



Plano de
Recursos Hídricos
da Bacia do Rio Urussanga

**Plano de Recursos Hídricos da Bacia
Hidrográfica do Rio Urussanga**

**PRODUTO PARCIAL 04 – ETAPA D
PROGNÓSTICO DAS DEMANDAS HÍDRICAS**

NOVEMBRO 2019



Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga
PP4 – Etapa D
Prognóstico das Demandas Hídricas



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**

Comitê da Bacia do Rio Urussanga

Grupo de Acompanhamento – GAP

Elaboração e execução: Universidade do Sul de Santa Catarina - UNISUL

Coordenador Geral

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

Todos os direitos reservados

**Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga
PP4 – Etapa D
Prognóstico das Demandas Hídricas**



Apresentação

A Unisul apresenta a ETAPA D – Prognóstico dos Recursos Hídricos para o **Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Urussanga**.

Tubarão, dezembro de 2019.

O Coordenador Geral

Celso Lopes de Albuquerque Junior

Lista de Figuras

Figura 1 - VAB industrial de cada município entre 2010 e 2015.....	13
Figura 2 – Lavouras temporárias entre 1988 e 2017.....	15
Figura 3 – Cultivo de arroz em entre 1988 e 2017.....	15
Figura 4 – Lavouras permanentes entre 1988 e 2017.....	16
Figura 5 – Evolução dos efetivos animais entre 1974 e 2017.....	18
Figura 6 – População urbana entre 1970 e 2010.....	20
Figura 7– População Rural entre 1970 e 2010.....	20
Figura 8 - .Localização das ottobacias em relação aos limites municipais.....	22
Figura 9 - Uso e ocupação do solo nos municípios inseridos na área de abrangência do Plano. 23	
Figura 10 - Resultado final da alocação das demandas em nível de ottobacias. (a) abastecimento público urbano, (b) abastecimento rural, (c) criação animal, (d) irrigação, (e) uso industrial e (f) extração mineral.....	25
Figura 11 - Gráfico comparativo das estimativas demandas e das demandas cadastradas no CEURH do Estado de Santa Catarina.....	26
Figura 12 – Vazão de retirada dos diversos setores pertencentes aos municípios do plano.....	28
Figura 13 – Distribuição percentual da VRT para os diferentes setores usuários considerando o cenário atual (2019), a projeção de curto (2022), médio (2026) e longo prazo (2030).....	28
Figura 14 - Mapa de criticidade dos trechos para o atendimento atual das demandas superficiais significativas para a vazão de referência Q98%.....	33
Figura 15 - Mapa comparativo das áreas críticas e deficitárias das unidades de planejamento para a vazão de referência Q98 na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.....	34
Figura 16 - Gráficos das tendências de crescimento nos cenários acelerado e moderados para os anos de 2022 até 2030 da População Urbana da Bacia.....	38
Figura 17 - Gráficos das tendências de crescimento nos cenários acelerado (A) e moderados (B) para os anos de 2022 até 2030 da População Rural da Bacia.....	39
Figura 18 - Gráficos das tendências de crescimento nos cenários acelerado (A) e moderados (B) para os anos de 2022 até 2030 do setor agrícola da Bacia.....	40
Figura 19 - Gráficos das tendências de crescimento nos cenários acelerado (A) e moderados (B) para os anos de 2022 até 2030 da pecuária praticada na Bacia.....	41
Figura 20 - - Gráficos das tendências de crescimento nos cenários acelerado (A) e moderados (B) para os anos de 2022 até 2030 do setor industrial na Bacia.....	42

Figura 21 - Mapa do balanço hídrico cenário tendencial para 2022 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.	43
Figura 22 - Mapa do balanço hídrico cenário tendencial para 2026 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.	44
Figura 23 - Mapa do balanço hídrico cenário tendencial para 2030 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.	45
Figura 24 - Mapa do balanço hídrico cenário acelerado para 2022 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.	46
Figura 25 - Mapa do balanço hídrico cenário acelerado para 2026 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.	47
Figura 26 - Mapa do balanço hídrico cenário acelerado para 2030 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.	48
Figura 27 - Mapa do balanço hídrico cenário moderado para 2022 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.	49
Figura 28 - Mapa do balanço hídrico cenário moderado para 2026 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.	50
Figura 29 - Mapa do balanço hídrico cenário moderado para 2030 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.	51
Figura 30 – Projeção tendencial da carga doméstica urbana, gerada e lançada (remanescente), de DBO em municípios da área de abrangência do Plano.	56
Figura 31 – Projeção tendencial da carga doméstica urbana, gerada e lançada (remanescente), de N em municípios da área de abrangência do Plano.	56
Figura 32 – Projeção tendencial da carga doméstica urbana, gerada e lançada (remanescente), de P em municípios da área de abrangência do Plano.	57
Figura 33 – Projeção tendencial da carga doméstica rural, gerada e lançada (remanescente), de DBO em municípios da área de abrangência do Plano.	57
Figura 34 – Projeção tendencial da carga doméstica rural, gerada e lançada (remanescente), de N em municípios da área de abrangência do Plano.	58
Figura 35 – Projeção tendencial da carga doméstica rural, gerada e lançada (remanescente), de P em municípios da área de abrangência do Plano.	58
Figura 36 – Projeção tendencial da carga animal, gerada e lançada (remanescente), de DBO em municípios da área de abrangência do Plano.	59
Figura 37 – Projeção tendencial da carga animal, gerada e lançada (remanescente), de N em municípios da área de abrangência do Plano.	60
Figura 38 – Projeção tendencial da carga animal, gerada e lançada (remanescente), de P em municípios da área de abrangência do Plano.	60

Figura 39 - Esquema resumido das classes de enquadramento e respectivos usos e qualidade da água. (Fonte: Agência Nacional de Águas ANA 2013).	64
Figura 40 - Mapa dos usos múltiplos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.	68
Figura 41 - Mapa das classes dos trechos de rios da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.	70
Figura 42 - Convite enviado para a comunidade para realização da oficina em Morro da Fumaça.	71
Figura 43 - Convite enviado para a comunidade para realização da oficina em Criciúma.	72
Figura 44 - Cartilha de Acompanhamento da Oficina.	74
Figura 45 - Kit de adesivos utilizados na oficina.	75
Figura 46 - Mapa dos Usos Pretendido da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.	76
Figura 47 - Mapa do Enquadramento dos Trechos de Rios em Classes na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.	78

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Indicadores de disponibilidade hídrica estimados para a BHRU.	29
Tabela 2 – Oferta de Nitrogênio e Fósforo do Suíno Alojado.	59

Lista de Quadros

Quadro 1 - Taxas de crescimento dos diferentes setores da indústria obtidas entre os anos de 2010 e 2015.	13
Quadro 2 – Detalhamento das taxas de crescimento para a indústria da transformação, obtidas entre os anos de 2010 e 2015.	13
Quadro 3 – Taxas de crescimento da área ocupada por agricultura temporária, rizicultura e agricultura permanente entre 2010 e 2017.	16
Quadro 4 – Taxas de crescimento de efetivos entre 2010 e 2017.	19
Quadro 5 – Taxa anual de crescimento da população urbana e população rural.	20
Quadro 6 – Vazão de retirada futura projetada para os diferentes setores usuários na área de abrangência do Plano.	27
Quadro 7 – Confronto entre disponibilidade e demandas, para os diferentes horizontes temporais e indicadores de disponibilidade hídrica.	29
Quadro 8 – Conjunto de soluções para controle da demanda e aumento/garantia da oferta que podem ser aplicadas na Bacia do Rio Urussanga visando compatibilizar as disponibilidades e demandas.	35
Quadro 9 – Resumo dos cenários alternativos elaborados para a BHRU.	36

Quadro 10 – Concentração típica dos parâmetros selecionados em efluentes domésticos.	54
Quadro 11 – Índice de coleta de esgoto e Índice de Tratamento de Esgoto.....	54
Quadro 12 – Valores médios de eficiência para diferentes tipos de tratamento de esgoto doméstico.	55
Quadro 13 – Valores de produção de DBO _{5,20} diária por espécie animal.	58
Quadro 14 – Carga Gerada.....	60
Quadro 15 – Carga lançada.	61
Quadro 16 - Os usos pretendidos das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.	77
Quadro 17 - Classes das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.	79
Quadro 18 – Lista dos parâmetros em ordem de importância, de cima para baixo, para o monitoramento da água.	80
Quadro 19 - Pontos de coordenadas para o monitoramento da água.	80

Lista de Siglas

- BHRU – Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga
- CONAMA – Conselho Nacional de Meio Ambiente
- CERH – Conselho Estadual de Meio Ambiente
- CEURH - Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos
- DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio
- ETE - Estações de Tratamento de Esgoto
- IACT - índice das demandas superficiais significativas
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- IPCA - Índice Nacional de Preços ao Consumidor Amplo
- PERH/SC - Plano Estadual de Recursos de Santa Catarina
- QREDILDecai - indicadores de qualidade e decaimento de DBO
- SADPLAN - Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos
- SDE – Secretaria de Estado do Desenvolvimento econômico Sustentável de Santa Catarina
- SNIS - Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento
- UP - unidades de planejamento

VAB - Valor Adicionado Bruto

VRT - vazão de retirada total

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO	9
1. Cenário tendencial de demandas hídricas	11
1.1. CALCULO DAS TAXAS DE CRESCIMENTO PARA PROJEÇÃO DAS DEMANDAS	11
1.2. Alocação das Estimativas de demandas	21
1.3. PROJEÇÃO DAS DEMANDAS	26
2. CONFRONTO ENTRE DISPONIBILIDADES E DEMANDAS DE RETIRADA	29
3. IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS PARA EXPANSÃO DE ATIVIDADES DEMANDADORAS DE ÁGUA	30
4. Compatibilização das Disponibilidades e Demandas	35
5. CENÁRIOS ALTERNATIVOS	37
6. ESTIMATIVA DE CARGA POLUIDORA POR CENÁRIO	47
7. Definição de medidas mitigadoras para redução da carga poluidora e de controle quantitativo das demandas hídricas	54
8. Proposta de Enquadramento e Definição do Enquadramento dos Cursos de Água.	55
3. Considerações Finais	74
4. Referências Bibliográficas	75
5. ANEXOS	76

APRESENTAÇÃO

Neste relatório serão apresentados 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 cenários (Tendências e desejados) as demandas futuras da bacia, equilíbrio entre a oferta e demanda em conformidade com as legislações vigentes.

Boa parte do 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:

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.

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.

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.

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.

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.

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.

7. Estimativa da carga poluidora: Nesta etapa estimou-se 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 autodepuração, efluentes domésticos (urbanos e rurais), agricultura dentre outros.

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.

9. Proposta e Definição do Enquadramento dos Cursos de Água: 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 n° 357/05 e suas alterações (Resolução n° 410/2009 e 430/2011).

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 Urussanga, são descritos as metodologias e os resultados obtidos nas atividades.

1. CENÁRIO TENDENCIAL DE DEMANDAS HÍDRICAS

Neste item é apresentado o cenário tendencial das demandas hídricas na área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga. As estimativas das demandas hídricas futuras, para cada setor usuário considerado no estudo, foram realizadas com base em taxas de crescimento calculadas a partir de séries históricas de variáveis que impulsionam a vazão de retirada em cada um dos municípios na área de abrangência do Plano.

Cabe ressaltar que os cenários tendenciais identificam as características de crescimento atuais da região e confrontam-nas com a disponibilidade de recursos hídricos, desconsiderando intervenções externas e internas ao longo do tempo. Nos itens que seguem, são apresentados os resultados do cálculo das taxas de crescimento e a projeção das demandas na área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.

1.1. CALCULO DAS TAXAS DE CRESCIMENTO PARA PROJEÇÃO DAS DEMANDAS

Para estimar as demandas futuras dos diferentes setores usuários, em horizontes de curto, médio e longo prazo, primeiramente foram calculadas as taxas anuais de

crescimento, com base em variáveis diretamente relacionadas à demanda hídrica dos setores. As taxas foram calculadas utilizando o método geométrico:

$$I = \left(\left(\frac{V_{t+n}}{V_t} \right)^{\frac{1}{n}} - 1 \right) \times 100$$

Onde:

I = Taxa de crescimento ou decrescimento da variável;

V_{t+n} = É o valor da variável no ano t + n;

V_t = É o valor da variável no início do período;

n = É o intervalo de tempo entre os dois períodos.

Para o setor industrial, as taxas anuais foram calculadas com base no Valor Adicionado Bruto (VAB) entre os anos de 2010 e 2015, sendo os valores previamente corrigidos pelo índice IPCA. O VAB é o valor que o setor ou a atividade agrega aos bens e serviços consumidos no seu processo produtivo.

A Figura 1 abaixo apresenta o gráfico de variação do VAB da indústria para os municípios inseridos total ou parcialmente na bacia do rio Urussanga no período de 2010 a 2015.

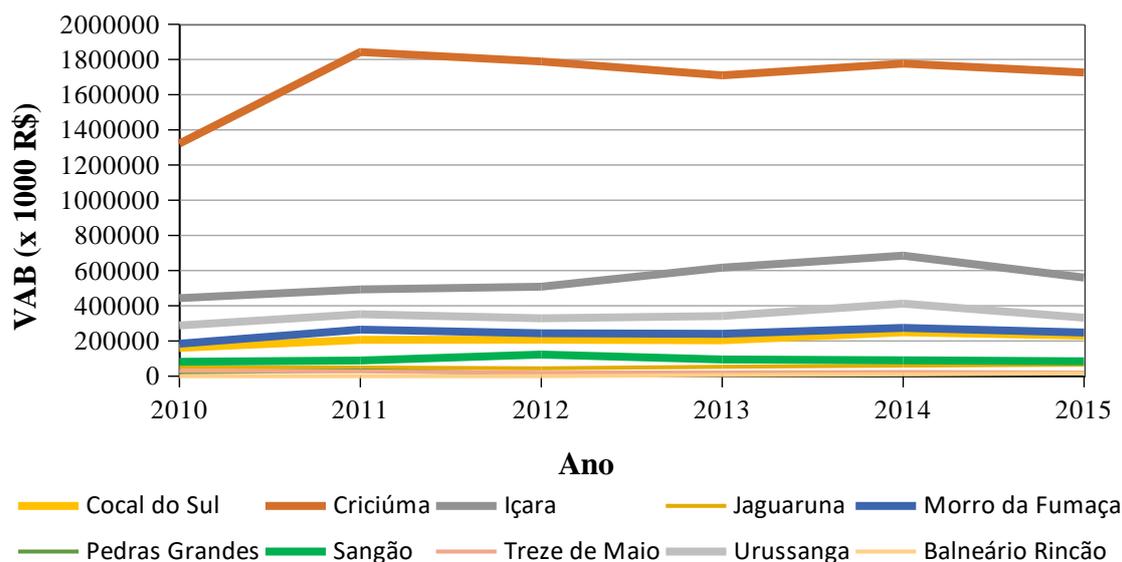


Figura 1 - VAB industrial de cada município entre 2010 e 2015.

Percebe-se que o município de Criciúma possui um VAB discrepante dos outros, sendo o maior da região. Em seguida, os municípios de Içara, Urussanga e Morro da Fumaça apresentam os maiores valores.

As taxas obtidas para cada segmento industrial considerado são apresentadas nos Quadros 1. O Quadro 2, por sua vez, apresenta o detalhamento para a indústria da transformação.

Quadro 1 - Taxas de crescimento dos diferentes setores da indústria obtidas entre os anos de 2010 e 2015.

Município	Taxa a.a. (%) - Indústria		
	Construção Civil	Extrativa	Transformação
Balneário Rincão	-0,41	-	90,433
Cocal do Sul	3,331	2,214	7,948
Criciúma	-1,149	-5,392	9,343
Içara	-4,551	25,00	5,340
Jaguaruna	4,965	3,767	5,854
Morro da Fumaça	0,502	-7,656	6,851
Pedras Grandes	4,790	-	-4,452
Sangão	-4,641	-15,026	1,512
Treze de Maio	0,571	-12,086	-9,685
Urussanga	-7,509	24,687	2,608
BHRU (Total)	-4,101	15,508	115,752

Fonte: Elaboração Própria.

Quadro 2 – Detalhamento das taxas de crescimento para a indústria da transformação, obtidas entre os anos de 2010 e 2015.

Município	Taxa a.a. (%) - (2010-2015)					
	Automóveis	Confecção e têxtil	Outros	Eletrometa l Mecânica	Madeira celulose	Alimentos e bebidas
Balneário Rincão	-	-6,516	1,99	13,07	-8,26	-1,722
Cocal do Sul	10,921	-6,518	7,219	7,699	14,435	39,250
Criciúma	33,838	11,910	9,508	4,785	1,449	5,454
Içara	31,368	-2,802	7,953	-2,551	-13,797	1,344
Jaguaruna	-100,000	18,837	16,129	-10,537	-28,849	-33,525
Morro da Fumaça	-17,764	-1,753	7,759	11,625	-43,437	32,779
Pedras Grandes	10,921	-31,868	-35,179	13,724	-9,027	68,994
Sangão	12,890	8,402	-5,519	-0,789	-26,402	-18,511
Treze de Maio	-	-11,472	11,829	64,101	23,477	-26,367
Urussanga	-25,856	-43,383	-1,805	29,605	7,804	37,416
BHRU (Total)	-43,682	-65,163	19,884	130,732	-82,607	105,112

Fonte: Elaboração Própria.

De maneira geral, a indústria da transformação foi a que apresentou as maiores taxas de crescimento na região, com destaques para os municípios de Balneário Rincão, Criciúma e Cocal do Sul. Com relação aos diferentes tipos de indústria da transformação, destaca-se o crescimento do setor de alimentos e bebidas e automóveis, que apresentaram taxas de crescimento altas em muitos municípios da região. A indústria extrativista (extração mineral) também apresentou crescimento significativo em alguns municípios, com destaque para Urussanga e Içara que apresentaram crescimento médio de 25% a.a¹. no período observado. Por fim, a indústria da construção civil apresentou menores taxas de crescimento em comparação à indústria da transformação e extrativista, podendo ser destacados os municípios de Jaguaruna e Pedras Grandes.

As Figuras 2, 3 e 4 a seguir apresentam as áreas ocupadas pelas lavouras temporárias e permanentes e pelo cultivo de arroz, nos municípios abrangidos pela bacia do rio Urussanga entre o período de 1988 e 2017.

¹ Os valores das taxas de crescimento referem-se aos municípios em sua totalidade, não necessariamente às porções abrangidas pela bacia do rio Urussanga.

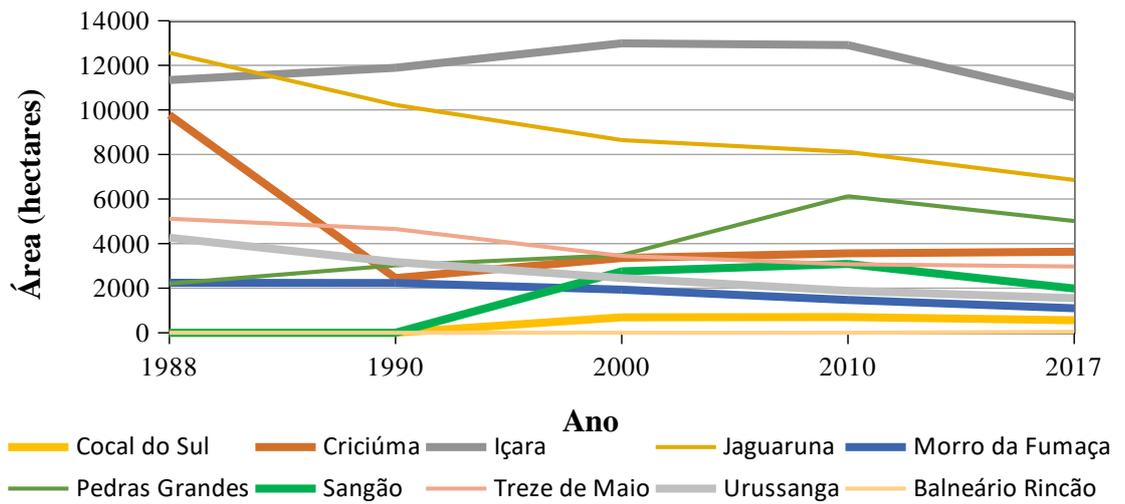


Figura 2 – Lavouras temporárias entre 1988 e 2017.

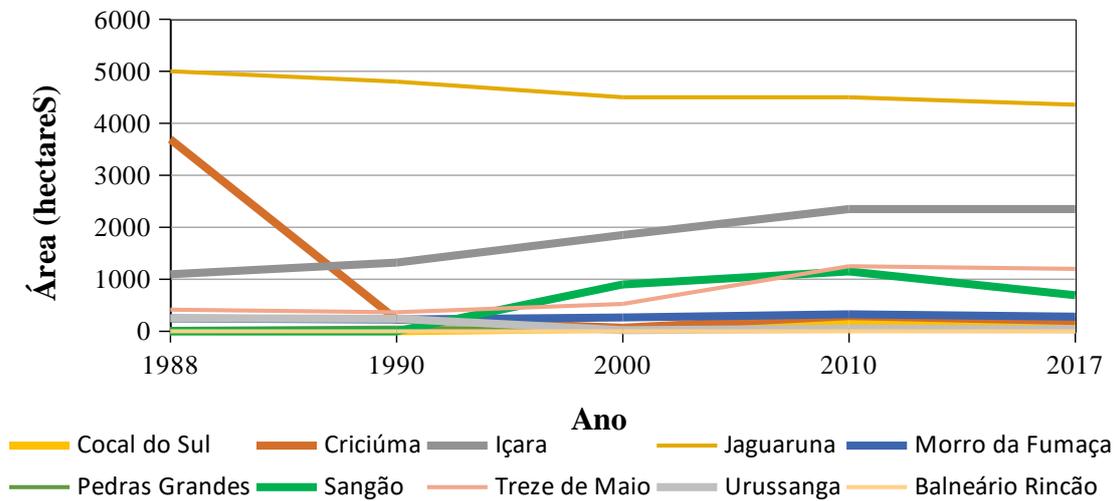


Figura 3 – Cultivo de arroz em entre 1988 e 2017.

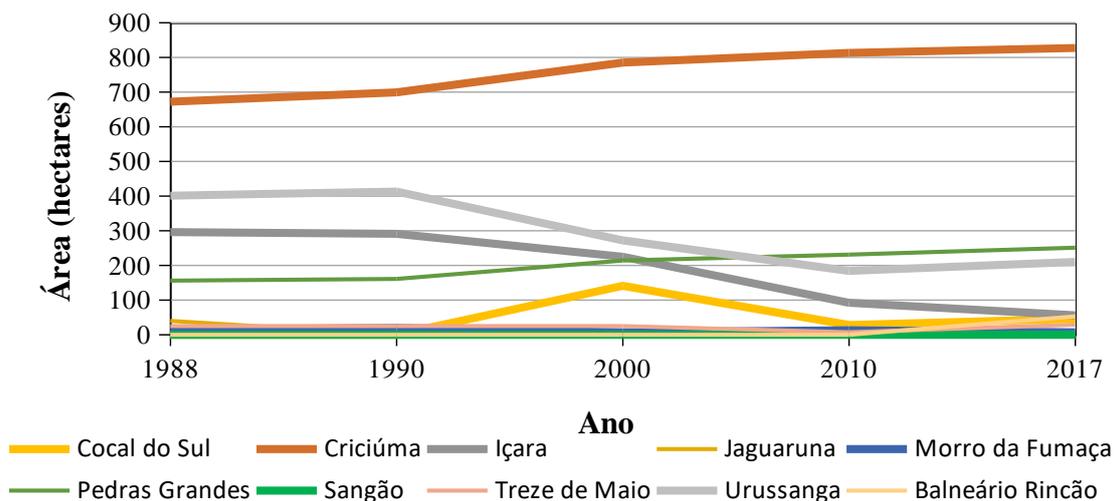


Figura 4 – Lavouras permanentes entre 1988 e 2017.

Para o setor da irrigação as taxas foram obtidas por meio da análise das séries temporais da área ocupada por lavouras temporárias, rizicultura e lavouras permanentes entre os anos de 2010 e 2017. Os valores calculados para cada município são apresentados no Quadro 3.

Quadro 3 – Taxas de crescimento da área ocupada por agricultura temporária, rizicultura e agricultura permanente entre 2010 e 2017.

