



ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL

Secretaria Estadual do Meio Ambiente - SEMA

Departamento de Recursos Hídricos - DRH/SEMA

PROCESSO ADMINISTRATIVO nº 004714-0500/09.6



Processo de
Planejamento da
Bacia Hidrográfica do
Rio Ibicuí
Fases A e B

RELATÓRIO TÉCNICO 05 - RT 05
ELABORAÇÃO DOS CENÁRIOS
FUTUROS
(Atividades B2, B3 e B4)

Novembro | 2011

Governador do Estado do Rio Grande do Sul - RS

Tarso Genro

Secretária de Estado do Meio Ambiente - RS

Jussara Cony

Diretora do Departamento de Recursos Hídricos do RS - DRH

Nanci Giugno

EQUIPE TÉCNICA

ACOMPANHAMENTO

Departamento de Recursos Hídricos da Secretaria de Estado do Meio Ambiente – DRH/SEMA

Biólogo Tiago Brasil Loch

Fundação Estadual de Proteção Ambiental – FEPAM

Engenheira Ana Lúcia Mastrascusa Rodrigues

Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí - Comitê Ibicuí

Secretária Executiva Mariza Beck

EQUIPE EXECUTORA

Profill Engenharia e Ambiente Ltda.

Engenheiro Civil Mauro Jungblut – Coordenador Geral

Engenheiro Civil Carlos Ronei Bortoli – Especialista Planejamento Ambiental

Bióloga Lisiane Ferri – Especialista em Meio Biótico

Engenheiro Civil Henrique Kotzian – Especialista Gestão Recursos Hídricos

Engenheira Civil Graziela Zim – Especialista em Engenharia Sanitária

Engenheiro Civil Sidnei Gusmão Agra – Especialista em Hidrologia e Modelos

Geólogo Roberto Kirchheim – Especialista em Hidrogeologia

Geógrafa Gherta Caimi – Especialista e Geoprocessamento e Uso do Solio

Socióloga Rosana Pinheiro Machado – Especialista em Diag. Antropológico

Sociólogo Nilson Lopes – Especialista em Mobilização Social

Economista Paulo de Tarso – Especialista em Economia

APRESENTAÇÃO

O presente relatório consiste no segundo e último produto da Fase B, que trata da elaboração de cenários futuros para o Processo de Planejamento dos Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí.

Porto Alegre, novembro de 2011.

SUMÁRIO

I CONSIDERAÇÕES INICIAIS	01
II CENÁRIO DE TENDÊNCIAS COM INTERVENÇÕES PREVISTAS	04
2.1 Estudos e Projetos da Secretaria de Irrigação e Usos Múltiplos da Água	05
2.2 Programa de Desenvolvimento Sustentável da Região da bacia do Rio Uruguai – Pró-Uruguai	10
2.3 Investimentos em Geração de Energia Hidrelétrica (PCH's em Licenciamento na Bacia do Rio Ibicuí)	11
2.4 Fontes Sócio-Político-Institucionais	12
III CENÁRIO DE ENQUADRAMENTO	16
3.1 Reuniões Públicas e Participativas para a Consolidação da Proposta de Enquadramento	16
3.2 Resultados das Reuniões Públicas – Consolidação da Proposta de Enquadramento	21
IV CENÁRIOS INTERMEDIÁRIOS DE ENQUADRAMENTO	41
V CONSIDERAÇÕES FINAIS	48
VI ANEXOS	
6.1 Modelo de Simulação da Qualidade das Águas na Bacia do Rio Ibicuí	
6.2 Mapas de Remoção das Cargas Poluentes (DBO, Coliformes, Fósforo)	
6.3 Apresentação dos Resultados da Fase B à CPA do Comitê Ibicuí	

1. CONSIDERAÇÕES INICIAIS

Este relatório técnico (RT5) consiste no segundo e último produto da Fase B que trata da elaboração de cenários futuros para a gestão dos recursos hídricos da Bacia do Rio Ibicuí.

Vale lembrar que, no que se refere às projeções futuras de demandas e dos respectivos balanços hídricos, já foram apresentados resultados na Fase A (de Diagnóstico). Reserva-se as atenções nesta Fase para as projeções futuras quanto à qualidade das águas da Bacia do Rio Ibicuí, através do processo denominado Enquadramento, consubstanciado pelo cenário de tendências com as intervenções previstas.

Conforme estabelecido nos Termos de Referência do Edital de Licitação e no Plano de Trabalho Consolidado (RPTC), dois cenários foram formulados:

- ✓ Cenário de Enquadramento (correspondendo à Atividade B2); e
- ✓ Cenário de Tendências com as Intervenções Previstas (correspondendo à Atividade B3).

Com relação ao Cenário de Enquadramento, foram consideradas, ainda, as metas intermediárias (Atividade B.4).

A configuração de uma proposta de Enquadramento somente ocorreu após o desenvolvimento de processo específico, denominado de processo de Enquadramento, que corresponde à Atividade B1. Os resultados dessa Atividade foram apresentados no relatório técnico RT4, já entregue.

O desenvolvimento desse processo, através do Comitê e com a participação social, possibilitou a configuração de uma proposta de Enquadramento, consolidada na Atividade B.2 como um Cenário de Enquadramento.

Seguindo o Plano de Trabalho, após a B.1, foram estudados e definidos dois outros cenários: tendencial com intervenções previstas (B.3) e de Enquadramento, com o estabelecimento das metas intermediárias (Atividades B.2 e B4). O primeiro um cenário francamente técnico e o segundo um cenário no qual as expectativas sociais indicaram os estágios intermediários em direção ao objetivo final (Enquadramento).

Em termos de organização e apresentação dos resultados da Fase B, o Quadro 1.1 apresenta a relação entre atividades e relatórios.

Quadro 1.1 – Relação entre Atividades e Relatórios na Fase B

Atividade	Cód	Relatório
Definição do Processo de Enquadramento	B.1	RT4
Cenário de Enquadramento	B.2	RT5
Cenário de Tendências com Intervenções Previstas	B.3	
Cenários Intermediários de Enquadramento	B.4	
Elaboração do Relatório da Fase B	B.5	RE-B

Conforme já comentado no relatório anterior, o processo de Enquadramento na Bacia do Rio Ibicuí apresentou diversas peculiaridades e especificidades que o transformaram em um processo diferenciado dos demais processos realizados ou em andamento em bacias hidrográficas gaúchas.

O processo desenvolvido baseou-se, então, nas exigências legais, na situação atual das águas superficiais da Bacia do Rio Ibicuí, nas características de ação, atuação e dinâmica social do Comitê Ibicuí baseado no seu grau de representatividade e legitimidade frente à sociedade da Bacia, e nas exigências e limitações contratuais, sejam de cronograma ou de recursos financeiros.

Assim, a partir da definição de um processo de Enquadramento (Atividade B.1) foi possível atingir o Cenário de Enquadramento (Atividade B.2), baseado na proposta de Enquadramento do Comitê Ibicuí. A esse cenário de Enquadramento, foram verificadas e estabelecidas metas intermediárias (Atividade B.4) com vistas a tornar factível e viável o cenário definido. Mas inicialmente, foram analisadas as intervenções previstas na Bacia, para fins de definição de um cenário de tendências (Atividade B.3).

Ocorre que as projeções de incremento populacional ou de uso da água na Bacia são bastante limitadas; por exemplo, a população da Bacia tende a se manter estável nos próximos 20 anos. A não ocorrência de situações críticas graves na Bacia, quanto aos seus recursos hídricos, aliado à estabilidade populacional e econômica, acaba por limitar as intervenções.

Como resultado, as intervenções identificadas na Bacia não chegam a compor, em seu conjunto, um cenário individual. Nesse sentido, foram identificadas aquelas intervenções passíveis de influenciar o cenário de Enquadramento e analisadas quanto a sua cronologia e efetividade, passando a integrar os cenários intermediários de Enquadramento (metas intermediárias).

A Figura 1.1, a seguir, apresenta a relação entre as Atividades B.2, B.3 e B.4 com vistas a configuração do cenário de Enquadramento e das suas metas intermediárias.

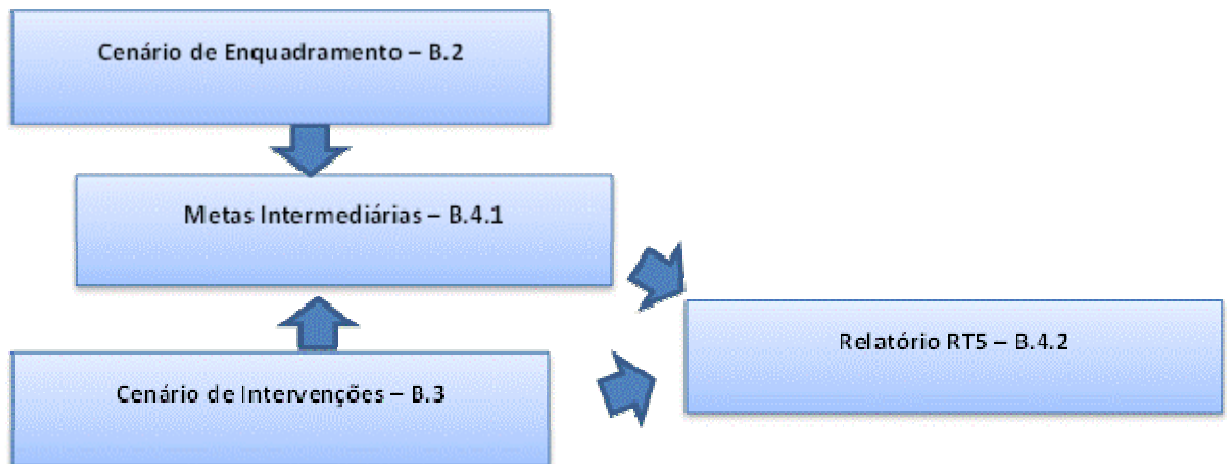


Figura 1.1 – Relação entre as Atividades B.2, B.3 e B.4

Desta forma, o presente relatório está estruturado em seis capítulos, conforme apresentado a seguir:

Capítulo 1 – Considerações Iniciais

Capítulo 2 – Cenário de Tendências com Intervenções Previstas – apresenta a relação de intervenções previstas, como subsídio aos cenários intermediários, mas não se constitui em um cenário pela natureza e porte das intervenções na Bacia do Rio Ibicuí.

Capítulo 3 – Cenário de Enquadramento – apresenta o resultado do processo de Enquadramento, consolidando a proposta de Enquadramento do Comitê Ibicuí.

Capítulo 4 – Cenários Intermediários de Enquadramento– apresenta os resultados da simulação da qualidade de água com vistas a identificar as metas intermediárias rumo ao cenário de Enquadramento.

Capítulo 5 – Considerações Finais – apresenta conclusões e comentários sobre o processo desenvolvido.

Capítulo 6 – Anexos – apresentação do modelo de simulação da qualidade das águas superficiais.

2. CENÁRIO DE TENDÊNCIAS COM INTERVENÇÕES PREVISTAS

A configuração de um cenário de tendências a partir das intervenções previstas é o objeto da Atividade B3. Assim, este capítulo abrange uma análise das intervenções previstas na Bacia, com vistas à definição de um cenário de tendências. Este cenário seria confrontado com o cenário de Enquadramento (Atividade B2), subsidiando na configuração de um cenário com metas intermediárias (Atividade B4), baseado no cenário de Enquadramento.

No entanto, algumas particularidades da Bacia do Rio Ibicuí levaram a um ajuste metodológico na construção e inter-relação entre os cenários previstos no Plano de Trabalho.

A Bacia do Rio Ibicuí apresenta uma condição extremamente favorável relativamente à qualidade das suas águas superficiais. Ou seja, o padrão médio de qualidade já é elevado e não há necessidade, nem vontade social ou política, para um esforço concentrado com vistas à melhoria da qualidade. Paralelamente, a dinâmica social e econômica da região vem mostrando um processo de estagnação, inclusive projetando um futuro de baixo incremento demográfico e econômico. Essas condições também apontam para um baixo nível de investimentos e intervenções. No entanto, algumas intervenções estão previstas notadamente na área do saneamento e nas principais cidades da Bacia. Tais intervenções foram consideradas, principalmente na construção do cenário com metas intermediárias.

Essas condições particulares resultaram na possibilidade de substituir o cenário de tendências pelo cenário de metas intermediárias, que consideram exatamente as intervenções identificadas na presente Atividade (B3).

Vale ainda comentar, que o cenário tendencial fica substituído, metodologicamente, pela identificação das intervenções com influência direta no cenário de metas intermediárias (B4). E que esse cenário de metas intermediárias constitui-se em uma particularização (ou avanço) do cenário de Enquadramento (B2). Assim sendo, fez-se a opção pela sequência adotada neste relatório: Atividade B3, Atividade B2 e Atividade B4.

A base de identificação das intervenções previstas é o resultado da Atividade A1.4 – Levantamento de Programas, Ações, Projetos e Intervenções Previstas na Bacia no Período de 20 Anos, executada e concluída na Fase A - Diagnóstico. E as projeções de crescimento das demandas e respectivos balanços hídricos foram apresentados, também, na Fase A. As intervenções identificadas são apresentadas na sequência.

Diversos investimentos estão previstos para a região que integra a Bacia do Rio Ibicuí, nos próximos anos. No entanto, visto que o trabalho em desenvolvimento consiste em um plano de recursos hídricos, não interessam os esforços físicos ou financeiros que não apresentem vinculação direta com a questão hídrica. Nesse sentido, o levantamento dos programas, ações, projetos e intervenções futuras na Bacia foram restringidos a determinadas áreas.

Quatro grandes linhas de atenção foram adotadas para o levantamento em questão: investimentos (projetos e intervenções) na área específica dos usos múltiplos da água e da irrigação; proposição de programas de investimento e ações no âmbito espacial da Bacia do Rio Ibicuí ou em escala maior, mas englobando a Bacia; investimentos e intervenções na implantação de pequenas centrais hidrelétricas (PCH's) na Bacia; e pesquisa sobre investimentos e ações propostas na Bacia (ou nos municípios integrantes da Bacia) no âmbito do planejamento regional e do orçamento estadual. Essas quatro linhas focais são comentadas nos itens a seguir.

2.1 Estudos e Projetos da Secretaria de Irrigação e Usos Múltiplos da Água

Na Bacia do Rio Ibicuí foram realizados estudos específicos nas sub-bacias dos rios Jaguari e Toropi. Para ambas as sub-bacias foram realizadas Avaliações Ambientais Estratégicas (AAE's) com o objetivo de identificar aproveitamentos viáveis sob uma ótica ampla (técnica, ambiental, financeira e social), a partir de locais pré-determinados, para a reservação de água e/ou regularização de vazões. Simultaneamente, foram contratados e realizados os projetos básicos dos aproveitamentos selecionados nas AAE's.

Os aproveitamentos selecionados, detentores dos respectivos projetos básicos de engenharia, consistem nas principais intervenções futuras quanto a investimentos com o objetivo de aumentar a disponibilidade hídrica para usos múltiplos da água, com destaque para a irrigação.

Inicialmente foram identificados 21 potenciais aproveitamentos estudados na AAE da Bacia do Rio Jaguari. A partir desses locais, foram selecionados três aproveitamentos, cujos respectivos projetos básicos de engenharia foram desenvolvidos em 2010. As fichas técnicas resumidas desses três aproveitamentos são apresentadas a seguir:

BARRAGEM DO ARROIO JAGUARI MIRIM

O Arroio Jaguari-Mirim é afluente do Rio Ibicuí pela margem direita. A área da bacia hidrográfica do barramento é de 169,52 km², estando na sua totalidade inserida no município de São Francisco de Assis. A barragem do Arroio Jaguari-Mirim tem por objetivo:

- ✓ Acumulação e regularização de água para irrigação e fornecimento de vazões ecológicas para o arroio;
- ✓ Estabelecimento de um perímetro de irrigação, com superfície compatível com o volume de água regularizado pela barragem, onde serão implantados sistemas de distribuição de água através de canais;
- ✓ Incorporação das áreas consideradas de preservação ambiental (áreas de banhados e outras), localizadas à jusante tanto da barragem como do perímetro de irrigação, que seriam supridas por parte da vazão regularizada pela barragem, proporcionando melhores condições a estas áreas, que atingem nos meses de estiagem, situação crítica de sobrevivência da fauna e da flora associadas aos ambientes aquáticos.

Principais características:

- ✓ Área de drenagem = 169,52 km²
- ✓ Área inundada na cota máxima de inundação = 330,44 ha
- ✓ Capacidade total do reservatório = 14,6 hm³
- ✓ Capacidade útil do reservatório = 12,0 hm³
- ✓ Tipo da barragem: homogênea de terra com filtros vertical e horizontal;
- ✓ Comprimento = 645,00 m
- ✓ Vazão efluente de dimensionamento vertedor (TR 1.000 Anos) = 352,38 m³/s
- ✓ Vazão Regularizada (Q_{95%}): 2,94 m³/s
- ✓ Custo Estimado (R\$, jan. de 2010): R\$ 52.848.629,48

BARRAGEM DO RIO JAGUARIZINHO

O Arroio Jaguarzinho é afluente do Rio Jaguarí pela margem direita. A área da bacia hidrográfica do barramento é de 392,06 km², estando inserida nos municípios de Santiago e Nova Esperança do Sul. A barragem do Arroio Jaguarzinho tem por objetivo:

- ✓ Acumulação e regularização de água para irrigação e fornecimento de vazões ecológicas para o arroio;
- ✓ Estabelecimento de um perímetro de irrigação, com superfície compatível com o volume de água regularizado pela barragem, onde serão implantados sistemas de distribuição de água através de canais;
- ✓ Incorporação das áreas consideradas de preservação ambiental (áreas de banhados e outras), localizadas à jusante tanto da barragem como do perímetro de irrigação, que seriam supridas por parte da vazão regularizada pela barragem, proporcionando melhores condições a estas áreas, que atingem nos meses de estiagem, situação crítica de sobrevivência da fauna e da flora associadas aos ambientes aquáticos.

Principais características:

- ✓ Área de drenagem = 392,06 km²
- ✓ Área inundada na cota máxima de inundação = 1.288,10 ha
- ✓ Capacidade total do reservatório = 32,74 hm³
- ✓ Capacidade útil do reservatório = 32,40 hm³
- ✓ Tipo da barragem: CCV e CCR;
- ✓ Vazão Max. de verificação (TR 10.000 Anos) = 1.016,50 m³/s
- ✓ Vazão efluente de dimensionamento vertedor (TR 1.000 Anos) = 724,04 m³/s
- ✓ Vazão Regularizada (Q_{95%}): 6,59 m³/s
- ✓ Custo Estimado (R\$, jan. de 2010): R\$ 59.264.341,23

BARRAGEM DO RIO JAGUARIZINHO- DERIVAÇÃO

O Arroio Jaguarzinho é afluente do Rio Jaguarí pela margem direita. A área da bacia hidrográfica do barramento é de 1.221,83 km², estando inserido nos municípios de Santiago, Capão do Cipó, Nova Esperança do Sul e Jaguarí. A barragem do Arroio Jaguarzinho (derivação) tem por objetivo:

- ✓ Regularização de nível de água para irrigação e fornecimento de vazões ecológicas para o arroio;
- ✓ Estabelecimento de nível de água no arroio, onde serão implantados sistemas de distribuição de água através de canais;

- ✓ Incorporação das áreas consideradas de preservação ambiental (áreas de banhados e outras), localizadas à jusante tanto da barragem como do perímetro de irrigação, que seriam supridas por parte da vazão regularizada pela barragem, proporcionando melhores condições a estas áreas, que atingem nos meses de estiagem, situação crítica de sobrevivência da fauna e da flora associadas aos ambientes aquáticos.

Principais características:

- ✓ Área de drenagem = 1.221,83 km²
- ✓ Área inundada na cota máxima de inundação = 161,86 ha
- ✓ Capacidade total do reservatório = 1,71 hm³
- ✓ Cota de coroamento (no eixo longitudinal) = 110,00 m
- ✓ Tipo da barragem: CCV e CCR;
- ✓ Comprimento = 165,00 m
- ✓ Vazão efluente de dimensionamento vertedor (TR 1.000 Anos) = 1.844,02 m³/s
- ✓ Vazão Regularizada (Q_{95%}): 16,29 m³/s
- ✓ Custo Estimado (R\$, jan. de 2010): R\$ 26.034.793,01

No conjunto de intervenções propostas para a sub-bacia do Rio Jaguari estão previstas a construção de **três barragens, resultando na acumulação total de 46 Hm³ e em uma vazão regularizada conjunta de 16,3 m³/s a um custo global de R\$ 138.150.000,00.**

Com relação à sub-bacia do Rio Toropi, também foi realizada uma AAE, que considerou diversos aproveitamentos potencialmente viáveis, dos quais três foram selecionados e os respectivos projetos básicos de engenharia foram desenvolvidos. As fichas técnicas desses três aproveitamentos são apresentadas a seguir:

PONTO V (Rio Toropi)

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BARRAGEM:	
Tipo de Maciço:	Concreto Compactado com Rolo
Cota de Coroamento - Concreto (CC):	120,9 m
Altura Máxima considerando a Fundação:	19 m
Comprimento da Barragem	357,30 m
Área Beneficiada	29.760,00 ha
Área Irrigável	9.920,00 ha
DADOS HIDROLÓGICOS:	
Área de Drenagem da Bacia da Barragem:	2.293 km ²
Vazão Média Mensal de Longo Termo:	55,54 m ³ /s
Vazão Defluente Máxima (Tr = 1.000 anos):	2.912 m ³ /s
Vazão (Q _{7,10}):	0,21 m ³ /s
RESERVATÓRIO:	
Área Superficial do Reservatório (Área Alagada):	308,87 ha

Volume (CSV):	17,5 hm ³
Volume Útil:	17,2 hm ³
NÍVEIS DE OPERAÇÃO:	
NA Reservatório (Tr = 1.000 anos):	119,60 m
USINA:	
Potência Total (kW)	5.000 kW
GARANTIA NO TEMPO / ÁREA IRRIGADA (9.000 m³/ha/safra):	
100,0%	3.180,00 ha
95,0%	9.920,00 ha
90,0%	30.940,00 ha

PONTO VII-C (RIO TOROPI-MIRIM)

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BARRAGEM:	
Tipo de Maciço:	Concreto Compactado com Rolo
Comprimento da Crista de Concreto:	250 m
Cota de Coroamento - Concreto (CC):	193,9 m
Altura Máxima considerando a Fundação:	34 m
DADOS HIDROLÓGICOS:	
Área de Drenagem da Bacia da Barragem:	379 km ²
Vazão Média Mensal de Longo Termo:	9,08 m ³ /s
Vazão Defluente Máxima (Tr = 1.000 anos):	595 m ³ /s
Vazão Remanescente (Q _{95%}):	0,21 m ³ /s
RESERVATÓRIO:	
Área Superficial do Reservatório (CSV):	74,08 há
Volume (CSV):	7,7 hm ³
Volume Útil:	3,1 hm ³
NÍVEIS DE OPERAÇÃO:	
NA Reservatório (Tr = 1.000 anos):	192,27 m
USINA:	
Potência Total (kW)	5.500 kW
GARANTIA NO TEMPO / ÁREA IRRIGADA (9.000 m³/ha):	
100,0%	200,00 há
95,0%	500,00 há
90,0%	650,00 há

PONTO JTI-16 (RIO GUASSUPI)

CARACTERÍSTICAS PRINCIPAIS DA BARRAGEM (JTI-16):	
Tipo de Maciço:	Concreto Compactado com Rolo
Comprimento da Crista de Concreto:	140 m
Cota de Coroamento - Concreto (CC):	319,6 m
Altura Máxima considerando a Fundação:	13 m
DADOS HIDROLÓGICOS:	
Área de Drenagem da Bacia da Barragem:	338 km ²
Vazão Média Mensal de Longo Termo:	6,90 m ³ /s
Vazão Defluente Máxima (Tr = 1.000 anos):	501 m ³ /s
Vazão Remanescente (Q _{95%}):	0,12 m ³ /s
RESERVATÓRIO:	
Área Superficial do Reservatório (CSV):	43,66 ha
Volume (CSV):	1,7 hm ³
Volume Útil:	1,2 hm ³
NÍVEIS DE OPERAÇÃO:	
NA Reservatório (Tr = 1.000 anos):	318,40 m
USINA:	
Potência Total (kW)	2.000 kW
GARANTIA NO TEMPO / ÁREA IRRIGADA (9.000 m ³ /ha/safra):	
95,0%	280,00 ha
92,0%	350,00 ha
90,0%	400,00 há

No conjunto de intervenções propostas para a sub-bacia do Rio Toropi estão previstas a construção de **3 barragens, resultando na acumulação total de 27 Hm³**.

As intervenções no rio Jaguari, embora com um volume acumulado razoável e com uma vazão regularizada também considerável, não representam significativa alteração na disponibilidade hídrica, visto que as demandas encontram-se próximas. Tais intervenções localizam-se na parte mais baixa da sub-bacia, não resultando em melhoras na qualidade da água, cujas piores situações ocorrem nos trechos mais a montante.

No rio Toropi, por outro lado, as intervenções previstas estão localizadas na zona de escarpa, mas as vazões remanescentes são baixas e o regime de operação das usinas não prevê acumulações que impactem significativamente no regime fluviométrico, notadamente nos eventos mais secos.

2.2 Programa de Desenvolvimento Sustentável da Região da bacia do Rio Uruguai – Pró-Urugui

O **Plano de Desenvolvimento Sustentável para a Região da Bacia do Rio Uruguai** (parte brasileira), mais usualmente denominado de **Pró-Urugui**, foi resultado de um acordo de cooperação técnica (ATN/JC 9952-BR) entre o Governo do Rio Grande do Sul, o Governo de Santa Catarina e o Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID), cujas tratativas iniciaram em novembro de 2003. É composto por quatro componentes:

- Componente 1 – Diagnóstico da Bacia Hidrográfica
- Componente 2 – Plano Diretor para o Desenvolvimento Sustentável da Região
- Componente 3 - Sistema de Monitoramento e Avaliação
- Componente 4 - Arranjo Institucional para Implementação do Plano

Diversas ações foram propostas e previamente orçamentadas, conforme apresentado no Quadro a seguir:

Quadro 2.1 – Ações e Investimentos Previstos no Pró-Urugui

ORÇAMENTO 5 e 15 anos	Saneamento e Tratamento do lixo		Competitividade do Agronegócio				Atratividade Territorial		Investimentos (R\$ milhões)	
			Uso das águas		Logística					
	5 anos	15 anos	5 anos	15 anos	5 anos	15 anos	5 anos	15 anos	5 anos	15 anos
Infraestrutura	Estações		Micro Reservação		Ferrovia		Parques (UC)			
	300	991	200	300	40	700	15	42	555	2.033
	Aterros		Açudes médios		x		PSA Corredores Ecológicos			
	200	408	100	900			30	75	330	1.383
Desenvolvimento de processo	Pirólise		Expansão da Irrigação		Estudos e SIG logística		Plano de Negócio Termas			
	6	10	2	4	5	10	4	8	17	32
Gestão e Certificação	Rede de Qualidade das águas		Zoneamento irrigação/solos		Certificação de alimentos		Certificação das Termas			
	21	61	6	16	5	15	9	22	41	114
	Sistema de Gestão da Sustentabilidade da RBRU							4	8	4
Investimentos (R\$ milhões)	5 anos	527		308		50		62		947
	15 anos		1.470		1.220		725		155	3.570

Ao todo, o Pró-Urugui propôs o investimento de R\$ 4,5 bilhões ao longo dos próximos 15 anos, na região da bacia hidrográfica do Rio Uruguai, em território brasileiro, sendo R\$ 950 milhões nos primeiros 5 anos. Desse montante, cerca de R\$ 1,5 bilhões será para a reservação de água, na qual a Bacia do Rio Ibicuí apresenta destacado potencial no que se refere à açudes de médio porte (R\$ 1 bilhão para açudes de porte médio e R\$ 500 milhões para micro-reservação).

Ainda propõe R\$ 1,3 bilhões para estações de tratamento de esgotos e R\$ 600 milhões para a construção e operação de aterros sanitários. Por fim, cabe destacar a proposição de investimentos da ordem de R\$ 80 milhões no monitoramento da qualidade das águas.

Em que pese que esses valores referem-se à totalidade da região hidrográfica do Rio Uruguai (175.000 km²), a Bacia do Rio Ibicuí responde por 20% dessa área e se constitui na maior bacia hidrográfica da região, razão pela qual poderá atrair parcela expressiva desses investimentos.

Mais importante ainda, os valores propostos não encontram-se detalhados em termos de aplicação específica, o que possibilita que, na fase de definição dos investimentos, a Bacia do Rio Ibicuí firme posição requerendo recursos financeiros nas linhas de: reservação de água, tratamento de esgotos, aterros sanitários e monitoramento da qualidade das águas (temas já diagnosticados como importantes no âmbito do presente processo de planejamento para a Bacia do Rio Ibicuí).

2.3 Investimentos em Geração de Energia Hidrelétrica (PCH's em Licenciamento na Bacia do Rio Ibicuí)

Outra importante fonte de investimento em ações ou intervenções relacionadas aos recursos hídricos na Bacia do Rio Ibicuí refere-se à geração de energia hidrelétrica, através de pequenas centrais hidrelétricas. A Bacia apresenta potencial nos afluentes da margem direita do Rio Ibicuí, que se desenvolvem ao longo das escarpas do planalto (Toropi, Jaguari e Itú).

O Quadro 2.2 apresenta os aproveitamentos hidrelétricos (PCH's) com projeto básico de engenharia aprovado na ANEEL e que possuem licenciamento ambiental em análise na FEPAM.

Quadro 2.2 – Aproveitamentos Hidrelétricos (PCH's) Previstos para a Bacia do Rio Ibicuí, no Curto Prazo

Aproveitamento	Rio	Estagio	Pot. Inst. (MW)	Vol. Acum. (Hm³)
Quebra Dentes (LP)	Toropi	Proj. Bás.	20,0	2,6
Rincão S. Miguel (LP)	Toropi	Proj. Bás.	8,5	11,0
Salto Guassupi (LP)	Guassupi	Proj. Bás.	11,0	1,9
Cach. 5 Veados (LP)	Toropi	Proj. Bás.	14,0	12,6
Itu (LP)	Itu	Proj. Bás.	7,2	30,0

Ao todo, estão previstos para serem implantados na Bacia 60 MW, ressaltando que atualmente existe apenas um aproveitamento hidrelétrico com potência instalada de aproximadamente 10 MW. O valor global dos investimentos para os cinco aproveitamentos relacionados no Quadro anterior é da ordem de R\$ 180 milhões (considerando que cada kW instalado exige o investimento de R\$ 3.000,00).

2.4 Fontes Sócio-Político-Institucionais

Foram pesquisadas outras fontes de natureza político-institucional ou sócio-institucional, tais como: resultados das Consultas Populares na região da Bacia do Rio Ibicuí, através do COREDE's, verificação das indicações e propostas da Agenda 2020 e análise das proposições do governo estadual, seja no Plano Pluri-Anual (PPA), seja no Programa de Governo da atual administração. Os resultados são apresentados a seguir.

No Programa de Governo no “PROREDES” está previsto Redes: Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento Agrário no qual estão incluídos os seguintes itens.

1. PROGRAMA ESTADUAL DE IRRIGAÇÃO	Direcionados às regiões mais vulneráveis às estiagens e déficit hídrico, com concepção sustentável e gestão de uso múltiplo dos recursos hídricos.
2. POLÍTICA ESTADUAL DOS RECURSOS HÍDRICOS	Com gestão sustentável, implantação do Programa Água para Todos, em parceria com o governo federal, para múltiplos usos.
3. REDES DE SANEAMENTO	A gestão democrática e qualificada das águas, a partir das diretrizes do Sistema Estadual de Recursos Hídricos, tem enorme relevância para o futuro do Rio Grande do Sul. O saneamento é um indicador de uma sociedade desenvolvida e pode ser avaliado pelo acesso à água potável de qualidade, rede de esgoto tratado, coleta e destino adequado ambientalmente de resíduos sólidos, e drenagem nos casos necessários. Afirmação do Conselho Estadual dos Recursos Hídricos como instância qualificada de participação social, elaboração e de controle social na gestão das águas.

Fonte: Programa de Governo disponível em <http://www.seplag.rs.gov.br/> em março de 2011.

Na proposta orçamentária de 2011 estão previstos os seguintes projetos vinculados à Secretaria Estadual do Meio Ambiente (SEMA):

1. IMPLEMENTAÇÃO DA ESTRUTURA INSTITUCIONAL DO SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS
2. IMPLEMENTAÇÃO DOS PROCESSOS DE PLANEJAMENTO NO ÂMBITO DO SISTEMA DE RECURSOS HÍDRICOS DO ESTADO
3. RS BIODIVERSIDADE
4. AÇÕES DE SANEAMENTO AMBIENTAL EM BACIAS HIDROGRÁFICAS
5. IMPLANTAÇÃO DOS INSTRUMENTOS DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS
6. PUBLICIDADE - FUNDO DE RECURSOS HÍDRICOS

Nos questionários enviados para as Prefeituras Municipais (2010) consta uma pergunta sobre a existência de planos e programas municipais voltados ao meio ambiente; os resultados são apresentados a seguir, que direta ou indiretamente envolvem os recursos hídricos. Dos 29 municípios que compõem a Bacia do Rio Ibicuí, 22 responderam, dos quais 9 têm programas ambientais ou participam de instituições de caráter ambiental, como mostra o Quadro 2.3.

Quadro 2.3 – Programas municipais

Município	Programa
Alegrete	- Programa: URB-AL III (projetos de cooperação entre Europa e América Latina). Projeto: Aglomerados Urbanos em Área Protegida: métodos para promover o desenvolvimento socioeconômico da população com a tutela da natureza.
Barra do Quaraí	Não respondeu.
Cacequi	Não respondeu.
Capão do Cipó	Não respondeu.
Dilermando de Aguiar	Não
Itaara	Não
Itaqui	Não
Jaguari	- Projeto Reciclação.
Jari	- Projeto Amigos do Rio Jaguari.
Júlio de Castilhos	- Participação na Câmara Setorial do Meio Ambiente do Consórcio Intermunicipal da Região Centro do Estado.
Maçambará	Não
Manoel Viana	Não
Mata	Não
Nova Esperança do Sul	Não
Quaraí	- Programa: URB-AL III (projetos de cooperação entre Europa e América Latina). Projeto: Aglomerados Urbanos em Área Protegida: métodos para promover o desenvolvimento socioeconômico da população com a tutela da natureza. - Participação no Comitê Estadual da Bacia do Rio Quaraí, que visa a institucionalização do comitê a nível federal.
Quevedos	Não
Rosário do Sul	Não respondeu.
Santa Maria	Não respondeu.
Santana do Livramento	- Programa: URB-AL III (projetos de cooperação entre Europa e América Latina). Projeto: Aglomerados Urbanos em Área Protegida: métodos para promover o desenvolvimento socioeconômico da população com a tutela da natureza.
Santiago	Não
São Borja	Não respondeu.
São Francisco de Assis	- Projeto Bem-te-vi em parceria com a UFSM.
São Martinho da Serra	Não
São Pedro do Sul	Programa de recuperação de nascentes.
São Vicente do Sul	Não
Toropi	Não respondeu.
Tupanciretã	Não
Unistalda	Não
Uruguaiana	- Programa de Recuperação do “lixão” e implantação de novo aterro sanitário (em conjunto com o Banco Mundial) - Construção de galerias pluviais.

Especificamente em termos de saneamento nas principais cidades da Bacia, foram obtidas as seguintes informações, fruto dos referidos questionários municipais (2010) atualizados através de contatos diretos (em 2011). Atenção especial é dada aos quatro sedes municipais que lançam seus esgotos cloacais nos cursos de água

mais comprometidos da Bacia (rios Toropi, Jaguarizinho/Rosário e Ibirapuitã a jusante de Alegrete.

O Quadro 2.4 apresenta a relação das sedes municipais com os cursos de água em que lançam seus esgotos, para as situações de interesse.

Quadro 2.4 – Sedes municipais e cursos de água receptores dos esgotos urbanos

Sedes Municipais	Cursos de Água Receptores
Júlio de Castilhos	Toropi
Tupanciretã	Toropi
Santiago	Jaguarizinho/Rosário
Alegrete	Ibirapuitã

Os resultados são apresentados a seguir:

Santiago – informações de Andriele M. Martins, da Secretaria de Meio Ambiente:

O serviço de esgotamento sanitário era de responsabilidade da prefeitura municipal (até 2010), mas já existe contrato firmado com a CORSAN (2011). Existe rede coletora com separador absoluto em três bairros, no restante é com o pluvial. Há uma ETE no bairro Ana Bonato e o percentual da população urbana atendida pelo tratamento é de 8%. Há previsão de ampliação ou melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos, atingindo toda a área urbana em um prazo de 20 a 30 anos, a ser estabelecido no Plano Municipal de Saneamento.

Alegrete – informações de Nilto Delgado, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Maximiliano Moraes, da CORSAN:

O serviço de esgotamento sanitário é de responsabilidade da CORSAN, existindo rede coletora com separador absoluto e mista. A rede atende 22% da população urbana. Há tratamento através de lagoas de decantação, com lançamento no arroio Jararaca. A parcela do esgoto não tratado é lançada no rio Ibirapuitã. Conforme informações da CORSAN o sistema de coleta e tratamento de esgotos será ampliado para atender **47%** da população nos próximos **3 anos**. Até o final da concessão (25 anos) a meta é universalizar o serviço. A eficiência do tratamento é de 90% (remoção da carga orgânica – lagoas anaeróbicas).

Júlio de Castilhos – informações de Reinaldo A. F. Hoffmann, da Secretaria Municipal da Saúde e Meio Ambiente, Nilva Moura, da Secretaria de Administração e Luiz Carlos da Secretaria de Obras:

O serviço de esgotamento sanitário é de responsabilidade da prefeitura municipal, mas que não realiza ação específica. A rede é mista, junto com pluvial. Não há coleta nem tratamento específico de esgotos. Há previsão de ampliação ou melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos, através de concessão com a CORSAN. O Plano Municipal de Saneamento está em estágio inicial e não há metas definidas para o tratamento de esgotos.

Tupanciretã – informações de Roger Pagel Soares, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente:

O município não tem serviço de tratamento de esgoto, só fossa séptica com filtro. Não foi informado se há previsão de ampliação ou melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos. O Plano Municipal de Saneamento está iniciando e a previsão realista é de que, em 20 anos, 60% da população urbana esteja atendida pelo sistema de coleta e tratamento de esgotos.

Essas informações foram utilizadas como referencial na construção dos cenários intermediários (Atividade B4), visto que possibilitam verificar a viabilidade e efetividade dos cenários intermediários simulados.

3. CENÁRIO DE ENQUADRAMENTO

A elaboração de um cenário de Enquadramento corresponde à Atividade B2 do Plano de Trabalho. Conforme esse Plano de Trabalho, com base nas Classes de Uso definidas em cada trecho da rede hidrográfica da Bacia, conforme estabelece a Resolução 357/05 do CONAMA, seria configurado o cenário de Enquadramento. Esse cenário consiste, então, em um objetivo futuro, em horizonte temporal definido. E a partir da situação atual da qualidade das águas superficiais e considerando esses objetivos, seriam determinadas as ações necessárias ao alcance do cenário de Enquadramento. Essa é a abordagem metodológica clássica.

No entanto, face à realidade da situação das águas superficiais na Bacia, em termos de qualidade, foi adotada uma estratégica metodológica específica e ajustada. Essa realidade já foi descrita e comentada no relatório RT4, dispensando maiores comentários.

Assim, neste capítulo, é apresentado o cenário de Enquadramento resultante do processo desenvolvido, passível ainda de ajustes face às metas intermediárias estudadas (e apresentadas no capítulo seguinte).

Inicialmente, será apresentada uma explanação sobre os procedimentos adotados nas reuniões públicas realizadas e, posteriormente, apresentam-se os seus resultados.

3.1. Reuniões Públicas e Participativas para a Consolidação da Proposta de Enquadramento

Durante os 13 meses de elaboração das Fases A e B do Plano de Bacia do Rio Ibicuí, o Comitê realizou uma série de atividades que foram da aprovação do Plano de Trabalho à proposta de Enquadramento dos cursos de água superficiais. Todo o processo de trabalho do Comitê, através de eventos específicos e reuniões mensais, foi elaborado com base no princípio da ampla participação social. As plenárias do Comitê, as quais transformaram-se em reuniões de trabalho para o Plano, assim como eventos específicos, foram realizadas em diferentes municípios da Bacia e abertos ao público. Ainda dentro do princípio da publicização e facilitação da participação social no processo, todas as etapas, passo a passo, foram disponibilizadas no site do Comitê (www.comiteibicui.com.br).

