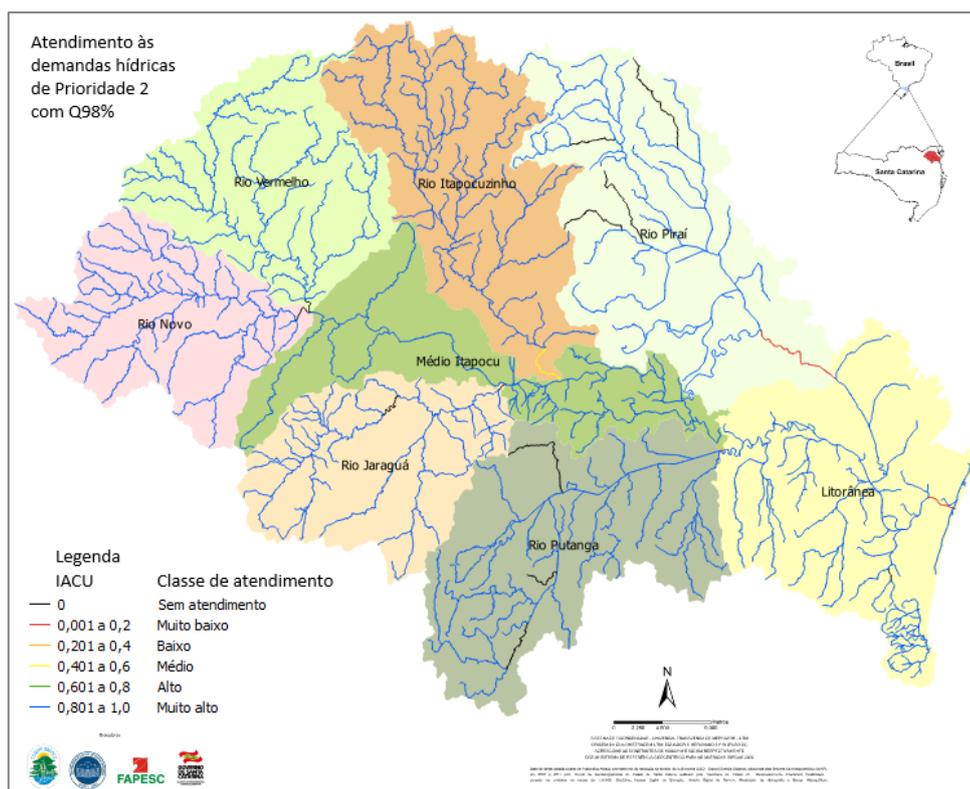
Figura 15 - Atendimento de demandas da Prioridade 1 para a vazão de referência Q98%.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Para a classe de Prioridade 2, a situação de não atendimento é semelhante com Ottobacias apresentando, não atendimento nas Unidades de Planejamento Rio Jaraguá, Rio Novo, Rio Itapocuzinho, Rio Putanga, Rio Pirai, Médio Itapocu e Litorânea, conforme ilustra a Figura 16.

Figura 16 - Atendimento de demandas da Prioridade 2 para a vazão de referência Q98%.

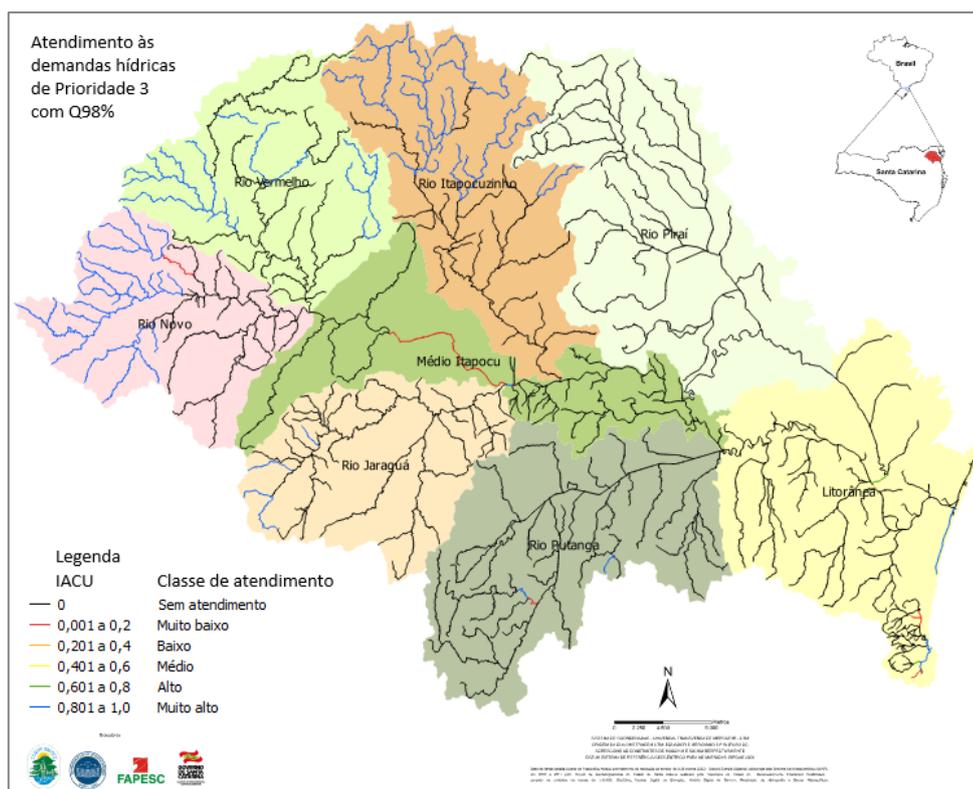


Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

E para a classe de Prioridade 3, a situação de não atendimento pode ser considerada crítica. É a classe de prioridade com maior número de usuários, contemplando o Setor de Irrigação, Setor da Indústria, Setor da Aquicultura, Setor da Mineração e outros usos.

A Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu e bacia contígua, não tem capacidade hídrica de atender às demandas dos usuários em conformidade com a Portaria SDS nº 36/2008 para a vazão de referência Q98%. A Figura 17 a seguir demonstra esta situação.

Figura 17 -Atendimento de demandas da Prioridade 3 para a vazão de referência Q98%.

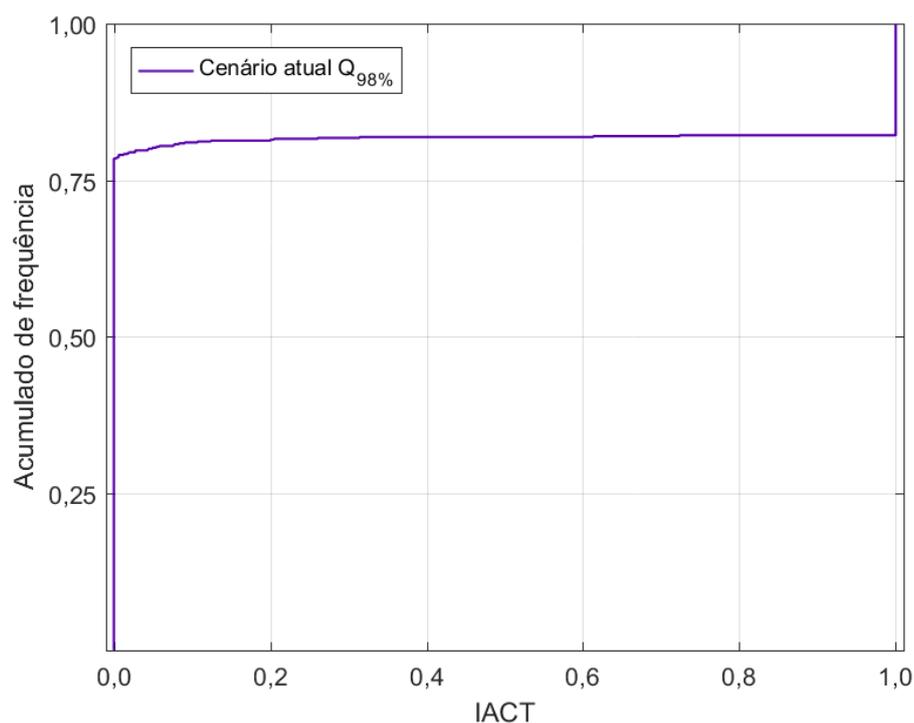


Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

O atendimento hídrico pleno para a vazão de referência Q98% atinge 12% das Ottobacias. No extremo oposto, mais de 75% das Ottobacias não atendem as suas demandas hídricas com esta vazão de referência, o que caracteriza uma condição hídrica crítica.

A Figura 18 abaixo apresenta a frequência de trechos atendidos pela vazão de referência Q98%, de acordo com o índice IACT fornecido pelo SADPLAN.

Figura 18 - Frequência do IACT para vazão de referência Q98%.



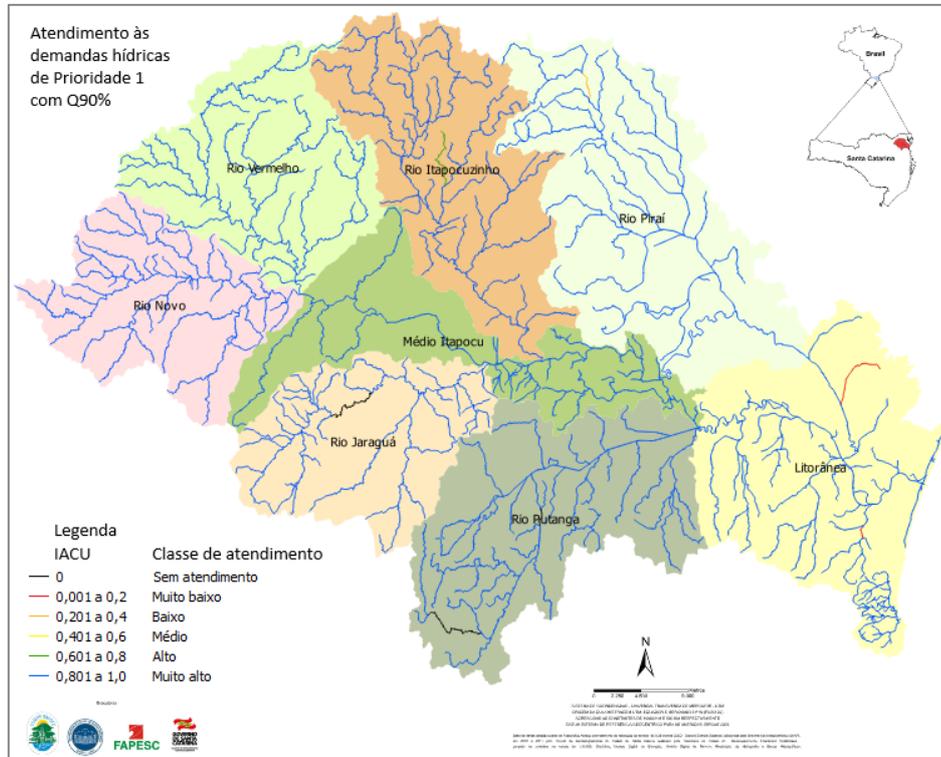
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

2.3.2 Confronto das Demandas Hídricas atuais com Vazão de Referência Q90%

Para um cenário alternativo de vazão de referência Q90%, a condição de atendimento para as Prioridade 1, Prioridade 2 e Prioridade 3 aumenta. No entanto, o atendimento para os usuários da Prioridade 3 permanece crítica principalmente nas Unidades de Planejamento Rio Jaraguá, Rio Putanga, Rio Piraí, Médio Itapocu e Litorânea.

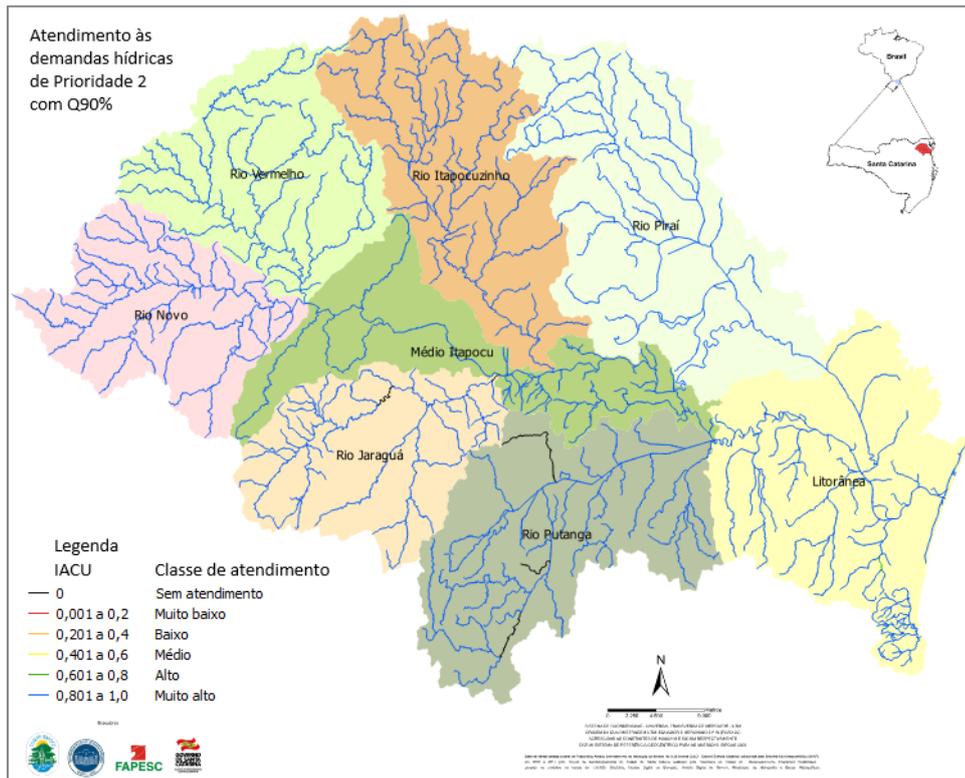
Nas figuras abaixo (Figura 19 a Figura 21), estão ilustrados os resultados do SADPLAN para a vazão de referência Q90% para as três classes de prioridade.

Figura 19 - Atendimento de demandas da Prioridade 1 para a vazão de referência Q90%.



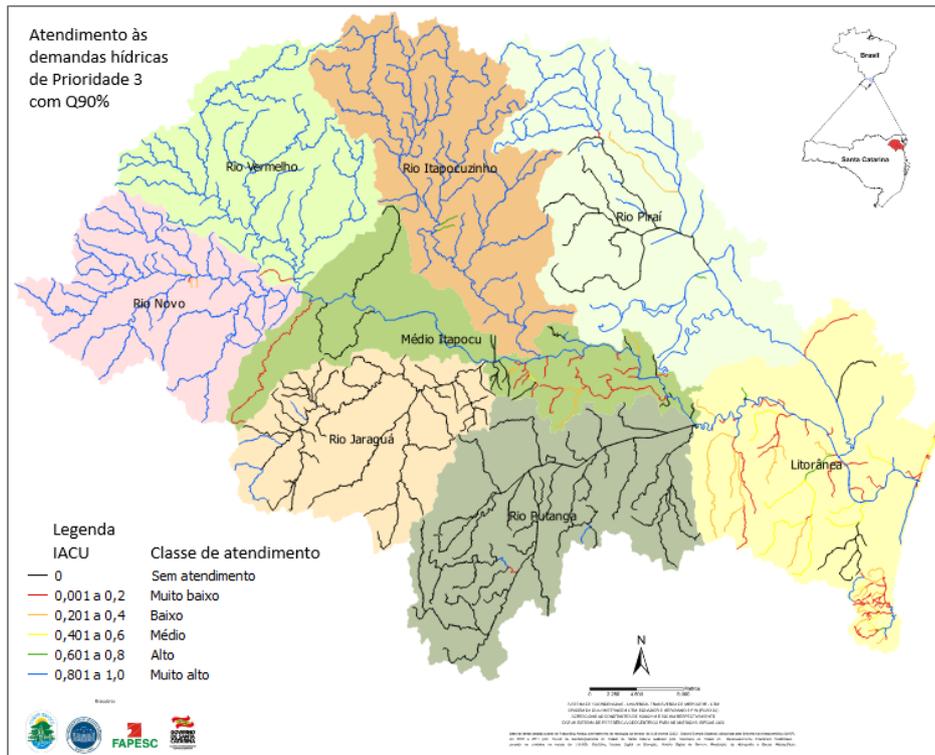
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 20 - Atendimento de demandas da Prioridade 2 para a vazão de referência Q90%.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

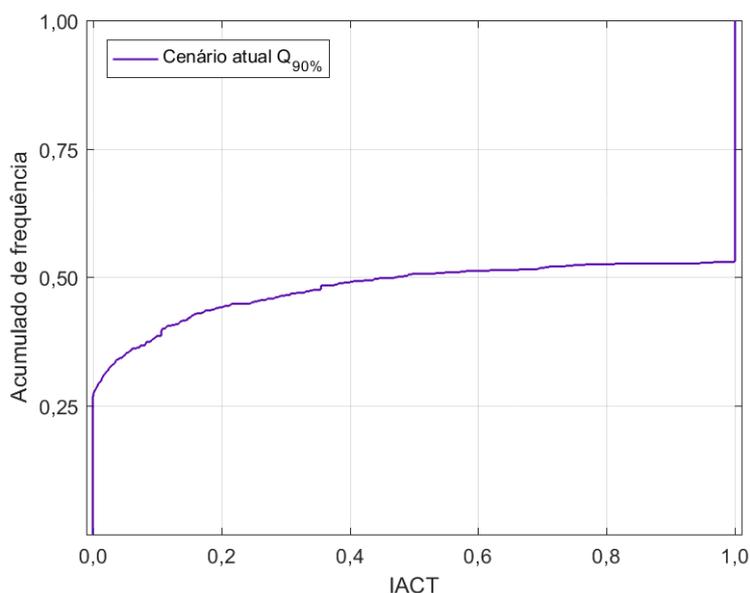
Figura 21 - Atendimento de demandas da Prioridade 3 para a vazão de referência Q90%.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Para a vazão de referência Q90%, o atendimento pleno às demandas hídricas superficiais se aproxima de 50% das Ottobacias. Em contrapartida, o não atendimento atinge 25% das Ottobacias, conforme ilustra a Figura 22 abaixo.

Figura 22 - Frequência do IACT para vazão de referência Q90%.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

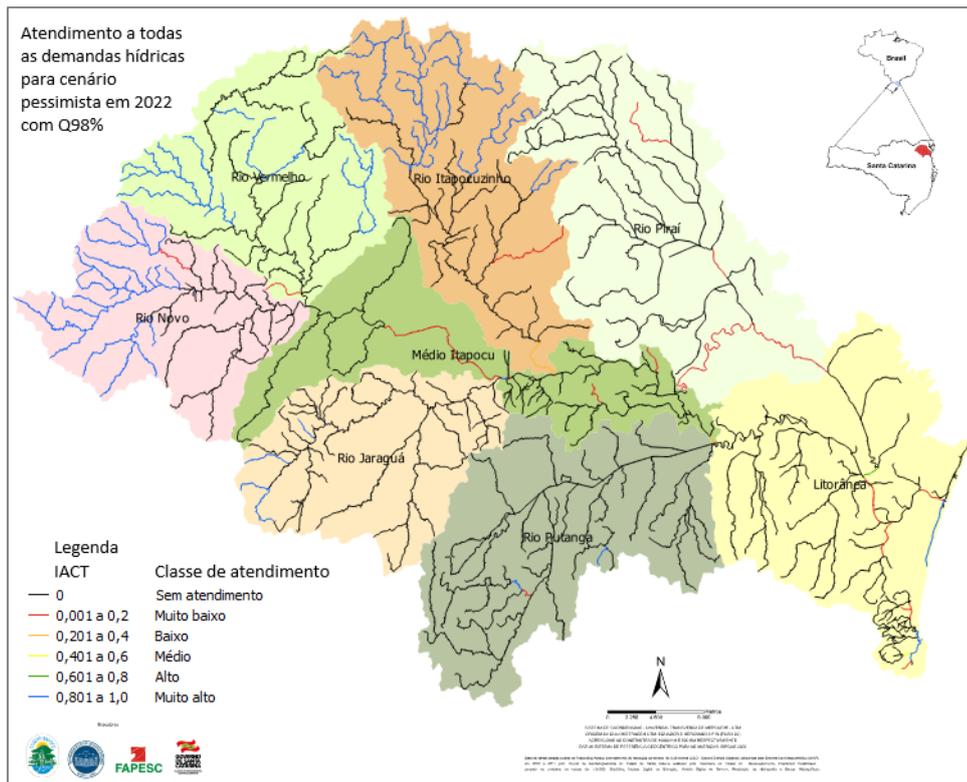
2.3.3 Confronto das Demandas Hídricas com Vazão de Referência Q98% para Cenários Tendenciais

O balanço hídrico do cenário atual das demandas superficiais de água com a vazão de referência Q98% evidenciou os conflitos hídricos na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu e bacias contíguas nestas circunstâncias.

Diante desta situação, o confronto da vazão de referência Q98% com cenários tendenciais de demandas hídricas, em que se prevê o aumento no uso dos recursos hídricos sem intervenções que visem a solução de conflitos, tende necessariamente a piorar este quadro preocupante.

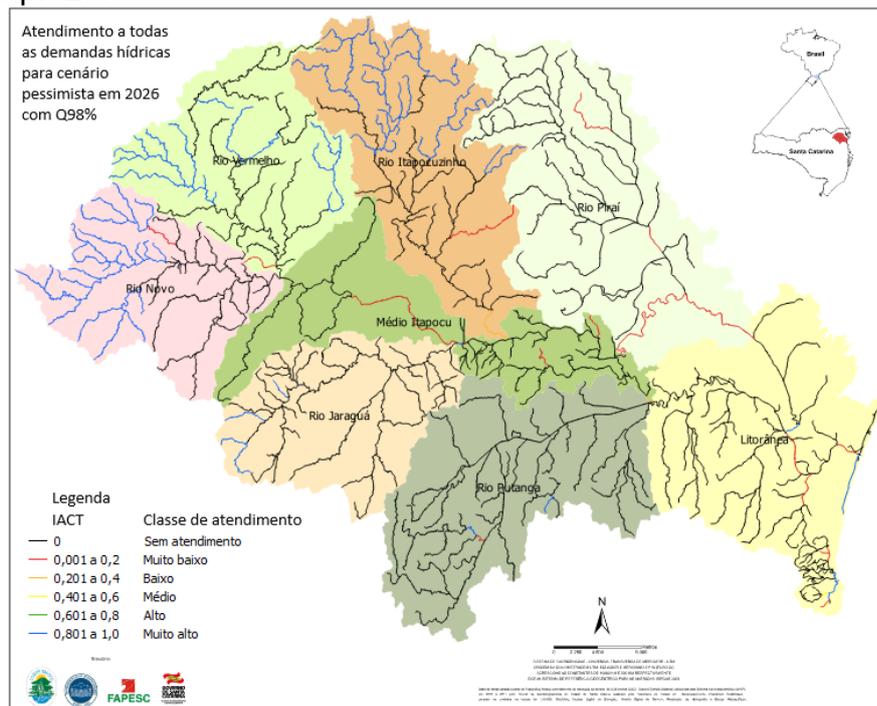
O agravamento das condições críticas de atendimento às demandas hídricas em um cenário tendencial pessimista pode ser constatado pelas Figura 23 a Figura 26, onde são ilustrados os resultados do índice IACT do SADPLAN para a vazão de referência Q98% nos horizontes de curto (2022), curto-médio (2026), médio (2030) e longo (2034) prazos, respectivamente.

Figura 23 - Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q98% no curto prazo.



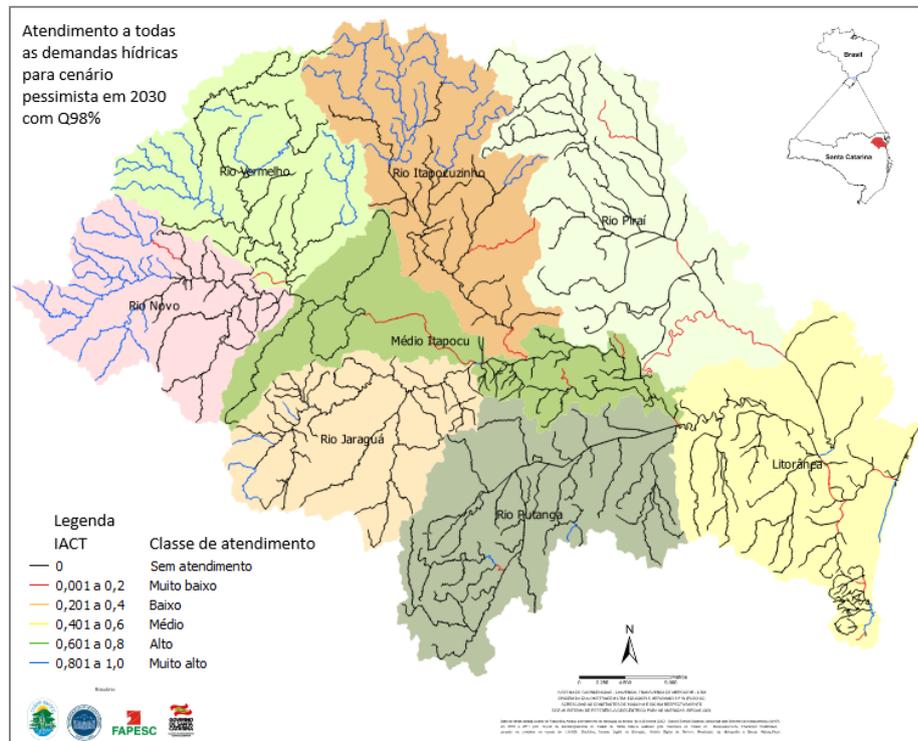
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 24 - Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q98% no curto-médio prazo.



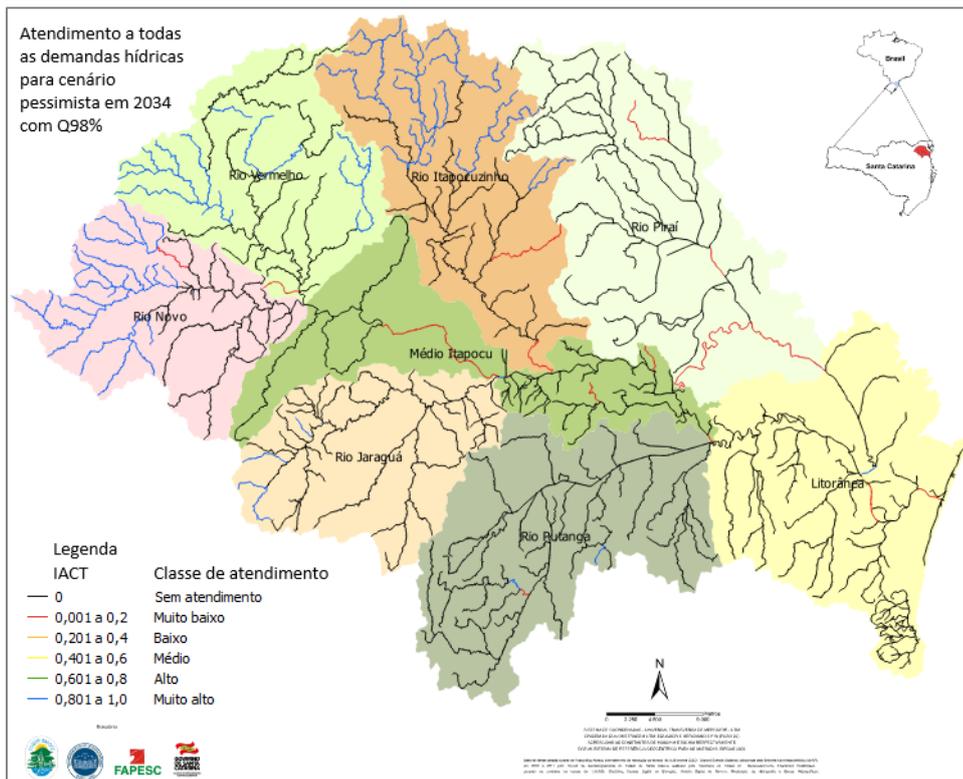
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 25-Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q98% no médio prazo.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 26 - Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q98% no longo prazo.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

A impossibilidade de expansão da rizicultura na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu e bacias contíguas, conforme endereçado no Capítulo 1, item 1.3.2.1 Rizicultura do Relatório D.1 “**Cenário Tendencial de Demandas Hídricas**”, acabou por atenuar o aumento no número de trechos hídricos críticos para atendimento dos usos consuntivos superficiais no decorrer do horizonte de anos de prognóstico deste Plano.

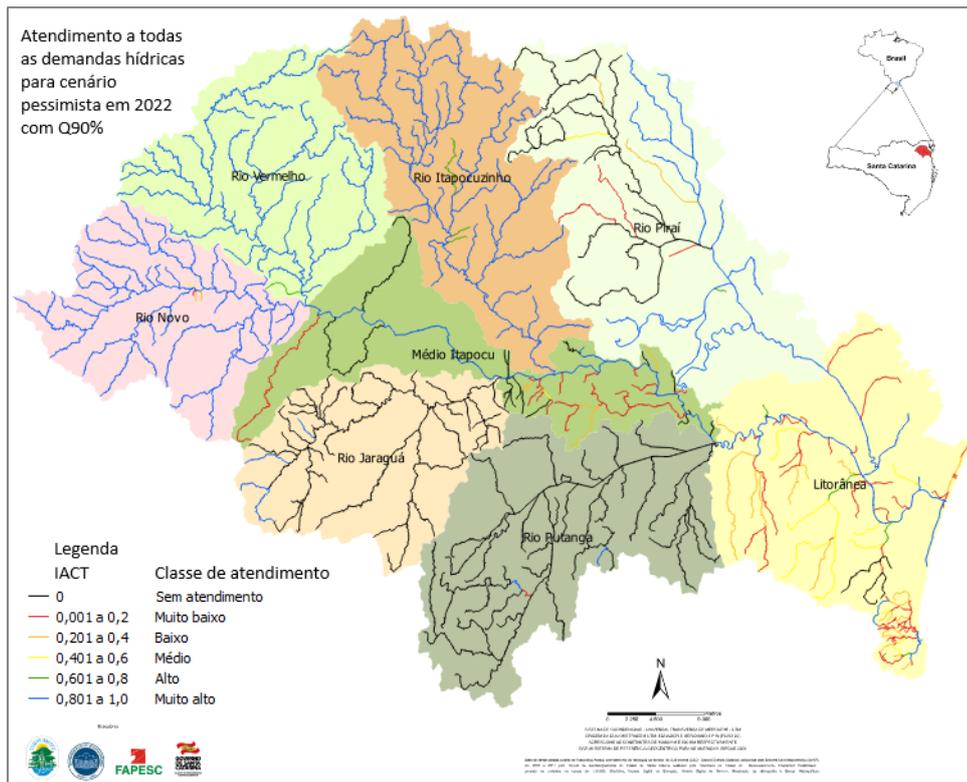
Este fato pode ser percebido pela elevação ínfima de 3% no número de trechos sem condições de atender as demandas hídricas de 2022 para 2034 pelos critérios da vazão de referência Q98%.

2.3.4 Confronto das Demandas Hídricas com Vazão de Referência Q90% para Cenários Tendenciais

A adoção da vazão de referência Q90% é abordada neste Plano como uma possível alternativa à gestão dos recursos hídricos superficiais para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu e bacias contíguas. Por esta razão foram avaliados os balanços hídricos para os cenários tendenciais pessimistas nos horizontes de prognóstico previstos por este Plano, de forma a esclarecer a real efetividade desta medida.

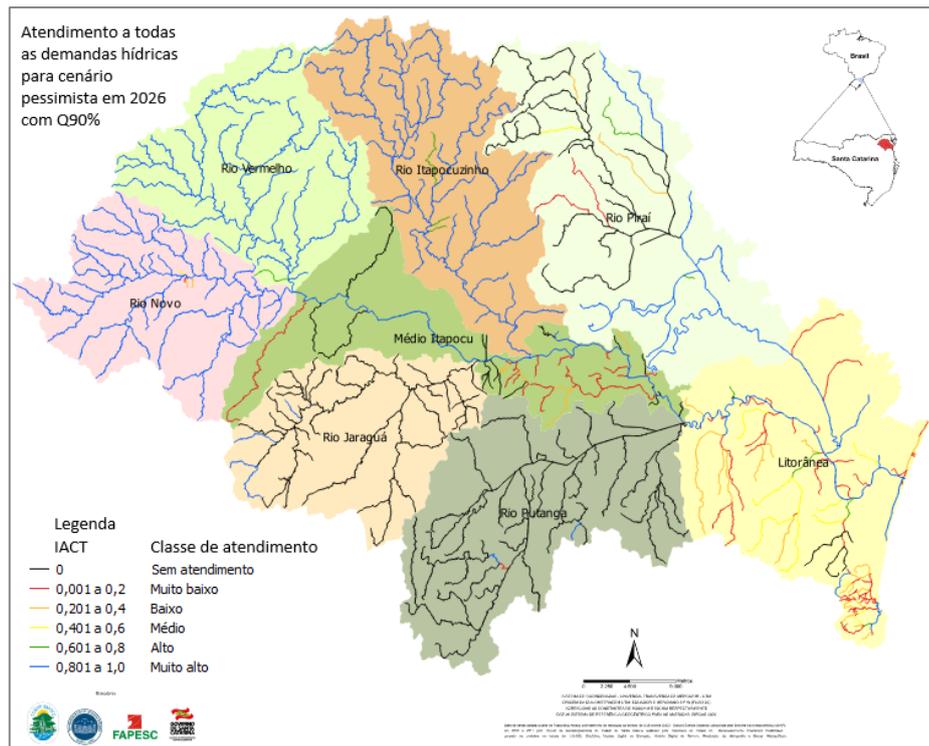
As condições de atendimento às demandas hídricas superficiais previstas para o curto, médio-curto, médio e longo prazos, tomada uma disponibilidade hídrica equivalente à vazão Q90%, são apresentadas pelos resultados do índice IACT do SADPLAN nas (Figura 27 a Figura 30), respectivamente.

Figura 27 - Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q90% no curto prazo.



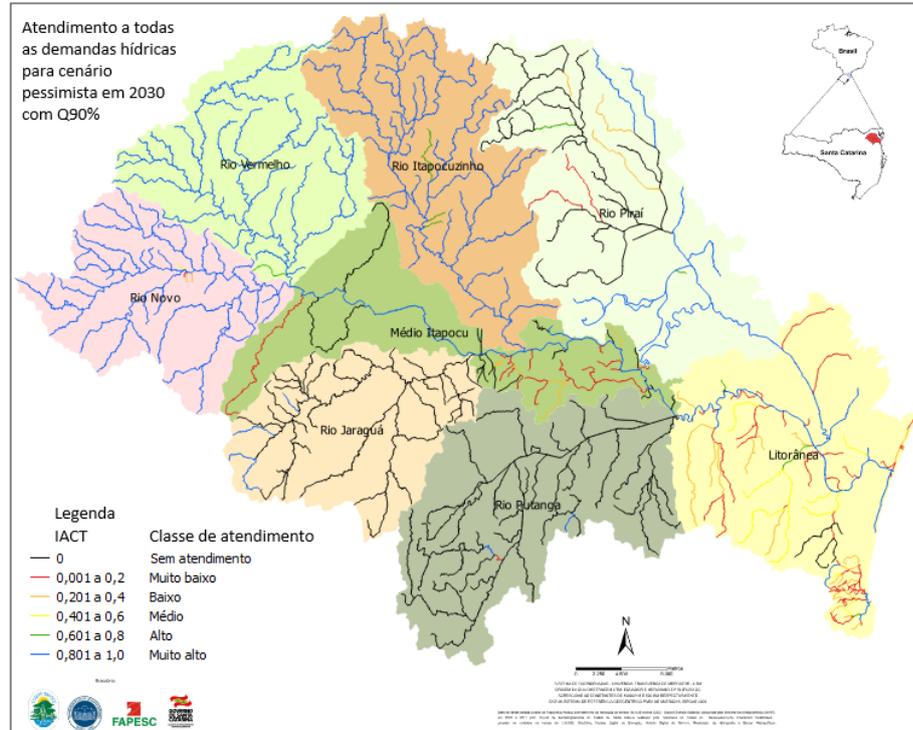
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 28-Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q90% no curto-médio prazo.



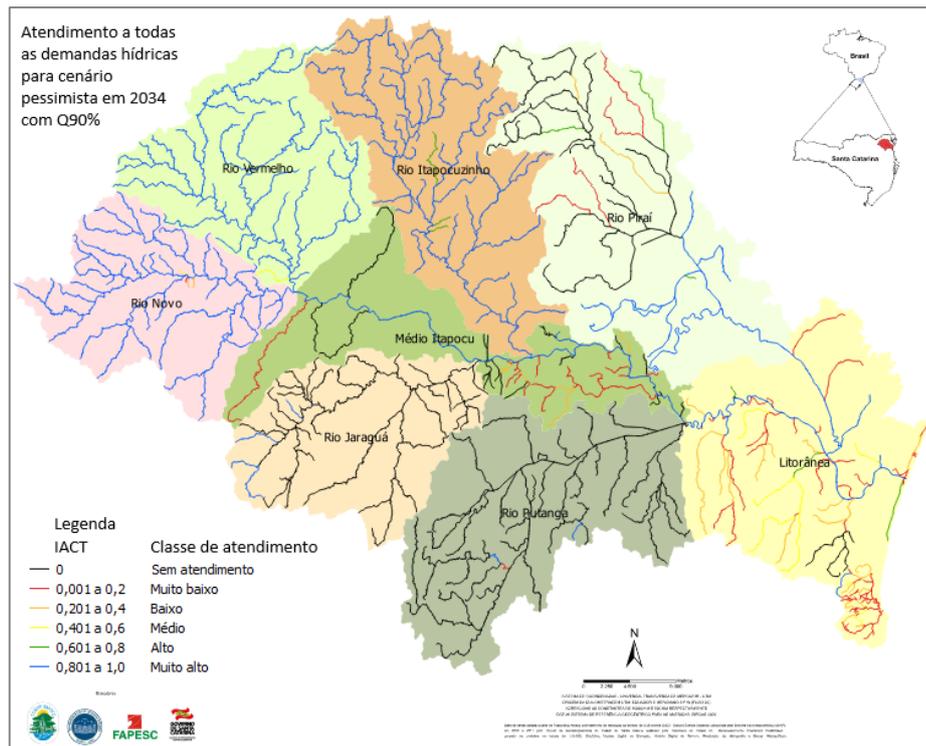
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 29-Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q90% no médio prazo.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 30-Atendimento a todas as demandas para cenário pessimista com Q90% no longo prazo.