Município	Taxa a.a. (%) - Agricultura temporária (ha)	Taxa a.a. (%) Rizicultura (ha)	Taxa a.a. (%) - Agricultura Permanente (ha)
Cocal do Sul	-3,157	-2,736	7,349
Criciúma	0,286	-5,443	0,244
Içara	-2,832	0,000	-6,846
Jaguaruna	-2,388	-0,464	-
Morro da Fumaça	-4,061	-2,150	-8,464
Pedras Grandes	-2,819	16,993	1,193
Sangão	-6,105	-6,999	-
Treze de Maio	-0,481	-0,581	22,514
Urussanga	-2,705	-3,282	1,906
Balneário Rincão	-	-	-
BHRU (Total)	-24,262	-4,662	17,896

Fonte: Elaboração Própria.

Com relação às lavouras temporárias, praticamente todos os municípios apresentaram taxas de crescimento negativo, com exceção de Criciúma que apresentou estagnação nas áreas cultivadas. A análise específica das áreas com cultivo de arroz mostra que apenas o município de Pedras Grandes apresentou taxas de crescimento positivo (17% a.a. no período entre 2010-2017). Os demais municípios apresentaram taxas negativas para as áreas de rizicultura, sendo o maior decréscimo observado em Sangão (-7% a.a. no período). Por sua vez, as lavouras permanentes apresentaram taxas de crescimento positivo na maior parte dos municípios da área de abrangência do Plano, com destaque para Treze de Maio (22,5% a.a.) e Cocal do Sul (7,3% a.a.). Os únicos municípios que apresentaram taxas negativas para estes tipos de cultura foram Morro da Fumaça (-8,5% a.a.) e Içara (-6,8% a.a.).

Para a projeção da demanda para criação animal foram utilizadas as séries históricas de efetivos, por tipo de rebanho (Figura 5). As taxas anuais para cada tipo de rebanho foram calculadas considerando os valores entre os anos de 2010 e 2017. Os resultados são apresentados no Quadro 4.

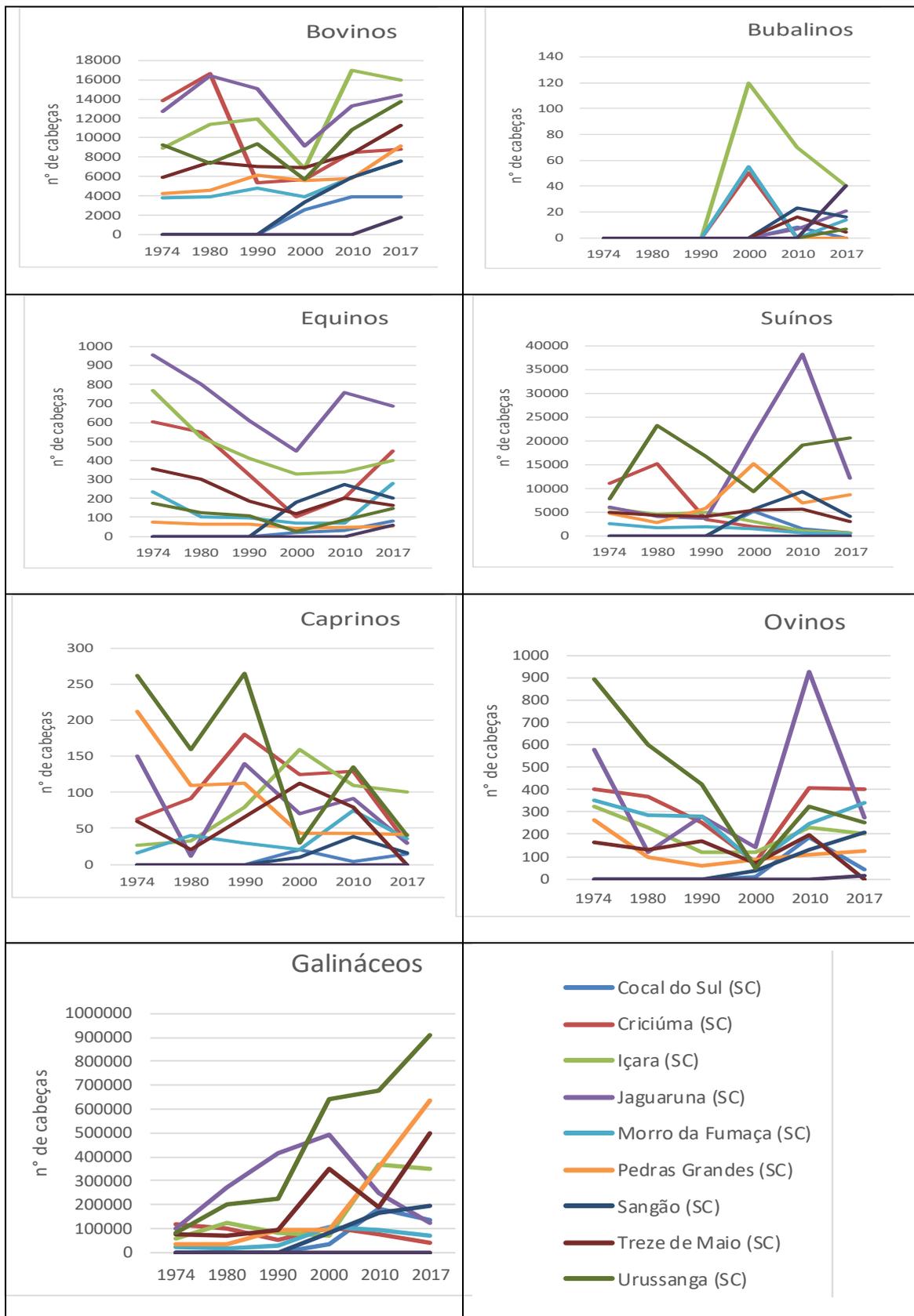


Figura 5 – Evolução dos efetivos animais entre 1974 e 2017.

Quadro 4 – Taxas de crescimento de efetivos entre 2010 e 2017.

Município	Taxa a.a. (%) - Efetivos						
	Bovino	Bubalino	Equino	Suíños	Caprino	Ovino	Galináceos
Balneário Rincão	-	-	-	-	-	-	-
Cocal do Sul	-0,109	-	14,090	-12,212	19,598	-19,650	-4,380
Criciúma	0,541	-	12,282	-8,823	-18,899	-0,352	-9,885
Içara	-0,862	-7,683	2,349	-9,903	-1,352	-1,977	-0,742
Jaguaruna	1,203	16,993	-1,319	-15,106	-15,204	-15,962	-9,727
Morro da Fumaça	3,574	-7,733	21,901	-8,900	-10,316	4,793	-4,753
Pedras Grandes	6,690	-	0,888	3,442	-0,678	1,993	8,764
Sangão	3,536	-5,052	-4,311	-11,366	-11,624	7,034	2,630
Treze de Maio	4,285	-17,966	-3,035	-8,580	-	-	14,769
Urussanga	3,518	-	7,395	0,987	-15,951	-3,679	4,207
BHRU (Total)	22,376	-21,441	50,24	-70,461	-54,426	27,80	0,883

Fonte: Elaboração Própria

Considerando os 3 principais rebanhos criados na área de abrangência do Plano (suínos, bovinos e aves), suínos e aves apresentaram as maiores reduções entre 2010 e 2017, com taxas de -7% a.a. e 5,5% a.a. respectivamente. Os municípios que apresentaram as maiores taxas de redução de rebanhos suínos foram Jaguaruna (-15% a.a.), Cocal do Sul (-12,2% a.a.) e Sangão (-11,4% a.a.). Com relação as aves, os municípios com maiores redução de cabeças foram Criciúmas (-9,9% a.a.) e Jaguaruna (-9,7% a.a.).

O rebanho de bovinos, por sua vez, apresentou taxa de crescimento positivo de 2,4% a.a. para região, com destaque para o município de Pedras Grandes que apresentou taxa de crescimento de 6,7% a.a. entre 201 e 2017.

A taxa de crescimento da demanda para fins de abastecimento público urbano e rural foi calculada com base nas séries históricas do censo demográfico. **A Erro! Fonte de referência não encontrada. e a Erro! Fonte de referência não encontrada.** apresentam as séries temporais de população urbana e rural residente, respectivamente. Os valores das taxas de crescimento são apresentados no Quadro 5.

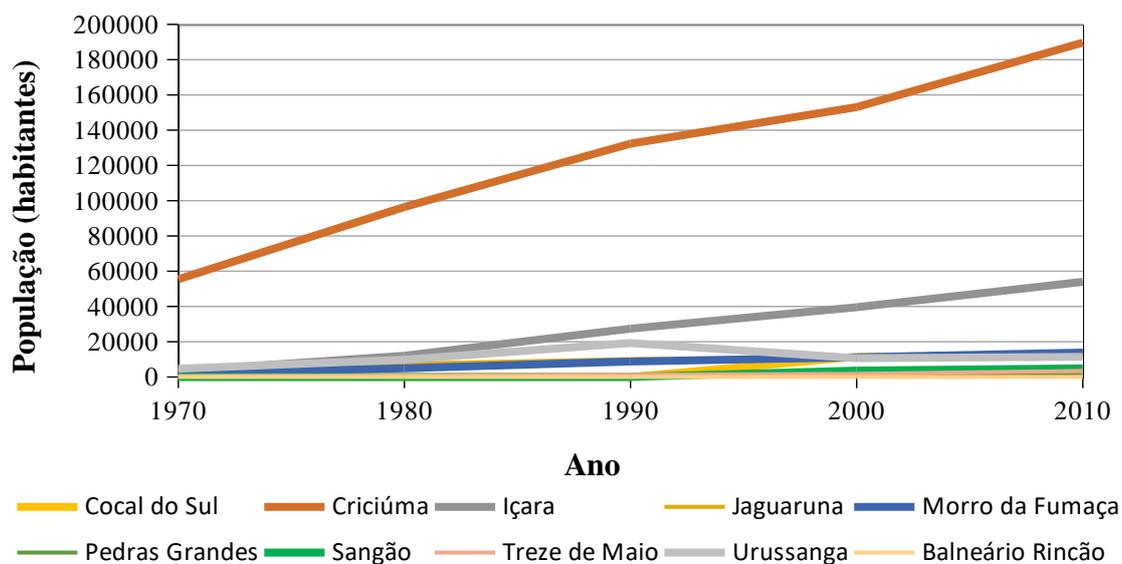


Figura 6 – População urbana entre 1970 e 2010.

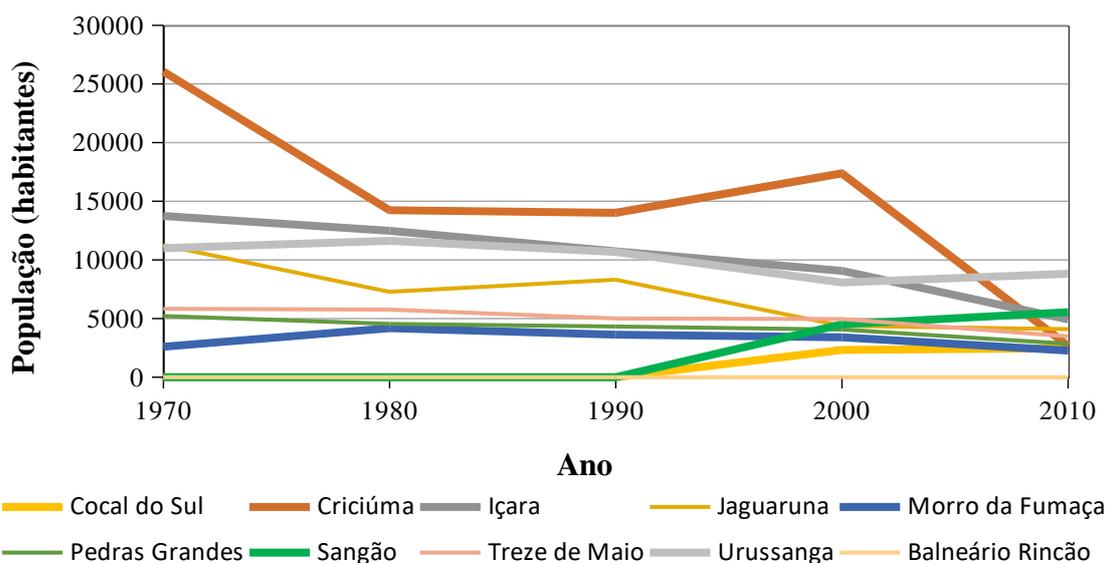


Figura 7– População Rural entre 1970 e 2010.

Quadro 5 – Taxa anual de crescimento da população urbana e população rural.

Município	Taxa a.a. (%) População (2000-2010)	
	População urbana	População rural
Balneário Rincão	-	-
Cocal do Sul	1,076	0,604
Criciúma	2,166	-17,053
Içara	3,141	-5,927

Município	Taxa a.a. (%) População (2000-2010)	
	População urbana	População rural
Jaguaruna	2,572	-0,666
Morro da Fumaça	2,198	-3,981
Pedras Grandes	3,841	-3,481
Sangão	2,970	2,099
Treze de Maio	6,785	-3,480
Urussanga	0,687	0,882
BHRU (Total)	25,436	-31,003

Fonte: Elaboração Própria.

Os resultados mostram que todos os municípios apresentaram taxas positivas de crescimento da população urbana, sendo o maior valor observado entre 2000 e 2010 no município de Treze de Maio (6,8% a.a.) e o menor em Urussanga (0,7% a.a.). Por outro lado, a população rural apresentou taxas negativas na maioria dos municípios, com redução de 17% a.a. entre 2000 e 2010 em Criciúma e 4% a.a. em Morro da Fumaça. Ressalta-se que os dados referentes à população são relacionados à totalidade de extensão dos municípios, embora muitos sejam parcialmente abrangidos pela região da bacia.

1.2. Alocação das Estimativas de demandas

Com base nos diagnósticos dos recursos hídricos realizados na Etapa C deste Plano, foram realizadas as estimativas das demandas complementares de água na bacia. Após o cálculo das estimativas de demanda foram realizadas as alocações dessas demandas nos trechos de rios correspondentes a partir de uma análise de uso e ocupação do solo. A alocação das demandas nas ottobacias definidas para área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga foi realizada utilizando técnicas de geoprocessamento para cruzamento de informações levantadas em diferentes níveis de abrangência territorial.

Conforme definido, a área de abrangência foi subdividida em 268 ottobacias, sendo inicialmente calculada a abrangência (em área e percentual) dos diferentes municípios em cada ottobacia. A Figura 8 apresenta o cruzamento entre os limites municipais e das ottobacias na área de abrangência do Plano.

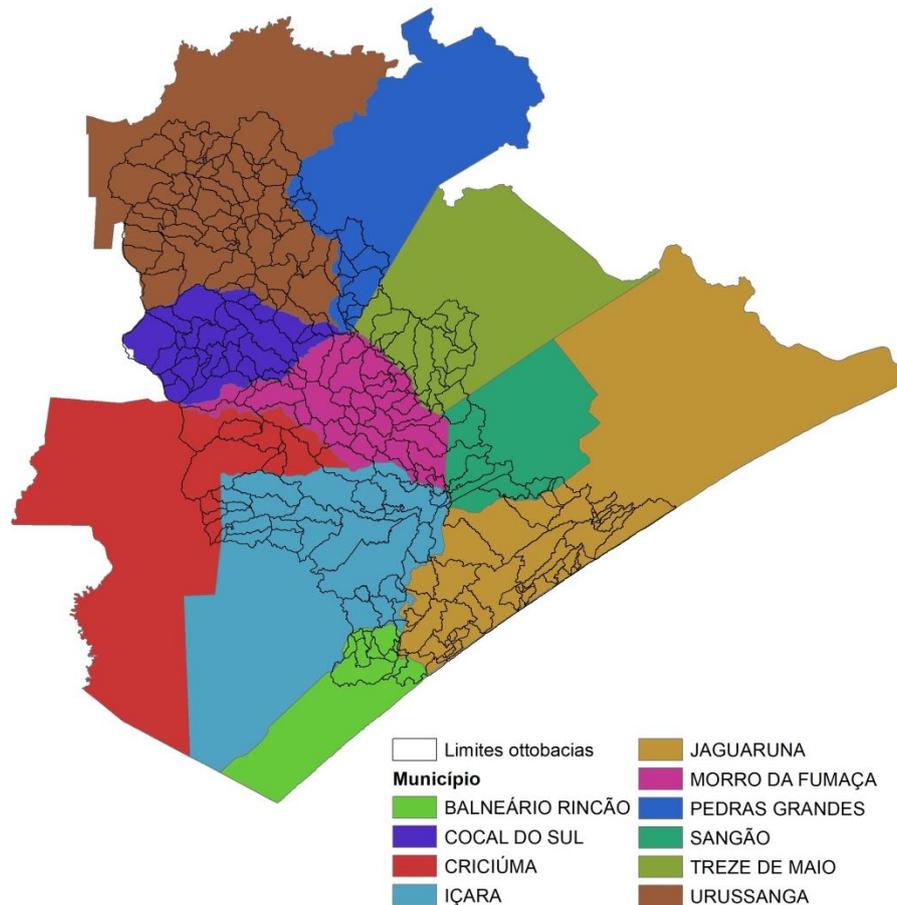


Figura 8 - Localização das ottobacias em relação aos limites municipais.

Em seguida, foi calculada a área ocupada pelas diferentes classes de usos e ocupação do solo em cada ottobacia. Para tanto foram utilizados os dados fornecidos pela iniciativa MapBiomas, que fornece mapas de uso e ocupação do solo anualmente para os diferentes biomas brasileiros (disponibilizados em: <http://mapbiomas.org/map#coverage>). Para este estudo foi utilizado o ultimo mapa atualizado na plataforma, produzido para o ano de 2017, conforme apresentado na Figura 9.

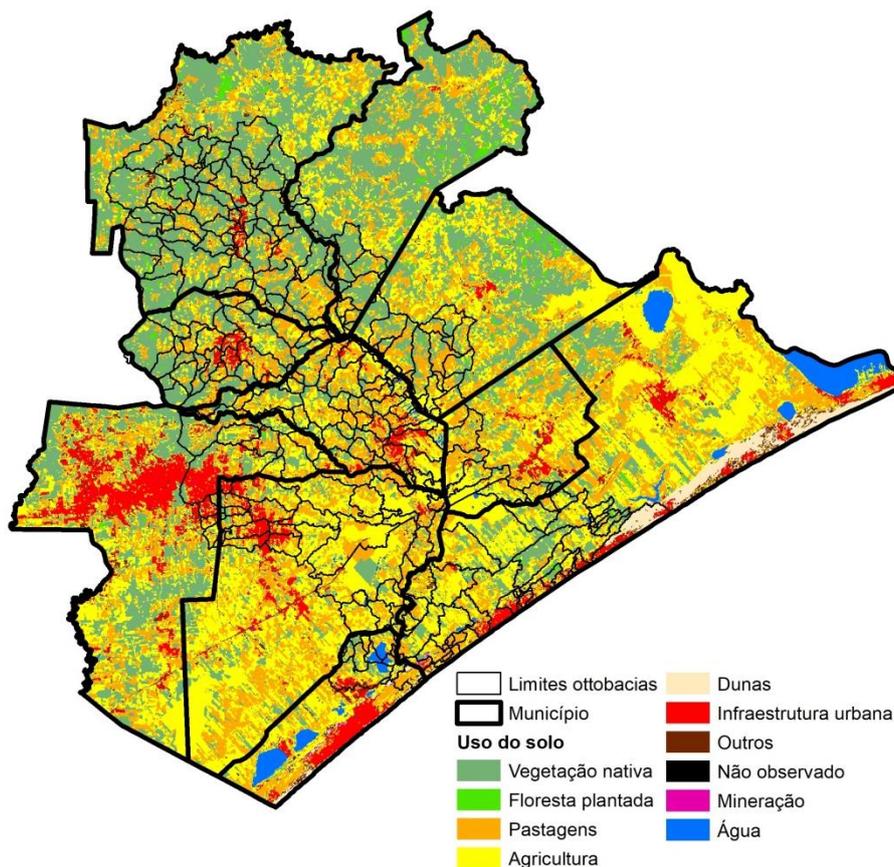


Figura 9 - Uso e ocupação do solo nos municípios inseridos na área de abrangência do Plano.

Com base nos valores de demanda calculada para cada município (apresentados na Etapa C), a abrangência municipal e uso do solo em cada ottobacia as demandas foram alocadas. No caso de ottobacias localizadas em mais de um município, foram consideradas pertencentes ao município com maior área proporcional. Assim as demandas foram alocadas levando em conta os seguintes critérios:

- As demandas para abastecimento público urbano e uso industrial foi alocada com base na área da classe “infraestrutura urbana” em cada ottobacia, considerando o respectivo município que a ottobacia está localizada;
- A demanda para criação animal foi alocada com base na área da classe “pastagens” em cada ottobacia, considerando o respectivo município que a ottobacia está localizada;
- A demanda para irrigação foi alocada com base na área da classe “agricultura” em cada ottobacia, considerando o respectivo município que a ottobacia está localizada;

- A demanda para abastecimento público rural foi alocada com base na porcentagem de área do município que a ottobacia está localizada;
- A demanda para extração mineral foi alocada com base na área da classe “mineração” em cada ottobacia, considerando o respectivo município que a ottobacia está localizada.

A Figura 10 apresenta o resultado final do processo de alocação das demandas, calculadas inicialmente a nível municipal, para o nível de ottobacias. A figura propõe uma comparação entre as vazões de demanda hídrica nos setores de abastecimento público urbano, abastecimento rural, criação animal, irrigação, uso industrial e extração mineral.

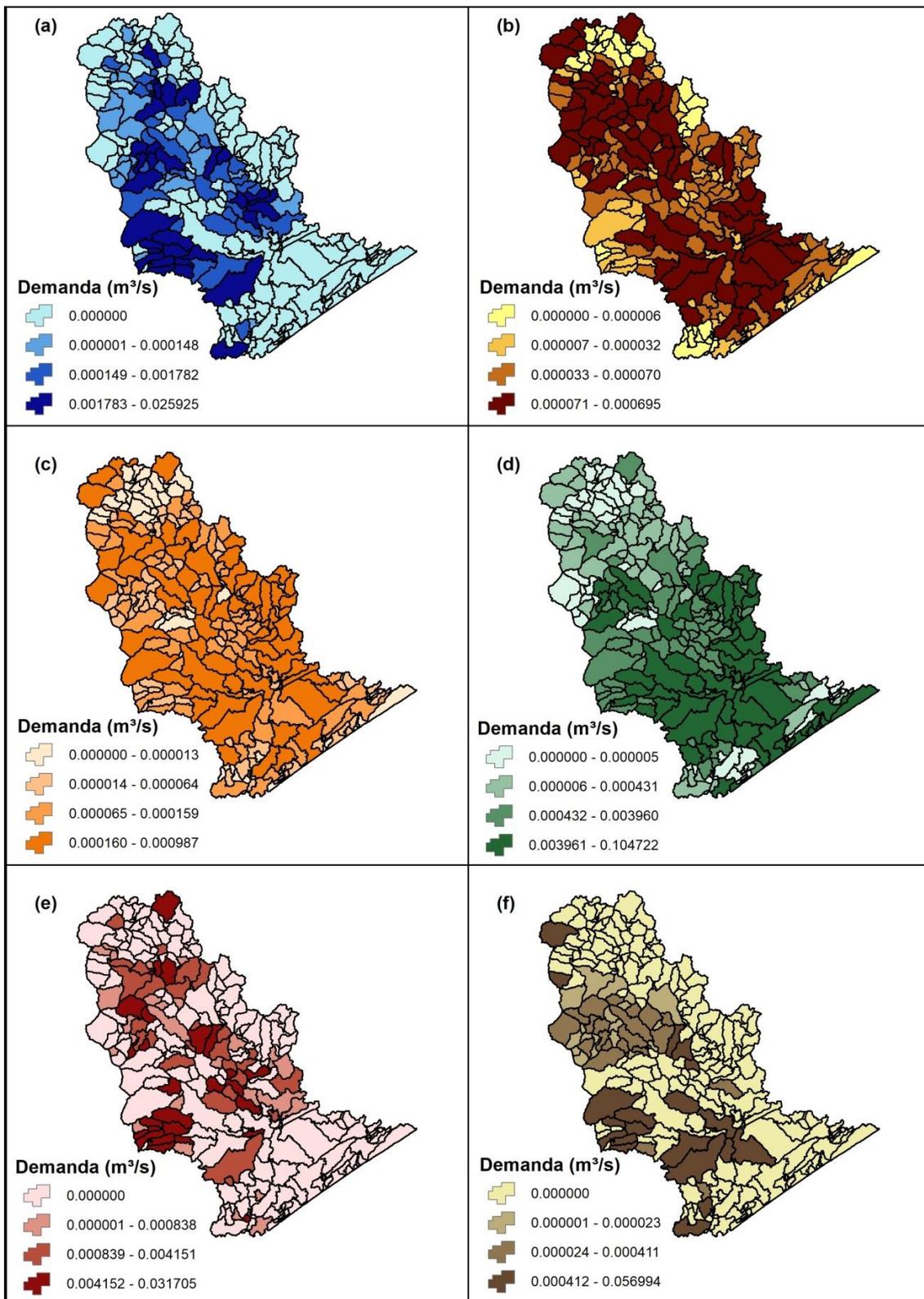


Figura 10 - Resultado final da alocação das demandas em nível de ottobacias. (a) abastecimento público urbano, (b) abastecimento rural, (c) criação animal, (d) irrigação, (e) uso industrial e (f) extração mineral.