No contexto da Legislação Estadual de Recursos Hídricos o Enquadramento dos cursos de água superficiais de uma bacia, é o elemento chave para a implementação dos demais instrumentos de gestão dos recursos hídricos. O Enquadramento, como de certo modo o próprio termo define, consiste em estabelecer graus de qualidade da água em acordo com usos futuros pretendidos, assim como com atuais usos da água. A “escala” do Enquadramento, conforme os usos pretendidos, vai da Classe Especial a Classe 4 (ver quadros do item 3.2). A Classe Especial, pode ser considerada a condição do rio livre dos efeitos da ação do homem (situação original das águas). A Classe 1 é a que, na relação adequada qualidade das águas-usos, permite todos os usos para os quais existem classificação. A Classe 2 caracteriza-se por não possibilitar alguns usos mais nobres, mas ainda apresenta bom padrão de qualidade. A Classe 3 já apresenta maiores restrições aos usos e a Classe 4, por sua baixa qualidade, apresenta grande restrição ao uso. Quanto menor o índice de qualidade mais usos

socioeconômicos da água, de forma adequada entre qualidade e uso, podem ser realizados.

O pressuposto técnico-social implícito no modelo de Enquadramento é de que os cursos de água, e na maioria das vezes é assim, na sua grande maioria encontram-se em Classes que estão em desacordo com os usos atuais e, especialmente em relação aos usos pretendidos no futuro. Assim, o Enquadramento transforma-se em um instrumento de gestão das águas, que dentre outros instrumentos, passa a funcionar de um lado como um indicador objetivo da qualidade da água e, de outro lado, quando a qualidade está aquém da necessária para os usos pretendidos, como um indicador de metas a serem alcançadas. Para o alcance ou manutenção da qualidade desejada/necessária são utilizados os programas de ações. Os programas de ações variam de ações educativas a ações estruturais. Por razões de sequência, tais programas de ações são elaborados em uma terceira fase dos Planos de Bacia, ou seja, na Fase C. Os tipos de programas e ações estruturais estão diretamente ligados à condição atual da Bacia e às condições projetadas para o futuro.

No caso da Bacia do Rio Ibicuí o diagnóstico apontou que nos rios a serem enquadrados predomina águas em Classe 1 e somente em quatro trechos, a jusante de zonas urbanas (Uruguaiana, Alegrete, Santiago, Júlio de Castilhos e Tupanciretã), ocorre águas fora da Classe 1 (em Classe 2 ou 3). Sabe-se que os usos possíveis, independente dos desejados, na Bacia do Rio Ibicuí estão pré-determinados pela qualidade atual dos cursos de água (majoritariamente Classe 1, que já possibilita a grande maioria dos usos). Diante desse cenário, as dificuldades, geralmente encontradas em outras bacias para definir o Enquadramento, estão praticamente superadas no caso da Bacia do Rio Ibicuí. A rigor, no contexto atual, ficaram quatro trechos sobre os quais o Comitê pode decidir em manter na proposta de Enquadramento a qualidade atual (em Classe 2 ou 3) ou passar para Classe 1.

Considerando os fatos descritos, ao contrário do que geralmente ocorre em outras bacias, o Comitê Ibicuí, com auxílio da Consultora, optou pela priorização do debate interno e, pela escuta aos cidadãos que participaram das reuniões plenárias durante as quais foram sendo realizados os trabalhos de consolidação do diagnóstico e posteriormente a elaboração de uma proposta de Enquadramento (praticamente resultante da atual qualidade dos cursos de água da bacia).

Assim à realização das reuniões públicas realizadas em oito municípios (ver item 3.2) da Bacia tiveram como objetivos:

- Comunicar e dar conhecimento dos trabalhos realizados pelo Comitê.
- Divulgar informações sobre Diagnóstico da Bacia Hidrográfica.
- Recolher subsídios para a consolidação da proposta de Enquadramento, notadamente, sobre os quatro trechos fora da Classe 1.
- Definição dos usos prioritários para possíveis adequações entre o Enquadramento proposto pelo Comitê e as questões relativas às definições de prioridades de uso em situação de escassez.
- Despertar o interesse social na temática dos recursos hídricos.
- Aprimorar a capacidade dos membros do Comitê para apropriação, mobilização e apresentação dos trabalhos.

A seguir são feitas considerações sobre o método de trabalho das reuniões e oficinas de trabalho. A oficina de trabalho (projeções de usos prioritários e contribuições para a tomada de decisão do Comitê relativas ao Enquadramento dos cursos não enquadrados em Classe 1) pode ser considerada como a atividade prática das reuniões públicas. A mesma seguiu metodologia específica para a sua realização e interpretação dos resultados (ver item 3.2). Ressalta-se que essa divisão *reunião pública - oficina de trabalho* é esquemática e objetiva facilitar o entendimento dos acontecimentos. Ambas as atividades fazem parte de um mesmo processo: participação e contribuições sociais para a elaboração do Plano de Bacia do Rio Ibicuí – Fase B.

A dinâmica das reuniões foi baseada na grande meta, traçada com base nos objetivos das reuniões públicas, de aproximação entre o Comitê e as demais lideranças, instituições e cidadãos interessados na questão dos recursos hídricos. O Comitê baseou-se na ideia de que mais do que as contribuições que poderiam surgir das reuniões, o importante é dar continuidade a criação de uma cultura de participação e mobilização social em torno da questão dos recursos hídricos. Assim, a dinâmica de trabalho foi estruturada em quatro blocos:

- a) Apresentação do que é, como está sendo feito, quem financia e quais os objetivos e implicações práticas de um Plano de Bacia, o que é e para que serve o Enquadramento dos recursos hídricos.
- b) Apresentação e esclarecimentos, conforme perguntas e dúvidas, do Diagnóstico da Bacia (quanta água e com que qualidade, principais usos, principais problemas, balanço hídrico e etc).
- c) Oficina de trabalho: definição dos usos prioritários e contribuições ao Enquadramento proposto nos trechos fora da Classe 1.
- d) Encerramento das atividades: pré-leitura dos resultados e elaboração de comentários por parte dos participantes.

Nas três primeiras fases o método de trabalho foi expositivo utilizando-se da dinâmica de apresentação/perguntas. Mas, nesse contexto, foi incentivada à participação dos membros do Comitê como “palestrantes”. A Consultora buscou limitar-se a apresentação dos resultados técnicos e, quando necessário, ao apoio a fala dos membros do Comitê sobre a situação da Bacia. Esse procedimento de “invisibilidade” da Consultora objetivou auxiliar os membros do Comitê no domínio das atividades e, ao mesmo tempo, fortalecer o papel dos participantes do Comitê junto aos seus representados e a sociedade como um todo. Pois, conforme apontado em relatório específico (RT1) um dos princípios para a mobilização social é o domínio dos conteúdos (*empoderamento*) da questão tratada.

No sistema apresentação/pergunta/resposta é comum o estabelecimento de controle do tempo das falas. Sem perder de vista a necessária organização e administração do tempo, as atividades de pergunta foram conduzidas de forma a deixar os presentes expressarem suas ideias e opiniões conforme o seu tempo (tempo livre). Esse procedimento não só facilita o exercício da expressão pública, como, também, faz com que os presentes, não acostumados com a temática, sintam-se apoiados em expressar suas dúvidas e contribuições.

Em média os três primeiros blocos ocorreram em uma hora e vinte minutos. Ressaltando-se que na introdução estão inclusas as atividades de boas vindas, a fala das autoridades presentes e outros recados.

O método de trabalho para a realização e interpretação das oficinas (fase prática das reuniões públicas) utilizou-se de forma adaptada da metodologia de projeção e leituras espaciais a partir de mapas mentais. A metodologia dos mapas mentais, largamente utilizada em diagnósticos ambientais rápidos, e as suas respectivas projeções, basicamente, consiste em possibilitar aos participantes, através do desenho de mapas ou localização em mapas pré-impresos, suas respectivas leituras da realidade sócio-geográfica. Por certo que essa técnica de trabalho, do ponto de vista teórico-metodológico, é empirista. Mas, para os objetivos finais do trabalho em questão, é precisamente aí que reside a “riqueza” dessa técnica facilitadora do processo participativo.

Os sujeitos participantes, a partir do entendimento mínimo de que para que estão participando, podem contribuir com base em seus conhecimentos e interesses particulares ou de grupo. No momento da realização das oficinas participativas, ao contrário do que acontece ao longo do processo no âmbito do Comitê onde as questões sistêmicas envolvidas no “aparente simplismo” do funcionamento de uma bacia hidrográfica, são parcialmente colocadas em suspensão e passa a ser trabalhado os trechos da bacia ou setores. Os setores, tipo alto, médio, baixo e suas variações, resultam tanto da forma social como a Bacia é reconhecida (geralmente associada a topografia do terreno e, de forma prática ao sentido do escoamento superficial do principal rio formador da bacia), como de procedimentos técnicos exercidos nos primeiros passos do Diagnóstico da Bacia.

Mas, nem sempre existe essa compreensão por trechos de bacia. O leigo, pode simplesmente conhecer o rio que, digamos assim, é do seu cotidiano. Do seu cotidiano porque pertence ao seu espaço vivenciado. Muitas vezes desconhecendo onde nasce, onde deságua e o seu grau de importância e conectividade na bacia hidrográfica. Por sinal a própria noção de bacia hidrográfica e, como apontado, o seu funcionamento sistêmico é desconhecido, ou melhor pouco dominado conceitualmente. Nesse contexto a técnica de projeção de usos prioritários no mapa da bacia assume relevância tanto para o exercício a ser realizado, quanto como elemento pedagógico. Para muitos participantes, não membros de um Comitê, aí ocorre a primeira aproximação sintética (um mapa é uma síntese em forma de imagem de um conjunto de informações geográficas, sociais e etc.) da bacia hidrográfica habitada ou demanda (usuários da água não residentes na bacia) por diferentes sujeitos.

Mas, se por um lado a utilização da técnica de projeção em mapas é um facilitador. Por outro lado, ela não elimina por si, possíveis “incapacidades” interpretativas do que está sendo demandado (nesse caso, projetar usos prioritários futuros e alternativas as classes pré-enquadradas nos trechos de rio em classes diferente da Classe 1).

Diante da necessidade de recolher contribuições a dois procedimentos distintos: projeção de usos prioritários em situação de escassez e “concordância” ou solicitação de alteração para uma classe superior aos trechos propostos em classe 2 e 3, foram utilizados, para cada uma das oito reuniões, dois mapas, um para cada tipo de exercício.

Partindo-se do pressuposto de que o cenário de referência seria marcado pela heterogeneidade dos participantes, foi adotado um caminho, ou uma pedagogia, de “emparelhamento” para a participação. Para esse fim, foram realizados os seguintes passos:

- a) Preparação e instrumentalização dos participantes.

- b) Projeção em mapa dos usos prioritários e das contribuições aos trechos de cursos de água passíveis de alteração quanto à proposta de Enquadramento.
- c) Leitura coletiva dos resultados da oficina.
- d) Leitura, em escritório, do resultado das oito reuniões (ver item 3.2).

O público das reuniões, de modo geral, se constituiu de grupos, que em relação à temática dos recursos hídricos apresentou grande heterogeneidade de conhecimento e domínio do processo de planejamento e gestão. Foram formados por membros do Comitê, técnicos científicos (ligados a instituições universitárias, da administração pública, sindicatos e etc.), estudantes, políticos, agricultores, sindicalistas, professores, ambientalistas e cidadãos de modo geral (desvinculados de alguma relação de representatividade sócio-política).

A preparação ou processo pedagógico (“emparelhamento” de conhecimentos) aconteceu durante a apresentação dos tópicos relativos a “o que é”, “para que serve”, “quem faz” e “como é feito” um Plano de Bacia, do respectivo Diagnóstico da Bacia e, de forma mais concentrada, com uma explicação do significado e importância estratégica do processo de Enquadramento no contexto do planejamento e gestão futura da Bacia. De modo sintético, os participantes das reuniões através do método de apresentação-pergunta-resposta foram iniciados, introduzidos no tema Enquadramento. Ao mesmo tempo foram instruídos quanto aos procedimentos que iriam realizar nos mapas.

Após a instrução que definiu que os participantes deveriam, conforme seus conhecimentos e interesses e com objetivo de aperfeiçoamento da proposta de Enquadramento apresentada pelo Comitê, projetar, no mapa, até três usos prioritários em qualquer trecho da Bacia. A projeção foi realizada com o uso de figuras auto-adesivas que continham ilustrações e cores correspondentes a um determinado tipo de uso. As etiquetas utilizadas e as respectivas cores são visualizadas no item 3.2. O mesmo procedimento foi realizado em relação ao segundo exercício. Porém com etiquetas grifadas com o sinal de igual e mais.

Após o término das projeções nos mapas, especialmente em relação ao mapa de usos prioritários, era retomado com os participantes os objetivos da participação, justificado o método de trabalho e solicitado que os presentes fizessem leituras dos mapas produzidos, informalmente. Esse procedimento é um elemento facilitador para a expressão dos participantes em relação ao que haviam entendido do processo. Ao mesmo tempo serve como instrumento de treinamento e fixação dos componentes sócio-econômicos da Bacia e a relação desses com os usos prioritários projetados. Esse procedimento também, visou a possibilidade de apropriação social das técnicas utilizadas durante as reuniões de modo, especial, da técnica de leituras de “mapas projetivos”. Nesse momento, também, foi explicado e relatado aos participantes que a equipe técnica, conjuntamente com membros do Comitê, iria realizar uma leitura, semelhante a por eles realizados, e relatar os resultados para o Comitê. Os resultados relatados serviram como aporte para tomada de decisão do Comitê em relação à proposta de Enquadramento.

Os procedimentos de leitura crítica dos resultados das Oficinas foram realizados em escritório através de uma equipe interdisciplinar. A equipe foi composta por seis profissionais. Cinco desses profissionais acompanharam a realização das oficinas (um do DRH, dois da Fepam e dois da Consultora). Um dos profissionais (da Consultora) não acompanhou nenhuma das reuniões. A presença dele foi requisitada, exatamente,

para fazer o que podemos denominar de uma leitura sem elementos das discussões realizadas durante as Oficinas. Uma espécie de neutralidade em relação ao contexto subjetivos das reuniões.

A leitura dos mapas foi realizada pela técnica de leitura visual, isto é, quais as cores prevaleciam no respectivo mapa (leitura essa confirmada pela contagem das etiquetas). Após a leitura de cada um dos mapas, buscou-se a comparação entre possíveis diferenças de uma reunião para a outra. Os resultados da análise dos mapas são apresentados no item a seguir.

3.2. Resultados das Reuniões Públicas – Consolidação da Proposta de Enquadramento

A seguir apresentam-se os resultados do processo de participação social para definição do Enquadramento dos cursos de água da Bacia do Rio Ibicuí.

Foram realizadas oito reuniões públicas, distribuídas na Bacia do Rio Ibicuí, conforme o quadro a seguir.

Quadro 3.1 – Eventos Públicos de Enquadramento

Município	Data	Dia da Semana	Turno	Local
São Pedro do Sul	3/09	Terça-feira	Manhã	Assoc. Comercial e Industrial
São Vicente do Sul	3/09	Terça-feira	Tarde	Instituto Federal Farroupilha
Jaguari	4/09	Quarta-feira	Manhã	Casa de Cultura Irmã Zenaide
Santiago	4/09	Quarta-feira	Tarde	URI
Itaqui	5/09	Quinta-feira	Manhã	Câmara de Vereadores
Uruguaiana	5/09	Quinta -feira	Tarde	Sindicato dos Despachantes
Alegrete	6/09	Sexta-feira	Manhã	URCAMP
Manoel Viana	6/09	Sexta-feira	Tarde	Câmara de Vereadores

O mapa, a seguir, mostra a distribuição e abrangência espacial das reuniões públicas, definidas com o objetivo de facilitar o acesso aos locais e alcançar tanto as comunidades do “baixo” quanto do “alto” Ibicuí.

Como ferramenta de apoio, foram utilizados: folder específico sobre o evento; revista do Comitê Ibicuí (A Água nos Une, 2009); dois mapas plastificados em formato A0 (mapa 1 para aplicação dos usos de água pretendidos e mapa 2 para manifestação de adequação à proposta de Enquadramento do Comitê nos quatro cursos de água que não foram enquadrados em Classe 1); etiquetas adesivas coloridas representando os 17 usos da água e as duas situações quanto à adequação do Enquadramento – manter ou melhorar (as etiquetas, após escolhidas, deveriam ser coladas nos respectivos mapas). O quadro a seguir apresenta as 17 possibilidades de uso da água utilizadas na dinâmica:

Quadro 3.3 – Usos da Água (Etiquetas)

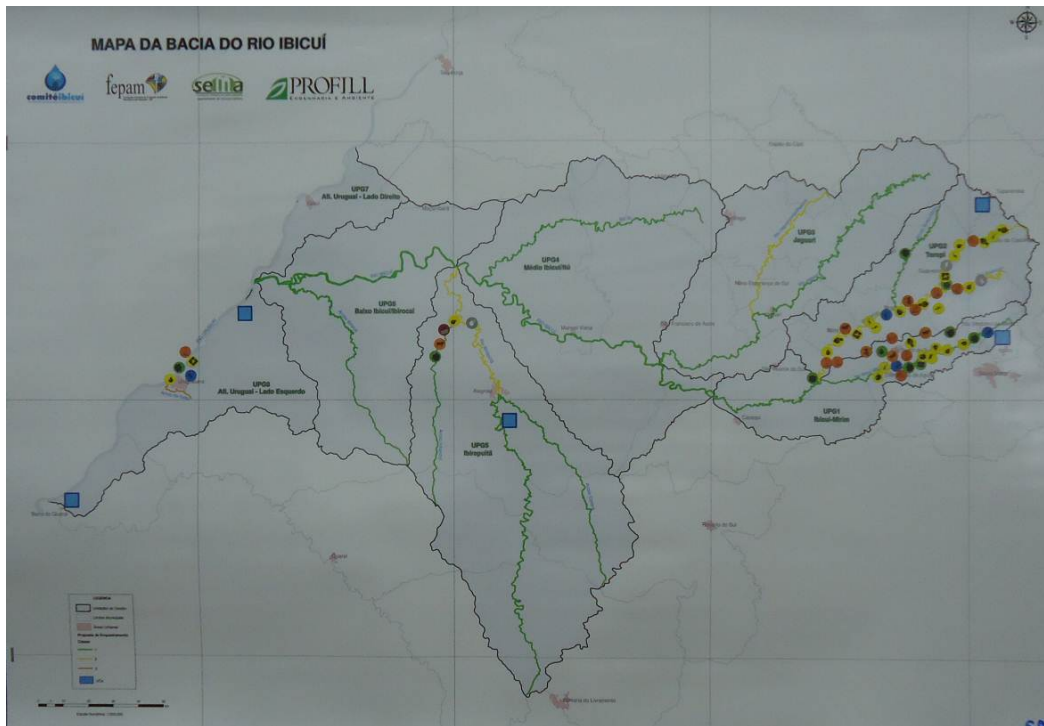
Etiqueta	Usos da Água
◦	Preservação do equilíbrio natural e dos ambientes aquáticos
n	Irrigação de hortaliças e frutas comidas cruas
q	Abastecimento para consumo humano com tratamento convencional
S	Proteção das comunidades aquáticas
r	Recreação de contato primário
	Irrigação de outras hortaliças e outras frutas
	Pesca e aquicultura
\	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras
—	Pesca amadora
¥	Recreação de contato secundário
	Dessedentação de animais
0	Navegação
	Harmonia paisagística
d	Geração de energia
T	Lançamento de efluentes tratados
B	Mineração no rio (areia, seixo)
R	Uso industrial

Os resultados das reuniões públicas e das dinâmicas de participação adotadas, para fins de verificação da proposta de Enquadramento do Comitê Ibicuí, foram materializados nos mapas apresentados a seguir. Para cada local dois mapas, sendo um com as manifestações quanto aos principais usos da água pretendidos (e onde) e outro com a manifestação quanto à adequação da proposta de Enquadramento nos quatro cursos de água (Toropi, Jaguarizinho/Rosário, Ibirapuitã e Salso) que não foram enquadrados em Classe 1, padrão geral da Bacia. Vale lembrar que no primeiro caso,

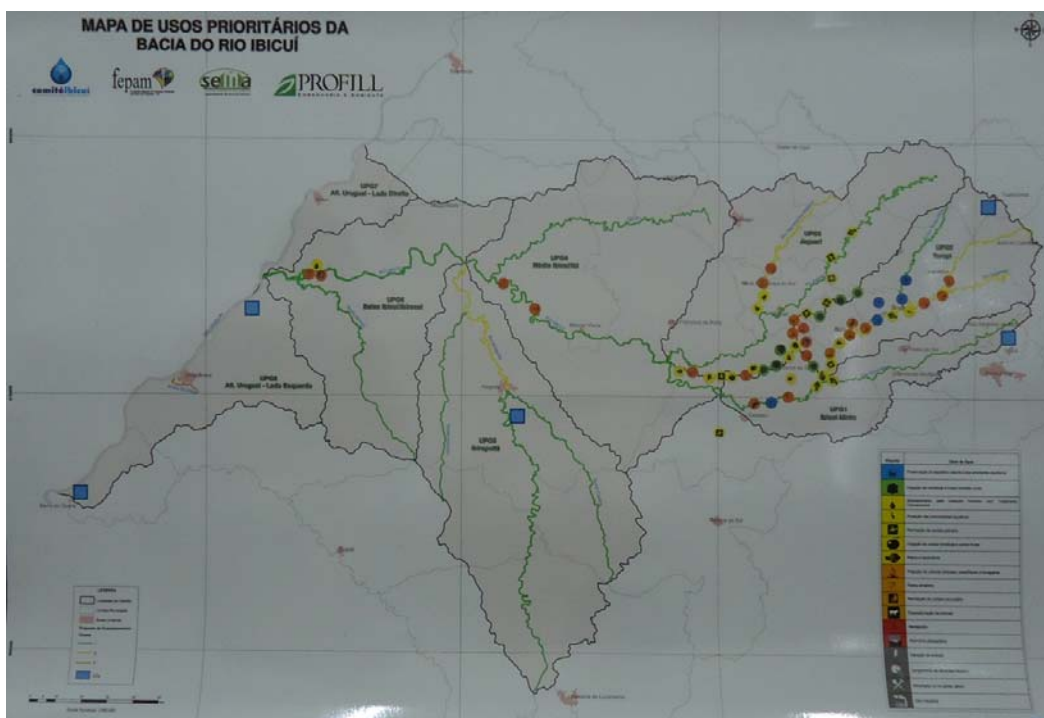
cada participante deveria escolher três usos da água distintos e colá-los onde desejava tais usos.

Mapas de Escolha de usos principais para a água (3 por participante).

São Pedro do Sul

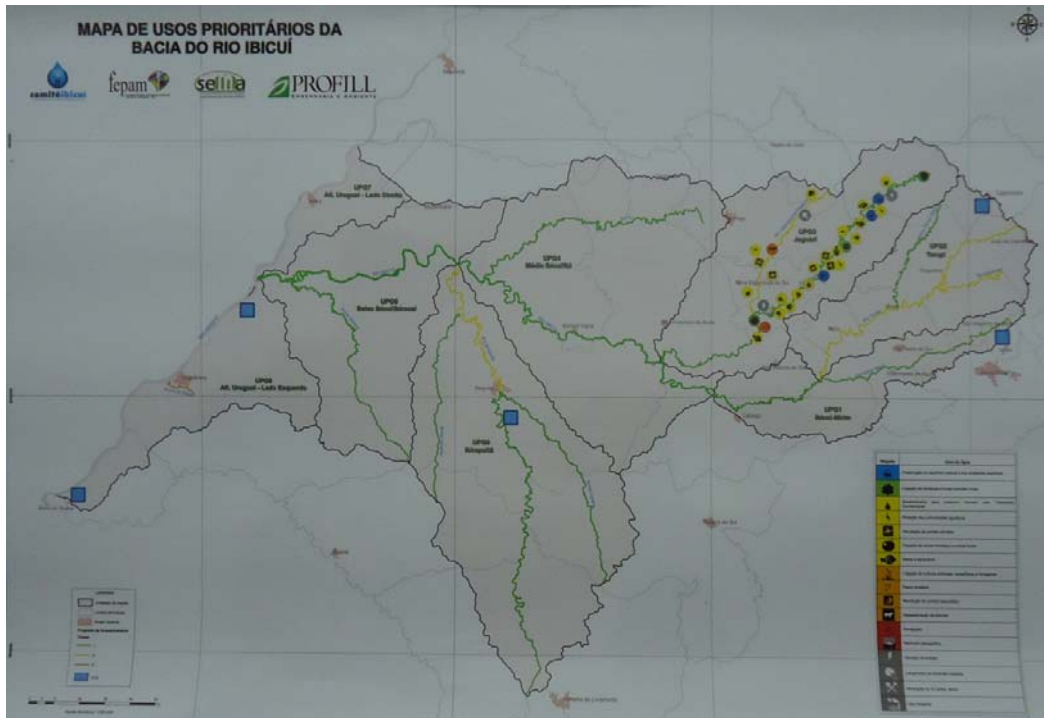


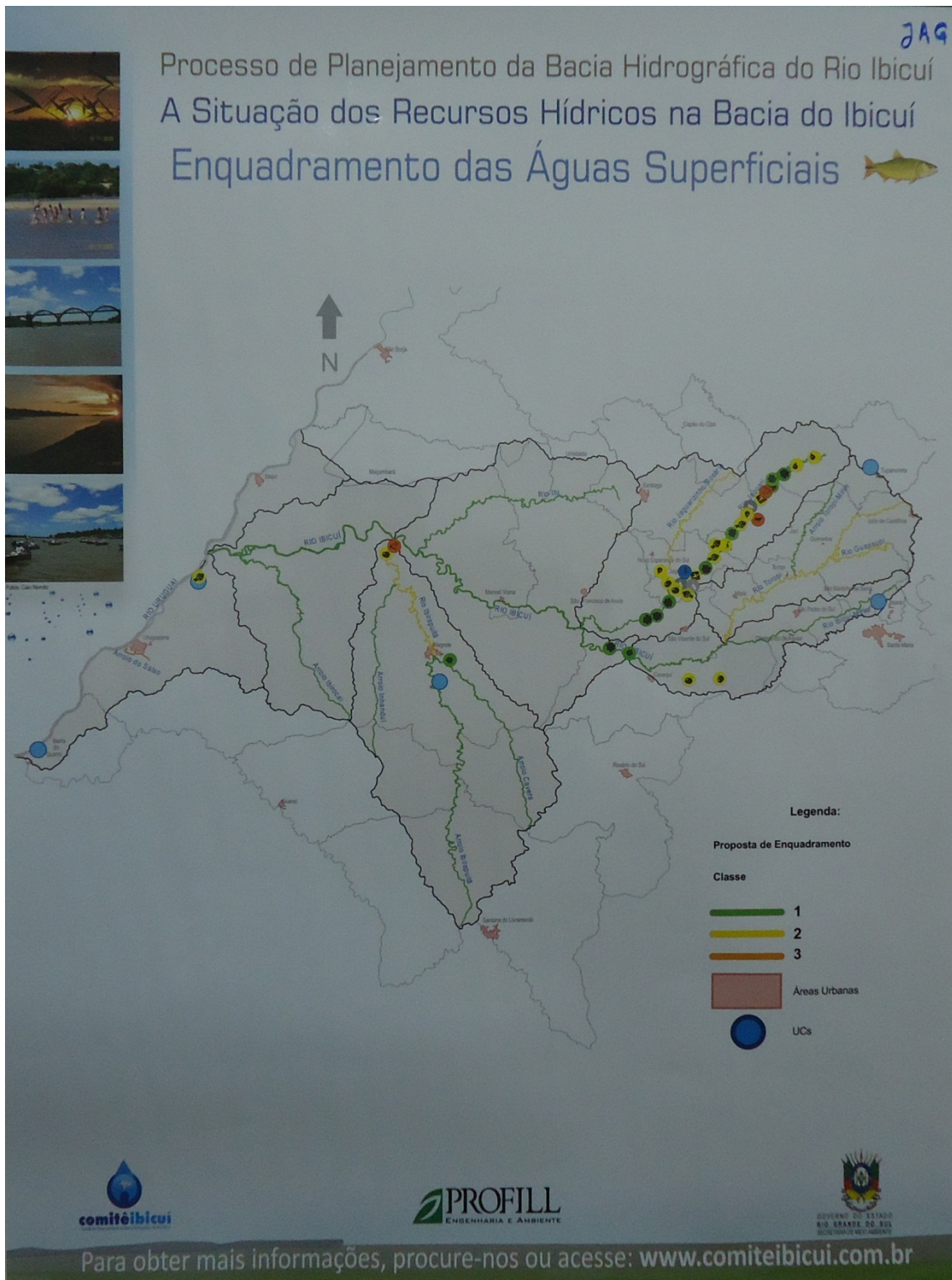
São Vicente do Sul



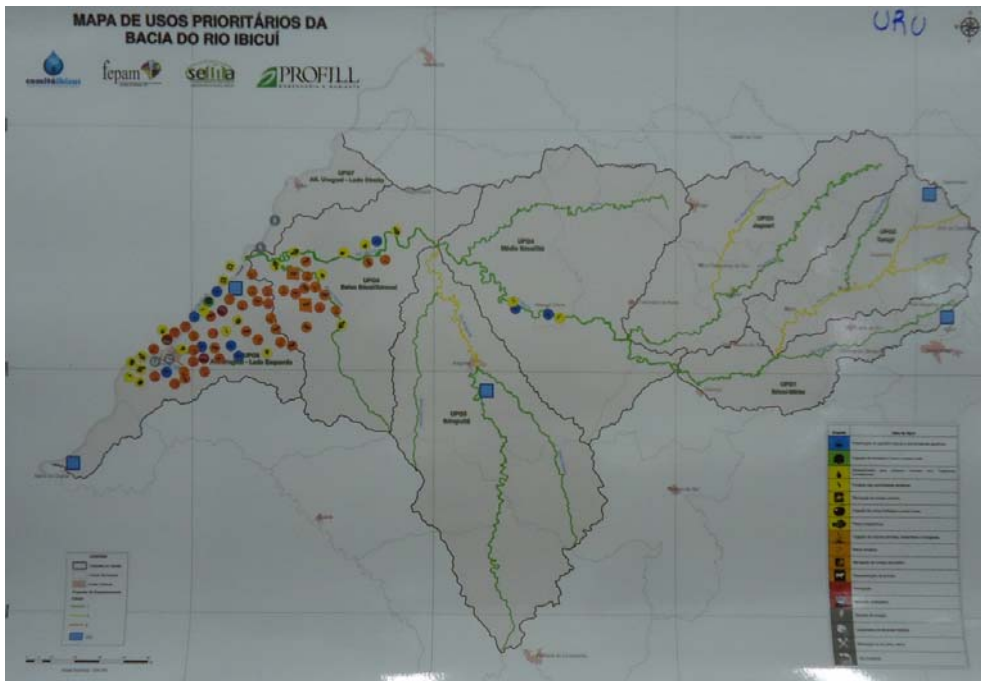
Jaguari

O segundo mapa refere-se a participação exclusiva das crianças presentes na reunião (alunos).





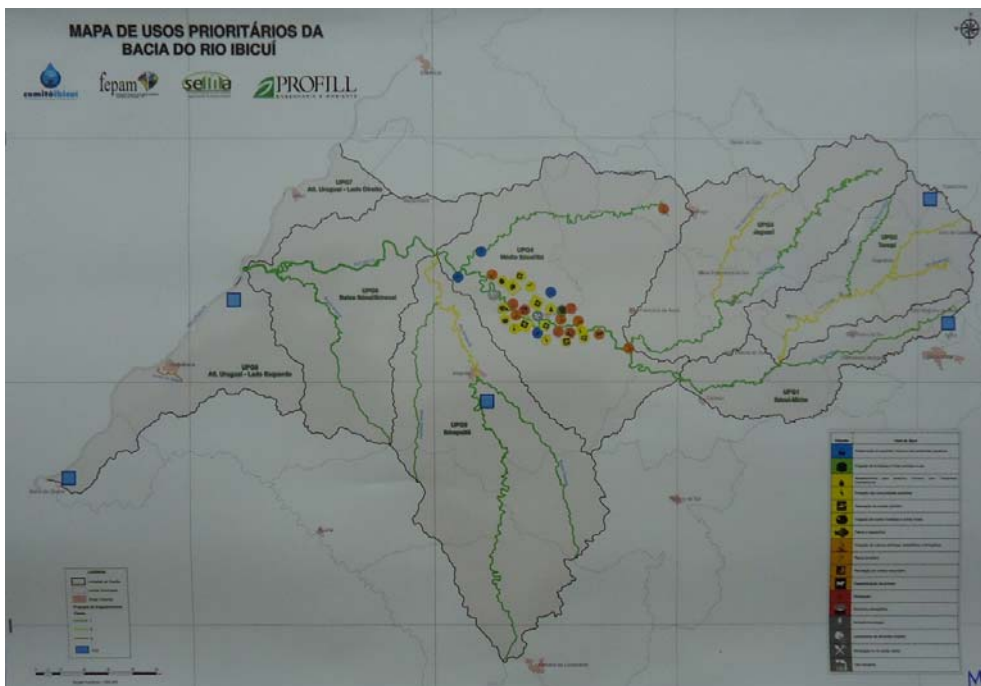
Uruguiana



Alegrete

Em Alegrete, face ao perfil do público participante (técnico e vinculado à área ambiental) optou-se por realizar a dinâmica apenas com o mapa de adequação da proposta de Enquadramento.

Manoel Viana



Mapas de Manutenção ou melhora do padrão de qualidade da água nos 4 trechos enquadrados fora da Classe 1.

São Pedro do Sul



São Vicente do Sul



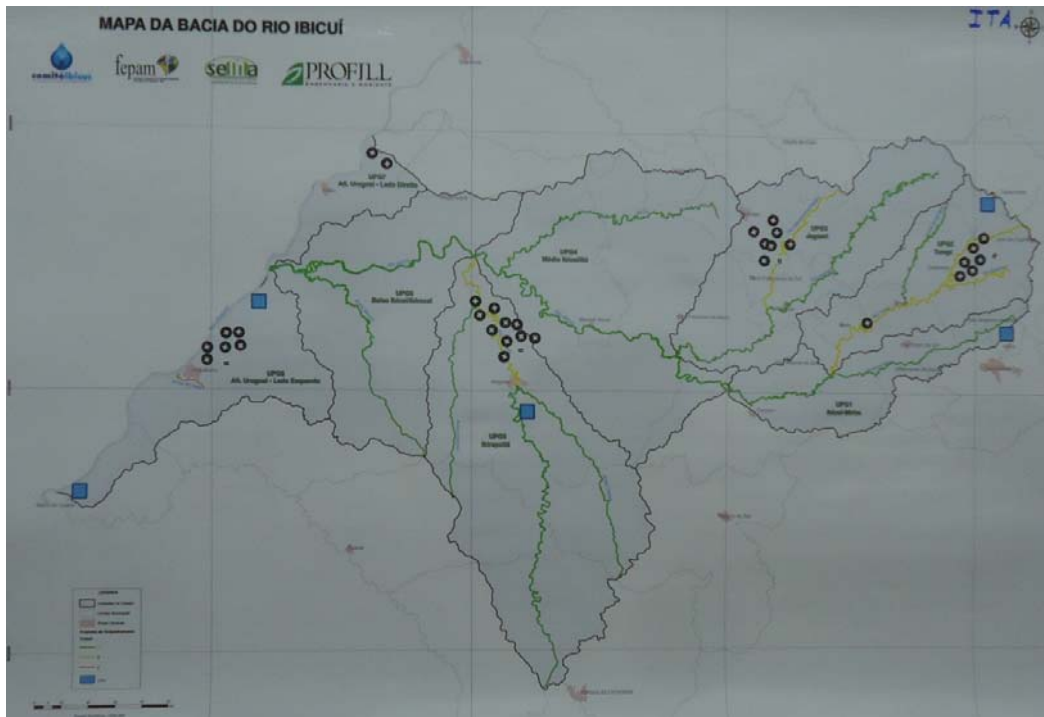
Jaguari



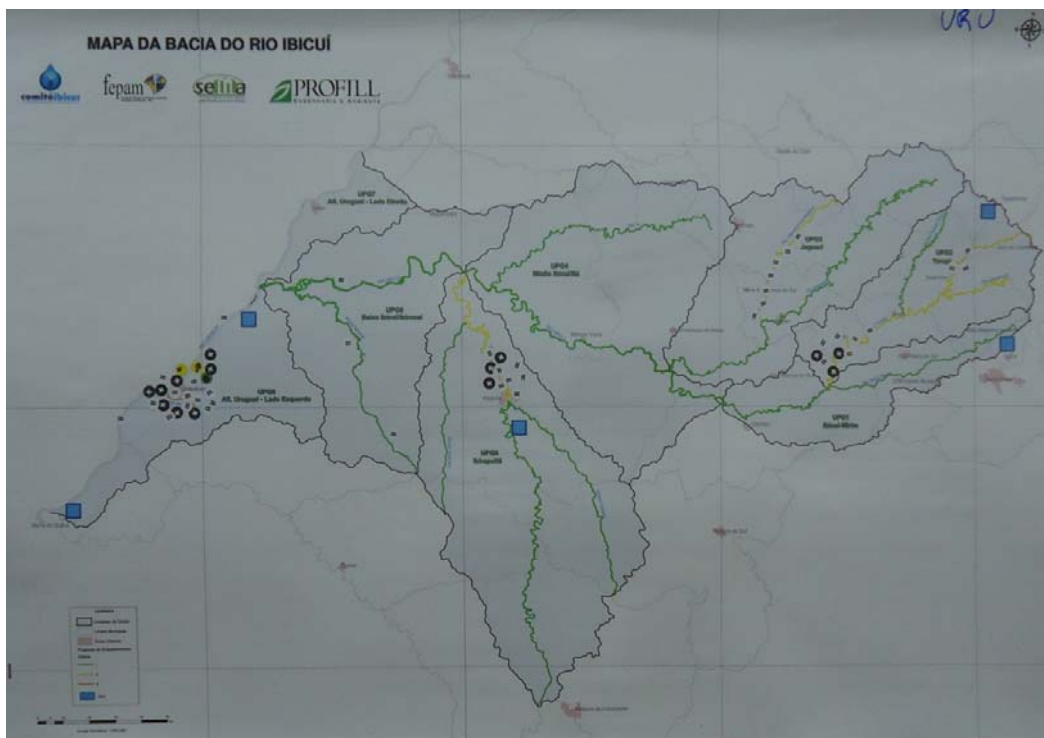
Santiago



Itaqui



Urugaiana



Alegrete



Manoel Viana



Avaliação dos Resultados da Dinâmica com os Mapas

Com o objetivo de avaliar os resultados da dinâmica participativa com os mapas, notadamente quanto à proposta de Enquadramento definida pelo Comitê, foi realizada uma reunião técnica específica, no dia 28 de setembro, na sede da Profill, conforme já comentado ao término do item 3.1.

A avaliação foi realizada com base na observação dos dois conjuntos de mapas, definindo-se a situação predominante através da percepção visual, tratando-se de uma técnica qualitativa. No entanto, face à multiplicidade e diversidade de usos (17) e à similaridade de situações comparativas, os resultados foram quantificados e tabulados, tanto por tipo de uso, como por local do evento e por curso de água.

Essa tabulação é apresentada nos quadros a seguir; inicialmente os resultados das manifestações quanto aos principais usos de água por evento. Na sequência os resultados são apresentados por curso de água e no último quadro são apresentadas as manifestações quanto à adequação da proposta de Enquadramento nos quatro cursos de água não enquadrados (propostos) em Classe 1: Toropi, Jaguarzinho/Rosário, Ibirapuitã e Salso.