As condições de atendimento às demandas hídricas superficiais na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu e bacias contíguas para a vazão de referência Q90%, se repetem para todos os horizontes de anos de prognóstico deste plano, isto é, as Unidades de Planejamento Rio Jaraguá, Rio Putanga, Rio Pirai, Médio Itapocu e Litorânea apresentam trechos com criticidade alta, o que ressalta o impacto da rizicultura nestes locais, mesmo mantido o seu patamar atual de consumo de água para estes cenários futuros.

CAPÍTULO 3- IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS PARA EXPANSÃO DE ATIVIDADES DEMANDADORAS DE ÁGUA

Este tópico apresenta os resultados das análises de criticidade que representam as regiões mais problemáticas para demanda/disponibilidade hídrica. As áreas críticas das bacias hidrográficas são regiões identificadas que apresentam problemas para disponibilidade hídrica. Resultando em identificação de limitações para expansão das atividades demandadoras de água e a implantação de novas atividades que utilizam recursos hídricos.

A atividade de identificação de áreas críticas é indispensável para o planejamento do equilíbrio entre a oferta e a demanda de água. Pois com a classificação e assimilação dessas áreas, é possível definir os locais prioritários para a redução de captação de água e as áreas que apresentam capacidade de aumentar a demanda de água.

Quando se fala de áreas críticas, é importante relacionar o termo com a escassez de água e assim, as regiões que apresentam déficit total de vazão de água disponível para outorga são consideradas regiões deficitárias. E as regiões que estão em situação crítica, mas ainda possuem um mínimo de vazão outorgável, são consideradas áreas críticas.

Cabe ressaltar que essas áreas, devem ter tratamento diferenciado nas ações e metas do Plano de Recursos hídricos, pois caso não sejam realizadas medidas para compatibilização das demandas nestes locais a tendência é de se tornarem áreas deficitárias.

3.1 OBJETIVOS

3.1.1 Gerais

Identificar áreas críticas para atividades demandadoras de água na bacia do Itapocu, através da criação de uma hierarquização dos índices de criticidade e deficitários.

3.1.2 Específicos

- Classificar o índice das demandas superficiais significativas em 4 classes (IACT);
- Calcular o índice de criticidade para vazões Q90 e Q98;
- Calcular o Índice deficitário para Vazões Q90 e Q98;
- Mapear as áreas críticas da bacia; e
- Mapear as áreas deficitárias da bacia do rio Itapocu.

3.2 METODOLOGIA

Para a identificação das áreas mais críticas da bacia do rio Itapocu, foram utilizados os resultados obtidos no SADPLAN de IACT, que representa o índice das demandas superficiais significativas em cada trecho (valores de 0 a 1) para os dados de atendimento de demanda hídrica.

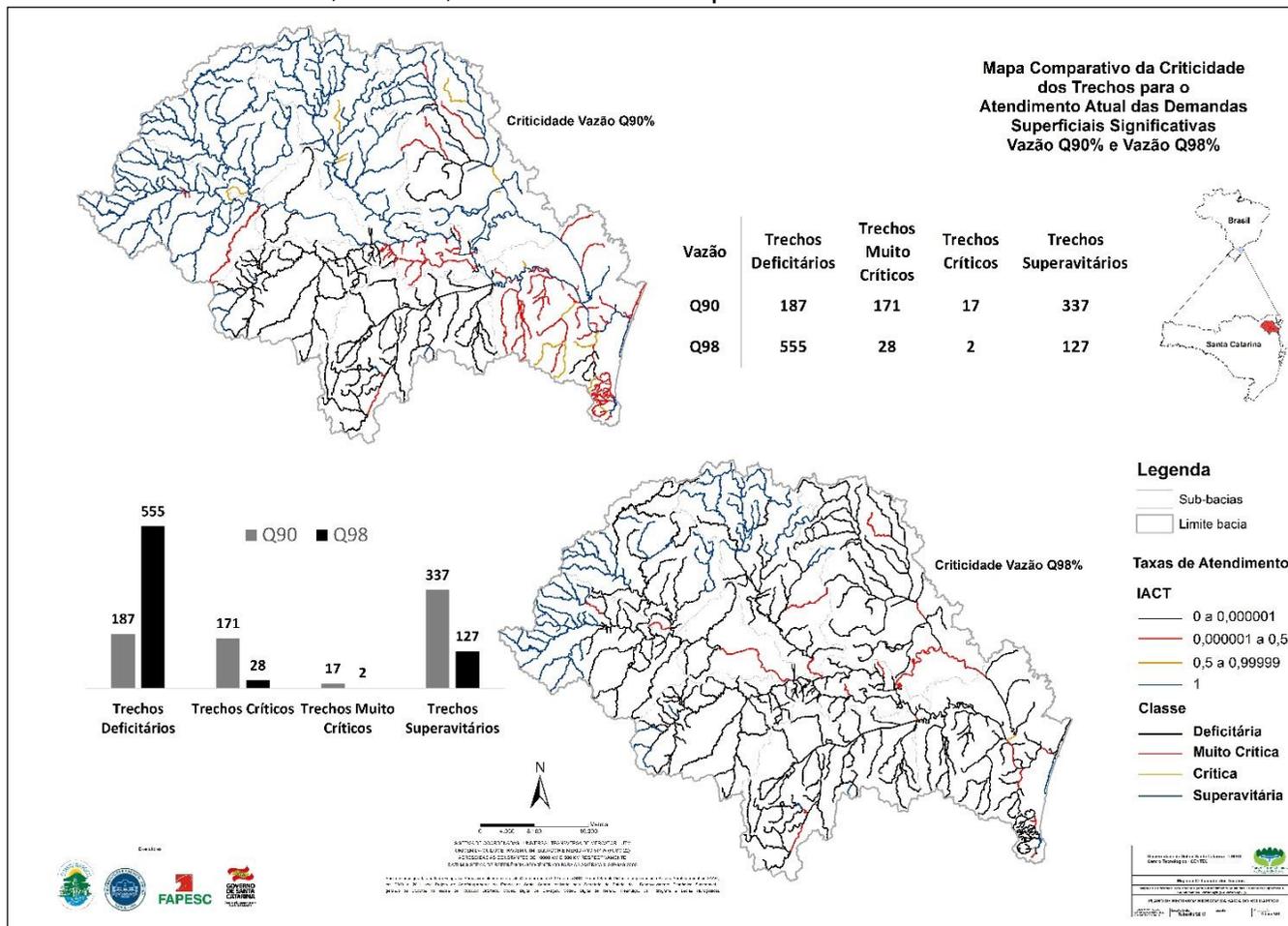
Estes dados foram recortados para cada Unidade de planejamento da bacia e classificados em 4 classes (Figura 31). A primeira classe de valor 0 (zero) foi chamada de deficitária com zero de atendimento de água para vazão remanescente, a segunda é composta por dados que variam de 0,0001 até 0,5 chamado de valores muito críticos

A terceira classe que inicia-se em 0,50001 de IACT até 0,9999, representa trechos de rio com valores críticos de vazão para atendimento de demanda hídrica e a quarta e última classe, são os valores 1 que representam trechos que vazão remanescente superavitária.

Após a classificação dos valores de IACT em 4 classes, foram calculados 2 índices para demonstrar as Unidades de planejamento mais críticas da bacia. O primeiro índice é chamado de Índice deficitário, e o segundo chamado de Índice de criticidade.

O Índice deficitário representa uma relação entre o número total de trechos na unidade de planejamento e o número de trechos de rio classificados como deficitário (IACT=0). Já o índice de criticidade é a relação entre o número total de trechos da unidade de planejamento e o número de trechos de rio classificados como crítico e muito crítico.

Figura 31– Classificação de criticidade para a bacia Hidrográfica do rio Itapocu. Apresentando dados de vazão Q90 e Q98, para os trechos de rio classificados em deficitários, críticos, muito críticos e superavitários.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

Observando os resultados da Figura 31 acima, é possível identificar no gráfico apresentado, que para a vazão de Q98 existe uma predominância de trechos deficitários para novas outorgas de água e até mesmo déficit para as demandas já outorgadas. Em contrapartida para a vazão de Q90, existe uma predominância de trechos superavitários com presença importante de trechos deficitários e muito críticos.

Os dados e índices gerados foram hierarquizados de acordo com o grau de criticidade e déficit de vazão remanescente nos trechos. Como resultado foram gerados mapas (Apêndice A), demonstrando as áreas críticas e deficitárias (Figura 32) de atendimento das demandas hídricas para a bacia.

3.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

Nesta oportunidade é apresentado os resultados dos índices deficitários e de criticidade da bacia hidrográfica do rio Itapocu, para vazões de referência Q98 (Quadro 1) e Q90 (Quadro 2).

Quadro 1-Valores de índice deficitário e crítico para vazão de referência Q98 para todas unidades de planejamento da Bacia do Itapocu.

Unidade de Planejameto	Total Trechos Otto-codificados	Tipo de Trechos				Índice Deficitário Q98	Índice de Criticidade Q98
		Deficitário	Muito Crítico	Crítico	Superavitária		
Rio Jaraguá	75	70	0	0	5	0,933	0,000
Litorânea	180	160	10	2	8	0,889	0,067
Rio Vermelho	59	30	1	0	28	0,508	0,017
Rio Novo	85	45	1	0	39	0,529	0,012
Rio Pirai	66	61	4	0	1	0,924	0,061
Rio Itapocuzinho	82	38	2	0	42	0,463	0,024
Médio Itapocu	88	81	6	0	1	0,920	0,068
Rio Putanga	77	70	4	0	3	0,909	0,052

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

De acordo com o Quadro 1, apresentado acima, podemos observar que as unidades de planejamento do: Rio Jaraguá, Rio Pirai e Médio Itapocu, apresentaram os maiores índices de déficit para disponibilidade hídrica.

Enquanto que as bacias Litorânea e Médio Itapocu, apresentaram os maiores índices para criticidade. Isso indica que as bacias litorânea e médio Itapocu, para vazão Q98, são unidades de planejamento críticas para a Bacia do Itapocu, mas não deficitárias ainda, algo que pode vir a ser no futuro caso não sejam tomadas medidas de contenção.

Em contrapartida, ainda para vazão de Q98, as unidades de planejamento Rio Itapocuzinho e Rio vermelho, não possuem índices críticos nem deficitários. Demonstrando que estas regiões ainda possuem vazão remanescente disponível para outorga (APÊNDICE B).

No entanto estas últimas são regiões importantes para os recursos hídricos da região, pois são nestas unidades de planejamento que estão situadas as principais nascentes e as maiores áreas de recarga dos aquífero (Quadro 2).

Quadro 2-Valores de índice deficitário e crítico para vazão de Q90 para todas unidades de planejamento da Bacia do Itapocu.

Unidade de Planejamento	Trechos Otto-codificados	Tipo de Trechos				Índice Deficitário Q90	Índice de Criticidade Q90
		Deficitário	Muito Crítico	Crítico	Superavitária		
Rio Jaraguá	75	70	0	0	5	0,933	0,000
Litorânea	180	5	126	9	40	0,028	0,750
Rio Vermelho	59	0	0	1	58	0,000	0,017
Rio Novo	85	0	5	1	79	0,000	0,071
Rio Pirai	66	15	5	3	43	0,227	0,121
Rio Itapocuzinho	82	0	0	3	79	0,000	0,037
Médio Itapocu	88	28	32	0	28	0,318	0,364
Rio Putanga	77	69	3	0	5	0,896	0,039

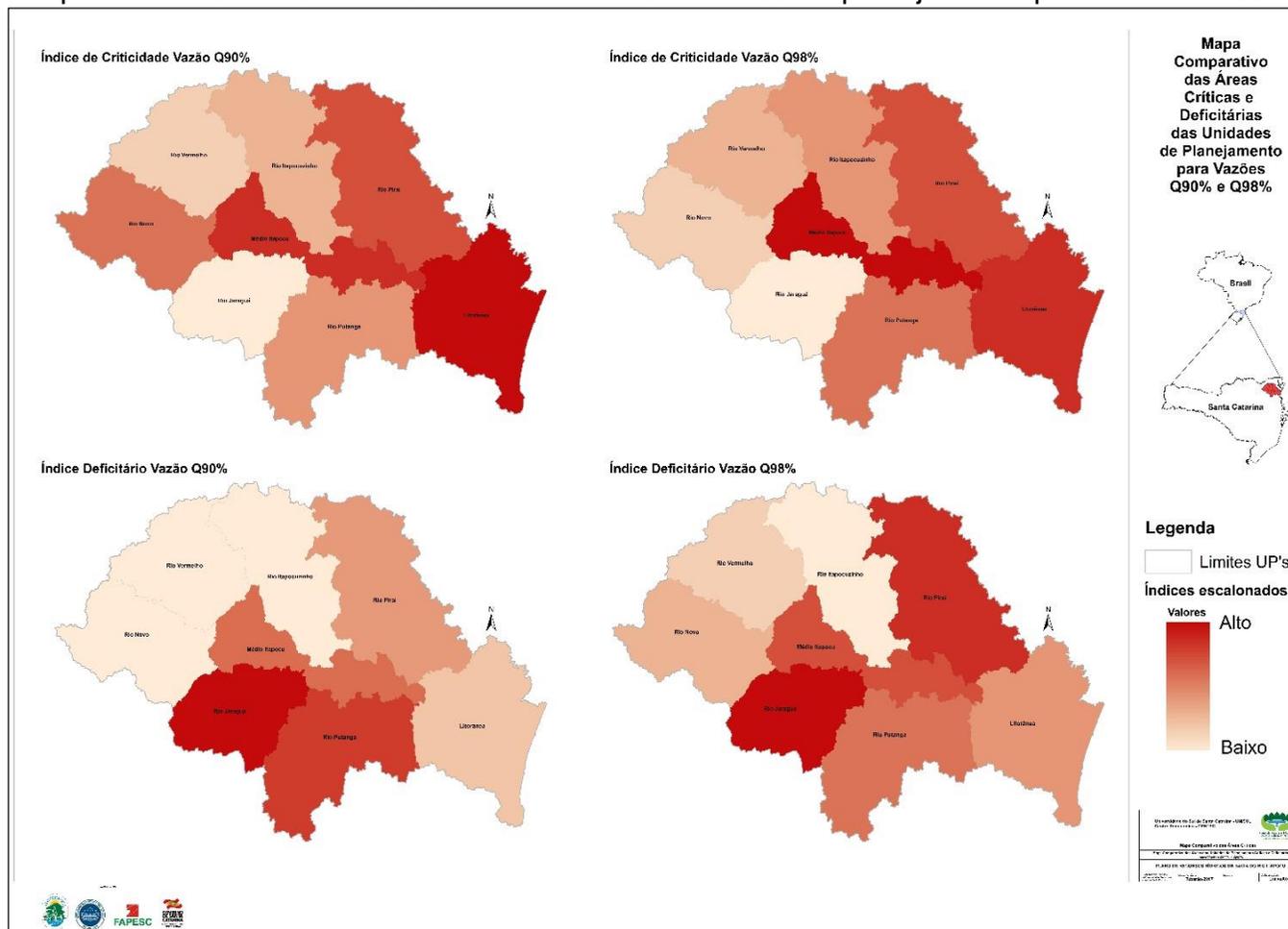
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

Para vazão de referencia Q90, o comportamento de criticidade e de déficit de água nos trechos amostrados, resultou em uma redução na criticidade da maioria das unidades de planejamento.

No entanto as bacias dos Rios Putanga e Jaraguá, apresentaram resultados ainda bem preocupantes. Pois, os índices deficitários ainda estão bem elevados, 0,896 e 0,933 respectivamente, indicando que dentro os trechos de rios identificados quase 90% dos trechos estão em situação problemática.

A bacia Litorânea para uma vazão remanescente menos restritiva, a Q90, por exemplo, ainda apresenta um índice de criticidade elevada de 0,750 demonstrando que mesmo em um cenário menos conservador esta bacia deve ser entendida como problemática (Figura 32).

Figura 32– Mapa comparativo das áreas críticas e deficitárias nas unidades de planejamento para vazões Q90 e Q98.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

É possível demonstrar que as unidades de planejamento mais críticas, independente da vazão de referência dotada, são: Médio Itapocu, Rio Jaraguá, Rio Pirai, Rio Putanga. Assim deve-se adotar regime diferenciado para a tomada decisão sobre outorga de água nestas Bacias.

Além de que, deve-se criar comissões específicas para gerenciar o uso dos Recursos hídricos nestas regiões. Existe também uma necessidade de se implantar estações de monitoramento da qualidade da água nestes trechos mais críticos e deficitários.

CAPÍTULO 4- COMPATIBILIZAÇÃO DE DEMANDAS E DISPONIBILIDADES

O estudo em questão é parte integrante da etapa D “**Prognóstico das Demandas Hídricas**”, do Plano da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu e consiste em apresentar propostas de alternativas de intervenções estruturais e não-estruturais, para promoção da compatibilização entre disponibilidades e demandas hídricas quanti-qualitativas, visando solucionar os conflitos identificados, para os diferentes horizontes temporais do Plano de Bacia.

Conflitos estes, que consideraram as intervenções relacionadas e agrupadas, para águas superficiais e subterrâneas, em ações voltadas para a gestão da oferta hídrica e ações para a gestão da demanda de recursos hídricos, em termos de quantidade e qualidade, estas determinadas por meio da ferramenta computacional SADPLAN.

Sendo que seus objetivos, metodologias, resultados e conclusão são apresentados abaixo.

4.1 OBJETIVOS

4.1.1 Gerais

Apresentar alternativas para compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas presentes na bacia.

4.1.2 Específicos

- Compatibilizar as disponibilidades e demandas hídricas;
- Propor alternativas em diferentes cenários com o intuito de solucionar os conflitos existentes; e
- Calcular essas intervenções por meio do SADPLAN.

4.2 METODOLOGIA

Na construção dos cenários tendenciais das Demandas Hídricas da Bacia do Rio Itapocu, utilizou-se como base a ferramenta computacional do Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos (SADPLAN/DRHI/SDS).

Considerou-se também as questões das demandas cadastradas, estimadas e contribuições da sociedade, já registradas nos relatórios das fases que antecedem o Plano da Bacia do Rio Itapocu.

4.2 RESULTADOS E CONCLUSÃO

4.2.1 Identificação de Alternativas de Compatibilização das Disponibilidades Hídricas

Após a verificação das disponibilidades hídricas apresentadas no Capítulo 2, “**Confronto das Disponibilidades e Demandas**”, deste relatório, serão apresentadas as propostas de alternativas de compatibilização de intervenções estruturais e não-estruturais, para promoção da compatibilização entre as disponibilidades e demandas hídricas quantitativas com o objetivo de solucionar os problemas e conflitos devido a disponibilidade futura.

4.2.1.1 Planos e Programas

4.2.1.1.1 Saneamento

Na área do Saneamento, várias ações quanto a redução de perdas no Sistema de Abastecimento Público e a implantação do Sistema de Coleta de Esgoto Sanitário nos municípios que compõe a Bacia, estão descritas nos Planos de Saneamento Municipais em forma de Leis Municipais.

O art 8º da Lei 11.445/2007 de Saneamento Básico determina que “Os titulares dos serviços públicos de saneamento básico poderão delegar a organização, a regulação, a fiscalização e a prestação desses serviços”, delegam para as agências reguladoras de Saneamento a fiscalização de seus contratos.

Neste sentido, temos as seguintes agências regulatórias na região da BHRI conforme Tabela 19.

Tabela 19– Agências regulatórias na região da BHRI

Município	Agencia Fiscalizadora
Araquari	ARESC
Balneário Barra do Sul	ARESC
Barra Velha	ARIS
Blumenau	AGIR
Campo Alegre	ARESC
Corupá	ARIS
Guaramirim	ARIS
Jaraguá do Sul	ARIS
Joinville	ARIS
Massaranduba	ARIS
São Bento do Sul	ARIS
São João do Itaperiú	ARIS
Schroeder	ARIS

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

A Agência Reguladora Intermunicipal de Saneamento (ARIS), foi criada em 2009, fundamentada na Lei n. 11.445/2007, e tem como atribuições a regulação e fiscalização de todas as atividades do saneamento básico: abastecimento de água, esgotamento sanitário, manejo dos resíduos sólidos, limpeza urbana e drenagem pluvial. Atualmente a ARIS regula e fiscaliza concessionárias estaduais (CASAN e SANEPAR), empresas privadas, autarquias municipais (SAMAE's) e a própria Administração Direta, quando prestadora dos serviços (DAE's).

Já a Agência de Regulação de Serviços Públicos de Santa Catarina – ARESC, é uma autarquia especial instituída pela Lei nº 16.673, de 11 de Agosto de 2015, como Agência de Estado para fiscalizar e orientar a prestação dos serviços públicos concedidos, bem como editar normas técnicas, econômicas e sociais para a sua regulação, quando o serviço for prestado.

A natureza de autarquia especial conferida à ARESC, é caracterizada pela autonomia administrativa, financeira, técnica, patrimonial e de estabilidade dos mandatos de seus dirigentes. Caberá à ARESC a atuação nos seguintes serviços públicos: saneamento básico; recursos hídricos; recursos minerais; exploração e/ou

distribuição de gás natural canalizado; geração, transmissão e distribuição de energia elétrica; e outros serviços delegados pela União, pelos Estados e pelos Municípios.

A Agência Intermunicipal de Regulação, Controle e Fiscalização de Serviços Públicos Municipais do Médio Vale do Itajaí – AGIR, é pessoa jurídica de direito público, sem fins econômicos sob a forma de associação pública, dotada de independência decisória e autonomia administrativa, orçamentária e financeira, regendo-se pelas normas da Constituição da República Federativa do Brasil, da Lei Federal nº 11.107/2005 e do Decreto nº 6.017/2007.

Atua no controle, regulação e fiscalização dos serviços públicos municipais de transporte coletivo de passageiros e de saneamento básico, compreendido como os serviços de abastecimento de água, esgotamento sanitário, limpeza urbana, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas.

4.2.1.1.2 Agricultura e Criação Animal

A Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI) desenvolve diversos programas institucionais, dentre eles o Programa de Gestão Social do Ambiente, que é desenvolvido através de projetos e ações vinculadas a três eixos básicos, quais sejam:

- **Educação Ambiental:** cujos objetivos são qualificar e sensibilizar as famílias rurais, indígenas e pesqueiras e escolas públicas sobre as questões ambientais locais, atuando individual e coletivamente, de forma solidária, na busca de soluções inovadoras e preventivas; trabalhar a mobilização comunitária e individual nos territórios, com visão global, na construção de ações que amenizem a problemática ambiental; e utilizar uma linguagem lúdica e inclusiva, promovendo a reflexão sobre hábitos, costumes e tradições, valorizando o conhecimento e os saberes tradicionais, crenças, lendas, folclore entre outros, interagindo com o conhecimento técnico científico.
- **Preservação da Água e Saneamento Ambiental:** que visa desenvolver formas de utilização adequada das águas superficiais e subterrâneas disponíveis; e orientar a adoção de práticas e tecnologias voltadas a minimizar impactos negativos ao solo, ao ar, à floresta e água; e

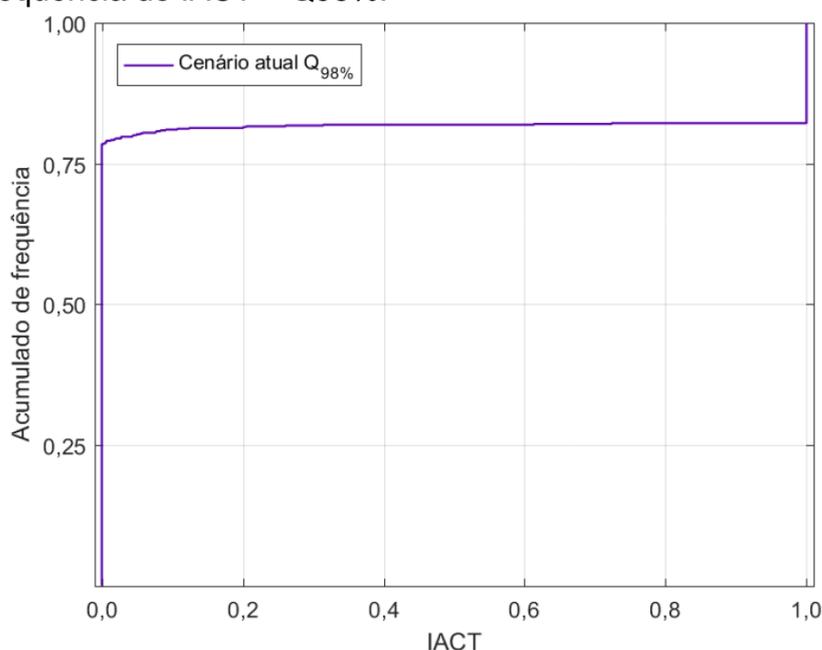
- **Gestão Socioambiental:** que tem como finalidade orientar a adoção de ferramentas de gestão que busquem o equilíbrio entre crescimento econômico, desenvolvimento social e preservação ambiental; buscar a preservação, conservação e recuperação ambiental através da instrumentalização com práticas e tecnologias coerentes e menos conflituosas com os processos de desenvolvimento local e territorial.

4.2.2 Análise do Cenário Atual

Em análise das 702 Ottobacias, as quais compõem a Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu e bacias contíguas, dois cenários de disponibilidade hídrica foram avaliados, um para uma vazão de referência Q98% e outro para uma vazão de referência Q90%. O cenário para a vazão de referência Q90% é uma alternativa a ser considerada no futuro, visando aumentar o grau de atendimento hídrico aos usuários da bacia.

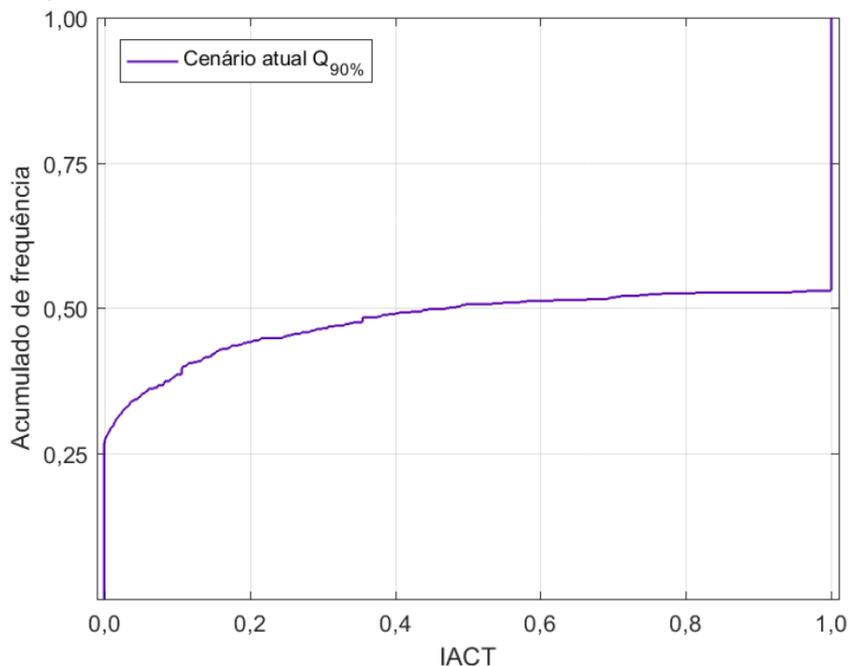
A Figura 33 e a Figura 34, ilustram a frequência dos graus de atendimento, segundo o IACT para cada uma das vazões de referência. Sendo 0 (zero) o não atendimento daquele trecho e 1 (um) o atendimento daquele trecho. Atendimento é a análise que o SADPLAN realiza numericamente entre a disponibilidade hídrica e a demanda o uso do recurso no trecho ou Ottobacia.

Figura 33 -Frequência do IACT – Q98%.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 34 - Frequência do IACT – Q90%.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

O índice de atendimento hídrico (IACT), atualmente é muito baixo para a vazão de referência Q98%, somente 12 % das Ottobacias estão em completo atendimento com IACT igual a 1.

Já o resultado para o IACT igual a zero, atinge mais de 75% das Ottobacias, uma condição crítica. Considerando a vazão de referência Q90%. Sendo que o IACT de completo atendimento se aproxima de 50% das Ottobacias e o IACT de não atendimento atinge 25% das Ottobacias.

Os mapas (Mapa Atual_Q98 e Mapa Atual_Q90) são apresentados no Apêndice C e ilustram espacialmente ao longo da bacia os locais de atendimento e não atendimento.

4.2.3 Alternativas de Intervenção e de Mitigação de Eventuais Problemas

4.2.3.1 Medidas Interventivas

Algumas medidas apresentadas nesta fase visam contribuir para a compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas, quali-quantitativas, associando alternativas de intervenção e de mitigação de eventuais problemas.

Outros destaques são apresentados no Capítulo 8 e Capítulo 10 , e outras partes do relatório D da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu que tangenciam medidas que visem a otimização dos recursos hídricos.

4.2.3.1.1 **Alternativas Estruturais**

As alternativas estruturais, requerem a adesão das proposições pela comunidade regional, onde se faz necessário a realização de estudos de viabilidade, técnico, político e econômico específicos para as alternativas. Destaca-se na Tabela 20 a seguir proposições de medidas estruturais.

Tabela 20– Alternativas de medidas estruturais.

Alternativa	Utilidade
Melhorias nas estruturas de abastecimento	Águas Superficiais
Ampliação do número de unidades de coleta tratamento de esgoto: municipais, indústrias, agrícolas, domésticos.	Águas subterrâneas
Adaptação das edificações residenciais e industriais para a otimização dos recursos hídricos: Arquitetura eficiente, utilização de equipamentos redutores, sistema de reuso de águas cinzas e de tratamento de efluentes.	Águas Superficiais
Conservação de mananciais: Mapeamento das unidades, identificação, e implementação de práticas que visem a preservação das unidades.	Águas subterrâneas
Geração de energia elétrica com minimização no impacto hídrico, tal como a implantação de usinas submersas ou em redes de abastecimento.	Águas Superficiais
Sistemas eficientes de irrigação e controle de umidade do solo.	Águas subterrâneas
Implantação de unidades de monitoramento de qualidade e quantidade, sobretudo em áreas críticas.	Águas subterrâneas e Águas Superficiais
Sistemas de captação e retenção da água da chuva.	Águas Superficiais

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Já outras medidas, podem ser iniciadas com a percepção de cenário crítico, onde destaca-se a necessidade de monitoramento dos órgãos reguladores, e a efetiva implantação do plano de ação.

Tabela 21– Alternativas de medidas estruturais.

Alternativa	Utilidade
Utilização de água de reuso (cinzas) em processos industriais, domésticos e agrícolas, que não requerem água potável para sua realização. As ações e investimentos devem-se intensificar a partir de situações mais críticas.	Águas Superficiais
Dispor de infraestrutura alternativa para purificação dos recursos hídricos.	Águas Superficiais

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

4.2.3.1.2 Alternativas Não Estruturais

As alternativas não estruturais (Tabela 22), requerem a concepção, elaboração a aprovação de projetos pelos entes públicos, bem como a interação do Comitê de Gerenciamento da Bacia do Rio Itapocu.

Tabela 22– Alternativas de medidas não estruturais

Alternativa	Utilidade
Práticas de compensação por serviços ambientais.	Águas Subterrâneas
Criação de legislações, programas, projetos e ações que estimulem a otimização dos recursos hídricos, incluindo programas de educação ambiental voltados para a melhoria da qualidade e disponibilidade hídrica.	Águas Superficiais
Reconhecimento social e/ou financeiro para as boas práticas de melhorias dos recursos hídricos.	Águas Subterrâneas e Águas Superficiais
Uso de softwares de gestão de recursos hídricos.	Águas Subterrâneas e Águas Superficiais
Estímulo a agricultura orgânica e sistemas indústrias menos poluentes.	Águas Subterrâneas e Águas Superficiais
Estimular e apoiar estudos acadêmicos que visem a melhoria dos recursos hídricos na região.	Águas Subterrâneas e Águas Superficiais
Estimular as certificações ambientais para as residências, indústrias e agrícolas.	Águas Subterrâneas e Águas Superficiais

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Já as alternativas de contingências não estruturais (Tabela 23), requerem planos específicos para casos de crise hídrica, nos quais devem conter ações específicas para cada estágio da crise.

Tabela 23– Alternativas de medidas não estruturais.

Alternativa	Utilidade
Plano de captação alternativo nos locais críticos de disponibilidade e qualidade hídrica.	Águas Superficiais
Plano de racionamento dos recursos hídricos por níveis de criticidade.	Águas Superficiais

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

CAPÍTULO 5- CENÁRIOS ALTERNATIVOS DAS DEMANDAS HÍDRICAS

O princípio econômico utilizado para a cobrança da água, é o princípio do poluidor-pagador e do usuário-pagador, ou seja, serão cobrados valores relativos à utilização e a poluição dos recursos hídricos.

A cobrança pelo uso da água deve objetivar dois pontos principais: o de financiamento da gestão de recursos hídricos e o de redução das externalidades ambientais negativas. Preços ditos como ótimos para financiar a gestão dos recursos hídricos, podem não atender os objetivos ambientais estabelecidos e vice-versa. Em alguns casos a criação de mercados de direito comercializáveis, geram mais eficiência do que a cobrança (MOTA, 2006).

Pois o uso desordenado de um usuário pode afetar o consumo de outro, tornando assim a cobrança necessária para financiar a gestão e a provisão deste recurso, que podem estar associadas diretamente a disponibilidade hídrica, a escassez de seus recursos ou ao controle de poluição que conseqüentemente aumentará a disponibilidade hídrica.

Este capítulo visa cumprir e atender os pré-requisitos da Etapa D, atividade D.5 “**Cenários alternativos das demandas hídricas**” da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu de forma a orientar o planejamento de seus recursos hídricos.

5.1 OBJETIVOS

5.1.1 Gerais

Orientar o processo de planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, por meio de alternativas de cenários que visem o seu crescimento econômico, social e ambiental.

5.1.2 Específicos

- Construir e apresentar cenários alternativos de demandas hídricas;
- Orientar o processo de planejamento dos recursos hídricos;
- Sugerir soluções para compatibilizar o crescimento econômico, a sustentabilidade ambiental e a equidade social; e

- Propor fórmula para a implementação da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos.

5.2 METODOLOGIA

O levantamento de informações se deu por pesquisas em materiais técnicos, legislação e em outros planos hídricos. Além de buscas por fundamentos e modelos econométricos, de custos e de gestão pública e privada.

Sendo que para a realização dos cálculos utilizou-se a técnica Delphi. Este método baseia-se no princípio que as previsões por um grupo estruturado de especialistas são mais precisas se comparadas às provenientes de grupos não estruturados ou individual, ou seja, é uma técnica que pode ser usada para obter consenso a respeito dos riscos de um projeto por meio de entrevistas com especialistas da área.

Foram utilizadas também para o levantamento dos dados e análises dos cenários algumas técnicas arbitrárias como: Técnicas de econometria; Técnicas de Custos; Técnicas específicas e a ferramenta SWOT/FOFA ou PFOA (Strengths, Weakness, Opportunities e Threats / Forças, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças ou Potencialidades, Fraquezas, Oportunidades e Ameaças).

Todas estas ferramentas fundamentam-se em conjuntos de técnicas de previsão baseada no raciocínio de causa e efeito em vez de análises estatísticas, também conhecidas como técnicas subjetivas.

5.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

5.3.1 Cenários Alternativos das Demandas Hídricas : Integração entre o Crescimento Econômico, Exigências Ambientais e Sociais

O crescimento social, econômico e as demandas ambientais são os indutores de um Sistema de Gestão Ambiental ligado diretamente ao Plano de Gestão dos Recursos Hídricos.

A qualidade ambiental e os cuidados com os recursos hídricos, devem ser mensurados em termos de custos para o sistema global de gerenciamentos. Esta visão integrada irá gerar dados e informações, permitindo assim uma tomada de

decisão mais precisa em curto, médio e longo prazos, justificando a implantação de um Sistema de Gestão Ambiental – SGA.

O processamento destes insumos auxiliarão a identificar quais setores ou áreas os custos (ambientais, sociais) são mais prioritários ou elevados. Da mesma forma, a implantação do SGA serão feitas avaliações para identificar quais investimentos podem trazer um melhor retorno.

Desta forma, pode-se fixar objetivos e metas a serem atingidos na implantação de melhorias ambientais e sociais, com resultados econômicos evidenciando os custos deste processo, mostrando através de análises o melhor tipo de ação e de retorno aos investimentos.

Uma análise abrangente da demanda de água nos municípios, de acordo com os consumidores residenciais e estabelecimentos industriais, requer um modelo que descreva as características daquele ambiente, da estrutura, infraestrutura e perfil do consumidor bem como das tecnologias de produção das organizações e indústrias.

Os cenários pré-estabelecidos servirão para balizar os planejamentos, políticas públicas bem como a gestão destes recursos hídricos e demais ações dos municípios.

Na aplicação da proposição dos cenários alternativos de acordo com as demandas, a de ser considerados alguns insumos, como capital/recursos, força de trabalho e os próprios recursos hídricos.

De acordo com os cenários definidos, devem ser definidas estabelecidas as quantidades ótimas de utilização destes insumos de modo a minimizarem seus custos, com exceção da quantidade de capital a ser investida, levando em consideração a sua força de indução fixadas para o curto, médio e longo prazo.

Para tanto, antes de se propor uma fórmula, se fez essa breve sustentação e avança-se para uma descrição de cenários para posteriormente postular uma modelagem para a Cobrança do Uso da Água.

Foram feitas pesquisas em Planos de Contingencias, Planos Gerenciamento de Riscos e Desastres para áreas vulneráveis bem como eventos adversos.

Como zona de influência e cidade indutora, verificou-se que não há planos em Jaraguá do Sul e região. Estes estão sendo elaborados, mesmo que passado tantos eventos catastróficos nas últimas décadas.

5.3.1.1 Hidrologia

5.3.1.1.1 Vazões de Referência

Atualmente o critério técnico para outorga de direito de uso de recursos hídricos superficiais no Estado de Santa Catarina são regidos pela Portaria SDS nº 36, de 29 julho de 2008, sendo complementado pela Portaria SDS nº 51, de 02 de outubro de 2008.