Na Figura 11 abaixo é apresentada uma comparação entre as demandas de água por setor, ou seja, inscritas no sistema de cadastro de água do Estado de Santa Catarina (CEURH) e as estimativas de demandas observadas nos estudos da etapa C e D, elaboradas a partir de censos populacionais. É possível observar que existe uma quantidade considerável de demandas que não estão sendo contabilizadas. Por exemplo, a irrigação apresentou uma demanda estimada de quase 600 L/s considerando que o setor possui cadastrado aproximadamente 1400 L/s.

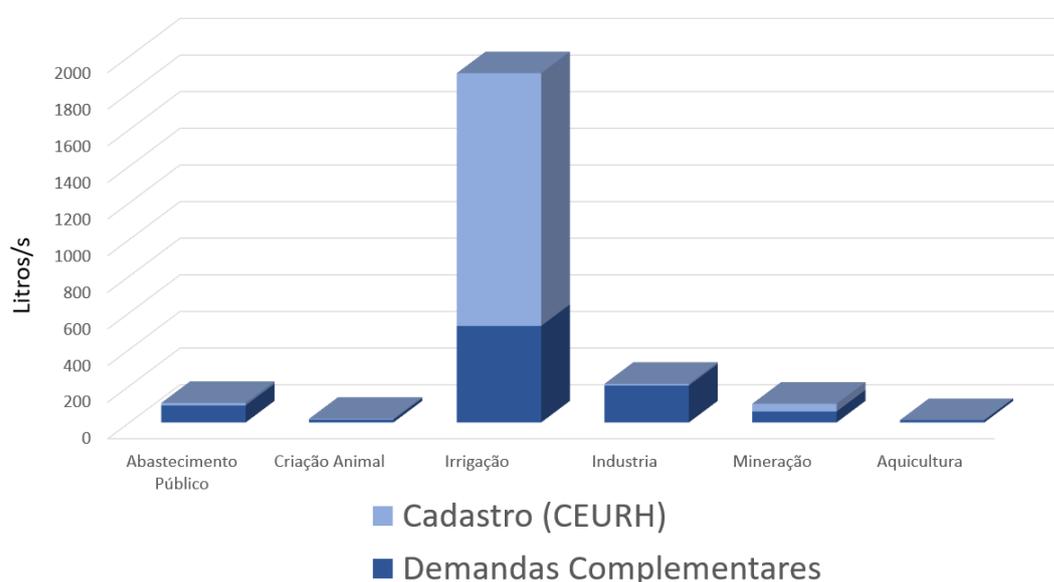


Figura 11 - Gráfico comparativo das estimativas demandas e das demandas cadastradas no CEURH do Estado de Santa Catarina.

Com esse resultado, a base de dados para os cálculos dos balanços hídricos gerados pelo SADPLAN foi atualizada para considerar tanto os dados cadastrados como os dados das estimativas de demanda.

1.3. PROJEÇÃO DAS DEMANDAS

A partir das taxas de crescimento por atividades e por municípios apresentados no item anterior, foram projetadas as vazões de retirada dos seguintes setores usuários de água na área de abrangência do Plano: (1) Mineração; (2) abastecimento público urbano; (3) abastecimento rural; (4) criação animal; (5) uso industrial; e (6) irrigação. Por falta de série de dados adequada não foi possível projetar os valores estimado inicialmente para o setor da aquicultura, sendo estes mantidos constantes ao longo dos horizontes de análise. As equações para cálculo da vazão de retirada foram às mesmas apresentadas no relatório do “Diagnóstico das Demandas Hídricas Atuais”, sendo as variáveis de entrada ajustadas para os anos futuros.

Dentre os setores usuários de água analisados, os que apresentam as maiores tendências de crescimento são o da mineração e indústria da transformação. A demanda para abastecimento público urbano e criação animal também apresentam tendências de crescimento, porém não tão acentuadas como as tendências observadas para o setor da mineração e indústria da transformação. A demanda para abastecimento da população rural apresenta uma tendência de estagnação dos valores de retirada. O setor da irrigação é o único que apresenta tendência de redução da vazão retirada, fato que pode ser associado a redução da área de rizicultura e lavouras temporárias em praticamente todos municípios da área de abrangência do Plano nos últimos anos.

Considerando o cenário atual (2019), a vazão de retirada total (VRT) estimada para a área de abrangência do Plano, considerando todos os usos, é de 2,37 m³/s, podendo chegar a 2,77 m³/s no horizonte de curto prazo (2022), 3,99 m³/s em médio prazo (2026) e 7,08 m³/s em um horizonte de longo prazo (2030), caso a mesma tendência observada nos últimos anos se mantenha.

Os valores projetados anualmente até 2030 para cada setor considerado na análise são apresentados no Quadro 2 enquanto que as Figura 8 e 9 apresentam os resultados gráficos das projeções.

Quadro 1 – Vazão de retirada futura projetada para os diferentes setores usuários na área de abrangência do Plano.

Atividade	Vazão de Retirada (m³/s)											
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
Mineração	0,18	0,23	0,28	0,35	0,43	0,54	0,68	0,84	1,05	1,31	1,64	2,05
População urbana	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38
População rural	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02	0,02
Criação animal	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,04	0,04
Indústria	0,58	0,65	0,73	0,82	0,95	1,10	1,29	1,54	1,85	2,24	2,75	3,41
Irrigação	1,15	1,14	1,13	1,12	1,11	1,10	1,09	1,09	1,08	1,08	1,07	1,07
Aquicultura	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
Total	2,37	2,48	2,61	2,77	2,98	3,24	3,57	3,99	4,51	5,17	6,01	7,08

Fonte: Elaboração própria.

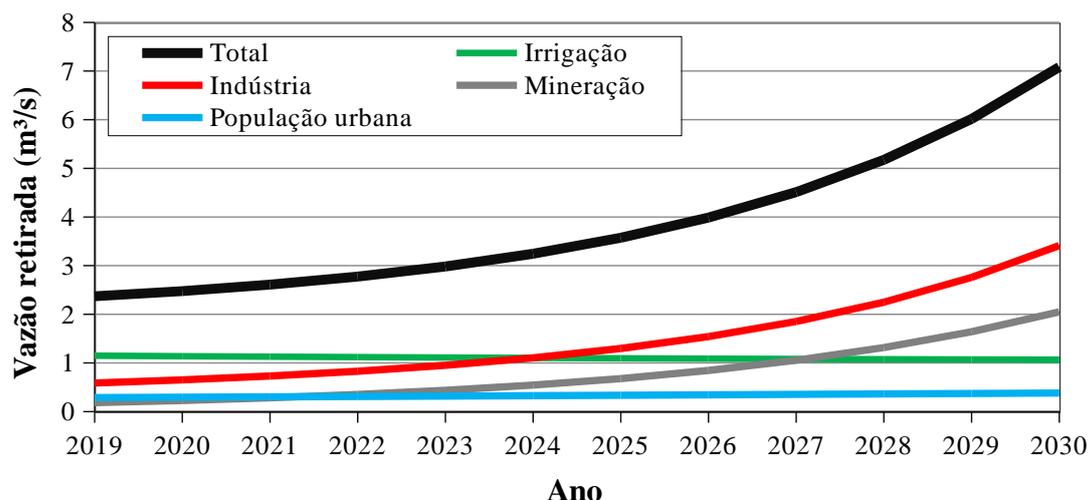


Figura 12 – Vazão de retirada dos diversos setores pertencentes aos municípios do plano. Elaboração própria.

Figura 13 – Distribuição percentual da VRT para os diferentes setores usuários considerando o cenário atual (2019), a projeção de curto (2022), médio (2026) e longo prazo (2030).

2. CONFRONTO ENTRE DISPONIBILIDADES E DEMANDAS DE RETIRADA

Levando em conta os valores de vazão de retirada (VRT) atual e futura apresentados no item anterior e os valores de disponibilidade hídrica estimada para a Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, foi realizado o confronto entre a disponibilidade e demanda. Para tanto foram considerados os seguintes indicadores de disponibilidade hídrica: Q₉₈, Q₉₅, Q₉₀. Os valores dos indicadores de disponibilidade hídrica, estimados por meio de regionalização de vazões (Etapa C), para a Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga são apresentados na tabela 1 a seguir.

Tabela 1 – Indicadores de disponibilidade hídrica estimados para a BHRU.

Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₈ (m ³ /s)
5,9± 0,5	5,1± 0,5	4,2± 0,5

O confronto entre as disponibilidades e demandas de retirada foi avaliado por meio do balanço hídrico entre a vazão de retirada total e os distintos indicadores de disponibilidade:

$$\text{Balanço}(\%) = \frac{\text{VRT}}{\text{Disponibilidade}} \times 100$$

Onde, valores acima de 100% indicam que a VRT supera a disponibilidade completamente. Os resultados do confronto entre disponibilidade e demandas são apresentados no Quadro 7.

Quadro 7 – Confronto entre disponibilidade e demandas, para os diferentes horizontes temporais e indicadores de disponibilidade hídrica.

Horizontes	Q ₉₀ (m ³ /s)	Q ₉₅ (m ³ /s)	Q ₉₈ (m ³ /s)
Atual (2019)	40,17%	46,47%	56,43%
Curto prazo (2022)	44,24%	51,18%	62,14%
Médio prazo (2026)	54,92%	63,53%	77,14%

Longo prazo (2030)	120%	138,82%	168,57%
--------------------	------	---------	---------

Como podem ser observados na Quadro 7, os resultados do confronto entre disponibilidades e demandas na BHRU apontam para o aumento da criticidade ao longo dos horizontes temporais considerados no estudo, atingindo níveis de extrema criticidade no cenário de longo prazo (Balanço > 100%). Para o cenário atual, os resultados indicam que a vazão de retirada total representa entre 40 e 56% da disponibilidade, dependendo do indicador de disponibilidade considerado. Os resultados obtidos indicam que a VRT deva representar entre 44 e 63% em curto prazo e entre 55 e 77% em médio prazo. Por fim, no cenário de longo prazo os resultados indicam que a VRT poderá variar entre 120 e 169% da disponibilidade hídrica da BHRU. Destaca-se que nesta análise não foi considerada a variação da disponibilidade hídrica, que poderá ocorrer em decorrência de mudanças no clima em longo prazo.

Os resultados apresentados nesta etapa do estudo indicam a urgente necessidade de implementação de ações e intervenções com a finalidade de compatibilização entre a disponibilidade e demanda na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, visando a redução da criticidade do balanço hídrico. A seguir é apresentado um conjunto de soluções que podem ser aplicadas para compatibilização entre demandas e disponibilidade.

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.

O objetivo geral desta atividade é identificar áreas críticas para atividades demandadoras de água na bacia do rio Urussanga, através da criação de uma hierarquização dos índices de criticidade e deficitários. De forma específica tem-se como objetivos principais:

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

Para a identificação das áreas mais críticas da bacia do rio Urussanga, 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 14). 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 se inicia 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 ($I_{ACT}=0$). 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.

Como resultado das classificações, na Figura 14 abaixo são apresentados os trechos críticos em toda a bacia. São observados 263 trechos de rio considerados superavitários, 11 trechos críticos, 12 trechos muito críticos e apenas 1 trecho deficitário.

Na Figura 15, são apresentados dois mapas comparativos das áreas mais críticas, relacionando o número absoluto de trechos críticos e o número de trechos críticos em relação ao número total de trechos na unidade de planejamento apresentada.

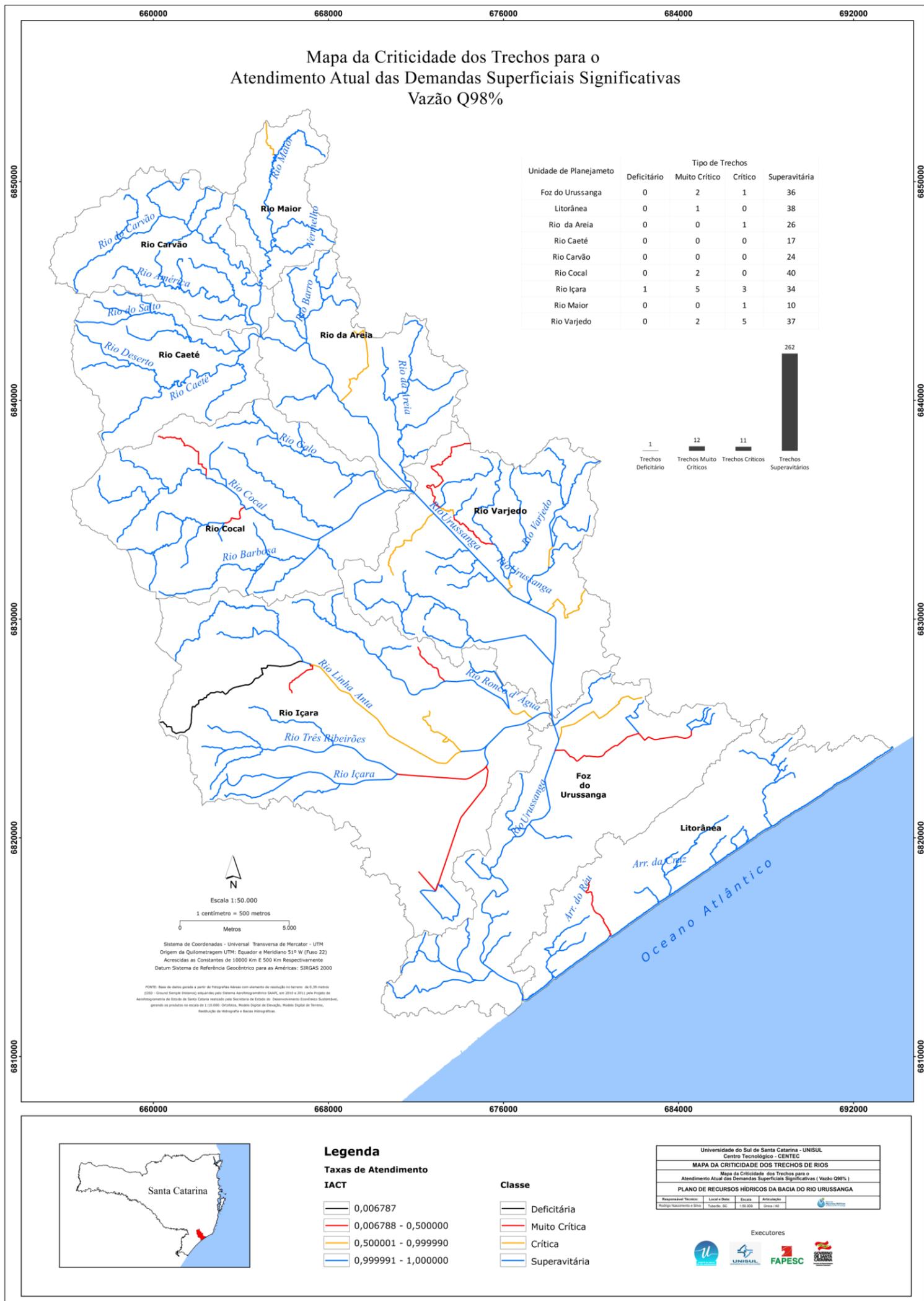


Figura 14 - Mapa de criticidade dos trechos para o atendimento atual das demandas superficiais significativas para a vazão de referência Q98%.

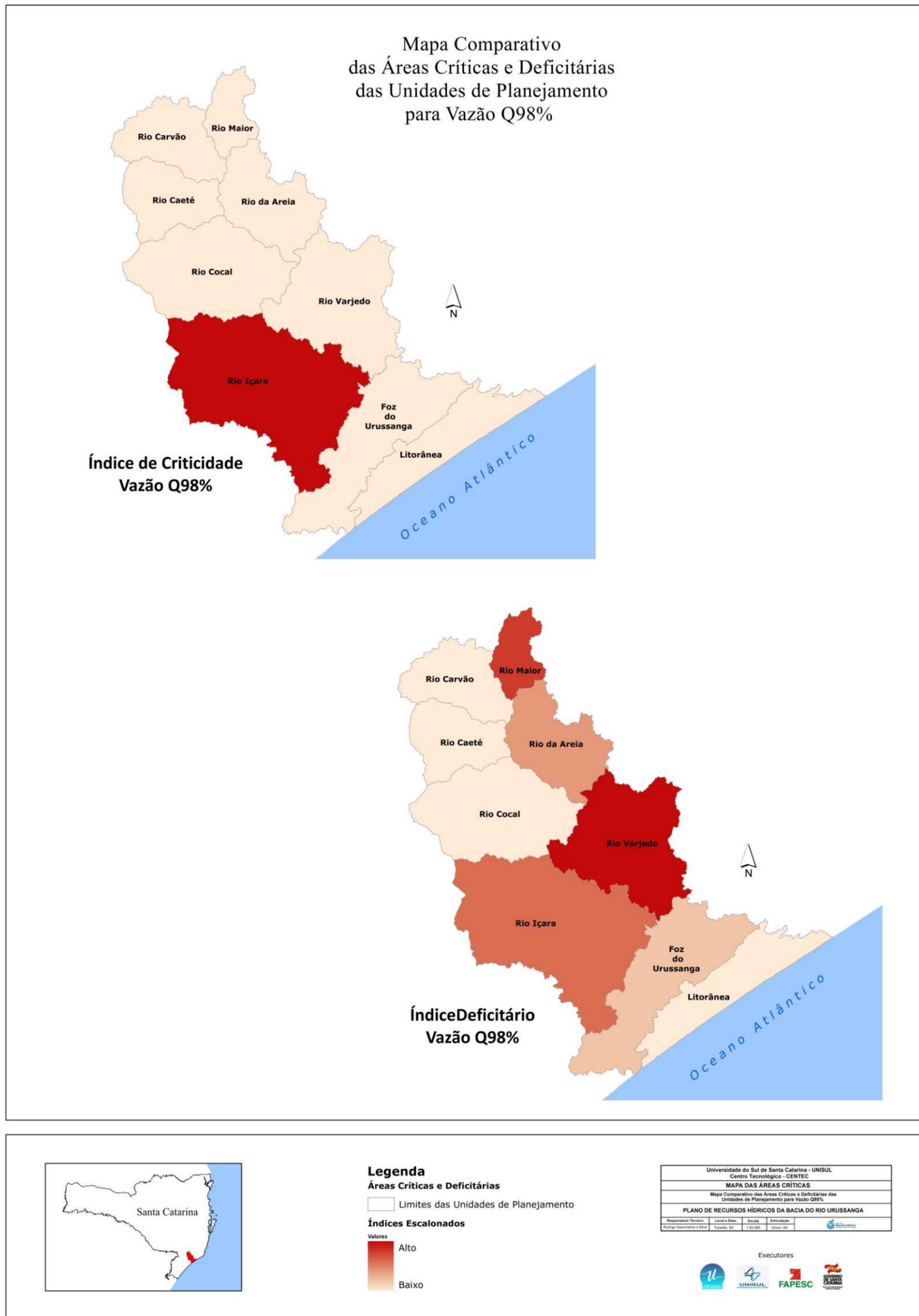


Figura 15 - Mapa comparativo das áreas críticas e deficitárias das unidades de planejamento para a vazão de referência Q98 na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.

Os resultados indicam que grande parte dos trechos de rio da bacia são considerados superavitários, ou seja, existe vazão de água disponível para outorga considerando os usos já existentes. Além disso, nota-se que as regiões onde estão situadas as nascentes possuem vazão remanescente alta.

No entanto, 23 setores de cursos de água apresentam estados de criticidade e, dentre esses, 1 apresenta vazão comprometida para novas outorgas (trecho superior do Rio Linha Anta), localizado na unidade de planejamento Rio Içara. Esta região é problemática para futuros conflitos pelo uso da água, provavelmente pelo uso intenso na irrigação.

Ainda, é possível observar que as unidades de planejamento com presença dos maiores índices deficitários são: Rio Maior, Rio da Areia, Rio Içara, Rio Varjedo e Foz do Urussanga. As unidades de Rio Carvão, Rio Caeté e Rio Cocal mostraram-se regiões com índices menores em relação às demais.

Os índices têm relação direta com a localização geográfica e os principais tipos de consumo hídrico da região, como: indústria, abastecimento populacional, irrigação, criação animal e mineração. Ressalta-se que a questão de criticidade se refere exclusivamente à disponibilidade hídrica da região, excluindo-se as análises qualitativas nesse tópico.

4. COMPATIBILIZAÇÃO DAS DISPONIBILIDADES E DEMANDAS

Nesta etapa é apresentado um conjunto de soluções para compatibilização das disponibilidades e demandas na área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, em termos quantitativos. A definição do conjunto de soluções possíveis de serem aplicados na Bacia do rio Urussanga foi baseada nos resultados do confronto entre disponibilidades e demandas, apresentados para o Cenário Atual e Tendencial. A seleção das soluções levou em conta casos e tendências nacionais e globais empregados para o controle da demanda e aumento/garantia da oferta. Além disso, baseou-se nas ações e medidas já previstas no âmbito do Plano Estadual de Recursos de Santa Catarina (PERH/SC), visando contribuir para o atingimento das metas propostas para o Estado.

Conforme apresentado no diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos na área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Urussanga, a disponibilidade hídrica na região varia de 5,9 m³/s a 4,2 m³/s, dependendo do indicador considerado, apresentando forte sazonalidade na vazão média mensal. Os principais usuários de água são os setores da irrigação, indústria e abastecimento público urbano. Adicionalmente, considerando os resultados do cenário tendencial, os setores da indústria e da mineração apresentam as maiores taxas de crescimento na região. O Quadro 8 apresenta o conjunto de soluções que podem ser aplicadas, isoladas ou em conjunto, visando compatibilizar as disponibilidades e demandas na região:

Quadro 8 – Conjunto de soluções para controle da demanda e aumento/garantia da oferta que podem ser aplicadas na Bacia do Rio Urussanga visando compatibilizar as disponibilidades e demandas.

Tipo	Setor	Soluções
Controle da demanda	Abastecimento público	<ul style="list-style-type: none"> • Redução das perdas do abastecimento público; • Reuso de água para fins não potáveis.
	Indústria	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de eficiência em processos produtivos; • Reuso de água.
	Irrigação	<ul style="list-style-type: none"> • Reuso indireto na irrigação.
	Mineração	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de eficiência em processos produtivos; • Reuso de água.
Aumento/garantia da oferta	Todos os setores	<ul style="list-style-type: none"> • Reservação; • Regularização de vazões; • Captação de água da chuva.

Além das soluções elencadas, foram definidas ações setoriais na Etapa E do Plano de Recursos Hídricos da Bacia do rio Urussanga. Cada setor possui programas que abrangem ações propostas, objetivos, horizonte de implantação e custo total

estimado, com o objetivo de equilibrar os usos múltiplos da água e recuperar as áreas degradadas.

5. CENÁRIOS ALTERNATIVOS

Considerando o conjunto de soluções apresentadas para a compatibilização das disponibilidades e demandas hídricas na área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga foram elaborados 2 cenários alternativos para contrapor ao cenário tendencial. O cenário moderado onde as ações e intervenções implementadas na bacia proporcionarão, ao final do horizonte de planejamento considerado, que o resultado do balanço hídrico seja de até 50%, ou seja, a VRT será no máximo 50% do valor da disponibilidade hídrica na BHRU e as taxas de crescimento das atividades demandadoras de água serão 50% das estimadas no cenário tendencial.

O cenário acelerado onde, ao final do horizonte de planejamento considerado, o balanço hídrico poderá apresentar valor superior a 50% e inferior a 100%, ou seja, a VRT será entre 50 e 100% da disponibilidade hídrica na bacia. E as taxas de crescimento das atividades demandadoras de água serão 50% maiores que as estimadas na projeção tendencial. O Quadro 9 apresenta um resumo dos cenários alternativos propostos para a BHRU. E as Figuras 16, 17, 18, 19 e 20 a seguir descrevem as tendências dos setores nos diferentes cenários alternativos.