Quadro 3.4 – Resultados das Manifestações sobre Usos de Água Desejados

Classe	Símbolo	Uso	São Pedro do Sul				São Vicente do Sul			Jaguari			Santiago			Itaqui			Uruguaiana			M. Viana		Total	%		
			1	2	5	8	1 e 2	4	6	3 (Jag)	3 (Ros)	Alunos	3 (Ros)	4 (Itu)	4 (Ibic)	4	6	7	4	6	8	4 (Ibic)	4 (Itu)				
Especial	o	Preservação do equilíbrio natural e dos ambientes aquáticos	2	1	0	1	5	0	0	3	0	1	5	1	1	0	1	1	2	1	6	3	1	35	9,1%	35	9,1%
1	n	Irrigação de hortaliças e frutas comidas cruas	4	3	1	1	7	0	0	3	0	11	1	5	0	0	2	2	0	0	1	1	0	42	11,0%	42	11,0%
2	q	Abastecimento para consumo humano com Tratamento Convencional	5	3	1	1	7	0	1	6	2	4	4	3	0	0	1	0	3	3	1	0	45	11,7%	162	42,3%	
	S	Proteção das comunidades aquáticas	1	5	0	0	1	0	0	3	1	1	3	0	0	0	1	2	0	3	4	0	25	6,5%			
	r	Recreação de contato primário	0	2	0	1	7	0	0	3	2	2	1	0	1	3	3	0	0	2	6	0	34	8,9%			
	n	Irrigação de outras hortaliças e outras frutas	2	1	0	0	3	0	0	1	1	5	2	0	0	1	0	0	0	3	3	0	22	5,7%			
	-	Pesca e aquicultura	1	4	0	0	5	0	0	4	0	5	3	0	2	1	0	4	0	4	2	1	0	36			9,4%
3	\	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	2	5	0	1	11	1	0	0	0	0	1	1	0	0	4	4	0	6	16	6	1	59	15,4%	114	29,8%
	-	Pesca amadora	1	1	0	0	4	1	1	1	0	2	0	2	0	0	2	0	0	4	2	0	21	5,5%			
	¥	Recreação de contato secundário	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	4	1,0%			
	🐄	Dessedentação de animais	3	2	1	0	2	0	0	0	1	1	3	0	0	0	1	0	7	8	1	0	30	7,8%			
4	0	Navegação	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	4	1,0%	8	2,1%	
	🏞️	Harmonia paisagística	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	4	1,0%			
	d	Geração de energia	0	2	0	0	0	0	0	2	0	3	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	9	2,3%	22	5,7%	
	T	Lançamento de efluentes tratados	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0,8%			
	B	Mineração no rio (areia, seixo)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	1	0	0	0	2	0	7	1,8%			
	R	Uso industrial	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	3	0,8%			
TOTAL			21	29	5	5	53	2	3	26	8	35	23	16	8	3	11	21	4	23	53	32	2	383			
Percentil 80%			16,8	23,2	4	4	42,4	1,6	2,4	20,8	6,4	28	18,4	12,8	6,4	2,4	8,8	16,8	3,2	18,4	42,4	25,6	1,6				
Classe Especial			2	1	0	1	5	0	0	3	0	1	5	1	1	0	1	1	2	1	6	3	1				
Classe 1			4	3	1	1	7	0	0	3	0	11	1	5	0	0	2	2	0	0	1	1	0				
Classe 2			9	15	1	2	23	0	1	17	6	17	13	3	3	2	3	10	2	7	13	15	0				
Classe 3			6	8	1	1	18	2	2	1	1	3	4	3	0	0	4	7	0	13	28	11	1				
Classe 4			0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3	1	0	1	1	0	0	0	0				
			60				58			69			47			35			80			34					
			383																								

Os valores indicam a quantidade de manifestações (etiquetas) para cada uso da água. E os números abaixo dos locais indicam as UPG's (Unidades de Planejamento e Gestão) nas quais foram expressas as manifestações. Os círculos vermelhos evidenciam os usos mais escolhidos. Os cinco usos mais escolhidos foram: irrigação de cerealíferas e forrageiras (arroz) com 15,4%; abastecimento para consumo humano com tratamento convencional com 11,7%; irrigação de hortaliças e frutas consumidas cruas com 11%; pesca e aquicultura com 9,4%; e preservação do equilíbrio natural e dos ambientes aquáticos com 9,1%. Somente esses cinco usos concentraram 56,6% do total de manifestações. E a irrigação (os três tipos definidos) concentram 32,1%, ou seja um terço das manifestações.

Os usos relativos à Classe 2 apresentaram, em conjunto, maior número de manifestações, 42,3% do total, enquanto os da Classe 3 apareceram em segundo lugar com 29,8%. Os usos relativos a essas duas Classes resultaram em 72,1% do total de manifestações. Observa-se, assim, uma predominância dos usos relativos às Classes 2 e 3.

Quadro 3.5 – Resultados por Curso de Água sobre os Usos da Água Desejados

Classe	Símbolo	Uso	Ibicui-M	Toropi	Rosario	Jaguari	Itu	Ibicui	Ibirapuitã	Ibicui	Urug. MD	Urug. ME
			1	2	3	3	4	4	5	6	7	8
Especial	o	Preservação do equilíbrio natural e dos ambientes aquáticos	2	6	5	4	2	6	0	2	1	7
1	n	Irrigação de hortaliças e frutas comidas cruas	4	10	1	14	5	1	1	2	2	2
2	q	Abastecimento para consumo humano com Tratamento Convencional	5	10	6	10	3	1	1	4	1	4
	S	Proteção das comunidades aquáticas	1	6	4	4	0	6	0	0	1	3
	r	Recreação de contato primário	0	9	3	5	0	8	0	3	3	3
	n	Irrigação de outras hortaliças e outras frutas	2	4	3	6	0	3	0	0	1	3
3	-	Pesca e aquicultura	1	9	3	9	0	4	0	4	4	2
	\	Irrigação de culturas arbóreas, cerealíferas e forrageiras	2	16	1	0	2	7	0	10	4	17
	-	Pesca amadora	1	4	0	3	2	3	0	1	2	4
	¥	Recreação de contato secundário	0	1	0	0	0	2	0	1	0	0
4	☠	Dessedentação de animais	3	4	4	1	0	1	1	7	1	8
	0	Navegação	0	0	0	0	2	1	0	0	1	0
	☁	Harmonia paisagística	0	0	0	0	0	0	1	0	0	3
	d	Geração de energia	0	2	0	5	0	0	0	2	0	0
	T	Lançamento de efluentes tratados	0	0	1	0	1	0	1	0	0	0
	B	Mineração no rio (areia, seixo)	0	0	0	0	0	6	0	1	0	0
	R	Uso industrial	0	0	0	0	1	0	0	0	0	2
TOTAL			21	81	31	61	18	49	5	37	21	58
Percentil 80%			16,8	64,8	24,8	48,8	14,4	39,2	4	29,6	16,8	46,4
Classe Especial			2	6	5	4	2	6	0	2	1	7
Classe 1			4	10	1	14	5	1	1	2	2	2
Classe 2			9	38	19	34	3	22	1	11	10	15
Classe 3			6	26	5	4	4	13	1	19	7	29
Classe 4			0	0	0	0	2	1	1	0	1	2
Classificação Final			(2)	(2)	(2)	1	(1)	(2)	1	2	(2)	2
			3	3	3	(2)	2	3	2	(3)	3	(3)
							3					

Ibicui-Mirim (UPG 1)	Classe 2
Toropi (UPG 2)	Classe 2
Jaguari (UPG 3)	Classe 2
Jaguarzinho/Rosário (UPG 3)	Classe 2
Itu (UPG 4)	Classe 1
Ibicui (UPG 4)	Classe 2
Ibirapuitã (UPG 5)	Classes 1/2
Ibicui (UPG 6)	Classe 3
Afl. Uruguai M.D. (UPG 7)	Classe 2
Afl. Uruguai M.E. (UPG 8)	Classe 3

No quadro anterior, as manifestações foram agrupadas por curso de água, independente do evento. Aplicando-se o percentil 80%, foram selecionadas as Classes nas quais sem enquadravam os usos da água com maior número de manifestações.

Ao final do quadro, apresenta-se uma relação com os cursos de água e as respectivas Classes de Uso predominantes, conforme a contabilidade das manifestações. Nos casos em que duas Classes integraram o percentil 80%, optou-se pela representativa dos usos mais exigentes.

Quadro 3.6 – Manifestações sobre a adequação da proposta de Enquadramento

Locais	Cursos de água					Total	
	Toropi	Jaguarizinho	Ibirapuitã	Salso	Total		
São Pedro do Sul	11	8	7	5	31	71	
	11	9	9	11	40		
São Vicente do Sul	11	4	12	0	27	38	
	2	1	0	8	11		
Jaguari	1	1	2	0	4	24	
	4	6	3	7	20		
Santiago	1	3	0	0	4	36	
	6	13	7	6	32		
Itaqui	1	1	1	1	4	34	
	7	7	10	6	30		
Uruguaiana	9	7	7	12	35	49	
	3	0	3	8	14		
Alegrete	3	5	4	2	14	35	
	5	3	7	6	21		
M. Viana	2	1	0	0	3	32	
	7	7	10	5	29		
Total	39	30	33	20	122	319	
	45	46	49	57	197		
	84	76	82	77	319		

Obs.: Cor verde significa manter a proposta de Enquadramento; cor azul significa melhorar a proposta de Enquadramento.

Após analisar os mapas e considerar os quadros que contabilizaram as manifestações, foi possível concluir:

1. Inicialmente, foram analisados os oito mapas contendo as manifestações relativas à adequação da proposta de Enquadramento nos quatro trechos fora da Classe 1: rio Toropi; rio Jaguarizinho/Rosário; rio Ibirapuitã (a jusante da cidade de Alegrete) e arroio do Salso (cidade de Uruguaiana). As manifestações foram de duas formas: manter a proposta do Comitê ou melhorar a condição de qualidade. Em termos gerais observou-se a predominância do desejo de melhoria (62% das 319 manifestações). Também para cada um dos quatro trechos, prevaleceu esse desejo, com destaque para o arroio Salso, Jaguarizinho/Rosário e Ibirapuitã. Mas ao considerar a manifestação local em cada caso, observa-se que no Toropi e no

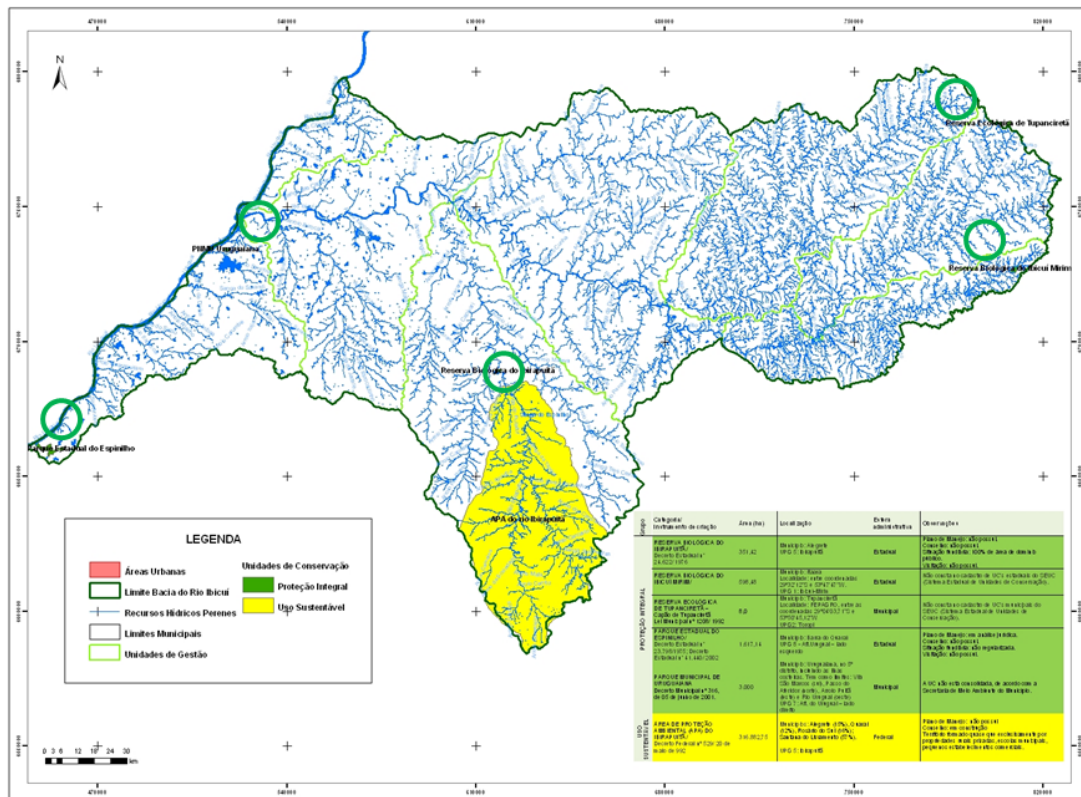
Salso essa tendência não se mantém (ou seja, as comunidades locais entendem como adequada a proposta do Comitê).

- Observando os mapas com as manifestações relativas aos principais usos da água pretendidos na Bacia, observa-se que de forma geral, a proposta de Enquadramento do Comitê atende às Classes de Uso exigidas pelos usos predominantes. Em termos gerais, foram contabilizadas 383 manifestações (etiquetas adesivas) abrangendo todos os 17 usos relacionados. A irrigação de arroz foi a predominante (15% das manifestações), seguida do abastecimento com tratamento convencional, irrigação de hortaliças e frutas comidas cruas e pesca/aquicultura (nesse conjunto atinge-se aproximadamente 40% das manifestações). Esses quatro usos indicam, respectivamente, as Classes 3, 2, 1 e 2. Analisando as manifestações por curso de água (nos diversos mapas), chega-se a seguinte conclusão:

Curso de Água	UPG	Classe da Prop. Enquadramento	Classes da Dinâmica Social	Compatibilidade
Ibicuí-Mirim	1	1	2 e 3	✓
Toropi	2	2	2 e 3	✓
Jaguari	3	1	2 e 1	✓
Jaguarzinho/Rosário	3	2	2 e 3	✓
Itú	4	1	1 e 3	✓
Ibicuí	4	1	2 e 3	✓
Ibirapuitã	5	1 e 2	1 e 2	✓
Ibicuí	6	1	3 e 2	✓
Afl. Uruguai - M.D.	7	-	2 e 3	✓
Afl. Uruguai - M.E.	8	-	3 e 2	✓
		Salso - Classe 3		

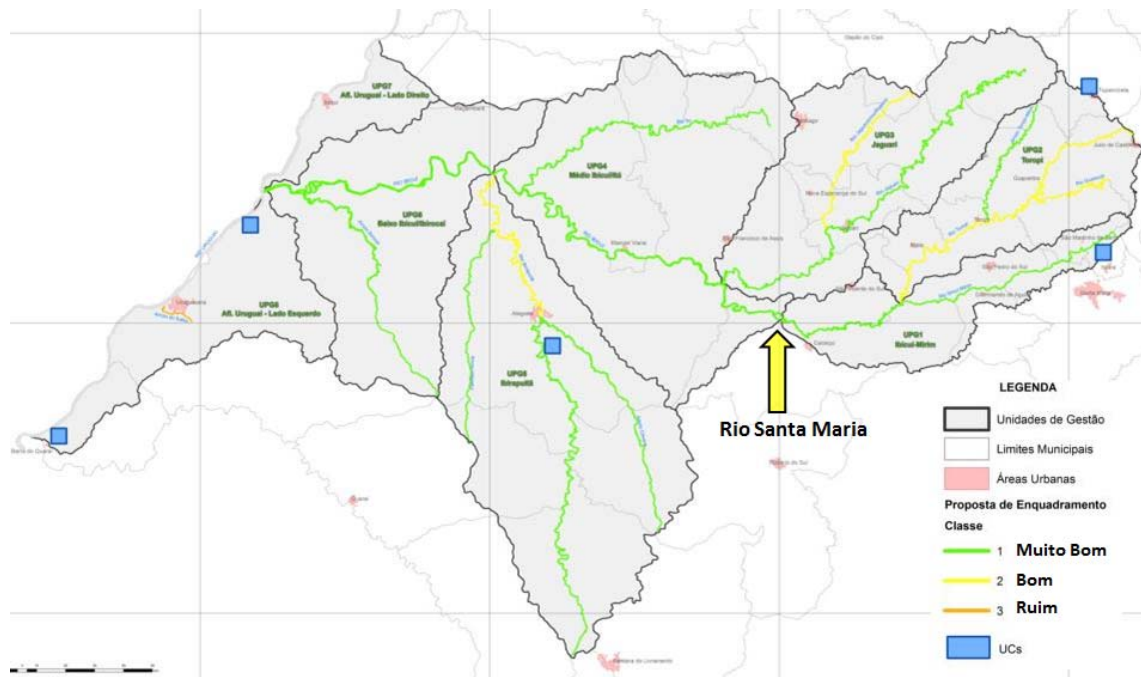
- Observaram-se manifestações relativas à “preservação do equilíbrio natural e dos ambientes aquáticos” (Classe Especial) em praticamente todos os cursos de água da Bacia, alguns em quantidade relativa (Toropi e Ibicuí). No entanto, no entendimento dos técnicos, talvez a similaridade com o uso “proteção de comunidades aquáticas” possa ter provocado uma escolha trocada, o que poderia indicar que parcela dessas manifestações indicariam a necessidade de Classe 2 e não Especial.
- Com base nesta avaliação técnica, entende-se que a proposta de Enquadramento do Comitê está adequada à manifestação da sociedade da Bacia. No entanto, há uma nítida tendência pela melhora geral das condições de qualidade da água nos quatro cursos de água destacados (Toropi, Jaguarzinho/Rosário, Ibirapuitã e Salso). Essa possibilidade será verificada através da aplicação de modelagem da qualidade da água, com base nas necessidades de remoção de carga orgânica dos esgotos domésticos e das intervenções programadas para tanto. Essa modelagem poderá mostrar os horizontes em que serão atingidos os objetivos (Enquadramento), bem como os horizontes e metas intermediárias.
- O Comitê deverá explicitar, na sua proposta final de Enquadramento, a necessidade de Classe Especial nos cursos de água localizados nas Unidades de

Conservação de proteção integral na Bacia (em número de cinco, localizadas nos mapas).



6. Os cursos de água das UPG's 7 e 8 (afluentas do rio Uruguai, M.D. e M.E.) não serão objeto de Enquadramento, exceto o arroio do Salso, pois carecem de monitoramento.

Assim, sendo, a proposta de Enquadramento do Comitê Ibicuí mantém-se válida conforme apresentada a seguir:



No entanto, após as simulações com o modelo de qualidade de água (capítulo 4), poderão ser propostas alternativas para os horizontes temporais intermediários e para as metas, relativamente aos quatro trechos não enquadrados em Classe 1, inclusive alterando essa proposta original.

4. CENÁRIOS INTERMEDIÁRIOS DE ENQUADRAMENTO

Neste capítulo são apresentados os resultados relativos à configuração dos cenários intermediários de Enquadramento (objeto da Atividade B4). O cenário de Enquadramento (Atividade B2) definiu os objetivos futuros que, em alguns casos (trechos), resultou em uma considerável “distância” entre a situação atual e a pretendida no futuro, com relação à qualidade das águas superficiais da Bacia.

Com vistas a atender à Resolução CONAMA 357/05, foram estudadas metas intermediárias, entre a situação atual e o futuro desejado, possibilitando garantir uma progressividade à melhoria da qualidade das águas superficiais, no horizonte de enarização (20 anos). Preliminarmente, foram adotados marcos temporais intermediários de 5 e 10 anos, nos quais deverão ser alcançadas tais metas (mas cada caso indicou uma necessidade temporal diferente).

Os cenários intermediários foram determinados através da aplicação de um modelo de simulação da qualidade das águas superficiais, cuja descrição técnica é apresentada no último capítulo deste relatório.

Tendo em vista a situação atual das águas na Bacia do Rio Ibicuí, predominantemente em Classe 1, os trechos enquadrados nessa Classe foram dispensados de simulação. Assim sendo, somente para os trechos em que a situação atual diverge da proposta de Enquadramento é que foram concentrados os esforços de análise. É importante destacar que o modelo simulou as condições de qualidade para toda a rede hidrográfica considerada neste processo, mas que somente para os referidos trechos de interesse foi realizada análise técnica mais detalhada.

A simulação foi focada, então, nos cursos de água que não foram enquadrados em Classe 1:

- ✓ Rio Toropi (enquadrado em Classe 2),
- ✓ Rio Jaguarzinho/Rosário (enquadrado em Classe 2) e
- ✓ Rio Ibirapuitã, a jusante da cidade de Alegrete (enquadrado em Classe 2).

Vale comentar que o arroio do Salso (junto à cidade de Uruguaiiana), classificado em Classe 3/4 conforme o monitoramento e a modelagem para situação atual e Enquadrado em Classe 3, não foi simulado por se tratar de uma drenagem urbana, de pequeno porte, sem dimensões e características que possibilitassem a geração de vazões pelo modelo hidrológico adotado. Também entende-se que, por se tratar de uma drenagem predominante da zona urbana de Uruguaiiana (contribuições pluvial e cloacal), dificilmente haverá condições de melhorar as condições de qualidade, acima da Classe 3, mesmo com a ampliação do sistema de coleta e tratamento de esgotos. Recomenda-se, inclusive, a realização de monitoramento quali-quantitativo com vistas a possibilitar o futuro acompanhamento da qualidade das suas águas, principalmente considerando a ampliação da rede de coleta e tratamento de esgotos da cidade.

Assim, utilizou-se a simulação para verificar o esforço, em termos de remoção de carga poluente, para atingir a própria classe de enquadramento (Classe 2) e para atingir a Classe 1, nos três cursos de água referidos. Esse esforço, escalonado no tempo, consistiu nas metas intermediárias.

O modelo de simulação, conforme comentado no Anexo, considerou as **cargas concentradas** (esgotos das cidades) e **difusas** (cargas das áreas rurais).

Dos cinco parâmetros simulados (DBO, OD, Coliformes, Nitrogênio e Fósforo), apenas três foram considerados (DBO, Coliformes e Fósforo), visto que os outros dois já se encontravam em condições mais favoráveis e não serviram para indicar o esforço de remoção de carga poluente para a melhoria da qualidade.

O principal fator de degradação desses três cursos de água são os lançamentos dos efluentes (esgotos) urbanos. No rio Toropi lançam efluentes as cidades de Tupaciretã (parte) e Júlio de Castilhos (parte). No rio Jaguarzinho-Rosário lança efluentes a cidade de Santiago (parte). E no rio Ibirapuitã lança efluentes a cidade de Alegrete.

Para essas quatro cidades, as populações urbanas situadas na Bacia do Rio Ibicuí, são apresentadas no Quadro a seguir.

Quadro 4.1 – Populações Urbanas na Bacia do Rio Ibicuí (municípios de interesse)

Município	População Urbana na Bacia (hab.)	Serviço de Abast. Água	Serviço de Col./Trat. Esgoto
Alegrete	69.611	CORSAN	CORSAN
Santiago	44.746	CORSAN	Prefeitura/CORSAN
Júlio de Castilhos	10.828	Prefeitura/CORSAN	Prefeitura/CORSAN
Tupaciretã	10.841	Prefeitura	Prefeitura
Total	136.026		

Prefeitura/CORSAN – contratos em negociação.

A população urbana das quatro cidades de interesse representam, em conjunto, cerca de 40% da população urbana total residente na Bacia do Rio Ibicuí, o que mostra a significância dessas cargas lançadas. Se for considerada ainda a população de Uruguaiana, esse percentual sobe para 74% do total da Bacia.

Os resultados da simulação estão apresentados no capítulo dos anexos, mas os mapas a seguir ilustram a situação atual para os três parâmetros considerados em termos de Classes, para a rede hidrográfica definida com vistas ao Enquadramento.

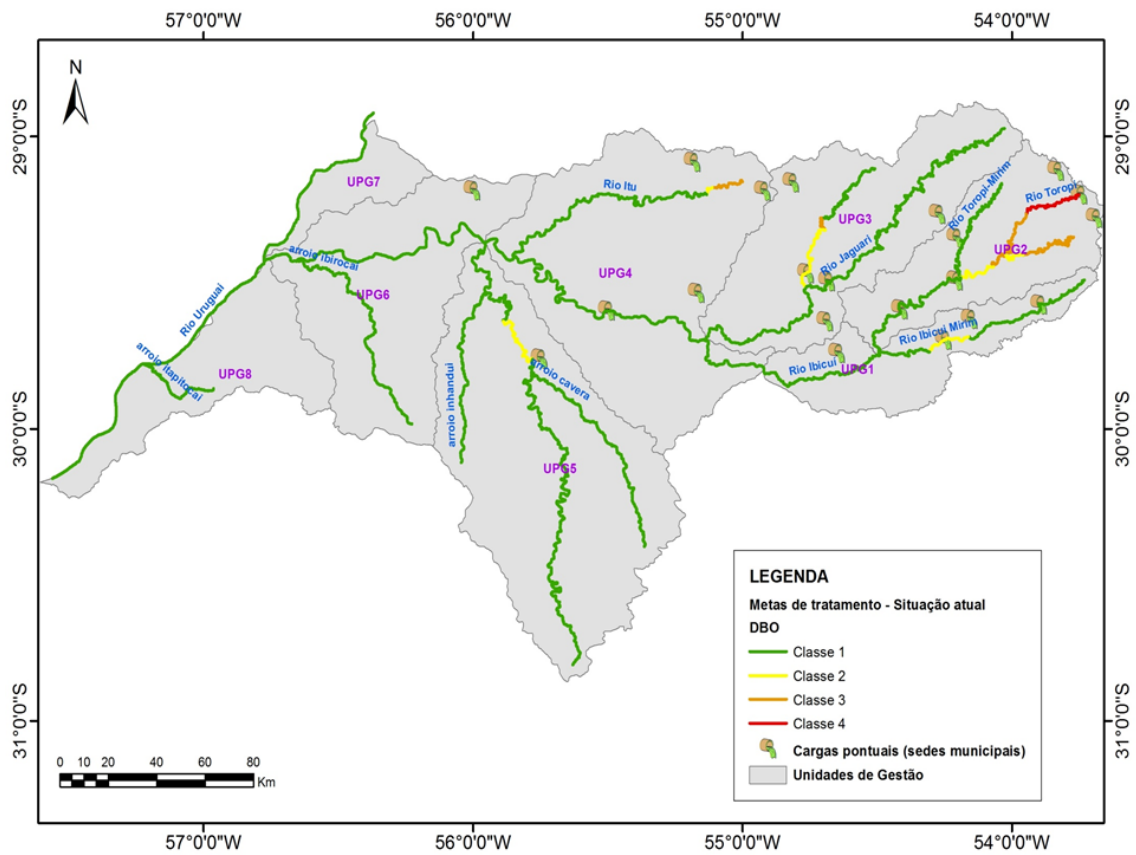


Figura 4.1 – Situação Atual em termos de Classes para DBO

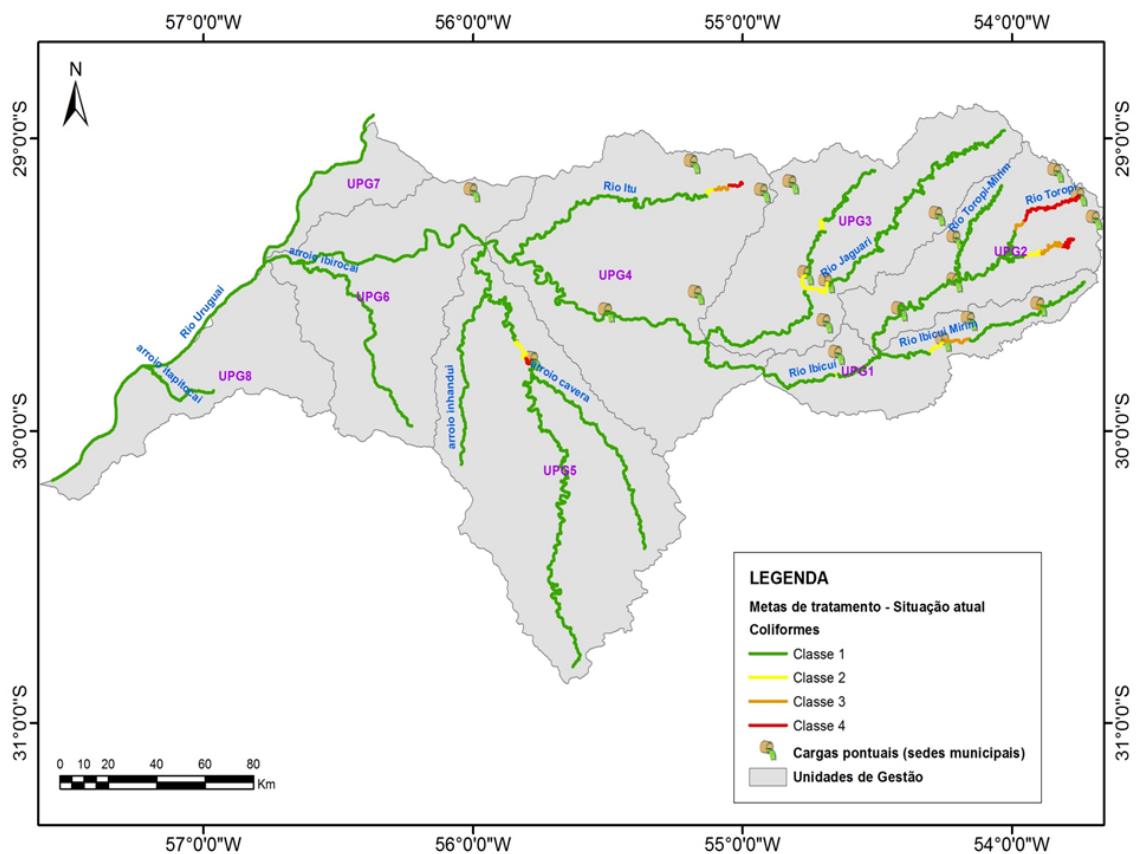


Figura 4.2 – Situação Atual em termos de Classes para Coliformes Fecais

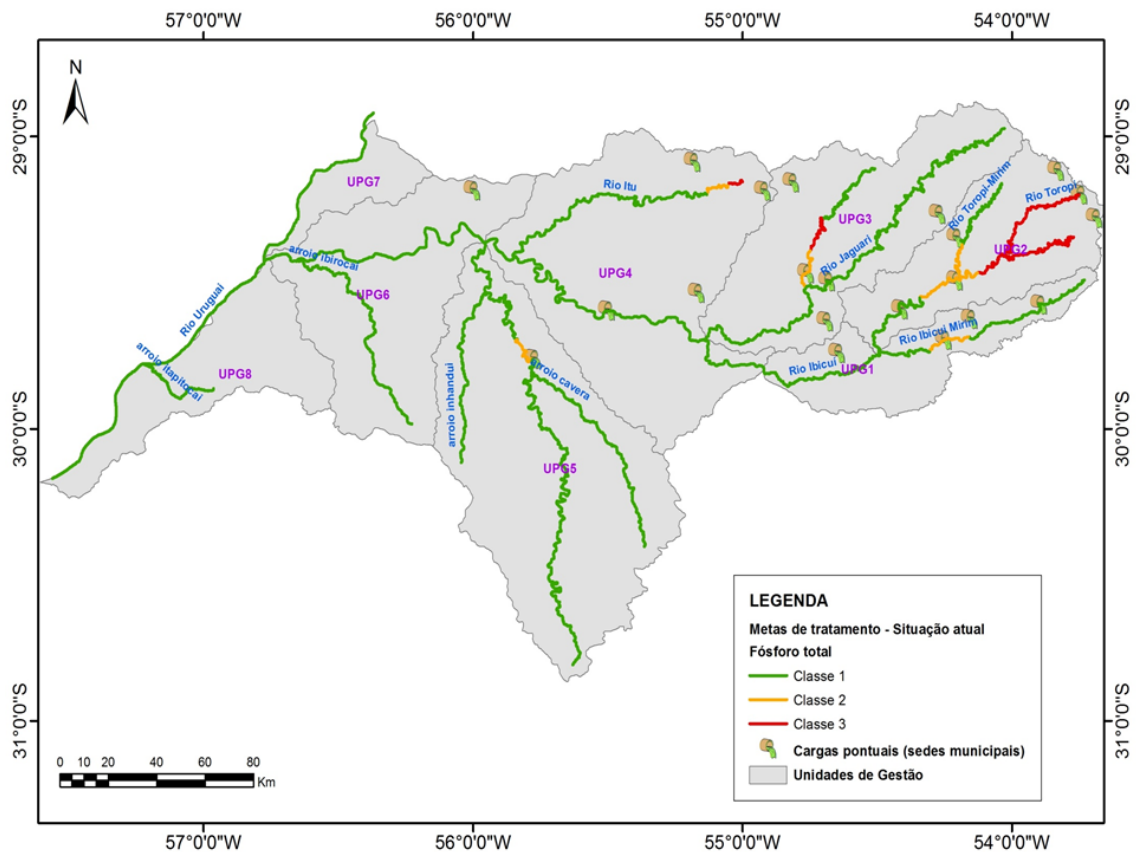


Figura 4.3 – Situação Atual em termos de Classes para Fósforo

O mapa a seguir, por sua vez, mostra a situação atual da qualidade das águas superficiais (classificadas em Classes de Uso), segundo o monitoramento realizado em dez locais na Bacia do Rio Ibicuí.

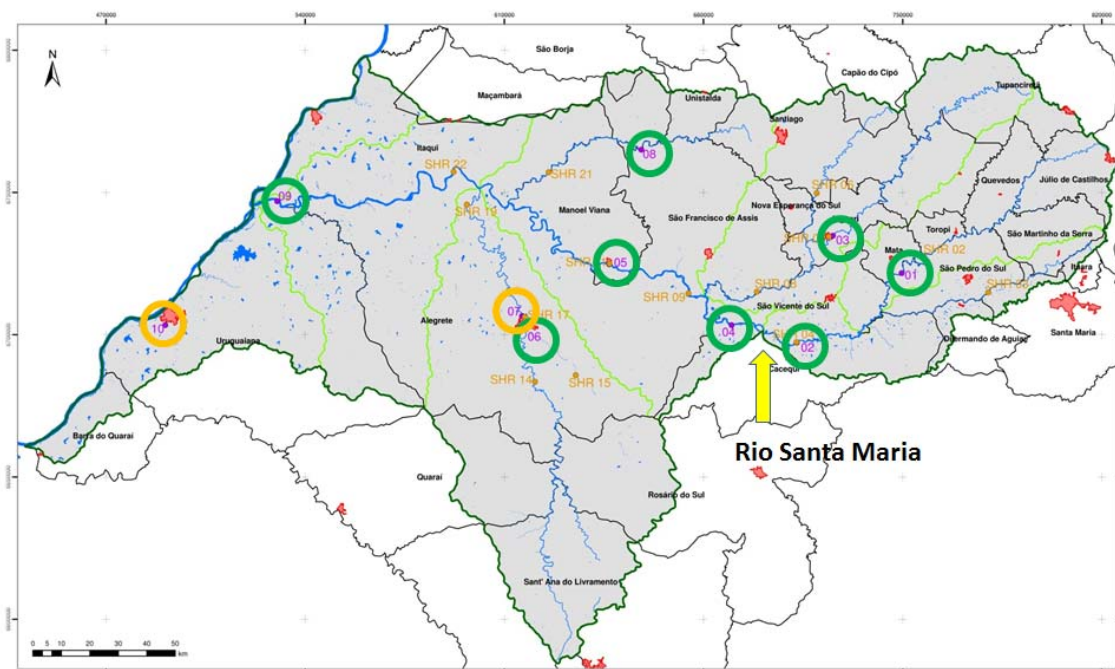


Figura 4.4 – Mapa da Situação Atual das Águas Superficiais (Monitoramento)

O Quadro a seguir sintetiza os resultados da modelagem (anexos) para os três cursos de água de interesse e para os três parâmetros considerados. Inicialmente mostra para cada curso de água a situação atual (resultado da modelagem e do monitoramento – 2 campanhas). Na sequência apresenta a proposta de Enquadramento que é igual para os três cursos de água: Classe 2. Observa-se, então, que há uma “distância”, em termos de Classes de Uso, diferente entre a situação atual e o objetivo (proposta de Enquadramento), para cada curso de água: maior no Toropi e Jaguarizinho/Rosário e menor no caso do Ibirapuitã. As colunas 4, 5 e 6 (na cor amarela) indicam os esforços de remoção percentual da carga atual lançada para atingir a Classe 2 (que é a meta de Enquadramento). As colunas 7, 8 e 9 (cor verde) indicam os esforços de remoção percentual da carga atual lançada para atingir a Classe 1.

Quadro 4.2 – Resultados da simulação da qualidade das águas nos rios Toropi, Jaguarizinho/Rosário e Ibirapuitã

Curso de Água	Situação Atual (Monit. + Modelagem)	Proposta de Enquadramento	Redução % para Classe 2			Redução % para Classe 1			Prazo (anos)		Cidades Contribuintes
			DBO	Colif.	Fosf.	DBO	Colif.	Fosf.	Cl. 2	Cl. 1	
Toropi	4 a 3	Classe 2	70	80	50	95	99	80	20	>20	J. de Castilhos e Tupanciretã
Jaguarizinho/Rosário	4 a 3	Classe 2	30	20	40	80	70	50	10	20	Santiago
Ibirapuitã (a jusante de Alegrete)	3	Classe 2	30	30	10	60	50	10	5	20	Alegrete



A coluna 10 (cor amarela) indica o prazo previsto para atingir o esforço de remoção de carga poluente, necessário para atingir a Classe 2. Já a coluna 11 (cor verde) indica o prazo previsto para atingir o esforço de remoção de carga poluente, necessário para atingir a Classe 1. Por fim, a última coluna da direita (12) informa quais as áreas urbanas lançam efluentes no respectivo curso de água.

Observa-se que o esforço para atingir a Classe 2 é elevado no caso do rio Toropi, mas relativamente limitado no caso do Jaguarizinho/Rosário e Ibirapuitã. Desta forma, tornou-se atrativo verificar o grau de esforço para avançar na melhoria da qualidade das águas, além do originalmente proposto. Para atingir Classe 1, a remoção das cargas poluentes lançadas no rio Toropi torna-se muito elevada, praticamente inviabilizando essa possibilidade. Para atingir a Classe 1 no rio Jaguarizinho/Rosário, o esforço é elevado, mas viável e factível. Já para o caso do rio Ibirapuitã esse esforço apresenta grande viabilidade.

Os projetos de implantação ou ampliação das redes de coleta e estações de tratamento de esgotos dessas quatro cidades foram analisados a partir de informações existentes e disponíveis. Observando os questionários municipais, recebidos no segundo semestre de 2010, durante a fase de diagnóstico do Plano Ibicuí, e agregando informações obtidas diretamente com as prefeituras municipais e com a CORSAN em novembro de 2011, tem-se as seguintes situações:

Santiago – informações da Secretaria de Meio Ambiente:

O serviço de esgotamento sanitário era de responsabilidade da prefeitura municipal (até 2010), mas já existe contrato firmado com a CORSAN (2011). Existe rede coletora com separador absoluto em três bairros, no restante é com o pluvial. Há uma ETE no bairro Ana Bonato e o percentual da população urbana atendida pelo tratamento é de 8%. Há previsão de ampliação ou melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos, atingindo toda a área urbana em um prazo de 20 a 30 anos, a ser estabelecido no Plano Municipal de Saneamento.

Alegrete – informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e da CORSAN:

O serviço de esgotamento sanitário é de responsabilidade da CORSAN, existindo rede coletora com separador absoluto e mista. A rede atende 22% da população urbana. Há tratamento através de lagoas de decantação, com lançamento no arroio Jararaca. A parcela do esgoto não tratado é lançada no rio Ibirapuitã. Conforme informações da CORSAN o sistema de coleta e tratamento de esgotos será ampliado para atender **47%** da população nos próximos **3 anos**. Até o final da concessão (25 anos) a meta é universalizar o serviço. A eficiência do tratamento é de 90% (remoção da carga orgânica – lagoas anaeróbicas).

Júlio de Castilhos – informações da Secretaria Municipal de Obras:

O serviço de esgotamento sanitário é de responsabilidade da prefeitura municipal, mas que não realiza ação específica. A rede é mista, junto com pluvial. Não há coleta nem tratamento específico de esgotos. Há previsão de ampliação ou melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos, através de concessão com a CORSAN. O Plano Municipal de Saneamento está em estágio inicial e não há metas definidas para o tratamento de esgotos.

Tupanciretã – informações da Secretaria Municipal de Meio Ambiente:

O município não tem serviço de tratamento de esgoto, só fossa séptica com filtro. Não foi informado se há previsão de ampliação ou melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos. O Plano Municipal de Saneamento está iniciando e a previsão realista é de que, em 20 anos, 60% da população urbana esteja atendida pelo sistema de coleta e tratamento de esgotos.

Comparando os esforços necessários para a remoção das cargas poluentes com as previsões de implantação de sistemas de coleta e tratamento dos esgotos nas quatro cidades consideradas, pode-se concluir que: é possível melhorar as Classes de Enquadramento nos rios Jaguarizinho/Rosário e Ibirapuitã, alcançando a Classe 1 em até 20 anos. Já para o rio Toropi a situação é bastante crítica, devido às baixas vazões de diluição e às cargas lançadas e entende-se que no horizonte de 20 anos será possível atingir a Classe 2.

As seguintes metas intermediárias podem ser então configuradas com base no cenário de Enquadramento (proposta de Enquadramento do Comitê):

Quadro 4.3 – Metas Intermediárias para o Cenário de Enquadramento

Curso de Água	Situação Atual	Metas Intermediárias		Prop. de Enquadramento (20 anos)
		5 anos	10 anos	
Rio Toropi	Classe 4/3	Classe 4	Classe 3	Classe 2
Rio Jaguarizinho	Classe 4/3	Classe 3	Classe 2	Classe 2
Rio Ibirapuitã	Classe 3	Classe 2	Classe 2	Classe 2

Observa-se que tanto o rio Jaguarizinho/Rosário, quanto o rio Ibirapuitã, alcançaram o objeto de qualidade (Enquadramento) antes do prazo de vinte anos; o que não ocorre como rio Toropi.