De acordo com o art. 2º da Portaria nº 36/2008, a “análise da disponibilidade hídrica para captações ou derivação de cursos d’água de domínio do Estado de Santa Catarina, é realizada pelo uso da vazão de referência, a Q98 (vazão de permanência por 98% do tempo)”.

De forma complementar, o art. 2º § 1º define que o limite máximo de vazão outorgável é equivalente a 50% da vazão de referência, enquanto o § 3º delimita que o limite máximo individual para usos consuntivos a ser outorgados na porção da bacia hidrográfica limitada por cada seção fluvial é fixado em 20% da vazão outorgável, podendo ser excedido até o limite de 80% da vazão outorgável quando a finalidade do uso for para consumo humano.

A proposição da $Q_{90\%}$, está embasada em análises numéricas desenvolvidas com o SADPLAN, conforme descrito no Capítulo 4 “**Compatibilização de Demandas e Disponibilidade**”, onde identificou-se a vazão de referência com melhor atendimento dos usuários nas três categorias de prioridade adotadas neste plano e assim avaliar a análise do confronto entre as disponibilidades e demandas hídricas.

Já a vazão Q_{MLT} , deve ser usada somente para fins de abastecimento quando houver interesse em análise de viabilidade técnica de projeto de barragem de acumulação hídrica.

Sendo que as vazões $Q_{90\%}$ e Q_{MLT} , deverão ser normatizadas por meio de redação e sancionamento de resolução específica para fins de gestão e gerenciamento do recurso hídrico para cada Unidade de Planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu.

Referente ao recurso hídrico subterrâneo, atualmente o estado de Santa Catarina não dispõe de um arcabouço legal normatizado. Desta forma, a fim de garantir a qualidade ambiental e a segurança hídrica de cada Unidade de

Planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, em consonância aos princípios da cautela e do equilíbrio, os critérios técnico de uso desse recurso devem atender aos limites de exploração quantificados por Machado (2013), também apresentados na Etapa B e Etapa C, às diretrizes da Resolução CERH nº 03 de 14 de agosto de 2014 e às diretrizes técnicas da norma NBR 12.244.

Na Tabela 24, está resumido a lista de vazões prováveis levantadas por Machado (2013), em investigações do CPRM, sumarizadas por Unidade de Planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu.

Na ausência de arcabouço legal para normatizar a exploração desse recurso, os valores indicados servem como limites de uso por poço, tanto numa condição de cenário atual, quanto numa condição de cenário tendencial.

Tabela 24 - Proposição de limites de exploração do recurso hídrico subterrâneo.

Unidade de Planejamento	Aquífero dominante	Vazão provável [m ³ /h]
B.1 Rio Jaraguá	Praticamente sem aquíferos/Fraturado de menor potencialidade	Até 9,0
B.2 Rio Novo	Sedimentares de maior potencialidade	Entre 20,0 até 90,0
B.3 Rio Vermelho	Fraturado de maior potencialidade/Praticamente sem aquífero	Até 15,0
B.4 Rio Itapocuzinho	Fraturado de menor potencialidade/Praticamente sem aquífero	Até 10,0
B.5 Rio Pirai	Fraturado de menor potencialidade/Sedimentar de menor potencialidade	Entre 1,0 até 9,0
B.6 Rio Putanga	Praticamente sem aquífero/Fraturado de menor potencialidade	Entre 2,0 até 9,0
B.7 Médio Itapocu	Fraturado de menor potencialidade	Entre 2,0 até 9,0
B.8 Litorânea	Sedimentar de menor potencialidade	Entre 1,0 até 3,0

Fonte: Adaptado de CEURH/SC e de Machado, 2013.

5.3.1.1.2 Monitoramento hidrológico e de qualidade da água

Existe na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu uma rede hidrometeorológica para monitoramento. A Agência Nacional de Água (ANA) é responsável por estações

pluviométricas e fluviométricas e a EPAGRI é responsável por estações meteorológicas e fluviométricas.

Existem ainda outras instituições que operam as estações hidrometeorológicas, tais como: DNOS, CELESC, CEMADEM e geradores de hidroeletricidade.

Atualmente, o sistema de informações do recursos hídricos (SIPNRH), ainda não é operador de forma integrada para fins de gestão e gerenciamento do recurso hídrico da bacia do Rio Itapocu.

O descritivo detalhado da rede hidrometeorológica levantada na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, está no documento do produto da Etapa B do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, referente à caracterização da bacia.

A densidade de estações hidrométricas instaladas na bacia do Rio Itapocu está adequada, segundo recomendações da Organização Mundial de Meteorologia – OMM (2008). No entanto, um projeto de expansão da rede hidrometeorológica deve ser executado, a fim de obter a instalação de estações hidrometeorológicas no exutório de cada uma das Unidades de Planejamento da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu.

A Tabela 25 resume qual a densidade por área dos diversos tipos de estações de monitoramento hidrológico, para garantir minimamente o funcionamento de uma rede hidrometeorológica e deve ser seguido como referência no desenvolvimento de projeto de implantação e expansão de redes.

Tabela 25 - Recomendação de densidade de estações hidrossedimentométricas.

Unidade Fisiográfica	Pluviômetro	Pluviógrafo	Evaporação	Vazão	Sedimentos	Qualidade da Água
	Km ² (estação)					
Litoral/Região Costeira	900	9.000	50.000	2.750	18.300	55.000
Montanhas	250	2.500	50.000	1.000	6.700	20.000
Planícies Interioranas	575	5.575	5.000	1.875	12.500	37.500
Ondulada/Montanhosa	575	5.575	50.000	1.875	12.500	47.500
Pequenas Ilhas (<500km ²)	25	250	50.000	300	2.000	6.000
Áreas Urbanas	-	10 a 20	-	-	-	-
Polar/Árida	10.000	100.000	100.000	20.000	200.000	200.000

Fonte: Adaptado de WMO, 2008.

Da rede hidrometeorológica identificada na bacia do Rio Itapocu, todas as estações fluviométricas estão aptas a medir nível d'água, descarga líquida e descarga sólida e qualidade da água.

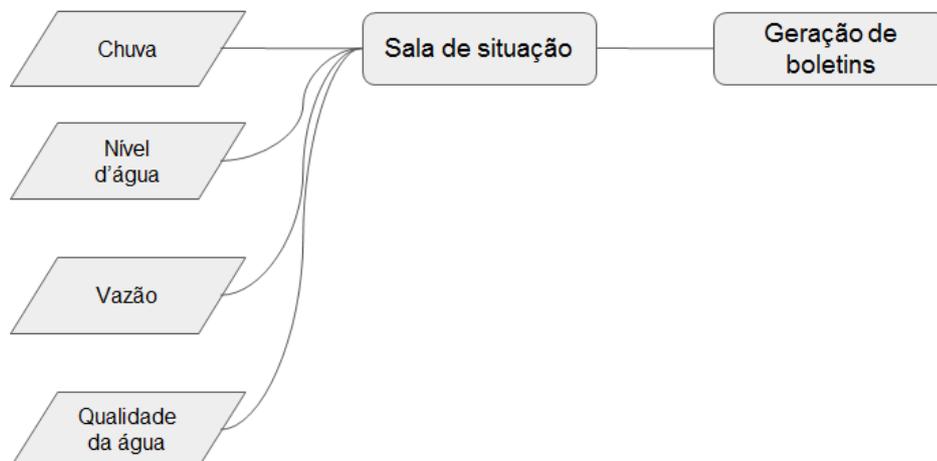
Das estações em operação, classificadas com telemetria, há 13 pluviógrafos e 6 estações fluviométricas. Sendo que os dados históricos disponíveis, o tratamento e emprego no desenvolvimento esta melhor descrito no Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu no produto da Etapa C.

A manutenção e integridade da rede de estações, procedimentos de manutenção e operação, deve ser regularmente realizados, bem como aferições dos equipamentos de medição devem ser realizadas. O documento de WMO (2008) é a principal referência a ser seguida para implantação e manutenção de uma rede de monitoramento hidrológico.

Uma das ações para se atingir a gestão e o gerenciamento dos recursos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu é a implantação e operação de uma sala de situação. A sala de situação deve ser operada continuamente, recebendo e armazenamento das Plataformas de Coleta de Dados – PCD, ou estações telemétricas automáticas, e boletins mensais devem ser disponibilizados. Esses boletins devem conter o resumo o monitoramento mensal e parecer da situação hídrica da bacia hidrográfica e das Unidades de Planejamento.

Na Figura 35 está ilustrado um esquema de fluxo de dados e informações de um sistema de monitoramento.

Figura 35 - Esquema do monitoramento integrado da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Logo, o fundamento de um sistema hidrológico e hidráulico consiste em:

- Monitoramento de variáveis hidrológicas;
- Registro regular das variáveis em banco de dados;
- Sistematização de análises integradas das variáveis hidrológicas e hidráulicas;
- Uso de modelos numéricos;
- Registro e notificação de ocorrências; e
- Realização de previsões de curto, médio e longo prazo.

5.3.1.1.3 Especificações técnicas

As especificações de equipamentos e serviços conforme WMO (2008) são:

- Para áreas urbanas: é prevista a instalação de estações pluviométricas entre 10 até 20 km² de densidade areal, no mínimo 4 estações para a área de estudo;
- Instalação: uma estação fluviométrica equipada com dois sensores de nível d'água, para monitoramento dos níveis d'água a montante e a jusante do sistema de comportas;
- Implantação: de comportas guarda do tipo “comporta de opérculo” e/ou “comporta vagão”;
- Comissionamento: de sala de situação; e,
- Implementação: de serviço de registros, notificação e alertas.

5.3.1.1.4 Estações hidrométricas PCD

A aquisição, a instalação e a operação das estações pluviométricas e fluviométricas deverão seguir as recomendações da WMO (2008) e ANA conforme requisitos obrigatórios sendo eles:

Sensores de precipitação:

- Área do orifício externo de captação de água superior a 300 cm² (para equipamentos com báscula);
- Resolução igual ou superior a 0,25 mm;
- Faixa de medição: 0 até 200 mm/hr;

- Exatidão: 0,1 mm para intensidade de até 5 mm/hr;
- Exatidão: variação de 2% para intensidades acima de 5 até 50 mm/hr;
- Exatidão: variação de 5% para intensidades a cima de 50 mm/hr.

Sensor de nível:

- Resolução: igual ou superior a 5 mm;
- Faixa: de mediação (m) compatível com a variação de nível do corpo hídrico;
- Exatidão: variação de 1 cm para corpos d'água com faixa de variação máxima de nível de até 10 metros;
- Exatidão: variação de 0,1 % da faixa de variação máxima do nível para corpos d'água com faixa de variação acima de 10 metros.

O software: para programação do *datalogger* e para configuração dos sensores e do transmissor de dados deve compatível com o sistema operacional *Microsoft Windows XP* (ou versão mais recente de sistema operacional Microsoft) e permitir:

- A atualização: de *firmware*;
- A programação: das rotinas de coleta, armazenamento e transmissão dos dados e informações de interesse (dados hidrometeorológicos, parâmetros de configuração da PCD e dos sensores em operação e status operacional);
- A configuração: e a calibração dos sensores (ex: offset e ganho);
- O *download*: e o *upload* dos parâmetros de configuração da PCD e dos sensores; e
- O *download*: dos dados e informações armazenados na memória do datalogger, dentre outros aspectos imprescindíveis para o funcionamento correto da PCD.

5.3.1.2 Estudos de inundação

Nos últimos 50 anos, na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, a ocorrência de eventos naturais extremos foi de dominância hidrológica. Sendo que o crescimento populacional impactou áreas da bacia que antes eram regiões de armazenamento

d'água, tornando a ocorrência de alagamentos (enxurradas) e inundações graduais fenômeno frequente na realidade da bacia.

Conforme relatos apresentados, não existem evidências comprovando o aumento de inundações na região das bacias do Rio Itapocu e Rio Cubatão, sendo necessário o desenvolvimento de estudos estatísticos que clarifiquem os fatores que influenciam na ocorrência de inundações e outros tipos de eventos hidrológicos extremos (SILVEIRA E KOBIYAMA, 2007).

Entre os anos de 1991 e 2012, o município de Jaraguá do Sul registrou a ocorrência de 11 (onze) enxurradas e 2 (duas) inundações, bem como o município de Guaramirim registrou 7 (sete) enxurradas e igualmente 2 (duas) inundações.

Brasil (2013) coloca que a região da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu possui vocação para ocorrência de eventos hidrológicos extremos, por excesso hídrico, visto os volumes de precipitação anuais e aspectos geomorfológicos apresentados e discutidos no Capítulo 1, “**Caracterização Fisiográfica da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu**”, do relatório B (BRASIL, 2013).

5.3.1.2.1 Inundação fluvial – Gradual

Um projeto de investigação dos processos hidráulicos, deve ser desenvolvido para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, de forma integrada, a fim de elucidar como as ondas de cheias se comportam, em termos de propagação e armazenamento, ao longo das planícies de inundação de cada Unidade de Planejamento.

Os estudos hidráulicos de inundação são conduzidos com o suporte da aplicação de modelos numéricos para simulação e representação das manchas de inundação, e todas das variáveis hidráulicas associadas aos processos de escoamento nas seções transversais de interesse, tais como: vazão, cota da lâmina d'água, velocidade média, tensão de cisalhamento, tempo de chegada e volumes de armazenamento.

Os estudos de inundação devem ser conduzidos por profissionais habilitados, com registro no CREA, com o emprego de técnicas de modelagem numérica, bem como levantamentos de campo para fins de aferição, calibração e

validação dos modelos numéricos, devendo ser conduzidos de forma integrada para toda a Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, a fim de apresentar os seguintes itens:

- Reconstituição dos hidrogramas de cheia para 5, 15, 25, 50, 100 e 500 anos de período de retorno;
- Reconstituição dos eventos de inundação históricos dos anos de 2008 e 2011;
- Simulação de manchas de inundação para as condições atuais de uso e ocupação da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu;
- Identificação e mapeamento de áreas críticas afetadas por ocorrências de inundação fluvial;
- Identificação e mapeamento do número de atingidos;
- Criação de cenários alternativos para fins de atenuação dos efeitos de inundação do rio Itapocu e a interação com seus tributários;

Os cenários alternativos devem ser determinados a partir do mapeamento das áreas atingidas, segundo cada período de retorno. As obras de intervenção devem ser projetadas, a nível básico e executivo, considerando os períodos de retorno aplicáveis em função de riscos admissíveis determinado pelo tempo de vida útil daquela obra.

Na Tabela 26 está resumido o risco de ocorrência de eventos extremos, conforme os períodos de retorno supracitados, para tempos de vida útil da obra de intervenção ou estrutura civil exposta numa área potencialmente atingida.

Tabela 26 - Risco de ocorrência de evento extremo [%].

Vida útil/TR [anos]	5	15	25	50	100	500
30	99,876	87,379	70,614	45,452	26,030	5,829
50	99,999	96,824	87,011	63,583	39,499	9,525
100	100,000	99,899	98,313	86,738	63,397	18,143

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL

5.3.1.2.2 Complemento quanto a Mitigação de Cheias

Os estudos devem visar a mitigação dos efeitos das cheias do rio Itapocu e seus afluentes sobre as cidades, tendo como prioridade de estudo duas alternativas,

sendo uma a construção de uma barragem a montante da cidade Jaraguá do Sul, com volume suficiente para amortecimento do efeito das cheias.

A segunda, a construção de um canal de desvio de parte das vazões do rio para um local na bacia do Rio Pirai, com objetivo de criar uma vazão adicional para a bacia do Pirai e redução da vazão do rio Itapocu em eventos críticos.

Recomendam-se também, estudos para Concepção de um Sistema de Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Itapocu e de um Sistema de Intervenções Estruturais para Mitigação dos Efeitos de Cheias, sendo que:

- Os estudos elaborados deverão focar na concepção de um Sistema de Previsão de Eventos Críticos na Bacia do Rio Itapocu e de um Sistema de Intervenções Estruturais para Mitigação dos Efeitos de Cheias nas unidades de planejamento da bacia. Onde poderá ser realizada a identificação de Locais Propícios para Implantação de Estruturas (Barragens de Mitigação de Cheias), além da definição em nível de anteprojeto destas estruturas.

- O estudo deve definir os locais propícios para implantação de intervenções estruturais, principalmente nas bacias dos rios Itapocu, Pirai, Jaraguá e Itapocuzinho. Neste cenário deve-se, utilizar cartas com escala de no mínimo 1:50.000, seções topo batimétricas produzidas através das campanhas de campo, resultados das modelagens e a avaliação preliminar da efetividade de cada intervenção e de possíveis interferências.

5.3.1.3 Rizicultura

Conforme o Capítulo 1 “**Cenário Tendencial de Demandas Hídricas**”, ao analisar os dados da rizicultura na bacia hidrográfica do Rio Itapocu é registrado que a área semeada com arroz irrigado atingiu seu ápice de exploração. Portanto, para a construção dos cenários tendenciais moderado e pessimista da agricultura foi adotado crescimento nulo da rizicultura.

Por outro lado, para o cenário otimista assumiu-se a hipótese de que o plantio de arroz para um horizonte de 16 anos, fosse completamente o cultivo em sequeiro, o qual visa o cultivo de arroz em condições aeróbicas do solo (em solo firme, ou também conhecido como arroz de terras altas). Deve-se considerar a alternativa do plantio de arroz sequeiro para regiões com déficit hídrico, visto que este método

chega a um consumo de água três vezes menor do que o irrigado, sem contar a evaporação no período.

Assim sendo, para os cenários alternativos, segundo Menegon (2016) propõe-se a redução da irrigação do arroz. Alguns estudos mostram a viabilidade econômica do uso do sistema de arroz de sequeiro mediante certa diminuição da disponibilidade de água para o arroz irrigado, uma vez que se faça o uso de irrigação por aspersão para complementar as chuvas, bem como a identificação de cultivares mais adaptadas que visem a redução da disponibilidade de água.

Sabe-se que o arroz de sequeiro apresenta menor produtividade do que o arroz irrigado, contudo, ao fazer uma complementação hídrica (por aspersão), a média de produtividade pode chegar a 6.000 kg/ha, sendo muito similar ao cultivo por inundação que apresenta uma média de 7.000 kg/há (CRUSCIAL *et.al*, 2012).

Neste sentido, apesar da menor produtividade há uma garantia de continuidade do abastecimento do setor e, assim, evita-se uma quebra significativa na produção que possa comprometer toda uma safra.

Já a irrigação por aspersão implica em custos com equipamentos e em consumo energético com o bombeamento da água. Em contrapartida, o valor de mercado do produto final é consideravelmente baixo. Uma solução para adequar-se a essa tecnologia seriam estudos que promovessem a rotação de culturas no período da entressafra do arroz, possibilitando a agregação de valor e o uso da terra, além de diversas vantagens sociais, ambientais e econômicas ao setor.

Ressalta-se que para ocorrer uma mudança propriamente dita no sistema de cultivo de arroz, principalmente em áreas de várzeas como ocorre na bacia hidrográfica do rio Itapocu, torna-se necessário investimento em cultivares que possuam boa tolerância a curtos períodos de estresse hídrico (deficiência de água).

Cultivares desenvolvidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas (IAC) e pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para arroz de terras altas (sequeiro) já existem, contudo para regiões do centro oeste do País, sendo assim necessário estudos para a região que a bacia atende a fim de avaliar se há uma adaptabilidade.

Outra alternativa, já utilizada no estado é a cultivar no sistema *Clearfield*, cujo principal objetivo é o manejo de plantas invasoras nas lavouras orizícolas, sendo

que nos cultivos de arroz irrigado uma das principais funções da água é o manejo destas plantas que competem por nutrientes com a cultivada.

5.3.1.3.1 Uso racional da água na irrigação

Nesta etapa sugere-se, a utilização de barragem subterrânea, sendo esta uma tecnologia de captação e armazenamento da água de chuva para produção de alimentos. Possui a função de reter a água da chuva que escoar em cima e dentro do solo, por meio de uma parede construída dentro da terra e que se eleva a uma altura de cerca de 50 cm acima da superfície, no sentido contrário à descida das águas.

A barragem subterrânea forma uma vazante artificial temporária na qual o terreno permanece úmido por um período de dois a cinco meses após a época chuvosa, permitindo a plantação mesmo em época de estiagem. Pode ser construída em leito de rio e riacho, córregos e linhas de drenagem. Sua construção é feita escavando-se uma vala no sentido transversal das descidas das águas até a rocha ou camada impermeável (BATISTA *et.al*, 2011).

O cenário alternativo em que o uso, na área de irrigação, da tecnologia de barragens subterrâneas é avaliado como uma alternativa para redução da captação de água do rio em épocas de estiagem. Principalmente em locais onde ocorre disputas no uso da água, como é o caso da Bacia do rio Pirai.

5.3.1.4 Captação de água

Na maioria dos municípios da BHRI, são necessárias obras de ampliação das ETAs para atendimento da demanda populacional. Neste sentido, as vazões retiradas dos mananciais de abastecimento são de acordo com a taxa de crescimento estabelecidas nos cenários de curto, médio e longo prazo.

Observa-se que em Jaraguá do Sul, por exemplo, está prevista a conclusão da obra da ETA Central para 2018, com capacidade de vazão para 1.000 l/s, no qual irá atender a projeção da demanda para os próximos 25 anos.

Já no município de Schroeder observou que é necessário um aumento de produção em 50% para atendimento futuro da população.

De forma geral, estes municípios projetam a retirada de água do manancial e para atender a população aumentam as estruturas civis e mecânicas.

No município de São Bento do Sul, de acordo com o Plano Municipal de Saneamento, estava prevista a construção de uma Barragem no Rio Vermelho, contudo a ampliação para mais 75 L/s, prevista para 2016, não será efetivada, em razão das limitações da capacidade do manancial. O SAMAE deverá alterar os investimentos para implantação de unidade de produção de água em outra localidade e conseqüentemente utilizando outro manancial.

A maior obra relacionada ao abastecimento público, está relacionada ao município de Joinville, referente a captação no Rio Pirai. Atualmente o Rio Pirai abastece com 450 L/s parte da população. Entretanto esta vazão já não é suficiente, sendo necessária a ampliação do sistema.

Devido a sua qualidade de água há um projeto para a nova ETA Pirai Sul, com capacidade de produção de 750 litros/segundo, vai atender no início de sua operação a uma população estimada de 152 mil habitantes. Atualmente está em processo de elaboração dos projetos e análise do licenciamento ambiental.

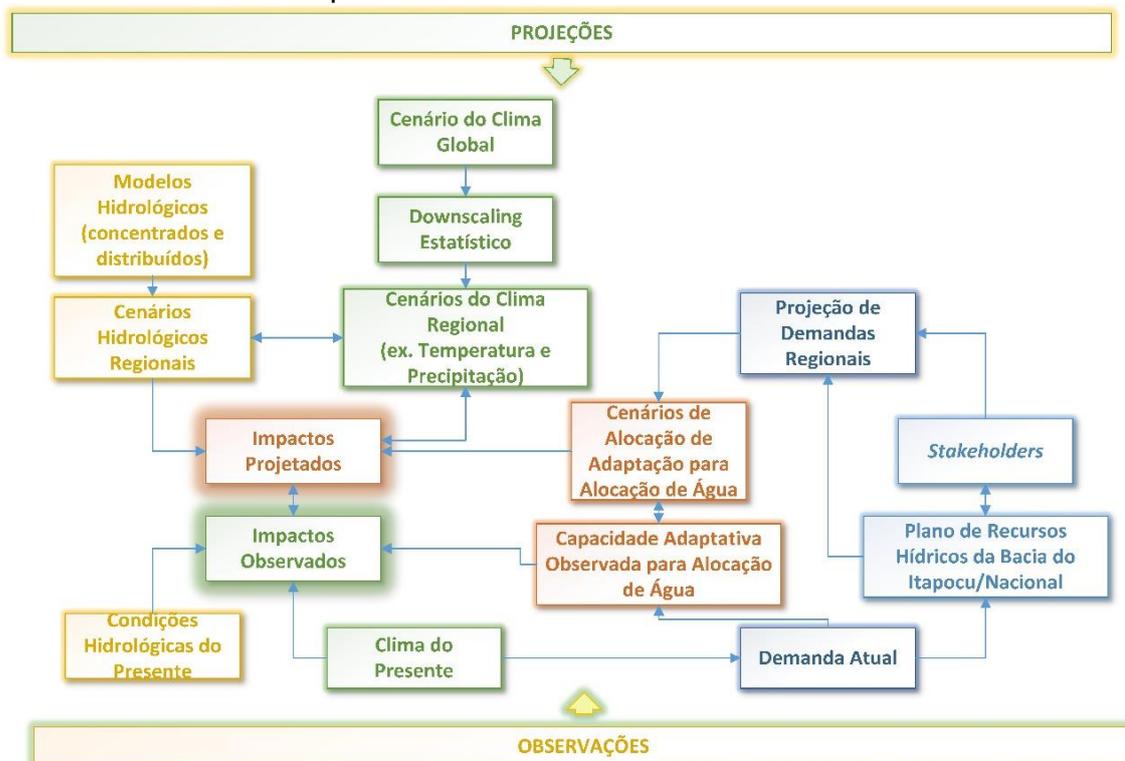
Quanto a qualidade dos mananciais, observa-se que na maioria das divulgações nos Planos de Saneamento Municipais, remete-se que a principal fonte de poluição são os esgotos sanitários. A maioria dos municípios não possuem coleta e tratamento de esgoto sanitário, o que implica em ações para a redução dos lançamentos de efluentes nos rios.

5.3.1.5 Mudanças climáticas

A primeira proposta para um cenário alternativo é um horizonte em que se considere os estudos das mudanças climáticas nas disponibilidades hídricas, aplicando um estudo completo na região.

O estudo deve retornar como produto, a identificação de possíveis necessidades de alocações de água nas unidades de planejamento da bacia do Rio Itapocu, frente os impactos das mudanças climáticas. Bem como a influência das alterações do clima nas projeções futuras de demanda hídrica. Como segue demonstrado no fluxograma da Figura 36.

Figura 36 – Fluxograma metodológicos para estudo dos impactos das mudanças climáticas na Bacia do Itapocu.



Fonte: Adaptado de Martins *et al*, 2013.

Observando o fluxograma destacado na Figura 36 acima, que é possível verificar que o Plano de recursos hídricos, apresenta subsídios com os estudos de demandas hídricas e as projeções de demanda regional, para uma análise futura em um cenário alternativo.

5.3.1.6 Geologia / Mineração

O prognóstico de uso de recursos hídricos para usos de extração mineral dentro da Bacia, apesar de consumir vazão significativa, possui fluxo fechado, ou seja, não se considera perdas significativas.

Tal proposição se justifica pela exploração mineralógica característica da bacia, ser realizada ao longo do leito dos rios, através da extração de areia.

Como consequência, recomenda-se estudos complementares a respeito do acréscimo de turbidez da água em função de materiais particulados, inerentes à natureza desta atividade.

Ainda, considerando que os principais pedidos de uso de exploração de recursos minerais na Bacia são para usos destinados à Construção Civil e/ou

Industrial, a estimativa de taxa de crescimento é realizada com base na evolução dos pedidos e/ou disponibilidade de áreas de exploração a partir da série histórica compreendida entre o período de 2010 e 2016.

Observa-se, a partir dos dados analisados, o cenário de projeção para o uso de águas para extração mineral, já se encontra no limiar de utilização, ou seja, o cenário atual, apresenta-se como o cenário máximo de uso das águas para extração mineral.

Isso se justifica em função de que as análises foram realizadas com base nos planos de extração minerais disponíveis, bem como o mapeamento destes em relação à bacia, conforme já apresentados através dos relatórios constituintes das etapas B e C deste documento. A Tabela 27 apresenta a projeção de uso de recursos hídricos para extração mineral, classificado pelos setores mais significativos.

Tabela 27 - Projeção de uso recursos hídricos para extração mineral.

Tipo de Uso	Área km ²	Vazão de Consumo (l/s)	Freq. Relativa (%)
CONSTRUÇÃO CIVIL	12,315	550,134	19,33%
ENGARRAFAMENTO	0,142	5,973	0,21%
INDUSTRIAL	11,676	433,970	15,25%
NÃO INFORMADO	55,734	1856,141	65,21%
Total Geral	79,87	2.846,218	100,00%

Fonte: Adaptado da Base de Dados DNPM, 2017.

5.1.1.7 Planejamento urbano

Por conta dos elementos acima citados, há a necessidade de desenvolver com a maior urgência, o mapeamento e gerenciamento efetivo de áreas caracterizando o seguinte microzoneamento:

- Áreas de riscos/desastre;
- Preservação ambiental;
- Unidades de conservação;
- De proteção ambiental;
- De restrição para construções; e
- Construção em acordo com as posturas do código de obras municipal, plano diretor, plano de mobilidade, plano de saneamento etc.

5.3.2 Proposição de fórmula para a implementação da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos

5.1.2.1 Critérios de cobrança

A proposição de fórmulas para a Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos, deve seguir um estudo amplificado. Porém, como não é objeto desta atividade, foram apresentadas fundamentações que atendem outros estudos, a legislação federal e estadual (Projeto de Lei nº 0292/2004), e será exposto aqui de forma sintética sugestões de critérios de Cobrança pelo Uso da Água. Destaca-se que é um processo complexo e que estes dados devem ser de base para futuros estudos.

Para tanto, destaca-se alguns critérios para a Cobrança do Uso da Água:

- Planejar a implementação do sistema;
- Análise da legislação;
- Levantar dados, os mais detalhados possíveis, sobre uso e fontes de degradação e avaliar a capacidade (disponibilidade) e qualidade do corpo hídrico da área de atuação;
 - Obras hidráulicas;
 - Vazão;
 - Identificar os principais problemas hídricos e ambientais;
 - Potencializar o cadastro dos usuários;
 - Cenários hidrológicos;
 - Derivação ou captação em um corpo de água para consumo final;
 - Extração de água de depósito natural subterrâneo para consumo final;
 - Medição de consumo;
 - Consumo efetivo;
 - Finalidade;
 - Cobrança por poluição (esgoto, resíduos líquidos e gasosos, diluição de efluentes);
 - Cobrança por externalidade (questões negativas; uso racional, dentre outros);
 - Outros usos que alterem o regime, a quantidade ou a qualidade da água;
 - Aproveitamento dos potenciais hidrelétricos;
 - Extração mineral em rio;

- Custo eficiência de controle;
- Criação de mercados de água;
- Curvas de benefício;
- Dificuldades no sistema de cobrança;
- Utilizar subsídios cruzados;
- Preços;
- Política de descontos;
- Geração de receitas;
- Estimar/simular impactos no uso (impactos sociais, ambientais e geração de receita); e
- Gestão Integrada.

Na Equação 1, é apresentado a de fórmula para a implementação da Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos:

$$VT = \underbrace{Q_A \times K_0 \times PPU}_{\text{CAPTAÇÃO}} + \underbrace{Q_A \times K_1 \times PPU}_{\text{CONSUMO}} + \underbrace{Q_A \times (1 - K_1)(1 - K_2 K_3) PPU}_{\text{DILUIÇÃO DE EFLUENTES (DBO)}} \quad (1)$$

Onde:

VT = valor total da cobrança pelo uso da água.

Q_A = vazão captada, de acordo com o volume outorgado.

K₀ = coeficiente de captação, a ser definido pelo comitê da bacia (k₀ < 1).

K₁ = coeficiente de consumo (i.e., proporção da água captada que não é retornada aos corpos hídricos), que varia de acordo com o setor de atividade.

K₂ = percentual de efluentes tratados.

K₃ = nível de eficiência na redução de DBO, que varia de acordo com os equipamentos de controle de poluição adotados pelo usuário.

PPU = preço publico unitário (R\$/m³), a ser definido pelo comitê da bacia.

O processo de cobrança deve induzir o sistema e ser composto por um usuário que deve ter o uso racional, os custos da água e recuperar e preservar os recursos hídricos bem como ter um caráter educativo e disciplinador (SANTA CATARINA, 2006).

Os valores básicos a serem cobrados pelo uso dos recursos hídricos em Santa Catarina, deverão ser propostos pelos Comitês de Bacia Hidrográfica em função dos Planos de Bacia e de suas revisões periódicas, e das parcelas dos investimentos a serem cobertos com o produto da cobrança.

A fixação desses valores, terá por base os volumes de água captado e consumido e a carga poluidora dos efluentes lançados nos corpos d'água. Os volumes de água captados, consumidos e a carga poluidora dos efluentes serão multiplicados por Preços Unitários Básicos e por coeficientes estabelecidos pelos Comitês de Bacia.

As propostas aqui apresentadas relacionam-se ao estabelecimento das formulações matemáticas a serem adotadas para cálculo dos valores a serem cobrados, tomando por base o que determina a legislação (SANTA CATARINA, 2006).

O Estado de Santa Catarina, pode e deve utilizar coeficientes multiplicadores para ajustar o seu modelo de cobrança. Este mecanismo deve funcionar como incentivo ou de restrição de um determinado uso.

O valor total a ser cobrado de um usuário que promove a captação de água, o seu consumo e devolve efluentes com determinada carga poluentes, será a soma dos valores correspondentes a cada uma dessas parcelas, o que pode ser colocado na Equação 2:

$$C = PF_{\text{CAPTAÇÃO}} \times Q_{\text{CAPTAÇÃO}} + PF_{\text{CONSUMO}} + PF_{\text{DILUIÇÃO}} \times Q_{\text{DILUIÇÃO}} \quad (2)$$

Onde:

$Q_{\text{CAPTAÇÃO}}$, Q_{CONSUMO} e $Q_{\text{DILUIÇÃO}}$: vazões, expressas em m^3/ano ;

PF : Preço Unitário Final, obtido pela multiplicação do Preço Unitário Básico (PB) pela produtória dos coeficientes multiplicadores, conforme as expressões:

$$PF_{\text{CAPTAÇÃO}} = PB_{\text{CAPTAÇÃO}} \times (X_1 \times X_2 \times X_3 \times X_4 \times X_5);$$

$$PF_{\text{CONSUMO}} = PB_{\text{CONSUMO}} \times (Y_1 \times Y_2 \times Y_3); \text{ e}$$

$$PF_{\text{DILUIÇÃO}} = PB_{\text{DILUIÇÃO}} \times (Z_1 \times Z_2 \times Z_3 \times Z_4).$$

Para atendimento do Projeto de Lei, no que diz respeito aos aspectos que devem ser considerados quando da emissão de outorgas, no Estado de Santa Catarina, os coeficientes seriam em número de 5 (cinco) na captação, extração ou derivação ($X_1 \times X_2 \times X_3 \times X_4 \times X_5$), 3 (três) no consumo efetivo de água ($Y_1 \times Y_2 \times Y_3$) e 4

(quatro) na diluição, transporte ou assimilação de efluentes de sistemas de esgotos e de outros líquidos, de qualquer natureza ($Z_1 \times Z_2 \times Z_3 \times Z_4$).

No caso da exploração mineral no leito do curso de água ou por qualquer outra atividade que venha a alterá-lo, conforme se verá adiante. A cobrança se dará pelos volumes captados, extraídos ou derivados, consumidos e pela diluição, transporte e assimilação de efluentes realizada pelo usuário, quando for aplicável, e declarado pelo usuário por ocasião do seu cadastramento ou assim definido pelo órgão gestor.

Para os usos não consuntivos, não se prevê a aplicação da cobrança, apenas a outorga pela interferência nos corpos d'água, mediante análise de estudos específicos a serem apresentados pelo usuário (SANTA CATARINA, 2006).

Os coeficientes multiplicadores podem ser então definidos:

Na utilização (captação, extração ou derivação) de água:

- X1 – classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o manancial;
- X2 – disponibilidade hídrica local;
- X3 – grau de regularização assegurado por obras hidráulicas;
- X4 – vazão captada em seu regime de variação; e
- X5 – finalidade a que se destina.

No consumo efetivo de água:

- Y1 – classe de uso preponderante em que estiver enquadrado o manancial;
- Y2 – disponibilidade hídrica local, e
- Y3 – finalidade a que se destina.

Na diluição, transporte e assimilação de efluentes de sistemas de esgoto e de outro líquidos, de qualquer natureza:

- Z1 – classe de uso em que estiver enquadrado o corpo de água receptor;
- Z2 – natureza da atividade responsável pela carga lançada.

Na exploração mineral no leito do curso de água ou por qualquer outra atividade que venha por qualquer forma a alterá-lo:

A definição desses limites é de certa forma complexa, pois depende de vários fatores, que podem variar de tipo de usuário para tipo de usuário e mesmo de usuário para usuário, em razão dos seus próprios processos produtivos, metodologias, eficiências, etc.

Quanto da Diluição de Cargas Poluentes de Qualquer Natureza, a cobrança será computada através da vazão alocada no corpo d'água, necessária para diluição da carga poluente até o nível de concentração do parâmetro de referência correspondente ao limite permitido pela classe de enquadramento do corpo receptor no ponto de lançamento.

Sugere-se que a cobrança pela carga de DBO, seja imediatamente implantada, como parâmetro de poluição referente aos efluentes que possuam cargas poluentes eminentemente de origem orgânica (tais como os esgotos domésticos, por exemplo) e, à medida que sejam implantados sistemas de monitoramento da qualidade

da água mais sofisticados, visando acompanhar o atendimento das respectivas classes de enquadramento dos corpos d'água, outros parâmetros possam ser considerados, tais como resíduos sedimentáveis e carga inorgânica, por exemplo (SANTA CATARINA, 2006).

Esse procedimento associa o lançamento de resíduos ao uso de água para as suas diluições. Para dimensioná-la deverá ser calculada, para cada parâmetro, a vazão necessária para diluir a carga de resíduos até que resulte em uma concentração igual à limite na classe qualitativa em que o trecho de rio for enquadrado. Para isto deve ser usada na Equação 3:

$$\frac{K_{\text{eff},p}}{(Q_{\text{eff}} + Q_{\text{dil},p})} = C_{\text{lim},p} \quad \therefore \quad Q_{\text{dil},p} = \frac{K_{\text{eff},p} - C_{\text{lim},p} * Q_{\text{eff}}}{C_{\text{lim},p}} \quad (3)$$

Nos levando a considerar que para cada critério definido na Equação 3 acima, deverá ser proposta uma modelagem para melhor interpretar e compreender

os dados.