Para as simulações dos cenários tendenciais, acelerado e moderado foi considerado a demanda hídrica do mês de outubro de 2018, por se tratar do mês de maior demanda na região.

Quadro 9 – Resumo dos cenários alternativos elaborados para a BHRU.

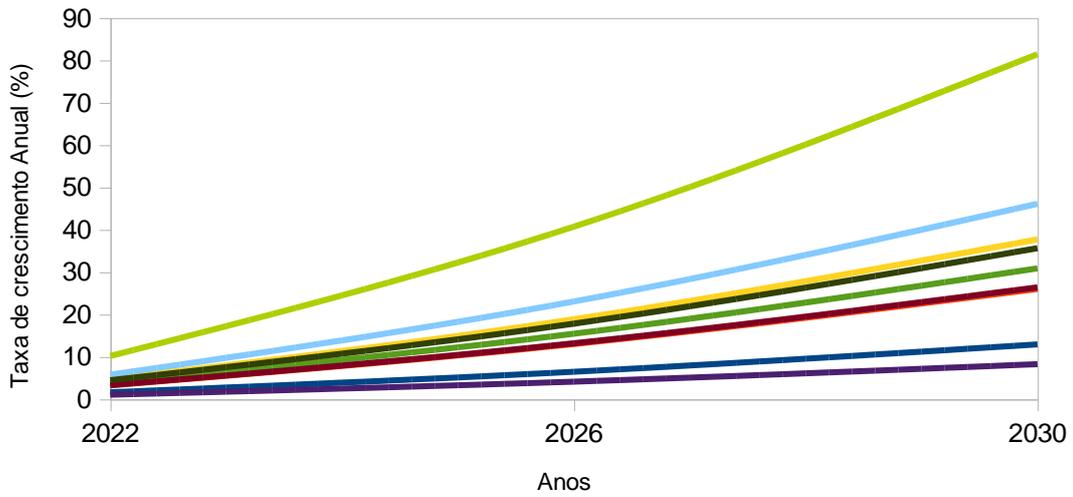
Cenário	Descrição	Meta
Moderado	Neste cenário espera-se que o conjunto de ações e intervenções planejadas para a área de abrangência do plano possibilite a compatibilização plena entre as demandas e disponibilidade, reduzindo a criticidade da bacia, com valores de VRT de até 50% da	Balanço \leq 50% em 2030

	disponibilidade.	
Acelerado	Neste cenário espera-se que o conjunto de ações e intervenções planejadas para a área de abrangência do plano possibilite a compatibilização parcial entre a VRT e disponibilidade, com valores de VRT entre 50% e 100% da disponibilidade.	50% < Balanço < 100% em 2030

Na sequência, nas Figuras 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28 e 29 são apresentados os balanços hídricos por cenários, com um horizonte até 2030. Nos cenários tendenciais é possível observar que existem alguns trechos que se apresentam níveis críticos de atendimento de água remanescente.

Analisando os cenários moderados (-50%) e acelerado (50%) é possível observar que mesmo com a redução das taxas de crescimento das atividades principais da bacia, poucos trechos que já apresentava condição crítica reduzem sua criticidade. Possivelmente esses trechos que apresentam déficit de disponibilidade hídrica apresentam problemas pontuais e possivelmente relacionados a atividade de irrigação intensa na região.

Crescimento População Acelerado



Crescimento da População Moderado

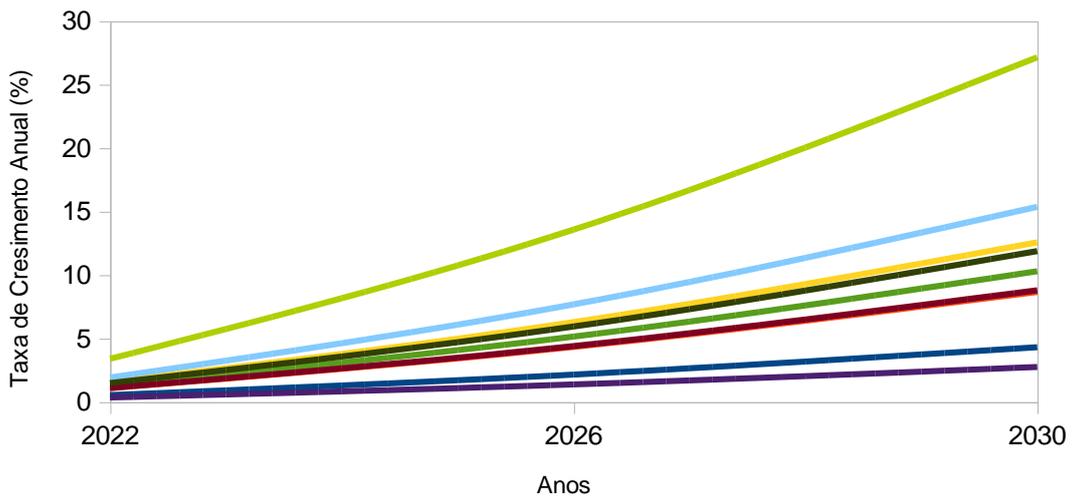
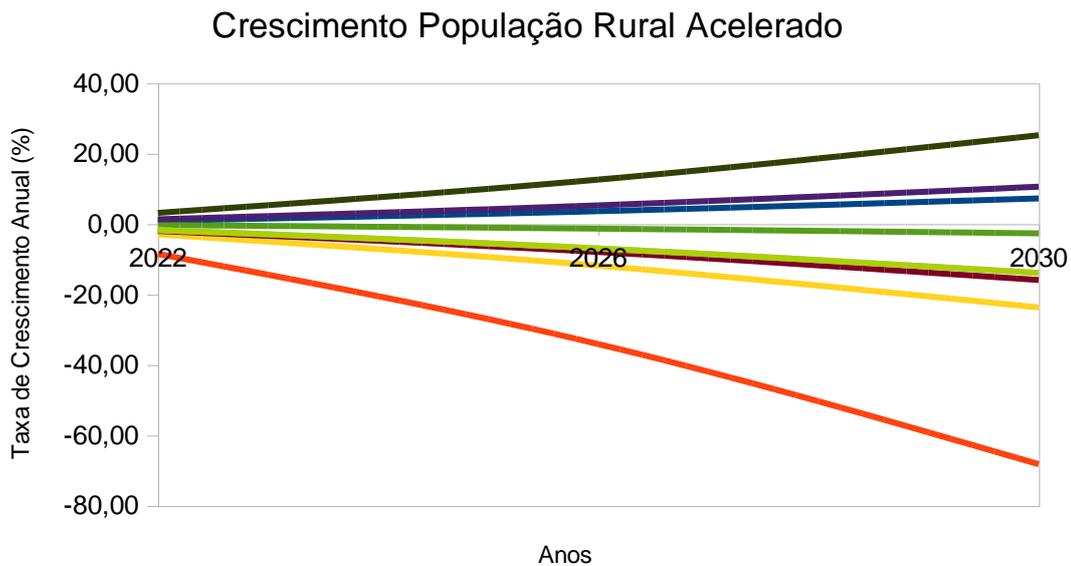
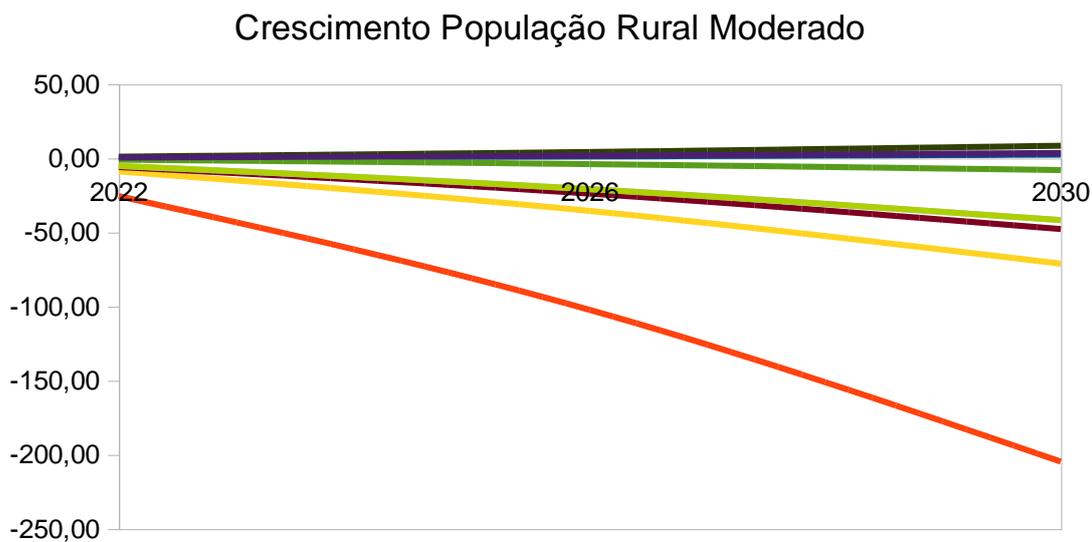


Figura 16 - Gráficos das tendências de crescimento nos cenários acelerado e moderados para os anos de 2022 até 2030 da População Urbana da Bacia.



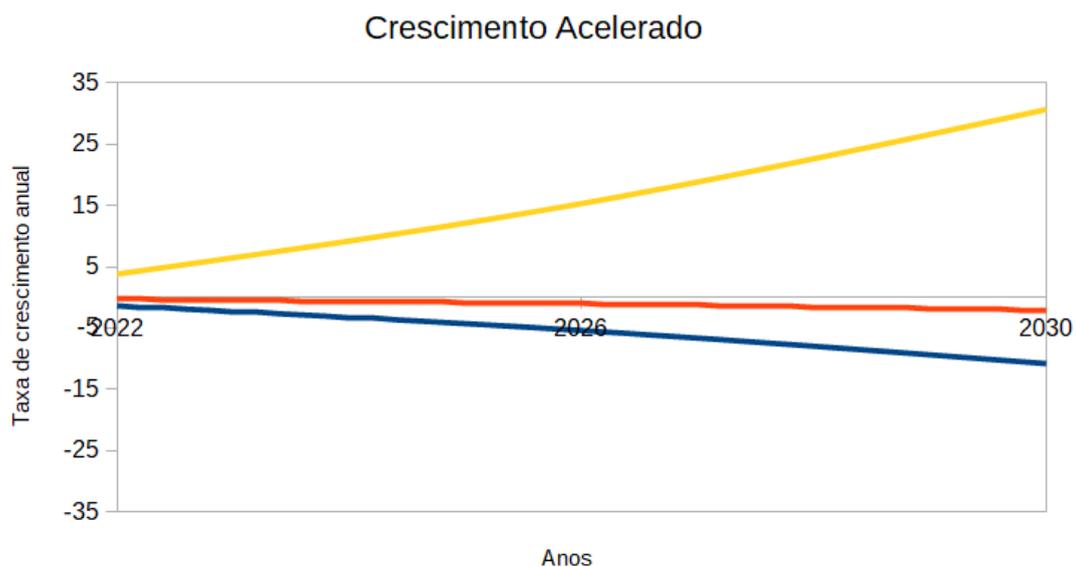
A



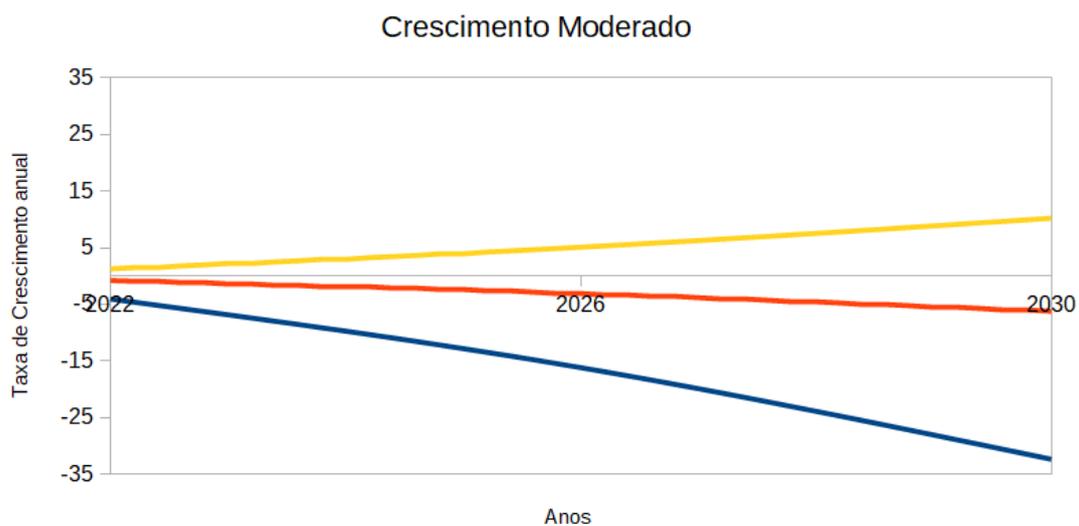
B



Figura 17 - Gráficos das tendências de crescimento nos cenários acelerado (A) e moderados (B) para os anos de 2022 até 2030 da População Rural da Bacia.



A



B

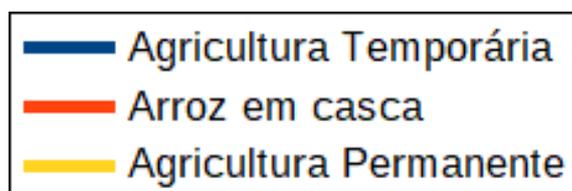
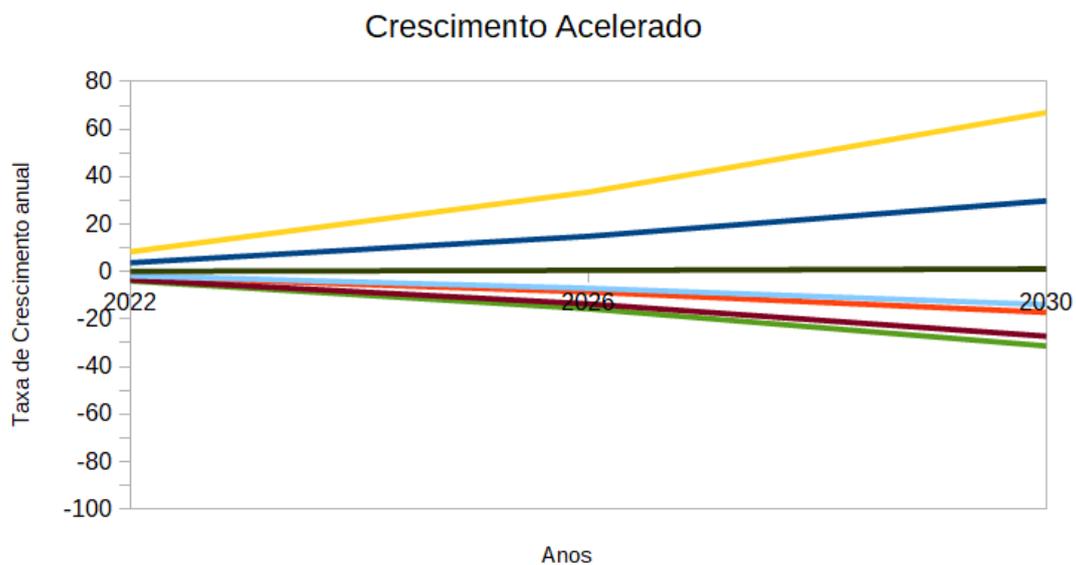
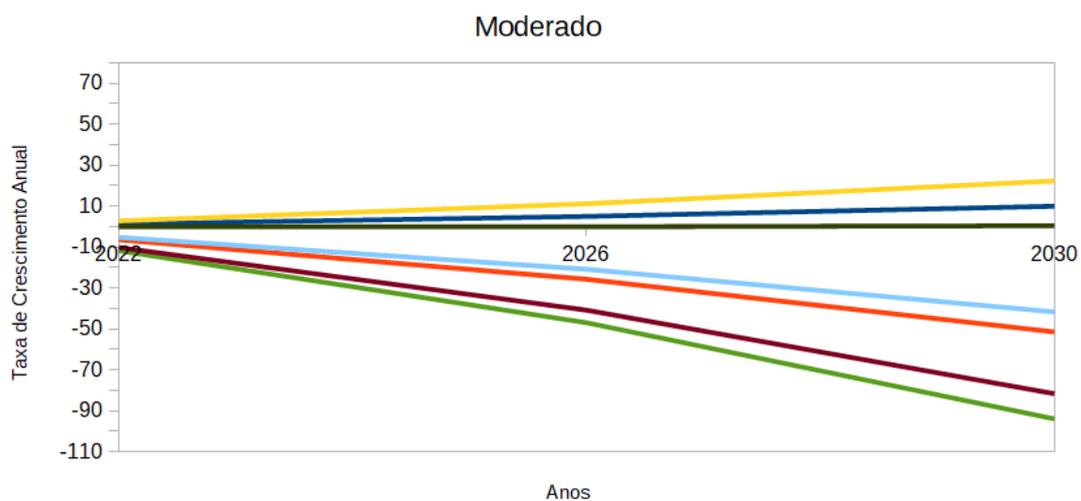


Figura 18 - Gráficos das tendências de crescimento nos cenários acelerado (A) e moderados (B) para os anos de 2022 até 2030 do setor agrícola da Bacia.



A



B



Figura 19 - Gráficos das tendências de crescimento nos cenários acelerado (A) e moderados (B) para os anos de 2022 até 2030 da pecuária praticada na Bacia.

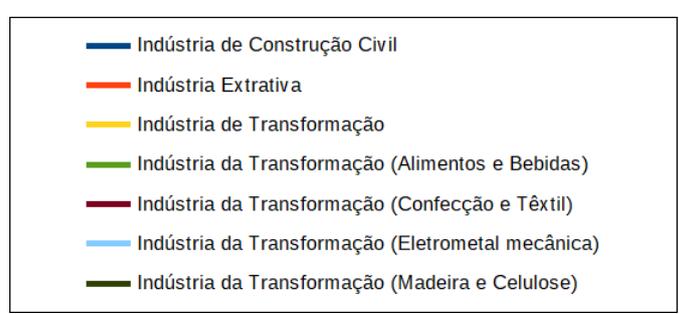
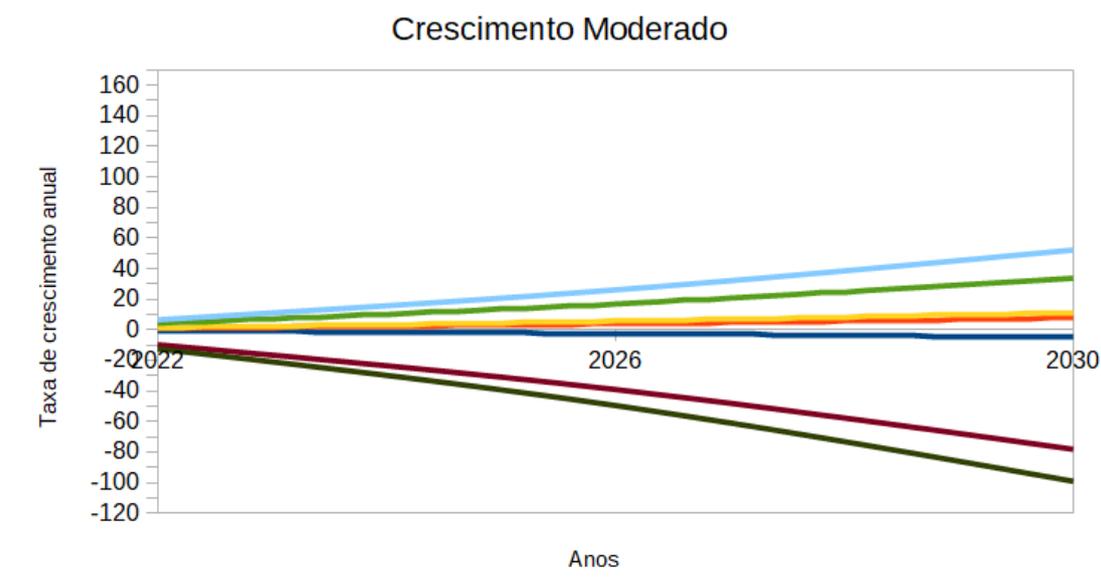
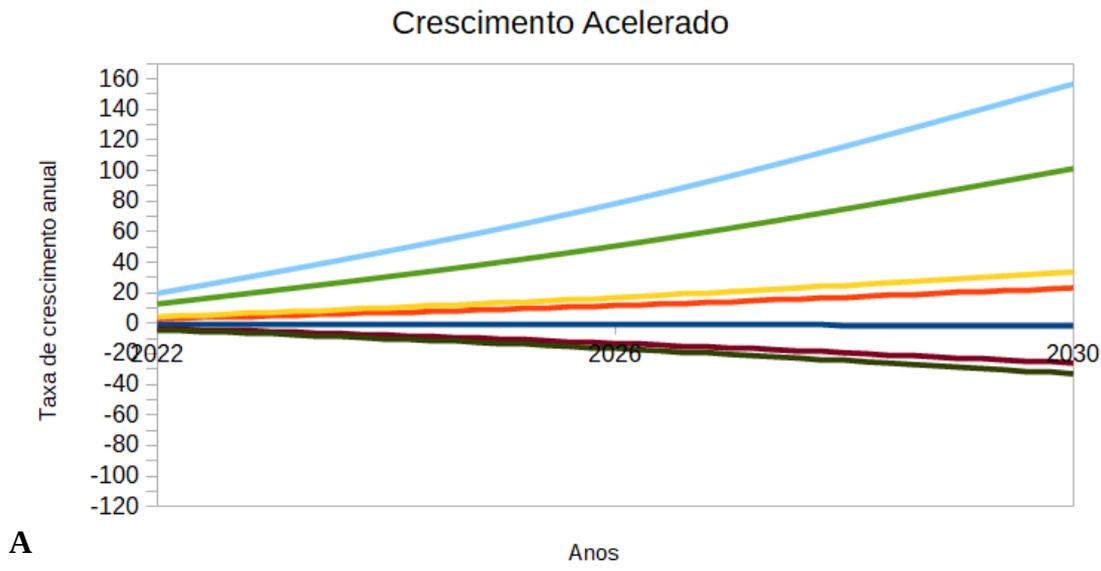


Figura 20 - Gráficos das tendências de crescimento nos cenários acelerado (A) e moderado (B) para os anos de 2022 até 2030 do setor industrial na Bacia.

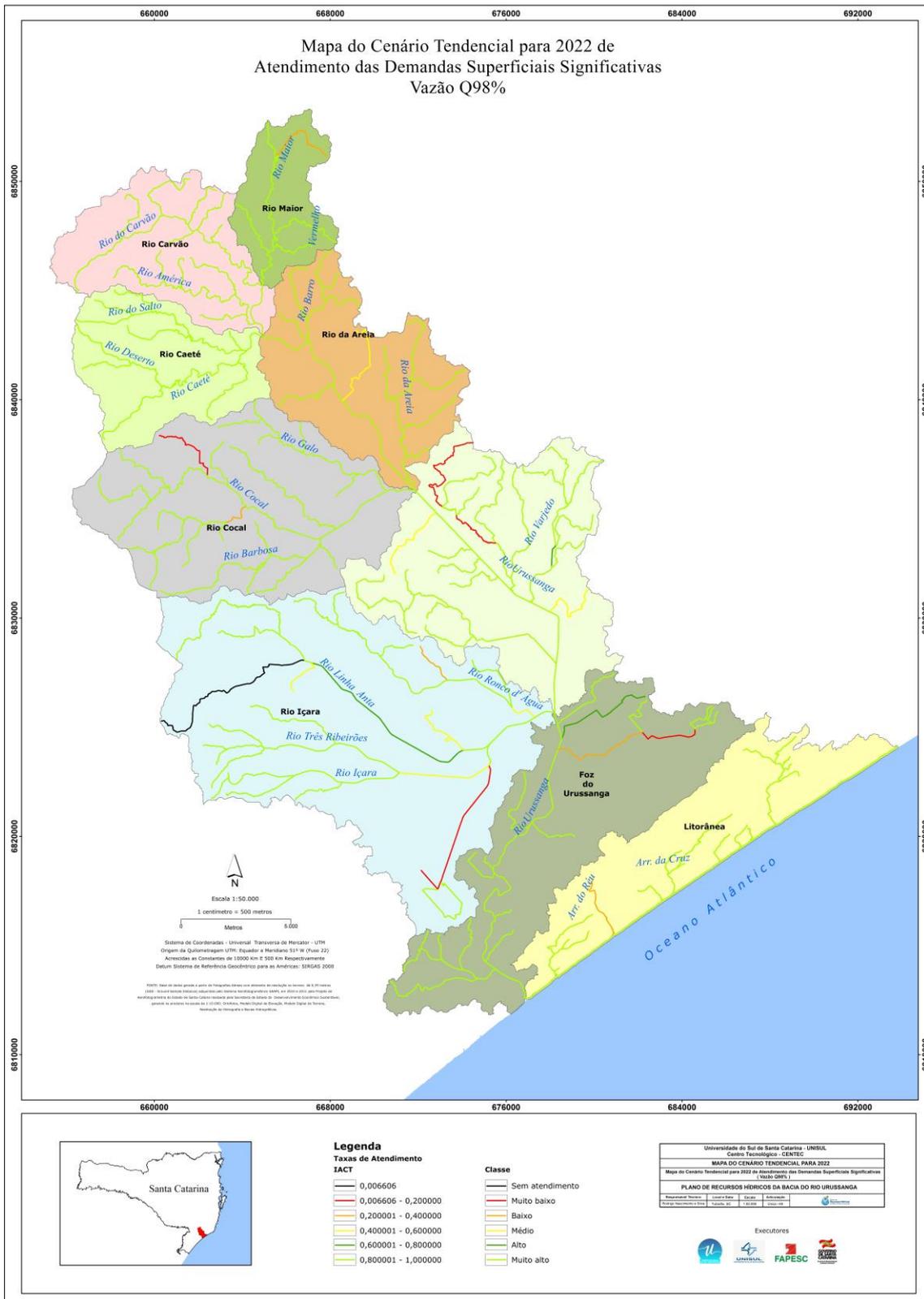


Figura 21 - Mapa do balanço hídrico cenário tendencial para 2022 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.