Ao considerar o cenário alternativo de Enquadramento, melhorando a qualidade das águas nos rios Jaguarizinho/Rosário e Ibirapuitã para a Classe 1, às metas intermediárias não se alteram, conforme pode-se ver no quadro a seguir:

Quadro 4.4 – Metas Intermediárias para o Cenário Alternativo de Enquadramento

Curso de Água	Situação Atual	Metas Intermediárias		Prop. de Enquadramento (20 anos)
		5 anos	10 anos	
Rio Toropi	Classe 4/3	Classe 4	Classe 3	Classe 2
Rio Jaguarizinho	Classe 4/3	Classe 3	Classe 2	Classe 1
Rio Ibirapuitã	Classe 3	Classe 2	Classe 2	Classe 1

Para todos os demais cursos de água e trechos objeto do processo de Enquadramento, não há necessidade de definição de metas intermediárias, visto que já se encontram nas Classes proposta no Enquadramento.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente relatório técnico apresentou as descrições, comentários e resultados das três atividades da Fase B do Plano de Bacia do Rio Ibicuí, a saber:

- ✓ Cenário de Enquadramento (Atividade B2)
- ✓ Cenário de Tendências com as Intervenções Previstas (Atividade B3)
- ✓ Cenários Intermediários de Enquadramento (Atividade B.4)

Inicialmente foi estudado o cenário de tendências com as intervenções previstas, que, pela natureza das ações previstas (na Bacia do Rio Ibicuí), não se adequou à configuração de um cenário propriamente dito, mas sim como subsídio na elaboração dos demais cenários, notadamente quanto ao tratamento dos esgotos cloacais das áreas urbanas.

Na sequência foi trabalhada a consolidação da proposta de Enquadramento formulada pelo Comitê Ibicuí, conforme o processo descrito no relatório técnico RT-4. Essa consolidação se deu através da realização de reuniões públicas disseminadas pela Bacia, nas quais foram obtidas as informações sobre as manifestações da sociedade local quanto aos usos futuros pretendidos para a água, bem como quanto à proposta de Enquadramento do Comitê.

Por fim, com auxílio de um modelo de simulação da qualidade das águas superficiais da Bacia, foi analisada a viabilidade de se atingir o objetivo de qualidade representado pelo Cenário de Enquadramento (proposta de Enquadramento do Comitê, devidamente consolidada socialmente) e estudados os possíveis Cenários Intermediários (ou metas intermediárias).

Em geral, a qualidade das águas superficiais na Bacia do Rio Ibicuí é muito boa e já atende ao Cenário de Enquadramento (Classe 1 na maioria dos cursos de água). No entanto, quatro cursos de água não foram enquadrados em Classe 1 e não apresentam, na situação atual, qualidade compatível com esse Enquadramento, conforme já comentado no capítulo 3. Para esses casos, com exceção do arroio do Salso, foram simuladas alternativas para o alcance do objetivo de qualidade (apresentados no capítulo 4).

Os resultados relativos às Atividades B2, B3 e B4 foram apresentados à CPA – Comissão Permanente de Assessoramento do Comitê Ibicuí no dia 08/11/2011, na cidade de Alegrete. Ao término da reunião os presentes decidiram que a proposta original de Enquadramento do Comitê estava consolidada e era válida. Mas que a existência de uma alternativa, muito próxima da original, com melhoras para os rios Ibirapuitã e Jaguarzinho/Rosário, conforme apresentado no Quadro 5.1, consiste em uma possibilidade interessante a ser avaliada posteriormente na reunião plenária de dezembro de 2011. Os trabalhos técnicos foram então considerados aprovados e aptos para serem apresentados neste relatório.

Quadro 5.1 – Proposta de Enquadramento Atual (original) e Alternativa

Curso de Água	UPG	Proposta Enquadramento Atual	Proposta Enquadramento Alternativa
Ibicuí-Mirim	1	1	1
Toropi	2	2	2
Jaguari	3	1	1
Jaguarzinho/Rosário	3	2	1
Itú	4	1	1
Ibicuí	4	1	1
Ibirapuitã	5	1 e 2	1
Ibicuí	6	1	1
Afl. Uruguai - M.D.	7	-	-
Afl. Uruguai - M.E.	8	-	-
		<i>Salso - Classe 3</i>	<i>Salso - Classe 3</i>

Observa-se, do quadro acima, que somente nos rios Ibirapuitã (a jusante de Alegrete) e Jaguarzinho-Rosário há diferença entre as duas propostas de Enquadramento; sendo que na alternativa a opção é pela Classe 1, enquanto na proposta original tem-se Classe 2.

Por fim, vale destacar alguns aspectos importantes quanto ao Cenário de Enquadramento configurado:

- ✓ O Enquadramento proposto refere-se aos **cursos de água** definidos inicialmente pelo Comitê Ibicuí (ver RT-4 e explicitados nos diversos quadros e mapas deste relatório), não abrangendo a totalidade da rede hidrográfica da Bacia do Rio Ibicuí.
- ✓ O Cenário de Enquadramento está associado a uma **vazão de referência** , $Q_{90\%}$, definida pelo Comitê Ibicuí, cujos valores foram apresentados no RT-4 (item 3.4), para cada uma das Unidades de Planejamento e Gestão (UPG's).
- ✓ Conforme definido, a **Classe Especial** é indicada para os cursos de água localizados nas Unidades de Conservação de proteção integral na Bacia (em número de cinco, conforme localização em mapa, ver capítulo 3).
- ✓ Os cursos de água das **Unidades de Planejamento e Gestão 7 e 8** (afluentes do rio Uruguai, M.D. e M.E.) não serão objeto de Enquadramento, **exceto o arroio do Salso** , pois carecem de monitoramento.

Como anexos deste relatório, são apresentados, a seguir, o modelo de simulação de qualidade de água utilizado e seus resultados, uma sequência de mapas com os resultados da simulação frente à remoção gradual das cargas poluentes e a apresentação realizada para a CPA do Comitê Ibicuí, no dia 08/11/2011, em Alegrete.

6. ANEXOS

6.1 Modelo de Simulação da Qualidade das Águas na Bacia do Rio Ibicuí

**MODELO DE SIMULAÇÃO DA QUALIDADE
DAS ÁGUAS NA BACIA DO RIO IBICUÍ**

I INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta uma análise de cenários da situação da qualidade de água na bacia do rio Ibicuí utilizando uma ferramenta de modelagem integrada a um Sistema de Informação Geográfica. As análises foram realizadas considerando o cenário atual de lançamentos de efluentes, e com base em cenários de disponibilidade de água e de uso consuntivo da água descritos no relatório *Avaliação da disponibilidade de água na bacia do rio Ibicuí*.

A modelagem de qualidade de água foi realizada utilizando um modelo matemático integrado a um SIG, denominado SAD-IPH (Kayser e Collischonn, 2011), descrito na metodologia a seguir.

II CARACTERÍSTICAS DO MODELO DE QUALIDADE DA ÁGUA

No presente trabalho foi utilizado o módulo de qualidade de água do modelo SAD-IPH. Este modelo opera de forma integrada a um SIG, representando as condições de qualidade de água da rede de drenagem de uma bacia hidrográfica, em cenários de vazão permanente no tempo, mas variável no espaço. São considerados os lançamentos de efluentes realizados de forma contínua, e podem ser consideradas as retiradas de água para uso consuntivo.

O SAD-IPH é um Sistema de Apoio à Decisão para gerenciamento de bacias hidrográficas desenvolvido no IPH-UFRGS através de um conjunto de ferramentas programadas na linguagem VB.NET internamente a um software de SIG (MapWindow). O SAD-IPH representa a rede de drenagem de uma bacia hidrográfica através de trechos individuais conectados em confluências. Cada trecho de drenagem tem um conjunto de atributos que são obtidos automaticamente a partir de operações de SIG, ou calculados em programas especificamente desenvolvidos para tal. Os atributos mais importantes são o comprimento; a declividade; a área de drenagem e a vazão.

A aplicação do SAD-IPH envolve as seguintes etapas:

- discretização da bacia;
- definição dos atributos de disponibilidade de água para cada trecho de rio;
- definição de parâmetros gerais de simulação;
- introdução de demandas consuntivas e lançamentos de efluentes;
- cálculo das condições de quantidade e qualidade em cada trecho de rio;

- análise e visualização dos resultados.

Cada uma destas etapas é detalhada nos próximos sub-itens da metodologia. A grande vantagem do SAD-IPH com relação a outros sistemas de suporte à decisão constitui-se no fato do mesmo poder se conectar diretamente a um banco de dados geoespacial, podendo ser flexível para qualquer bacia hidrográfica.

2.1 DISCRETIZAÇÃO DA BACIA

Uma etapa fundamental da elaboração de um sistema de suporte à decisão para pedidos de outorga de uso da água é o pré-processamento dos dados de uma bacia hidrográfica em que o produto mais importante é uma estrutura topológica dos cursos d'água da bacia. A estrutura topológica contém a codificação e o ordenamento dos trechos de rio que compõe a rede de drenagem.

A extração de informação útil para a modelagem hidrológica a partir de informações contidas em um SIG pode ser uma etapa bastante trabalhosa do processo de desenvolvimento de um modelo. Entre estas atividades incluem-se tarefas como delimitação da bacia, determinação da área de contribuição em pontos de interesse, identificação dos principais cursos d'água e obtenção de características como o comprimento, a declividade e o perfil longitudinal dos rios (Paz e Collischonn, 2008). Tradicionalmente, tais informações eram preparadas manualmente a partir de mapas topográficos impressos. Atualmente, ferramentas de geoprocessamento e Sistemas de Informação Geográfica (SIG) têm sido empregados para obter as mesmas informações a partir do processamento automático de dados de elevação do terreno (Burrough e McDonnel, 1998; Mendes e Cirilo, 2001).

O desenvolvimento e aprimoramento de SIGs e algoritmos de processamento automático, em combinação com o aumento da capacidade computacional e com a disponibilidade de dados obtidos via sensoriamento remoto, têm permitido preparar diversos planos de informação para estudos hidrológicos de grandes áreas a baixo custo e com incrível rapidez.

Os dados topográficos são usualmente trabalhados sob a forma de um Modelo Numérico do Terreno (MNT), ou Modelo Digital de Elevação (MDE), cuja representação mais tradicional é através de uma imagem *raster*, ou grade, onde cada elemento, ou *pixel*, tem como atributo o valor de elevação do terreno em relação a um determinado referencial (Burrough e McDonnel, 1998). Atualmente, a principal fonte de dados de elevação do terreno em escala global é a base de dados obtida pelo projeto *Shuttle Radar Topographic Mission* (SRTM) e

disponibilizada gratuitamente na Internet. Especificamente para o Brasil, uma versão pré-processada destes dados é disponibilizada pelo Centro de Ecologia da UFRGS (Weber et al., 2004).

No processo de preparação dos dados para a aplicação do SAD-IPH é utilizada a estrutura de dados e o conjunto de ferramentas denominado ArcHydro, também conhecidas como Hydro-Tools, desenvolvidas em parceria pela Universidade do Texas e pela empresa ESRI, que operam internamente ao programa ArcGIS (Maidment, 2002). ArcHydro pode ser entendido tanto como um conjunto de ferramentas como uma estrutura de dados projetada para armazenar e relacionar entre si conjuntos de dados geográficos utilizados na área de recursos hídricos. A estrutura de dados ArcHydro é definida utilizando classes de objetos, em que os objetos de uma dada classe possuem propriedades ou atributos em comum, e objetos de classes diferentes podem ser relacionados através de atributos em comum (Whiteaker et al., 2006).

A estrutura de dados ArcHydro é utilizada para automatizar os processos de extração de informação e preparação de dados para modelagem em diversos modelos hidrológicos, como os modelos desenvolvidos pelo Corpo de engenheiros do exército dos Estados Unidos (HEC, 2001; HEC, 2003), pelo modelo SWAT e, atualmente, para o modelo hidrológico de grandes bacias MGB-IPH (Pereira, 2010; Collischonn, 2009; Fan et al., 2010).

Uma seqüência típica de utilização das ferramentas ArcHydro inicia com um MDE, a partir do qual são obtidas informações como direções de escoamento; área de drenagem; rede de drenagem; definição de trechos de rios; e definição de bacias hidrográficas. Para a elaboração da discretização da Bacia do Ibicuí foram utilizadas apenas algumas das ferramentas disponíveis no ArcHydro, nas etapas descritas nos itens que seguem.

2.1.1 Determinação de direções de fluxo

As direções de fluxo constituem o plano de informações básico derivado de um MDE (modelo digital de elevação) em formato *raster* para suporte a estudos hidrológicos. O procedimento mais comum consiste em considerar uma única direção de fluxo para cada *pixel* do MDE, sendo essa direção atribuída para um de seus 8 vizinhos (tomando uma janela 3x3). A determinação de qual direção de fluxo atribuir é feita escolhendo a direção que proporcione a maior declividade, calculada como sendo a diferença de elevação entre o *pixel* vizinho e o *pixel* central dividida pela distância entre eles (Paz e Collischonn, 2008).

O algoritmo de definição de direções de fluxo mais comumente empregado é conhecido como D8 ou *Deterministic Eight Neighbours* (Jenson e

Domingue, 1988). Aplicando a regra da maior declividade paracada pixel do MNT, obtém-se a correspondentedireção de fluxo e, ao final do processo, gera-se uma imagem *raster* onde a cada *pixel* é atribuído um valor ou código que denota para qual dos vizinhos ele drena.

2.1.2 Determinação de área de drenagem acumulada

Combaseexclusivamente nas direções de fluxo, pode-se determinarumplano de informaçõesque representa as áreas de drenagemacumuladas. Gera-se uma nova imagem *raster* onde cada *pixel* tem como atributo o valor correspondente ao somatório das áreasuperficiais de todos os *pixels*cujoescoamento contribui para o *pixel* em questão (Jenson e Domingue, 1988). Quando se trabalhacomgrandesáreas e sistema de coordenadas geográficas (latitude-longitude), os *pixels* podem teráreasuperficiaisindividuais distintas e isso deve serlevadoem conta.

2.1.3 Definição da rede de drenagem

Supondo que existe umlímiteminimo de área de drenagem, A_{min} , que caracteriza o início da formação de cursos d'água, é possívelgerar automaticamente umplano de informaçõesreferente à rede de drenagem a partir do *raster* de áreas acumuladas. Pode-se fazer uma reclassificação da imagem de áreasacumuladas, considerando quetodos os *pixels*cujaárea de drenagem, A_i , seja inferior a A_{min} recebem valor0 e aquelescomáreasuperior a esselímiteminimo ficam comvalor 1. Ou seja, nesta operação se obtém um *raster* cujos *pixels* pertencentes à rede de drenagem têm atributo1 e os demais têm atributo 0.

No ArcHydro esta etapa é denominada "*Stream Definition*" e o arquivo de saída gerado é do tipo *raster*, ou grade.

2.1.4 Identificação de trechos individuais da rede de drenagem

A rede de drenagem, gerada na etapaanterior, pode apresentarlocaisemquedoisoumaisrios se unem, e pontos em que a rede de drenagem se inicia. Umtrechoindividual é definidocomoumtrecho da drenagemque une duas confluênciasouumtrechoqueparte do início da drenagem e chegaaté a primeiraconfluênciasubseqüente.

O produto desta etapa, denominada "*Stream Segmentation*" no ArcHydro, é um arquivo *raster* em que todas as células pertencentes a ummesmotrecho tem o mesmovalor do atributo, e trechosdiferentes tem valores diferentes.

2.1.5 Definição das sub-bacias incrementais

A partir dos trechos individualizados são identificadas todas as células que drenam para um mesmo trecho, e a estas células é atribuído o mesmo valor dos trechos.

Esta etapa é chamada "*Catchment Grid Delineation*", onde o produto é um arquivo *raster* com células identificadas pelo atributo do segmento individual para o qual drenam. Em outras palavras é um arquivo *raster* de sub-bacias incrementais (Figura 1d).

2.1.6 Definição das sub-bacias incrementais em formato vetorial

A etapa seguinte as sub-bacias inicialmente definidas em um arquivo *raster* são utilizadas para gerar um arquivo vetorial, com o contorno de cada sub-bacia individualizado como um polígono.

Cada polígono automaticamente recebe um número identificador (HydroID) e tem definidos atributos adicionais, como área e perímetro.

Esta etapa é chamada "*Catchment Grid Delineation*", onde o produto é um arquivo *vetorial* com as sub-bacias contribuintes aos trechos de rios individualizadas (Figura 1e).

2.1.7 Definição dos trechos de rio em formato vetorial

Após a definição das sub-bacias em formato vetorial são definidos os trechos de rio em formato vetorial, utilizando como informação de entrada o arquivo com trechos de rios individualizados em formato *raster*.

Neste passo é gerada uma linha de drenagem para cada sub-bacia. Automaticamente o procedimento também define números identificadores (HydroID) e os valores de atributos de cada uma destas linhas, como o comprimento.

Para os objetivos do desenvolvimento de um modelo hidrológico, ou de um sistema de suporte à decisão, o atributo mais importante de um trecho de drenagem é o número identificador do trecho seguinte, pois assim é definida a topologia do sistema. Esta informação também é gerada automaticamente na definição dos trechos em formato vetorial no campo denominado Next Down ID.

Esta etapa é chamada "*Drainage Line Processing*", onde o produto é um arquivo *vetorial* com as sub-bacias os trechos de rios individualizados (Figura 1f).

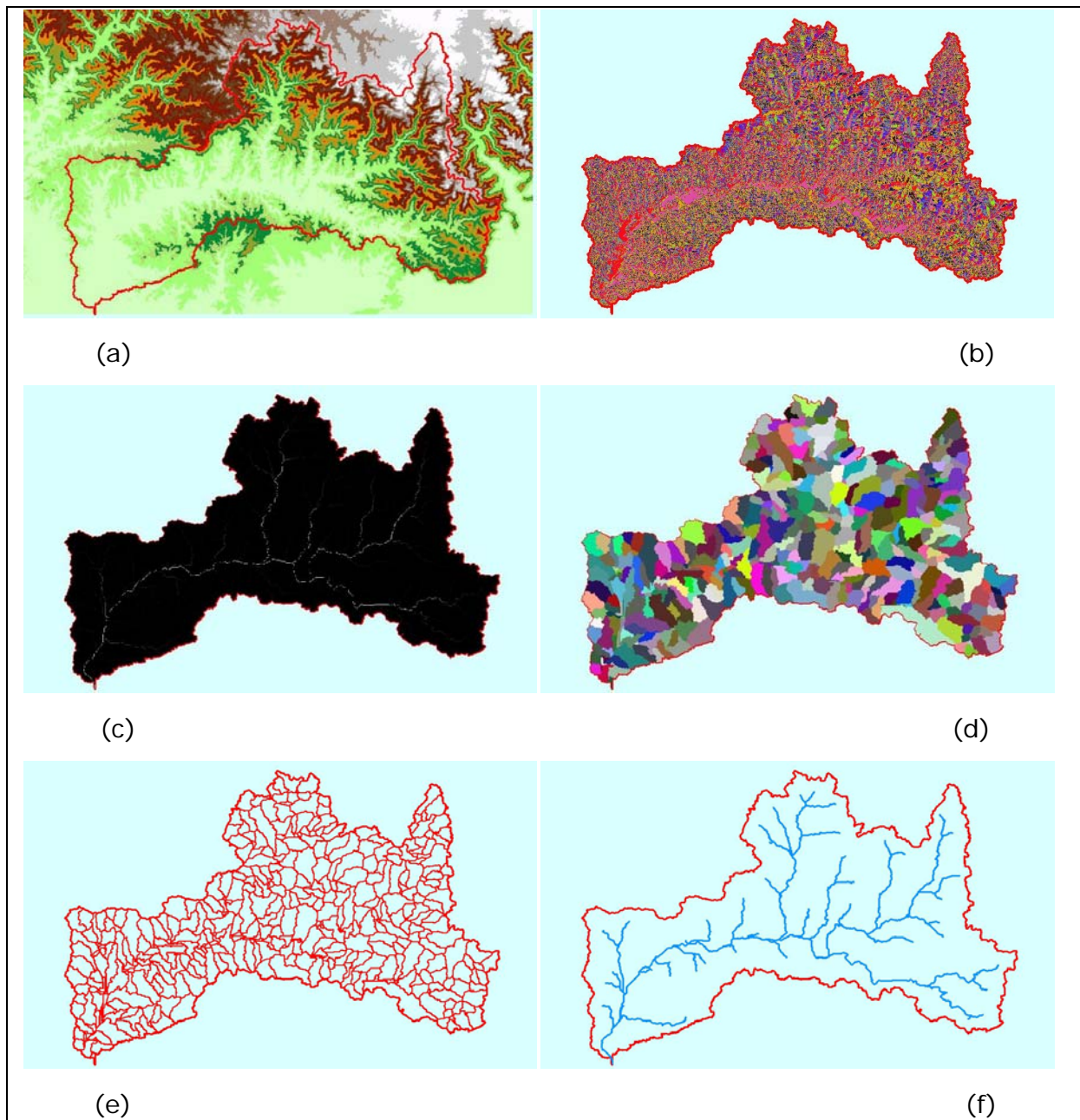


Figura 1: Seqüência de passos para a geração de uma rede de drenagem com informações de topologia no ArcGis usando ferramentas ArcHydro: (a) Modelo digital de elevação; (b) Direções de escoamento; (c) Área de drenagem acumulada; (d) Sub-bacias em formato raster; (e) Sub-bacias em formato vetorial; (f) Rede de drenagem final.

2.2 DEFINIÇÃO DOS ATRIBUTOS DOS TRECHOS DE RIO

Para a aplicação do SAD-IPH o produto final mais importante da etapa de discretização da bacia é um arquivo vetorial correspondente à rede de drenagem, dividida em trechos. Conforme mencionado antes, um trecho de rio é definido como uma parte da rede de drenagem localizada entre duas confluências, ou entre o início da rede de drenagem e uma confluência. Cada trecho de rio tem vários atributos, que são as variáveis que caracterizam o trecho.

A definição dos valores da maior parte dos atributos dos trechos de rio da rede de drenagem é realizada utilizando um programa denominado Pre Pro-MGB, que também é utilizado para realizar parte do pré-processamento para a aplicação do modelo hidrológico MGB-IPH.

Os atributos que um trecho de rio deve ter, para a aplicação do SAD-IPH, são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1: Atributos dos trechos que compõe a rede de drenagem no SAD-IPH.

Atributo	Unidade	Método de obtenção
Código	-	Pré-Pro MGB
From_NODE	-	ArcHydro
To_NODE	-	ArcHydro
Ordem	-	Pré-Pro MGB
Área de drenagem	Km ²	Pré-Pro MGB
Comprimento	Km	Pré-Pro MGB
Declividade	-	Pré-Pro MGB
Largura do rio	m	Pré-Pro MGB
Vazão de disponibilidade	m ³ .s ⁻¹	Simulação MGB-IPH
Vazão remanescente	m ³ .s ⁻¹	Ver item 2.2.6
Velocidade	m.s ⁻¹	Ver item 2.2.8
Coefficientes de decaimento	dia ⁻¹	Ver item 2.2.9
Coefficiente de reoxigenação	dia ⁻¹	Ver item 2.2.10

Os atributos são associados aos trechos de rio na forma de uma tabela, que é a base do SAD-IPH. Nela, estão contidos, dentre outras informações, os valores de comprimento dos trechos, área de drenagem à montante, códigos identificadores do trecho e do trecho de jusante.

2.2.1 Atributos de topologia

Os atributos de topologia da rede de drenagem são o código de cada trecho de rio e os códigos dos nós. Um nó é uma confluência entre dois trechos de rios ou o ponto em que inicia um trecho de rio de cabeceira (Figura 2). Em geral, os nós não são representados graficamente, como no caso da rede de drenagem, mas possuem códigos que são informados em cada trecho da rede de drenagem, sendo que para trecho é informado o nó de onde o trecho de rio provém (FROM_NODE) e o nó para o qual o trecho de rio segue (TO_NODE). A Figura 2 apresenta um exemplo de uma rede de drenagem com os atributos mais importantes do ponto de vista da topologia da rede de drenagem.

Os códigos da rede de drenagem são gerados no Pré-Processamento do modelo MGB-IPH. Cada mini-bacia (catchment) recebe um código, que é o mesmo código dado ao trecho de rio presente na mini-bacia. Os códigos são atribuídos de montante para jusante, de forma que os códigos mais altos correspondem aos trechos de rio localizados mais a jusante, conforme mostra a Figura 2.

Além do código, cada trecho de rio recebe do programa Pre-Pro MGB (Fanet al., 2010) um número que identifica a ordem do curso d'água. Não se trata do código de ordem de Strahler, ou o de Horton, mas sim um número que identifica se o trecho de rio é de cabeceira (ordem 1) ou se existem outros trechos de rios a montante (ordem 2 ou maior). Este atributo serve para ordenar o processo de cálculo, que é realizado de montante para jusante.

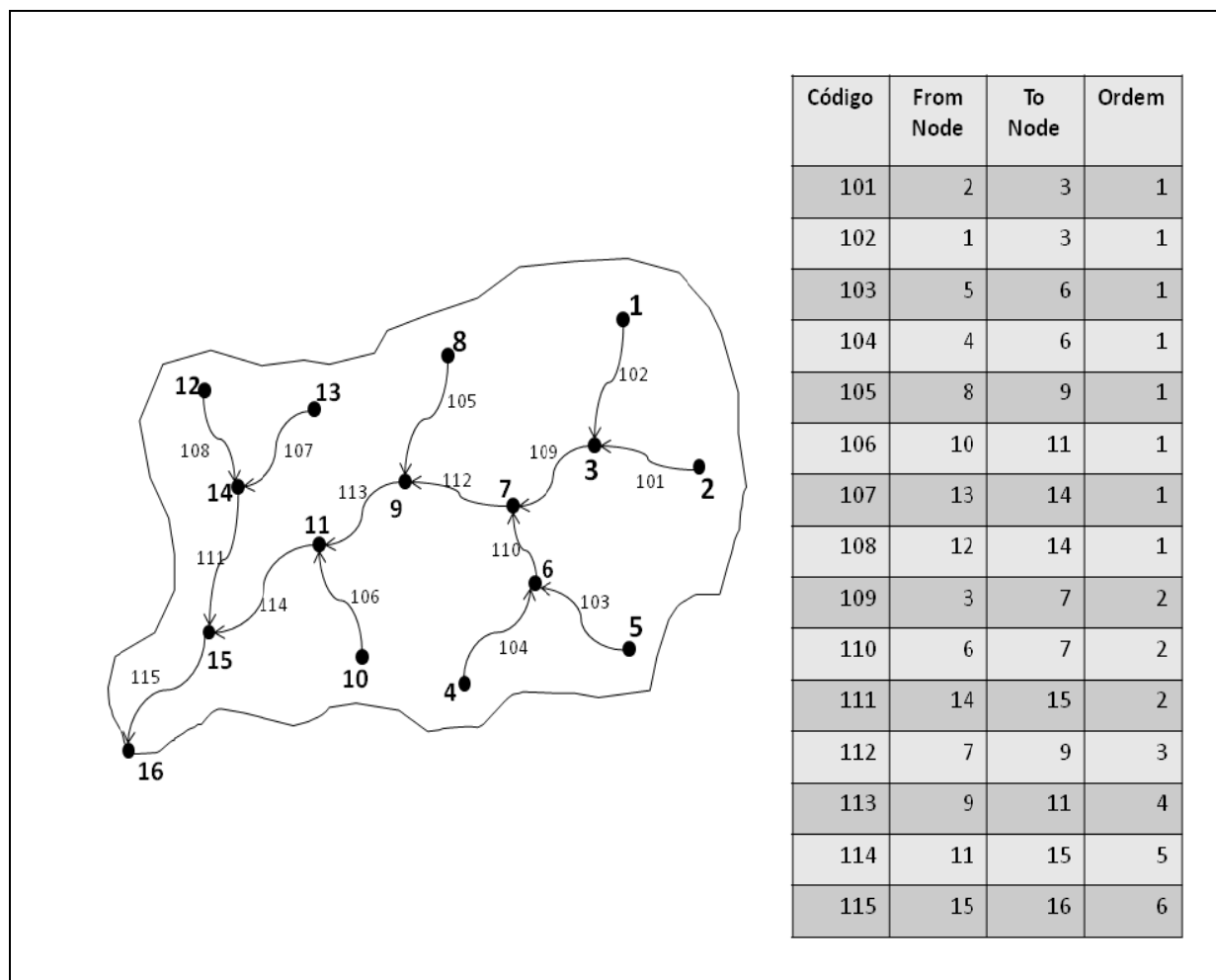


Figura 2: Estrutura da rede de drenagem representada no SAD-IPH e tabela correspondente com os atributos topológicos.

2.2.2 Atributos de área de drenagem e comprimento

Os atributos de área de drenagem e comprimento de cada trecho de rio também são calculados na etapa de pré-processamento para a aplicação do modelo MGB-IPH (Fanet al., 2010).

A área de drenagem a montante de cada mini-bacia é obtida acumulando as áreas das mini-bacias de montante para jusante. A área de drenagem a montante de cada mini-bacia é utilizada para calcular características da seção transversal dos rios, com base numa relação geomorfológica entre a área de drenagem e a largura do rio. A área de uma mini-bacia é dada pelo somatório das áreas da superfície dos pixels que a compõe. Percorrendo linhas e colunas do plano de mini-bacias, são identificados e separados os pixels correspondentes a cada uma. Como toda a base é utilizada em coordenadas geográficas, cada pixel

tem, na verdade, uma área diferente. O programa PrePro-MGB faz os cálculos de projeção internamente, e calcula a área de cada pixel com base nas coordenadas do pixel (Fan et al., 2010).

O comprimento do rio principal que atravessa uma mini-bacia é uma informação utilizada no SAD-IPH para calcular o decaimento e as transformações dos poluentes ao longo de um trecho de rio. O comprimento é calculado na etapa de pre-processamento, sobre um arquivo raster da rede de drenagem, somando as distâncias de pixel a pixel.

Em geral, considera-se que a distância entre dois pixels vizinhos é igual à resolução espacial local quando a direção entre eles é ortogonal, ou igual a $2^{1/2}$ vezes a resolução espacial, quando a direção é diagonal. Porém, Butt e Maragos (1998) sugeriram uma transformação de distâncias (DistanceTransforms - DT) onde são adotados os valores 0,96194 e 1,36039 para passos nas direções ortogonais e transversais, respectivamente. Este procedimento minimiza os erros nos cálculos das distâncias e dos comprimentos de trechos de rios (Paz et al., 2008). Embora os valores sugeridos por Butt e Maragos (1998) forneçam resultados mais precisos, no PrePro-MGB as duas opções de cálculos estão disponíveis, ficando a critério do usuário a escolha entre uma delas. Recomenda-se, entretanto, utilizar sempre os valores sugeridos por Butt e Maragos (1998).

2.2.3 Declividade

A declividade é calculada pela diferença de altitude entre o pixel mais a montante e o pixel mais a jusante dentro de uma mini-bacia, dividida pelo comprimento do trecho de rio. A declividade também é importante para calcular a velocidade da água em um trecho de rio e para estimar os coeficientes de reoxigenação.

2.2.4 Largura do rio

A largura do rio é estimada a partir de uma equação de regionalização que relaciona a largura do rio com a área de drenagem da bacia no local. Esta equação é obtida com base no ajuste aos dados conhecidos em locais como postos fluviométricos, para os quais existem dados de seção transversal do rio.

Uma equação que apresenta um bom ajuste no caso de rios do RS foi desenvolvida por Collischonn (2001), e é apresentada na equação 1, a seguir:

$$B_{rio} = 3.2466 * A_{bacia}^{0.4106} \quad (1)$$

onde B_{rio} é a largura do rio em metros e A_{bacia} é a área da bacia em km^2 .

2.2.5 Vazão de disponibilidade

A vazão de disponibilidade corresponde à vazão natural que haveria em cada trecho de rio, caso não existissem as demandas consuntivas. A vazão de disponibilidade associada a cada trecho de rio é obtida a partir de simulações realizadas com o modelo MGB-IPH. A vazão associada a cada trecho pode ser a vazão Q_{90} , a $Q_{7,10}$, ou outra vazão de referência. Também pode ser definida uma vazão de referência diferente para cada mês do ano.

2.2.6 Vazão remanescente

A vazão remanescente é a vazão que permanece no trecho de rio após as retiradas para usos consuntivos realizadas no trecho em questão e em todos os trechos localizados a montante. Os cálculos de qualidade de água podem ser realizados considerando a vazão de disponibilidade ou a vazão remanescente.

2.2.7 Profundidade

A profundidade foi estimada considerando que ocorre no trecho de rio um escoamento em regime permanente uniforme, e que a seção transversal do rio é retangular. Assim, a profundidade pode ser estimada a partir da equação de Manning, reorganizada para obter H em função de Q (vazão); B (largura); S (declividade) e n (coeficiente de Manning).

$$H = \left(\frac{n * Q}{B^{2/3} * S^{1/2}} \right)^{3/5} \quad (2)$$

2.2.8 Velocidade da água

A velocidade em cada trecho pode ser determinada considerando que $V = Q/A$, onde A é a área da seção molhada. Considerando uma seção transversal retangular $A = B \cdot H$.

2.2.9 Coeficientes de decaimento

As substâncias que afetam a qualidade da água podem ser transportadas e podem sofrer transformações ao longo do percurso em um rio. A maioria destas transformações pode ser representada matematicamente por decaimentos de primeira ordem (Tucci, 2005), em que a taxa de transformação depende de um coeficiente, denominado coeficiente de decaimento.

No SAD-IPH devem ser informados os coeficientes de decaimento para todos os constituintes que se deseja simular. Na versão atual o sistema simula DBO, OD, Coliformes totais, Nitratos e Fósforo Total.

No SAD-IPH a concentração de DBO remanescente é reduzida ao longo do tempo como função de um fator k_1 e da própria concentração, como será descrito nos próximos itens do texto. O coeficiente k_1 representa a parcela da matéria orgânica existente que é oxidada por reação carbonácea, o que não envolve a fase de nitrificação. Na literatura existem diversos valores sugeridos para o coeficiente k_1 . Para uma temperatura de 20°C, esgotos provenientes de esgotos domésticos possuem k_1 igual a 0.20 dia⁻¹ (Tucci, 2005).

A matéria orgânica também sofre deposição, que é representada através de um coeficiente denominado k_3 (Tucci, 2005). Valores de k_3 sugeridos na literatura variam entre 0.05 e 0.6 dia⁻¹.

O Fósforo Total sofre transformação representada por um coeficiente de decaimento denominado K_{phos} , cujos valores variam entre 0.1 e 0.3 dia⁻¹ (LARENTIS, 2004). Os coliformes totais sofrem transformação representada pelo coeficiente K_{col} . Não considerou-se decaimento do nitrogênio na simulação, por esse motivo estabeleceu-se um K_n igual a zero.

Alguns valores destes coeficientes de decaimento foram calibrados por Larentis (2004), que realizou simulações de qualidade de água na Bacia do Taquari-Antas (Tabela 2).

Tabela 2: Coeficientes de decaimento aplicados na Bacia do Taquari-Antas em unidades dia⁻¹. Fonte: Larentis (2004)

K_1	K_3	K_{phos}	K_{col}
0.25	0.1	0.05	1.5

No SAD-IPH os valores dos coeficientes de decaimento são atribuídos a cada trecho de rio, mas usualmente considera-se o mesmo valor para todos os trechos. Este valor deve ser informado ao sistema e pode ser modificado, buscando uma melhor reprodução das condições medidas no campo, no que poderia ser chamado de calibração do modelo.

2.2.10 Coeficiente de reoxigenação

O processo de reoxigenação é função da temperatura da água, velocidade do fluxo e profundidade. Este processo também é representado por um coeficiente, denominado coeficiente de reoxigenação ou reatuação (k_2).

O coeficiente de reoxigenação está associado à turbulência existente na água de um rio. Rios com maior velocidade da água e com mais turbulência

tendem a ter mais reoxigenação da água, o que é representado por um valor maior de k_2 . Rios com velocidade mais baixa tendem a ter valores de k_2 mais baixos.

Existem diversas equações empíricas que relacionam o coeficiente de reoxigenação com as características do escoamento, especialmente com a velocidade e a profundidade da água. Algumas destas equações estão apresentadas na Tabela 3, bem como a faixa de validade correspondente.

Tabela 3: Equações empíricas para estimative do coeficiente de reoxigenação a partir das características do escoamento (unidades: k_2 (dia⁻¹); u (m.s⁻¹); h (m) - fonte: Chapra, 1997).

Autores	Equação	Faixa de valores considerados no ajuste da equação
O'Connor e Dobbins	$k_2 = 3,93 \cdot \frac{u^{0,5}}{h^{1,5}}$	0,3 < h < 9,14 0,15 < u < 0,49
Churchill	$k_2 = 5,026 \cdot \frac{u}{h^{1,67}}$	0,61 < h < 3,35 0,55 < u < 1,52
Owens e Gibbs	$k_2 = 5,32 \cdot \frac{u^{0,67}}{h^{1,85}}$	0,12 < h < 0,73 0,03 < u < 0,55

Em ensaios preliminares na bacia do rio Ibicuí utilizando as equações apresentadas na Tabela 3 verificou-se que as concentrações de oxigênio sempre ficavam acima dos valores observados. Por este motivo, foi introduzida no SAD-IPH uma estimativa do coeficiente de reoxigenação k_2 baseada numa equação utilizada anteriormente por Larentis (2004), baseada numa relação direta com a declividade:

$$k_2 = 100 \times S \quad (3)$$

Onde k_2 é o coeficiente de reoxigenação (dia⁻¹) e S é a declividade do trecho de rio (adimensional). Desta forma cada trecho de rio tem seu próprio coeficiente de reoxigenação, dado em função da declividade.

2.3 INTRODUÇÃO DE DEMANDAS E LANÇAMENTOS

Demandas de água e lançamentos são adicionados ao sistema conectando usuários de água aos trechos de rio. Este processo se faz com a criação de um arquivo vetorial de pontos sobre a rede de drenagem representando estes usuários, e posterior inserção destes pontos na rede, onde

será lido o código do trecho mais próximo onde foi lançado cada ponto. Após o preenchimento dos atributos dessas demandas e lançamentos (vazão retirada, vazão efluente, concentrações), estes dados são unidos com a tabela de atributos, de acordo com o código no qual o ponto foi inserido. A Figura 3 mostra o processo descrito anteriormente: a tabela da esquerda representa a tabela de atributos dos usuários, e após a inserção na rede, temos, na sua tabela, a inserção das informações nos respectivos trechos. Para fins de cálculo, considera-se que as demandas e lançamentos estejam ocorrendo sempre no início de cada trecho.

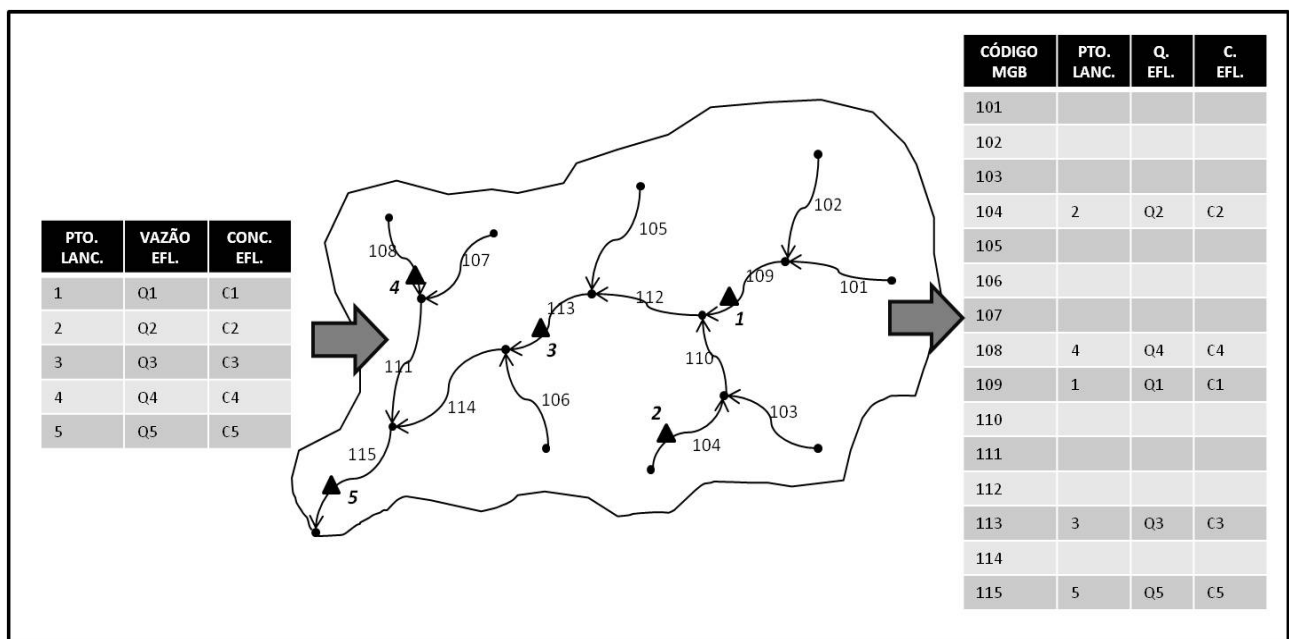


Figura 3 - Esquema da inserção de lançamentos na rede de drenagem (os pontos de lançamento são representados por triângulos pretos)

2.4 EQUAÇÕES DO MODELO DE QUALIDADE

O modelo de qualidade Sad-Qual, integrado ao sistema de suporte à decisão, é baseado no modelo analítico de Streeter-Phelps, sendo complementado pelas modelagens de outros parâmetros além da DBO e do oxigênio dissolvido. As principais características do modelo Sad-Qual são as seguintes:

- Modelo operado em regime permanente de vazões;
- Cada trecho de rio possui características físicas homogêneas, porém não são de igual comprimento;

- Capaz de simular até oito constituintes de qualidade da água (i.e. DBO, oxigênio dissolvido, nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrito, nitato, fósforo e coliformes fecais);
- Desconsidera efeitos de difusão e advecção, focando nas transformações cinéticas que ocorrem em cada parâmetro.