5.1.2.2 Detalhes da elaboração de um modelo de sistematização da cobrança

A cobrança é dependente das informações cadastrais e de outorga do conjunto de usuários e, evidentemente, das metodologias, critérios e valores propostos pelos Comitês de Bacia e aprovados no Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH).

Deve deter também as informações dos dados técnicos para calcular o valor financeiro final em função dos critérios e valores propostos pelos diferentes Comitês de Bacia e aprovados pelo Conselho Estadual de Recursos Humanos – CERH (Grifo nosso).

Tais dados técnicos são nada mais do que, para cada bacia hidrográfica e para cada setor usuário, os volumes anuais de captação, os volumes anuais de lançamentos e respectivos coeficientes. Sobre os dados técnicos aplicam-se os valores (preços únicos) estabelecidos, de forma a compor o total anual da cobrança.

Portanto, no âmbito operacional, é necessário um sistema digital que realize as operações necessárias para receber as informações de cadastro e outorga, processá-las em conformidade com as regras estabelecidas para cada tipo de uso em cada bacia e realizar as operações de arrecadação e controle dos valores lançados e recebidos, com a emissão de relatórios e controle de inadimplência (SANTA CATARINA, 2006).

Normalmente, a cobrança é o último instrumento de gestão que é implantado em uma bacia hidrográfica, a menos de entendimentos e decisões do Comitê de Bacia quando do processo de regularização de usos.

A operacionalização da cobrança sem o instrumento da outorga e, principalmente, sem uma análise técnica, crítica, de valores referentes ao uso de recursos hídricos informados pelos usuários em cadastramentos expedidos, resulta em grandes dificuldades operacionais para o processo de cobrança.

Para avaliação dos apontamentos, critérios e a(s) fórmula(s), há de fazer um estudo avançado e simulações para se ter clareza no apoio a tomada de decisão, no âmbito do Comitê de Bacia, conforme suas especificidades e necessidades de gestão dos recursos hídricos.

Entretanto, há evidências de que os cenários alternativos apontam para situações e níveis de criticidade bastante complexos e preocupantes. Assim sendo, há de se converter em ações efetivas.

CAPÍTULO 6- SELEÇÃO DE ALTERNATIVAS DE INTERVENÇÕES PARA COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS DE ACORDO COM OS CENÁRIOS ALTERNATIVOS

A água como recurso estratégico, fator de produção e, acima de tudo, um serviço ecossistêmico tem em seu uso o interesse coletivo. De acordo com Lanna & Dorfman (1993) quando a demanda da água é pequena e a oferta grande não ocorre conflitos de uso, todavia do contrário problema qualitativos e quantitativos de uso da água são gerados.

Assim, a gestão integrada dos recursos hídricos pode ser analisada considerando-se cinco funções gerenciais: usos setoriais, coordenação intersetorial, intervenções espaciais, outorga da oferta quantitativa e da oferta qualitativa (questões ambientais).

Uma vez que a avaliação da disponibilidade e a demanda são bases que definem os cenários, sejam pontuais e/ou objeto de políticas públicas. Por isso, torna-se necessário que a gestão adequada dos recursos hídricos, vise fundamentalmente propiciar a utilização racional das águas disponíveis, bem como reduzir os conflitos advindos do seu uso múltiplo e subsidiar o planejamento de políticas públicas.

6.1 OBJETIVOS

6.1.1 Gerais

Realizar a seleção das alternativas de intervenção, promovendo a compatibilização quali-quantitativa entre demandas e disponibilidades hídricas, de forma a alcançar os cenários estabelecidos.

6.1.2 Específicos

- Analisar as demandas hídricas da bacia;
- Selecionar as alternativas de intervenção;
- Definir os cenários pré estabelecidos;
- Simular e estruturar os cenários da demanda hídrica para a bacia; e
- Descrever os cenários.

6.2 METODOLOGIA

A metodologia contemplou pesquisas e análises que permitiram estabelecer um juízo prévio a respeito dos efeitos indiretos favoráveis e desfavoráveis das intervenções no meio ambiente e no meio social.

Logo após selecionou-se alternativas de intervenção, por meio dos cenários pré-estabelecidos e ao final obteve-se os resultados quanto a simulação e estruturação dos cenários da demanda hídrica para a Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu por meio do SADPLAN.

6.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

6.3.1 Descrição dos Cenários Propostos

Foram admitidos três cenários para a verificação das ações que devem ser executadas na BHRI, a fim de promover a compatibilização das demandas com a disponibilidade, sendo estes os cenários Pessimistas, Moderado e Otimista.

Para os usos dos recursos hídricos na BHRI admitiu-se que há mudanças condizentes com o crescimento do PIB para os setores de criação animal e de indústria, por exemplo. Além disto, para o cenário otimista adotou-se ações de redução no uso da água em função da adoção do arroz sequeiro e a instituição do programa de redução de perdas no abastecimento público.

Destacando que todos os mapas das imagens apresentadas a seguir, encontram-se no Apêndice D.

6.3.1.1 *Cenário Pessimista*

O cenário pessimista, possui a característica de não haver mudanças com relação a realidade de consumo vivenciada atualmente na BHRI, neste sentido só foram atribuídas taxas de crescimento para os setores de abastecimento público, considerando o crescimento populacional sem redução de perdas, da indústria e da criação animal.

Em se tratando de consumo para abastecimento humano, verifica-se o descaso com as perdas relativas à água captada na bacia. A Tabela 28, apresenta o consumo per capita por município e o percentual de perdas relativo.

Tabela 28 -Consumo per capita e perdas no SAA nos municípios da BHRI

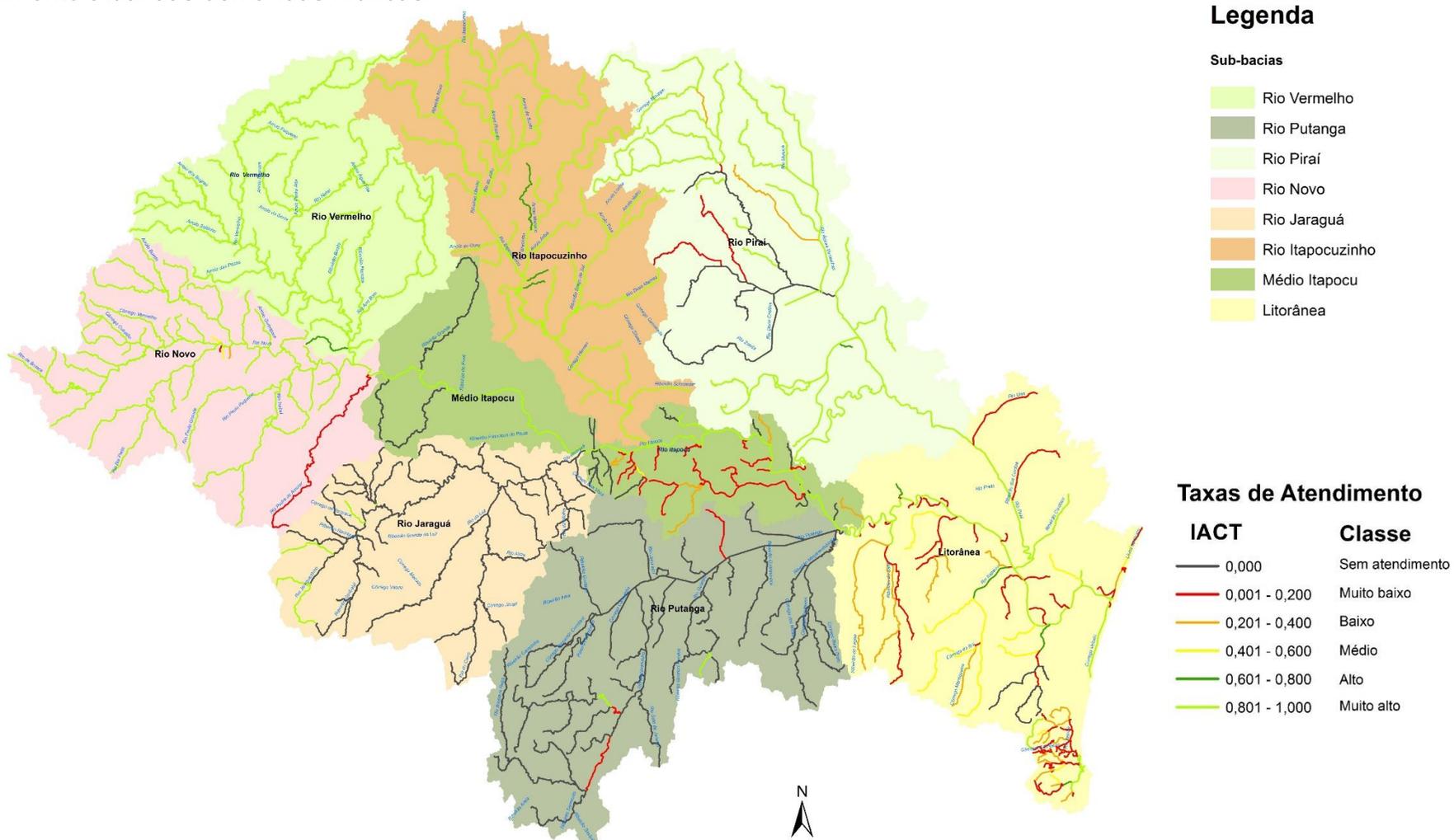
Município	Consumo per capita L/hab. Dia	Perdas %
Araquari	183,52	36,75%
Barra Velha	210,83	31,24%
Blumenau	209,74	27,49%
Campo Alegre	105,18	9,36%
Corupá	211,14	48,00%
Guaramirim	293,13	59,44%
Jaraguá do Sul	245,43	40,62%
Joinville	322,78	49,21%
Massaranduba	213,99	50,12%
São Bento do Sul	215,63	41,81%
São João do Itaperiú	108,65	16,28%
Schroeder	270,81	59,11%

Fonte: SNIS 2015.

De acordo com a Tabela 28 (acima), tem-se que alguns municípios possuem percentuais de perdas significativos, como por exemplo, o município de Guaramirim que de toda a sua água captada, cerca de 60,0% é jogada fora.

Observa-se que a bacia apresenta um *stress* hídrico em toda a sua extensão ao longo dos anos avaliados, ou seja, a vazão de referência Q90 utilizada para esta verificação aponta um grande déficit de disponibilidade conforme observado na Figura 37.

Figura 37 - Atendimento atual das demandas hídricas.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Verifica-se que as sub - bacias do Rio Putanga, Rio Jaraguá e do Rio Piraí, atualmente, já sofrem com escassez hídrica. Essa situação prevalece até o final dos períodos estudados, o que aumenta a necessidade de validar ações de redução de consumo de água para atendimento das populações futuras, além de apresentar os índices IACT, onde a classe sem atendimento é predominante nas UP do Médio Itapocu, Rio Jaraguá, Rio Putanga e Piraí.

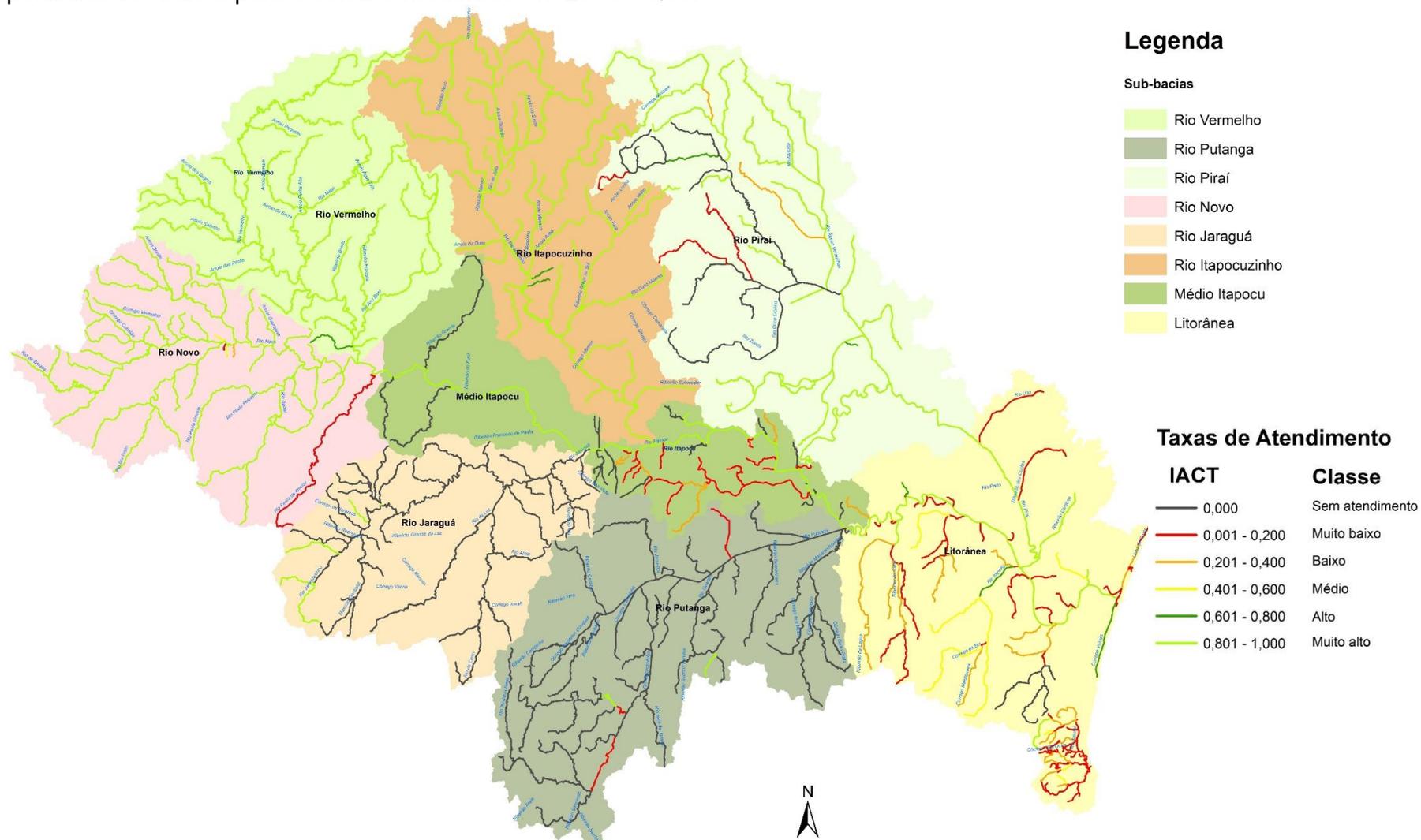
6.3.1.2 Cenário Moderado

Neste cenário, foram consideradas as atuações na conservação da água, porém de forma moderada. Este é um cenário, onde pretendesse reduzir as perdas no sistema de Abastecimento de Água para 30,0% do que é captado.

Esta redução será gradativa ao longo do período, assim, para o ano de 2034 as concessionárias chegariam a esse patamar de perdas no sistema de abastecimento.

Essa intervenção para o período final da simulação, em 2034, pode ser observada, na Figura 38.

Figura 38 - Disponibilidade Hídrica para o cenário moderado em 2034 - Q90.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

A Figura 38, mostra que, apesar de instituir um programa de redução de perdas moderado, as Sub Bacias do Rio Putanga, Rio Jaraguá e do Rio Piraí, continuam sofrendo com a escassez hídrica para o final dos períodos analisados. Essas bacias devem partir para uma ação mais abrangente e significativa, caso contrário ainda não haverá disponibilidade hídrica para estas regiões.

6.3.1.3 Cenário Otimista

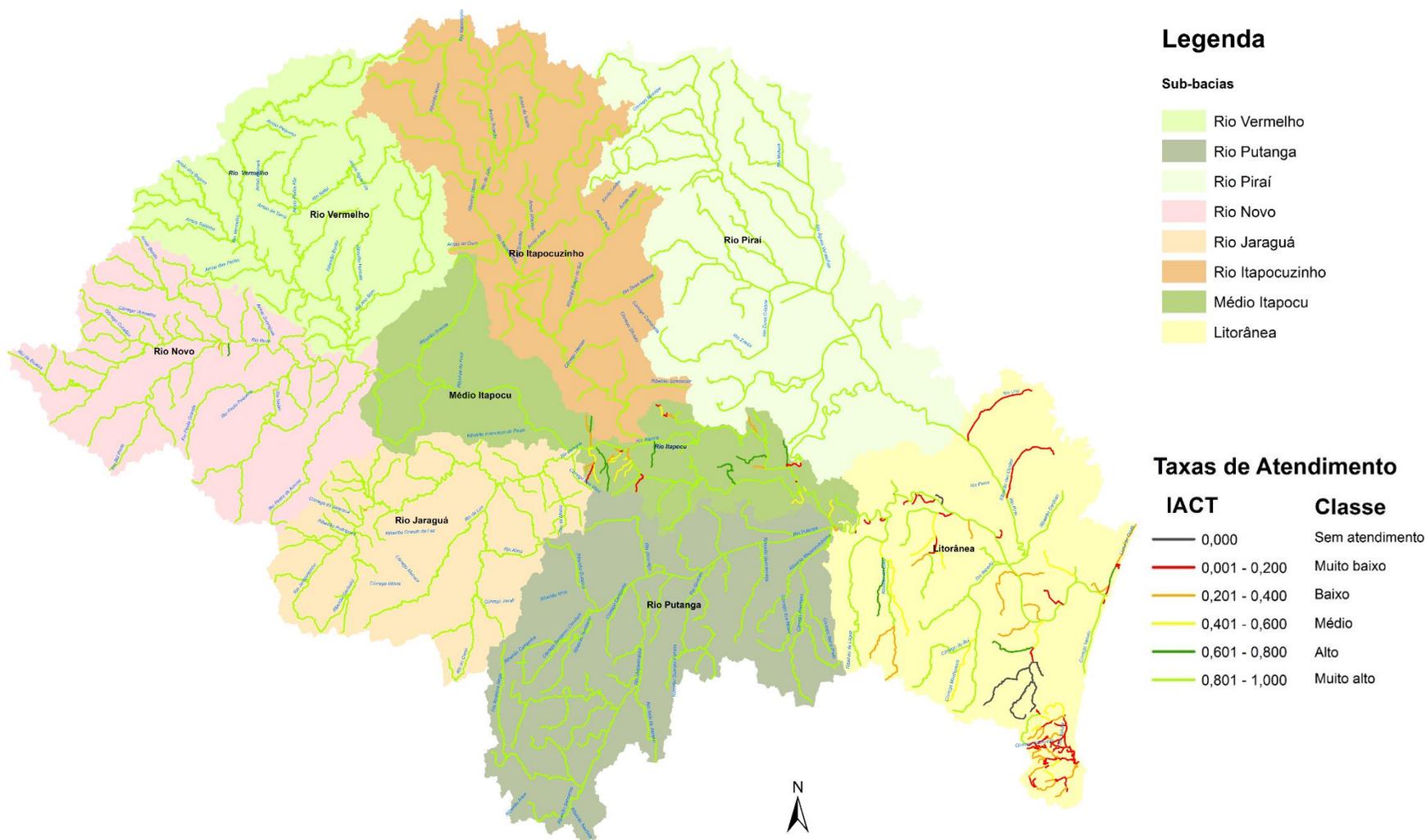
Para o Cenário Otimista, pretende-se atingir um percentual de perda de 25,0% da água captada. São ações que podem ser facilmente implantadas, porém necessita de um investimento por parte dos setores de gestão.

Muitas ações podem ser realizadas de imediato, tais como: a troca dos hidrômetros antigos, instalações de hidrômetros nas ligações que não há controle de pressão na rede para a redução de vazamentos e controle dos extravasores dos reservatórios.

Neste sentido, municípios como Guaramirim reduziram a sua perda de 60,0% à 25,0%, que são valores adequados, porém ainda não ideais. Contudo no Brasil, chegar a um patamar de 25,0% de perdas é bem significativo.

A Figura 39 apresenta a situação em 2034, considerando uma redução de perdas em até 25,0%.

Figura 39 - Disponibilidade Hídrica para o cenário otimista em 2034 - Q90.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Observa-se que para um cenário futuro, a redução das perdas em até 25,0% é significativa para o atendimento seguro da população, considerada extremamente importante.

Apenas a UP Litorânea, apresenta o IACT sem atendimento, nas demais se verifica a melhoria na disponibilidade hídrica para atendimento das demandas futuras da população.

CAPÍTULO 7- ESTIMATIVA DA CARGA POLUIDORA POR CENÁRIO

O aumento das atividades humanas com o passar dos anos ampliou, consequentemente, o lançamento de cargas poluidoras nos recursos hídricos. Estas fontes de poluição na bacia hidrográfica, podem ser definidas como pontuais (lançamento em locais específicos) ou difusas (lançamento que não possui um ponto específico).

De acordo com os levantamentos realizados na Etapa C deste plano, apenas o município de Jaraguá do Sul possui, em sua maioria, lançamentos pontuais de esgoto tratado nos mananciais da BHRI.

Os demais municípios possuem baixa ou nenhuma cobertura de saneamento. Sendo assim o lançamento de esgoto na rede urbana é considerado difuso e corresponde a 80% da vazão captada.

Este capítulo apresenta as estimativas da carga poluidora por cenário da bacia em estudo, sendo que para calcular estas estimativas de cargas poluidoras que poderão afetar os recursos hídricos da bacia, utilizou-se o SADPLAN.

Destacando que os lançamentos calculados pelo SADPLAN de forma complementar, são pontuais os provenientes da agricultura e da criação animal e são difusos aqueles advindos do abastecimento público.

7.1 OBJETIVOS

7.1.1 Gerais

Estimar as cargas poluidoras que podem vir a afetar os recursos hídricos da bacia em estudo e com base nisso prospectar e estimar os cenários alternativos obtidos por meio de projeções das demandas hídricas previstas para os diferentes usos.

7.1.2 Específicos

- Analisar e estimar as cargas poluidoras;
- Prospectar os cenários alternativos;
- Projetar as demandas hídricas para cada uso; e
- Descrever os cenários alternativos.

7.2 METODOLOGIA

Nas simulações no SADPLAN, para as fontes pontuais de poluição, foram utilizados dados provenientes do Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH). Tais dados são obtidos das declarações de uso de recursos hídricos onde constam as informações sobre os lançamentos de efluentes. Os setores usuários de recursos hídricos que se destacam no lançamento de efluentes são esgotamento sanitário, criação animal, irrigação, aquicultura, indústria e mineração.

Caso a vazão de lançamento não conste em uma declaração de uso de recursos hídricos que utilize fontes superficiais, o SADPLAN pode calcular um valor corresponde de acordo com as seguintes taxas:

- Abastecimento público/Esgoto: Taxa de retorno de 80% da água captada para abastecimento público do município;
- Criação Animal-Suínos: Taxa de retorno de 95% para efluentes calculados na base de 10,0 L/cab.dia;
- Criação Animal-Bovino de Leite: Taxa de retorno de 95% para efluentes calculados na base de 54,44 L/cab.dia;
- Criação Animal-Aves: Taxa de retorno de 95% para efluentes calculados na base de 0,36 L/cab.dia; e
- Agricultura-Rizicultura: Taxa de Retorno de 20% da água captada para irrigação de arroz.

7.2.1 Parâmetros de Qualidade da Água

Para a avaliação das condições de qualidade dos mananciais da bacia, utilizou-se como parâmetro de referência o lançamento em concentração de DBO (Demanda Bioquímica de Oxigênio), em mg/L.

O esgoto doméstico bruto apresenta em média a concentração de 300 mg/L de DBO₅, e de 60 mg/L de DBO₅ para o esgoto sanitário que passou por uma estação de tratamento.

Na falta de dados sobre a concentração de DBO₅ nas declarações de usos industriais do CEURH, determinou-se que os efluentes desta atividade econômica terão características similares às de esgoto doméstico para lançamento na rede coletora de esgoto, conforme determina a IN 05 da FATMA, sendo o seguinte:

“Anexo 3, item 3.2: Caracterizar qualitativamente os efluentes a serem tratados na futura ETE, apontando suas principais características físicas, químicas e bacteriológicas. No caso de recebimento de efluentes industriais, estes deverão ser tratados previamente de forma a atender a legislação vigente. Apontar a origem do efluente, o tipo de tratamento prévio a que será submetido e as características do efluente industrial.”

Ainda, deve ser obedecida a Resolução CONAMA 430/2011 que dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes em corpos hídricos.

Para as declarações de criação animal sem a informação da concentração de DBO₅ nos dejetos dos animais adotou-se uma concentração média de 201,10 mg/L para o efluente bruto e de 60 mg/L para o efluente tratado.

Da mesma forma, para os lançamentos provenientes da irrigação de arroz sem a informação de DBO₅ advinda do CEURH, adotou-se uma concentração média de 120 mg/L. E, finalmente, para as declarações de aquicultura nesta mesma situação, assumiu-se uma concentração de DBO₅ de 5 mg/L para o efluente bruto e de 0,90 para o efluente tratado.

7.2.2 Cenários Avaliados

Para uma avaliação qualitativa dos mananciais superficiais da BHRI, foi verificada duas situações distintas:

Cenário Pessimista: onde as vazões de retorno à bacia são correspondentes a 80 % do volume destinado ao abastecimento público e não há tratamento dos efluentes, exceto no município de Jaraguá do Sul. Sendo assim a carga poluidora é de 300 mg/L para o esgoto *in natura* e de 60 mg/L para o esgoto tratado; e

Cenário Otimista: no qual as vazões de retorno a bacia são correspondentes a 80% do volume destinado ao abastecimento público, porem há a redução de perdas no abastecimento. Quanto ao tratamento de esgoto sanitário esse vai ser gradual e assim foram reduzidas as cargas poluidoras nos anos dos cenários avaliados, sendo da seguinte forma: para 2022 concentração DBO de 240 mg/L, para 2026 concentração DBO de 180 mg/L, para 2030 concentração DBO de 120 mg/L e para 2034 concentração DBO de 60 mg/L.

7.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

7.3.1 Resultado dos Cenários Avaliados

Os cenários foram gerados para as vazões de referência Q98% e Q90%. Em se tratando de abastecimento público, utiliza-se a vazão Q90%, conforme descrito nos relatórios anteriores, sendo assim os cenários avaliados tomam como base esta vazão disponível.

7.3.3.1 Cenário Pessimista

De acordo com as simulações realizadas no *software* SADPLAN, obteve-se os seguintes resultados apresentados na Tabela 29.

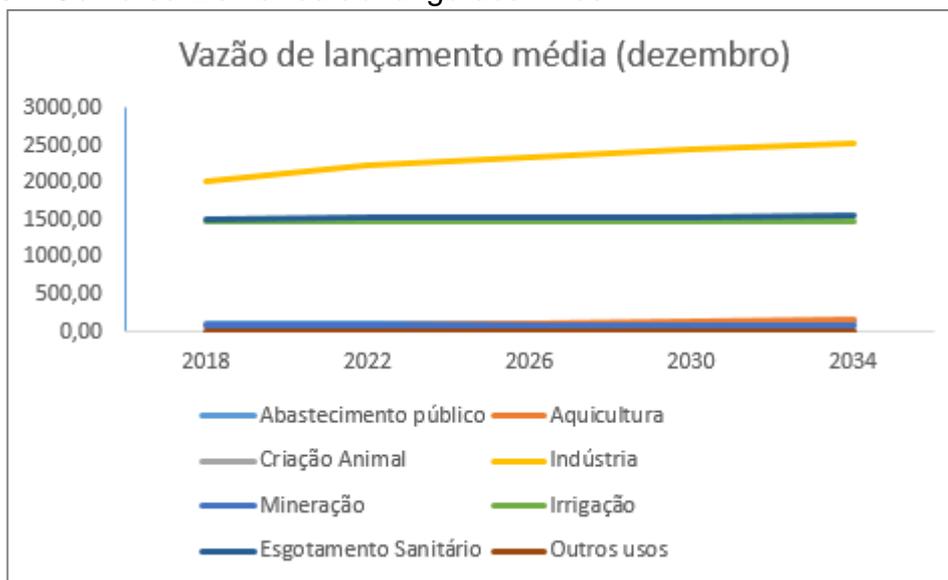
Tabela 29- Vazão de Lançamento por setor usuário – Cenário Pessimista.

Vazão de Lançamento (L/s) por setor usuário								
Ano	Abastecimento público	Aquicultura	Criação Animal	Indústria	Mineração	Irrigação	Esgotamento Sanitário	Outros usos
2018	102,62	73,88	0,77	2021,30	83,75	1479,86	1509,34	1,28
2022	108,93	93,46	0,82	2228,48	83,75	1479,87	1522,29	1,28
2026	115,21	113,47	0,84	2347,83	83,75	1479,05	1534,15	1,28
2030	121,27	137,77	0,85	2449,75	83,75	1479,06	1544,66	1,28
2034	126,82	167,26	0,88	2538,79	83,75	1479,06	1552,50	1,28

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Nesse sentido, obtém-se o seguinte gráfico da curva de demanda ao longo dos anos, conforme Figura 40.

Figura 40 – Curva da Demanda ao longo dos Anos.



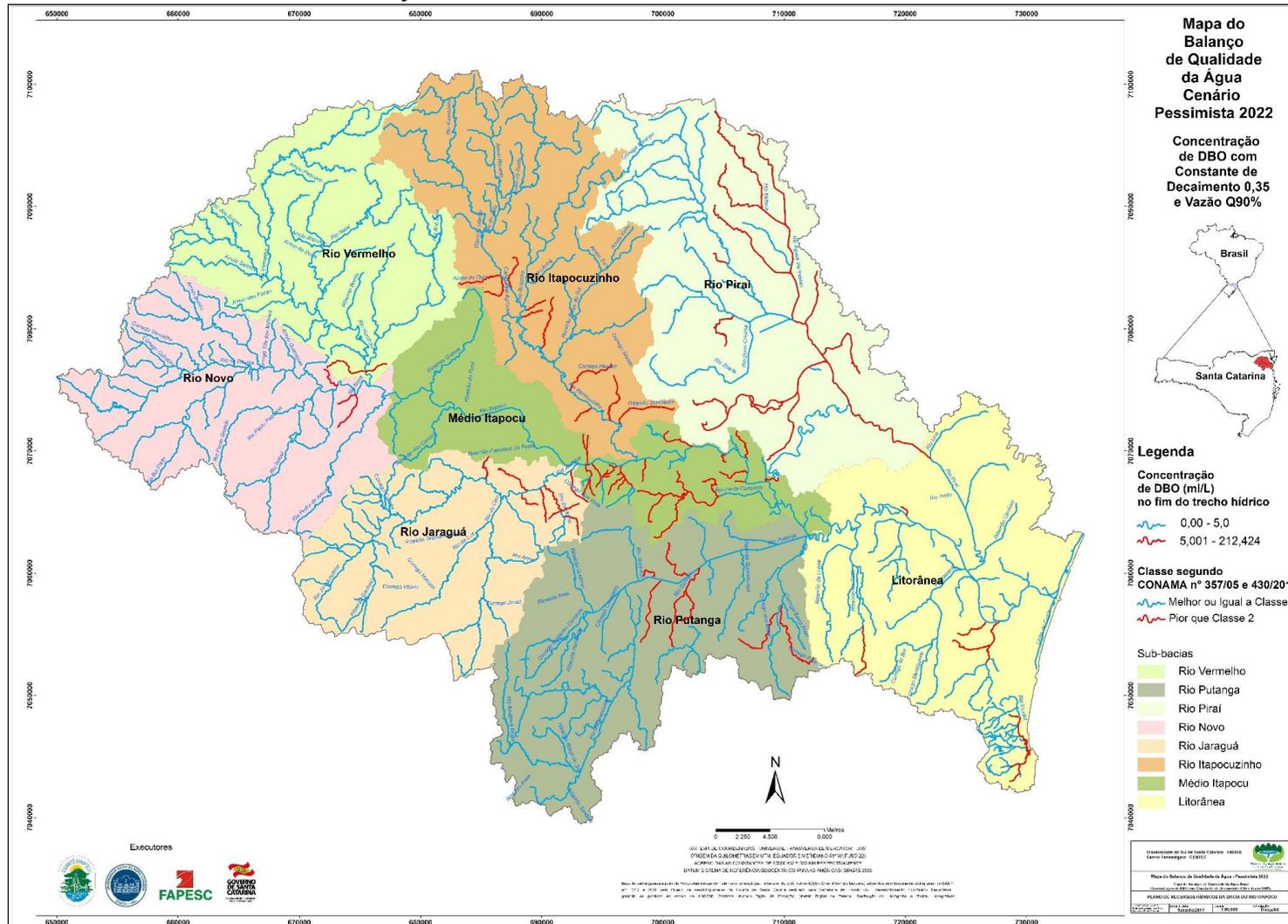
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

O abastecimento público contribui com a poluição dos recursos devido a uma vazão de limpeza das estações de tratamento de água (ETA). Para os demais usos temos como mais significativos a indústria, a irrigação e o esgotamento sanitário.

Destes, o impacto mais significativo é o do esgotamento sanitário que atualmente é despejado nos recursos hídricos.

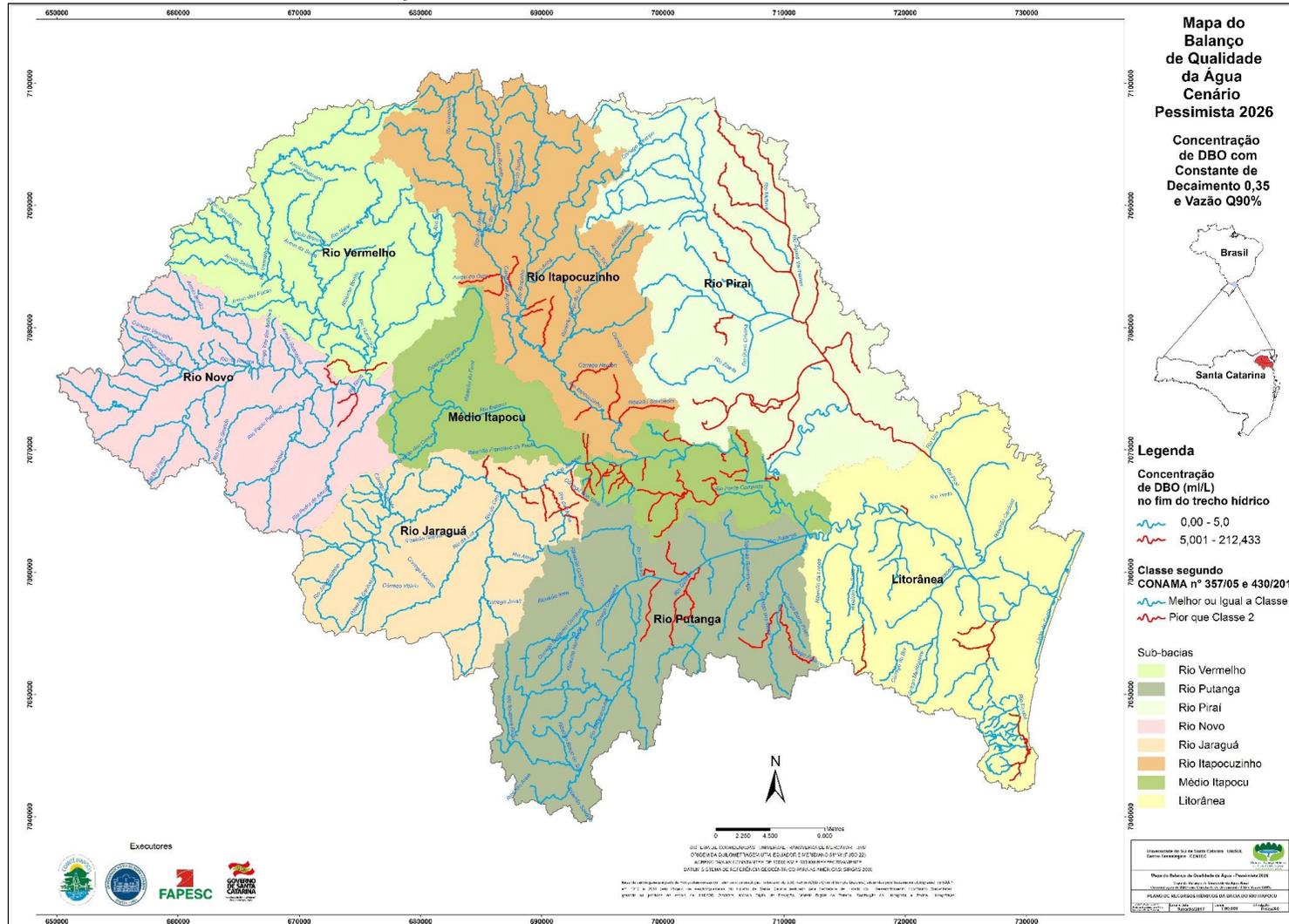
Observa-se que para uma vazão de referência Q90%, apenas as UP Rio Novo, Rio Vermelho e nascentes Rio Itapocuzinho ainda possuem diluição de DBO em seus trechos. As demais já possuem pouca/nula capacidade de assimilar estas cargas poluidoras (Figura 41 a Figura 43).