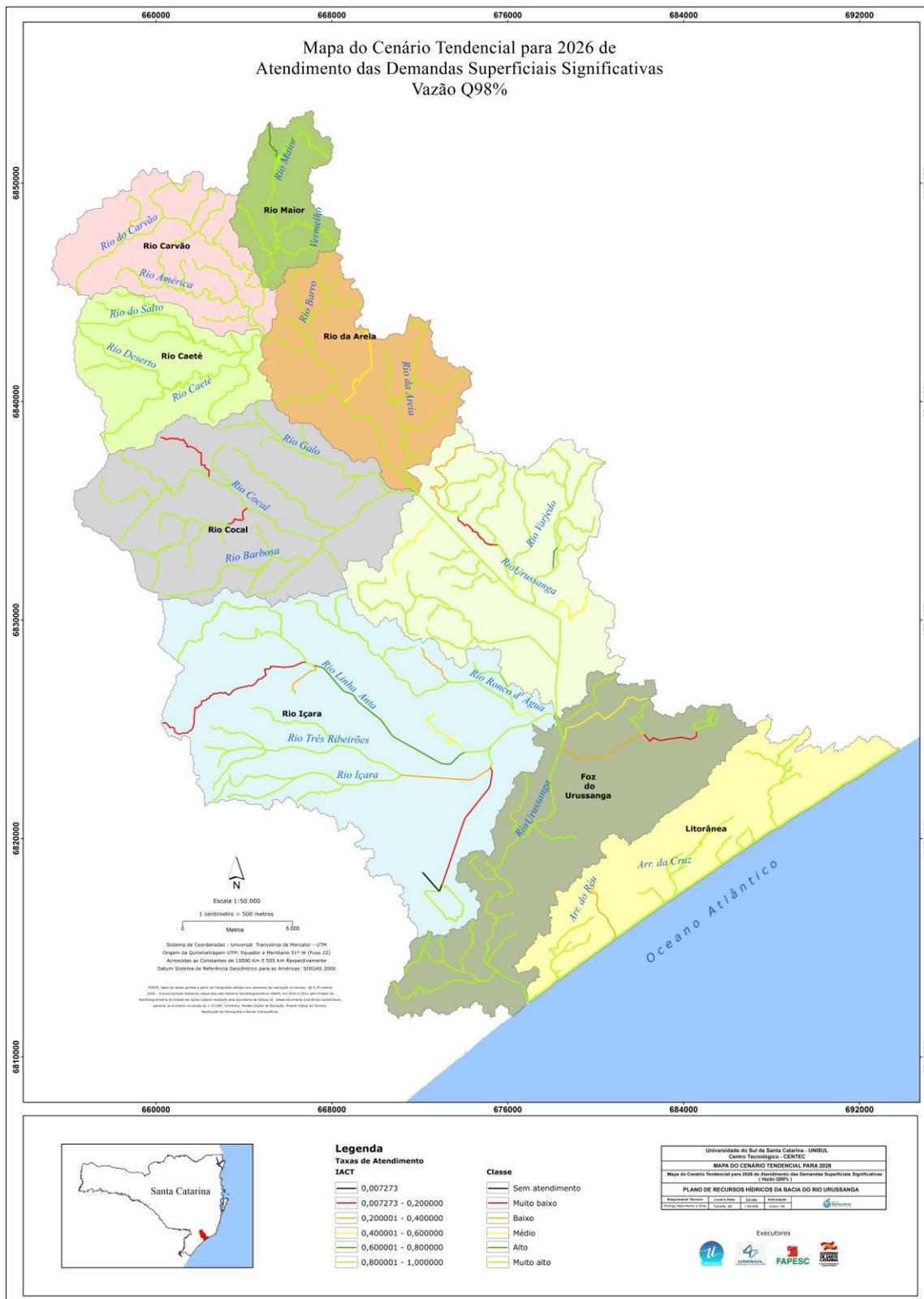


Figura 22 - Mapa do balanço hídrico cenário tendencial para 2026 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.

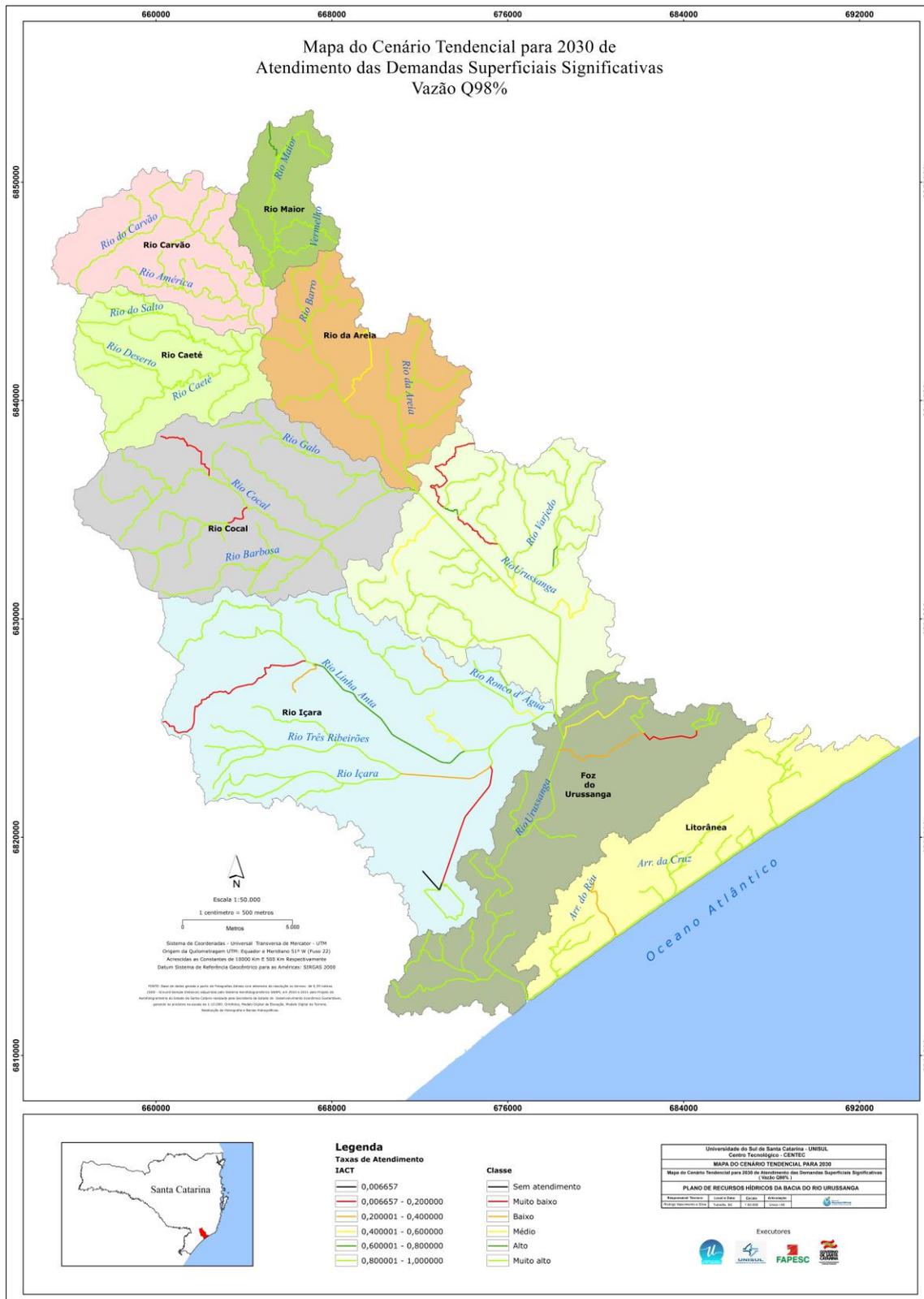


Figura 23 - Mapa do balanço hídrico cenário tendencial para 2030 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.

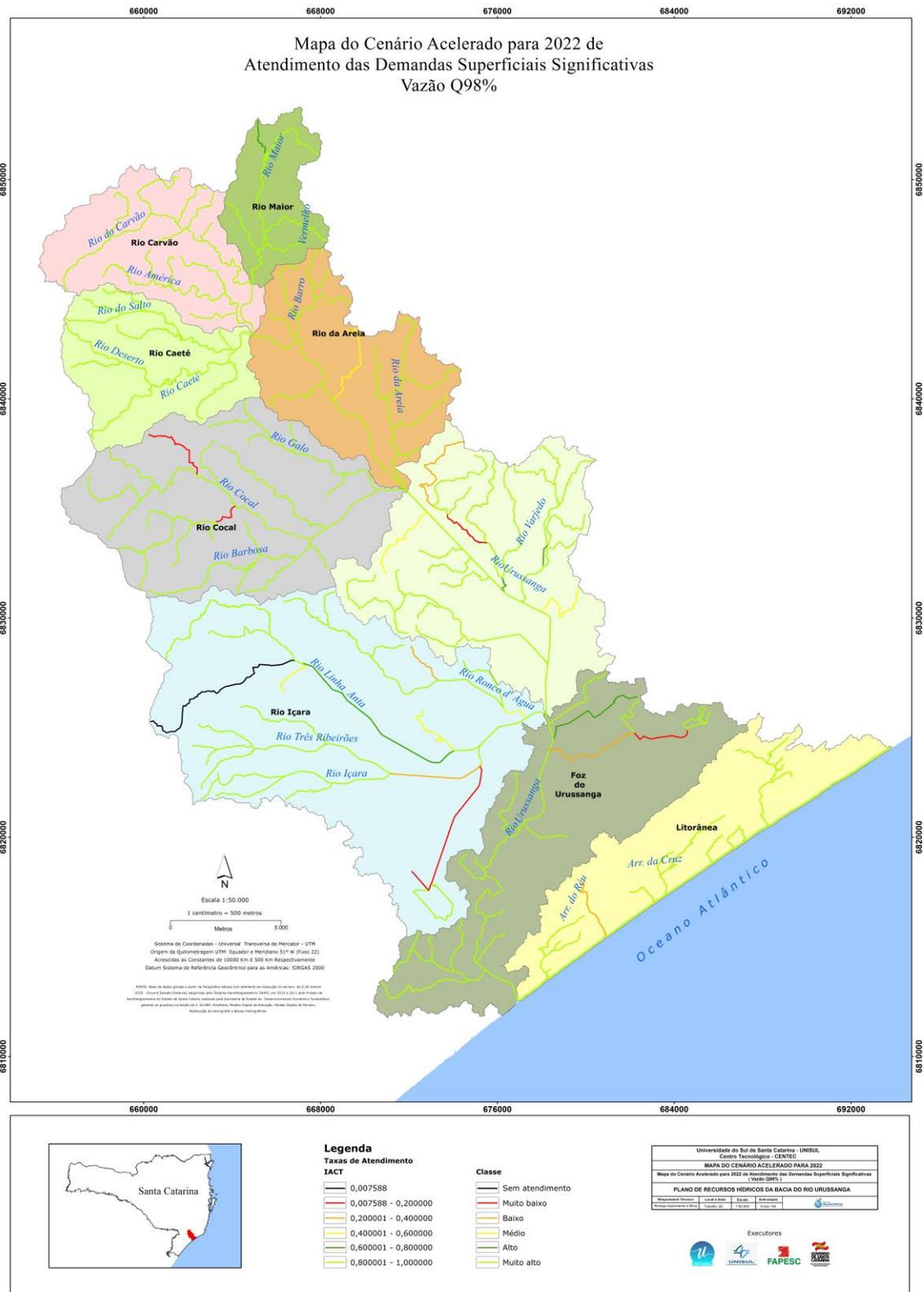


Figura 24 - Mapa do balanço hídrico cenário acelerado para 2022 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.

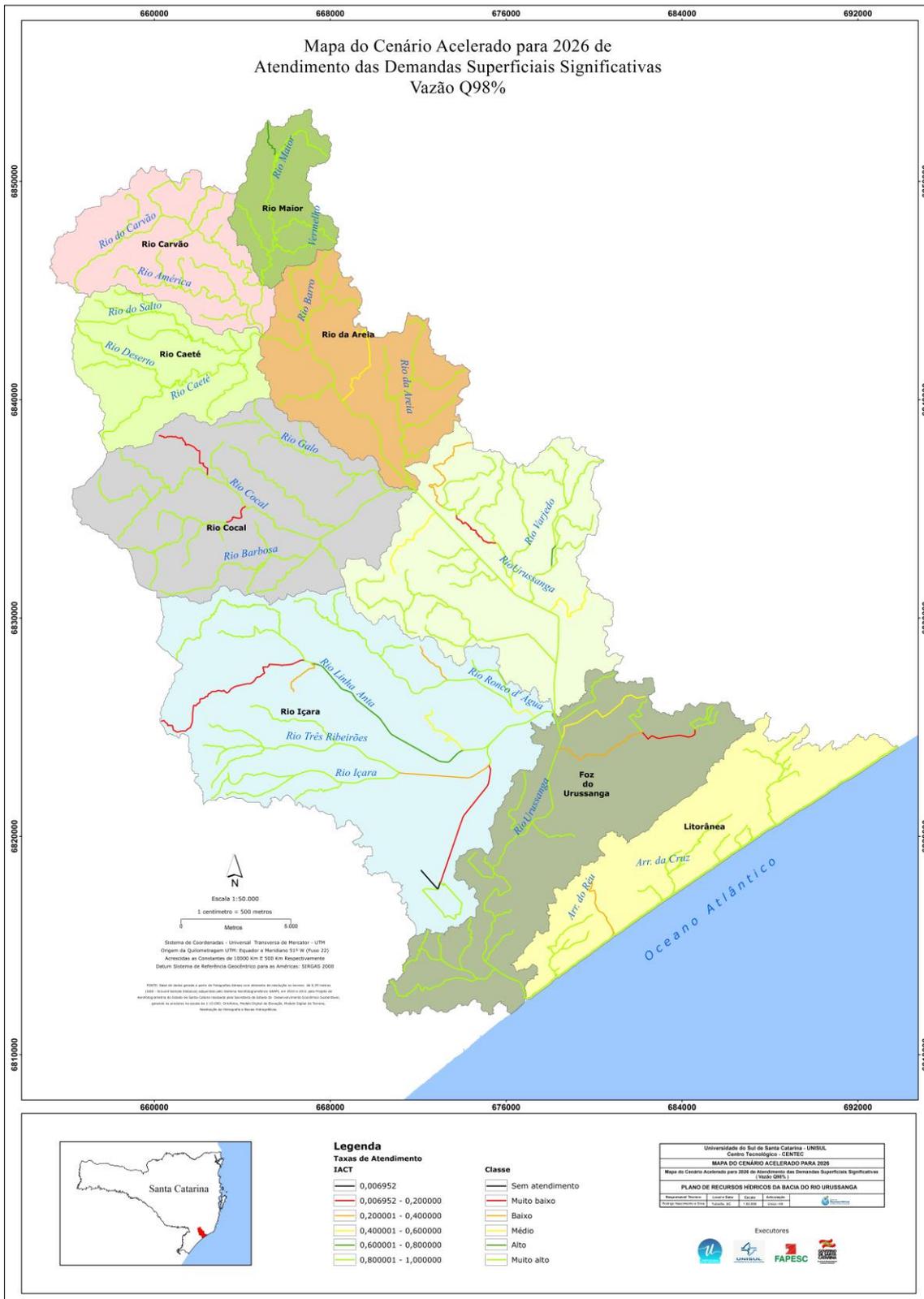


Figura 25 - Mapa do balanço hídrico cenário acelerado para 2026 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.

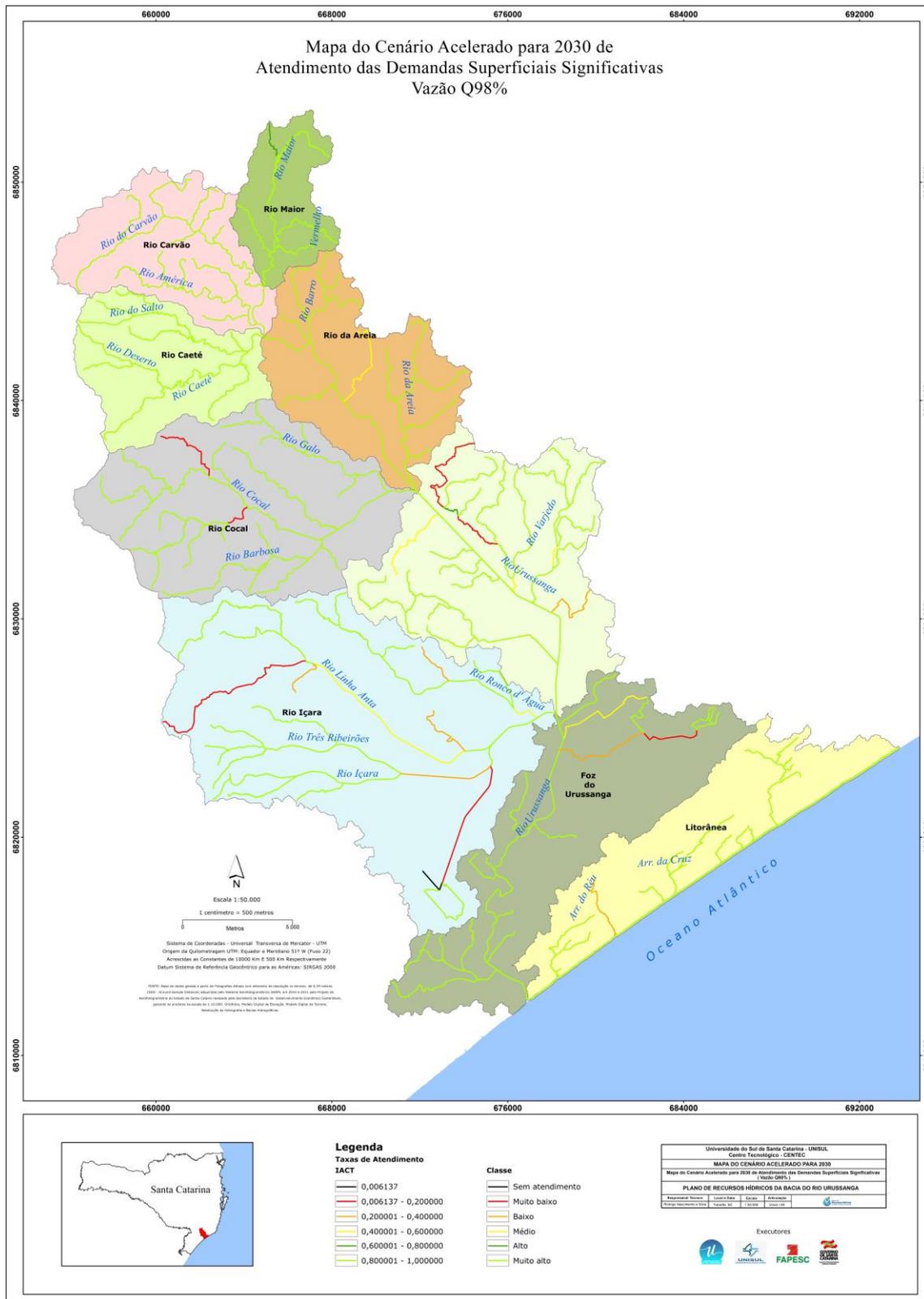


Figura 26 - Mapa do balanço hídrico cenário acelerado para 2030 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.

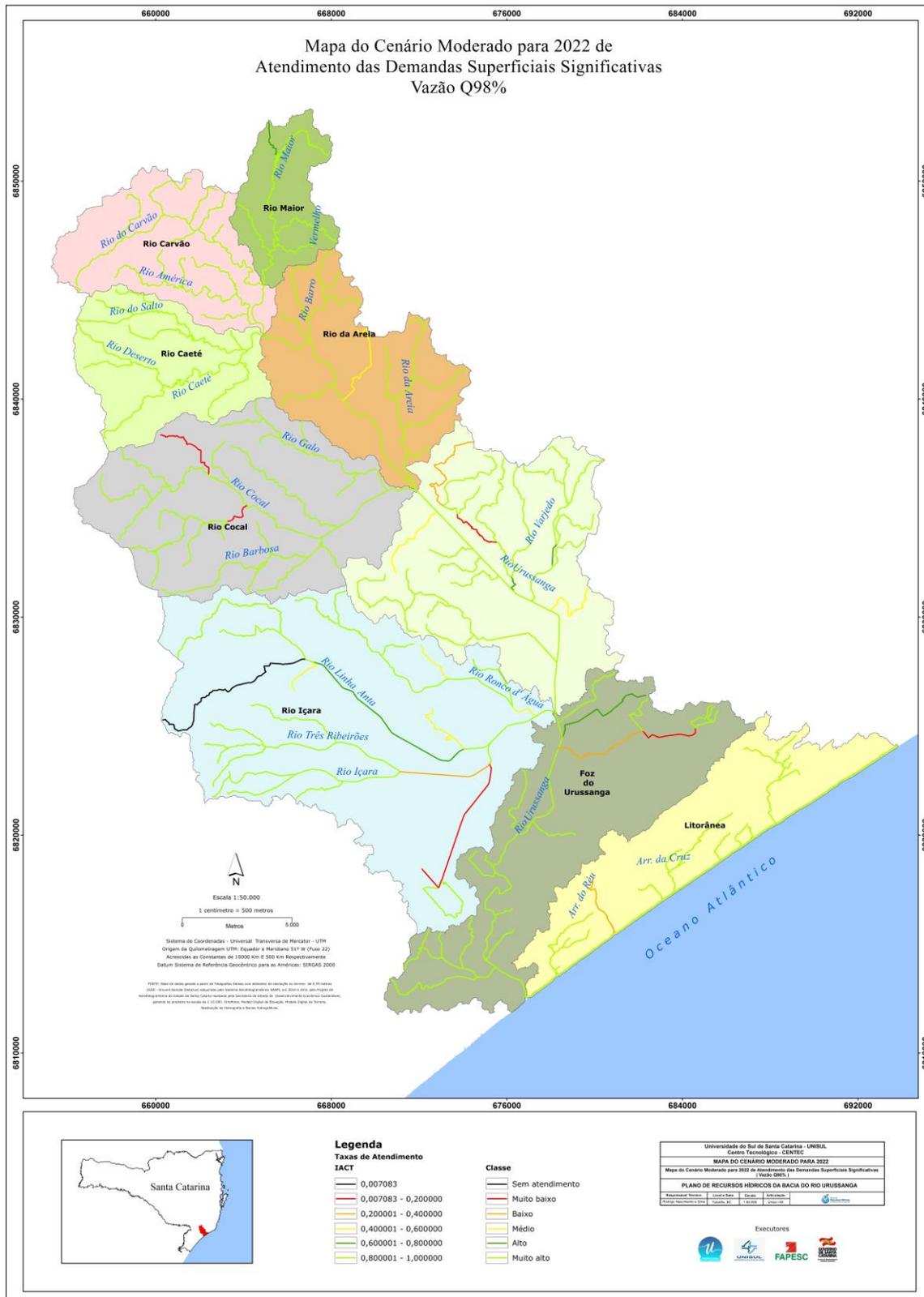


Figura 27 - Mapa do balanço hídrico cenário moderado para 2022 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.