A operacionalização do modelo se dá basicamente pela interação entre o banco de dados geoespacial da bacia hidrográfica e o banco de dados dos usuários de lançamento de efluentes. A figura 4 exemplifica as variáveis utilizadas na descrição dos processos envolvidos:

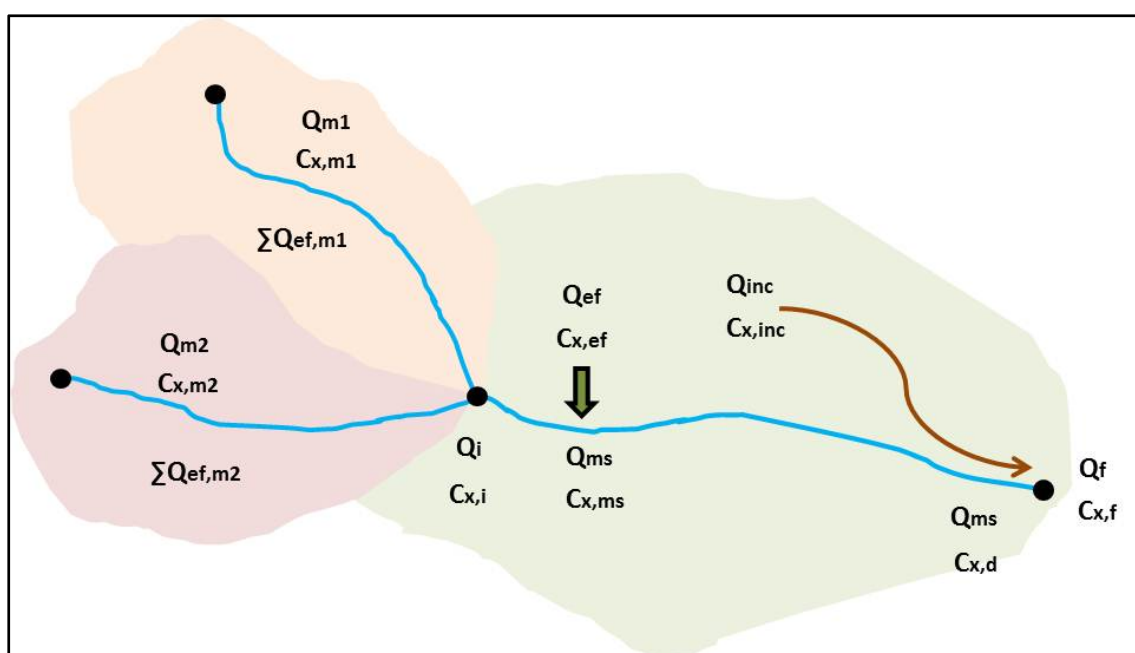


Figura 4 - Esquema de definição das variáveis do modelo.

Onde são dados:

- Q_i e $C_{x,i}$: vazão e concentração do parâmetro x no início do trecho simulado;
- Q_f e $C_{x,f}$: vazão e concentração do parâmetro x no final do trecho simulado;
- Q_{m1} e $C_{x,m1}$: vazão e concentração do parâmetro x em um dos trechos de montante ao trecho simulado;
- Q_{m2} e $C_{x,m2}$: vazão e concentração do parâmetro x no segundo trecho de montante ao trecho simulado;

- Q_{inc} e $C_{x,inc}$: vazão e concentração incremental do parâmetro x por mini-bacia;
- Q_{ef} e $C_{x,ef}$: vazão e concentração do parâmetro x no efluente localizado no trecho simulado;
- $\sum Q_{ef,m1}$ e $\sum Q_{ef,m2}$: somatório das vazões de efluentes localizados a montante de cada um dos trechos anteriores ao trecho simulado;
- $C_{x,ms}$: concentração do parâmetro x no corpo d'água imediatamente após a entrada do mesmo;
- $C_{x,d}$: concentração do parâmetro x no corpo d'água resultante das reações cinéticas sofridas pelo mesmo ao longo do trecho simulado;

Para cada trecho de rio os cálculos realizados são os seguintes:

- Mistura das vazões vindas de montante e aportadas ao trecho.
- Mistura da vazão no início do trecho com os lançamentos realizados no trecho (caso existente).
- Cálculo do decaimento até o final do trecho.
- Mistura com vazão incremental ao longo do trecho.

2.4.1. Mistura das vazões e concentrações que aportam a um trecho

Esta operação tem como objetivo a quantificação das vazões e concentrações que aportam a cada trecho da rede de drenagem. Primeiramente há uma diferenciação entre trechos de cabeceira e os demais, pois os procedimentos para o cálculo são divergentes. Para o caso dos trechos de cabeceira, considera-se que a vazão disponível seja a própria vazão final do trecho fornecida pela modelagem hidrológica, e que a concentração seja nula.

Os trechos de ordens superiores às de cabeceiras recebem a vazão dos trechos de ordem inferior localizados a montante. A situação típica é ilustrada na figura 4, onde há a confluência de dois trechos de rio, cada um com sua vazão e sua concentração. A identificação dos trechos a montante é realizada utilizando os atributos *To_Node* e *From_Node* da rede de drenagem. Uma vez que o trecho simulado sabe qual é o nó que está aportando para ele, o sistema faz uma verredura no banco de dados e procura os dois trechos que descarregam no segmento simulado. Feita a localização destes dois trechos, é realizada a leitura

dos dados de vazão de referência, concentrações e lançamentos destes trechos. Os valores de Q_i e C_i são dados pelas seguintes equações:

$$Q_i = Q_{m1} + Q_{m2} + \sum Q_{ef,m1} + \sum Q_{ef,m2} \quad (4)$$

$$C_i = \frac{((Q_{m1} + Q_{ef,m1}) * C_{x,m1}) + ((Q_{m2} + Q_{ef,m2}) * C_{x,m2})}{Q_{m1} + Q_{m2} + Q_{ef,m1} + Q_{ef,m2}} \quad (5)$$

2.4.2. Mistura dos lançamentos do trecho

Após a obtenção de Q_i e $C_{x,i}$, o próximo passo é a verificação se há algum ponto de lançamento de efluentes no segmento simulado. Quando um lançamento é inserido, na rede de drenagem, automaticamente é feito o registro no banco de dados da bacia hidrográfica, sendo que neste momento é feita uma varredura de todos os trechos que possuem esse registro para que o sistema possa buscar os dados do efluente diretamente do banco de dados dos usuários.

No caso de haver mais de um usuário no mesmo segmento, a vazão e a concentração totais efluentes serão dadas por:

$$Q_{ef,T} = \sum_{k=0}^n Q_{ef,k} \quad (6)$$

$$C_{ef,T} = \sum_{k=0}^n \frac{Q_{ef,k} * C_{x,ef,k}}{Q_{ef,k}} \quad (7)$$

Sendo n o número total de usuários.

Por praticidade, considera-se que todos os lançamentos localizados dentro da mini-bacia correspondente ao trecho simulado estejam localizados no ponto mais a montante do segmento. Sendo assim, é feito o cálculo da mistura das vazões e concentrações totais efluentes com as vazões e concentrações que aportam a este trecho, de acordo com as equações que seguem:

$$Q_{ms} = Q_i + Q_{ef,T} \quad (8)$$

$$C_{x,ms} = \frac{(Q_i * C_{x,i}) + (Q_{ef,T} * C_{ef,T})}{Q_i + Q_{ef,T}} \quad (9)$$

2.4.3. Processos cinéticos dos parâmetros de qualidade ao longo do segmento

Após a mistura dos efluentes, e considerando que estes estejam localizados no ponto mais a montante do segmento, o próximo passo é a avaliação do efeito das transformações que ocorrem em cada parâmetro simulado ao longo do trecho. Estas transformações envolvem reações com taxas de ganhos ou reduções de carga na qual estão descritas a seguir:

- **DBO**

O redução da concentração de DBO se dará segundo uma equação de decaimento de primeira ordem, considerando as constantes de decaimento, velocidade e comprimento de cada trecho:

$$C_{DBO,d} = C_{DBO,ms} * e^{-(k_d+k_r) * \frac{x}{u}} \quad (10)$$

Sendo k_d o coeficiente de decaimento, k_r a taxa de sedimentação da matéria orgânica, x o comprimento e u a velocidade do trecho.

- **Oxigênio dissolvido**

O oxigênio dissolvido (OD) depende dos processos de reaeração, através da superfície da água, e da redução de concentração para atender a DBO. A equação 11 é baseada no modelo de Streeter-Phelps e é uma adaptação para o SAD-Qual:

$$C_{OD,d} = OD_{sat} - \left((OD_{sat} - C_{OD,ms}) * e^{(-k_a * \frac{x}{u})} \right) + \frac{k_d * C_{DBO,ms}}{k_a - k_r} * \left(e^{-k_r * \frac{x}{u}} - e^{-k_a * \frac{x}{u}} \right) \quad (11)$$

Sendo OD_{sat} o oxigênio dissolvido de saturação e k_a o coeficiente de reaeração.

- **Nitrogênio**

De acordo com Chapra (1997), se assumirmos uma cinética de primeira-ordem, o processo de transformação do nitrogênio nas águas pode ser escrito numa série de reações de primeira-ordem:

$$\frac{dN_o}{dt} = -k_{oa} N_o \quad (12)$$

$$\frac{dN_a}{dt} = k_{oa} N_o - k_{ai} N_a \quad (13)$$

$$\frac{dN_i}{dt} = k_{ai} N_a - k_{in} N_i \quad (14)$$

$$\frac{dN_n}{dt} = k_{in} N_i \quad (14)$$

Onde os subscritos *o*, *a*, *i* e *n* denotam nitrogênio orgânico, amônia, nitrito e nitrato, respectivamente.

As equações 12, 13, 14 e 15 podem ser resolvidas analiticamente e a solução destas está descrito em Chapra (1997). Estas soluções foram adaptadas para serem utilizadas no modelo e as formulações resultantes são as que seguem, descrevendo respectivamente as transformações do nitrogênio orgânico, nitrogênio amoniacal, nitrito e nitratos, a partir da mistura do efluente com as vazões que aportam ao trecho:

$$C_{No,d} = C_{No,ms} e^{-k_{oa}t} \quad (15)$$

$$C_{Na,d} = C_{Na,ms} e^{-k_{ai}t} + \frac{k_{oa} C_{No,ms}}{k_{ai} - k_{oa}} (e^{-k_{oa}t} - e^{-k_{ai}t}) \quad (16)$$

$$C_{Ni,d} = \frac{k_{ai} C_{Na,ms}}{k_{in} - k_{ai}} (e^{-k_{ai}t} - e^{-k_{in}t}) + \frac{k_{ai} k_{oa} C_{No,ms}}{k_{ai} - k_{oa}} \left(\frac{e^{-k_{oa}t} - e^{-k_{in}t}}{k_{in} - k_{oa}} - \frac{e^{-k_{ai}t} - e^{-k_{in}t}}{k_{in} - k_{ai}} \right) \quad (17)$$

$$C_{Nn,d} = C_{No,ms} + C_{Na,ms} - C_{No,d} - C_{Na,d} - C_{Ni,d} \quad (18)$$

Onde k_{oa} , k_{ai} e k_{in} representam respectivamente as taxas de transformação de nitrogênio orgânico em amoniacal, amoniacal em nitrito e nitrito em nitrato.

- **Fósforo**

Com relação ao fósforo, considera-se para este parâmetro que ocorra uma sedimentação de acordo por uma reação de primeira ordem dada por:

$$C_{Pt,d} = C_{Pt,ms} * e^{(-k_{sp} * \frac{x}{u})} \quad (19)$$

Onde k_{sp} representa a taxa de sedimentação do fósforo.

- **Coliformes fecais**

O processo de transformação do número de coliformes totais é estabelecido por uma reação de primeira ordem dada por:

$$C_{Coli,d} = C_{Coli,ms} * e^{-(k_m + k_{sc}) * \frac{x}{u}} \quad (20)$$

Onde k_m e k_{sc} são respectivamente as taxas de mortalidade e sedimentação dos coliformes fecais ao longo do segmento de rio.

2.4.4. Mistura com vazão incremental e vazão final

Desconsiderando-se os segmentos de cabeceira, o modelo considera a geração de cargas distribuídas em função do uso do solo de cada mini-bacia. As cargas diárias de cada parâmetro por mini-bacia, em kg/dia, estão descritas no item 3.3 deste relatório.

Considera-se que estas cargas aportam o sistema da rede de drenagem em função do escoamento superficial, ou seja, a geração destas cargas teoricamente depende da ocorrência de eventos de chuva. Como o modelo é operado em regime permanente de vazões, as limitações encontradas para se estabelecer uma simulação de fontes difusas são bastante significativas, porém se fazem necessárias para que possamos estabelecer um background das concentrações, sem o efeito das fontes pontuais, representadas pelos usuários de lançamento de efluentes.

Dessa forma, considera-se que as cargas distribuídas aportem o final de cada segmento, através da vazão incremental de cada mini-bacia. Essa vazão incremental representa o escoamento que foi gerado na unidade hidrológica, e é calculado a partir do estabelecimento da vazão inicial que aporta o trecho, e também da vazão final do segmento, representado pela própria vazão de saída do modelo hidrológico. A equação que estabelece esta vazão incremental é dada por:

$$Q_{inc} = Q_f - Q_i \quad (21)$$

A partir deste valor de vazão, calcula-se a concentração resultante das cargas geradas pelo uso do solo, de acordo com a seguinte relação:

$$C_{x,inc} = \left(\frac{W_{x,inc}}{Q_{inc}} \right) * conv \quad (22)$$

Sendo $W_{x,inc}$ a carga diária do parâmetro x e conv uma constante de conversão de unidades, dada por $1.157 * 10^{-2}$ para todos os parâmetros com exceção dos coliformes fecais, cujo valor é igual a $1.157 * 10^{-11}$.

Estabelecidas as vazões e concentrações incrementais, o último passo é a mistura das vazões iniciais com as concentrações, levando em conta as taxas cinéticas que ocorreram ao longo do segmento. Para efeitos práticos, considera-se que a vazão incremental aporta ao trecho somente no ponto mais a jusante do mesmo. Portanto, a equação que define a concentração final do segmento é dada por:

$$C_f = \frac{(Q_{ms} * C_{x,d}) + (Q_{inc} * C_{x,inc})}{Q_{ms} + Q_{inc}} \quad (23)$$

Por fim, ainda temos o acréscimo da vazão de lançamento de efluente acumulado de montante, dado pela relação:

$$\Sigma Q_{ef,n+1} = \Sigma Q_{ef,n} + Q_{ef,T} \quad (24)$$

Onde n é o trecho simulado e n + 1 é o trecho de jusante

III DEFINIÇÃO DOS DADOS DE ENTRADA

3.1 DISPONIBILIDADES HÍDRICAS

Com base nos resultados obtidos a partir da simulação hidrológica da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí através do modelo MGB-IPH, desenvolvida durante a etapa de diagnósticos e descrita no relatório *Avaliação da disponibilidade de água na bacia do rio Ibicuí*, foi possível estimar algumas variáveis hidrológicas importantes para caracterização da disponibilidade hídrica na Bacia do Rio Ibicuí. Estas variáveis hidrológicas, ou neste caso, denominadas como vazões características, correspondem a disponibilidade hídrica ofertada pela bacia hidrográfica, e são expressas juntamente com o nível de garantia de igualar ou superar seu valor em uma determinada seção na bacia hidrográfica.

Neste contexto, foram estimadas as seguintes vazões características: Q_{90} e Q_{95} . Os índices numéricos indicam a probabilidade do seu valor ser igualado ou superado. Desta forma, a vazão Q_{90} , por exemplo, indica que em 90% do tempo esta vazão é no mínimo igualada. As vazões características foram utilizadas como dados de entrada para parte quantitativa do modelo.

3.2 DEMANDAS HÍDRICAS

As demandas hídricas consideradas na modelagem se referem aos usos consuntivos, restringindo-se ao uso para irrigação da cultura do arroz, pois representa 99% das demandas totais da bacia. Para rizicultura, foi considerado

no modelo um consumo de $10.500\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{ano}^{-1}$. As áreas de agricultura irrigada foram identificadas a partir de um levantamento baseado em imagens de satélite, e as demandas correspondentes a estas áreas foram agrupadas em cada uma das mini-bacias em que foi discretizada a bacia hidrográfica. Da mesma forma foram agrupados os volumes de açudes existentes dentro de uma mini-bacia. Considerou-se que os volumes dos açudes provêm uma parte da demanda, sendo o restante obtido a partir de retiradas da rede de drenagem. O resultado desta análise, descrita mais detalhadamente no relatório *Avaliação da disponibilidade de água na bacia do rio Ibicuí*, é apresentado nas figuras que seguem.

Dessa forma, definiu-se um cenário de demandas a partir da discretização das mini-bacias e verificação da área irrigada em cada uma dessas unidades. O estabelecimento das demandas propiciou a geração de um novo cenário de disponibilidade hídrica, que é um cenário de vazão característica subtraindo-se das demandas da irrigação. Neste caso, gerou-se um novo cenário a partir da Q_{90} obtida anteriormente descontando-se os usos indicados. Neste caso atribui-se uma condição de restrição, limitando as retiradas até 90% da Q_{90} , valor correspondente à reserva ecológica.

Assim, foram estabelecidos três cenários como dados de entrada para parte quantitativa do modelo, a Q_{90} , a Q_{95} e a Q_{90} considerando as demandas de irrigação. Os valores para cada cenário no exutório das Unidades de Planejamento e Gestão encontram-se na Tabela 4. Observa-se nesta tabela que o cenário com menor disponibilidade de água é o cenário em que se consideram as retiradas de água para irrigação.

Tabela 4 – Vazões características no exutório de cada UPG

Código	Q₉₀	Q₉₅	Q₉₀ - retiradas
UPG 1	10.22	8.54	1.02
UPG 2	3.34	2.75	0.34
UPG 3	10.79	8.31	2.74
UPG 4	60.30	52.24	19.87
UPG 5	12.29	9.76	3.64
UPG 6	87.01	75.78	9.01
UPG 7	1.40	1.10	0.14
UPG 8	3.20	2.60	0.32

3.3 VARIÁVEIS FÍSICAS

Os métodos para obtenção dos valores de declividade, largura, profundidade e velocidade de cada trecho da rede de drenagem já foram descritos nos itens 2.2.3, 2.2.4, 2.2.7 e 2.2.8, respectivamente. Estes valores são associados aos trechos de rio na forma de uma tabela, que é a base do SAD-IPH. As figuras 6, 7 e 8 apresentam os valores de largura, profundidade e velocidade estimados para cada trecho da bacia.

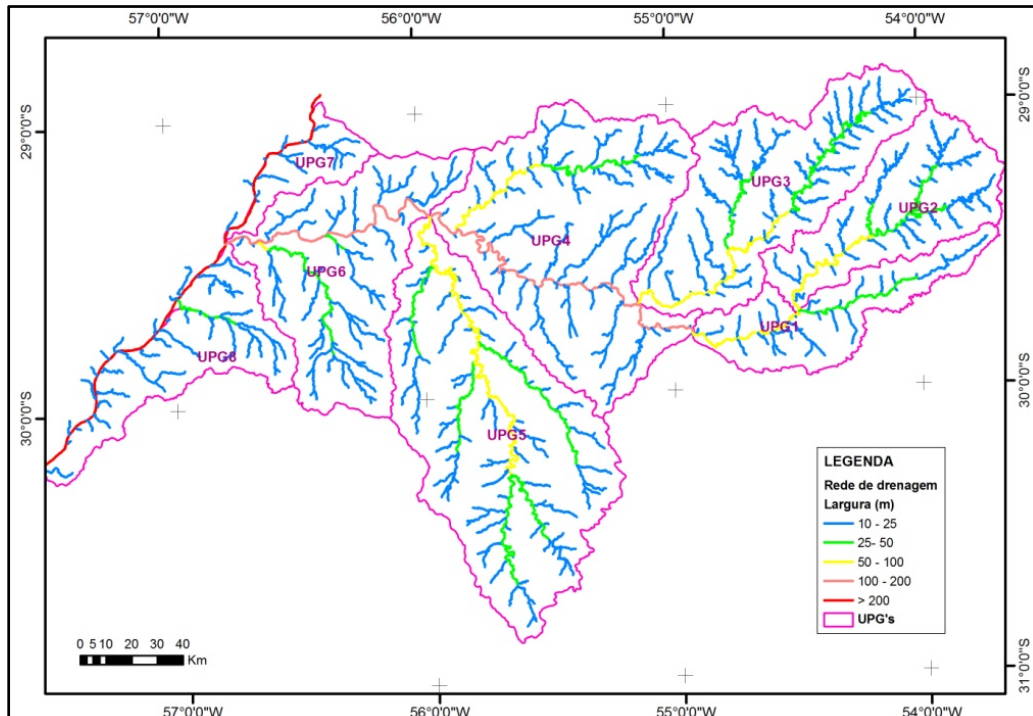


Figura 5 - Estimativa da largura dos trechos da rede de drenagem

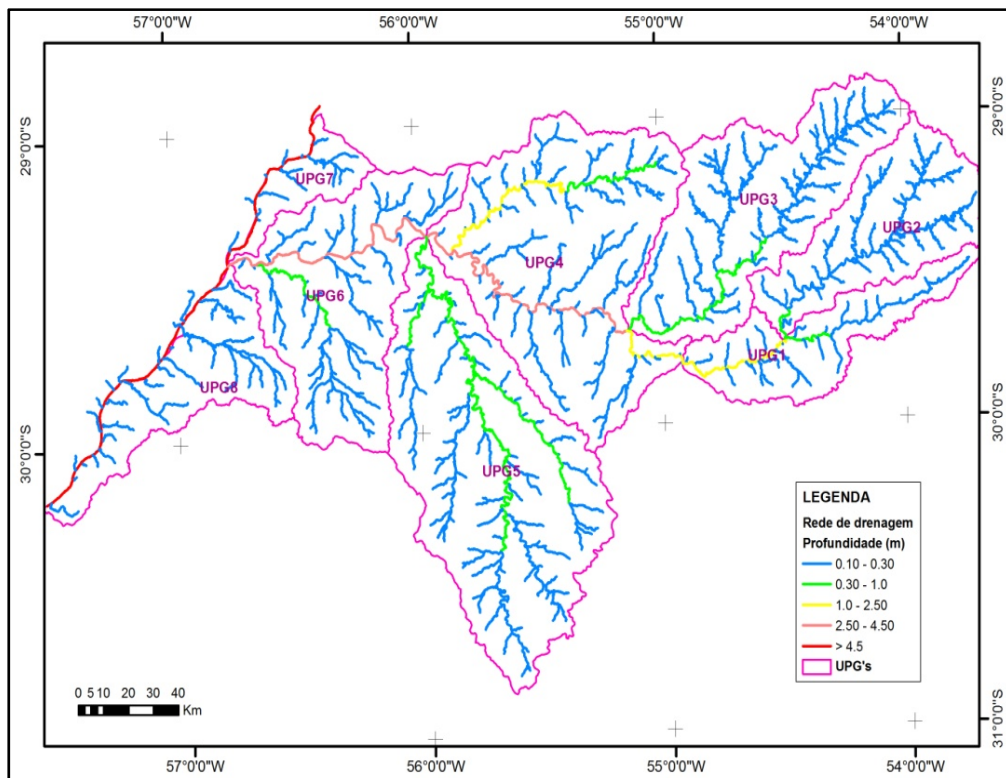


Figura 6 – Estimativa da profundidade dos trechos da rede de drenagem

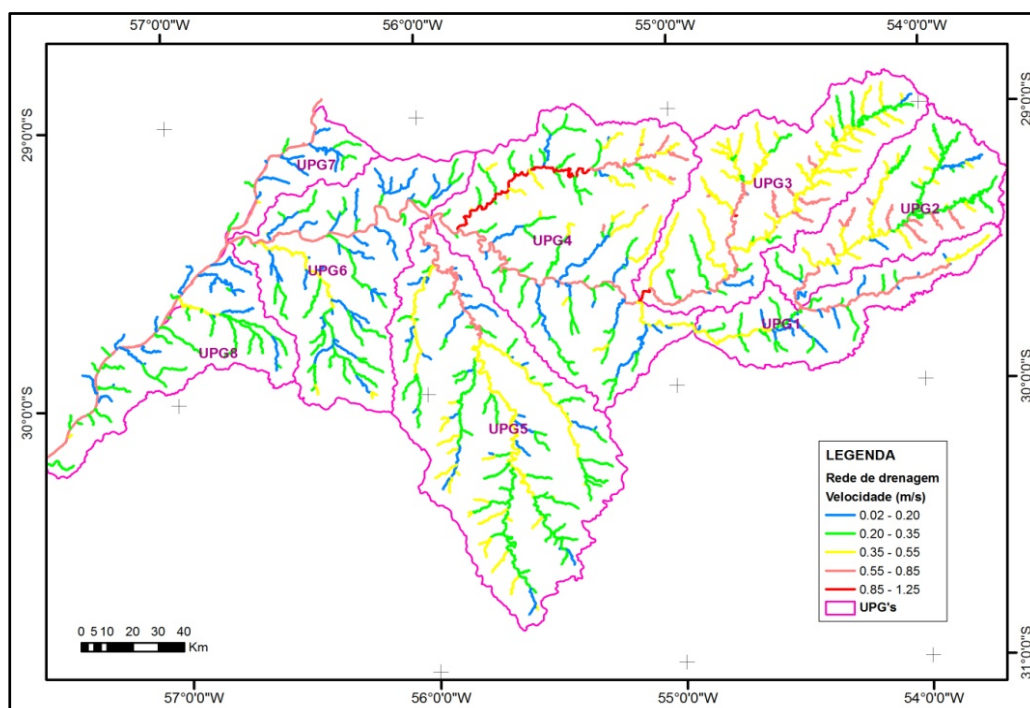


Figura 7 - Estimativa da velocidade em cada trecho da rede de drenagem

3.3 FONTES PONTUAIS

As fontes poluidoras em uma bacia hidrográfica podem ser divididas, quanto a sua origem, em dois tipos: fontes pontuais, atribuídas geralmente aos afluentes de indústrias e ao esgotamento sanitário, e fontes difusas, atribuídas ao processo de drenagem superficial em grandes áreas como, por exemplo, de áreas urbanas e de atividades agrícolas.

Na bacia do rio Ibicuí, considerou-se que as fontes pontuais de efluentes industriais são pouco importantes, e considerou-se também apenas as cargas relativas às contribuições de esgotos das sedes urbanas dos municípios localizados dentro dos limites da bacia. A hipótese de contribuição pontual para as sedes municipais é aceitável diante da escala utilizada na modelagem.

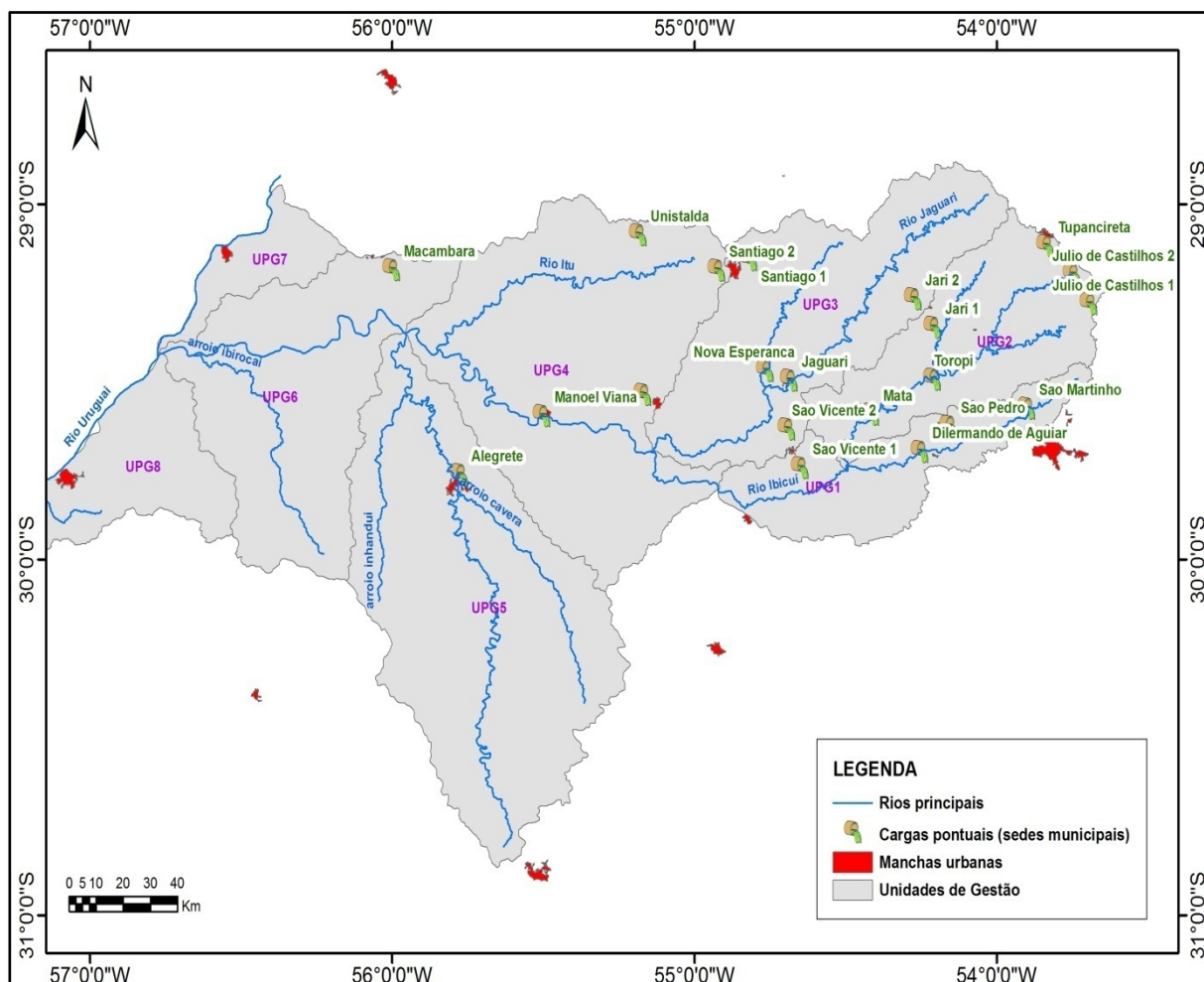


Figura 8 - Localização das fontes pontuais consideradas na simulação.

Os pontos de lançamento considerados estão indicados na figura 9. Procurou-se estabelecer um ponto mais próximo da sede municipal com a rede de drenagem do modelo. Em alguns casos, devido às incertezas geradas pelo distanciamento da mancha com a rede, e também pela proximidade de mais de uma drenagem, atribuiu-se dois pontos de lançamento para um mesmo município, dividindo-se a população contribuinte em partes equivalentes. São os casos dos municípios de Júlio de Castilhos, Jari, São Vicente e Santiago.

Os municípios de Uruguaiana e Itaqui, apesar de suas manchas urbanas estarem localizadas dentro do limite da bacia, não lhe foram atribuídos pontos de lançamento devido à proximidade com o Rio Uruguai, sendo provável que estes municípios lancem a totalidade ou parte de seus esgotos no mesmo.

O tipo de lançamento por habitante foi analisado em cada município, com objetivo de estimarmos possíveis reduções de carga de acordo com cada tipo. Os dados da população atendida em cada escoadouro foram retirados do IBGE,

sendo que os dados do percentual coletado e tratado foram obtidos através de informações fornecidas pelas prefeituras. Os percentuais da população urbana atendida em cada tipo de lançamento encontram-se nos gráficos que seguem:

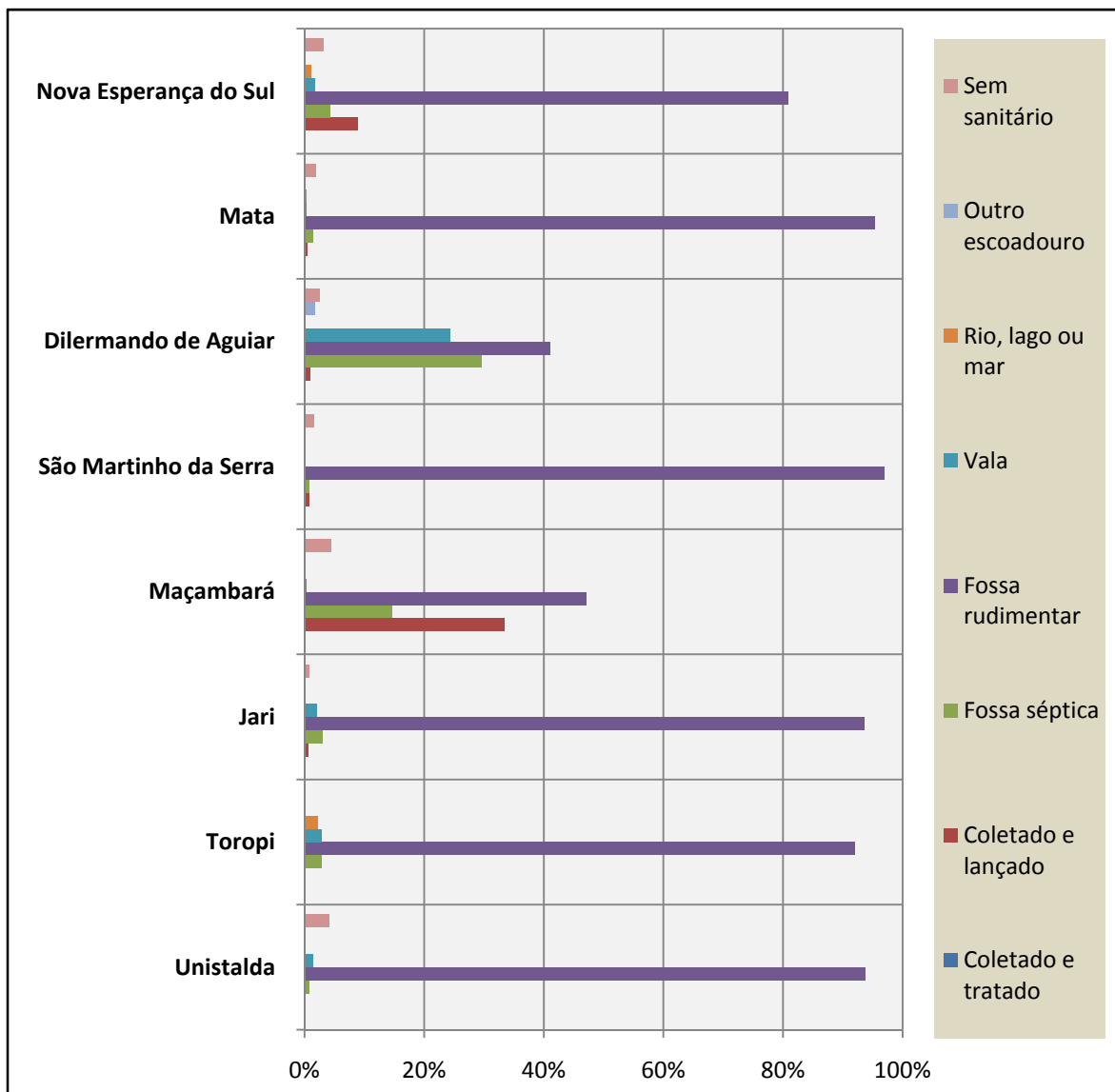


Gráfico 1 - Percentual da população atendida em cada tipo de lançamento (municípios com população urbana menor que 5 mil habitantes).

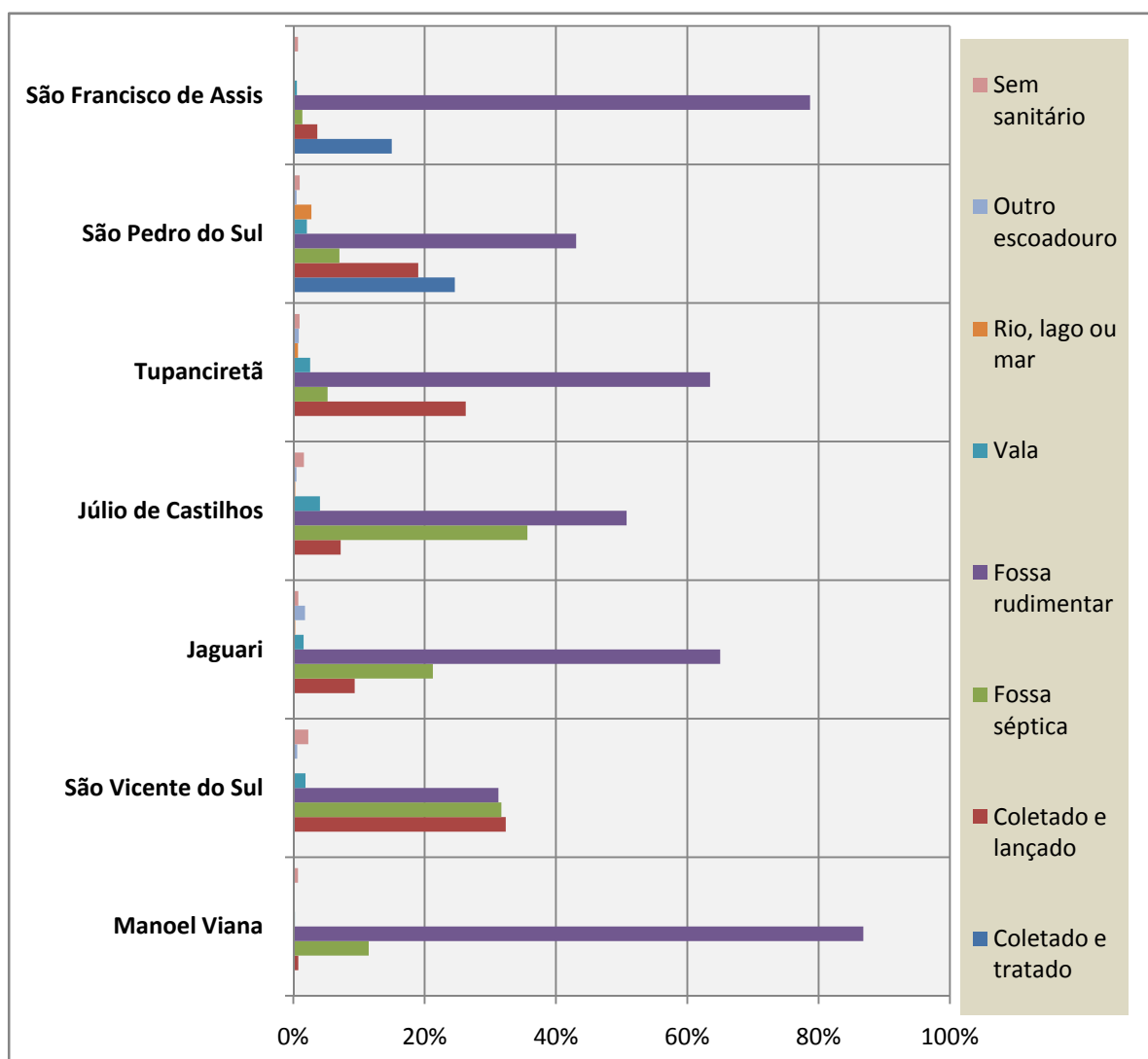


Gráfico 2 - Percentual da população atendida em cada tipo de lançamento (municípios com população urbana entre 5 mil e 15 mil habitantes).