Figura 41 – Cenário Pessimista 2022 de diluição de DBO



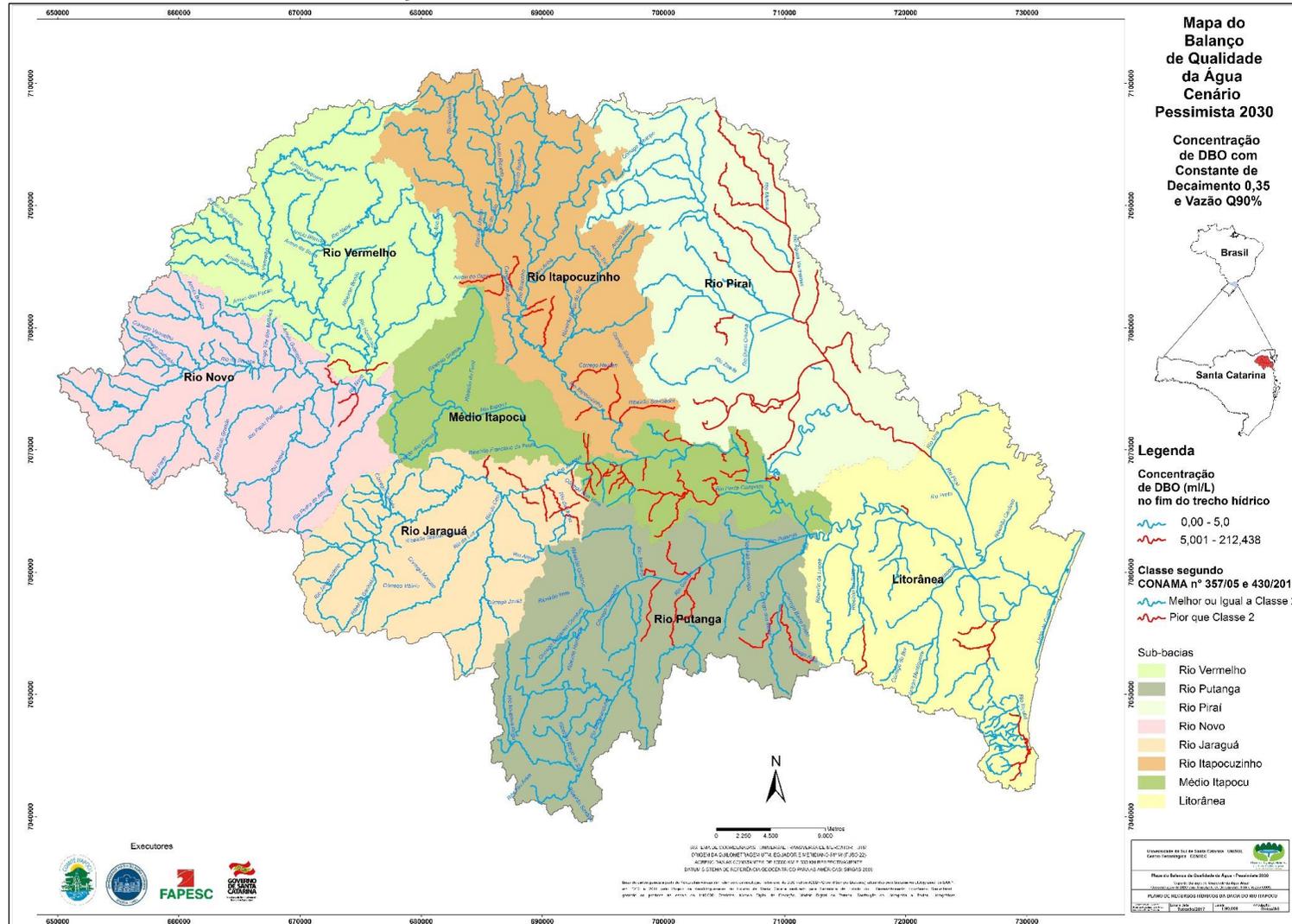
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 42 – Cenário Pessimista 2026 de diluição de DBO.



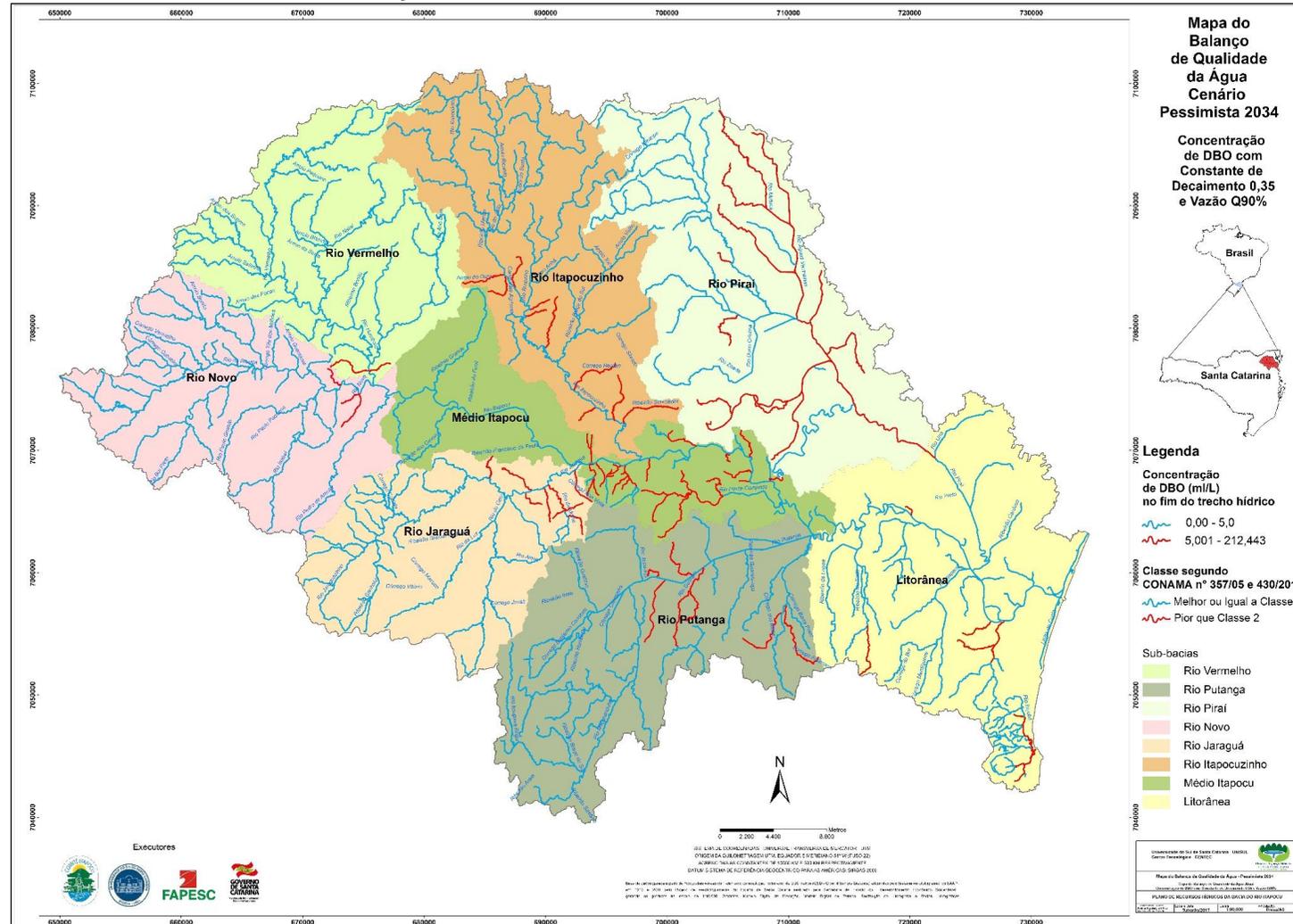
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 43 – Cenário Pessimista 2030 de diluição de DBO



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 44 – Cenário Pessimista 2034 de diluição de DBO



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

7.3.3.2 Cenário Otimista

Neste cenário utilizou-se como parâmetro a redução das perdas e ainda a redução gradativa do lançamento de esgoto sem tratamento. Podendo-se observar que há uma melhora na assimilação das cargas poluidoras devido a redução da concentração do poluente (Tabela 30).

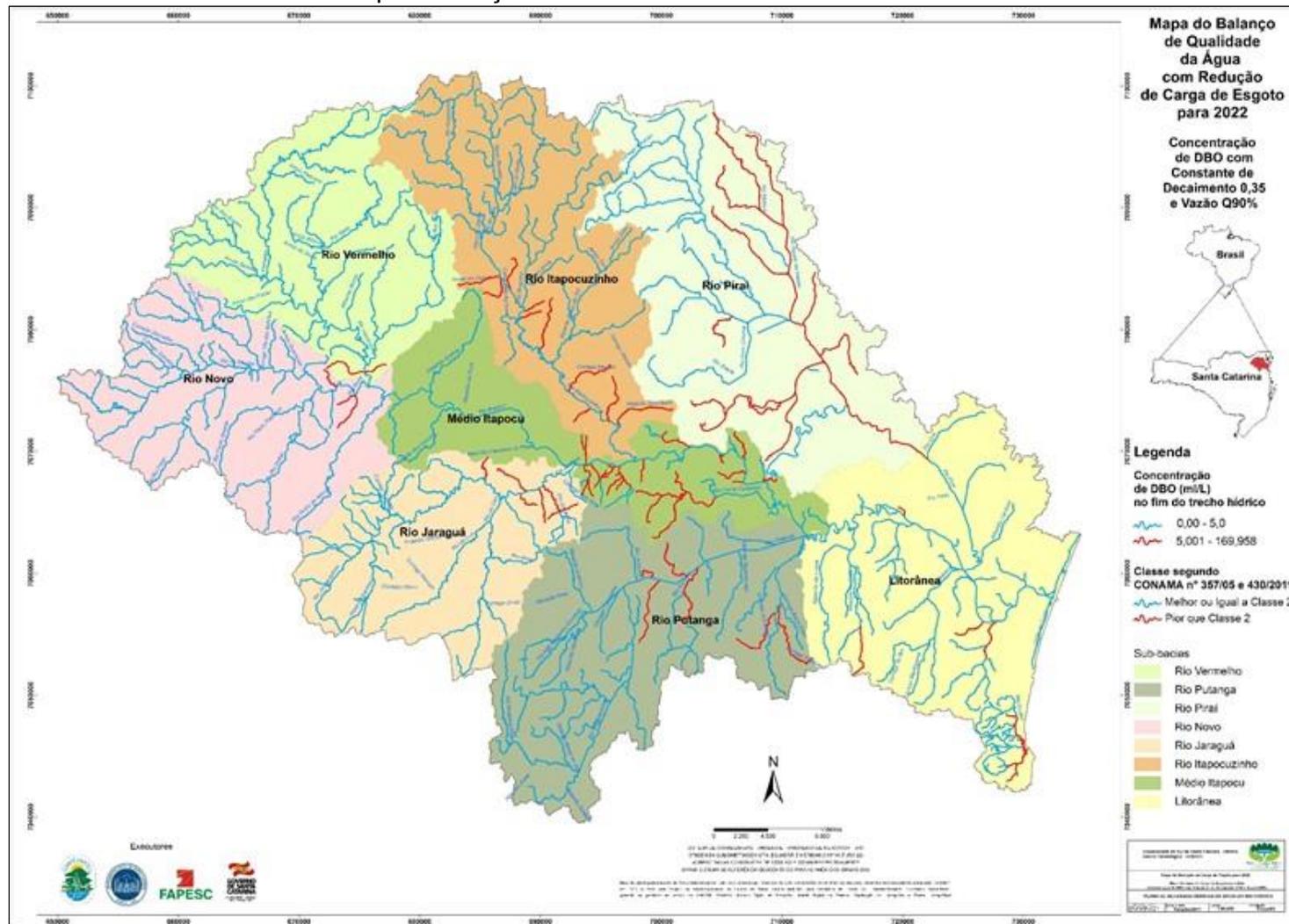
Tabela 30- Vazão de Lançamento por setor usuário – Cenário Otimista.

Vazão de Lançamento (L/s) por setor usuário								
Ano	Abastecimento público	Aquicultura	Criação Animal	Indústria	Mineração	Irrigação	Esgotamento Sanitário	Outros usos
2018	102,62	73,88	0,77	2021,30	83,75	1479,86	1509,34	1,28
2022	79,77	93,46	0,82	2228,48	83,75	1479,87	1471,31	1,28
2026	69,27	113,47	0,84	2347,83	83,75	1479,05	1448,81	1,28
2030	63,77	137,77	0,85	2449,75	83,75	1479,06	1437,48	1,28
2034	58,28	167,26	0,88	2538,79	83,75	1479,06	1426,13	1,28

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

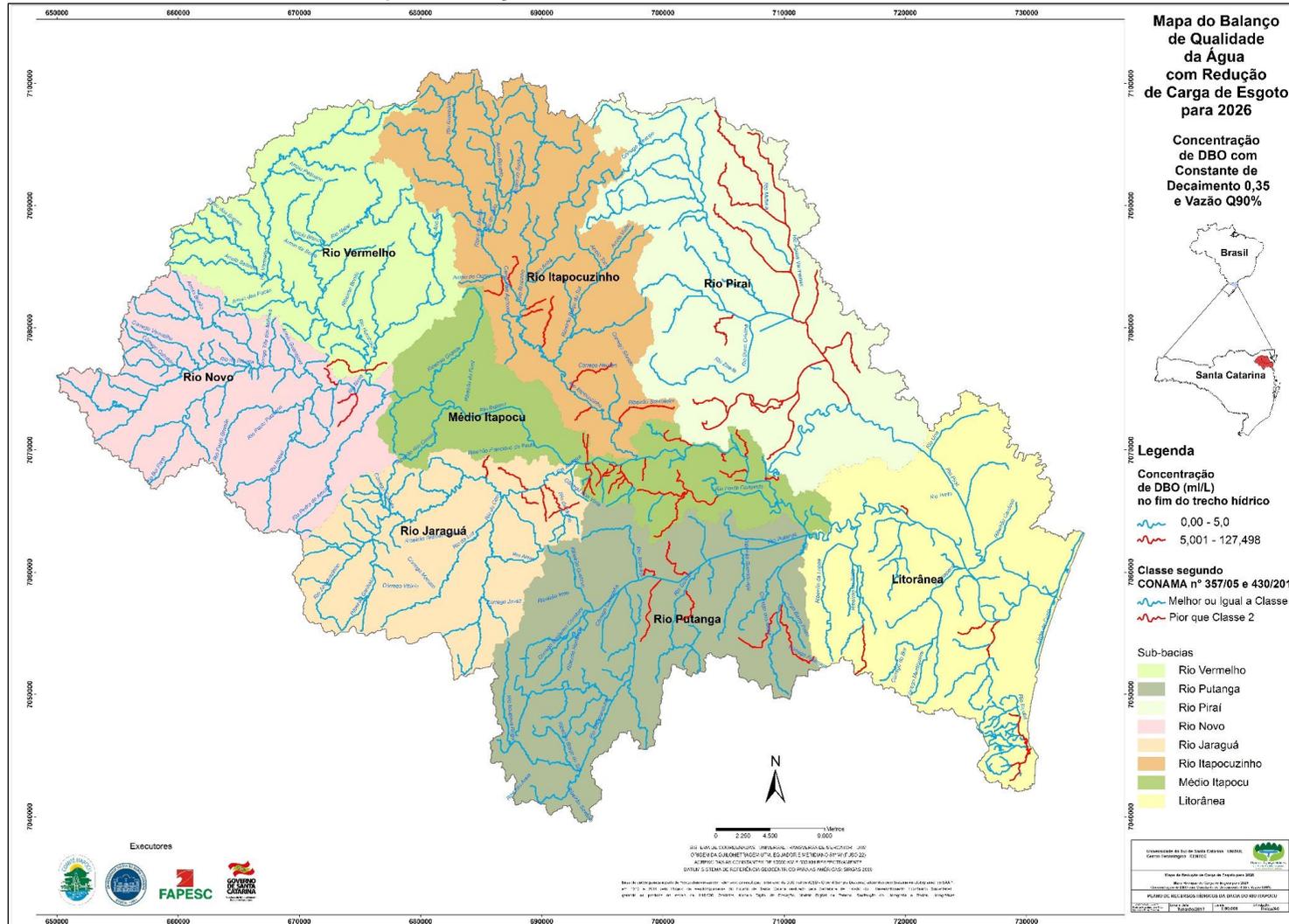
As Figura 45 a Figura 48, apresentam a evolução da melhoria da BHRI, para os mesmos períodos simulados no cenário pessimista.

Figura 45 - Cenário Otimista 2022 – Q90% para diluição de DBO.



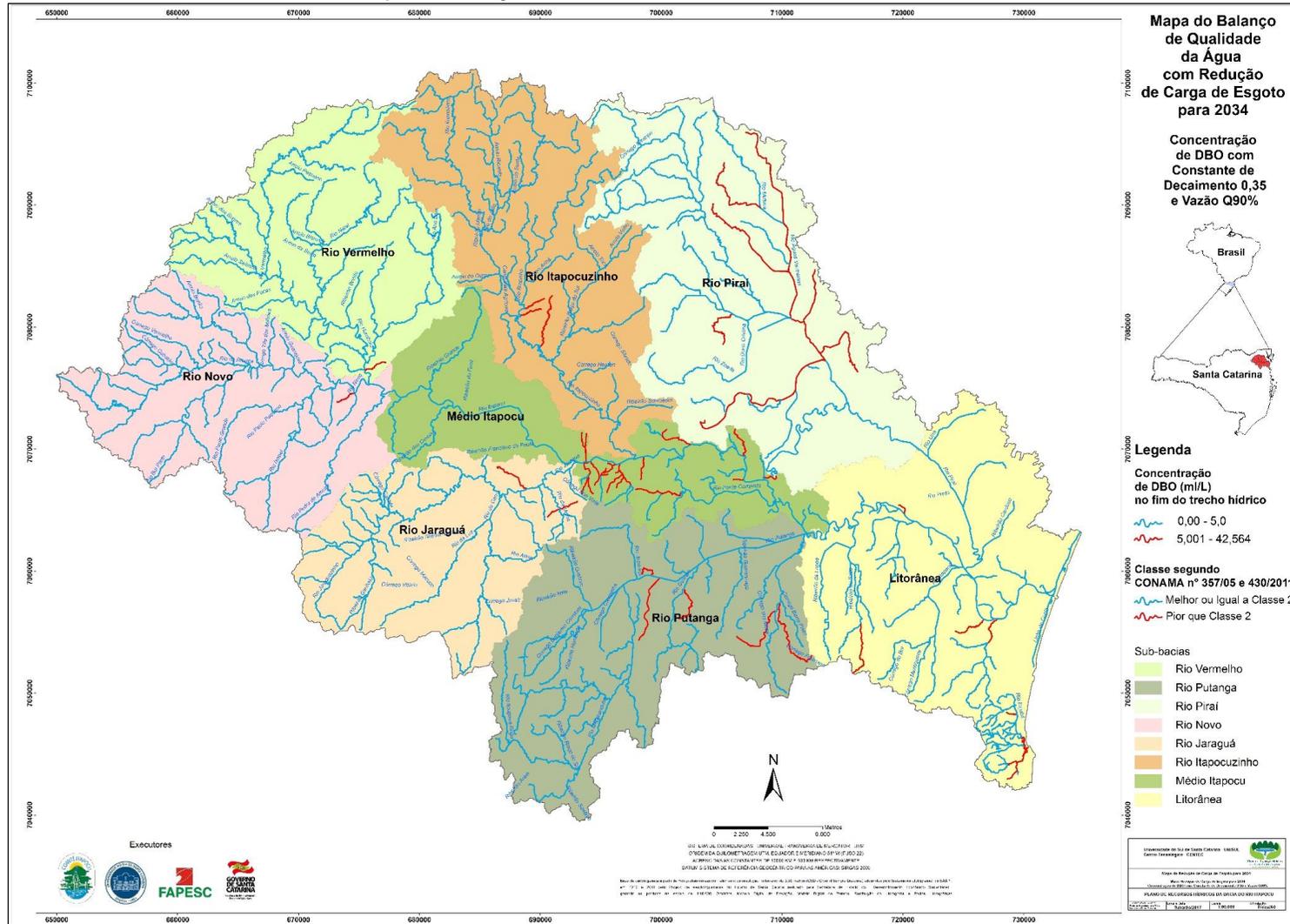
Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 46 – Cenário Otimista 2026 – Q90% para diluição de DBO.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 48 – Cenário Otimista 2034 – Q90% para diluição de DBO.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Verifica-se que nem toda a bacia conseguiu realizar uma diluição de poluente por completo. Assim, necessita-se de outras ações para redução desta carga poluidora principalmente nas UPs Rio Putanga, Médio Itapocu, Pirai e Litorânea, que são as sub bacias que recebem a contribuição dos poluentes a montante de toda BHRI.

Destacando que todos os mapas produzidos neste capítulo encontram-se no Apêndice E.

CAPÍTULO 8- DEFINIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS PARA REDUÇÃO DA CARGA POLUIDORA E DE CONTROLE QUANTITATIVO DAS DEMANDAS

Analisar os múltiplos aspectos da água enquanto recurso socioambiental é a base para resolução do problema central do gerenciamento dos recursos hídricos, especialmente das águas urbanas.

Uma das formas de resolver tais problemas, é propor medidas mitigadoras com o intuito de reduzir a carga poluidora dos recursos hídricos e assegurar a utilização prioritária da água para fins sanitários (abastecimento de água potável, coleta, evacuação e tratamento das águas residuárias) sem comprometer outros usos econômicos e sociais deste recurso.

Para tal, este capítulo irá apresentar, um elenco de possíveis medidas mitigadoras para cada tipo de poluente e, quando possível, também para cada tipo de demanda hídrica, com estimativas preliminares de custos de implantação, operação e manutenção, quando aplicáveis.

8.1 OBJETIVOS

8.1.1 Gerais

Identificar e analisar possíveis medidas, estruturais (obras) e/ou não estruturais (regulamentos) que possam ser adotadas para a redução da carga de resíduos lançada nos recursos hídricos, bem como na redução da demanda de água pelos diferentes setores.

8.1.2 Específicos

- Analisar e Identificar as possíveis medidas mitigadoras;
- Sugerir estratégias que possam diminuir tais medidas;
- Sugerir Soluções para os problemas apresentados na bacia; e
- Propor a redução da demanda de água na bacia para os diferentes setores.

8.2 METODOLOGIA

Para a realização do estudo e proposta das medidas mitigadoras para os recursos hídricos da bacia, realizou-se pesquisas bibliográficas para que se tivesse um melhor embasamento ao estudo.

Além desses levantamentos, utilizou-se os dados coletados e apresentados nas Etapas B e C deste plano e ao final definiu-se as medidas mitigadoras para cada setor.

8.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

8.3.1 Agricultura e Irrigação

Conforme salientado na etapa C, o uso da água para irrigação na bacia hidrográfica do rio Itapocu está basicamente associado a agricultura, especialmente ao cultivo do arroz. É importante destacar que arroz é um dos alimentos mais importantes para a nutrição humana, sendo base alimentar de mais de três bilhões de pessoas no mundo (SOSBAI, 2016).

Para a bacia hidrográfica do rio Itapocu, registrou-se baixo volume de demanda para a irrigação de outras culturas (banana, pupunha, hortaliças e frutíferas).

Ressalta-se que menos de $\frac{1}{4}$, tanto em área quanto em consumo unitário, é menor nestes cultivos do que corresponde a orizicultura na região.

Segundo Voltolini *et al.*, (2002) para obter uma estimativa da necessidade de água pela lavoura de arroz, pode-se subdividi-la em três partes: água para saturação do solo e formação da lâmina; para suprir a evapotranspiração; e, para compensar as perdas na condução, infiltração profunda, infiltração lateral e escoamento superficial.

A demanda atual de água para a rizicultura na bacia hidrográfica do rio Itapocu, conforme apresentado na etapa C, é estimada em aproximadamente 14 milhões de metros cúbicos ao ano (nos meses de plantio, novembro a março). Desta forma, constitui-se na atividade que consome a maior quantidade de água na bacia.

8.3.1.1 Medidas mitigadoras para redução da demanda hídrica para a cultura do arroz irrigado

Conforme abordado no Capítulo 1, o cenário desejável prognosticado para as demandas hídricas é constituído pela manutenção da tendência histórica de desenvolvimento dos setores e que para este é taxa nula de crescimento, porém deve-se promover a melhoria na eficiência dos sistemas produtivos.

Devido à representatividade do consumo de água para o cultivo do arroz na bacia hidrográfica do rio Itapocu, especialmente por sua maioria ser o sistema irrigado, entende-se que um “cenário desejável” para toda a bacia só poderá ser alcançado com a melhoria da eficiência produtiva e/ou a adoção de novos sistemas de cultivo.

Desta forma, para fins de reduzir a demanda hídrica da cultura de arroz na bacia hidrográfica do rio Itapocu e melhoria da eficiência dos processos produtivos na rizicultura propõe-se as seguintes medidas apresentadas abaixo.

8.3.1.1.1 Incentivo a adoção do sistema pré-germinado, cuja demanda hídrica média é menor (medida estrutural / não estrutural)

Conforme pôde ser observado na etapa C, o consumo de água na rizicultura depende do solo, do clima e, principalmente, do sistema utilizado para o plantio (tradicional ou pré-germinado). De acordo com SOBAl (2016), o sistema tradicional apresenta uma diminuição de consumo médio de mais da metade.

Estes valores correspondem a um consumo de 0,80 l/s/ha para o sistema tradicional e 0,44 l/s/ha para o sistema pré-germinado (considerando-se um tempo de inundação dos campos de cinco meses). Salienta-se, no entanto, alguns pontos críticos do sistema pré-germinado que também devem ser considerados. Para o preparo do solo, aplica-se uma lâmina d'água em torno de 4,5 cm sobre a superfície, mais a lâmina necessária para saturar o solo (principalmente em função da profundidade do lençol freático).

Esta lâmina necessária para a saturação do solo normalmente demanda uma quantidade significativa de água. Além disto, outra etapa crítica de demanda de água no sistema pré-germinado refere-se a necessidade de reposição de água após a aplicação do herbicida pós-plantio do arroz.

8.3.1.1.2 Adensamento superficial para reduzir perdas de água por infiltração (medida estrutural)

A densidade inicial de plantas é um aspecto fundamental para garantir o potencial produtivo do arroz irrigado, pois é um dos principais fatores determinantes do número de panículas por metro quadrado (SOSBAI, 2016). Assim, como medida mitigadora, sugere-se que no preparo do solo, deve-se realizar um adensamento subsuperficial para reduzir desperdícios de água por infiltração, de forma a melhorar a eficiência da produção.

Uma vez que o uso de número excessivo de sementes em geral origina uma população muito densa de plântulas, que complementem por nutrientes, luz, água e espaço (EPAGRI, 2010). De acordo com SOSBAI (2016) Em todos os sistemas de cultivo, exceto no de transplante de mudas (80 a 150 plantas/ m²), a população inicial de plantas ideal para as cultivares convencionais de arroz irrigado é de 150 a 300 plantas/m², enquanto para as cultivares híbridas é de 100 a 150 plantas/ m².

8.3.1.1.3 Manejo adequado da irrigação (medida não estrutural)

Ressalta-se que o planejamento do sistema de irrigação dos cultivos de arroz, independentemente do sistema de cultivo deve ser feito por ocasião da estruturação e sistematização da lavoura.

Conforme já mencionado, o sistema de cultivo predominante na bacia hidrográfica do rio Itapocu é o irrigado, caracterizado por pequenas áreas de cultivo, onde predomina amplamente o sistema de cultivo de quadros em nível. Segundo SOSBAI (2016) esse sistema tem se mostrado mais eficaz no manejo da água, tendo em vista a boa distribuição da água e o maior planejamento no sistema de irrigação e drenagem.

A quantidade de água exigida para o cultivo de arroz consiste no somatório da água necessária para saturar o solo, formar uma lâmina, compensar a evapotranspiração e repor as perdas por percolação vertical, as perdas laterais e as perdas dos canais de irrigação.

Esta quantidade depende principalmente das condições climáticas, do manejo da cultura, das características físicas do solo, das dimensões e revestimento

dos canais, do ciclo evolutivo da cultivar, da localização da fonte e da profundidade do lençol freático (EPAGRI, 2010; SOSBAI 2016).

Como manejo adequado da irrigação, entende-se a determinação e o controle correto das etapas de início e suspensão da irrigação, o controle contínuo da altura da lâmina de água, entre outros. Neste sentido, deve-se evitar desperdícios de água durante a irrigação.

8.3.1.1.4 Caracterização da carga poluidora proveniente da cultura do arroz irrigado

Devido aos problemas fitossanitários como doenças, plantas invasoras e insetos fitófagos que podem limitar significativamente a produtividade e a qualidade dos grãos de arroz (MARTINS et al., 2009). Sendo necessária assim a utilização de técnicas de manejo e controle, contudo basicamente são realizadas do ponto de vista convencional com a aplicação intensa de agrotóxicos (e.g. herbicidas, inseticidas, acaricidas e fungicidas).

O uso destes agrotóxicos, em especial de herbicidas e inseticidas, diretamente na água utilizada para irrigação associada ao manejo incorreto da água após o uso do agrotóxico, faz com que uma grande carga do mesmo atinja os corpos d'água comprometendo a qualidade dos recursos hídricos.

Ressalta-se que a localização das lavouras orizícolas, em região próxima das margens de cursos de água, potencializa o risco de contaminação, em razão das descargas naturais e/ou do manejo das lavouras, exigindo medidas mitigadoras.

Além disto, a utilização inadequada de adubos e corretivos do solo também é responsável por aumentar a carga poluidora que atinge os corpos d'água.

De acordo com Mattos et al. (2012) uma recomendação importante que pode ser utilizada como medida mitigadora é em relação a drenagem da água em áreas orizícolas.

Recomenda-se à drenagem da área cerca de três dias após a distribuição das sementes pré-germinadas, uma vez que pode provocar a perda de sólidos totais, os quais ocasionam aumento da turbidez nas águas e também a perda de nutrientes e de outros materiais, como agrotóxicos que, adsorvidos em partículas do solo em suspensão, podem ser transportados para mananciais hídricos.

8.3.1.1.5 Medidas mitigadoras para redução da carga poluidora proveniente da cultura do arroz irrigado

Para fins de reduzir a carga poluidora proveniente da rizicultura na bacia hidrográfica do rio Itapocu, propõe-se as seguintes medidas:

As práticas agronômicas convencionais do cultivo de arroz podem gerar impactos ambientais negativos, no entanto é necessário propor práticas e procedimentos que visem a minimização dos impactos.

Para fins de reduzir a carga poluidora proveniente da rizicultura na bacia hidrográfica do rio Itapocu, propõe-se as medidas, tais como: utilização adequada de adubos e corretivos do solo (medida não estrutural); limpeza correta de máquinas e implementos agrícolas; minimização do uso de agrotóxicos (medida não estrutural); gerenciamento das embalagens de agrotóxicos (medida não estrutural); regular as lavouras orizícolas através do licenciamento ambiental e incentivar a produção integrada do arroz.

8.3.1.1.6 Limpeza correta de máquinas e implementos agrícolas

É recomendado que a limpeza das máquinas e implementos agrícolas deve ser feita em instalações que permitam o recolhimento da água de lavagem, sugerindo-se assim a construção de pista de lavagem, bem como tanque de combustível, o depósito de lubrificantes junto com o local de abastecimento, assim é possível aproveitar a mesma caixa separadora de água/óleo.

8.3.1.1.7 Utilização adequada de adubos e corretivos do solo (medida não estrutural)

A utilização adequada de adubos e corretivos de solo refere-se basicamente a determinação adequada da dose e do momento de aplicação dos mesmos. A dosagem correta de adubos e corretivos de solo é imprescindível para evitar desperdícios dos mesmos e um conseqüente carreamento do excedente para os cursos d'água.

De forma semelhante, a aplicação de adubos e corretivos do solo no momento adequado, ou seja, no momento de maior absorção dos mesmos pela planta, também reduz a carga poluidora gerada.

8.3.1.1.8 Minimização do uso de agrotóxicos (medida não estrutural)

Através da minimização do uso dos agrotóxicos pode-se reduzir a carga poluidora gerada pela rizicultura na bacia hidrográfica do rio Itapocu. Para fins desta minimização, deve-se procurar realizar um manejo integrado de plantas invasoras, doenças e pragas; programa este que baseia-se nas relações e interações dos elementos dos agroecossistemas (clima-solo-planta-medidas culturais-inimigos naturais-controle químico).

Quando necessário o uso de produtos químicos, deve-se optar por aqueles que apresentem menor toxicidade e menor persistência no ambiente e obrigatoriamente aqueles recomendados pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o cultivo.

Métodos que visem à diminuição do uso de agrotóxicos são recomendados: tais como: eliminação de restos culturais na pós-colheita, pois reduz a população do invertebrado-praga remanescente em áreas anteriormente infestadas (FERREIRA *et al.*, 1997; SOSBAI, 2016).

Tal prática pode ser implementada por meio de pastoreios de bovinos, destruição de talhas e/ou o preparo antecipado do solo; o controle ecológico através da introdução de marrecos de pequim, associada à elevação da lâmina de água, auxilia na redução de insetos-praga (por exemplo, percevejo-do-colmo – *Tibraca limbativentris*), bem como de plantas invasoras (PRANDO *et al.*, 2003; RIFFEL *et al.* 2010); bem como o uso de inimigos naturais, principalmente parasitoides de ovos de insetos e fungos entomopatogênicos (RIFFEL, 2007; MARTINS, *et al.* 2004).

Neste sentido, a implementação de pesquisas visando o desenvolvimento de manejo integrado de pragas e doenças deve ser incentivada por órgãos governamentais e por universidades .

Em termos de plantas daninhas na rizicultura, propõe-se: incentivar a utilização do sistema pré-germinado (em substituição ao sistema tradicional), pois o mesmo diminui a incidência de plantas daninhas (controle cultural); Iniciar a irrigação o mais cedo possível, através do manejo correto de água (controle cultural); realizar a rotação de culturas periodicamente, principalmente para a recuperação de áreas altamente infestadas por arroz vermelho; pode-se utilizar culturas alternativas como o milho, sorgo, trigo, soja, feijão e forrageiras desde que sejam satisfeitas as suas

exigências culturais (controle cultural e preventivo); evitar o uso de sementes contaminadas com sementes de daninhas, devendo sempre ser o primeiro passo de qualquer prevenção (controle preventivo); utilizar variedades de rápido desenvolvimento, que sejam competitivas com as plantas daninhas (controle cultural); não utilizar baixa densidade de semeadura, o que diminui a competitividade do arroz com as plantas daninhas (controle cultural); sempre considerar: a limpeza dos equipamentos de uso agrícola, cuidados na movimentação e no manejo de animais de pastejo, limpeza de canais de irrigação e drenagem, de linhas de cercas e de beiras de estradas, e uso de esterco bem curtido (controle preventivo).

O manejo cultural é outra prática que consiste em usar características próprias das culturas e plantas invasoras, favorecendo o desenvolvimento da cultura e dificultando o crescimento das plantas invasoras, ou seja, utilizar as melhores práticas culturais para a cultura sobrepor o desenvolvimento destas espécies (RONCHI, 2006).

Assim, salienta-se que os procedimentos a serem adotadas no controle cultural como medidas mitigadoras são: plantio de variedades adaptadas às condições edafoclimáticas; recomendações adequadas de plantio; formulação de adubação e calagem balanceadas; rotação de culturas, principalmente na recuperação de áreas altamente infestadas por arroz vermelho.

Como alternativa biológica, o uso de aves como o marreco-de-pequim no período entressafras e a rizipiscicultura na safra apresentam-se como alternativas para o manejo de arroz vermelho, sendo indicado para lavouras com menores dimensões (NARDI, 2010; SOSBAI, 2016).

Em termos de doenças na orizicultura, há um grande número de doenças que afetam o seu cultivo, porém tem algumas como a brusone que, é causada pelo fungo *Pyricularia grisea* (Cooke) que podem comprometer a produtividade dependendo da severidade (EMBRAPA, 2008), uma vez que a porcentagem de dano esta ligada com cultivar, da época de incidência, das práticas culturais e das condições climáticas (BASTIAANS et al., 1994).

Assim práticas agrônômicas que visem o controle cultural desta doença, tais como: o mantimento da lâmina d'água em altura adequada e uniforme em toda a lavoura, na medida do possível; evitar a aplicação de doses exageradas de nitrogênio,

que estimulam a ocorrência de brusone; não realizar semeaduras tardias, que também aumentam a incidência de brusone; incentivar a utilização de variedades resistentes.

Outra medida recomendada é o uso de cultivares resistente a doença. Contudo, de acordo com (SOSBAI, 2016) a resistência às doenças em plantas é dependente da genética da cultivar e do agente patogênico.

O surgimento e o predomínio de raças específicas pode variar de acordo com a área anualmente ocupada pelas diversas cultivares, de uma safra para outra, quer pela introdução de nova raça ou por mutação na população existente. Assim, a lavoura deve ser sempre vistoriada durante todo o ciclo de desenvolvimento da cultura para verificar a sanidade das plantas.

Sabendo que as principais espécies de insetos-praga que ocasionam dano na cultura são: percevejo-do-colmo, *Tibraca limbativentris* a lagarta-desfolhadora, *Spodoptera frugiperda* a bicheira-da-raiz-do-arroz, *Oryzophagus oryzae* (Costa Lima, 1936) (Col., Curculionidae); (Smith, 1797) (Lep., Noctuidae); o percevejo-dos-grãos, *Oebalus poecilus* Dallas 1881 (SOSBAI, 2016).

Recomenda-se o monitoramento através de planos de amostragem destes organismos, uma vez que servem como parâmetros que subsidiam a tomada de decisão para viabilização do estabelecimento de programas sustentáveis de manejo e controle.

O uso de armadilhas luminosas quando instaladas sobre as taipas capturam os insetos servindo como coleta massal e assim auxiliando o controle.

Especialmente, para a redução dos danos causados pela bicheira-da-raiz algumas medidas práticas podem contribuir, tais como: sistematização do solo; limpeza dos canais de irrigação e adubação nitrogenada suplementar de acordo com a análise do solo.

Aliado a esta questão, sugere-se que quando necessário realiza-se a aplicação de inseticidas sistêmicos e seletivos e, apenas quando as populações atingem níveis de dano econômico.

Outro ponto a ser sugerido é o o treinamento dos produtores rurais quanto ao uso correto de agrotóxicos, bem como a fiscalização deste uso constituem importantes ações na busca da minimização do uso.

O cumprimento das normas que institui o Receituário Agrônomo no controle do uso de agrotóxicos também deve ser exigido. O SDM (s.d. Plano Básico

de Desenvolvimento Ecológico Econômico) ainda propõe a criação de leis municipais regulamentando o uso de agrotóxicos, para fins de reduzir o uso indiscriminado dos mesmos.

8.3.1.1.9 Gerenciamento das embalagens de agrotóxicos (medida não estrutural)

As embalagens de agrotóxicos formam um conjunto de resíduos sólidos perigosos, originados no meio rural. Na sua maioria são contaminantes do meio ambiente, o seu transporte, manuseio e armazenamento devem ser planejados e organizados para que não haja a contaminação tanto do meio ambiente quanto das pessoas envolvidas no processo.

No gerenciamento das embalagens vazias devem-se identificar quais serão as formas de manuseio e acondicionamento, já que boa parte dos resíduos de agrotóxicos podem causar sérios danos ao meio ambiente.