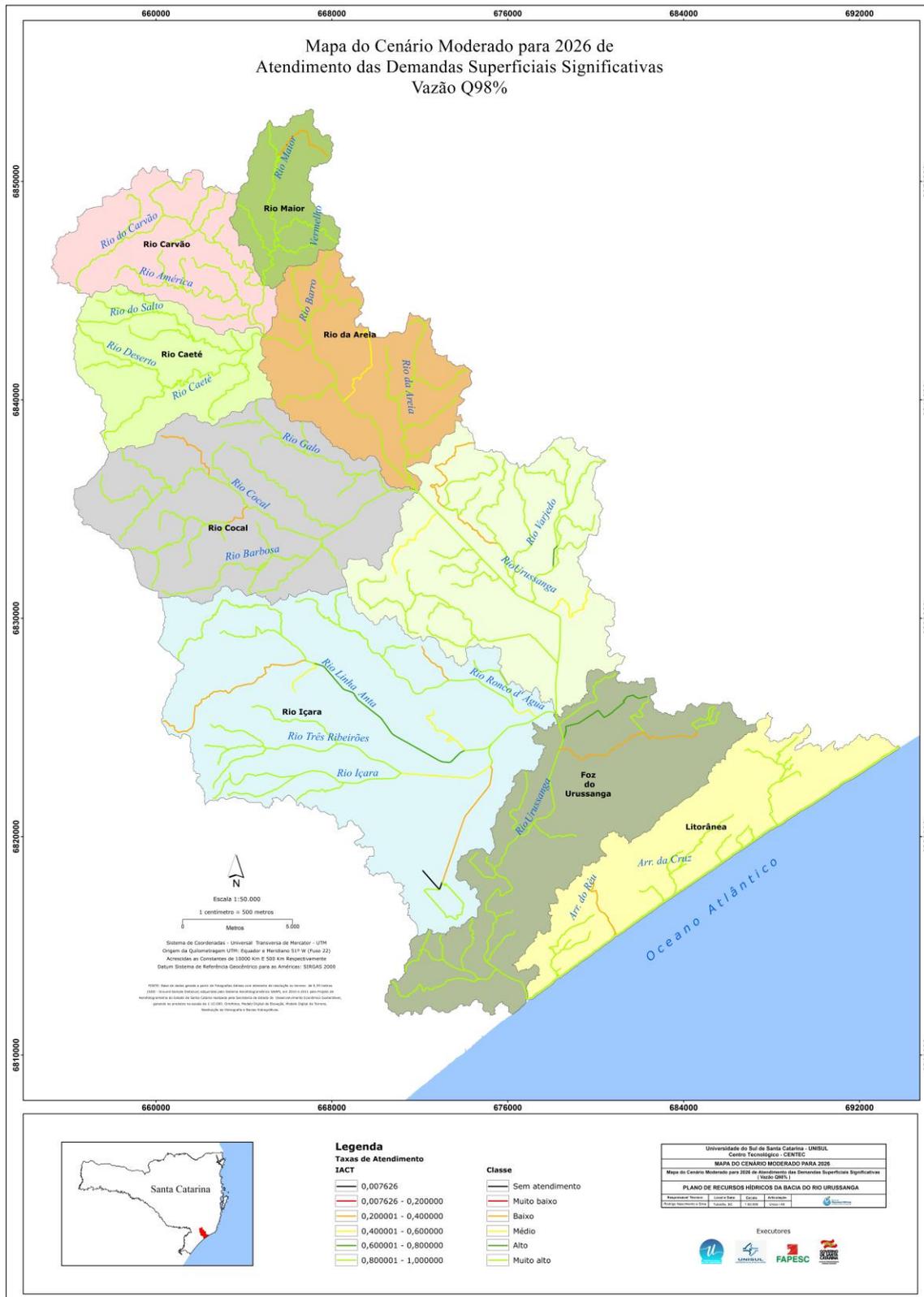


Figura 28 - Mapa do balanço hídrico cenário moderado para 2026 de atendimento das demandas superficiais significativas para a vazão Q98.

6. ESTIMATIVA DE CARGA POLUIDORA POR CENÁRIO

A estimativa da carga poluidora lançada em corpos hídricos na região, bem como sua projeção considerando o cenário tendencial, levaram em conta as cargas oriundas de efluentes domésticos (urbano e rural) e da criação animal, sendo considerados os parâmetros Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), nitrogênio (N) e fósforo (P).

Para estimar a carga poluidora lançada oriunda de efluentes domésticos, primeiramente foi calculada a carga gerada de DBO, N e P. Neste caso, a carga gerada foi calculada levando em conta as vazões de retorno do abastecimento público urbano e rural e a concentração típica dos parâmetros selecionados, conforme apresentado na Tabela 11.

Quadro 2 – Concentração típica dos parâmetros selecionados em efluentes domésticos.

Parâmetro	Concentração
DBO	300 mg/L
Nitrogênio	50 mg/L
Fósforo	8,1 mg/L

Fonte: Von Sperling, (1996).

Segundo Von Sperling (1996), a DBO retrata de forma indireta o teor de matéria orgânica presentes nos esgotos ou nos corpos d'água, sendo uma indicação do potencial de consumo do oxigênio dissolvido. O nitrogênio, por sua vez, é encontrado em diversas formas no meio aquático, sendo indicador de consumo elevado de oxigênio dissolvido, toxicidade aos peixes e crescimento exacerbado de algas (processo que leva à eutrofização). Por fim, o fósforo é um nutriente essencial para o crescimento de microrganismos e algas, favorecendo também o processo de eutrofização de corpos hídricos.

Alguns parâmetros como acidez, metais pesados, ferro e manganês não foram contemplados pela estimativa, visto a ausência de dados de monitoramento e de metodologias para a suposição. Cabe ressaltar que, com base nas análises qualitativas das águas superficiais na Etapa C do Plano, a atividade minerária tem influência

considerável quanto à variação do pH. As regiões de nascentes possuem maiores níveis de acidez, visto a maior concentração de atividades de mineração.

A carga lançada foi calculada com base nos indicadores de coleta e tratamento de esgoto nos municípios da área de abrangência do Plano e valores típicos de eficiência da remoção de poluentes nos sistemas de tratamento. Para a carga gerada em áreas urbanas, o percentual da carga que é tratada foi obtido por meio do Índice de Coleta de Esgoto (IN015) e o Índice de Tratamento de Esgotos (IN016) do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS), conforme apresentado na Tabela 12. Neste caso, municípios que não apresentavam dados no SNIS foram considerados como sem sistema de coleta e tratamento.

Quadro 3 – Índice de coleta de esgoto e Índice de Tratamento de Esgoto.

Municípios	IN015 - Índice de coleta de esgoto	IN016 - Índice de tratamento de esgoto
Balneário Rincão	-	-
Cocal do Sul	-	-
Criciúma	24,59	100
Içara	31,00	100
Jaguaruna	-	-
Morro da Fumaça	-	-
Pedras Grandes	-	-
Sangão	-	-
Treze de Maio	-	-
Urussanga	24,73	100

Fonte: (SNIS, 2017).

Para a carga gerada em áreas rurais foi utilizado como premissa básica o tratamento individual comumente utilizado em áreas rurais que não possuem serviço de esgotamento sanitário, ou seja, tratamento através de fossas sépticas. O percentual de população rural em cada município atendida com fossas foi obtido por meio dos dados disponibilizados pelo Censo do IBGE.

A eficiência de remoção de DBO, N e P foi obtida considerando o estudo de Oliveira e von Sperling (2005), que avaliou a eficiência de diversos tipos de tratamento com base em dados monitorados em 166 Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) em operação nos estados de Minas Gerais e São Paulo. Foram investigadas diversas modalidades de tratamento, compreendendo: fossa séptica seguida de filtro anaeróbio,

lagoas facultativas, lagoas anaeróbias seguidas por lagoas facultativas e lodos ativados. Os valores médios do estudo são apresentados na Tabela 13.

Quadro 6 – Valores médios de eficiência para diferentes tipos de tratamento de esgoto doméstico.

Parâmetro	Constituinte	Unidade	(FS + FA) ¹	LF ²	(LAN + LF) ³	LA ⁴
DBO	Afluente	mg/L	665	553	510	315
	Efluente	mg/L	292	136	89	98
	Eficiência	%	59	75	82	85
NTK	Afluente	mg/L	78	69	78	47
	Efluente	mg/L	61	38	45	22
	Eficiência	%	24	44	39	50
PT	Afluente	mg/L	9	9	11	3
	Efluente	mg/L	7	4	7	1
	Eficiência	%	30	46	36	46

¹ FS+FA= Fossa Séptica seguida de Filtro Anaeróbio ²LF = Lagoas Facultativas ³LAN+LF = Sistemas Australianos ⁴LA = Lodos Ativado. Fonte: (Oliveira, S. M. A & von Sperling, M., 2005).

As Figuras 10, 11 e 12 apresentam os resultados da projeção das cargas de DBO, N e P, geradas e lançadas, considerando os efluentes de origem doméstica em áreas urbanas. Com pode ser observado, a carga lançada (remanescente) atualmente de DBO, N e P são de aproximadamente 2173, 362 e 59 toneladas ao ano, respectivamente. Estima-se um que em 2030 a carga lançada seja de 2877 ton./ano (DBO), 480 ton./ano (N) e 78 ton./ano (P), caso a tendência de crescimento populacional se mantenha e não haja melhorias nos serviços de saneamento nas áreas urbanas dos municípios inseridos na área de abrangência do Plano.

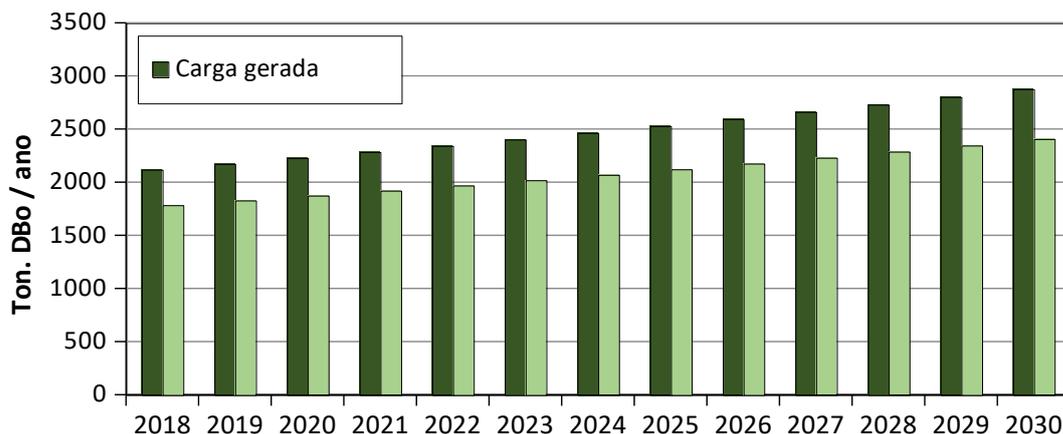


Figura 30 – Projeção tendencial da carga doméstica urbana, gerada e lançada (remanescente), de DBO em municípios da área de abrangência do Plano.

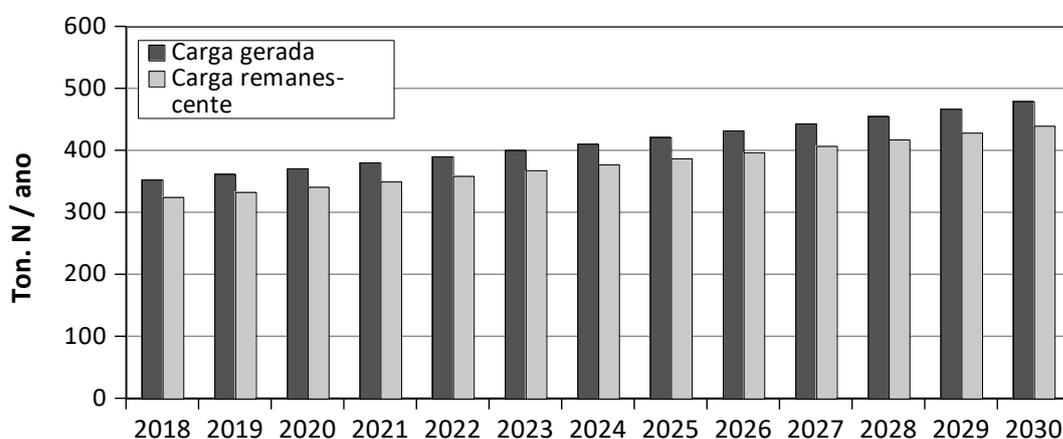


Figura 31 – Projeção tendencial da carga doméstica urbana, gerada e lançada (remanescente), de N em municípios da área de abrangência do Plano.

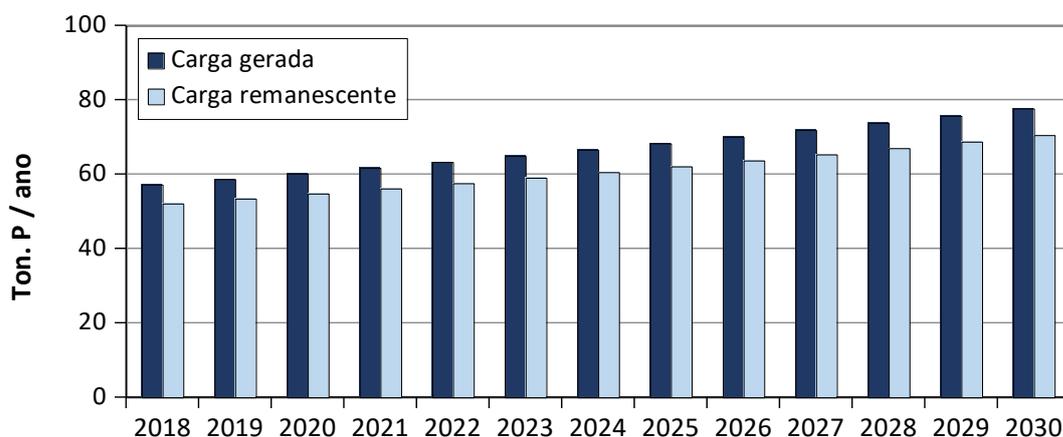


Figura 32 – Projeção tendencial da carga doméstica urbana, gerada e lançada (remanescente), de P em municípios da área de abrangência do Plano.

As Figuras 13, 14 e 15 apresentam os resultados da projeção das cargas de DBO, N e P, geradas e lançadas, considerando os efluentes de origem doméstica em áreas rurais.

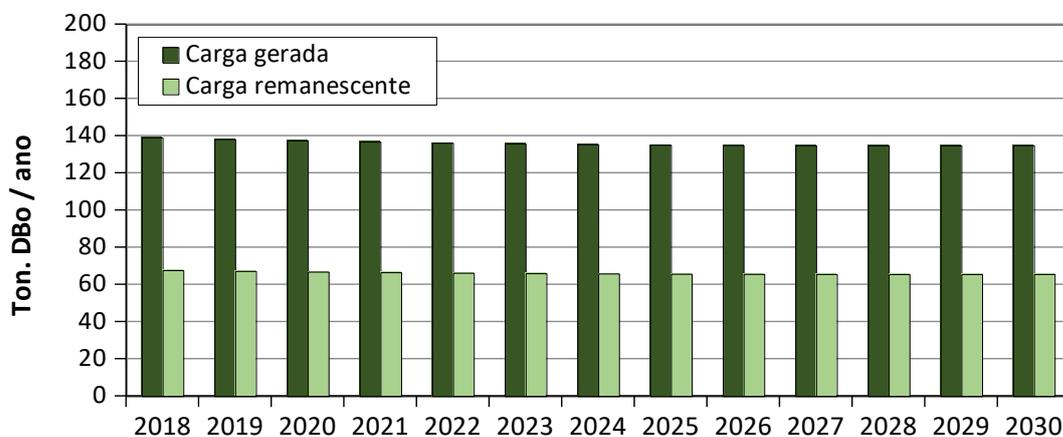


Figura 33 – Projeção tendencial da carga doméstica rural, gerada e lançada (remanescente), de DBO em municípios da área de abrangência do Plano.

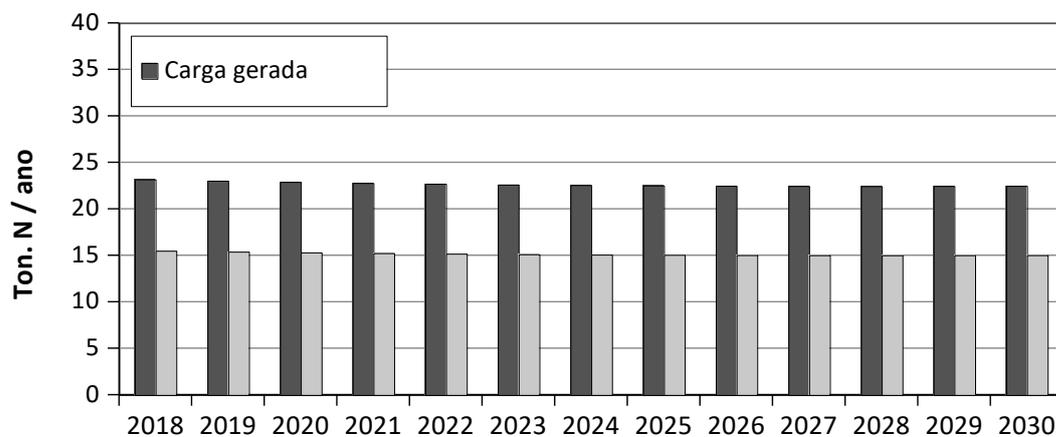


Figura 34 – Projeção tendencial da carga doméstica rural, gerada e lançada (remanescente), de N em municípios da área de abrangência do Plano.

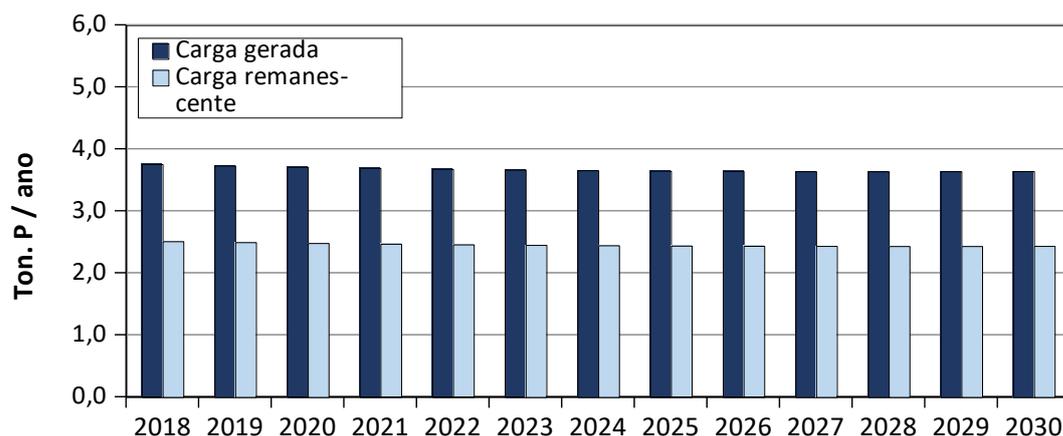


Figura 35 – Projeção tendencial da carga doméstica rural, gerada e lançada (remanescente), de P em municípios da área de abrangência do Plano.

No caso da carga poluidora gerada oriunda da criação animal, a estimativa foi obtida utilizando os valores de taxa de crescimento para os 3 principais efetivos da região e os valores típicos de DBO, N e P gerada, conforme Tabelas 14 e 15.

Quadro 4 – Valores de produção de DBO_{5,20} diária por espécie animal.

Espécie Animal	kg/cabeça/dia
Bovino	0,84
Suíno	0,16
Aves	0,0018

Fonte: Adaptado de Von Sperling; Chernicharo (2005).

Tabela 2 – Oferta de Nitrogênio e Fósforo do Suíno Alojado.

Sistema de Produção	Unidade Animal	Excreção Anual por Animal Alojado	
		Nitrogênio (kg/ano)	Fósforo (kg/ano)
Unidade de Terminação	Suíno Alojado	8	1,87

Fonte: FATMA. Instrução Normativa N° 11/2014.

Por sua vez, o valor da carga lançada oriunda de efluentes de origem animal foi obtido considerando as seguintes eficiências de remoção (von Sperling; Chernicharo, 2005; FATMA, 2005): 80% para DBO, 45% para N e 0% para P. Os resultados são apresentados nas Figuras 16, 17 e 18.

Com pode ser observado, a carga atual lançada (remanescente) atualmente de DBO, N e P são de aproximadamente 15000, 156 e 37 toneladas ao ano,

respectivamente. Estima-se um que em 2030 a carga lançada seja de 19400 ton./ano (DBO), 139 ton./ano (N) e 33 ton./ano (P), caso a tendência de crescimento dos rebanhos observada nos últimos anos se mantenha e nenhuma melhoria nos sistemas de manejo seja realizada.

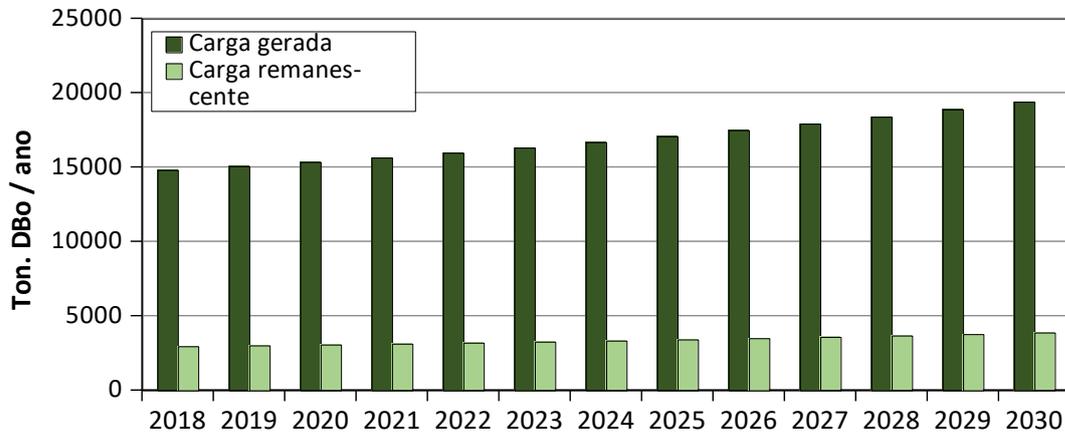


Figura 36 – Projeção tendencial da carga animal, gerada e lançada (remanescente), de DBO em municípios da área de abrangência do Plano.

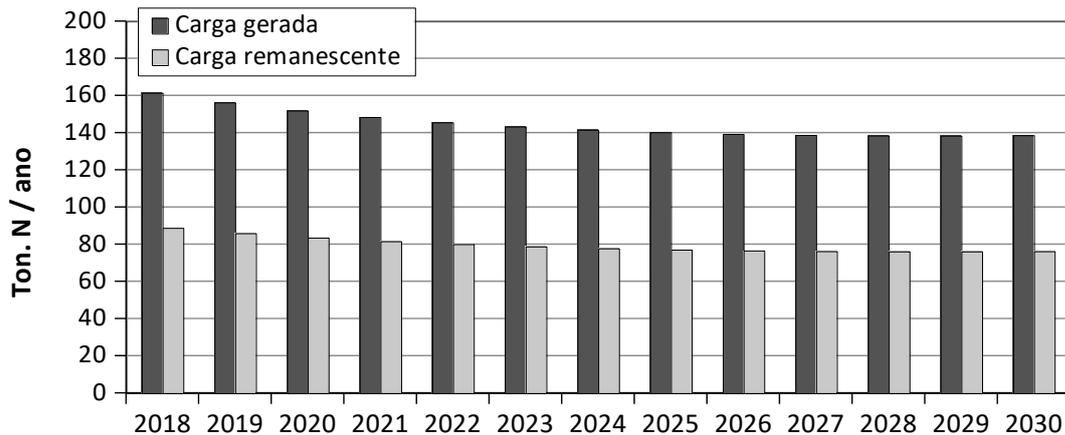


Figura 37 – Projeção tendencial da carga animal, gerada e lançada (remanescente), de N em municípios da área de abrangência do Plano.