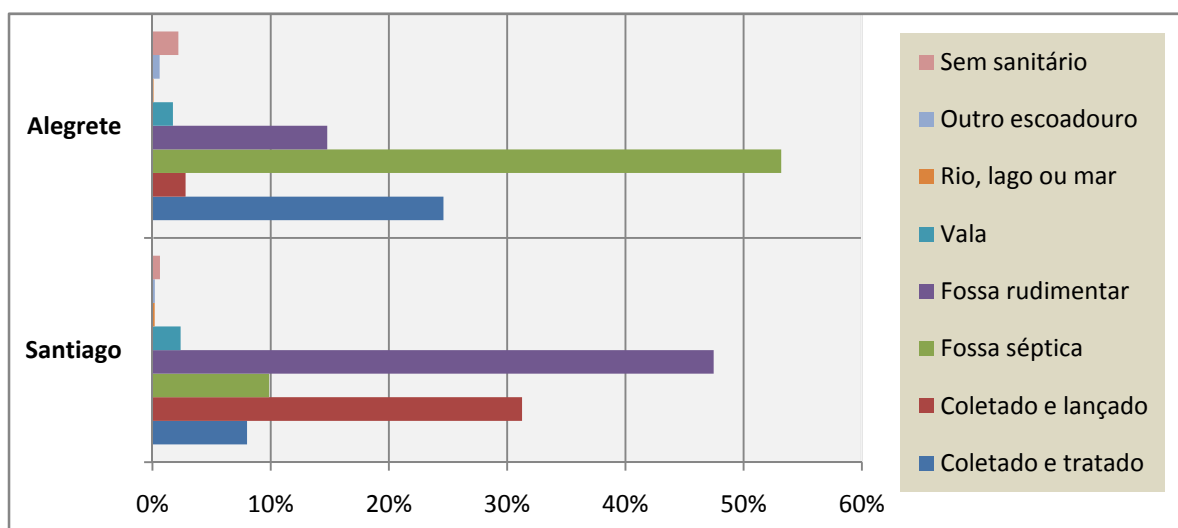


Gráfico 3 - Percentual da população atendida em cada tipo de lançamento (municípios com população urbana maior que 15 mil habitantes).

Foram aplicados fatores de redução de carga de acordo com os tipos de lançamento levantados. Primeiramente utilizaram-se os fatores disponíveis em FEPAM/FAURGS (2003), porém com o decorrer das simulações de qualidade verificou-se que estes fatores necessitariam de ajustes para que a os valores dos dados de monitoramento se equiparassem com os valores simulados. A tabela 5 apresenta a relação destes fatores, já ajustados após a realização das simulações:

Tabela 5 - Estimativa da redução de carga de acordo com o tipo de lançamento

Classificação	Coletado e tratado	Coletado e lançado	Fossa séptica	Fossa rudimentar	Vala	Rio, lago ou mar	Outro escoadouro	Sem sanitário
Redução de carga	70%	0%	10%	10%	10%	0%	0%	10%

Para as cargas oriundas do esgoto doméstico, a estimativa de cargas de esgotos das sedes municipais foi realizada com base em dados da literatura para produção *per capita*. A tabela 6 apresenta alguns valores típicos encontrados e os valores adotados no modelo.

Tabela 6 - Cargas poluidoras (g/hab.dia) de poluentes no esgoto doméstico.

Parâmetro	Valores típicos	Carga adotada
DBO	18,25-21,90 ^(a)	54
	16,0-19,0 ^(b)	
	40,0-60,0 ^(c)	
Nitrogênio Orgânico	1.77 ^(d)	1.77
Nitrogênio Amoniacal	2.95 ^(d)	2.95
Fósforo Total	1,1 ^(a)	0.94
	0,8-1,1 ^(b)	
	1,0-4,5 ^(c)	
Coliformes totais*	10 ^{10(b)}	1.6 ¹²
	10 ⁹ -10 ^{12(c)}	

Fonte:

 (a) Novotny (2003) *apud* Larentis (2001)

 (c) SUDERHSA (1997) *apud* Larentis (2001)

(c) Von Sperling (1997)

(d) Chapra (1997)

* carga em NMP/dia

Estabelecidas as cargas de cada parâmetro, o próximo passo foi a aplicação dos fatores de redução em cada município, considerando o percentual das populações urbanas com cada tipo de lançamento.

A vazão de esgotos gerada pela população é função do consumo médio *per capita* de água, visto que grande parte deste consumo é retornado ao sistema de esgotamento sanitário. Este volume retornado serve de veiculação para os dejetos das diversas atividades diárias da população. Neste sentido, foi considerado um consumo *per capita* de água de 200 L.hab⁻¹.dia⁻¹. A taxa de retorno para as redes de esgotos foi estabelecida em 80%, ou seja, a produção *per capita* de vazão de esgoto domiciliar considerada neste estudo é de 160 L/hab/dia.

As tabelas abaixo apresentam a carga total estimada para cada parâmetro, a carga unitária por habitante e a concentração resultante, após a aplicação dos fatores de redução, e também considerando uma redução de cargas resultante da distância entre o ponto de lançamento da simulação e a mancha urbana.

Tabela 7- Cargas e concentrações considerados na simulação - DBO

Ponto de lançamento	Carga DBO (kg/dia)	Carga DBO unitária (g/dia.hab)	Concentração DBO (mg/L)
Alegrete	2902.69	40.82	251.44
Dilermando de Aguiar	48.92	48.74	295.20
Jaguari	319.83	49.22	306.45
Jari*	28.23	48.67	292.99
Júlio de Castilhos*	545.94	49.04	296.65
Maçambará	35.01	50.41	302.01
Manoel Viana	255.20	48.65	299.78
Mata	135.03	48.64	295.49
Nova Esperança do Sul	189.76	49.13	291.43
Santiago*	2211.82	47.72	289.34
São Francisco de Assis	602.38	43.94	266.20
São Martinho da Serra	45.62	48.66	293.02
São Pedro do Sul	510.19	41.83	258.12
São Vicente do Sul*	287.37	50.38	304.26
Toropi	27.96	48.72	300.15
Tupanciretã	564.35	50.10	305.74
Unistalda	14.33	48.62	293.85

* municípios onde foram considerados dois pontos de lançamento, no qual as cargas foram divididas igualmente.

Tabela 8 - Cargas e concentrações considerados na simulação–N orgânico

Ponto de lançamento	Carga N Org.(kg/dia)	Carga N org. unitária (g/dia.hab)	Concentração N org. (mg/L)
Alegrete	93.88	1.32	11.19
Dilermando de Aguiar	1.56	1.55	13.14
Jaguari	10.46	1.61	13.64
Jari*	0.89	1.54	13.04
Júlio de Castilhos*	17.10	1.56	13.20
Maçambará	1.10	1.59	13.44
Manoel Viana	8.26	1.57	13.34
Mata	4.31	1.55	13.15
Nova Esperança do Sul	5.91	1.53	12.97
Santiago*	70.05	1.52	12.88
São Francisco de Assis	19.16	1.40	11.85
São Martinho da Serra	1.44	1.54	13.04
São Pedro do Sul	16.53	1.36	11.49
São Vicente do Sul*	9.06	1.60	13.54

Toropi	0.90	1.58	13.36
Tupanciretã	18.08	1.61	13.61
Unistalda	0.45	1.54	13.08

Tabela 9 - Cargas e concentrações considerados na simulação–N Amoniacal

Ponto de lançamento	Carga amônia(kg/dia)	Carga amônia unitária (g/dia.hab)	Conc. amônia (mg/L)
Alegrete	156.46	2.20	18.65
Dilermando de Aguiar	2.59	2.58	21.90
Jaguari	17.43	2.68	22.73
Jari*	1.49	2.56	21.74
Júlio de Castilhos*	28.51	2.60	22.01
Maçambará	1.84	2.64	22.40
Manoel Viana	13.76	2.62	22.24
Mata	7.18	2.59	21.92
Nova Esperança do Sul	9.85	2.55	21.62
Santiago*	116.75	2.53	21.46
São Francisco de Assis	31.93	2.33	19.75
São Martinho da Serra	2.40	2.56	21.74
São Pedro do Sul	27.55	2.26	19.15
São Vicente do Sul*	15.11	2.66	22.57
Toropi	1.51	2.63	22.27
Tupanciretã	30.13	2.68	22.68
Unistalda	0.76	2.57	21.80

* municípios onde foram considerados dois pontos de lançamento, no qual as cargas foram divididas igualmente.

Tabela 10 - Cargas e concentrações considerados na simulação–P total

Ponto de lançamento	Carga P total(kg/dia)	Carga P total unitária (g/dia.hab)	Conc. P total (mg/L)
Alegrete	50.07	0.70	5.97
Dilermando de Aguiar	0.83	0.83	7.01
Jaguari	5.58	0.86	7.27
Jari*	0.48	0.82	6.96
Júlio de Castilhos*	9.12	0.83	7.04
Maçambará	0.59	0.85	7.17
Manoel Viana	4.40	0.84	7.12
Mata	2.30	0.83	7.01
Nova Esperança do Sul	3.15	0.82	6.92
Santiago*	37.36	0.81	6.87
São Francisco de Assis	10.22	0.75	6.32

São Martinho da Serra	0.77	0.82	6.96
São Pedro do Sul	8.82	0.72	6.13
São Vicente do Sul*	4.83	0.85	7.22
Toropi	0.48	0.84	7.13
Tupanciretã	9.64	0.86	7.26
Unistalda	0.24	0.82	6.98

Tabela 11 - Cargas e concentrações considerados na simulação–Coliformes fecais

Ponto de lançamento	Carga Coli fecais(kg/dia)	Carga Coli fecais unitária (g/dia.hab)	Conc. Coli fecais (NMP/100ml)
Alegrete	8.49E+13	1.19E+12	7.46E+05
Dilermando de Aguiar	1.41E+12	1.40E+12	8.76E+05
Jaguari	9.45E+12	1.45E+12	9.09E+05
Jari*	8.07E+11	1.39E+12	8.69E+05
Júlio de Castilhos*	1.55E+13	1.41E+12	8.80E+05
Maçambará	9.96E+11	1.43E+12	8.96E+05
Manoel Viana	7.47E+12	1.42E+12	8.90E+05
Mata	3.89E+12	1.40E+12	8.77E+05
Nova Esperança do Sul	5.34E+12	1.38E+12	8.65E+05
Santiago*	6.34E+13	1.37E+12	8.59E+05
São Francisco de Assis	1.73E+13	1.26E+12	7.90E+05
São Martinho da Serra	1.30E+12	1.39E+12	8.70E+05
São Pedro do Sul	1.49E+13	1.23E+12	7.66E+05
São Vicente do Sul*	8.20E+12	1.44E+12	9.03E+05
Toropi	8.18E+11	1.43E+12	8.91E+05
Tupanciretã	1.64E+13	1.45E+12	9.07E+05
Unistalda	4.11E+11	1.40E+12	8.72E+05

* municípios onde foram considerados dois pontos de lançamento, no qual as cargas foram divididas igualmente.

3.3 FONTES DIFUSAS

A partir do levantamento das cargas orgânicas de origem animal por município gerou-se o mapa da distribuição de cargas, ilustrado na figura 13:

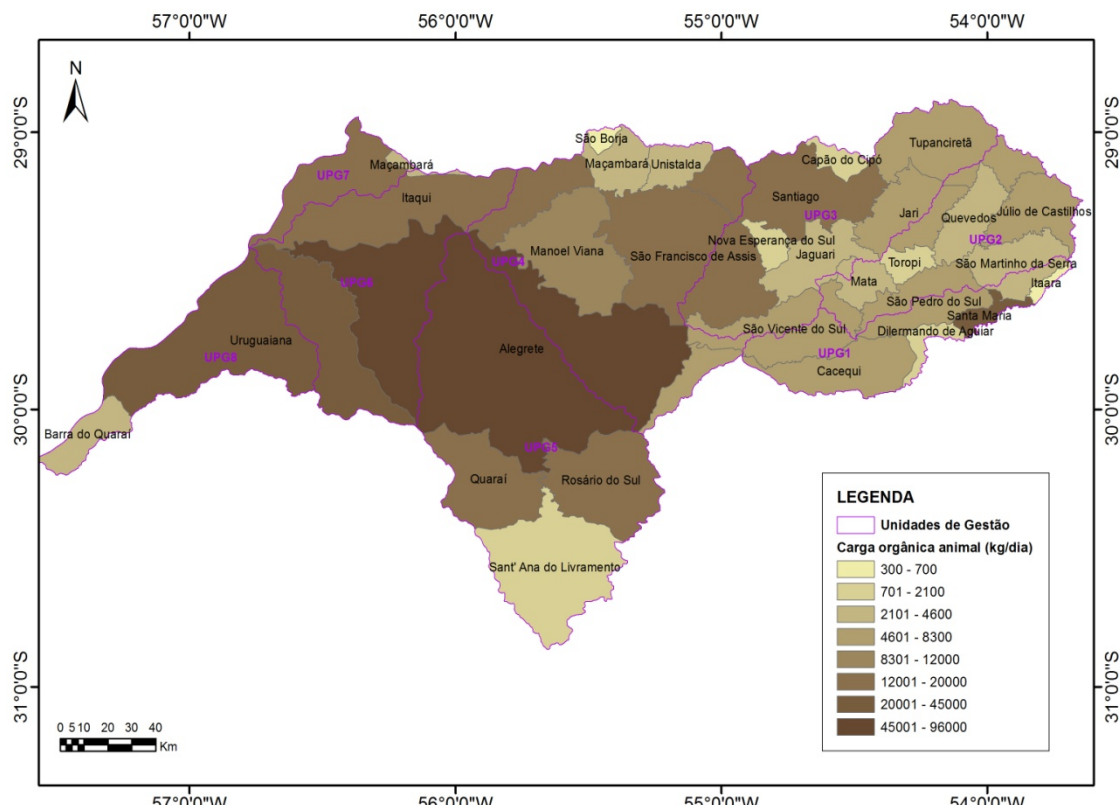


Figura 9 - Distribuição anual por município das cargas orgânicas provenientes da criação animal

A partir deste mapa, utilizou-se o arquivo das mini-bacias correspondente aos segmentos da rede de drenagem para o estabelecimento da distribuição das cargas orgânicas por mini-bacia, ilustrado na figura 14. No modelo, esta carga por mini-bacia entrará junto com a vazão incremental de cada uma dessas unidades, ou seja, a vazão que é gerada na mini-bacia. Por considerarmos que toda a vazão incremental seria proveniente do escoamento superficial, aplicamos uma redução desta carga estimada, de modo a adequarmos o modelo à situação de vazões com alta permanência na qual estamos trabalhando. O valor das cargas orgânicas por mini-bacia foi reduzido a 7% do seu valor, justificando-se o alto valor reduzido devido a predominância do escoamento subterrâneo em vazões de estiagem.

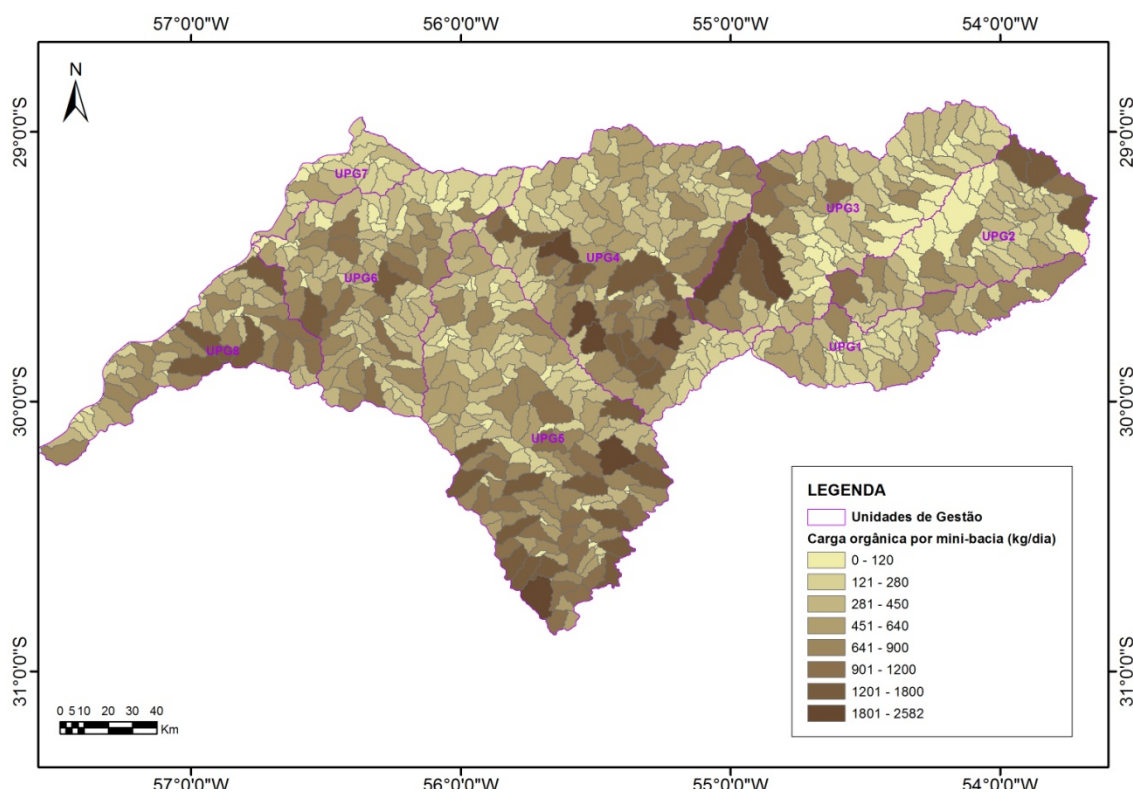


Figura 10 - Distribuição anual por município das cargas orgânicas provenientes da criação animal

Além das cargas orgânicas oriundas da criação animal, também se considerou as cargas provenientes do tipo de uso do solo. A partir do levantamento do uso do solo, realizaram-se o mesmo procedimento aplicado no caso das cargas orgânicas oriundas da criação animal, no qual se estabeleceu o percentual de contribuição de cargas por mini-bacia da rede de drenagem. Neste caso, foram consideradas também a geração das cargas de nutrientes e também de coliformes totais, de acordo com a tabela 12. Estas cargas entram com a vazão incremental das mini-bacias, sendo considerada uma redução a 7% do valor de carga estimada, da mesma forma como foi tratada a situação das cargas de origem animal.

Tabela 12 – Cargas unitárias de poluentes (Kg.ha⁻¹.ano⁻¹) por tipo de uso do solo (valores entre parênteses são médios). Fonte: Larentis, 2004

Poluente Uso do Solo	DBO	Nitrogênio Total	Fósforo Total	Coliformes Fecais*
Floresta	2 – 7 (5) ^b	2,1 – 2,7 ^a 3 – 13 ^b 1,3 – 10,2 (3) ^e	0,1 – 0,4 ^a 0,03 – 0,9 (0,10) ^b 0,01 – 0,9 (0,4) ^e	-
Campo	6 – 17 (11,5) ^b	1,5 ^a 2 – 12 (6,2) ^b	0,9 ^a 0,10 – 2,1 (0,5) ^b	2,63E9 ^b
Urbano	28 – 96 (50) ^b 5 – 100 ^c 28 – 112 ^d	0,2 – 18 ^a 3,2 – 18 (8,5) ^b 2 – 12 ^c 4 – 10 ^d 1 – 20 (5) ^e	0,3 – 4,8 ^a 1,1 – 5,6 (2) ^b 0,2 – 2,2 ^c 0,3 – 0,9 ^d 0,1 – 10 (1) ^e	1,5E3 ^b
Agrícola	4 – 31 (18) ^b	2,7 – 5,1 ^a 0,1 – 13 ^b 0,5 – 50 (5) ^e	0,03 – 0,3 ^a 0,18 – 1,62 (1,05) ^b 0,1 – 5 (0,5) ^e	2,51E7 ^b

* unidades em 1E6 NMP.ha⁻¹.ano⁻¹

^a Novotny (2003);

^b Lima (1998);

^c Claphan et al. (1999);

^d Wurbs e James (2002);

^e Thomann e Muller (1987).

IV AJUSTE DO MODELO DE QUALIDADE DE ÁGUA

Conforme já discutido, os parâmetros de qualidade da água simulados foram: oxigênio dissolvido, DBO, fósforo total, nitratos e coliformes fecais.

O ajuste foi realizado com base nos monitoramentos realizados durante o plano de Bacia no Rio Ibicuí e nos principais afluentes. As amostragens foram feitas em dezembro de 2010 e abril de 2011, e a localização dos pontos de monitoramento encontra-se na Tabela 13 e na Figura 11:

Tabela 13 - Relação dos postos de monitoramento

Número	Rio	Localização
1	Toropi	BR-287 / Mata
2	Ibicuí-Mirim	RS-640 / Cacequi
3	Jaguari	BR-287 / Jaguari
4	Ibicuí	Vicinal Saicã-Loreto
5	Ibicuí	RS-176 / Manuel Viana
6	Ibirapuitã	BR-290 / Alegrete (montante)
7	Ibirapuitã	Jusante arroio Regalato (cidade)
8	Itú	RS-176
9	Ibicuí	BR-472
10	Sanga do Salso/Cacaréu	Uruguiana (cidade)

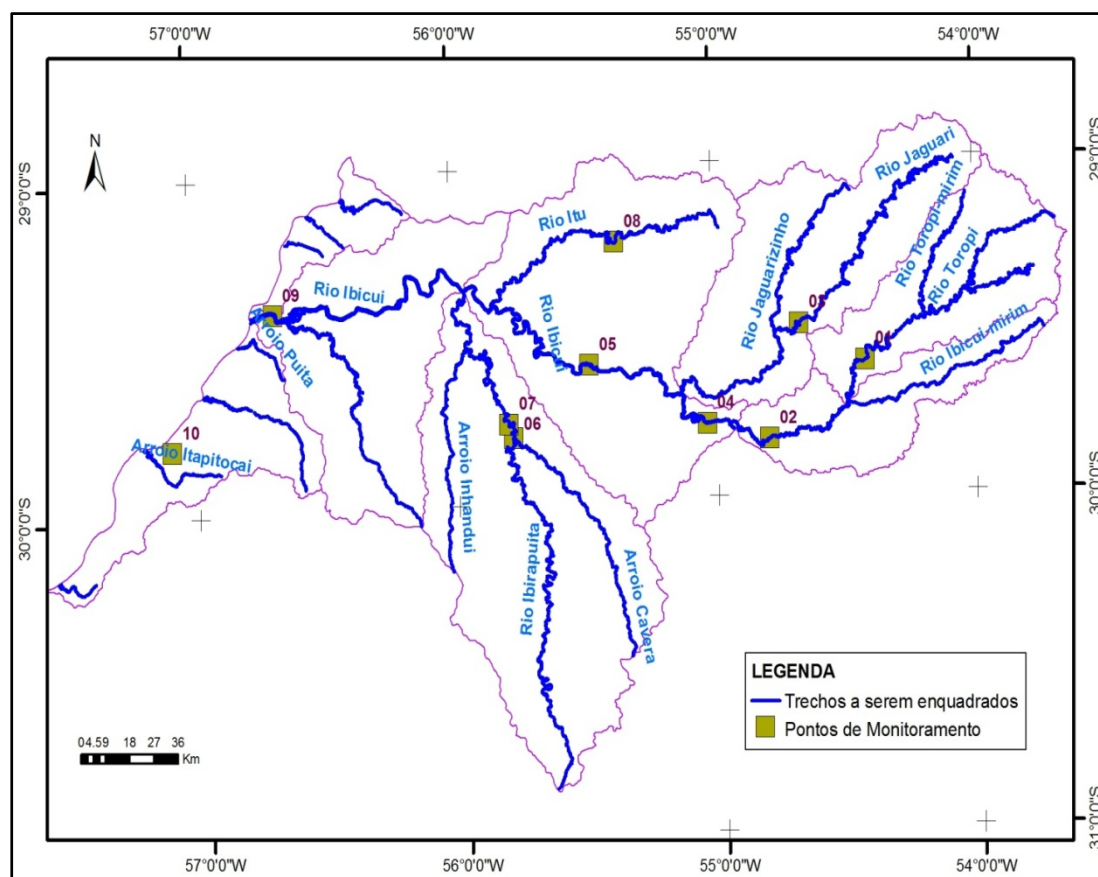


Figura 11 - Localização dos pontos de monitoramento

A avaliação da calibração para o módulo de qualidade da água do modelo foi realizada com base na comparação visual entre os dados máximos, mínimos e médios observados, e os resultados simulados nas correspondentes seções de amostragem. O ajuste foi obtido para coeficientes cinéticos mostrados na Tabela 14.

Tabela 14- Coeficientes cinéticos utilizados na calibração do modelo.

Coeficiente cinético	Faixa de valores	Valor adotado
Taxa de decaimento da DBO	0,1-5,0	0,2
Taxa de reaeração	0,1 - 50	0,21 – 1,05
Taxa de decaimento do Fósforo	0,01-0,7	0,35
Taxa de decaimento de coliformes fecais	0,1-10	5

Fonte: Bowie et al. (1985)

O parâmetro K2 foi estimado usando a relação estabelecida por Larentis (2004) e descrito no item 2.2.10. O resultado da estimativa encontra-se na Figura 12 abaixo:

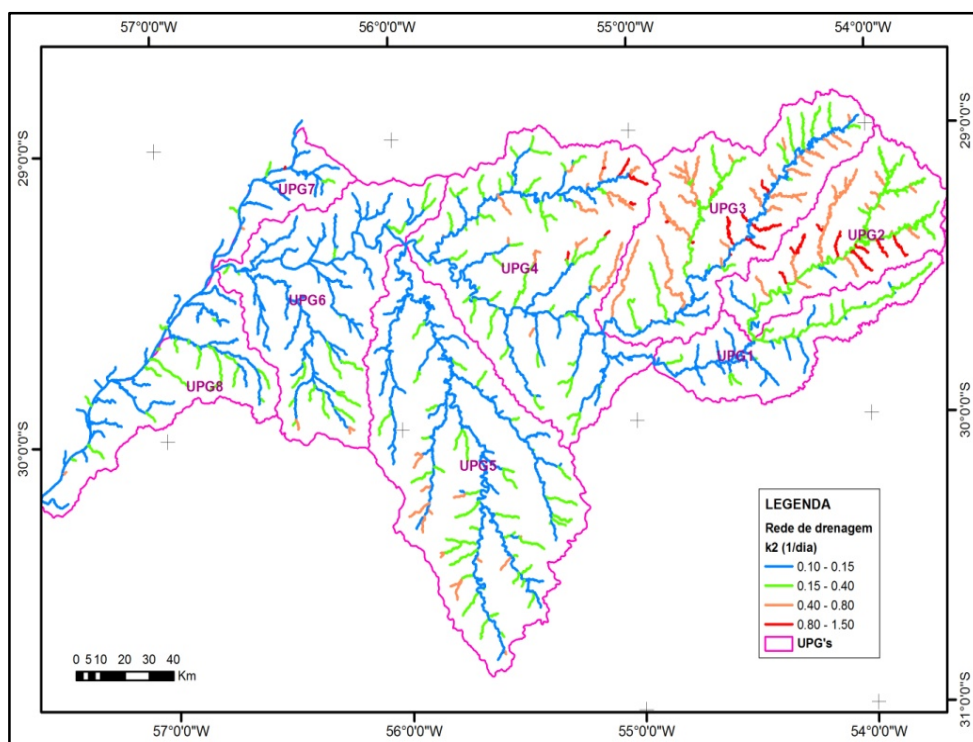


Figura 12 - Estimativa do valor de k2 para cada trecho da rede de drenagem

Foram estabelecidos três cenários de vazão para a simulação qualitativa:

- Vazão média anual com permanência de 90%
- Vazão média anual com permanência de 95%
- Vazão média anual com permanência de 90% subtraídas das demandas de irrigação

Na sequência, as figuras 14 a 28 apresentam os resultados da calibração para alguns trechos do modelo. Nessa etapa, buscou-se ajustar os dados simulados para a faixa de valores de concentração observados nas campanhas de monitoramento. Os resultados da simulação para Q90 e Q90 com retiradas ficaram muito semelhantes, de modo que perfis ilustrados apresentam os resultados da Q90 e Q95 anuais.

4.1 PERFIS DE DBO

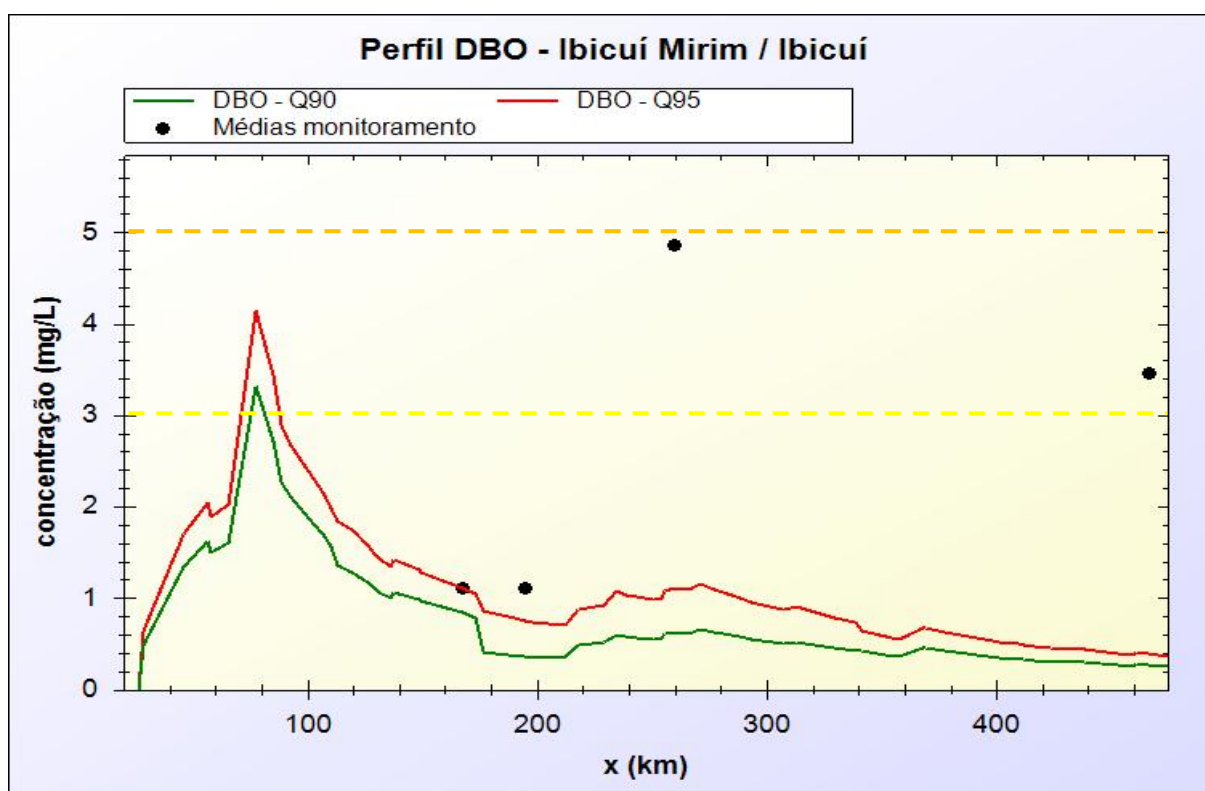


Figura 13 - Comparação entre os dados simulados e observados para DBO (mg/l) no Rio Ibicuí.

A Figura 13 apresenta o ajuste da DBO para o trecho correspondente ao Rio Ibicuí-Mirim e ao Rio Ibicuí. O perfil tem início na nascente do Ibicuí-Mirim e termina na foz do Ibicuí na confluência com o Rio Uruguai. As cargas mais expressivas são as provenientes de São Pedro do Sul, São Vicente do Sul, São Francisco de Assis e Manoel Viana. Destes, considerou-se que somente Manoel Viana possui descarga direta no Ibicuí, os demais lançam em afluentes de pequeno porte. Os picos de concentração, observados na entrada do afluente de São Vicente do Sul, deve-se ao baixo nível de vazões neste local.

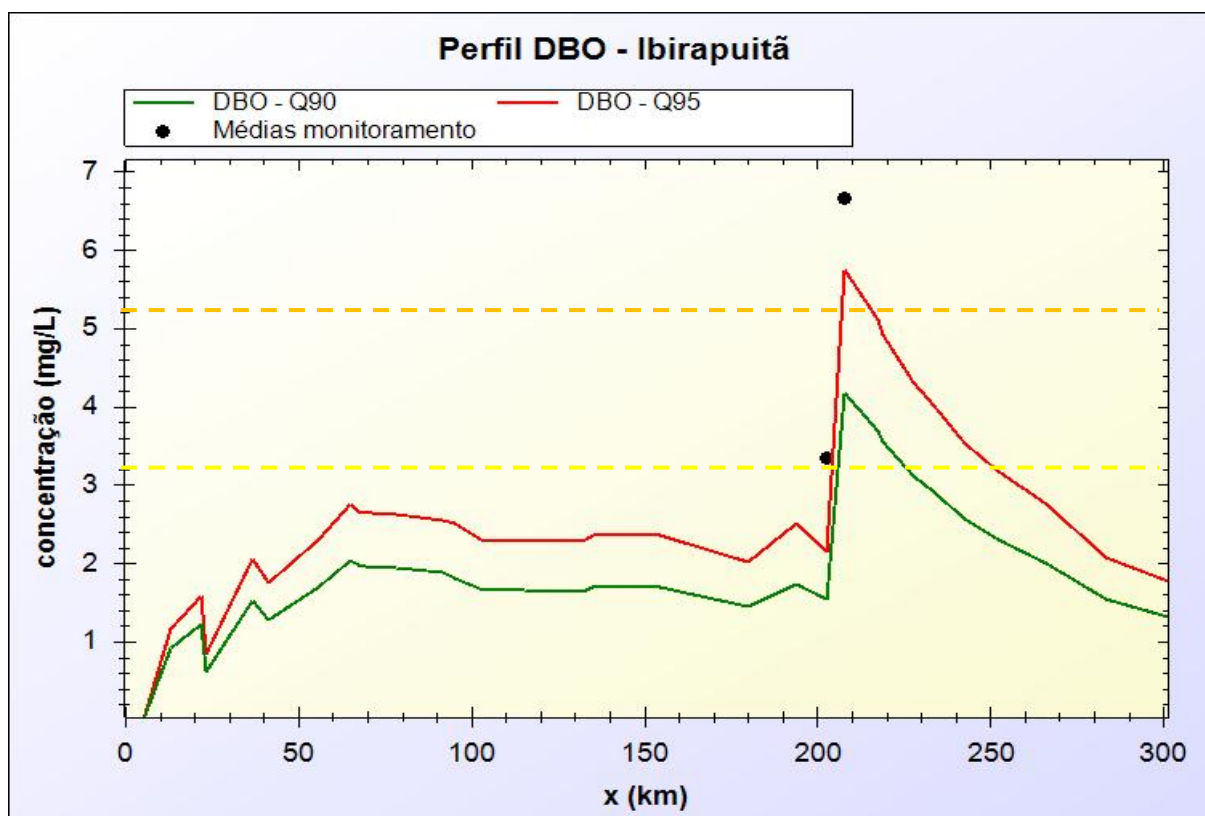


Figura 14 - Comparação entre os dados simulados e observados para DBO (mg/l) no Rio Ibirapuitã.

A Figura 14 apresenta o perfil de concentração da DBO ao longo do Rio Ibirapuitã. Este trecho apresenta uma única e expressiva entrada de descarga de efluentes, correspondente ao município de Alegrete. Este perfil foi muito importante para a calibração do modelo, devido à presença de um ponto de monitoramento à montante e outro à jusante da cidade de Alegrete, podendo-se observar o efeito causado pelos lançamentos deste município. Através deste perfil, foi possível ajustarmos os fatores de redução de carga de acordo com o tipo de lançamento, na tentativa de estabelecermos a mesma variação de concentração com relação aos dados observados e aos dados simulados.

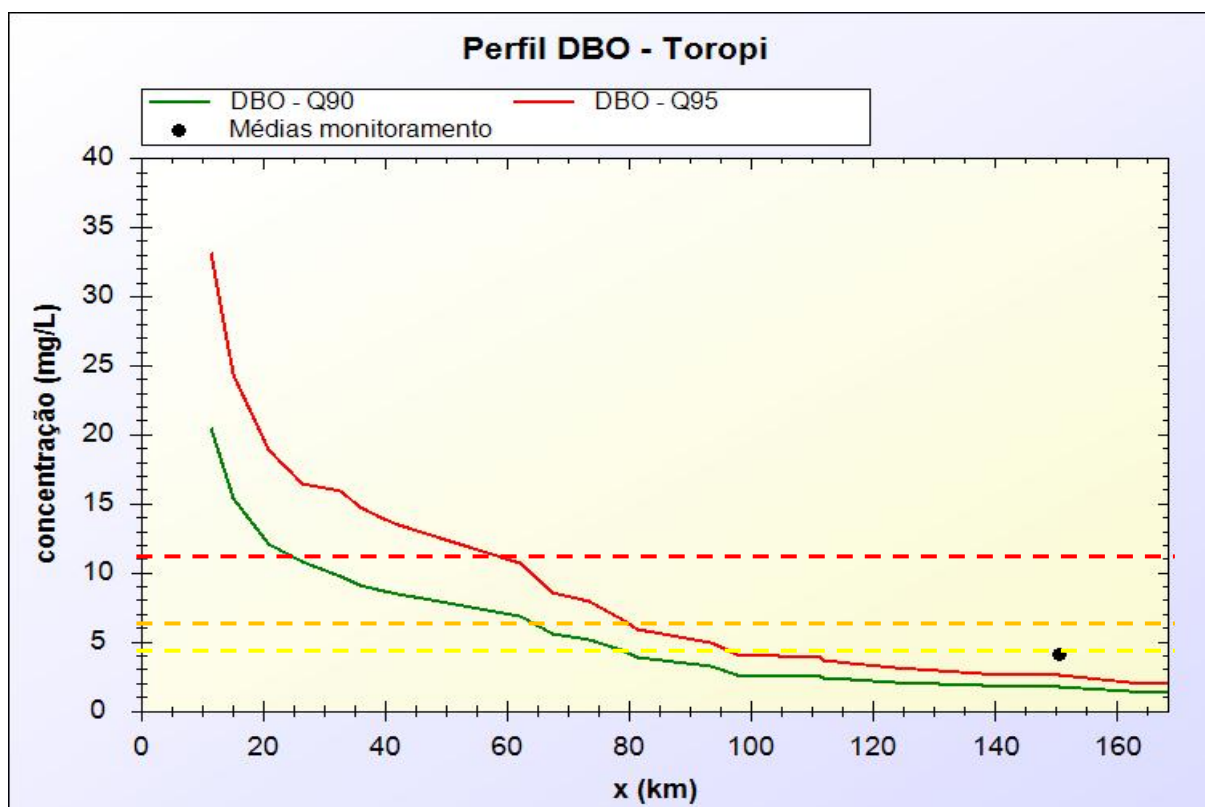


Figura 15 - Comparação entre os dados simulados e observados para DBO (mg/l) no Rio Toropi.

A Figura 15 apresenta o perfil de concentração da DBO ao longo do Rio Toropi. A elevada taxa de concentração observada no início do trecho deve-se principalmente à baixa vazão neste local, e também à entrada de parte das descargas de Júlio de Castilhos e Tupanciretã. Na altura do município de Toropi o rio já consegue atender as classes 2 e 1.

4.2 PERFIS DE OXIGÊNIO DISSOLVIDO

Com base na média das temperaturas amostradas nos dados de monitoramento, obteve-se um valor de saturação do oxigênio dissolvido igual a 9.1mg O₂/L. As figuras 17, 18 e 19 apresentam os perfis de concentração do oxigênio dissolvido para o Ibicuí, Ibirapuitã e Toropi, respectivamente. Observa-se que em ambos os perfis, os valores estão contidos na classe 1 do enquadramento do CONAMA.