O manuseio e o acondicionamento corretos desses resíduos impedem a contaminação do solo e corpos d'água. Alguns passos normativos vêm sendo consolidados dando formato técnico e legal para os procedimentos a serem empregados nos diversos estágios da gestão deste tipo de embalagem conforme o Quadro 3.

Quadro 3 - Quadro das principais Leis e Normas para os procedimentos a serem empregados nos diversos estágios da gestão de resíduos de embalagens de agrotóxicos.

Lei	Diretrizes
NBR 10.004 (ABNT, 1987)	pela qual se classifica os resíduos em classes segundo sua periculosidade, enquadra essas embalagens descartadas após o uso, como resíduos Classe I - perigosos;
NBR 13.968 (ABNT, 1997)	estabelece procedimentos para a adequada lavagem das embalagens de agrotóxicos, reconhecida tecnicamente como "tríplice lavagem", cujo objetivo final é o de reduzir os conteúdos tóxicos remanescentes nas embalagens após a utilização dos produtos contidos;
Lei Federal nº 7.802/89	chamada de Lei dos Agrotóxicos, no seu Artigo 6º refere-se às embalagens vazias, indicando o enterro nos solos da propriedade rural, como o método de destinação final a ser utilizado.

Lei	Diretrizes
A Lei Estadual no 11.069/98,	que dispõe sobre o controle, comércio, uso, consumo, transporte e armazenamento de agrotóxicos, seus componentes e afins no território do Estado de Santa Catarina, segundo a qual, Art. 13 §2º, Os fabricantes são responsáveis pelo recolhimento periódico das embalagens. Menciona também (Art. 8 § único) que o rótulo das embalagens de agrotóxicos e produtos afins comercializados no estado devem conter, além das informações exigidas pela legislação maior vigente, a numeração de registro do agrotóxico no cadastro da Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura.

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Além destes recursos que regulamentam a atividade, a técnica da tríplice lavagem é estimulada através de programas de orientação aos produtores agrícolas.

A intensificação da orientação dos produtores agrícolas para esta forma de manejo certamente ofereceria resultados rápidos e práticos no controle desses resíduos. Existem três tipos predominantes e mais usuais de embalagens de agrotóxicos: latas, vidros e plásticos.

Estes três materiais são passíveis de reciclagem, principalmente os vidros e as latas, sendo a reciclagem das embalagens plásticas um pouco mais complexa, devido às baixas temperaturas utilizadas nos processos de recuperação. As atitudes de participação da fonte geradora no momento do descarte das embalagens são o primeiro e fundamental requisito para se estabelecer um programa de gestão adequada deste tipo de resíduo.

Após o uso e antes da separação da embalagem para armazenamento temporário, deve-se executar a tríplice lavagem da embalagem.

Desta forma, as tarefas da segregação, encargos de quem gera as embalagens vazias de agrotóxicos, são: tríplice lavagem; seleção por matéria-prima da embalagem; armazenagem primária; e o transporte primário.

A tríplice lavagem é um procedimento fixado pela NBR 13.968/97 e consiste na lavagem interna da embalagem por três vezes consecutivas, vertendo, em todas

elas, o líquido gerado no próprio tanque pulverizador que vinha sendo abastecido, quando se deu origem ao recipiente a ser descartado.

A tríplice lavagem remove a maior parte deste resíduo, significando, além da diluição de seu poder tóxico, economia para o produtor que a pratica (ponto relevante para a estimulação na adoção do método).

Após a tríplice lavagem, sugere-se ainda que o gerador separe as embalagens vazias de agrotóxicos, em função dos materiais em que são feitas, como plásticos, vidros e latas, já que cada um deles será submetido a um processo específico de preparação para o transporte e reciclagem.

Na propriedade rural, as embalagens vazias e tríplice lavadas deverão ser armazenadas em local coberto, limpo, seco, fora de áreas de riscos de inundações, longe de depósitos de alimentos, até que chegue o momento do transporte primário para a retirada da propriedade.

Ainda sob responsabilidade do gerador, as embalagens usadas deverão ser acondicionadas nas caixas que vieram e transportadas até uma estação ou ponto de concentração, onde serão cadastradas e acumuladas junto com as embalagens similares de outros produtores e finalmente serão preparadas para o transporte até o fornecedor.

Em síntese, os programas destinados à gestão das embalagens de agrotóxicos podem ser assim descritos: intensificar a orientação para a utilização de técnicas de tríplice lavagem das embalagens nos locais de aplicação e; estruturar entrepostos para o recebimento de embalagens objetivando facilitar o encaminhamento destas aos fabricantes, segundo as exigências da legislação vigente.

Salienta-se que em um primeiro momento as medidas estratégicas apresentadas para a gestão das embalagens de agrotóxicos deverão ser divulgadas pelas Prefeituras Municipais aos agricultores da região, visando à conscientização da população rural para as questões ambientais envolvidas.

Posteriormente, as medidas passarão por um processo de entendimento e assimilação pelo público alvo atingido. Caberá às cooperativas de agricultores existentes, e às por serem constituídas, e às Prefeituras Municipais as campanhas subsequentes de engajamento da população rural no sistema proposto.

8.3.1.1.10 Licenciamento Ambiental

Propõem-se como medida mitigadora nas lavouras orizícolas o licenciamento ambiental de acordo com a resolução do CONAMA 237/1997. Incluindo assim normas que busquem tornar a produção mais sustentável, visando à manutenção dos recursos naturais e diminuindo a degradação; e aplicar o princípio do poluidor-pagador, proposto na Política Nacional do Meio Ambiente (Lei 6.938/81).

Além disso, é importante salientar que em geral as lavouras de arroz irrigado são próximas às margens dos rios e muitas vezes contribuem para o desmatamento das matas ripárias, consideradas áreas de preservação permanente (APPs). Neste sentido como uma medida mitigadora que vise contribuir para a manutenção das áreas de mata ciliar dos corpos hídricos um instrumento que é utilizado para preservação dos recursos naturais é o Termo de Ajustamento de Conduta (TAC).

Este é nome dado ao título executivo extrajudicial, tomado por um dos legitimados públicos para a ação civil pública, por meio do qual o causador de danos a interesses difusos, interesses coletivos ou interesses individuais homogêneos assume o compromisso de ajustar sua conduta às exigências da lei, mediante sanções (SANTOS, 2011).

Apresenta obrigações, que tem por finalidade de reparar danos ou prevenir os mesmos, buscando a adequação da conduta dos causadores de tais situações (CHAVES, 2013).

Em áreas de orizicultura o TAC, foi criado para estabelecer um acordo possibilitando o início do licenciamento ambiental de áreas já implantadas na safra 2006/2007 e 2007/2008, respeitando os limites de acordo com o código florestal vigente.

Este termo foi implantado em Santa Catarina com rizicultores do Sul do estado, assumindo assim o compromisso de recuar as lavouras próximas de cursos d'água, das quais não apresentavam o recuo permitido pela lei em vigência, recuperando assim áreas de mata ciliar, bem como utilizar os devidos produtos químicos de maneira racional com baixo impacto ambiental, além de ser necessária a averbação da reserva legal nas propriedades definidas.

8.3.1.1.11 Produção Integrada de Arroz

Como uma medida mitigadora é recomendado incentivar a produção integrada do grão. Este tipo de produção compreende um sistema baseado na "sustentabilidade, aplicação dos recursos naturais e regulação de mecanismos para a substituição dos insumos poluentes, e que segundo suas normas, a torna economicamente viável, ambientalmente correto e socialmente justo", que se converte em benefícios para todos os envolvidos na cadeia produtiva (MAPA, 2017).

No transcorrer dos próximos dez anos, a produção de arroz deve aumentar anualmente em 1,6%, porém a área plantada não deve expandir, com isso, o superávit exportável do Brasil cresce durante esse período confirmando a mudança do Brasil de um importador de arroz para um exportador (FAO, 2015).

Ressalta-se que a produção integrada de arroz também é condição básica para Brasil exportar mais, pois é uma forma de aumentar a competitividade do produto nacional frente aos outros países produtores, uma vez que mesmo que a produção integrada não garanta diferenciação no preço do produto; contudo este sistema permite que o produtor se beneficie em períodos em que a venda interna está desvalorizada.

8.3.2 Criação Animal

Dentre as criações de animais existentes na bacia hidrográfica do rio Itapocu, cabe destacar a atividade de bovinocultura, avicultura e suinocultura, desenvolvidas principalmente nas áreas rurais dos municípios, não há uma grande quantidade concentrada em alguma bacia específica que possa caracterizar como fonte principal de poluição dos recursos hídricos da bacia.

Porém, mesmo que em pouca quantidade deste uso na bacia, a carga poluidora em si gera, um grave problema associado a má disposição dos dejetos animais ou a sua destinação aos cursos d'água é a proliferação de insetos. Pragas como a infestação de "borrachudos" (*Simulium sp*) e maruins são frequentemente notadas em regiões com produção agropecuária intensiva.

8.3.2.1 Medidas mitigadoras para redução da carga poluidora dos dejetos de animais

Para fins de reduzir a carga poluidora proveniente da suinocultura na BHRI, propõe-se a implantação de sistemas de manejo adequado e utilização de dejetos de animais. Desta forma, apresenta-se as seguintes medidas de mitigação.

8.3.2.1.1 Incentivo a implantação de esterqueiras (medida estrutural)

O objetivo da utilização de esterqueiras é a aplicação do esterco no solo e a sua conseqüente valorização como fertilizante agrícola para várias culturas. Este procedimento pode então contribuir para a redução da poluição ambiental presente nas regiões de maior concentração de animais, bem como no aumento da produtividade agrícola.

Salienta-se que as esterqueiras não têm a finalidade de tratamento, constituindo-se em sistemas de armazenagem de dejetos de animais do momento da produção até o seu lançamento ao solo, como fertilizantes agrícolas. Desta forma, para fins de reutilizar, os resíduos gerados pelos animais, e conseqüentemente minimizar a carga poluidora que atinge os recursos hídricos da bacia, deve-se incentivar a implantação de esterqueiras.

Além da utilização de esterqueiras, o uso de separadores de sólidos de dejetos também é uma possibilidade a ser cogitada. Uma das formas de aproveitamento dos dejetos, evitando o seu despejo em rios e córregos, é através da separação das fases sólida e líquida.

Segundo Veiga et al. (1999), a parte sólida separada pode, então, ser utilizada como complemento alimentar de bovinos de corte, aves e peixes, para a formação de compostos, para a minhocultura e como adubo orgânico.

A parte líquida separada, por outro lado, pode ser utilizada como fertilizante. Porém, salienta-se que o uso de separadores de sólidos de dejetos suínos não é tão disseminado como o uso de esterqueiras.

8.3.2.1.2 Aplicação do resíduo das esterqueiras em lavouras como adubo orgânico (medida não estrutural)

Conforme abordado anteriormente, os dejetos armazenados nas esterqueiras, do momento da produção até o seu lançamento ao solo, podem ser utilizados como fertilizantes agrícolas.

Cabe aqui salientar que associações de criadores, conjuntamente com as prefeituras municipais, deverão dispor de um equipamento de distribuição de esterco.

8.3.2.1.3 Liberação da exploração suinícola somente após aprovação de projeto técnico (medida não estrutural)

Através da aprovação prévia de projeto técnico poderá ser constatado a previsão de algum tipo de tratamento e/ou destino adequado para os dejetos de suínos, como por exemplo, a utilização de esterqueiras e a aplicação posterior do resíduo gerado nas mesmas para uso agrícola.

Desta forma, pode-se atingir um nível de controle e regulamentação das atividades de suinocultura na instância municipal.

8.3.2.1.4 Incentivo à implantação de sistemas de tratamento de dejetos suínos (medida estrutural)

A implantação de sistemas de tratamento dos efluentes da suinocultura também pode ser considerada, como uma medida mitigadora possível de ser aplicada.

Observa-se a existência de diversos estudos e aplicações práticas a respeito deste tipo de tratamento, como por exemplo através da utilização de lagoas de estabilização, conforme estudado por Campos et al. (1999).

O custo com o tratamento dos efluentes poderia ser dividido entre criadores que, estando localizados em uma mesma região, poderiam conduzir seus efluentes até a estação de tratamento “coletiva”.

8.3.2.1.5 Medidas para o controle da praga do borrachudo - educação ambiental

As medidas mitigadoras para o controle da praga do borrachudo, passam basicamente pela divulgação de uma campanha de educação ambiental específica, tal qual o Programa de Controle do Borrachudo promovido pelo Governo do Estado de Santa Catarina, Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e da Agricultura (por meio da EPAGRI e CIDASC), Secretaria de Estado da Saúde, Secretaria de Estado da Educação e Desporto e EMBRAPA.

As medidas sugeridas na campanha são as seguintes:

- “não lançar nos riachos ou sangas e rios os dejetos animais e humanos, nem permitir que vazamentos das esterqueiras, fossa sépticas e água usada na cozinha escurram para esses cursos d’água”;

- “proteger as matas que margeiam os rios - que abrigam pássaros e outros insetos que se alimentam também do borrachudo”;
- “enterrar ou queimar animais mortos e restos de animais”;
- “inseticidas biológicos - BTI - serão utilizados somente quando os níveis de matéria orgânica na água forem bem baixos, ou seja, quando não houver dejetos na água”.

8.3.3 Pesca e Aquicultura

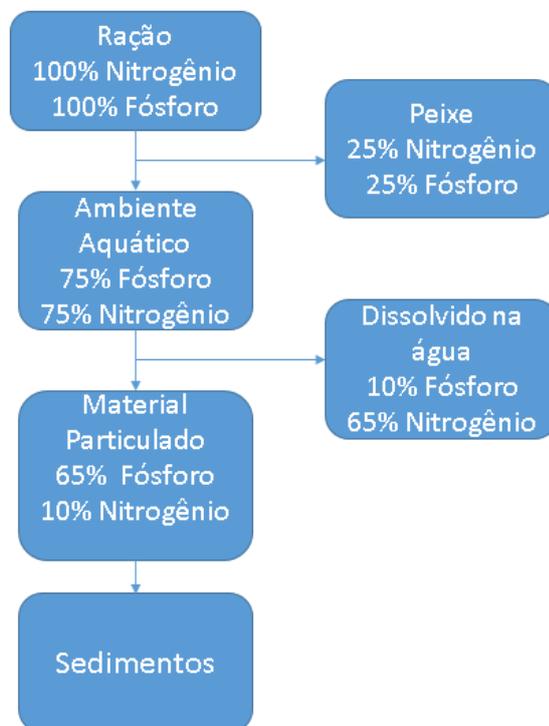
A atividade aquícola pode ser promovida em diversos níveis, sendo que as características dos efluentes e das cargas poluidoras dependem principalmente da qualidade da água de captação, do manejo e qualidade dos alimentos fornecidos, do tempo de retenção do efluente dentro dos tanques de cultivo, das espécies criadas, da densidade de estocagem e da biomassa dos organismos (FAO, 2015; TIMMONS, M.B.; EBELING, 2010)

Em sistemas menos intensivos de cultivo, a característica do efluente produzido é praticamente o mesmo da água captada para abastecimento. Entretanto, conforme a produção é intensificada, aumentado a densidade de estocagem e as taxas de arraçoamento, a tendência é que os impactos negativos sobre o ambiente também se intensifiquem na mesma proporção.

Os principais impactos dos efluentes da aquicultura sobre os ecossistemas aquáticos são: o aumento das concentrações de nitrogênio e fósforo na coluna d’água e o acúmulo de matéria orgânica nos sedimentos, principalmente nos momentos de despesca da produção (MIDLEN e REDDING, 1998).

O nitrogênio e o fósforo dos efluentes da aquicultura, provém principalmente das rações ofertadas, sendo que parte é excretada pelos organismos e parte não é consumida pelos peixes e fica acumulada no corpo de *água* (Figura 49).

Figura 49 – Fluxograma adaptado da dinâmica dos nutrientes em sistemas de cultivo aquícola.



Fonte: Bergheim et al, 1991.

Pelo entendimento da Figura 49 (acima) é possível perceber que apenas 25% do nitrogênio e 25% do fósforo ofertado na ração é absorvida pelos organismos aquáticos cultivados, o restante é dissolvido na água o fica depositado na forma de sedimentos.

Diante deste cenário, deve-se pensar em medidas mitigadoras para evitar que grande parte da carga de nutrientes seja enviado para os corpos hídricos. Assim no Quadro 4, seguem algumas formas de se minimizar ou reduzir as cargas emitidas pelos cultivos.

Quadro 4 - Formas de se minimizar ou reduzir as cargas emitidas pelos cultivos.

Atividade mitigadora	Descrição	Etapa de produção
Lagoas de decantação	Lagoas para decantação sólidos e nutrientes suspensos na água Redução de até 60% da carga poluidora	Pós-despesca
Reuso da água de descarte	Uso de lagoas de decantação com filtragem biológica e aeração com reuso parcial ou total da água	Todo período produtivo

Atividade mitigadora	Descrição	Etapa de produção
Uso de Wetland's	Uso de plantas aquáticas ou solos alagados. Redução de até 98% de nitrogênio, 60% de fosforo e até 80% sólidos totais	Pós-despesca
Boas práticas de produção	Uso adequado de fertilizantes, manejo adequado da alimentação dos animais e densidade de estocagem correta dos animais de cultivo	Manejo produtivo

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

8.3.4 Indústria

A emissão de efluentes industriais nos cursos d'água contribui significativamente para a degradação da qualidade dos recursos hídricos. Na bacia hidrográfica do rio Itapocu, destacam-se como principais fontes poluidoras industriais: têxteis, alimentícia, agroindústria, metal-mecânica, mineral, moveleira, construção civil e da transformação.

8.3.4.1 Medidas de Controle Carga Poluidora

Em se tratando de águas residuárias industriais, salienta-se que deve-se sempre realizar o levantamento perfeito das cargas e da natureza e tipo de efluente, pois pode ocorrer a presença de substâncias refratárias ao tratamento ou de substâncias inibidoras ou tóxicas (ABES, 1999).

Desta forma, deve-se definir alguns parâmetros adicionais para comporem o elenco de análises e determinações com amostras dos esgotos que terão acesso ao tratamento, entre os quais pode-se destacar os metais pesados.

O tratamento dos despejos depende essencialmente da condição de serem biologicamente inativos ou suscetíveis de tratamento biológico. Os sais provenientes da atividade de mineração, por exemplo, pertencem ao grupo de substâncias biologicamente inativas.

Além disto, segundo Imhoff & Imhoff (1996), a recirculação das águas servidas frequentemente é uma solução tanto para a questão da disposição dos despejos quanto do abastecimento de água. Para tornar possível a recuperação de água pode-se utilizar sistemas de lagoas de acumulação, coagulantes, cloro e filtros.

8.3.4.2 *Tratamento dos efluentes industriais (medida estrutural)*

Sendo as fontes fixas as atividades que ocupam uma área relativamente limitada, permitindo uma avaliação direta na fonte. Sugere assim que todas as atividades acima mencionadas podem ser consideradas segundo esse tipo de fonte de poluição. A fonte pode ser de resíduos sólidos, líquidos e gasosos.

Segundo Lenzi, Favero e Luchese, (2012), caracteriza-se por ser esgoto industrial, dependendo da indústria (papel e celulose, refinaria de petróleo, usinas de açúcar e álcool, siderúrgicas e metalúrgicas, indústrias químicas, farmacêuticas e alimentícias, abatedouros e frigoríficos, têxteis, tinturarias, curtumes, combustíveis nucleares, entre outros), sempre apresenta um número elevado de agentes poluidores, que necessitam de tratamento.

Compõem o setor de destaque do perfil industrial a atividade da transformação além da transformação, a renovação e a reconstituição de produtos, as indústrias de transformação, os serviços de manutenção e reparação.

Os serviços industriais, serviços de acabamento em produtos têxteis, tratamento de metais, montagem, fabricação de peças e acessórios, a indústria manufatureira, estão envolvidas com a transformação de insumos e materiais em um produto novo, além dos setores de agronegócio, alimentação, fabricação de peças automotivas, motores elétricos, a indústria têxtil, indústria química, entre outros.

As condições e padrões para o lançamento de efluentes em corpos de água para estas as atividades industriais, devem ser regulamentados pela Resolução CONAMA 430/2011, que complementa e altera a Resolução nº 357/2005.

Dispondo sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, sendo esta a resolução que dispõe sobre condições, parâmetros, padrões e diretrizes para gestão do lançamento de efluentes em corpos de água receptores.

De acordo com Brasil, (2005) o lançamento indireto de efluentes no corpo receptor deverá observar o disposto nesta resolução quando verificada a inexistência de legislação ou normas específicas, disposições do órgão ambiental competente, bem como diretrizes da operadora dos sistemas de coleta e tratamento de esgoto sanitário.

A disposição de efluentes no solo, mesmo tratados, não está sujeita aos parâmetros e padrões de lançamento dispostos nesta resolução, não podendo,

todavia, causar poluição ou contaminação das águas superficiais e subterrâneas (BRASIL, 2005).

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente nos corpos receptores após o devido tratamento e desde que obedeçam às condições, padrões e exigências dispostos nesta resolução e em outras normas aplicáveis Brasil, 2005. O órgão ambiental competente poderá, a qualquer momento, mediante fundamentação técnica:

I - acrescentar outras condições e padrões para o lançamento de efluentes, ou torná-los mais restritivos, tendo em vista as condições do corpo receptor; ou

II - exigir tecnologia ambientalmente adequada e economicamente viável para o tratamento dos efluentes, compatível com as condições do respectivo corpo receptor.

8.3.4.3 Adequação À Legislação Vigente (Medida Estrutural / Não Estrutural)

As atividades, principalmente aquelas com potencial de causar impactos ambientais devem se adequar a legislação vigente mediante licenciamento ambiental.

8.3.4.4 Diretrizes para Gestão de Efluentes

Os responsáveis pelas fontes poluidoras dos recursos hídricos deverão realizar o automonitoramento para controle e acompanhamento periódico dos efluentes lançados nos corpos receptores, com base em amostragem representativa dos mesmos. O órgão ambiental competente poderá estabelecer critérios e procedimentos para a execução e averiguação do automonitoramento de efluentes e avaliação da qualidade do corpo receptor.

Para fontes de baixo potencial poluidor, assim definidas pelo órgão ambiental competente, poderá ser dispensado o automonitoramento, mediante fundamentação técnica.

No caso de efluentes cuja vazão original for reduzida pela prática de reuso, ocasionando aumento de concentração de substâncias presentes no efluente para valores em desacordo com as condições e padrões de lançamento estabelecidos (Tabela 31 e Tabela 32), o órgão ambiental competente poderá estabelecer condições e padrões específicos de lançamento, conforme previsto.

Os efluentes de qualquer fonte poluidora somente poderão ser lançados diretamente no corpo receptor desde que obedeçam as condições e exigências cabíveis.

Tabela 31 - Condições de lançamento de efluentes.

pH	entre 5 a 9
Temperatura	Inferior a 40°C, sendo que a variação de temperatura do corpo receptor não deverá exceder a 3°C no limite da zona de mistura
Materiais sedimentáveis	Até 1 mL/L em teste de 1 hora em cone Imhoff. Para o lançamento em lagos e lagoas, cuja velocidade de circulação seja praticamente nula, os materiais sedimentáveis deverão estar virtualmente ausentes
Regime de lançamento com vazão máxima	de até 1,5 vez a vazão média do período de atividade diária do agente poluidor, exceto nos casos permitidos pela autoridade competente;
Óleos e graxas	até 20 mg/L; 2. óleos vegetais e gorduras animais: até 50 mg/L
Materiais flutuantes	Ausência
DBO 5 dias a 20°C	Remoção mínima de 60% de DBO sendo que este limite só poderá ser reduzido no caso de existência de estudo de autodepuração do corpo hídrico que comprove atendimento às metas do enquadramento do corpo receptor

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Tabela 32 - Parâmetros e padrões de lançamento de efluentes.

Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Arsênio total	0,5 mg/L
Bário total	5,0 mg/L
Boro total*	5,0 mg/L
Cádmio total	0,2 mg/L
Chumbo total	0,5 mg/L
Cianeto total	1,0 mg/L
Cianeto livre**	0,2 mg/L
Cobre dissolvido	1,0 mg/L
Cromo hexavalente	0,1 mg/L

Parâmetros inorgânicos	Valores máximos
Cromo trivalente	1,0 mg/L
Estanho total	4,0 mg/L
Ferro dissolvido	15,0 mg/L
Fluoreto total	10,0 mg/L
Manganês dissolvido	1,0 mg/L
Mercúrio total	0,01 mg/L
Níquel total	2,0 mg/L
Nitrogênio amoniacal total	20,0 mg/L
Prata total	0,1 mg/L
Selênio total	0,30 mg/L
Sulfeto	1,0 mg/L
Zinco total	5,0 mg/L
Parâmetros Orgânicos	Valores máximos
Benzeno	1,2 mg/L
Clorofórmio	1,0 mg/L
Dicloroetano (somatório de 1,1 + 1,2cis + 1,2 trans)	1,0 mg/L
Estireno	0,07 mg/L
Etilbenzeno	0,84 mg/L
Fenóis totais ***	0,5 mg/L C ₆ H ₅ OH
Tetracloroeto de carbono	1,0 mg/L
Tricloroetano	1,0 mg/L
Tolueno	1,2 mg/L
Xileno	1,6 mg/L

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

* (Não se aplica para o lançamento em águas salinas) ** (destilável por ácidos fracos) *** (substâncias que reagem com 4-aminoantipirina).

O órgão ambiental competente poderá definir padrões específicos para o parâmetro fósforo no caso de lançamento de efluentes em corpos receptores com registro histórico de floração de cianobactérias, em trechos onde ocorra a captação para abastecimento público.

O efluente não deverá causar ou possuir potencial para causar efeitos tóxicos aos organismos aquáticos no corpo receptor, de acordo com os critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental competente.

Os critérios de ecotoxicidade previstos no capítulo deste artigo devem se basear em resultados de ensaios ecotoxicológicos aceitos pelo órgão ambiental,

realizados no efluente, utilizando organismos aquáticos de pelo menos dois níveis tróficos diferentes.

Cabe ao órgão ambiental competente a especificação das vazões de referência do efluente e do corpo receptor a serem consideradas no cálculo da Concentração do Efluente no Corpo Receptor-CECR, além dos organismos e dos métodos de ensaio a serem utilizados, bem como a frequência de eventual monitoramento.

Na ausência de critérios de ecotoxicidade estabelecidos pelo órgão ambiental para avaliar o efeito tóxico do efluente no corpo receptor, as seguintes diretrizes devem ser obedecidas:

I - para efluentes lançados em corpos receptores de água doce Classes 1 e 2, e águas salinas e salobras Classe 1, a Concentração do Efluente no Corpo Receptor-CECR deve ser menor ou igual à Concentração de Efeito Não Observado-CENO de pelo menos dois níveis tróficos, ou seja:

a) CECR deve ser menor ou igual a CENO quando for realizado teste de ecotoxicidade para medir o efeito tóxico crônico; ou

b) CECR deve ser menor ou igual ao valor da Concentração Letal Mediana (CL50) dividida por 10; ou menor ou igual a 30 dividido pelo Fator de Toxicidade (FT) quando for realizado teste de ecotoxicidade para medir o efeito tóxico agudo;

II - para efluentes lançados em corpos receptores de água doce Classe 3, e águas salinas e salobras Classe 2, a Concentração do Efluente no Corpo Receptor-CECR deve ser menor ou igual à concentração que não causa efeito agudo aos organismos aquáticos de pelo menos dois níveis tróficos, ou seja:

a) CECR deve ser menor ou igual ao valor da Concentração Letal Mediana-CL50 dividida por 3 ou menor ou igual a 100 dividido pelo Fator de Toxicidade-FT, quando for realizado teste de ecotoxicidade aguda.

A critério do órgão ambiental, com base na avaliação dos resultados de série histórica, poderá ser reduzido o número de níveis tróficos utilizados para os testes de ecotoxicidade, para fins de monitoramento.

Nos corpos de água em que as condições e padrões de qualidade previstos na Resolução nº 357, de 2005, não incluam restrições de toxicidade a organismos aquáticos não se aplicam os parágrafos anteriores.

O órgão ambiental competente deverá determinar quais empreendimentos e atividades deverão realizar os ensaios de ecotoxicidade, considerando as características dos efluentes gerados e do corpo receptor.

8.3.4.5 Implantação de programas de educação ambiental (medida não estrutural)

Semelhante ao programa de educação ambiental em saneamento, destacado como medida mitigadora da carga poluidora gerada pelo despejo de efluentes domésticos.

8.3.4.6 Planejamento da implantação de novas indústrias, através da observação de diretrizes de zoneamento (medida não estrutural)

A definição de diretrizes de zoneamento para a implantação de indústrias diversas, deve fazer parte de legislação dos municípios que compõem a bacia hidrográfica do rio Itapocu, onde elas devem:

- Atrair novos setores produtivos para o Município, em consonância com a política de desenvolvimento regional;
- Fortalecer a política de incentivo à implantação de novas indústrias;
- Incentivar o empreendedorismo, a partir da identificação de vazios econômicos no Município, através de ferramentas de geografia de mercado; e
- Consolidar o setor industrial do Município como espaço físico, disciplinando a ocupação e a expansão deste.

8.3.4.7 Proposição de medidas mitigadoras para redução da demanda hídrica na indústria

Para reduzir a demanda hídrica da indústria, propõe-se as seguintes medidas:

- Mapear o uso da água: Antes de fazer investimentos, é fundamental conhecer como a água é usada em sua empresa. Setorizar o consumo dela é o primeiro passo para definir as próximas ações. Após saber onde e como sua empresa usa a água, fica mais fácil motivar os colaboradores a adotar práticas simples, como o desligamento de torneiras e o reparo de tubulações e reservatórios. É possível promover melhorias de acordo com as oportunidades mapeadas.

- Trocar equipamentos: Conhecendo os setores da empresa que mais usam água, é hora de identificar onde investir. O mercado oferece uma série de aparelhos e tecnologias que reduzem perdas de água, como a instalação de torneiras com arejadores – medida que pode resultar na redução do consumo em até 75%. Manter em dia a manutenção dos equipamentos também é fundamental para evitar os desperdícios.

- Promover a recirculação interna: Além da racionalização do uso da água, é importante analisar as oportunidades de adotar medidas simples para que a água seja aproveitada mais de uma vez em diferentes processos. Um exemplo é uso da água das pias para a lavagem de pátios e garagens, e para regar jardins. Dependendo dos requisitos de qualidade, a mesma água pode ser utilizada para o resfriamento de peças. Alguns sistemas de reutilização interna da água podem ser mais complexos, por isso é importante analisar a sua viabilidade econômico-financeira considerando sempre os riscos de racionamento e desabastecimento.

- Reutilizar água : Setores como o siderúrgico, automobilístico e de máquinas e equipamentos reusam mais de 90% da água que consomem. O reúso nas operações industriais consiste no aproveitamento dos efluentes da própria empresa, após tratamento, como insumo reintroduzido no processo de produção.

- Fontes alternativas; A captação de água da chuva é um exemplo de como se pode aproveitar uma fonte que não seja a captação feita a partir dos mananciais ou o uso da água distribuída pelas concessionárias.

- Devolver água para a natureza: O tratamento de efluentes e a devolução da água para a natureza faz parte da realidade das grandes empresas. A indústria devolve para a natureza cerca de 80% da água que consome e faz o tratamento antes do descarte no meio ambiente.

- Mão-de-obra qualificada: Preparar mão de obra específica para a manutenção e monitoramento da qualidade da água, e para a análise de projetos de eficiência na utilização de energia.

8.3.5 Mineração

A mineração é uma atividade essencialmente causadora de impactos ambientais adversos, porém produz inúmeros impactos positivos, principalmente no

que se refere à utilização do bem mineral, bem como o desenvolvimento socioeconômico da população adjacente. De acordo com Brandt (1998), as atividades de extração mineral são de grande importância para o desenvolvimento social, mas também são responsáveis por impactos ambientais negativo.

De acordo com o Sumário Mineral de 2001, publicado pelo DNPM (2002), a mineração da areia em leitos de rios é responsável por 90% da produção brasileira, com cerca de 2.000 empresas dedicadas à esta atividade no país.

A mineração de areia torna-se problemática uma vez que trabalha com uma matéria prima que detém uma baixa relação preço/volume, sendo a distância ao mercado consumidor um fator extremamente limitante. Destarte, as empresas mineradoras buscam próximos as suas plataformas de extração, notadamente os centros urbanos, acirrando os conflitos entre a mineração, uso dos espaços urbanos e ou abastecimento público.

A proposta para o levantamento de dos impactos ambientais oriundos da atividade de mineração, baseou-se nas características regionais e critérios hierárquicos de gravidade, urgência e tendência.

A Figura 50 sintetiza os critérios utilizados para a realização deste trabalho.

Figura 50 - Critérios para determinação de impactos ambientais.

CRITÉRIOS			
Nota	Gravidade	Urgência	Tendência
5	Extremamente grave	Precisa de ação imediata	Irã piorar rapidamente
4	Muito Grave	É imprescindível	Irã piorar em pouco tempo
3	Grave	O mais rápido possível	Irã piorar
2	Pouco grave	Pouco urgente	Irã piorar a longo prazo
1	Sem Gravidade	Pode esperar	Não irá mudar

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

A partir das definições dos critérios a serem empregados, foram elaborados hipóteses de impactos diversos de forma a permitir a determinação dos principais impactos. As hipóteses tabuladas são apresentadas através da Figura 51.

Figura 51 - Hipóteses Impactos Ambientais – Mineralogia.

HIPÓTESES					
Problema: Extração		Abertura, restauração e manutenção das vias de acesso à área de extração			
Hipótese	Gravidade	Urgência	Tendência	Grau Crítico (GxUxT)	Grau de prioridade
Alteração geotérmica do terreno	1	1	1	1	0%
Alteração geomorfológica	2	1	2	4	2%
Incremento da insolação/luminosidade	2	1	2	4	2%
Geração de ruídos, gases e poeiras fugitivas	3	3	2	18	8%
Crescimento do comércio	3	2	1	6	3%
Arrecadação de tributos	1	1	1	1	0%
Favorecimento de erosão	5	4	5	100	33%
Supressão da vegetação	1	3	2	6	2%
Assoreamento do canal fluvial	4	5	4	80	33%
Alteração da recarga dos aquíferos	3	4	2	24	10%
Problema: Limpeza		Limpeza do Terreno			
Hipótese	Gravidade	Urgência	Tendência	Grau Crítico (GxUxT)	Grau de prioridade
Geração de ruídos, gases e poeiras fugitivas	3	3	2	18	6%
Perturbação e fuga da fauna	5	4	3	60	23%
Geração de emprego e renda	1	1	1	1	0%
Crescimento do comércio	1	1	1	1	0%
Alteração geomorfológica	4	3	2	24	9%
Alteração geotécnica	3	3	3	27	10%
Instabilidade de talude	5	4	4	80	26%
Favorecimento de erosão/Intemperismo	5	4	3	60	21%
Risco de acidentes	3	3	1	9	3%
Problema: Escavação e remoção		Escavação e remoção do bem mineral			
Hipótese	Gravidade	Urgência	Tendência	Grau Crítico (GxUxT)	Grau de prioridade
Alteração de recarga de aquíferos	5	4	4	80	39%
Emissão de poeiras fugitivas	2	2	1	4	3%
Perturbação e fuga da fauna	5	4	4	80	67%
Economia mineral	1	1	1	1	3%
Geração de emprego e renda	1	1	1	1	2%
Crescimento do comércio	1	1	1	1	1%
Arrecadação de tributos	1	1	1	1	1%
Risco de acidentes	3	3	1	9	4%
Compactação e alteração geotécnica do terreno	3	3	3	27	13%
Problema: Transporte		Carregamento e transporte do bem mineral			
Hipótese	Gravidade	Urgência	Tendência	Grau Crítico (GxUxT)	Grau de prioridade
Danificação das vias de acesso	3	3	3	27	10%
Geração de ruídos	4	3	3	36	13%
Emissão de gases	2	2	1	4	2%
Alteração visual	2	1	2	4	2%
Alteração geomorfológica	4	3	3	36	13%
Desassoreamento do canal fluvial	1	2	1	2	1%
Perturbação e fuga da fauna	4	5	4	80	52%
Crescimento economia mineral	1	2	1	2	3%
Geração de emprego e renda	1	1	1	1	1%
Crescimento do comércio	1	1	1	1	1%
Arrecadação de tributos	1	1	1	1	1%
Produção de insumos (construção civil e indústria)	1	1	1	1	1%
Risco de acidentes	3	4	3	36	53%
Impactos visuais	2	1	2	4	13%
Emissão de ruídos, gases e poeiras fugitivas	1	1	1	1	4%
Alteração geomorfológica	3	3	3	27	10%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

A hierarquização das informações possibilita melhor entendimento quanto aos impactos regionais gerados pelo setor de mineração. A Figura 52 apresenta o resultado do cruzamento dos dados.

Figura 52 - Matriz de Impactos Ambientais.

Macro PROBLEMAS	Gravidade	Urgência	Tendência	Grau Crítico (Grav.xUrg.xTend.)	Grau de prioridade
Abertura, restauração e manutenção das vias de acesso à área de extração	2,50	2,50	2,20	13,75	25,39%
Limpeza do Terreno	3,33	2,89	2,22	21,40	39,51%
Escavação e remoção do bem mineral	2,44	2,22	1,89	10,26	18,95%
Carregamento e transporte do bem mineral	2,13	2,13	1,94	8,75	16,15%

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Destaca-se que neste modelo, o cruzamento das informações não visa o valor absoluto da matriz, mas a tendência de comportamento e a identificação dos macro problemas.

Neste sentido, considerando por ordem de importância, que os maiores impactos do setor estão relacionados com a exposição do solo, durante o processo de preparação da área a ser minerada (39,51%), seguido pela implantação e/ou manutenção das vias de acesso ao parque de extração (25,39%).

8.3.5.1 Das Medidas Mitigadoras

De forma a reduzir o impacto do setor, estudos complementares quanto à proteção dos solos devem ser solicitados durante o processo de licenciamento, de forma a reduzir processos erosivos e transporte de materiais particulados.

Ainda, sucumbir novos processos de extração mineral, principalmente de areia, a melhores práticas de forma a reduzir os volumes de materiais considerados inservíveis (rejeitos).

8.3.6 Saneamento Básico

Na esfera do saneamento básico, sendo estas abastecimento público, coleta e tratamento de esgoto, drenagem urbana e resíduos sólidos, várias ações podem ser incorporadas nas medidas mitigadoras de controle da poluição na BHRI.