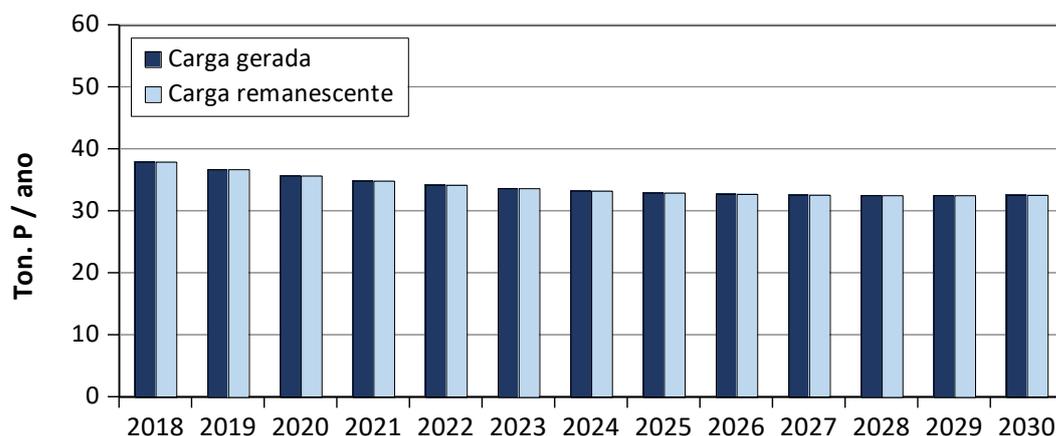


Figura 38 – Projeção tendencial da carga animal, gerada e lançada (remanescente), de P em municípios da área de abrangência do Plano.

As Tabelas 16 e 17 apresentam o resumo dos valores estimado de carga gerada e lançada para os parâmetros avaliados.

Quadro 5 – Carga Gerada.

Carga Gerada (Ton./ano)												
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
DBO Urbana	2173	2228	2285	2344	2404	2466	2530	2595	2663	2732	2804	2877
N Urbana	362	371	381	391	401	411	422	433	444	455	467	480
P Urbana	59	60	62	63	65	67	68	70	72	74	76	78
DBO Rural	138	137	137	136	136	135	135	135	135	135	135	135
N Rural	23	23	23	23	23	23	23	22	22	22	22	22
P Rural	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,7	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6	3,6
DBO animal	15068	15348	15650	15974	16319	16686	17076	17489	17928	18391	18882	19402
N Animal	156	152	149	146	143	142	140	139	139	139	139	139
P Animal	37	36	35	34	34	33	33	33	33	33	33	33

Fonte: Elaboração Própria.

Quadro 6 – Carga lançada.

Carga Lançada (Ton./ano)												
	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030
DBO Urbana	1830	1876	1922	1971	2020	2071	2123	2177	2232	2289	2348	2408
N Urbana	333	342	350	359	368	378	387	397	407	418	429	440
P Urbana	53	55	56	58	59	61	62	64	65	67	69	71
DBO Rural	67	67	67	66	66	66	66	66	66	66	66	66
N Rural	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
P Rural	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4	2,4
DBO animal	3014	3070	3130	3195	3264	3337	3415	3498	3586	3678	3776	3880

N Animal	86	84	82	80	79	78	77	77	76	76	76	76
P Animal	37	36	35	34	34	33	33	33	33	33	33	33

Fonte: Elaboração Própria.

7. DEFINIÇÃO DE MEDIDAS MITIGADORAS PARA REDUÇÃO DA CARGA POLUIDORA E DE CONTROLE QUANTITATIVO DAS DEMANDAS HÍDRICAS

A definição de medida mitigadora para redução da carga poluidora lançada nos corpos hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, bem como medidas de controle quantitativo das demandas hídricas foi baseada nos resultados do Cenário Atual e Tendencial. Além disso, se baseou nas ações e medidas já previstas no âmbito do Plano Estadual de Recursos de Santa Catarina (PERH/SC), visando contribuir para o atingimento das metas propostas para o Estado.

Conforme apresentado no diagnóstico da situação atual dos recursos hídricos na área de abrangência do Plano de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga, os principais problemas identificados na região estão relacionados à contaminação das águas superficiais por rejeitos/efluentes oriundo da atividade de extração mineral (drenagem ácida). Além disso, a estimativa das cargas poluidoras aponta para problemas relacionados ao lançamento de efluentes de origem doméstica e animal, com tendência de crescimento da carga gerada de DBO, nitrogênio e fósforo. Do ponto de vista quantitativo os setores da mineração, indústria e abastecimento público são os que mais contribuem para a criticidade quantitativa da região.

Assim, levando em conta os principais problemas relacionados a aspectos qualitativos e quantitativos dos recursos hídricos, foram definidas as seguintes medidas para mitigação:

- Ampliação os sistemas de coleta, transporte e tratamento de esgotamento sanitário de origem doméstica nos municípios da na área de abrangência do Plano;
- Adoção de boas práticas de manejo rural, promovendo o correto tratamento e lançamento dos dejetos oriundo da criação animal;
- Incentivo ao reuso de água na indústria;
- Incentivo ao reuso de água no meio urbano para fins não potáveis;

- Incentivo ao reuso de água na irrigação;
- Aumento da eficiência do uso da água na indústria, visando a redução de efluente gerado;
- Promoção de boas práticas na mineração, visando reduzir a contaminação química dos corpos hídricos da região.

8. PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO E DEFINIÇÃO DO ENQUADRAMENTO DOS CURSOS DE ÁGUA.

O enquadramento dos corpos d'água é um instrumento de planejamento ambiental instituído na Política Nacional de Recursos Hídricos (Lei nº 9.433/1997). Objetiva enquadrar o rio em uma classe; ou seja, estabelecer uma meta de qualidade da água (definida por classe) a ser obrigatoriamente alcançada ou mantida, ao longo do tempo, em um dado trecho do corpo hídrico específico. Tem-se como base de definição para cada classe os usos preponderantes atuais ou pretendidos, levando-se em conta a qualidade que o corpo hídrico deve possuir para atender todos os diferentes tipos de usos incluindo até os usos mais restritivos.

Até o presente momento, a Bacia do Urussanga, com seus diversos corpos de água, ainda não possui em definitivo o enquadramento dos rios que compõem o seu complexo hidrológico.

Uma vez conhecidos os rios a serem enquadrados e respectivamente seus usos atuais e futuros, pode-se enquadrá-los preliminarmente conforme estabelecido pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH) na Resolução CERH nº 001/2008 que, por sua vez, adota a classificação estabelecida pela Resolução nº CONAMA 357/2005 (CERH, 2008).

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, em função do uso a que se destina.

Nesse estágio permite a identificação de conflitos de usos e incompatibilidade da qualidade da água exigida num mesmo rio por diferentes usos, o que normalmente exige a divisão do mesmo rio em trechos com diferentes classes. Nessa fase, é importante considerar que o enquadramento dos corpos de água, de acordo

com os seus usos preponderantes, visando assegurar às águas, qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas e consequentemente subsidiando o processo de concessão de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos resultando como produto final a diminuição dos custos envolvidos no combate à poluição das águas. Resumidamente, o enquadramento é um instrumento de planejamento baseado na qualidade exigida pelo uso, e não na qualidade apresentada pelo rio atualmente.

Ao considerar os parâmetros de qualidade de água são criadas classes onde, cada classe possui padrões de água indispensáveis ao atendimento dos usos preponderantes a que se destina. As águas e os corpos de água doce (rios, lagos, lagoas, etc.), variam suas classes de: Especial, 1, 2, 3 e 4. A Figura 1 apresentam um esquema resumido como cada classe de enquadramento está correlacionada a determinado uso.

Sendo assim, para fins de embasamento do potencial de enquadramento dos recursos hídricos de uma determinada bacia hidrográfica, sugere-se que o processo de discussão dos enquadramentos deve ser iniciado em conformidade com o Plano de Recursos Hídricos da bacia, preferencialmente durante a sua elaboração, e concomitantemente com os Planos de Recursos Hídricos Nacional, Estadual ou Distrital, com a ampla participação da comunidade.

E é justamente nesta etapa de alta complexidade, onde existem diferentes interesses e necessidades de uso das águas que se apresenta o problema da incompatibilidade entre a classificação baseada em usos futuros e a qualidade real ou atual da água. Há preponderantemente a influência direta do uso e ocupação do solo. Assim, o enquadramento preliminar baseado somente em variáveis ambientais e ecológicas pode ser enganoso e neste caso busca-se compensar tal deficiência com a elaboração dos cenários prospectivos, que levem em consideração a alteração do uso do solo, o conhecimento e desejo da comunidade da bacia e, somente assim, subsidiar a definição do enquadramento com base nas alterações que podem ocorrer na bacia, ao longo do tempo pelos diferentes usos destinados para cada rio.

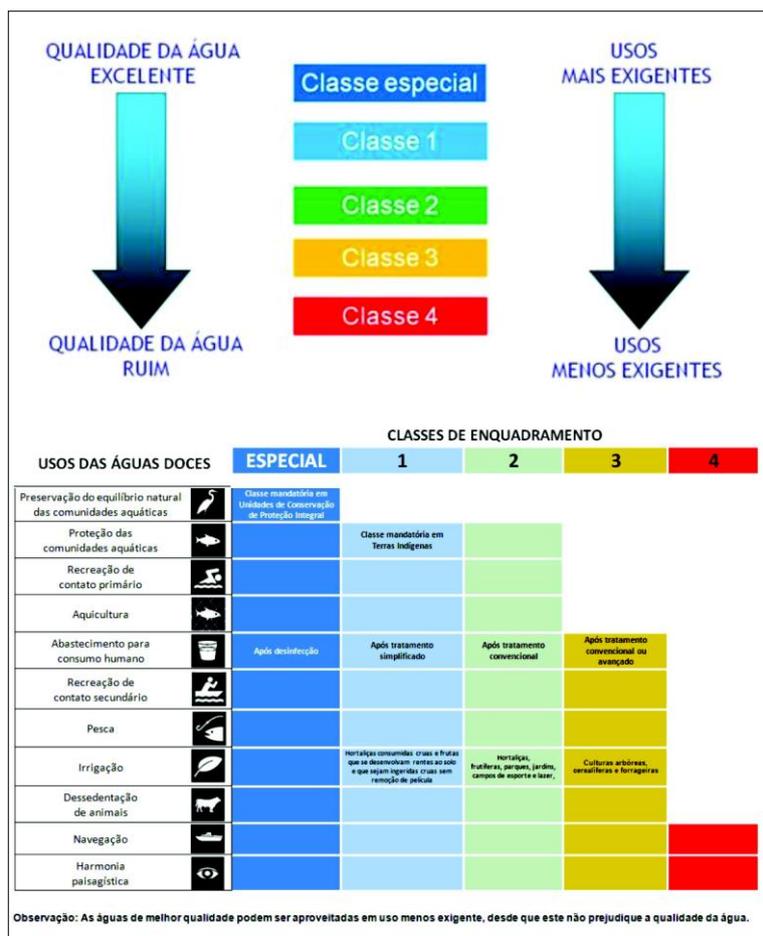


Figura 39 - Esquema resumido das classes de enquadramento e respectivos usos e qualidade da água. (Fonte: Agência Nacional de Águas ANA 2013).

Conforme observa-se a figura acima, as classes de enquadramento dos corpos hídricos previstas na legislação para as águas doces (Especial, 1, 2, 3 e 4) destina aos usos mais exigentes ao menos nobres, podendo em alguns casos até receber o lançamento de efluentes domésticos após o devido tratamento. Entre os usos previstos na legislação, estão desde a proteção das comunidades aquáticas e recreação de contato primário, passando por aquicultura e abastecimento para consumo humano, irrigação, dessedentação de animais, até a navegação e harmonia paisagística.

O enquadramento é definido pelas classes:

Classe especial

São águas destinadas:

1. Ao abastecimento para consumo humano, com desinfecção;
2. À preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas;

3. À preservação dos ambientes aquáticos em Unidades de Conservação de proteção integral.

Classe 1

São águas destinadas:

1. Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
2. À proteção das comunidades aquáticas;
3. À recreação de contato primária, tais como natação, e mergulho, conforme a Resolução Conama 274/2000;
4. À irrigação de hortaliças que são consumidas cruas e de frutas que se desenvolvem rentes ao solo e que sejam ingeridas cruas sem remoção de película;
5. À proteção das comunidades aquáticas em Terras Indígenas.

Classe 2

São águas destinadas:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento simplificado;
- À proteção das comunidades aquáticas;
- À recreação de contato primário, tais como natação, esqui aquático e mergulho, conforme a Resolução Conama 274/2000;
- À irrigação de hortaliças, plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto;
- À aquicultura e à atividade de pesca.

Classe 3

São águas destinadas:

- Ao abastecimento para consumo humano, após tratamento convencional;
- À irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras;
- À pesca amadora;
- À recreação de contato secundário;
- À dessedentação de animais.

Classe 4

São águas destinadas:

- À navegação;

- À harmonia paisagística.

Uma vez classificados os rios e seus respectivos trechos em classes, conforme o uso a que se destina, deve-se monitorar a qualidade da água para que determinado rio permaneça na classe estabelecida.

O monitoramento consiste na medição ou verificação de parâmetros de qualidade e quantidade de água, que pode ser contínua ou periódica, utilizada para acompanhamento da condição e controle da qualidade do corpo de água”. (CONAMA, 2005, p. 3).

Dentro das atividades de monitoramento poderemos observar mais fielmente se a classe do rio anteriormente classificada está sendo mantida ou está sendo alterada, tanto para pior quanto para uma melhor qualidade. Em ambos os casos, este é o objetivo maior de monitorar a água. Os resultados e os dados de monitoramento da água estão diretamente relacionados a gestão e influenciam os planos de ações em uma bacia hidrográfica

Portanto, o enquadramento é influenciado por aspectos técnicos, econômicos, sociais, políticos e ambientais. O processo de enquadramento deve considerar todos estes aspectos para que sejam estabelecidas metas de qualidade das águas factíveis de serem alcançadas no horizonte de planejamento estabelecido, juntamente com seu respectivo monitoramento. Se forem estabelecidas metas muito ambiciosas os custos de gestão podem ser excessivamente altos e de difícil realização. Por outro lado, se as metas forem muito modestas, algumas situações de degradação da qualidade das águas podem se tornar irreversíveis, impedindo os usos múltiplos das águas.

É importante ressaltar que o enquadramento é um processo decisório onde estão em jogo a qualidade da água (que condicionam os usos da água), as cargas poluidoras e os custos para redução da poluição. Quanto melhor a qualidade da água desejada, menores devem ser as cargas poluidoras e maiores serão os custos para tratamento de esgotos.

Assim sendo, o enquadramento é um processo que procura garantir padrões de qualidade da água compatíveis com os usos que dela se faz ou se pretende, em equilíbrio com a capacidade de investimentos da sociedade, representada pelos governos e atores envolvidos.

Para auxiliar no processo de enquadramento dos corpos hídricos da bacia do Urussanga elaborou-se inicialmente, por meio do geoprocessamento, o Mapa dos Usos Múltiplos da Bacia do Urussanga (Figura 2), que retrata os atuais usos que estão sendo empregados; levando-se em consideração a base dos dados contida no CEURH (Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos) de Santa Catarina de 2018.

Este mapa mostra espacialmente os diferentes usos que vem sendo utilizados na bacia do Urussanga. Como citado anteriormente o enquadramento final dos corpos hídricos está relacionado aos usos que se destina e qualidade que a(s) água(s) apresentam. Para o processo de enquadramento este mapa é o início fundamental no processo de discussão e de entendimento do uso atual dos recursos hídricos que estão sendo utilizados.

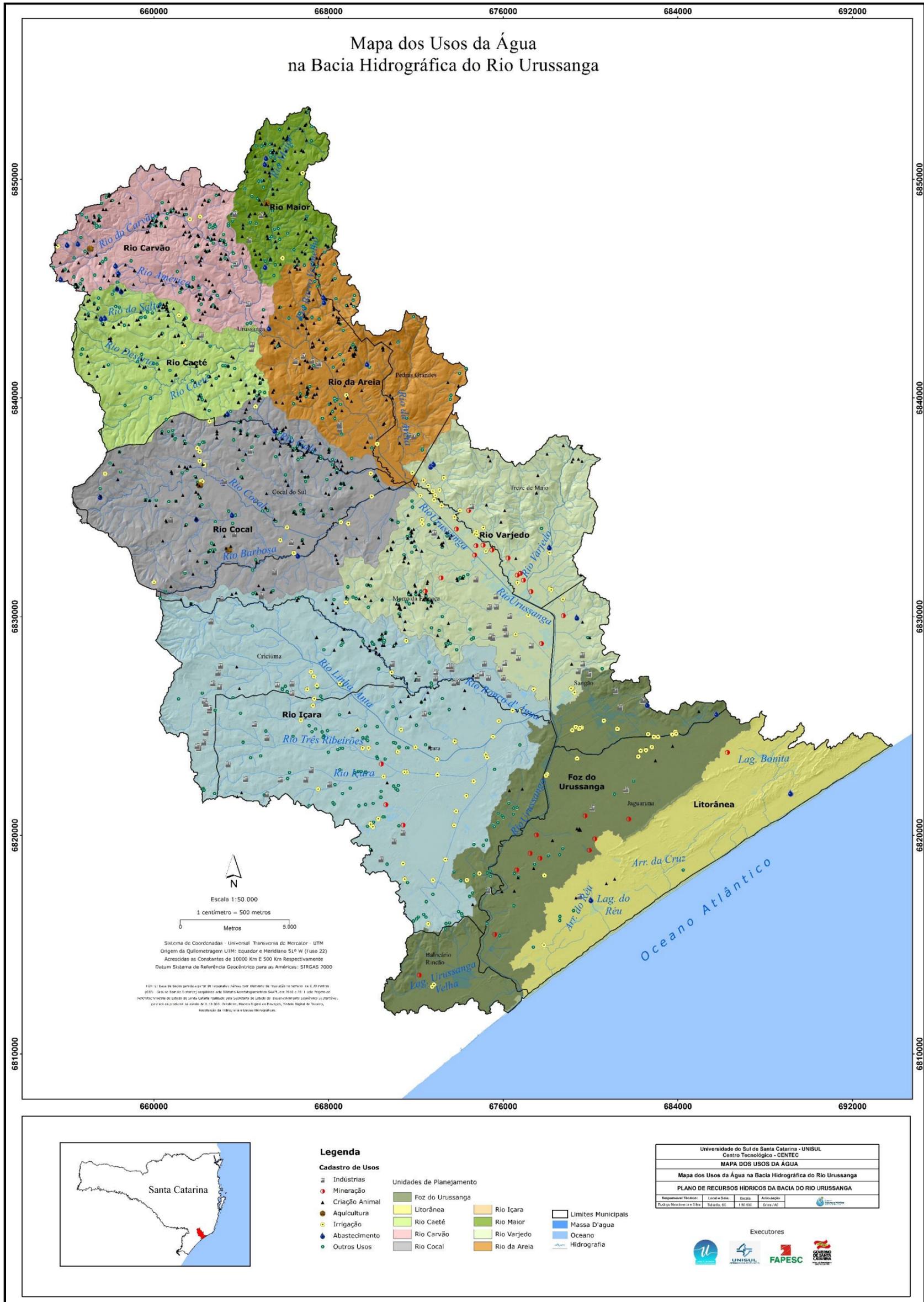


Figura 40 - Mapa dos usos múltiplos da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.

Mas somente a base de dados dos usos múltiplos não nos permitem um aprofundamento no processo de enquadramento dos corpos hídricos. É preciso levar em consideração a qualidade da água. Portanto, neste intuito de subsidiar esse processo de tomada de decisão, foi elaborado o Mapa das Classes dos Trechos de Rios da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga (Figura 3) que utilizou o parâmetro Demanda Biológica de Oxigênio (DBO) como base, para propor a qualidade da água atual da bacia do Urussanga. Conhecer as concentrações de DBO é imprescindível para verificar a necessidade de oxigenação necessária para degradar a matéria orgânica e para saber se o descarte direto ou pós tratamento não vai comprometer, os níveis de oxigênio dissolvido nos corpos d'água e as classes da rede hidrográfica segundo este parâmetro.

Neste caso, a utilização da DBO propõe o cenário atual das classes dos corpos hídricos, atendendo legalmente a um dos parâmetros das Resoluções CONAMA n° 357 e n° 430/2011, fomentando tecnicamente na definição do enquadramento final desejado.

Para a obtenção dos dados de DBO foi utilizado o software SADPLAN (Sistema de Apoio à Decisão para o Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos de Santa Catarina) que trata-se um instrumento adotado para reunir informações acerca dos recursos hídricos superficiais e do levantamento dos cenários hídricos, atual e futuro, do Estado de Santa Catarina.

O SADPLAN calcula diferentes métodos de balanços hídricos para fornecer resultados que atendam aos cenários de interesse para a gestão de recursos hídricos incluindo os de controle de qualidade da água.

Para o controle de qualidade da água utiliza o Método das Vazões Remanescentes com indicadores de qualidade e decaimento de DBO (QREDILDecai). Este método calcula as vazões remanescentes com indicadores de qualidade, acrescentado de decaimento de DBO. Vale ressaltar que o QREDILDecai resume-se ao cálculo do balanço de qualidade para DBO, exclusivamente. Assim este método calcula-se a vazão indisponibilizada para diluição de efluentes em cada trecho hídrico da bacia. Esta análise é estratégica para determinar conflitos hídricos na bacia em termos da qualidade dos recursos hídricos.

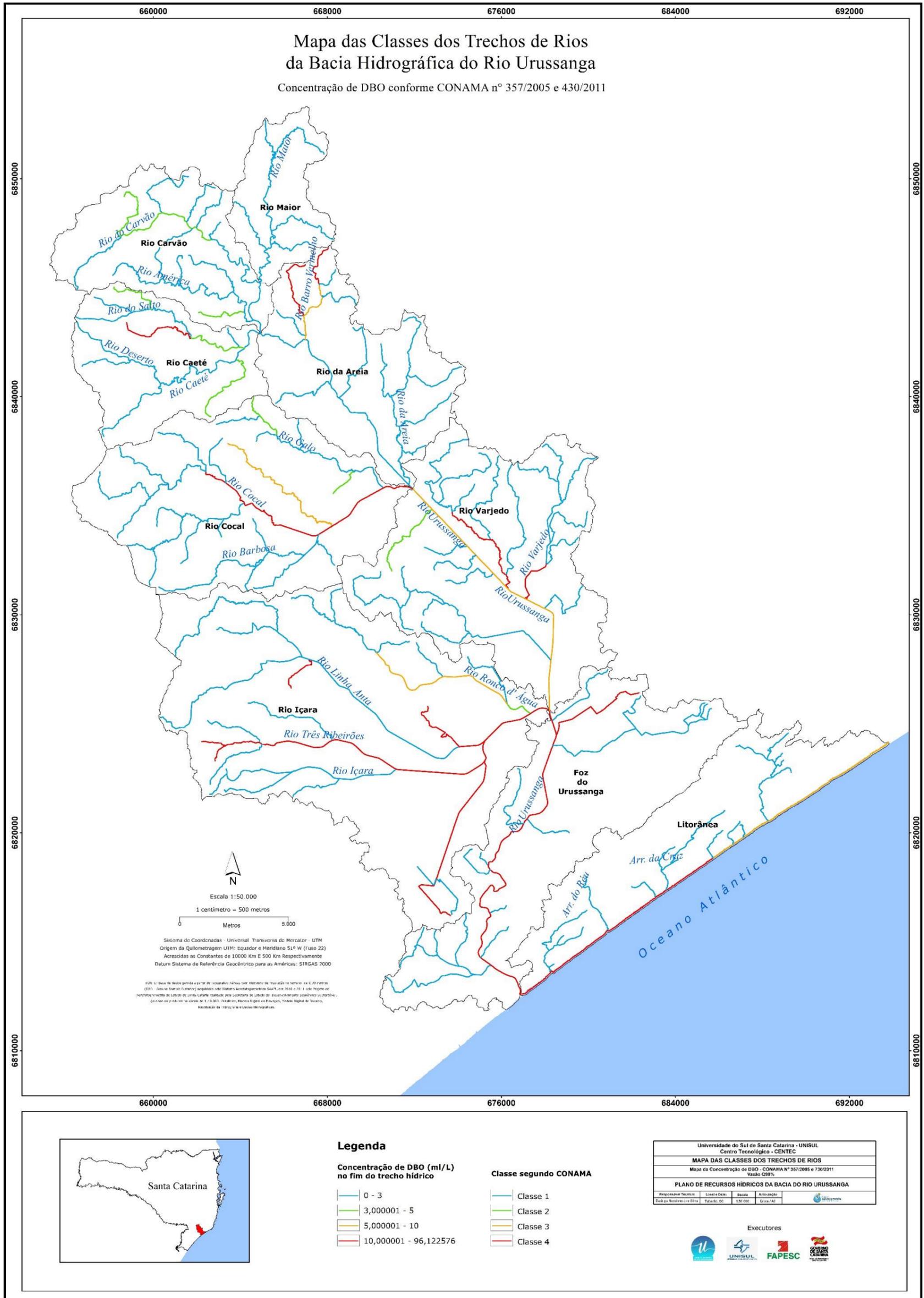


Figura 41 - Mapa das classes dos trechos de rios da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.