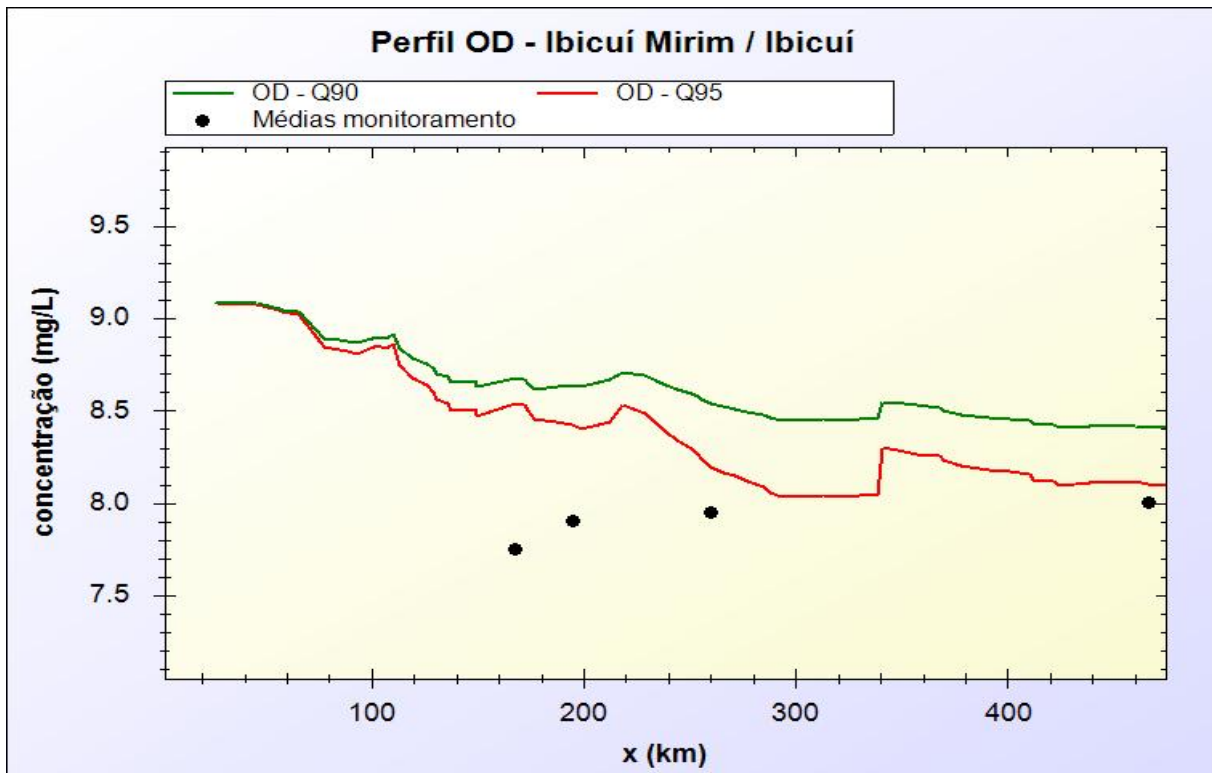


Figura 16 - Comparação entre os dados simulados e observados para OD (mg/l) no Rio Ibicuí.

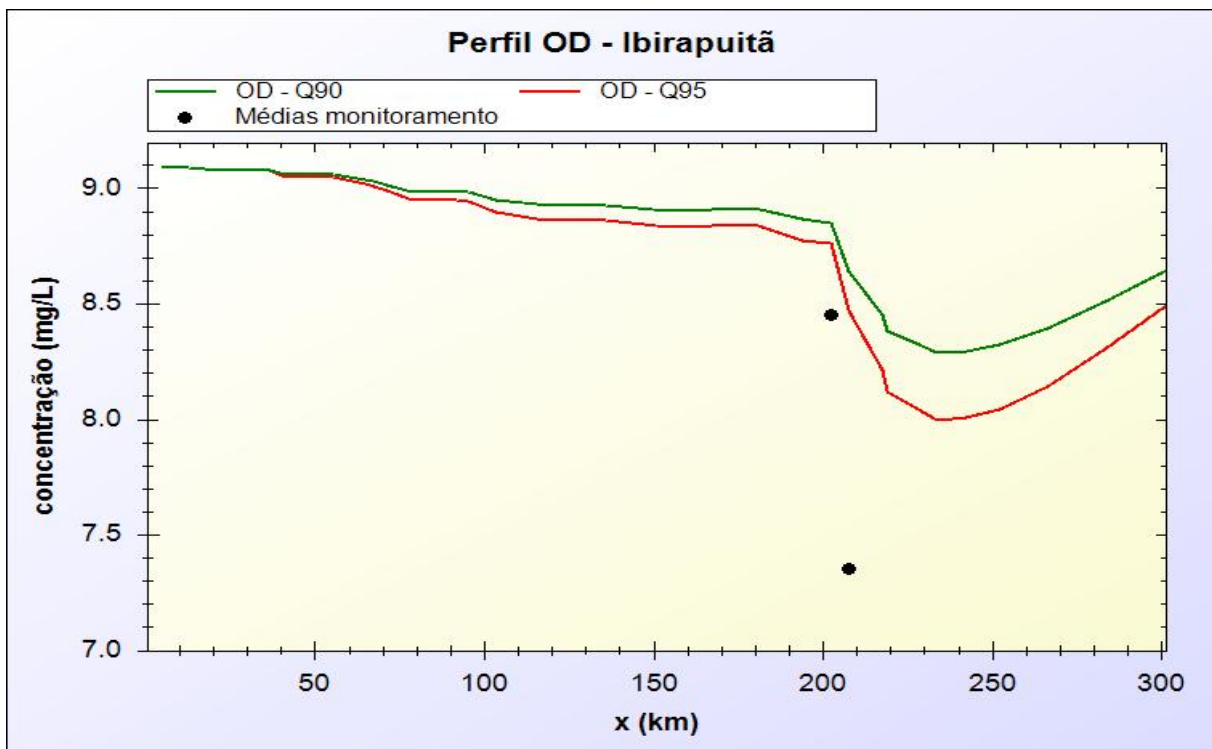


Figura 17 - Comparação entre os dados simulados e observados para OD (mg/l) no Rio Ibirapuitã.

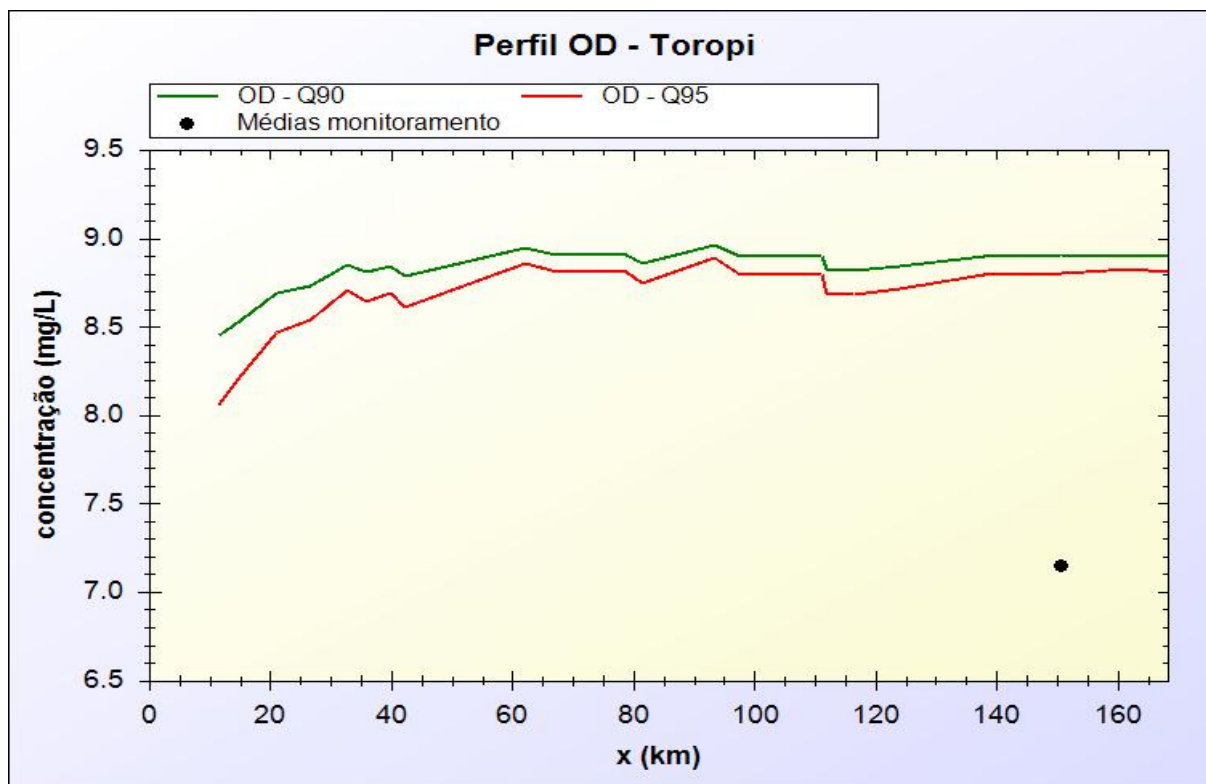


Figura 18- Comparação entre os dados simulados e observados para OD (mg/l) no Rio Toropi.

4.3 PERFIS DE FÓSFORO TOTAL

As figuras 20, 21 e 22 apresentam os perfis de concentração para o parâmetro fósforo total. Observa-se ocorrência de trechos em classes 3 e 4 em todos os perfis, principalmente no Ibirapuitã a jusante de Alegrete e no Toropi a montante do município de Toropi.

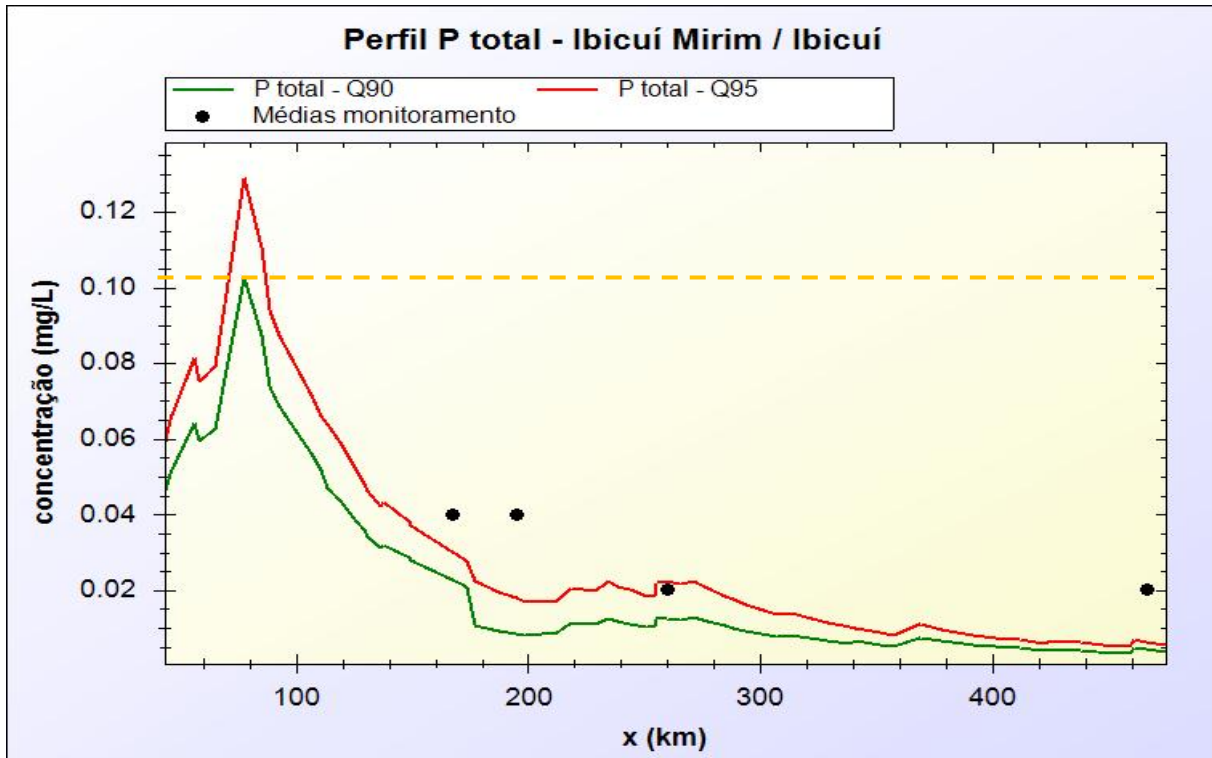


Figura 19 - Comparação entre os dados simulados e observados para fósforo total (mg/l) no Rio Ibicuí

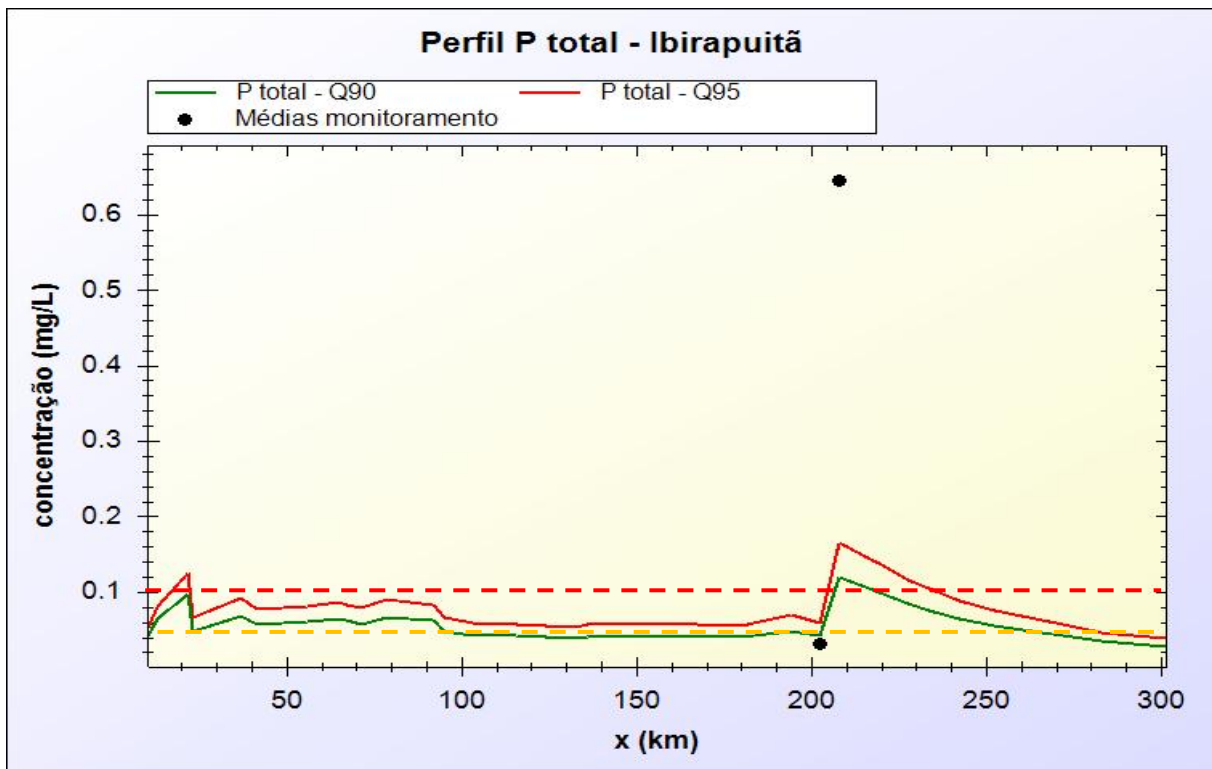


Figura 20 - Comparação entre os dados simulados e observados para fósforo total (mg/l) no Rio Ibirapuitã

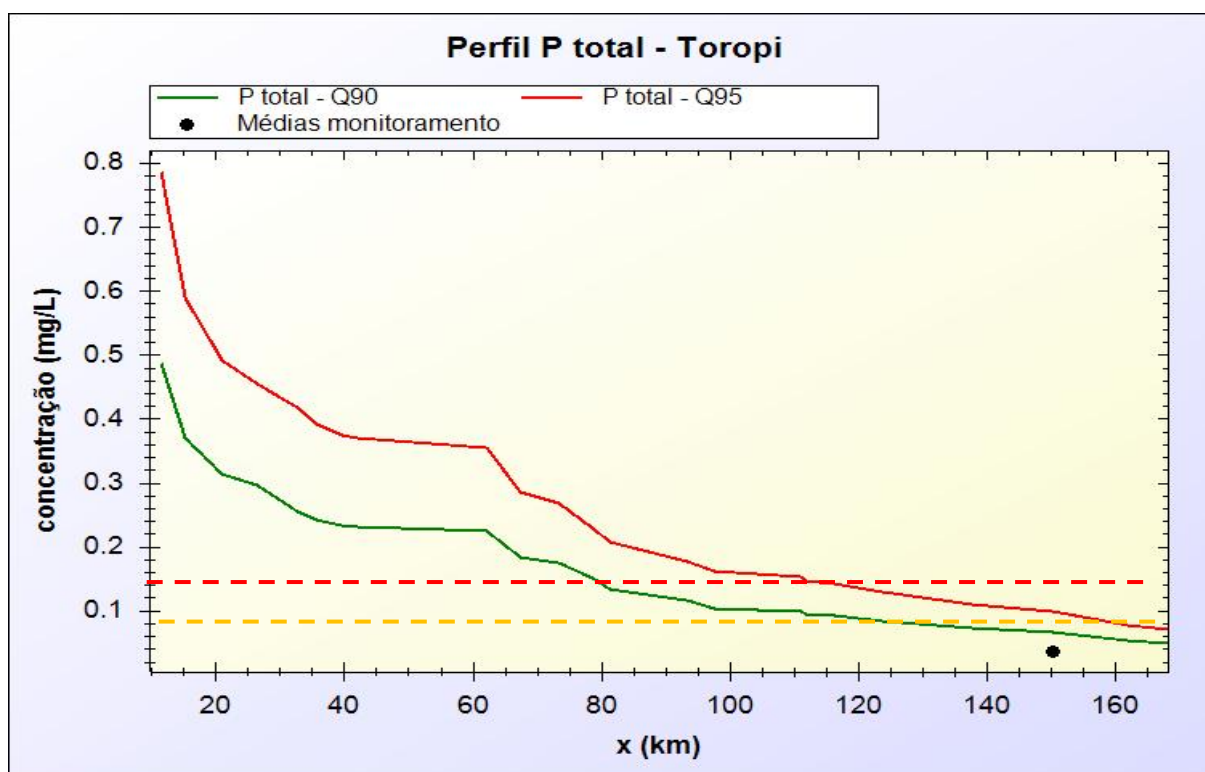


Figura 21 - Comparação entre os dados simulados e observados para fósforo total (mg/l) no Rio Toropi

4.4 PERFIS DE NITRATO

As figuras 23, 24 e 25 apresentam os perfis de concentração para o nitrato. Os níveis de concentração de ambos os perfis não apresentam incompatibilidade com os limites da classe do CONAMA, o qual estabelece que a partir de 10 mg/L o trecho seria enquadrado em classe 4.

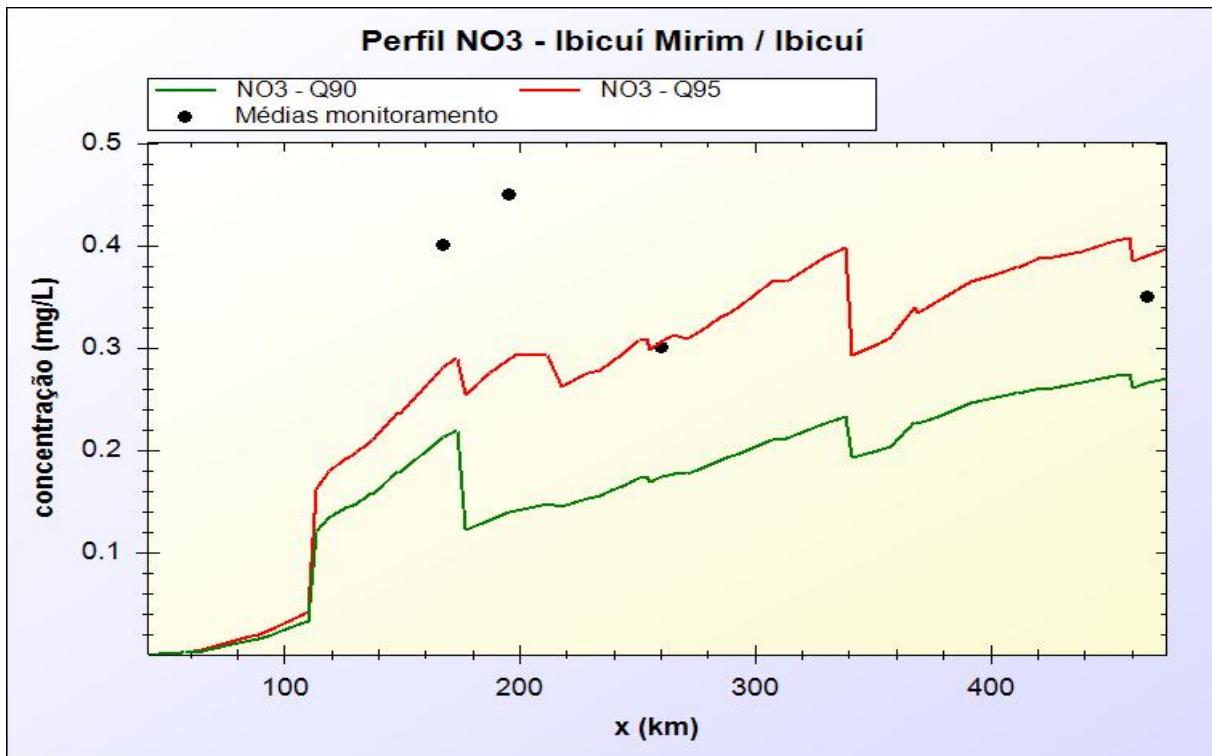


Figura 22 - Comparação entre os dados simulados e observados para nitratos (mg/l) no Rio Ibicuí

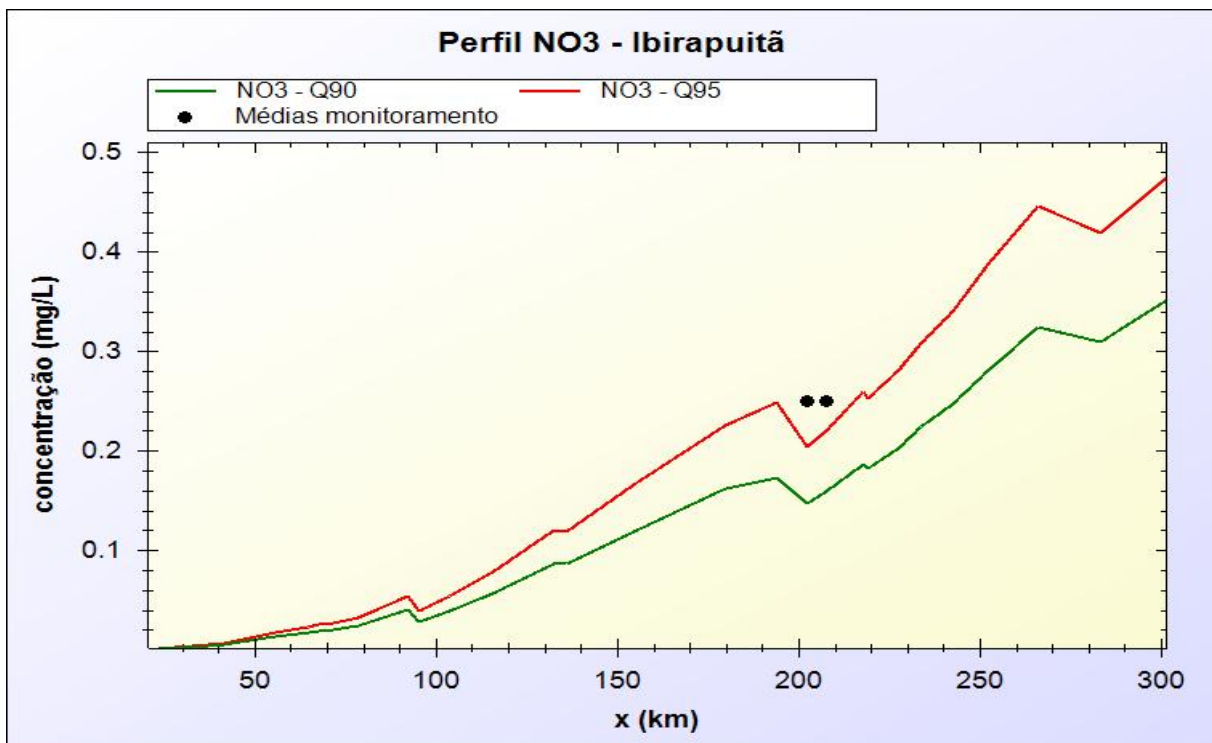


Figura 23 - Comparação entre os dados simulados e observados para nitratos (mg/l) no Rio Ibirapuitã

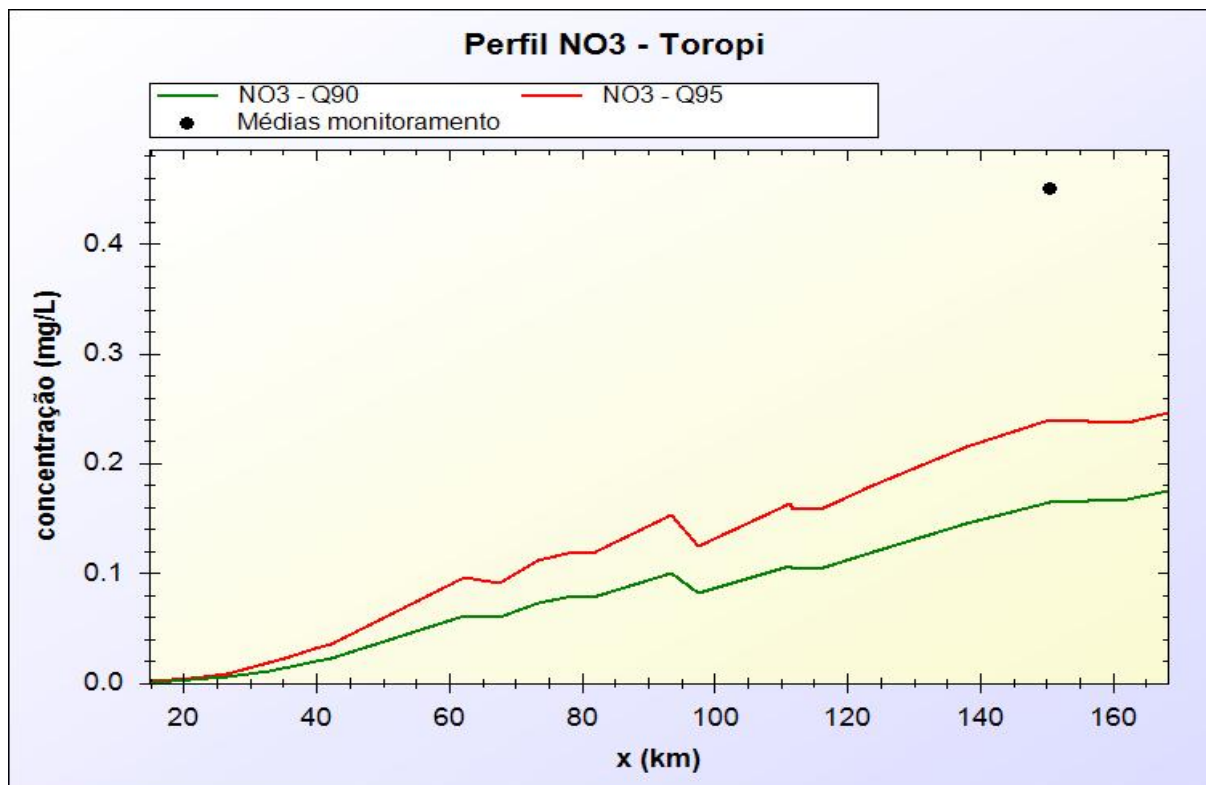


Figura 24 - Comparação entre os dados simulados e observados para nitratos (mg/l) no Rio Toropi.

4.5 PERFIS DE COLIFORMES FECAIS

Em razão da grande variabilidade do parâmetro coliforme fecais, as figuras 26, 27 e 28 apresentam os valores simulados e monitorados em escala logarítmica. Os perfis simulados mostram o aumento na concentração de coliformes fecais no trecho sob influência dos efluentes domésticos não-tratados dos municípios inseridos nestes segmentos.

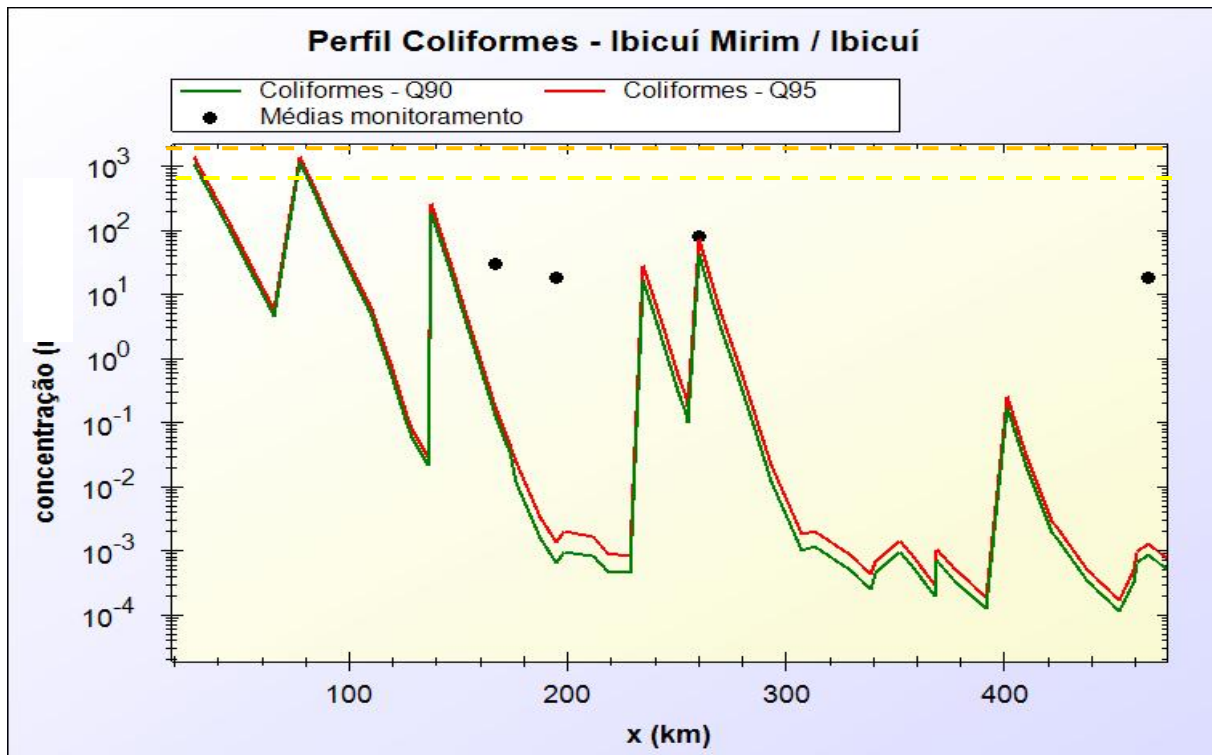


Figura 25 - Comparação entre os dados simulados e observados para coliformes fecais (MNP/100 ml) no Rio Ibicuí.

Enquanto em alguns trechos superiores do rio Ibicuí e na altura de Manoel Viana os níveis de coliformes são majorados acima do limite da classe 3, nos demais trechos os níveis correspondem às classes 1 e 2.

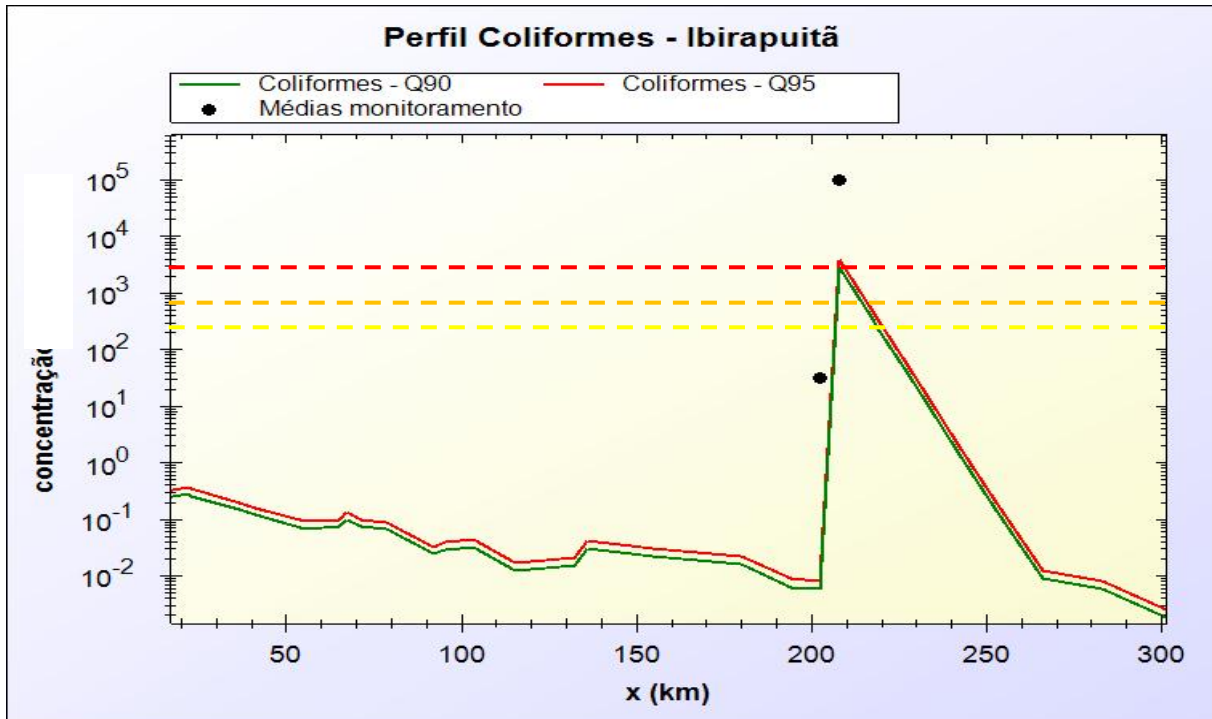


Figura 26 - Comparação entre os dados simulados e observados para coliformes fecais (MNP/100 ml) no Rio Ibirapuitã.

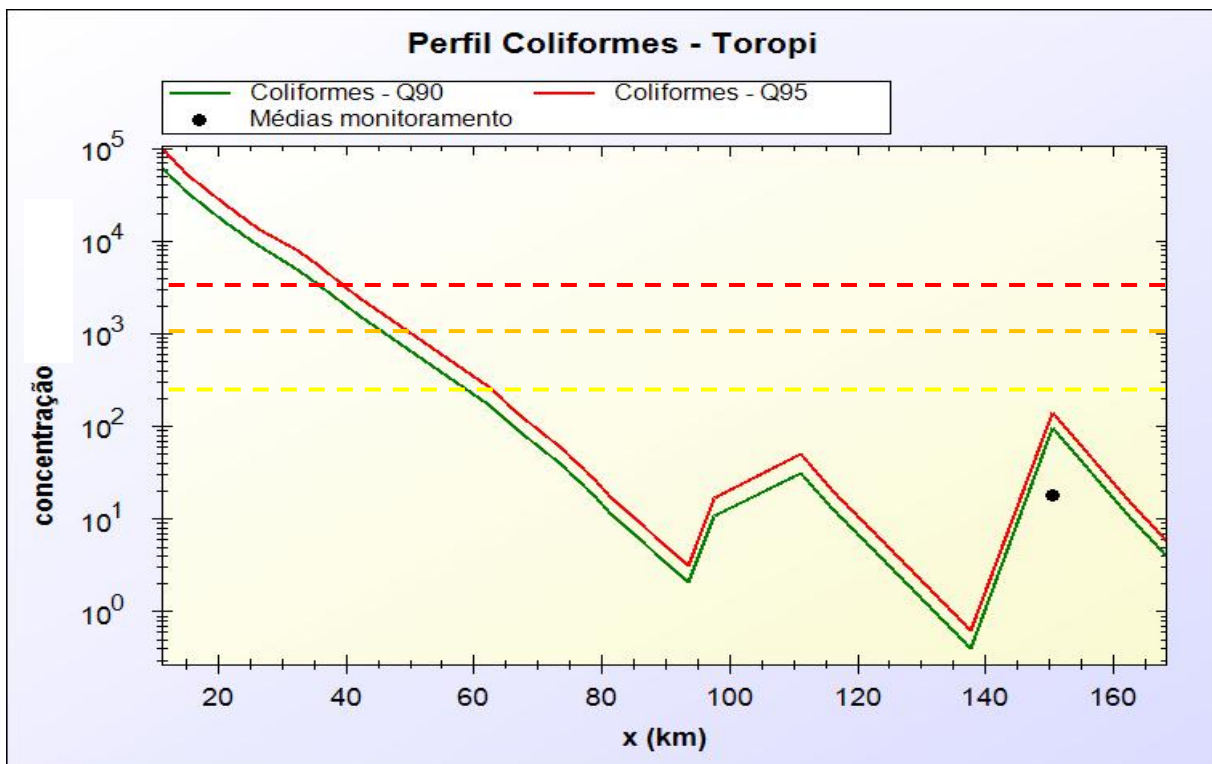


Figura 27 - Comparação entre os dados simulados e observados para coliformes fecais (MNP/100 ml) no Rio Toropi.

V RESULTADOS DA SIMULAÇÃO

Os trechos da rede de drenagem foram classificados de acordo com as classes de enquadramento definidas de acordo com a resolução nº 357 do CONAMA. Os valores das faixas de concentração dos parâmetros de interesse estão listados na Tabela 15 abaixo:

Tabela 15 - Distribuição das faixas de concentração nas classes de enquadramento

Classe	DBO (mg/L)	OD (mg/L)	Nitrato (mg/L)	Fósforo (mg/L)	Cofiformes (NMP/100ml)
1	C < 3	C > 6	C < 10	C < 0.1	C < 200
2	3 < C < 5	5 < C < 6			200 < C < 1000
3	5 < C < 10	4 < C < 5		0.1 < C < 0.15	1000 < C < 2500
4	C > 10	2 < C < 4	C > 10	C > 0.15	C > 2500

As figuras de número 29 a 34 apresentam os resultados das simulações, com a distribuição das concentrações conforme a classificação do CONAMA e considerando os cenários de Q90 e Q95. Os parâmetros ilustrados são, nesta ordem, a DBO, fósforo total e coliformes totais. Os parâmetros de OD e nitratos não foram ilustrados pois todos os segmentos ficaram com concentrações dentro do limite da classe 1.