8.3.6.1 Abastecimento Público

8.3.6.1.1 Redução das perdas de água no sistema de abastecimento de água

Em sistema de abastecimento de água, o seu principal indicador de eficiência é o índice de perdas de água.

De acordo com o Instituto Trata Brasil (2015) a cada 100 litros de água coletados e tratados, em média, apenas 63 litros são consumidos. Ou seja 37% da água no Brasil é perdida, seja com vazamentos, roubos e ligações clandestinas, falta de medição ou medições incorretas no consumo de água, resultando no prejuízo de R\$ 8 bilhões. (Brasil, 2015)

Segundo ABES (2013) no momento de tentativa de retomada dos investimentos do setor de saneamento, percebe-se claramente que grande parte de nossos operadores públicos, principalmente, apresentam condições insuficientes do ponto de vista de gestão para planejar e implementar as ações necessárias para enfrentar o problema.

Dentro deste contexto, observa-se a importância das ações de redução de perdas de água em um sistema, principalmente na garantia de menor retirada de água do manancial.

8.3.6.1.2 Medidas mitigadoras para redução de perdas no SAA

Para fins de reduzir as perdas de água nos SAA existentes na bacia hidrográfica do rio Itapocu, propõe-se a implantação das seguintes medidas:

- Instituir metas de redução de perdas por meio de gerenciamento do sistema de gestão comercial das operadoras;
- Controlar a macro e micromedição dos SAAs;
- Controlar os níveis de pressão em redes de abastecimento com o intuito de se reduzir os vazamentos;
- Implantar os setores de controle e medição em zonas ou distritos distintos do sistema; e
- Implantar a telemetria para controle da operação.

8.3.6.1.3 Controle da descarga de lodo proveniente do tratamento de água (ETAs)

No processo de tratamento de água são utilizados produtos químicos para a purificação, clarificação e desinfecção. Assim, a água chega ao seu consumidor final nos padrões exigidos na legislação.

Porém, como resultado desse processo, são geradas quantidades significativas de lodo. Este é composto por diversos produtos químicos e geralmente retorna ao manancial sem nenhum tipo de tratamento. Essa atividade vem sendo questionada pelos órgãos ambientais devido aos riscos que podem causar a saúde pública e ao ecossistema no qual vai ser descarregado.

8.3.6.1.4 Medidas mitigadoras controle do despejo de lodo proveniente da ETA do SAA

Para fins de controle da descarga de lodo de ETAs na bacia hidrográfica do rio Itapocu, propõe-se a implantação das seguintes medidas:

- Fiscalizar a destinação final do lodo da ETA; e
- Exigir planos de controle e tratamento do Lodo.

8.3.6.2 Esgotamento Sanitário

A emissão de efluentes domésticos nos cursos d'água contribuem significativamente para a degradação da qualidade dos recursos hídricos.

Segundo ABES (1999), de uma maneira geral, os esgotos sanitários possuem mais de 98% de sua composição constituída por água. Porém existem contaminantes, entre os quais destacam-se: sólidos suspensos, compostos orgânicos (proteínas: 40% a 60%; carboidratos: 25% a 50%; e óleos e graxas: 10%), nutrientes (nitrogênio e fósforo), metais, sólidos dissolvidos inorgânicos, sólidos inertes, sólidos grosseiros, compostos não biodegradáveis, organismos patogênicos e ocasionalmente, contaminantes tóxicos decorrentes de atividades industriais e acidentais.

No entanto, em esgotos sanitários, a matéria orgânica constitui a principal carga poluente, com DBO variando de 150 a 600 mg/l. Na bacia hidrográfica do rio Itapocu observa-se que o despejo de efluentes domésticos diretamente no manancial superficial é predominante.

Apenas o município de Jaraguá do Sul possui 80 % de coleta de esgoto, os demais ou possui pequena porcentagem de cobertura ou não possui. Nesse sentido se propõe as seguintes medidas mitigadoras.

8.3.6.2.1 Medidas mitigadoras para redução da carga poluidora dos despejos domésticos

Para fins de reduzir a carga poluidora proveniente da emissão de efluentes domésticos existente na bacia hidrográfica do rio Itapocu, propõe-se a implantação das seguintes medidas:

- **Implantação de redes coletoras e tratamento de esgotos nos municípios da bacia (medida estrutural):**

A implantação gradual de tratamento dos efluentes domésticos, em todos os municípios da bacia hidrográfica do rio Itapocu, deve obedecer as características locais e ser feita através de: sistema coletivo, semi-coletivo e individual. A implantação de sistemas de tratamento coletivo com rede de esgoto deve ser adotada para populações urbanas ou populações de aglomerados. Sistemas de tratamento semi-coletivo para grupos de famílias, e sistemas individuais (fossas sépticas, filtros biológicos e sumidouros/valas de infiltração) para famílias isoladas no meio rural.

Além da implantação das redes de esgoto sanitário, deve-se prever uma forma de tratamento do esgoto coletado, para então evitar a emissão de efluentes domésticos brutos diretamente nos cursos d'água.

Pode-se destacar pelo menos 20 tipos possíveis de tratamento, onde o processo dominante pode ser aeróbio ou anaeróbio, e ainda ambos processos podem ser utilizados de forma combinada. Segundo ABES (1999) não existe um sistema de tratamento de esgotos que possa ser considerado como o mais adequado para qualquer situação. Deve ser realizada uma análise de custo/benefício (respeitados os aspectos ambientais) que mais se adapte ao caso em análise.

A escolha do número de estações de tratamento não é algo tão fácil como aparenta e constitui uma decisão importante, principalmente no que se refere a otimização de custos.

No Brasil são difundidas uma série de opções tecnológicas, tais como reatores anaeróbios de manta de lodo de fluxo ascendente (UASB ou RALF), decantodigestores seguidos de filtros anaeróbios, lagoas de estabilização, algumas formas de disposição controlada no solo, entre outras. A decisão final sobre a tecnologia de tratamento vai depender fundamentalmente da população contribuinte e da eficiência global requerida.

Usualmente, no caso de grandes estações de tratamento, destacam-se os seguintes processos biológicos de tratamento: filtros biológicos, lagoas de estabilização, e lodos ativados.

O Quadro 5 apresenta um comparativo entre estes três processos biológicos de tratamento, levantando algumas vantagens e desvantagens de cada sistema.

Quadro 5 -Análise comparativa entre processos de tratamento biológico.

Processo biológico de tratamento	Vantagens	Desvantagens
Filtros biológicos	<ul style="list-style-type: none"> • simplicidade e segurança; • boa resistência a choques de cargas e de vazões; • operação fácil e de baixo custo. 	<ul style="list-style-type: none"> • custo inicial elevado; • grande perda de carga.
Lagoas de estabilização	<ul style="list-style-type: none"> • processo de baixo custo de implantação e de operação; • tecnologia simplificada (prescinde de equipamentos e de energia elétrica e a operação é simplificada); • eficiência de tratamento satisfatória; • possibilidade de receber sobrecargas hidráulicas e orgânicas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Necessidade de grandes áreas, devido ao elevado tempo de detenção; • Processo sujeito às variações climáticas mais intensas (temperaturas elevadas favorecem o aparecimento de algas cianofíticas, com riscos ambientais e possibilidade de mau-cheiro).
Lodos Ativados	<ul style="list-style-type: none"> • maior eficiência de tratamento; • maior flexibilidade de tratamento; • menor área ocupada em comparação com os filtros biológicos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Operação mais delicada; • Necessidade de completo controle de laboratório; • Maior custo de operação em relação à filtração biológica; • Consumo energético significativo.

Fonte: Adaptado de ABES, 1999.

- **Fiscalização dos sistemas de tratamento (medida não estrutural):**

Os municípios da bacia hidrográfica do rio Itapocu não possuem sistemas de tratamento coletivo com rede de esgoto, com exceção de Jaraguá do Sul que tratam seus dejetos por meio de reatores anaeróbios de lodo fluidizado de fluxo ascendente, os chamados RALF.

Predomina na bacia o despejo direto dos esgotos brutos nos corpos d'água ou a utilização de sistemas de tratamento individuais, tais como fossas sépticas, sumidouros e filtros anaeróbios. Porém, cabe aqui destacar a ineficiência encontrada nestes sistemas individuais, devido a vários fatores, como por exemplo: execução incorreta, falta de manutenção do sistema, etc.

Desta forma, sugere-se a fiscalização durante a execução de fossas sépticas, sumidouros e filtros, o controle das ligações clandestinas de esgoto na rede de drenagem pluvial e a fiscalização da limpeza periódica das fossas e sumidouros de modo a garantir sua eficiência.

Para tal, as Prefeituras Municipais devem passar a exigir o dimensionamento das fossas sépticas com filtro, conforme as normas vigentes, e devem realizar a fiscalização na entrega do alvará de licença e habite-se.

- **Implantação de programa de educação ambiental em saneamento ambiental (medida não estrutural):**

A educação ambiental é uma prática necessária não somente para a minimização da carga poluidora, mas possui uma função fundamental em relação à conscientização da população para com o meio em que está inserida.

Ao longo do desenvolvimento do programa de educação ambiental é importante traçar-se metas, a fim de atingir-se as finalidades deste programa de educação não formal junto a comunidade.

Devem ser respeitadas as fases integrantes do processo de conscientização, sendo elas, sensibilização, mobilização, informação e ação. Estas fases deverão ser desenvolvidas de maneira integrada, para que o público alvo, ao final do programa, possa pensar e agir em defesa do meio ambiente por iniciativa própria.

A realização de campanhas informativas e de esclarecimento à população quanto as questões de saneamento ambiental deve ser realizada dando ênfase aos problemas locais e regionais. Desta forma, destaca-se a importância do envolvimento dos Conselhos Municipais de Saúde para as questões de saneamento ambiental.

Em especial, deve-se destacar os seguintes deveres da comunidade dentro do programa de educação ambiental:

- reduzir a utilização de produtos de limpeza não biodegradáveis;
- evitar o desperdício de água durante a utilização de vasos sanitários;
- exigir do poder público a implementação do tratamento dos despejos domésticos, através de redes separadoras e estações de tratamento de esgoto sanitário;

É importante verificar se o comitê da BHRI já discute a implantação de uma campanha de educação ambiental na área de saneamento; e

A campanha seria veiculada por meio de cartilhas técnico-informativas sobre sistemas primários de tratamento de esgotos a nível de unidades residenciais.

8.3.7 Resíduos Sólidos

A disposição inadequada dos resíduos hospitalares e domésticos contribuem para a degradação da qualidade dos recursos hídricos. Especificamente na bacia hidrográfica do rio Itapocu o principal impacto está no mal acondicionamento do Lixo para a coleta coletiva.

Outro fator impactante é a redução do lixo reciclável que é descartado junto ao lixo comum.

8.3.7.1 Medidas mitigadoras para redução da carga poluidora gerada pela disposição inadequada de resíduos sólidos

As estratégias mais eficientes para a preservação dos recursos naturais, são aquelas que promovem a redução, ou se possível, a eliminação da carga poluente.

A minimização da carga poluidora pode ser efetuada também através de outras práticas, tais como a reutilização e reciclagem, ambas visando diminuir a

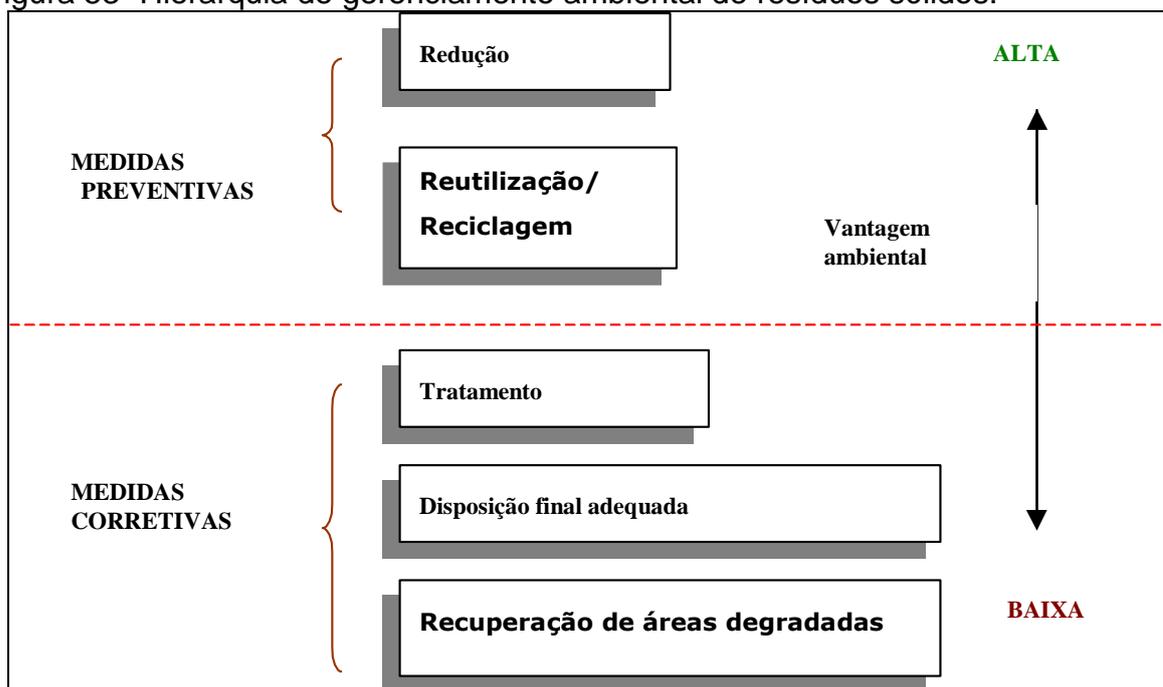
quantidade de resíduos a serem dispostos adequadamente, reduzindo os impactos ambientais causados pela disposição.

A reutilização é das duas a mais vantajosa, tanto em termos ambientais quanto econômicos, pois não submete os resíduos a tratamento que altere suas características físico-químicas. A prática da reciclagem, ao contrário, por prever este tipo de tratamento, requer tecnologia apropriada e custos mais elevados.

A minimização da carga poluidora passa, no entanto, necessariamente por um processo de reeducação ambiental, buscando-se reciclar hábitos e conceitos já impregnados no dia-a-dia das pessoas.

A Figura 53, apresenta esquematicamente as opções de manejo dos resíduos sólidos. A escolha da melhor opção para determinada situação, está condicionada a um estudo prévio de viabilidade técnica e econômica, bem como das vantagens ambientais a serem oferecidas.

Figura 53 -Hierarquia de gerenciamento ambiental de resíduos sólidos.



Fonte: Adaptado de Cetesb, 2001.

Para fins de reduzir a carga poluidora proveniente da inadequada disposição de resíduos sólidos existente na bacia hidrográfica do rio Itapocu, propõe-se as seguintes medidas mitigadoras:

- **Implantação de aterros sanitários (medida estrutural):**

A implantação de um aterro sanitário engloba o planejamento, projeto, operação, encerramento e o monitoramento após o encerramento. Estes procedimentos deverão ser acompanhados pelo órgão ambiental fiscalizador, FATMA.

Na implantação de um novo aterro sanitário deverá buscar-se a seleção de áreas propícias para disposição dos resíduos, levando-se em conta as características físicas (solos, relevo, geologia, recursos hídricos), bióticas (flora, fauna) de antrópicas (uso do solo, proximidades do aglomerado urbano, geração de emprego, legislação) da região. Basicamente na seleção de áreas para instalação de aterros sanitários, estas devem possibilitar: menor geração de impactos ao ambiente; maior tempo de vida útil e baixos custos de instalação e operação.

Em linhas gerais, o princípio básico que deverá nortear a concepção de qualquer projeto de saneamento de área degradada por resíduos sólidos é o de estabelecer, no local afetado, as condições mínimas exigidas para um aterro sanitário, ainda que a condição locacional seja totalmente adversa.

Estas condições pressupõem a minimização ou supressão de impactos negativos sobre o meio antrópico e o meio natural, com especial destaque à não poluição das águas subterrâneas e superficiais.

Na implantação de aterros sanitários nos municípios da bacia, deve-se incluir ações relacionadas com a solução dos depósitos irregulares existentes, cessando a contaminação dos recursos hídricos por chorume, oriundo destes locais não controlados, concentrando-se nos seguintes aspectos:

- recuperar os passivos ambientais de resíduos sólidos;
- estimular a disposição controlada de resíduos industriais;
- estimular a disposição controlada de resíduos da atividade construtiva;
- e
- disciplinar e estimular a implantação de aterros sanitários.

• Implantação de programa de educação ambiental (medida não estrutural):

Projetos de educação ambiental, direcionados às mais variadas facções da sociedade, visam fazer com que as pessoas avaliem a sua postura perante a

conservação do ambiente natural, conscientizá-las do seu papel na melhoria da qualidade de vida, e participá-las deste processo juntamente com os órgãos governamentais.

No que se refere à diminuição da carga poluidora dos recursos hídricos causada por resíduos sólidos, é papel da comunidade:

- reduzir a geração de resíduos sólidos, através de uma reciclagem dos padrões de consumo estabelecido, em que ocorre a supervalorização das embalagens dos produtos (quanto mais melhor). Esta medida refere-se também a uma reavaliação da necessidade de aquisição de bens e produtos, bem como da adoção da prática de reutilização;

- incentivar a produção de produtos e materiais não tóxicos ao meio ambiente, evitando-se o consumo destes;

- pressionar o poder público na adoção de métodos adequados de disposição final dos resíduos sólidos (aterros sanitários), bem como na implantação de usinas de reciclagem;

- separar os resíduos sólidos nas próprias residências, nas categorias “lixo orgânico” e “lixo seco”, o que vem a facilitar o trabalho de reciclagem nas usinas;

- criar o programa de “empresas amigas do meio ambiente”, na tentativa de induzir e estimular os usuários a consumirem produtos fabricados por empresas ecologicamente corretas;

- fiscalizar as empresas geradoras de resíduos sólidos tóxicos, a fim de verificar a correta disposição dos mesmos pela própria empresa.

A fim de atingir os objetivos traçados acima, a estratégia é a elaboração de campanhas de reeducação ambiental, cujo público alvo deve ser o mais abrangente possível, iniciando com alunos de ensino médio e fundamental, donas de casa e população em geral.

Para tanto, sugere-se a utilização de meios de comunicação de amplo alcance, tais como rádios e emissoras de TV, devendo ser portanto, um projeto a nível regional, articulando-se diferentes municípios.

- **Implantação de sistemas de coleta seletiva e usina de reciclagem (medida estrutural / não estrutural):**

A realização da coleta seletiva dos resíduos sólidos urbanos é de suma importância na melhoria das condições dos sítios de disposição (aterros sanitários), reduzindo a carga orgânica, em consequência da diminuição da quantidade de rejeitos.

A segregação dos resíduos recicláveis também reduz a área (espaço) necessário para disposição dos resíduos orgânicos em aterros sanitários.

A coleta seletiva envolve fundamentalmente a sensibilização da comunidade para a necessidade de alterar seus hábitos de consumo, repensando sua relação com os resíduos sólidos e seus desperdícios cotidianos. A comunidade e as administrações municipais deverão avaliar a importância desta coleta seletiva, visando inclusive a comercialização do material reciclável.

A implantação da coleta seletiva pressupõe um trabalho de educação ambiental prévio, trabalhando junto as escolas, associações de bairros, órgãos públicos e empresas privadas, que participem no planejamento da forma de organização do acondicionamento dos resíduos, da frequência da coleta e da destinação final.

A forma de organização do sistema de coleta seletiva pode ser definida em categorias, que estabeleçam uma planificação diferente da coleta convencional, podendo ser:

- Setorização por itinerários – quando os setores de coleta constituem espaços homogêneos que compreendem uma ou mais viagens, mas perfazendo um itinerário, entendido como a atuação de um veículo por jornada de trabalho da guarnição.
- Setorização por bairros – quando os setores de coleta compreendem um ou mais bairros, sendo que esta definição é justificada pela facilidade de divulgação à comunidade dos dias e horários da coleta seletiva.
- Sem setorização – quando não existe uma organização clara de setores, sendo que o planejamento dos serviços é feito empiricamente pelo condutor do veículo, à revelia da administração municipal.

A frequência da coleta geralmente é semanal. A frota de veículos envolvido na coleta dos resíduos deve passar por uma avaliação revisando os seguintes itens: idade média da frota e capacidade da frota em relação a população do município (kg/hab).

Nos municípios onde será implantado a coleta seletiva a administração pública, deverá calcular as quantidades geradas e ter condições de extrapolar para futuras demandas, considerando-se as variações sazonais. Simultaneamente a implantação da coleta seletiva, justifica-se a implantação de usina(s) de reciclagem na bacia (Quadro 6).

Quadro 6 - Resumo das medidas mitigadoras para redução da carga poluidora proveniente dos Resíduos Sólidos.

Principal local de ocorrência	Medidas Mitigadoras	Responsabilidade	Prazo
Municípios	Implantação de aterros sanitários	Prefeituras Municipais	Permanente
	Implantação de programa de educação ambiental	Prefeituras Municipais, SDM, Comitê da Bacia, FATMA, ONG's	Temporário
	Implantação de sistemas de coleta seletiva e usina de reciclagem	Prefeituras Municipais	Permanente
	Implementação da Política Estadual de Gestão dos Resíduos Sólidos	SDM, AL do Estado, Poder Executivo Estadual	Permanente

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

- **Implementação da Política Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos**

Programas institucionais na forma de leis, orientam e permitem a efetiva fiscalização da gestão dos resíduos a nível de município.

No estado de Santa Catarina, a Secretaria do Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente - SDM - tem uma proposta de Anteprojeto de Lei para a Política Estadual de Gestão de Resíduos Sólidos para o Estado. Nesta proposta, além da definição e classificação dos resíduos, são objetivos específicos:

Art. 3º Proposta de Anteprojeto de Lei (SDM, s.d)

- * preservar a saúde pública;
- * proteger e melhorar a qualidade do meio ambiente;
- * estimular a recuperação de áreas degradadas;
- * disciplinar o gerenciamento dos resíduos;

- * estimular a implantação, em todos os municípios catarinenses, dos serviços de gerenciamento de resíduos sólidos;
- * gerar benefícios sociais e econômicos;
- * estimular a criação de linhas de crédito para auxiliar os municípios na elaboração de projetos e implantação de sistemas de tratamento e disposição final de resíduos sólidos licenciáveis pelo órgão ambiental estadual; e
- * implementar a gestão integrada dos resíduos sólidos urbanos, incentivando a cooperação entre municípios e a adoção de soluções conjuntas, mediante planos regionais entre outros...”

Ressalta-se que, na medida em que tem por objetivo “incentivo a cooperação entre municípios”, assume realisticamente que a gestão dos resíduos sólidos, de forma consorciada entre os municípios, tem maior viabilidade.

Além disso, a Proposta de Anteprojeto da Política Estadual de Resíduos Sólidos, prevê programas de não geração, minimização, reutilização e reciclagem de resíduos sólidos, bem como preconiza a adoção de sistemas de gestão ambiental.

Do que, fica clara a importância da implementação da política de estadual de gestão de resíduos sólidos para o controle da carga poluidora gerada pela má disposição dos resíduos sólidos.

CAPÍTULO 9 - ANÁLISE INTEGRADA DAS INTERVENÇÕES PARA COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS HÍDRICAS

A disponibilidade e a demanda hídrica são fatores limitantes para o desenvolvimento sustentável de qualquer região, uma vez que para promover a sustentabilidade tornam-se necessário aplicar abordagens integradoras.

As quais possibilitam avaliar a gestão dos recursos e os impactos cumulativos e sinérgicos das intervenções numa dada área, em detrimento de tratamentos tradicionais, individualizados, que impedem uma compreensão das interações e da dinâmica dos processos mais relevantes que definem ou constituem o meio ambiente.

Sendo que os objetivos, metodologias, resultados e conclusão deste capítulo, são apresentados abaixo.

9.1 OBJETIVOS

9.1.1 Gerais

Realizar a análise integrada das intervenções para compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu a fim de alcançar os cenários de desenvolvimento propostos.

9.1.2 Específicos

- Realizar a integração das intervenção;
- Compatibilizar as demandas e disponibilidades hídricas de forma qualitativa;
- Avaliar os diferentes usos e seus conflitos na bacia;
- Elaborar os cenários para a bacia em estudo;
- Caracterizar a bacia hidrográfica quanto aos principais ecossistemas e seus conflitos; e
- Sugerir e Propor cenários alternativos.

9.2 METODOLOGIA

Para avaliar o conjunto de alternativas de intervenção, realizou-se a compreensão global dos diferentes usos e seus respectivos conflitos, garantindo a efetividade em alcançar os cenários de desenvolvimento estabelecidos, corroborando para a eficiência econômica e com impactos ambientais e sociais aceitáveis.

A análise consistiu em caracterizar de uma maneira geral da bacia hidrográfica quanto aos principais ecossistemas e seus impactos de acordo com sua espacialidade, ou seja, como se distribuem e afetam as populações naturais e o meio físico no ambiente terrestre, no ambiente aquático e/ou no meio socioeconômico e a partir disto, identificar os conflitos existentes na bacia hidrográfica e aplicação de técnicas de integração destas informações obtidas.

Além disso, para a análise integradora a participação pública, foram realizadas oficinas (Capítulo 11), que serviram como componente de acompanhamento para o desenvolvimento dos estudos além de possibilitar a garantia de um princípio de transparência e de efetiva contribuição da população que faz uso da bacia hidrográfica do rio Itapocu.

9.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

9.3.1 Análise Integrada

Para a avaliação integrada das intervenções a serem discutidas e realizadas na bacia do rio Itapocu levou-se em consideração os principais pontos:

- Desenvolvimento urbano;
- Desenvolvimento rural;
- Energia;
- Navegação;
- Recreação; e
- Eventos críticos (como enchentes).

Foi proposto, a aplicação de um sistema de gerenciamento ambiental (SGA) que objetive executar a Política Ambiental e dos Recursos Hídricos através de instrumentos que visem o planejamento ambiental setorizado.

Devem-se levar em consideração que os recursos naturais são serviços ambientais e que podem ser categorizados em quatro funções básicas:

1) de produção, quando os recursos ambientais são usados como bens de consumo final ou intermediário (água para consumo humano ou irrigação);

2) de suporte: quando os recursos ambientais criam condições para a vida e as atividades produtivas (a água propriamente dita – para consumo e ciclo hidrológico);

3) de regulação: quando os recursos ambientais limpam, acomodam, filtram, neutralizam ou absorvem resíduos ou ruídos (água para diluição, afastamento e depuração de resíduos); e

4) de informação: quando os recursos ambientais servem de indicadores sobre “estados ambientais” (qualidade físico-química da água).

Além disso, após a análise integrada das intervenções para compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu, propõem-se o gerenciamento da oferta para os diferentes setores socioeconômicos, o qual visa a antecipar e diminuir conflitos intrasetoriais (entre demandas do mesmo setor), intersetoriais (entre demandas de diferentes setores) e conflitos intergeracionais (entre o uso pela geração presente e pelas futuras).

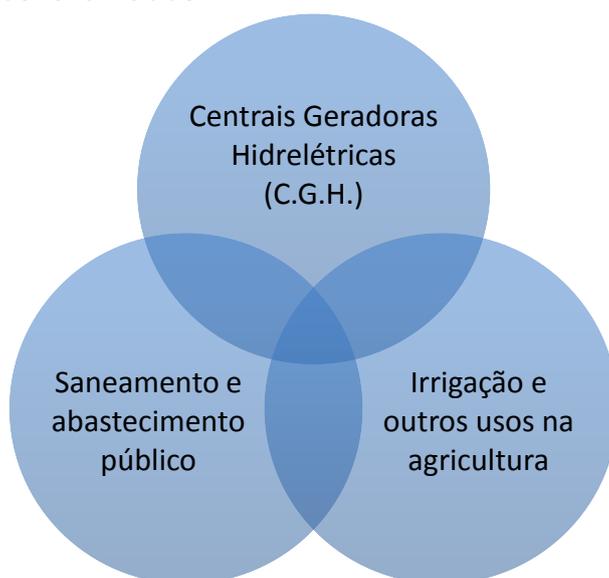
As análises permitem identificar os efeitos favoráveis e desfavoráveis quanto aos diferentes cenários e conseqüente intervenções no meio, variando-se as vazões de atendimento. Além de que, uma análise abrangente da demanda de água nos municípios, de acordo com os consumidores residenciais e estabelecimentos industriais, requer um modelo que descreva as características daquele ambiente, da estrutura, infraestrutura e perfil do consumidor bem como das tecnologias de produção das organizações e indústrias.

Devido à grande concentração de atividades humanas na bacia hidrográfica do rio Itapocu, uma série de conflitos foram gerados, sendo eles: degradação ambiental dos mananciais; indisponibilidade das áreas de abastecimento devido à poluição orgânica e química; contaminação dos rios pelos esgotos domésticos, industrial e pluvial; enchentes urbanas geradas pela inadequada ocupação do espaço e pelo gerenciamento inadequado de drenagem; falta de coleta e disposição dos resíduos sólidos urbanos em vários municípios que constituem a bacia; uso de água para irrigação de lavouras orizícolas.

Embora os cenários individuais indiquem pequena melhora no atendimento das demandas hídricas, foram realizadas compatibilizações com vazões de referência Q98 e Q90, já apresentados nas etapas anteriores deste documento.

As simulações apresentadas indicam conflitos em três grandes segmentos: Centrais Geradoras Hidrelétricas, Saneamento/abastecimento público e Irrigação. A Figura 54 sintetiza os conflitos levantados.

Figura 54 - Conflitos levantados



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017). UNISUL.

As implantações de novas técnicas de cultivo favorecerão melhorias no conflito voltado à irrigação. Neste sentido destaca - se a necessidade de implantações de melhorias no setor de saneamento e abastecimento público voltado à redução de perdas em todo processo (captação, tratamento e distribuição).

As análises e cenários foram realizados considerando parâmetros metodológicos já apresentados no Capítulo 5, sendo estas reapresentadas:

- Q_{98%}: Cenários atual e tendenciais;
- Q_{90%}: Cenários atual e tendenciais; e,
- Q_{MLT}: Para fins de abastecimento público.

A parametrização de prioridade do uso do recurso hídrico atende o seguinte critério:

- Prioridade 1: Abastecimento público;

- Prioridade 2: Dessedentação animal; e,
- Prioridade 3: Demais usos.

A Figura 32 intitulada “**Mapa Comparativo das Áreas Críticas e Deficitárias nas Unidades de Planejamento – Vazões Q90 e Q98**”, apresentada no Capítulo 3 e Apêndice A, mostra os diferentes cenários elaborados com base nos critérios estabelecidos.

Critérios estes já discutidos e apresentados ao longo deste documento, considerando o macro conflito das áreas/zonas de interesses.

Destarte, podemos verificar que há considerável mudança nos cenários de atendimento das unidades de planejamento, quando alterado o condicionante de vazões de atendimento hídrico da bacia, destacando como maior influência de alteração, o cenário de criticidade para vazão Q98%.

Ressalta-se como ponto importante na análise integradora, a questão da demanda hídrica para a irrigação na agricultura. Especialmente porque em sua maioria a bacia hidrográfica do rio Itapocu apresenta alto consumo hídrico para um cultivo: o arroz irrigado. Efatizando novamente que menos de ¼, tanto em área quanto em consumo unitário, é menor nos demais cultivo (banana, pupunha, hortaliças e frutíferas) do que corresponde a orizicultura na região.

Sugerindo que devido à representatividade do consumo de água para o cultivo do arroz na bacia hidrográfica do rio Itapocu, entende-se que um “cenário desejável” para toda a bacia só poderá ser alcançado com a melhoria da eficiência produtiva e/ou a adoção de novos sistemas de cultivo, como o de sequeiro e/ou a produção integrada do grão; para que assim possa reduzir a demanda hídrica da cultura de arroz na bacia hidrográfica do rio Itapocu e obter uma melhoria da eficiência dos processos produtivos na rizicultura.

CAPÍTULO 10 - ARTICULAÇÃO E COMPATIBILIZAÇÃO DOS INTERESSES INTERNOS E EXTERNOS À BACIA

Todas as articulações e interesses externa de uma bacia hidrográfica devem ser compatibilizados e articulados com interesses mais gerais a abrangentes expressos por diversos órgãos tanto a nível federal e estadual como a nível regional evitando assim visando minimizar possíveis conflitos de interesses.

Com base nisto, este capítulo é parte integrante da etapa D10 do presente plano e busca propor estratégias, sugerir alternativas, novos empreendimentos a serem implantados na bacia.

Visando sempre os interesses externos da bacia que possam vir a afetar direta ou indiretamente, suas implicações na compatibilização dos interesses internos dos setores usuários e da sociedade.

10.1 OBJETIVOS

10.1.1 Gerais

Sugerir estratégias de alternativas técnicas institucionais para a articulação dos interesses internos com os externos à bacia em estudo, de forma a compatibilizar com os interesses do estado e da União de forma a minimizar possíveis conflitos de interesses.

10.1.2 Específicos

- Propor técnicas para a articulação dos interesses internos e externos da bacia;
- Compatibilizar tais articulações com os interesses do estado e da União;
- Analisar os grandes Empreendimentos a serem instaladas;
- Sugerir cenários alternativos; e
- Fornecer alternativas que auxiliem para a tomada de decisões.

10.2 METODOLOGIA

Para a análise e levantamento dos grandes empreendimentos a serem implantados na bacia, o estudo contou com o análise dos programas, projetos e planos para os 13 municípios.

Logo após a análise dos documentos, foram propostos cenários alternativos de forma a beneficiar os municípios pertencentes a bacia de estudo e ao final foram apresentadas as alternativas para auxiliar nas tomadas de decisão.

Vale salientar que para a apresentação dessas alternativas, considerou-se o estudo de projetos, obras e ações relevantes a serem ou já implementados na Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu.

10.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

10.3.1.1 ANÁLISE DE PROJETOS DE GRANDES EMPREENDIMENTOS A SEREM IMPLANTADOS NA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO ITAPOCU

Em sua maioria as ações planejadas e executadas estão relacionadas a ações de macrodrenagens, recuperação de áreas degradadas, desassoreamento dos rios, melhorias nas estações de captação e tratamento de água, implantação e melhorias de redes rede de esgoto sanitário, e construção de passagens (pontes, viadutos, etc.).

Outrora, dentre os programas, projetos e planos encontrados para a bacia hidrográfica do rio Itapocu que permitiram simulações de suas intervenções foram:

- Planos Municipais de Saneamento Básico (PMSB) – Baseado na Lei n.º 11.445/2007, a Lei de Saneamento Básico, todas as prefeituras se obrigaram a elaborar o seu Plano Municipal de Saneamento Básico (PMSB) para poder receber recursos federais para projetos de saneamento básico.

Segundo o Ministério das Cidades, o saneamento básico foi definido como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais relativo aos processos de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, manejo de resíduos sólidos e drenagem e manejo das águas pluviais urbanas, ou seja, o PMSB deveria abranger as quatro áreas, relacionadas entre si.

Este documento, após aprovado em audiências públicas e pela Câmara Municipal, tornou-se instrumento estratégico de planejamento e de gestão participativa.

- Criação e instalação de uma Central Geradora Hidrelétrica – CGH no rio Itapocu, no município de Guaramirim, que terá capacidade de geração de 2,9 megawatts (MW) de energia elétrica. Em Jaraguá do Sul já existem mais duas, no Rio Itapocuzinho, operada pela Delmax Papelão e embalagem, com 990 kW e 480 kW, respectivamente, totalizando 1.470,00 kW de potência instalada, utilizada para uso próprio. Dentro da Bacia Hidrográfica de Rio Itapocu existe mais uma, no Piraí, em Joinville.

- Barragem da Usina Rio Vermelho de Energia – URVE em São Bento do Sul, é uma barragem de contrafortes (tipo Ambursen), em concreto, ancorada em rocha, e classificada como fio d'água e não possui nenhum sistema de comportas, ou seja, a vazão de água do rio não é alterada por força antrópica. A barragem possui categoria de baixo risco e dano potencial baixo.

- Usina do Bracinho em Schroeder conta com três barragens: a primeira e menor barragem da PCH do Bracinho instalada em Schroeder do 1º Salto em 1931, com um volume do reservatório de 200.000 m³. Mais tarde foi construída a maior barragem do 8º Salto em 1947, podendo reservar até 7.100.000m³. A barragem Rio do Júlio foi instalada em 1960, já no município de Joinville, armazenando até 2.500.000 m³ de água.

- Molhe na boca da barra do Rio Itapocu em Barra Velha, contendo 150 metros, que trará vários benefícios na área de saneamento básico, e irá acelerar o escoamento das águas e favorecer a macrodrenagem dos municípios incluídos na bacia hidrográfica. No aspecto ambiental, irá melhorar significativamente a circulação das águas doces e facilita a entrada dos peixes do mar que se reproduzirem na lagoa e no rio. Outro aspecto positivo será o turismo náutico que tende a crescer com a entrada e saída de barcos para passeios.

CAPÍTULO 11- FORMULAÇÃO DO CENÁRIO DESEJADO

Este Capítulo foi desenvolvido para atender as atividades D do Plano de Recursos Hídricos da bacia do rio Itapocu e apresenta os resultados da aplicação de uma oficina para definição do Cenário Futuro desejado na Bacia por meio de metodologias e ferramentas participativas.

Essas metodologias e ferramentas participativas são os métodos mais eficazes para se obter informações de comunidade de forma integrada, leves e direcionadas para a leitura e interpretação das informações levantadas tendo como premissa os usos múltiplos e a preservação ambiental.

11.1 OBJETIVOS

11.1.1 Gerais

Identificar e formular um consenso harmonizado entre os diversos cenários futuros alternativos propostos para a bacia hidrográfica do Rio Itapocu.

11.1.2 Específicos

- Realizar as oficinas no Município sede do Comitê;
- Apresentar as alternativas encontrados para o cenário futuro desejado;
- Considerar os conflitos diagnosticados para o cenário atual e o cenário tendencial; e
- Definir o cenário futuro desejado para os recursos hídricos da bacia.

11.2 METODOLOGIA

A Oficina foi realizada em 22 de setembro de 2017 e contou com a presença de diferentes representantes dos setores usuários da bacia do Itapocu. Foi programada uma mobilização dos atores sociais representantes da sociedade regional, onde, com 1 mês de antecedência foi enviado um convite para diversos órgãos e comunidades (Figura 55) e após quinze dias o convite foi reforçado.