Definição do Enquadramento dos Cursos de Água

Para a definição do enquadramento dos cursos de água da bacia do Urussanga e objetivando aprimorar o processo decisório, foram realizadas duas (02) oficinas de nivelamento e de capacitação, buscando envolver a participação dos gestores, dos atores envolvidos e da comunidade presente na bacia, na elaboração conjunta da proposta final de enquadramento. Nos Anexos são encontrados as fotos dos eventos e as listas de presença.

As divulgações das oficinas foram realizadas com mais de um mês de antecedência, sendo divulgadas por meio de rádio (chamadas e entrevistas), jornais da região e internet (e-mail e redes sociais). As oficinas foram realizadas nos municípios de Morro da Fumaça e Criciúma respectivamente. Seguem abaixo as Figuras 4 e 5 dos convites.



Figura 42 - Convite enviado para a comunidade para realização da oficina em Morro da Fumaça.



Figura 43 - Convite enviado para a comunidade para realização da oficina em Criciúma.

Ao todo as oficinas contaram com a participação de diversas pessoas das diferentes regiões e setores de usuários da bacia

A oficina 1 realizada em Morro da fumaça cujo tema foi a Discussão de uma Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água para a Bacia do Urussanga objetivou por meio de palestra o nivelamento técnico dos agentes envolvidos.

A oficina 2 realizada em Criciúma cujo tema foi a Construção Participativa de uma Proposta de Enquadramento dos Corpos de Água para a Bacia do Urussanga objetivou por meio métodos participativos a construção de uma proposta de enquadramento, dos usos pretendidos e parâmetros de monitoramento. A dinâmica da oficina seguiu uma ordem, onde no primeiro momento foi realizada uma palestra de apresentação dos conceitos, conteúdos, mapas e a metodologia da oficina propriamente dita. Em um segundo momento os participantes foram divididos em dois grupos para montagem da proposta de enquadramento.

Neste instante foi entregue a Cartilha de Acompanhamento da Oficina como material de suporte técnico aos participantes (Figura 6).

Oficina de enquadramento dos corpos de água Da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga



O enquadramento dos corpos de água de acordo com os seus usos predominantes visa assegurar às águas qualidade compatível com os usos mais exigentes a que forem destinadas, subsidiando o processo de concessão de outorga de direitos de uso dos recursos hídricos e, diminuir os custos de combate à poluição das águas.

Classes de enquadramento, respectivos usos e qualidade da água



USOS DAS ÁGUAS DOÇES	CLASSES DE ENQUADRAMENTO				
	ESPECIAL	1	2	3	4
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	Classe mandatória em Unidades de Conservação de Proteção Integral				
Proteção das comunidades aquáticas		Classe mandatória em Terras Indígenas			
Recreação de contato primário					
Aqüicultura					
Abastecimento para consumo humano	Após desinfecção	Após tratamento simplificado	Após tratamento convencional	Após tratamento convencional ou avançado	
Recreação de contato secundário					
Pesca					
Irrigação		hortaliças comestíveis, frutas e frutos que se desmembram, ramos ao lado e que sejam ingeridos crus sem remoção de película	hortaliças, frutíferas, parques, jardins, campos de esporte e lazer	Culturas arbóreas, cercalhões e forrageiras	
Dessedentação de animais					
Navegação					
Harmonia paisagística					

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

A água contém diversos componentes, os quais provêm do próprio ambiente natural ou foram introduzidos a partir de atividades humanas.

Para caracterizar uma água são determinados diversos parâmetros que representam as características físicas, químicas e biológicas.

Esses parâmetros são indicadores da qualidade da água e se tornam contaminantes quando alcançam valores superiores aos estabelecidos para determinado uso.



Parâmetros	Características
Algas	Indica eutrofização do ambiente, prejudicando o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática.
Amônia	Tóxica bastante restritivo à vida dos peixes; provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente.
Clorofila	Costuma-se utilizar a concentração de clorofila (em ug/l) para expressar a biomassa de algas.
Coliformes termotolerantes	Quanto maior a população de coliformes em uma amostra de água, maior é a chance de que haja contaminação por organismos patogênicos.
Demanda Biológica de Oxigênio - DBO	Mensura a redução na concentração de oxigênio dissolvido em consequência da atividade respiratória das bactérias para a estabilização da matéria orgânica.
Nutrientes Nitrogênio, Fosforo	A ampla disponibilidade de nitrogênio (N) e fósforo (P) na água fornece um ambiente totalmente favorável à multiplicação de algas.
Óleos e graxas	Acumulam-se nas superfícies, dificultam as trocas gasosas entre a água e o ar especialmente a de oxigênio, além de problemas estéticos e ecológicos.
Oxigênio Dissolvido - OD	Um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático. As variações nos teores de OD estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos.
Patógenos	Organismos capazes de produzir doenças infecciosas.
pH	Potencial hidrogeniônico (quantidade de prótons H+). Indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa.
Sólidos em suspensão	Pequenas partículas sólidas que se mantêm em suspensão em água.
Temperatura	Exerce maior influência nas atividades biológicas e no crescimento. É um fator importante na regulação dos organismos que vivem no ambiente.
Toxicidade	Determina o grau de virulência de qualquer substância nociva para um organismo vivo.
Turbidez	Mensura a transparência, devido a presença de materiais em suspensão que interferem a passagem da luz através do fluido.



Figura 44 - Cartilha de Acompanhamento da Oficina.

Para cada grupo foram apresentados três mapas confeccionados anteriormente: o Mapa de Uso e Cobertura do Solo, o Mapa dos Usos Múltiplos da

Bacia do Urussanga (Figura 2 acima) e o Mapa das Classes dos Trechos de Rios da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga (Figura 3 acima). Foram também distribuídos kits de adesivos representando os usos preponderantes. Estes adesivos serviram para os participantes produzirem o mapa de uso pretendidos.

Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas 	Indústria 	Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas 
Proteção das comunidades aquáticas 	Mineração 	Proteção das comunidades aquáticas 
Recreação de contato primário 	Indústria 	Recreação de contato primário 
Aquicultura 	Mineração 	Aquicultura 
Abastecimento para consumo humano 	Indústria 	Abastecimento para consumo humano 
Irrigação 	Mineração 	Irrigação 
Recreação de contato secundário 	Indústria 	Recreação de contato secundário 
Pesca 	Mineração 	Pesca 
Navegação 	Indústria 	Navegação 
Harmonia paisagística 	Mineração 	Harmonia paisagística 

Figura 45 - Kit de adesivos utilizados na oficina.

Utilizando como base o Mapa dos Usos Múltiplos da Bacia do Urussanga (Figura 2), os participantes puderam indicar os usos pretendidos para a bacia e redefinir os usos desejado. O resultado é apresentado abaixo no Mapa de Usos Pretendidos (Figura 8).

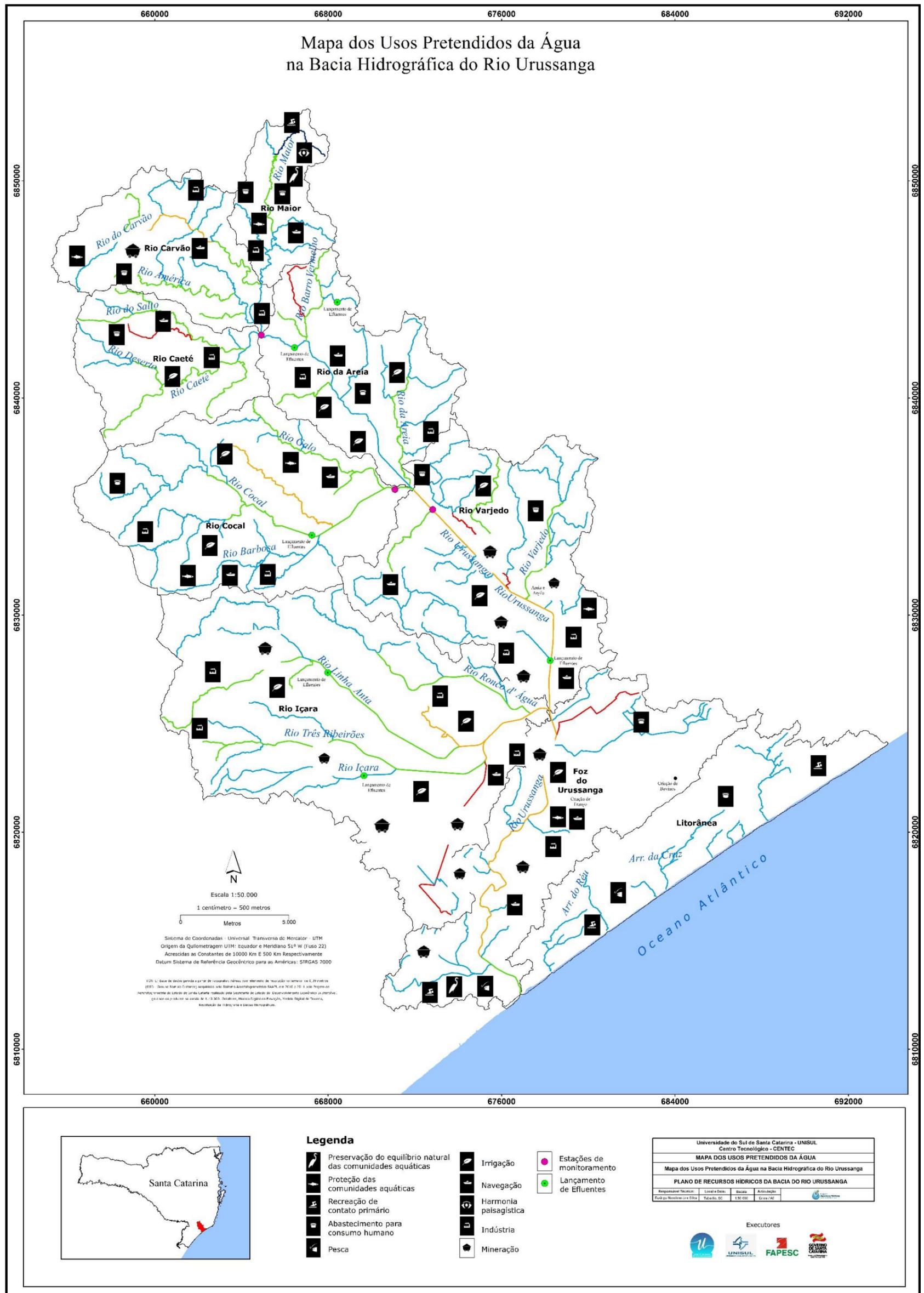


Figura 46 - Mapa dos Usos Pretendidos da Água na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.

Abaixo, o Quadro 10 resume os usos pretendidos por unidade de planejamento e apresenta vocações de cada unidade de planejamento. No termo preservação ambiental, apenas cinco unidades de planejamento (UP) foram identificadas como principais de importância ecológica para a bacia, sendo elas: a Foz do Urussanga, Rio Carvão, Rio Cocal, Rio Maior e Rio Varjedo.

	Foz do Urussanga	Litorânea	Rio da Areia	Rio Caeté	Rio Carvão	Rio Cocal	Rio Içara	Rio Maior	Rio Varjedo	Total Geral
Preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas	1								1	2
Proteção das comunidades aquáticas	1				1	2		1	2	7
Recreação de contato primário	1	2						1		4
Abastecimento para consumo humano	1	1	1	1	1	1		2	2	10
Pesca	1	1								2
Irrigação	1		3	1		2	3		2	12
Recreação Contato Secundário	2		1	1	1	2	1	1	2	11
Harmonia paisagística								1		1
Indústria	1		2	1	2	2	4	1	2	15
Mineração	4				1		4		4	13

Quadro 7 - Os usos pretendidos das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.

Ainda, os participantes desenvolveram a proposta de enquadramento dos corpos de água da bacia. Foram selecionados os principais trechos de rios a serem enquadrados e classificados em conformidade com as classes descritas na Resolução nº CONAMA 357/2005, gerando assim o Mapa das Classes dos Trechos de Rios da Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga (Figura 47).

O Quadro 11 abaixo resume a quantidade das classes dos rios em cada uma das unidades de planejamento da bacia.

Quadro 8 - Classes das águas na Bacia Hidrográfica do Rio Urussanga.

Classes	Unidades de Planejamento								
	Foz do Urussanga	Litorânea	Rio da Areia	Rio Caeté	Rio Carvão	Rio Cocal	Rio Içara	Rio Maior	Rio Vargedo
Classe Especial								1	
Classe 1	24	29	15	6	13	28	22	8	25
Classe 2	2	1	11	10	7	13	13	2	6
Classe 3	12		1	1	4	1	8		13

(Fonte: Elaboração do Plano de Recursos Hídricos).

Ao final da oficina todos os participantes foram consultados para elencar uma ordem de importância para os parâmetros de monitoramento da qualidade de água e que estavam previamente listados na cartilha de acompanhamento. Como resultado parcial, o Quadro 12 mostra os parâmetros, de cima para baixo, em ordem de importância para o monitoramento da água. Neste momento também foi consultado junto aos envolvidos, os principais pontos para a instalação das estações de monitoramento da qualidade de água. O Quadro 13 mostra as coordenadas cartográficas em metros dos três pontos selecionados.

Desta maneira, conclui-se que todas as informações produzidas neste relatório e nas oficinas, servirão de base para o processo de enquadramento via Comitê de Gerenciamento da Bacia.

Quadro 9 – Lista dos parâmetros em ordem de importância, de cima para baixo, para o monitoramento da água.

Parâmetros	Características
Algas	Indica eutrofização do ambiente, prejudicando o abastecimento público, a recreação e a preservação da vida aquática
Amônia	Tóxica bastante restritivo à vida dos peixes; provoca consumo de oxigênio dissolvido das águas naturais ao ser oxidada biologicamente.
Clorofila	Costuma-se utilizar a concentração de clorofila (em ug/l) para expressar a biomassa de algas.
Coliformes termotolerantes	Quanto maior a população de coliformes em uma amostra de água, maior é a chance de que haja contaminação por organismos patogênicos.
Demanda Biológica de Oxigênio - DBO	Mensura a redução na concentração de oxigênio dissolvido em consequência da atividade respiratória das bactérias para a estabilização da matéria orgânica.
Nutrientes Nitrogênio, Fosforo	A ampla disponibilidade de nitrogênio (N) e fósforo (P) na água fornece um ambiente totalmente favorável à multiplicação de algas.
Óleos e graxas	Acumulam-se nas superfícies, dificultam as trocas gasosas entre a água e o ar especialmente a de oxigênio, além de problemas estéticos e ecológicos.
Oxigênio Dissolvido - OD	Um dos parâmetros mais significativos para expressar a qualidade de um ambiente aquático. As variações nos teores de OD estão associadas aos processos físicos, químicos e biológicos.
Patógenos	Organismos capazes de produzir doenças infecciosas.
pH	Potencial hidrogeniônico (quantidade de prótons H ⁺). Indica a acidez, neutralidade ou alcalinidade de uma solução aquosa.
Sólidos em suspensão	Pequenas partículas sólidas que se mantêm em suspensão em água.
Temperatura	Exerce maior influência nas atividades biológicas e no crescimento. É um fator importante na regulação dos organismos que vivem no ambiente.
Toxicidade	Determina o grau de virulência de qualquer substância nociva para um organismo vivo.
Turbidez	Mensura a transparência, devido a presença de materiais em suspensão que interferem a passagem da luz através do fluido.

(Fonte: Agência Nacional de Águas e Elaboração do Plano de Recursos Hídricos)

Quadro 10 - Pontos de coordenadas para o monitoramento da água.

Pontos	Coordenadas (UTM)	
	X	Y
1	672821,250856	6834844,55468
2	671081,094608	6835772,6379
3	664915,969608	6842882,41825

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Neste documento foi apresentado o Produto da Etapa D – Prognóstico das Demandas Hídricas.

Inicialmente, foram elaborados dois cenários de crescimento econômico: moderado e acelerado; e três horizontes do Plano: curto (2022), médio (2026) e longo prazo. Com base nos cenários apresentados, observou-se que, embora as taxas de crescimento das principais atividades da bacia diminuam, poucos trechos que já apresentavam condições críticas conseguem recuperar seu estado natural. É provável que os trechos apresentem déficit de disponibilidade hídrica, causado por ações pontuais e possivelmente relacionados à atividade de irrigação intensa na região.

Ainda, foi realizado o confronto entre disponibilidades e demandas de retirada. Os resultados indicaram necessidade de intervenções imediatas, a fim de reduzir a criticidade do balanço hídrico na Bacia.

Foram identificadas também áreas críticas para expansão de atividades demandadoras de água. Observou-se 263 trechos de rio considerados superavitários, 11 trechos críticos, 12 trechos muito críticos e apenas 1 trecho deficitário.

Quanto à compatibilização das demandas e disponibilidades, foram apresentadas alternativas de mitigação e intervenção para os cenários previstos, a partir de soluções estruturais e não-estruturais para compatibilizar as demandas e diminuir os conflitos identificados.

Em relação à carga poluidora, foi estimada a produção total das cargas que afetam a qualidade dos corpos hídricos da bacia. Em seguida, medidas mitigadoras foram categorizadas e hierarquizadas, com o intuito de diminuir o lançamento inadequado de despejos e recuperar as áreas degradadas.

Por fim, foi proposto o enquadramento dos cursos de água a partir dos usos atuais e previstos, com base na resolução CONAMA 357/2005. Foi realizada uma oficina pública para enquadrar os principais rios da região, divididos por unidades de planejamento, de acordo com os múltiplos usos.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Implementação do enquadramento em bacias hidrográficas no Brasil; Sistema nacional de informações sobre recursos hídricos – Snirh no Brasil: arquitetura computacional e sistêmica. Brasília: ANA, 2013

BRASIL. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS – ANA. Planos de recursos hídricos e enquadramento dos corpos de água (Cadernos de Capacitação em Recursos Hídricos n. 5). Brasília: ANA, 2013

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 430 de 13 de maio de 2011. Brasília, D.F. 2011.

BRASIL. CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE – CONAMA. Resolução nº 357 de 17 de março de 2005. Brasília, D.F. 2005

BRASIL. Lei nº 9433/96 de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos. Brasília, D.F. 1997.

Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CERH). Resolução nº 001, de 24 de julho de 2008.

SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO
SUSTENTÁVEL – SDS, Diretoria de Recursos Hídricos SADPLAN Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos Manual Técnico Operacional com foco em planejamento de Santa Catarina .

5. ANEXOS

ANEXO I – Fotos das Oficinas de Enquadramento



ANEXO II

Listas de Presenças Oficinas Realizadas Etapa D



OFICINA DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO URUSSANGA

Local: Associação Empresarial de Criciúma – ACIC – sala 107

Data: 24/09/2019 – Horário: das 13h30min às 17h30min

Lista de Presença

	NOME	INSTITUIÇÃO	CPF	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
1	LUIZ ALTYNAR ZIGANO	SINDICEMM		(48) 96783406	LUIZALTYNAR@SINDICEMM.COM	
2	Edson Lourenço Albuquerque	UNISUL	0170977970	(48) 99913294	edson.lourenco@unisul.com	
3	Vinicius Tavares Constant	SDE/URUS	004 587 827-38	42-3654281	VINICIUS@SDE.URUS	
4	Charles V. Savi	CREA-SC	108.503.570-74	48-999894-895	charles.v.savi@crea-sc.com.br	
5	Wagner B. Rebelo	COPEMI	041.405.989-07	(48) 98897957	wagnerb@copemi.com	
6	Guilherme Roberto Pavao	DOE / DMMIS	098.884.208-73	(47) 99942-2528	guilherme.roberto.pavao@doe.sc.gov.br	
7	Elaine P. Amboni	SINDUSCON	410.517.215-22	(48) 99118-7992	elaine@estilofort.com	
8	AURORA ADELINO DA SILVA	colônia 333	416.155.309-91	(48) 998044212	auroraadelino@colonia333.com.br	
9	Fernando Damasceno	ENAP/Ri	434458109-15	9999315381	fernando@ri-se.gov.br	
10	Joana R. Wosler	I M A	008.074.220-32	489992220044		
11	José Carlos Vithors	ABADEUS	42948312949	996045892	josecarlosvithors@gmail.com	



Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Urussanga

Lista de Presença

OFICINA DE ENQUADRAMENTO DOS CORPOS HÍDRICOS DA BACIA DO RIO URUSSANGA

Local: Associação Empresarial de Criciúma - ACIC - sala 107

Data: 24/09/2019 - Horário: das 13h30min às 17h30min

	NOME	INSTITUIÇÃO	CPF	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
1	LUN ALTA NÍDEZUNO	SINDICEM		(48) 91783406	SINDICEM@SINDICEM.COM.BR	
2	Edo Leopoldo Albuquerque	UNISUL	01208271970	(48) 99123694	leopoldo@unisul.com.br	
3	Junius Tavares Constant	SDE/URUS	004 587 829-38	48-36654281	junius@SDE.urg.br	
4	Cheris V. Savi	CREA-SC	108.503.570-74	98.99894-8945	cheris@crea-sc.com.br	
5	Wagner. B. Rebelo	COPEMI	041.105.989-07	(48) 988957957	wagner@copemi.com.br	
6	Gustavo Antonio Lima	DOE/URUS	098. 884 208-21	(47) 9994-2528	gustavo@doe-urussanga.com.br	
7	Elaine P. Ambroni	SANDRECON	010 517.215-22	(48) 99118-7992	elaine@andrecon.com.br	
8	Antonio Nobile da Siqueira	colônia 333	416.155.309-91	(48) 998044212	antonio@colonia333.com.br	
9	Fernando Damasceno	ENAG Ri	434458108-15	999315381	fernando@enag-sc.gov.br	
10	Isara P. Sestini	IMA	008.074.200-39	48999203044	-	
11	José Carlos Vithors	ABADEUS	42948312949	996045892	jcarlosvithors@unissul.com.br	





UNISUL



Plano de Recursos Hídricos da Bacia do Rio Urussanga



GOVERNOS DE SANTA CATARINA

	NOME	INSTITUIÇÃO	CPF	TELEFONE	E-MAIL	ASSINATURA
12	Renilda M. Mazzoni	AGUARÁ	245.602.049-49	178.991467978	renildamazzoni@gmail.com	
13	Rea He. Adami	AGUARÁ	692.582.959-60	999247726	rextadami@gmail.com	
14	Luana Prudencini	FAMU	069.304.388-04	99934-1214	lupruden@hotmail.com	
15	María SIMENS	FUNDAC	021-520-889-69	99967-6919	mariafendug@uol.com.br	
16	Patricia Marafon	FUNDAC	073.799.269-77	996153710	marafonpat@redesde.com.br	
17	EDNA ZANVIN LOPES	ROTARY-UEV	558.318.329-04	99933-9470	ednazanvini@redesde.com.br	
18	Thiago Vidual	IFSC	006.199.249-69	996761159	vidualagomes@gmail.com	
19	Selenita W. Bilo	Arizel	049.247.209-25	36241770	arizelbilow@gmail.com	
20	Fábio de Bona	Grinhe	082.241.79-32	3605-2461	fbonadebona@gmail.com	
21	Carla e P. Della	SDMDG	029.283.289-39	999643555	carla@delladella.com.br	
22	Georgina A. Rolon	URSURES	066.351.499-10	(48)954034651	georgina@rolon.com.br	
23	Lucas Fucini	SURESC	016.365.159-08	999556911	lucasfucini@gmail.com	
24	Márcio F. Lopes	CASAM	017.035.098-13	48.996423856	marciof@casam.com.br	
25						
26						