Figura 55 - Convite enviado para a comunidade para realização da oficina.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

A oficina contou com a participação de 25 pessoas das diferentes regiões e setores de usuários da bacia, sendo que durante a oficina, programou-se o uso de algumas ferramentas participativas.

Essas ferramentas tiveram como objetivo, construir um consenso entre os setores, para assim formular um cenário futuro desejável para a bacia hidrográfica do rio Itapocu (Figura 56).

Figura 56 - Fotografia com parte do grupo que esteve presente na oficina.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Primeiramente foi apresentado para a comunidade, o Estudo de Compatibilização de Alternativas das Disponibilidades e Demandas Hídricas da bacia

(Capítulo 4), para discussão inicial das problemáticas de demanda hídrica das unidades de planejamento da bacia hidrográfica do Rio Itapocu.

Logo após, foram utilizadas ferramentas e métodos participativos para a formulação e identificação do cenário futuro desejável, passando pelos problemas do presente e pelos anseios da comunidade. A realização das oficinas contou com:

- A utilizados painéis e um kit completo (tarjetas em várias formas, tamanhos e cores, pincéis atômicos, alfinetes etc)
- A condução da oficina foi realizada com um coordenador/moderador e auxiliares.

11.2.1 Ferramentas Aplicadas

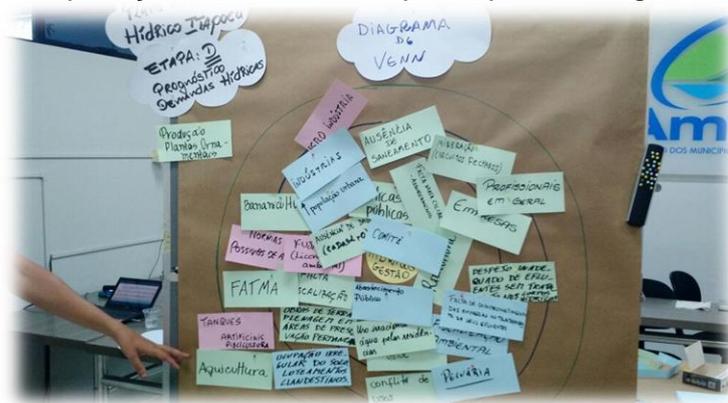
11.2.1.1 Diagrama de Venn

Diagrama utilizado para representar as relações dos grupos sociais. Formado por círculos que se circunscvem, o “Diagrama de Venn” usa tarjetas para ilustrar, por exemplo, os vários grupos políticos, econômicos, culturais, entre outros que existem na bacia hidrográfica do Itapocu.

O Condutor/moderador deve primeiramente apresentou a ferramenta e explicou para o público a importância do uso e do resultado gerado. Fazendo com que os participantes pensem na atuação dos órgãos e instituições presentes na bacia que possuem alguma relação com a gestão ou interferem no uso da água na bacia hidrográfica.

Conforme o grau de atuação, o órgão ou instituição é colocado mais próximo do centro do diagrama. Como segue na Figura 57.

Figura 57 - Foto da aplicação da ferramenta participativa Diagrama de Venn.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

11.2.1.2 Oficinas do Futuro

(i) Com o uso da Ferramenta “Muro das Lamentações”: foi possível identificar os danos ambientais, as demandas sociais e tudo aquilo que influencia negativamente a qualidade de vida da comunidade (Figura 58).

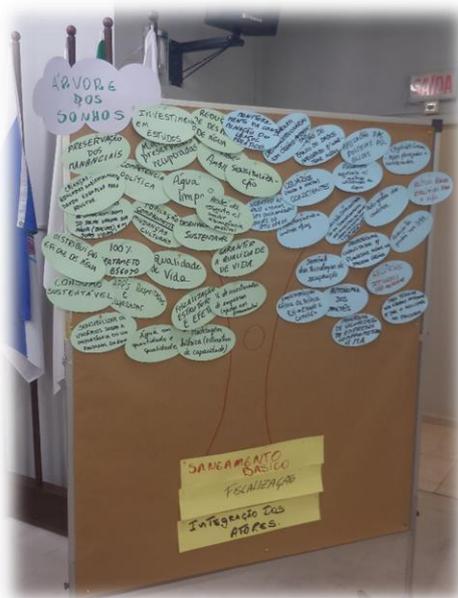
Figura 58 - Foto da aplicação da Ferramenta participativa “Muro das Lamentações”.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

- (ii) a “Árvore dos Sonhos”: nesta atividade, a comunidade manifestou as vontades do presente e projetou o que seus membros desejam para o futuro com uso de tarjetas em formato de árvore (Figura 59).

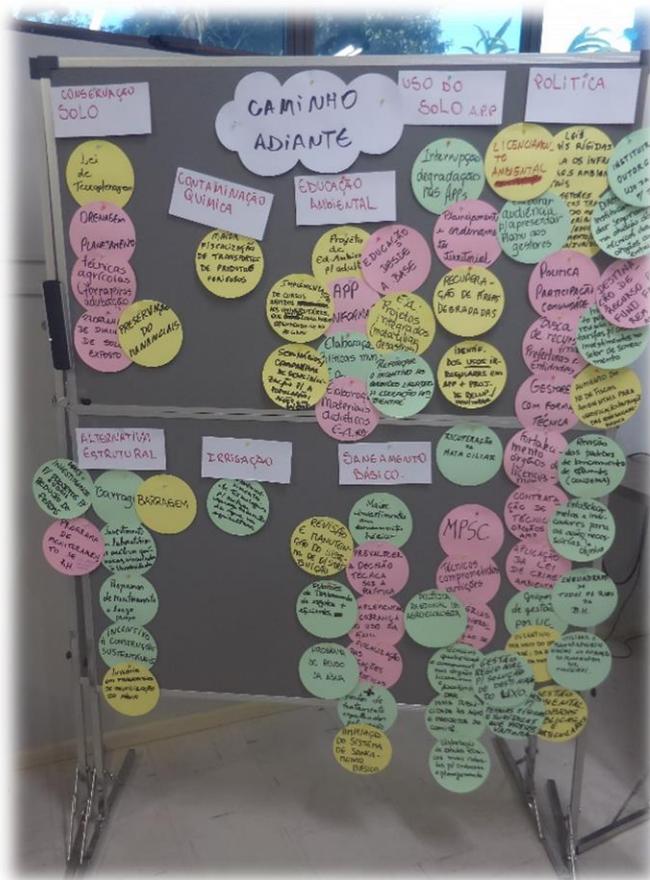
Figura 59 – Foto da aplicação da ferramenta participativa “Árvore dos Sonhos”.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

- (iii) o “Caminho Adiante”: propostas de solução (Figura 60) para os problemas identificados no primeiro passo de acordo com as expectativas do segundo (tarjetas).

Figura 60 - Foto da aplicação da ferramenta participativa “Caminho adiante”.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

- (iv) o “Pacto das Águas”: Formalização de um compromisso da comunidade com a gestão das águas em um documento (uma carta coletiva) apresentando os atores sociais envolvidos, seus problemas, suas expectativas e prioridades (Quadro 7).

Quadro 7 -Cronograma estimado de atividades.

22/ago.	22/set					
	08:30	10:00	10:20	10:30	13:30	16:00
Divulgação	- Apresentação da oficina - Estudo de Compatibilização de Alternativas das Disponibilidades e Demandas Hídricas	Pausa para Café	separação dos grupos	Apresentação das ferramentas e aplicação do diagrama de Venn	Oficinas do futuro	Finalização

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

11.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

11.3.1 Diagrama de Venn

Com o resultado da aplicação da ferramenta diagrama de venn, sobre a ótica da população, foi possível identificar quais atividades e setores que estão mais envolvidos com a gestão de recursos hídricos da bacia do Itapocu (Figura 57). No centro do diagrama foi colocado “a gestão dos recursos hídricos” e foi possível observar que o Comitê da bacia do Itapocu é o órgão mais influente na gestão da água.

As Fundações de meio ambiente e as empresas no geral estão situadas um pouco mais distante, indicando uma necessidade de aproximar a Fundação de meio ambiente e as empresas nas tomadas de decisão sobre os recursos hídricos e a população sente uma fraca atuação destas entidades.

No diagrama foi verificado que as indústrias, tão importantes na região, pouco participam da gestão da água. Foi apresentado também a grande preocupação com a fiscalização sobre o uso da água. Indicando ausência dos órgãos fiscalizadores.

11.3.1.1 *Muro das Lamentações*

O desfecho da aplicação da ferramenta trouxe informações importantes para entender quais fatores mais influenciam negativamente os recursos hídricos e qualidade de vida da população. As informações foram sendo faladas pelos participantes e de forma organizada, foram agrupadas em grandes grupos de lamentações (Figura 58).

O primeiro grande grupo foi o de manejo e conservação do solo onde foram apresentadas as questões de: Ocorrências de aterramentos de nascentes, ações de terraplenagem irregulares e sem estudos técnicos, a conservação de estradas e a constatare impermeabilização dos solos nos centros urbanos.

O segundo grupo foi o de contaminação do solo, onde foram citadas questões de: contaminação química por indústrias. Neste grupo ficou ressaltado a preocupação da população principalmente com os rios Itapocuzinho, Jaraguá e Itapocu. No terceiro grande grupo foram descritos as proposições de educação ambiental.

Esta questão foi recorrente nos argumentos da população, foi observado que existe uma grande preocupação de como as pessoas veem o meio ambiente e muito dos problemas que a bacia vive hoje, foram atribuídas as questões de educação ambiental.

Foram levantadas questões sobre: falta de incentivo a educação ambiental, ausência de programas específicos sobre a educação ambiental, falta de percepção da população sobre os problemas hídricos.

Um grupo de ideias foi sobre o uso e ocupação do solo de forma irregular, foram identificadas questões prioritariamente problemáticas como: uso e ocupação de áreas de APP e em unidades de conservação, foi listada a falta de preservação das matas ciliares e apontada como um dos principais fatores que devem estar contribuindo para a ocorrência de enchentes.

Um outro grupo de questões foi o da área política, onde foram apontadas algumas ações de impacto negativo que foram atribuídas a forças políticas, tais como: gestor ambiental mau qualificado, impunidade dos infratores ambientais, falta de comprometimento em aplicar leis e planos, pouco apoio a fiscalização ambiental e ausência total de fiscalização.

Outro grupo de problemas levantados foram os relacionados as demandas hídricas e as descargas de poluentes urbanos e rurais nos rios. Com destaque para a ineficiência do tratamento dos efluentes da bacia do Itapocu e para as perdas de água por falhas de distribuição.

Foram listadas as seguir questões: alta demanda de água requerida por Joinville, pouco investimento para controle das perdas no abastecimento, total falta de saneamento na área rural, despejo de efluentes sem tratamento, falta de saneamento e problemas nas drenagens urbanas.

11.3.1.2 *Árvore dos Sonhos*

A ferramenta árvore dos sonhos definiu questões sobre o futuro da bacia. Identificando os problemas mais emergenciais do presente e uma projeção de como resolve-los para um futuro próximo (Figura 59).

Na base da árvore (raízes) foram identificados 3 grandes problemas emergências da atualidade, são eles: **o saneamento básico, a fiscalização ambiental e a Integração dos atores envolvidos.**

Destes 3 grupos de problemas a serem gerenciados para o futuro, foram listadas diversas ações esperadas para a projeção de um futuro mais adequado para a bacia, dentre eles pode-se citar como principais: rede de esgoto mais abrangente, domínio das tecnologias de recuperação ambiental, monitoramento das qualidade da água subterrânea, mananciais preservados, educação ambiental de crianças, incentivo ao uso do “IPTU verde”, maior autonomia dos comitês de bacia, distribuição eficaz da água, valorização das empresas comprometidas com o meio ambiente e outros.

11.3.1.3 *Caminho adiante*

Nesta ferramenta, onde são descritas as soluções para os problemas identificados nos itens anteriores (Figura 60), foram identificados alguns grupos de questões e as descrições de cada grupo.

1 – Conservação do solo: Planejamento das obras de terraplanagem com a revisão ou criação da lei do terraplanagem, uso de técnicas agrícolas mais eficientes e implementação de um programa de diminuição de solo exposto.

2 – Educação ambiental: este tópico apresentou uma grande discussão, principalmente sobre os programas já implantados na bacia. Foram levantadas questões sobre a eficiência dos programas e das formas de se avaliar o impacto dos projetos na conservação do recurso hídrico. Como forma de resolver os problemas da educação no meio ambiente foram citadas as seguintes questões: Projetos de educação ambiental para adultos, educação desde a base, elaboração de materiais didáticos e execução de seminários para informação e sensibilização.

3 – Uso do Solo em APP: Como forma de solucionar problemas relacionados a uso do irregular do solo foram apresentadas algumas propostas prioritárias como: identificação de todas áreas de APP, interrupção da degradação das matas ciliares e planejamento e ordenamento territorial pelas prefeituras.

4 – Política: Este grupo foi o tema mais citado como solução dos problemas. Foram indicadas 21 proposições enfatizando como prioridade e unanimidade a problemática da região. As ações que mais se destacaram neste tema foram: criação de leis mais rígidas para infratores ambientais, decisões políticas mais participativas, gestores com formação técnica, fortalecimento dos órgãos de licenciamento, criação de um grupo de gestão por Unidade de planejamento, utilizar o plano de recursos hídricos nas políticas públicas municipais, revisão dos padrões de lançamento de efluente entre outros.

5 – Alternativas Estruturais: Foram apresentadas algumas sugestões de ações estruturais, tais como: mais investimento para prevenir as perdas no abastecimento, estudos específicos para construção de barragens (abastecimento/contenção), instituir programas de incentivos a construções sustentáveis.

6 – Saneamento Básico: Implementar a cobrança no uso da água, estações de tratamento de efluentes mais eficientes, implantação de política de reuso da água, mais fiscalização, mais pontos de tratamento espalhados pela bacia.

7 – Outros: Implantação de política regional de incentivo a agroecologia e as produções orgânicas, programa regional de gestão do lixo e uma maior atuação do Ministério Público na gestão da água.

11.3.1.4 *Pacto das águas*

O Pacto das águas é um documento que foi produzido com a comunidade, onde os participantes geraram as informações para o planejamento e desenvolvimento sustentável para uso dos recursos hídricos. Este documento é apresentado na etapa E deste plano, como forma de ações estratégicas para gestão da água.

Teve como base os resultados desta oficina e validado com a comunidade, por meio de eixos principais do pacto, em que a população se comprometeu em atingir as metas de: Distribuição de água eficaz.

Tratamento de 100% do esgoto gerado (Urbano e Rural), aumento do efetivo e das estruturas para fiscalização ambiental (quantidade e qualidade), monitoramento da qualidade de água, Programas de educação ambiental, Redução do uso da água com irrigação, Mudança no paradigma cultural sobre o uso dos recursos hídricos.

O cenário desejável para o futuro da bacia deve ser planejado de forma que todo o efluente gerado na bacia, seja tratado e não lançado ao corpo hídrico, além de planejar melhor a fiscalização ambiental, aumento efetivo das estruturas e capacitando melhor os agentes.

Neste cenário, existe a necessidade de criar programas constantes de educação ambiental, tanto para adultos como para jovens e crianças. Além do mais, deve-se avaliar os programas já executada afim de se verificar a sua efetividade.

A preocupação com o uso exagerado de água para a irrigação é um fato relevante no cenário desejável e programas de redução do uso devem-se ser adotados. Além dos programas de monitoramento constante da qualidade das águas nas áreas críticas da bacia.

CAPÍTULO 12- PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO

De acordo com a Resolução CONAMA nº 357/2005, o enquadramento dos corpos hídricos visa o estabelecimento de metas e objetivos de qualidade de água a serem alcançados ou mantidos por um corpo de água. Os objetivos de qualidade de água são criados através de suas Classes onde, cada classe possui padrões de água indispensáveis ao atendimento dos usos preponderantes. As águas, variam as classes de Especial, 1, 2, 3 e 4 e são enquadradas de acordo com os usos.

Até o presente momento, a Bacia do Itapocu, com seus diversos corpos de água, ainda não possui em definitivo o enquadramento dos rios que compõem o seu complexo hidrológico, e sendo assim, para fins de embasamento do potencial de enquadramento dos recursos hídricos da bacia, o mais correto é adotar o enquadramento dos corpos d'água de Santa Catarina, estabelecido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) na Resolução CERH nº 001/2008 que, por sua vez, adota a classificação estabelecida pela Resolução CONAMA 357/2005 (CERH, 2008).

O Conselho Nacional de Recursos Hídricos (CNRH) sugere que o processo de elaboração dos enquadramentos deve ser realizado em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos da bacia, preferencialmente durante a sua elaboração, e com os Planos de Recursos Hídricos Nacional, Estadual ou Distrital, com a ampla participação da comunidade.

12.1 OBJETIVOS

12.1.1 Gerais

Apresentar uma classificação prévia, no âmbito do plano, dos principais rios da bacia do Itapocu, além de mostrar os resultados dos cruzamentos dos balanços de qualidade de água com os principais usos preponderantes.

12.1.2 Específicos

- Classificar os principais rios pertencentes a bacia em estudo;

- Propor classes de enquadramentos para rios levantados, de acordo com as definições da Resolução CONAMA nº 357/05 e suas alterações (Resolução nº 410/2009 e 430/2011); e
- Apresentar os resultados dos cruzamentos dos balanços de qualidade de água.

12.2 METODOLOGIA

A realização do enquadramento no âmbito do plano deve se dar tomando-se como diretriz a metodologia indicada na Resolução do CNRH, que apresenta as seguintes etapas:

- Diagnóstico.
- Prognóstico.
- Propostas de metas relativas às alternativas de enquadramento.
- Programa para efetivação.

No diagnóstico, a maioria dos dados necessários para o estudo do enquadramento foi obtida na fase inicial dos trabalhos do Plano da Bacia do Itapocu, no Diagnóstico da Bacia, feito com dados secundários.

Por meio das informações coletadas durante a fase de diagnóstico, caracterizou-se os principais usos e a situação atual da qualidade dos rios em função do (DBO), dando início ao processo de estabelecimento de metas e objetivos de qualidade de água.

Dessa maneira, os trabalhos foram conduzidos no sentido de se ter uma situação de enquadramento proposto no âmbito do Plano da realização do plano, ou seja, a situação atual. Posteriormente, esse estudo deverá ser complementado, com aplicação de oficinas em conjunto com a comunidade e gestores dos recursos hídricos, chegando-se à elaboração do respectivo programa de efetivação.

Nesse sentido, a elaboração do Plano do rio Itapocu configurou-se em uma oportunidade excepcional para estabelecer as primeiras discussões sobre a classificação dos rios da região, assim como para direcionar propostas de enquadramento para os principais corpos hídricos da bacia.

Para a classificação dos principais rios da bacia, foram utilizados os valores calculados no SADPLAN (Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos de Santa Catarina) para resultar no balanço da qualidade de água

para o ano de 2018. Tendo como base os valores com decaimento de DBO no fim de cada trecho de rio. (Demanda bioquímica de oxigênio).

Os Valores representados para a classificação dos rios foram hierarquizados segundo os limites de DBO para enquadramento de rios contidos na Resolução do CONAMA 357/2005. As classes foram divididas em: Classe especial, Classe 1, Classe 2, Classe 3 e Classe 4

A classificação desenvolvida neste item do plano foi realizada através de um cruzamento das informações do balanço de qualidade de água e os pontos outorgados para uso da água na bacia do Itapocu.

Esta lista de outorgas foi obtida a partir do banco de dados de outorga da SDS (Secretaria de Estado de Desenvolvimento Econômico sustentável). Os resultados são apresentados através de tabelas e mapas.

12.3 RESULTADOS E CONCLUSÃO

O cruzamento das informações e a hierarquização dos corpos hídricos em função das classes de enquadramento são apresentadas na Figura 61, que representa em um Mapa a união das informações de qualidade de água (DBO no fim do trecho) e dos usos preponderantes identificados.

Neste mapa também foram indicadas regiões específicas para preservação e manutenção da classe especial, onde segundo CONAMA 357/2005, não é tolerado nenhum tipo de lançamento de efluente no corpo hídrico. A escolha destas regiões foi feita em função da localização das principais áreas de nascentes, principais afluentes do Rio Itapocu e as maiores áreas de recarga de aquíferos.

Após a identificação das áreas e as respectivas classificações no âmbito do Plano, foi realizada uma classificação prévia dos principais rios das unidades de planejamento que compõem a bacia do Itapocu (Quadro 8) em função dos principais usos identificados como preponderantes (Apêndice F).

Quadro 8 - Identificação dos usos mais importantes da bacia nos principais rios.

Principais Rios	Descrição dos usos principais	Unidade de Planejamento	Classe CONAMA nº357/2005
Rio Novo	Trechos de nascentes dos principais afluentes do rio novo e em Unidades de Conservação	Rio Novo	Especial
Rio Novo	Trechos próximos a nascentes, áreas de recreação e pontos de captação de água para abastecimento	Rio Novo	Classe 1
Rio Vermelho	Trechos de nascentes dos principais afluentes do rio	Rio Vermelho	Especial
Rio Vermelho	Trechos próximos a nascentes, áreas de recreação e pontos de captação de água para abastecimento	Rio Vermelho	Classe 1
Rio Itapocuzinho	Trechos de nascentes dos principais afluentes do rio novo	Rio Itapocuzinho	Especial
Rio Itapocuzinho	Trechos com captação de água para abastecimento e uso para irrigação	Rio Itapocuzinho	Classe 2
Rio Pirai	Regiões de trechos próximos a nascentes e áreas de recreação	Rio Pirai	Classe 1
Rio Pirai	Trechos sujeitos a atividades industriais e agricultura	Rio Pirai	Classe 2

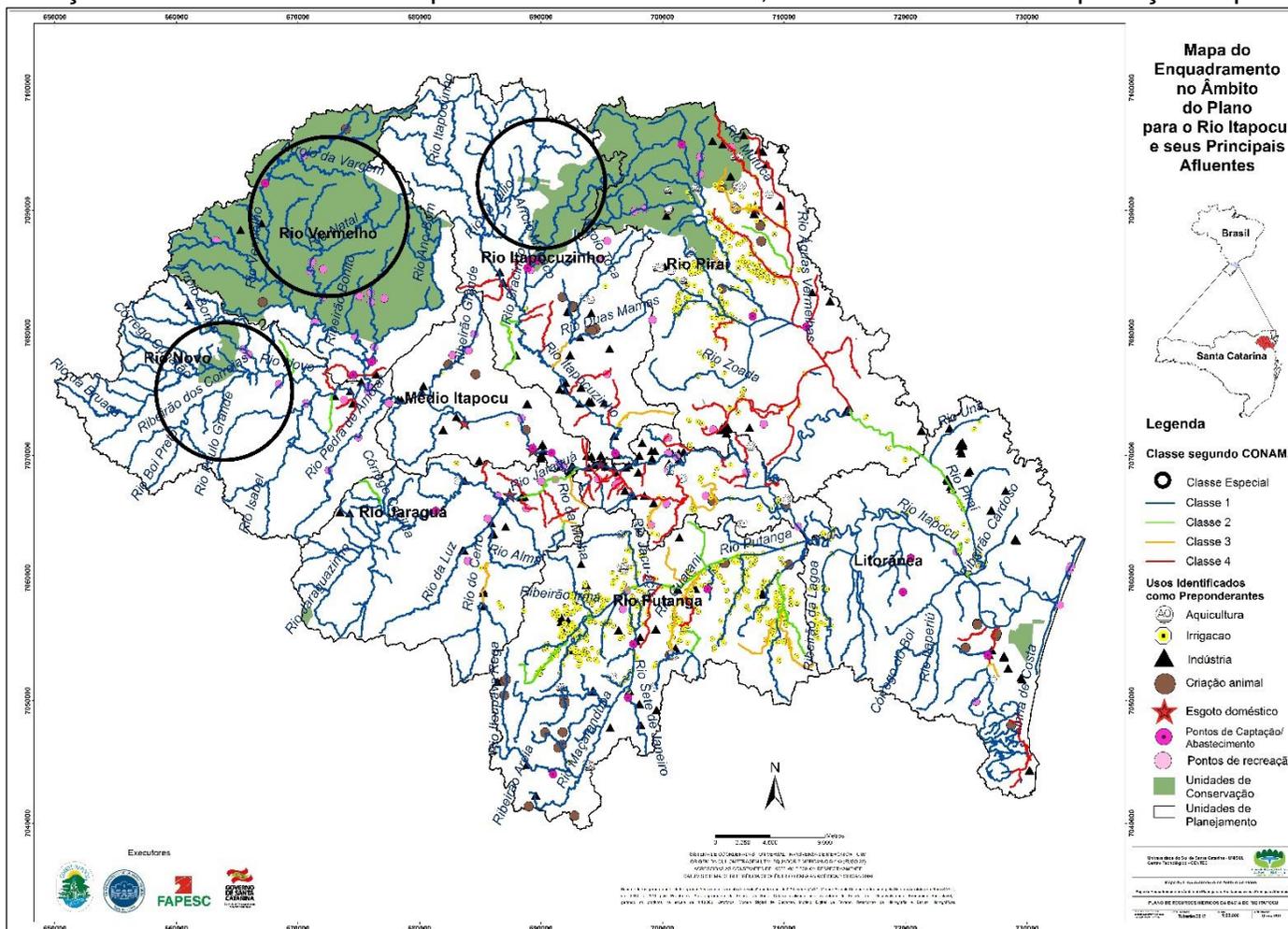


Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu
Relatório de Atividades: Produto 05 – Etapa D

Principais Rios	Descrição dos usos principais	Unidade de Planejamento	Classe CONAMA nº357/2005
Rio Putanga	Indústria, irrigação, captação para abastecimento, recreação e aquicultura	Rio Putanga	Classe 2
Rio Jacu-açú	Irrigação, indústria e aquicultura	Rio Putanga	classe 3
Rio Guarani	Irrigação, indústria, abastecimento, criação animal e aquicultura	Rio putanga	Classe 3
Rio Itapocu e trechos tributários	captação para abastecimento, criação animal, industrialização, pontos de lançamento de esgoto, esportes, aquicultura e criação animal	médio itapocu	classe 3

Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Figura 61 - Classificação dos Rio da Bacia do Itapocu no âmbito do Plano, identificando áreas de proteção especial.



Fonte: Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Itapocu (2017), UNISUL.

Os principais usos identificados com preponderantes na bacia são: Indústria, aquicultura, captação para abastecimento, criação animal, recreação e turismo, agricultura e irrigação. Assim, quando se cruzam as informações uso preponderante e classes de enquadramento de rios é possível identificar e propor algumas classificações para os principais trechos. As classes citadas no Quadro 8 são.

- Classe especial: áreas das principais nascentes e áreas de recarga de aquíferos. Principalmente nas bacias do Rio Novo, Rio Vermelho e Rio Itapocuzinho.

- Classe 1: trechos próximos a nascentes com usos para abastecimento público, turismo e recreação. Principalmente nas bacias do Rio Novo, Rio Piraí e Rio Vermelho

- Classe 2: trechos que envolvem usos para agricultura, abastecimento, aquicultura e recreação. Principalmente presentes nas bacias dos Rio Itapocuzinho, Piraí e Putanga.

- Classe 3: Criação animal, lançamento de esgoto, aquicultura, indústria, irrigação e recreação. Principalmente presente nas bacias dos rios Putanga e Médio Itapocu.

Para finalizar o processo de enquadramento este estudo deve ser apresentado para a comunidade, esta definição do enquadramento só é finalizada com participação da comunidade, do Comitê da bacia e dos principais gestores dos recursos hídricos.

Para assim, decidirem qual rio que queremos realmente. O resultado para o programa de efetivação do enquadramento final para a bacia será apresentado no capítulo final de enquadramento na etapa E.

REFERÊNCIAS

- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Monografia em Português | CidSaúde. **Cidades Saudáveis**. Rio de Janeiro. 1999. 352 p.
- ABES – Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. **Sistemas de Irrigação: Eficiência Energética**. Rio de Janeiro. 2013. 200 p.
- ADJORISC- **Jornal do Comércio**. 2017. Disponível em:<<http://www.adjorisc.com.br/jornais/jornaldocomercio/geral>>. Acesso em: 19.set.2017.
- A NOTICÍA - Jornal A Notícia. **A Notícia Geral AN Jaraguá**. Disponível em:<anoticia.clicrbs.com.br>. Acesso em: 19.set.2017.
- ARESC - Agência Reguladora de Serviços Públicos de Santa Catarina. **Relatórios Mensais**. 2017. Disponível em:< <http://www.aresc.sc.gov.br/>>. Acesso em: 22.jul.2017.
- ARIS - Reguladora Intermunicipal de Saneamento. **Relatórios Mensais**. 2017. Disponível em:< <http://www.aris.sc.gov.br/>>. Acesso em: 22.jul.2017.
- BATISTA, M. **Avaliação da Qualidade da Água para fins de Irrigação em Áreas de Barragens Subterrâneas no Semiárido do Nordeste Brasileiro**. Boletim Técnico Embrapa. p. 5–10, 2011.
- BRASIL. **Ministério da Integração Nacional**. Secretaria Nacional de Defesa Civil. Banco de dados e registros de desastres: sistema integrado de informações sobre desastres – S2ID. 2013.
- CERH – Conselho Estadual de Recursos Hídricos. Resolução CERH Nº 003 (Minuta), 14 de agosto de 2014.
- CONAMA -CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA n. 357**, de 17 de março de 2005. Dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas.
- CORUPÁ . Município de Corupá. **Informações**. 2017. Disponível em:<corupa.sc.gov.br/noticias>. Acesso em: 15.jul.2017.
- CHAVES, M. R. **Termo de ajustamento de conduta**. 2013. Campo Jurídico. v. 1, n. 1, p. 53-84, 2013.
- ENGEORPS – Corpo de Engenheiros Consultoria S.A. **Engenharia e Consultoria**. Barueri, São Paulo. 2017. Disponível em:< <http://www.engecorps.com/>>. Acesso em: 22.set.2017.
- EPAGRI. **Sistema de produção de arroz irrigado em Santa Catarina (pré-germinado)**. 3 ed. rev. e atual. Florianópolis, 2010. (No prelo). Epagri Sistemas de Produção n.32.
- FAO. **A Guide to Recirculation Aquaculture: An introduction to the new environmentally friendly and highly productive closed fish farming systems**. Hungary,

90 p., 2015.

FAO, FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Perspectivas Agrícolas no Brasil: desafios da agricultura brasileira 2015-2024**. FAO. [Online] 09 de 07 de 2015. [Citado em: 03 de outubro de 2017.] <<http://www.fao.org.br>>.

FERREIRA, E.; ZIMMERMANN F.J.P.; SANTOS A.B.; NEVES B.P.O. **O percevejo-do-colmo na cultura do arroz**. Goiânia, Embrapa-CNPAP, Documentos, 75, 43p. 1997.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Portal IBGE**. 2017. Disponível em:< <https://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 18. mai. 2017.

JDV - Jornal do Vale do Itapocu. **Jornal**. Disponível em:< www.jdv.com.br >. Acesso em: 18. mai. 2017.

LANNA, A. E. & DORFMAN, R. **Sistemas de gerenciamento de recursos hídricos: críticas a algumas propostas**. Rev. Adm.1993, Pub. 27 (2): 63-73.

LACAZ, Martins Pereira Neto, Gurevich & Schoueri. **Advogados**. São Paulo / PUC – 2010; Bacharel em Direito pela Instituição Toledo de Ensino – Bauru – 2006.

MACHADO, J.L.F. **Mapa hidrogeológico do estado de Santa Catarina**. Serviço Geológico do Brasil (CPRM). 2013.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Produção Integrada: Normas técnicas**. [Online] 03 de outubro de 2017. <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/sustentabilidade/producao-integrada/normas-tecnicas>.

MARTINS, E. S P. R. **Impacto das Mudanças do Clima e Projeções de Demanda Sobre o Processo de Alocação de Água em Duas Bacias do Nordeste Semiárido**. 1ª Edição (revisada) – Brasília – 2013.

MARTINS, J. F. da S. **Situação do manejo integrado de insetos-praga na cultura do arroz no Brasil. Pelotas, Embrapa Clima Temperado**. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 290), 2009. 40p.

MATTOS, M.L.T.; SCIVITTARO, W.B.; PETRINI, J.A.; SANTOS, I.M.B. 2012. **Qualidade da Água de Drenagem em Cultivo de Arroz Pré-germinado**. Circular Técnica EMBRAPA – Pelotas.

MENEGON, G. **Análise dos Diferentes Tipos de Arroz na Região Sul Catarinense**. UNESC. Criciúma. 2016.

MIDLEN, A; REDDING, T. **Environmental Management for Aquaculture**. Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 1998.

MMA, Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Recursos Hídricos**. 2015, 200 p. Disponível em: <pnrh.cnrh-srh.gov.br>. Acesso em: 22. Jul.2017.

MOTTA, Ronaldo Seroa da. **Economia Ambiental**. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2006. 228p.

NARDI, G.L. **Projeto Marreco de Pequim na entressafra do arroz**. Torres: Secretaria Municipal do Interior e do Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca. 2010.

PPAs - Plano Plurianual. **Município de São João do Itaperiu**. Prefeitura Municipal de São João do Itaperiu, 2016.

PPAs - Plano Plurianual. **Município de Massaranduba**. Prefeitura Municipal Massaranduba, 2016.

PPAs -Plano Plurianual. **Município de Corupá**. Prefeitura Municipal de Corupá, 2016.

PPAs - Plano Plurianual. **Município de Campo Alegre**. Prefeitura Municipal de Campo Alegre, 2016.

PPAs - Plano Plurianual .**Município de São Bento do Sul**. Prefeitura Municipal de São Bento do Sul, 2016.

PPAs - Plano Plurianual .**Município de Schroeder**. Prefeitura Municipal de Schroeder, 2016.

PPAs - Plano Plurianual **Município de Guaramirim**. Prefeitura Municipal de Guaramirim, 2016.

PPAs - Plano Plurianual. **Município de Joinville**. Prefeitura Municipal de Joinville, 2016.

PPAs - Plano Plurianual. **Município de Blumenau**. Prefeitura Municipal de Blumenau, 2016.

PPAs - Plano Plurianual – **Município de Araquari**. Prefeitura Municipal de Araquari, 2016.

PPAs - Plano Plurianual. **Município de Barra Velha**. Prefeitura Municipal de Barra Velha, 2016.

PPAs - Plano Plurianual. **Município de Barra do Sul**. Prefeitura Municipal de Barra do Sul, 2016.

PMJS - Prefeitura de Jaraguá do Sul. **Notícias de Jaraguá do Sul**. 2017. Disponível em:< www.jaraguadosul.sc.gov.br/>. Acesso em: 22.jul. 2017.

PMSB - Plano Municipal de Saneamento Básico. Saneamento **Basico Municipal**. 2017. Disponível em: www.saneamentomunicipal.com.br>. Acesso em: 19.jul.2017.

RIFFEL, C.T. **Levantamento e aspectos biológicos de espécies parasitoides de postura do percevejo-do-colmo-do-arroz no Estado de Santa Catarina.** Lages: UDESC, Tese de Mestrado, 2007, 73p.

RONCHI, C. P.; SILVA, A. A. **Effects of weed species competition on the growth of young coffee plants.** Planta Daninha, v. 24, n. 3, p. 415-423, 2006.

SANTOS, E. S. dos. **TAC em improbidade administrativa. Revista Atuação – Ministério Público Catarinense.** Florianópolis, v. 8, nº 18, jan./jun/ 2011, p. 310-341.

SANTA CATARINA. Estabelece os critérios de natureza técnica para outorga de direito de uso de recursos hídricos para captação de água superficial, em rios de domínio do Estado de Santa Catarina e dá outras providências. **Secretário de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS.** Portaria SDS nº 36, de 29 julho de 2008.

SANTA CATARINA. Governo do Estado. Secretaria de Estado da Agricultura e Desenvolvimento Rural (Contratante) e Secretaria de Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS (Supervisão). **Programa de Recuperação Ambiental e de Apoio ao Pequeno Produtor Rural – PRAPEM/MICROBACIAS 2.** Estudos dos instrumentos de gestão de recursos hídricos para o Estado de Santa Catarina e Apoio para sua implementação. Banco Mundial – SDP/2003 – Empréstimo nº 4660/BR TOR nº 08/2003. Relatório temático 03. Sistema de cobrança pelo uso dos recursos hídricos no Estado de Santa Catarina.

SANTA CATARINA. Altera a Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008. **Secretário de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS.** Portaria SDS Nº 51, de 02 de outubro de 2008.

SEMA PR, Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - Parana. **Agricultura e Adapta Implantam Coleta Seletiva do Lixo.** 2017. Disponível em:www.meioambiente.pr.gov.br. Acesso em: 22.jul.2017.

SILVEIRA, W.N. & KOBIYAMA, M. **Histórico de inundação em Joinville/SC – Brasil, no período de 1851 – 2007.** In: XVII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, São Paulo, SP, 2007.

SOCIEDADE SUL-BRASILEIRA DE ARROZ IRRIGADO (SOSBAI). **Arroz Irrigado: Recomendações Técnicas para o Sul do Brasil.** Bento Gonçalves, RS: SOSBAI, 2016.199p.

SNIS. Sistema Nacional de Informações de Saneamento. **SNIS de 2015.** 2015. Disponível em:< <http://www.snis.gov.br/>>. Acesso em: 20.ago.2017.

TETRAPAN. Arcadis Logos S.A. **Logos.** São Paulo, 2006. Disponível em:< <http://www.arcadislogos.com.br/site/pt-br/>>. Acesso em: 20.ago.2017.

TIMMONS, M.B.; EBELING, J. M. **Recirculating Aquaculture.** [S.l: s.n.], 2010.

VOLTOLINI, J.; ALTHOFF, D. A.; BACK, A. J. **Água de irrigação para a cultura do arroz irrigado no sistema pré-germinado.** In: EPAGRI. A cultura do arroz irrigado pré-germinado. Florianópolis, 2002. p.101-112.

WMO - WORLD METEOROLOGICAL ORGANIZATION. **Methods of observation. In: Guide to Hydrological Practices: hydrology from measurement to hydrological information.** 6. ed. Geneva, Switzerland , 2008. v. 1, cap. 2, p. 24-27. (WMO - n. 168).