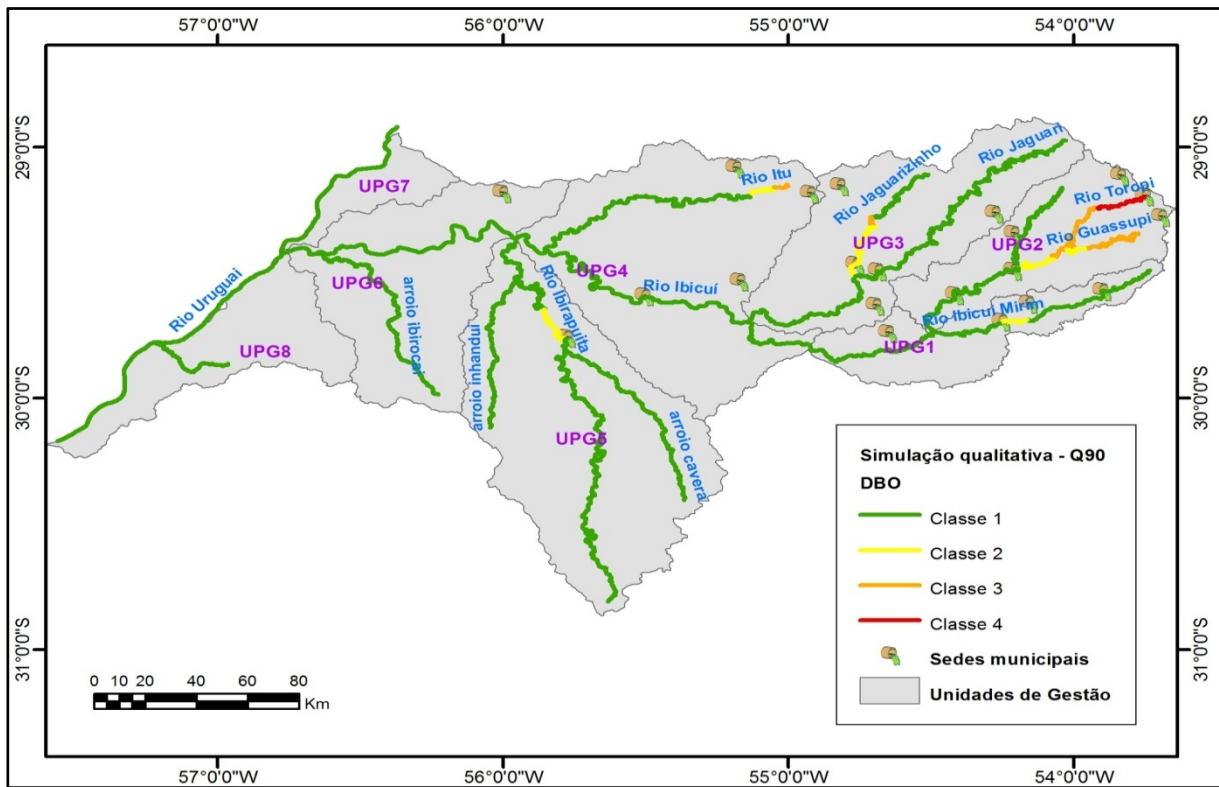


Figura 28 - Mapa de concentrações - Parâmetro: DBO - Vazão: Q90

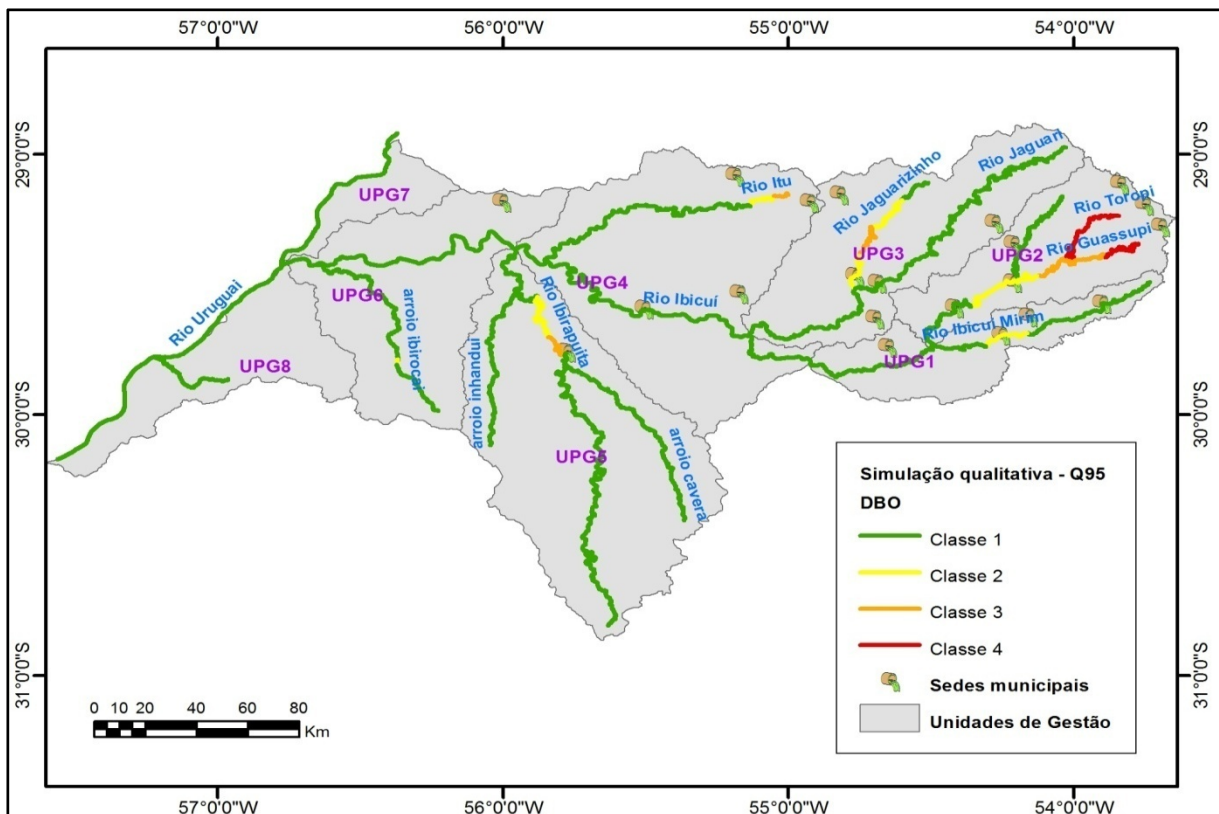


Figura 29 - Mapa de concentrações - Parâmetro: DBO - Vazão: Q90

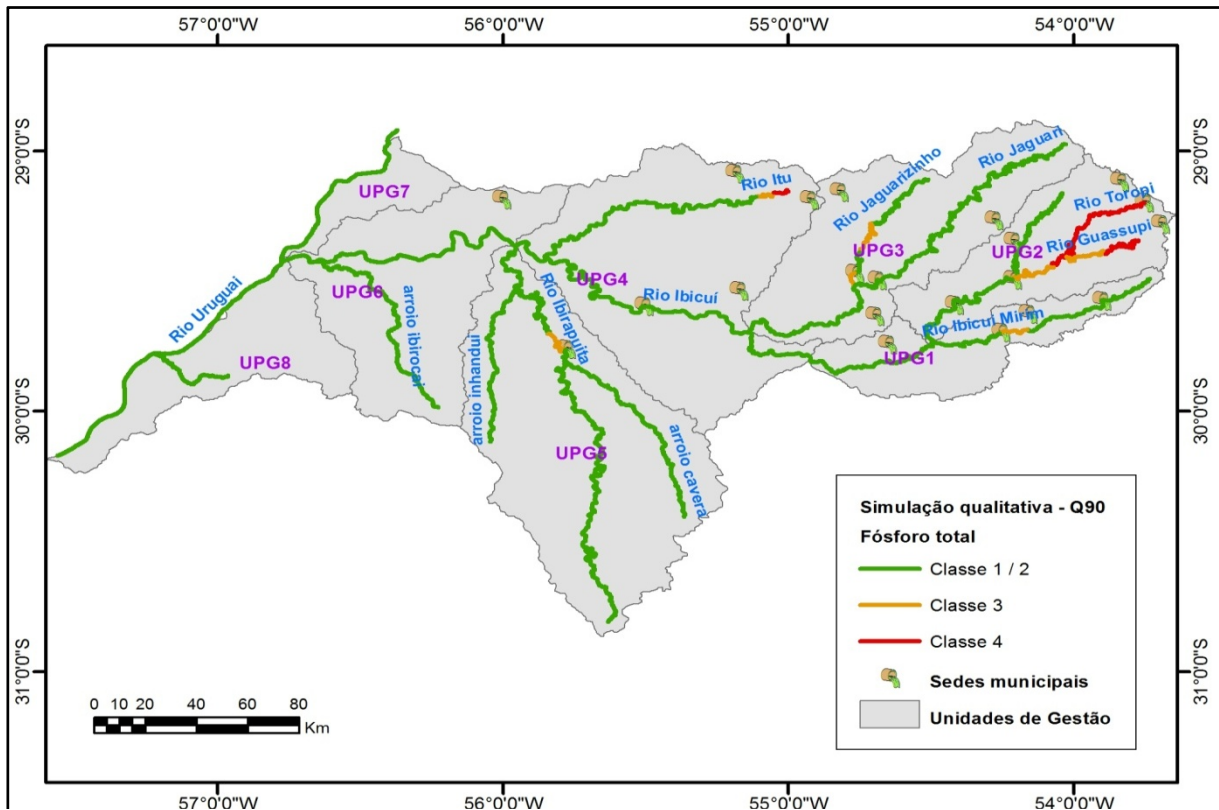


Figura 30- Mapa de concentrações - Parâmetro: Fósforo total - Vazão: Q90

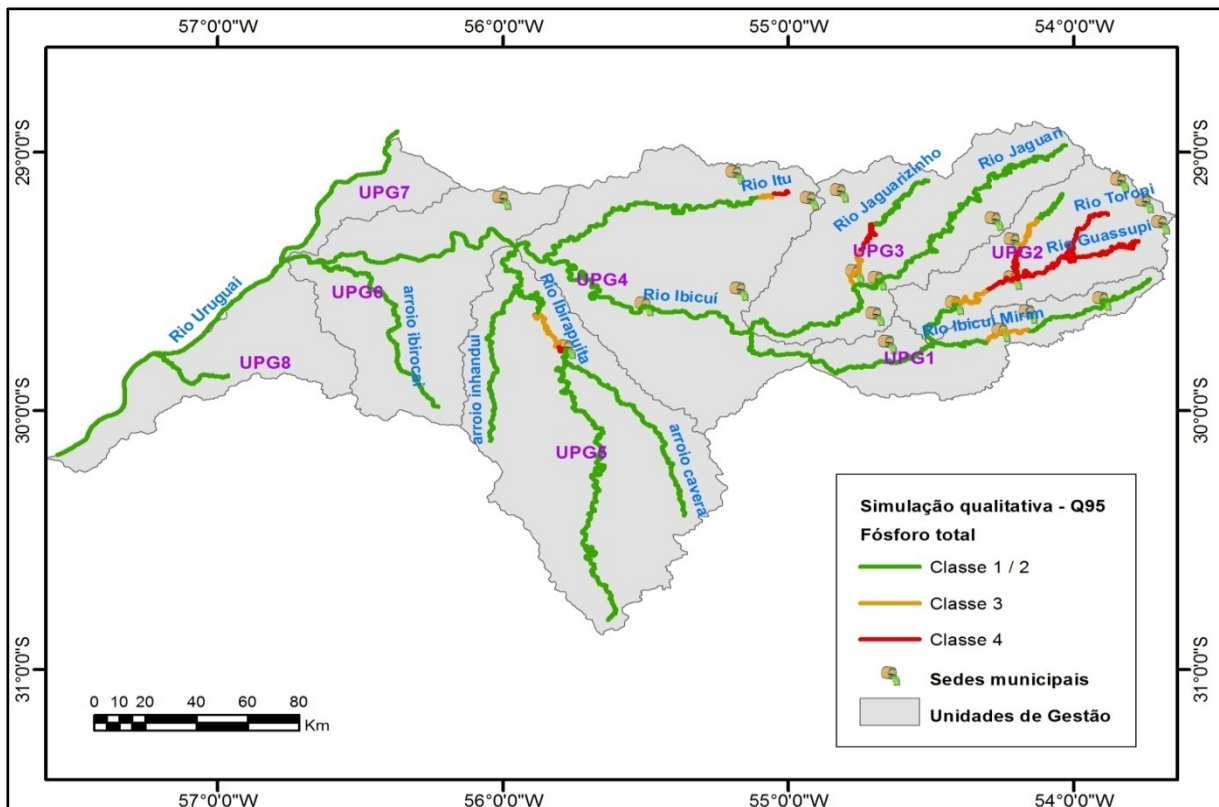


Figura 31 - Mapa de concentrações - Parâmetro: Fósforo total - Vazão: Q95

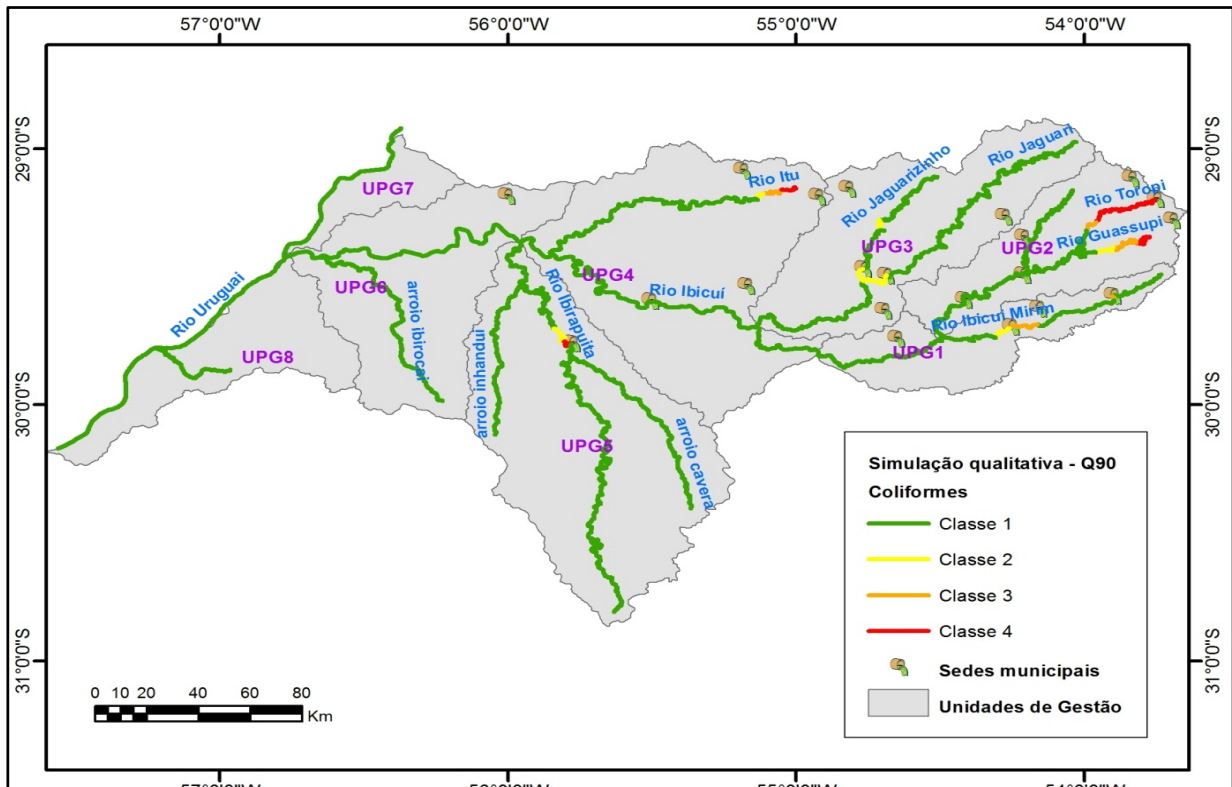


Figura 32 - Mapa de concentrações - Parâmetro: Coliformes - Vazão: Q90

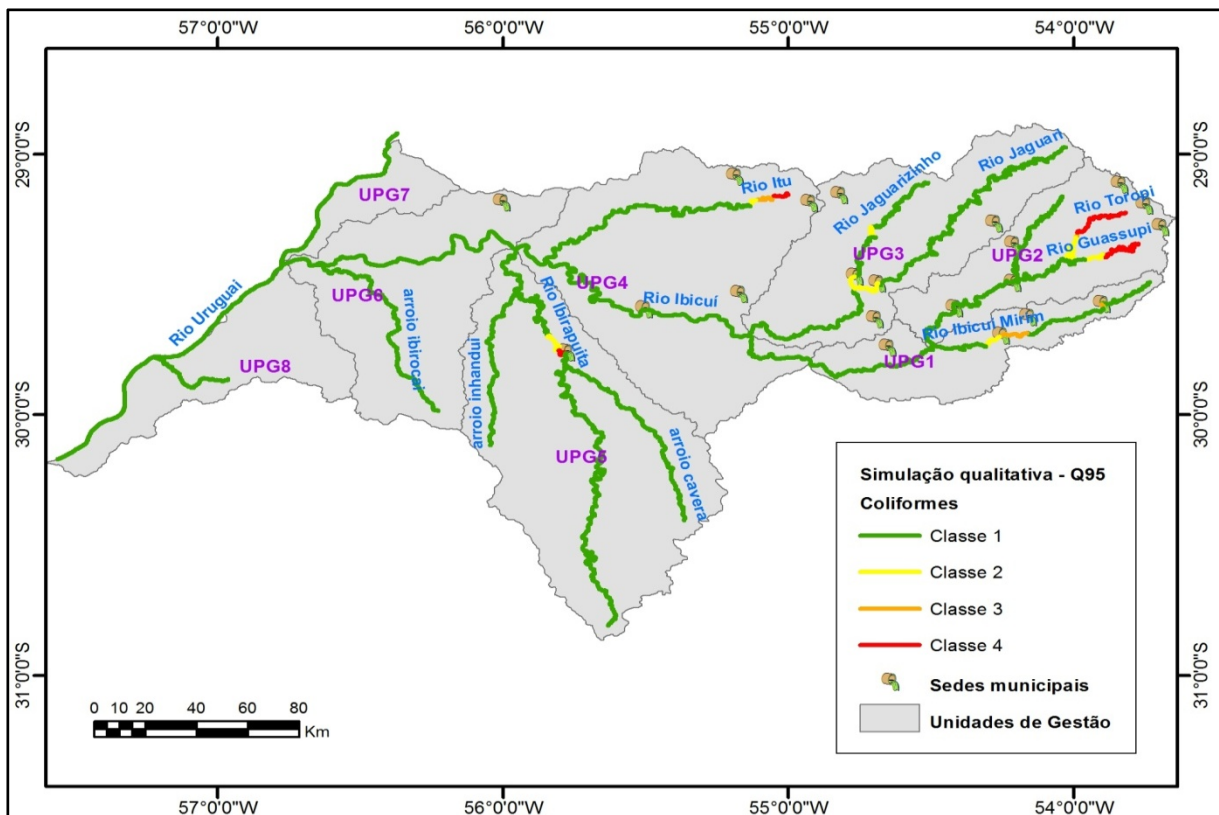


Figura 33 - Mapa de concentrações - Parâmetro: Coliformes - Vazão: Q95

VI PROPOSTA DE ENQUADRAMENTO

A segmentação utilizada para o processo de enquadramento da Bacia Hidrográfica do Rio Ibicuí teve por base as características fisiográficas dos vários trechos da bacia. Ao todo, a bacia foi segmentada em 21 trechos, onde posteriormente serão definidas as classes individualmente para cada um desses trechos. A divisão da bacia nos trechos para o enquadramento está ilustrada na Figura 34 abaixo:

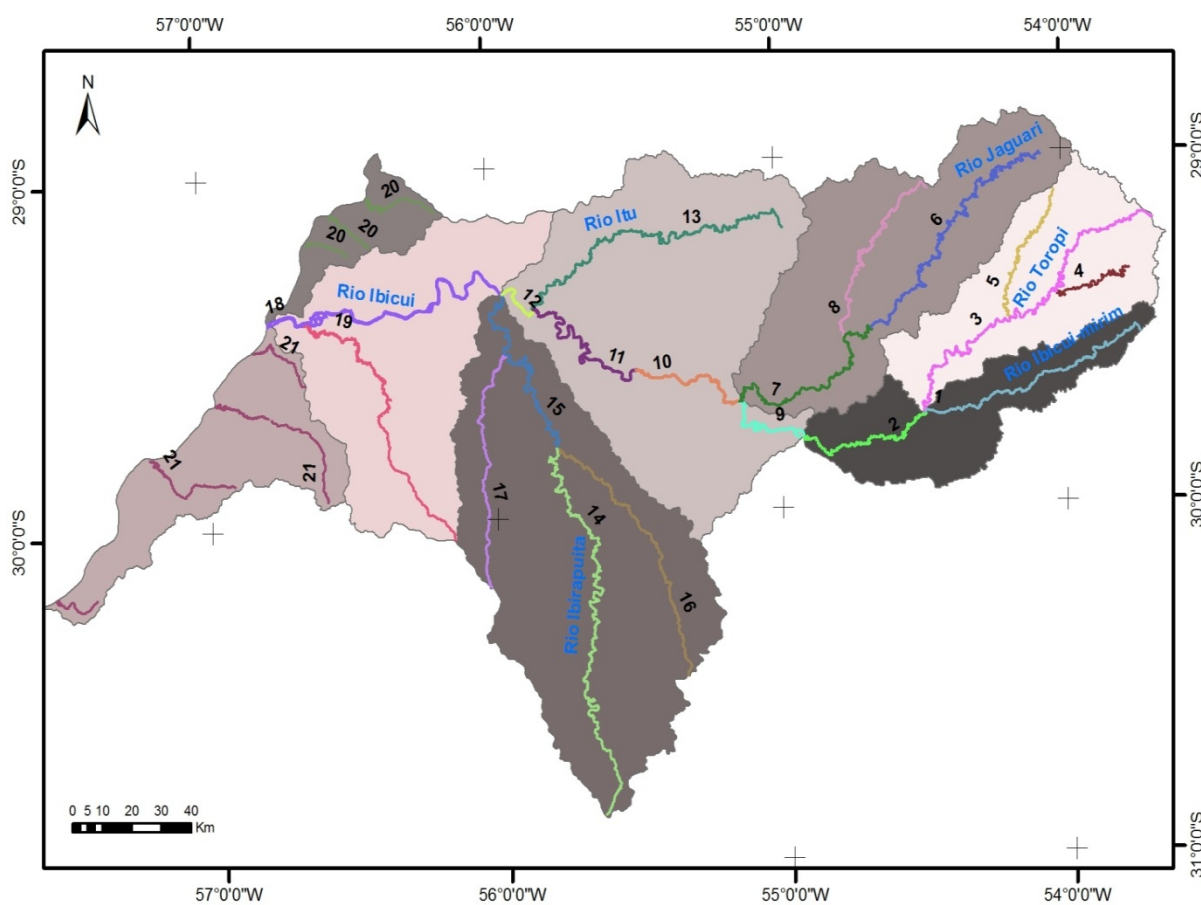


Figura 34 - Segmentação da bacia para o enquadramento

Com base nos resultados das simulações e também nos resultados do monitoramento, através de discussões com o comitê de bacia do Ibicuí, definiu-se o enquadramento atual da bacia, ilustrado na figura 36.

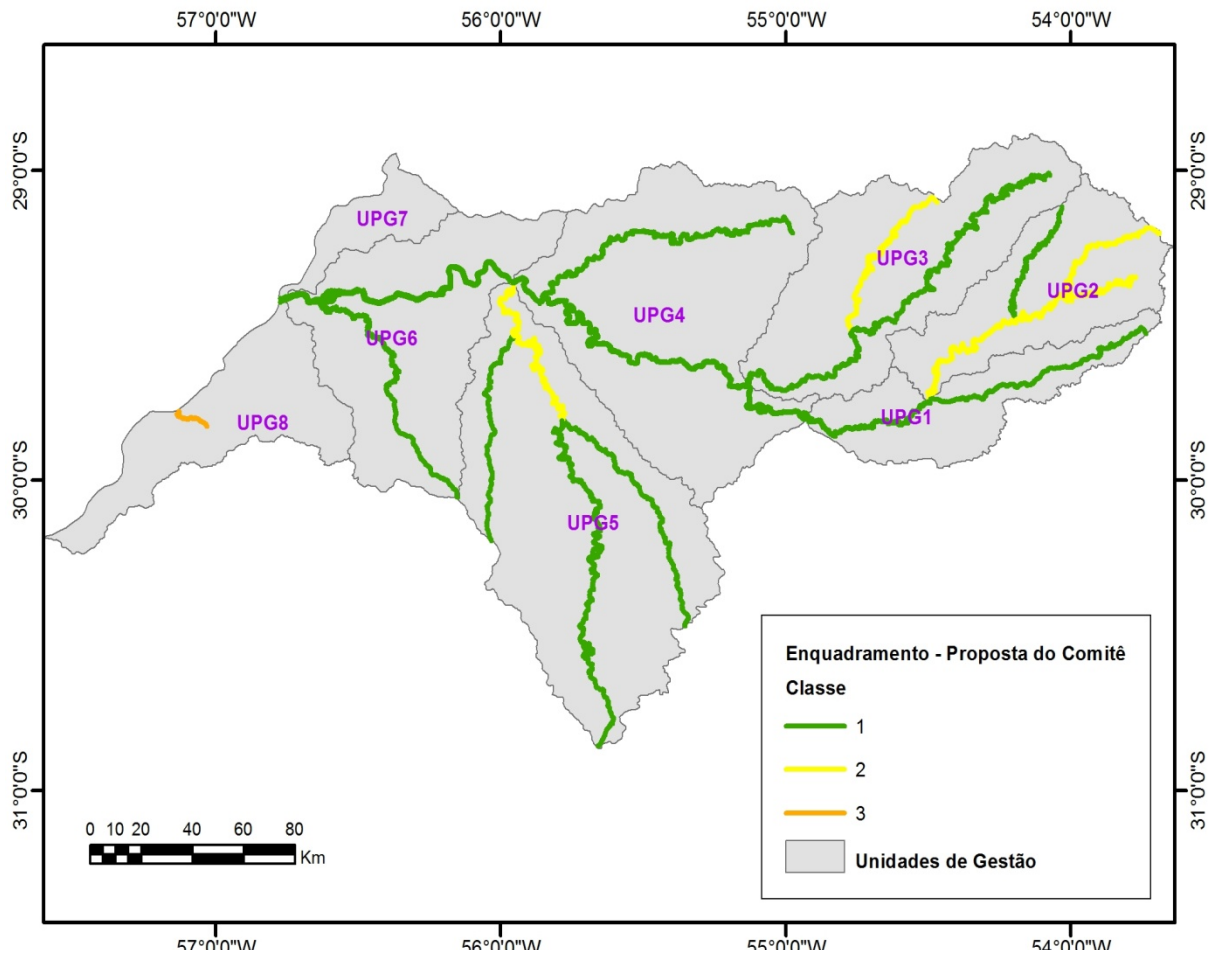


Figura 35 – Proposta de enquadramento aprovada pelo Comitê de Bacias

VI PROPOSIÇÃO DE METAS

Definido o enquadramento atual da bacia, propõe-se agora o estabelecimento de metas para que num cenário futuro, toda a bacia possa ser enquadrada em classe 1.

A partir dos estudos de projeção populacional realizado em cada município, verificou-se uma tendência de redução da população dentro de um período de 20 anos. Diante disso, para a projeção do cenário futuro optou-se por fixarmos o cenário atual de cargas lançadas, sendo este, portanto, o cenário mais rigoroso. O cenário de vazões considerado nas simulações foi o da Q90 anual.

Aplicando-se reduções graduais das cargas de DBO, fósforo e coliformes, podemos aferir as metas de tratamento para os municípios que contribuem com a alteração de classe dos rios. A partir destes cenários, estabeleceram-se alguns

percentuais de tratamento sensíveis na mudança do enquadramento, para os três parâmetros analisados.

6.1 CENÁRIOS DE REDUÇÃO DE CARGA: DBO

Para a DBO, os percentuais de tratamento sensíveis ao enquadramento foram de 40, 70 e 95%, ilustrados nas figuras que seguem:

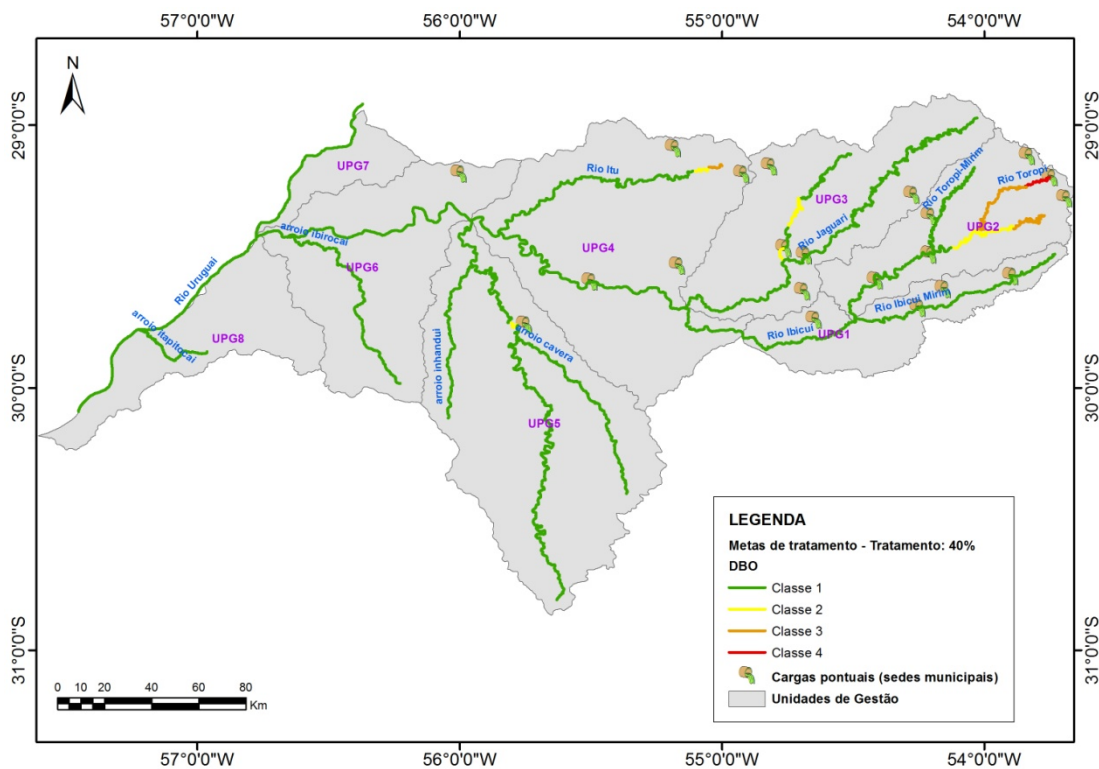


Figura 36 - Cenário de tratamento de 40% da carga de DBO em todos os municípios

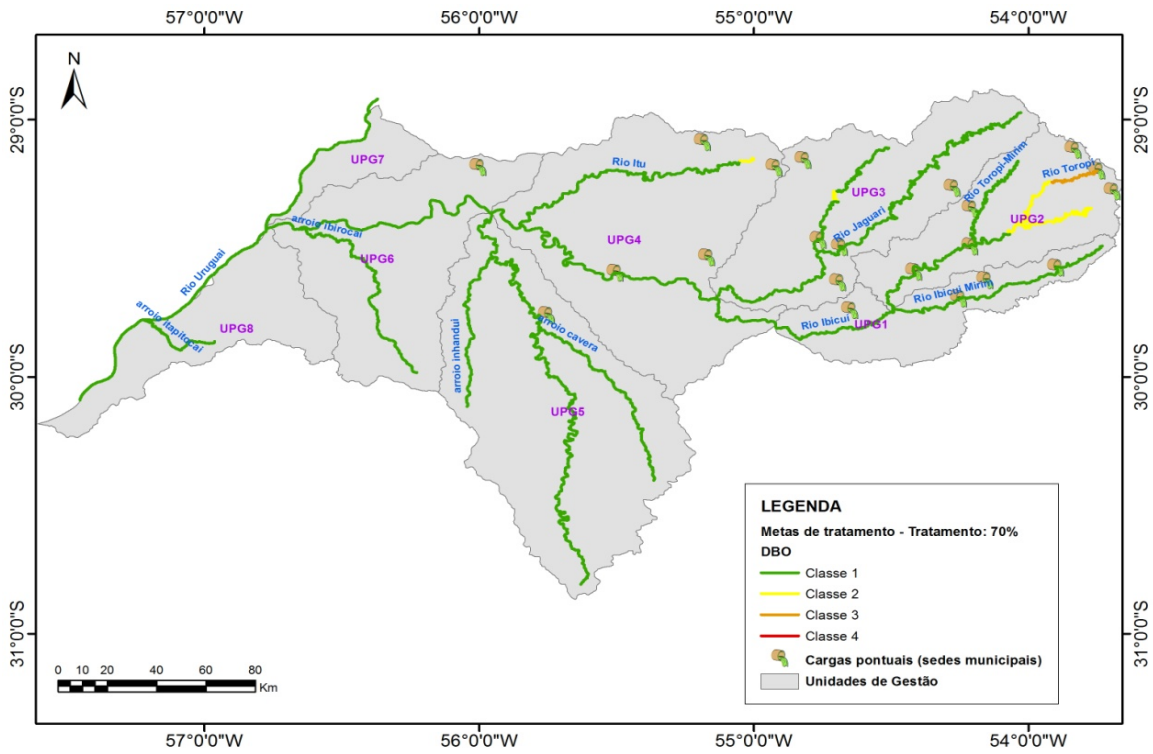


Figura 37 - Cenário de tratamento de 70% da carga de DBO em todos os municípios

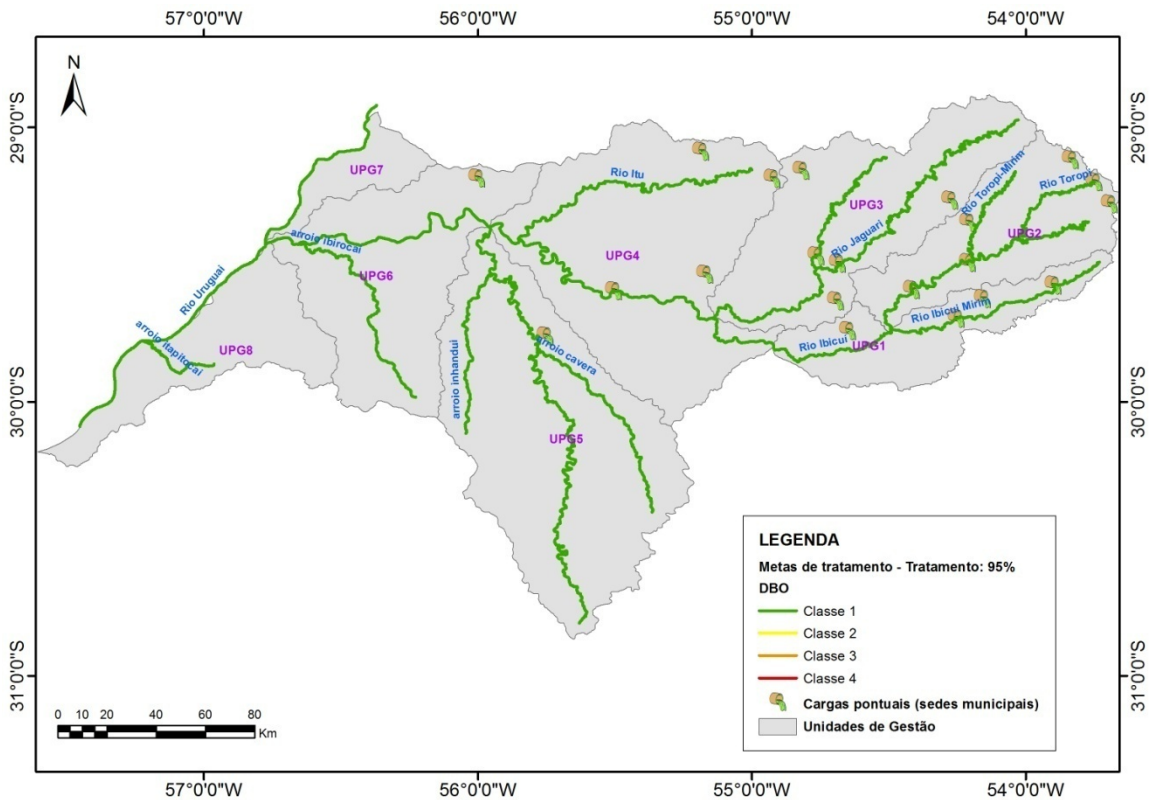


Figura 38 - Cenário de tratamento de 95% da carga de DBO em todos os municípios

A partir destes cenários de tratamento, podemos estabelecer os municípios que contribuem diretamente com a melhora no enquadramento, atribuindo-lhes os percentuais que foram levantados nesta simulação. A tabela 16 estabelece estes municípios e os respectivos percentuais de tratamento.

Tabela 16 - Relação dos municípios com déficit de tratamento: DBO

Município	Percentual de tratamento - DBO
Alegrete	40%
Santiago	70%
Tupanciretã	95%
Julio de Castilhos	95%

6.2.CENÁRIOS DE REDUÇÃO DE CARGA: FÓSFORO TOTAL

No caso do fósforo total, os percentuais de tratamento sensíveis ao enquadramento foram de 30, 50 e 80%, ilustrados nas figuras que seguem:

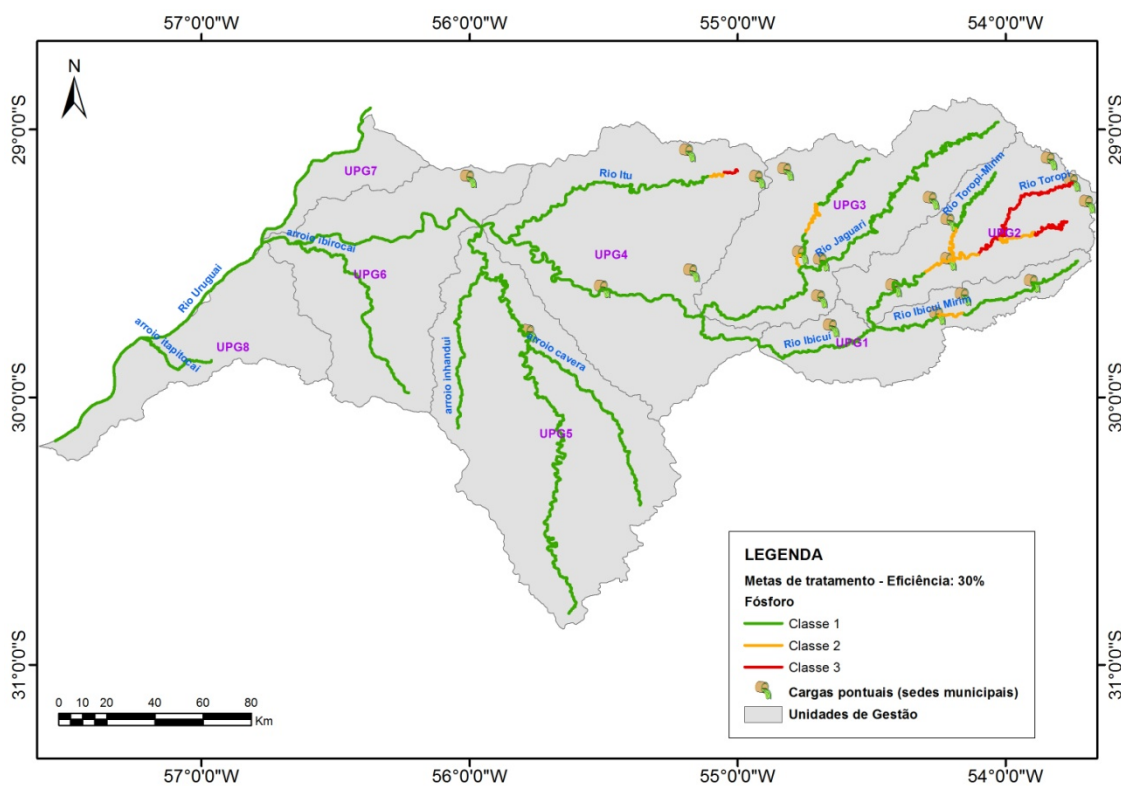


Figura 39 - Cenário de tratamento de 30% da carga de fósforo em todos os municípios

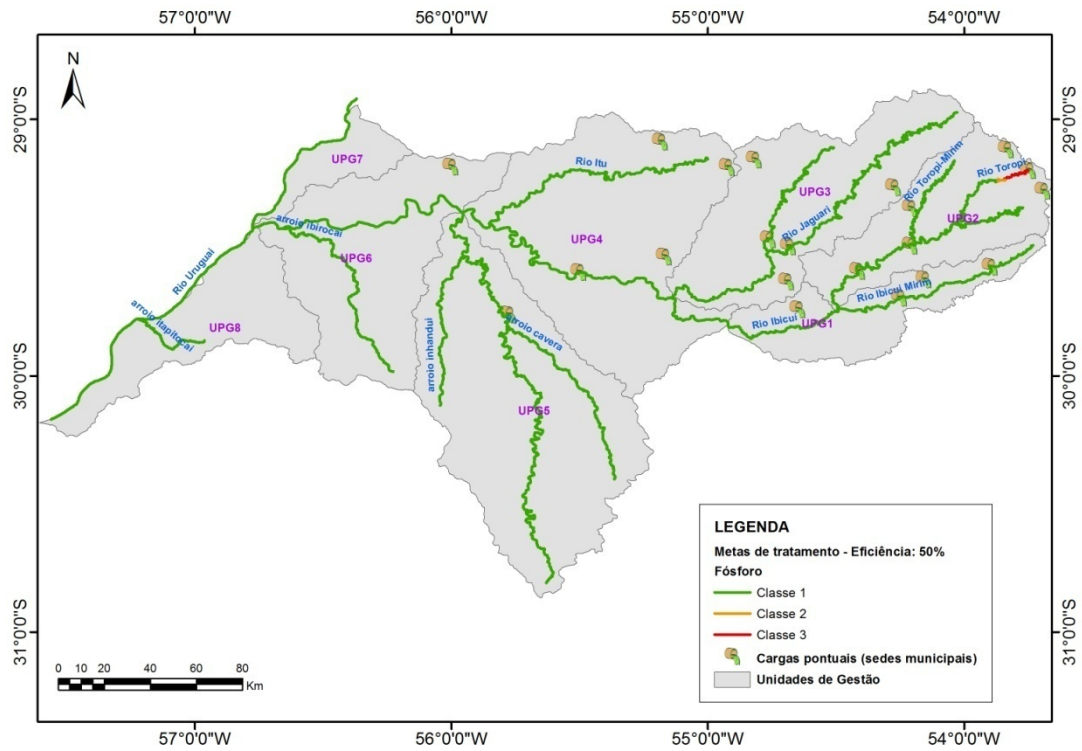


Figura 40 - Cenário de tratamento de 50% da carga de fósforo em todos os municípios

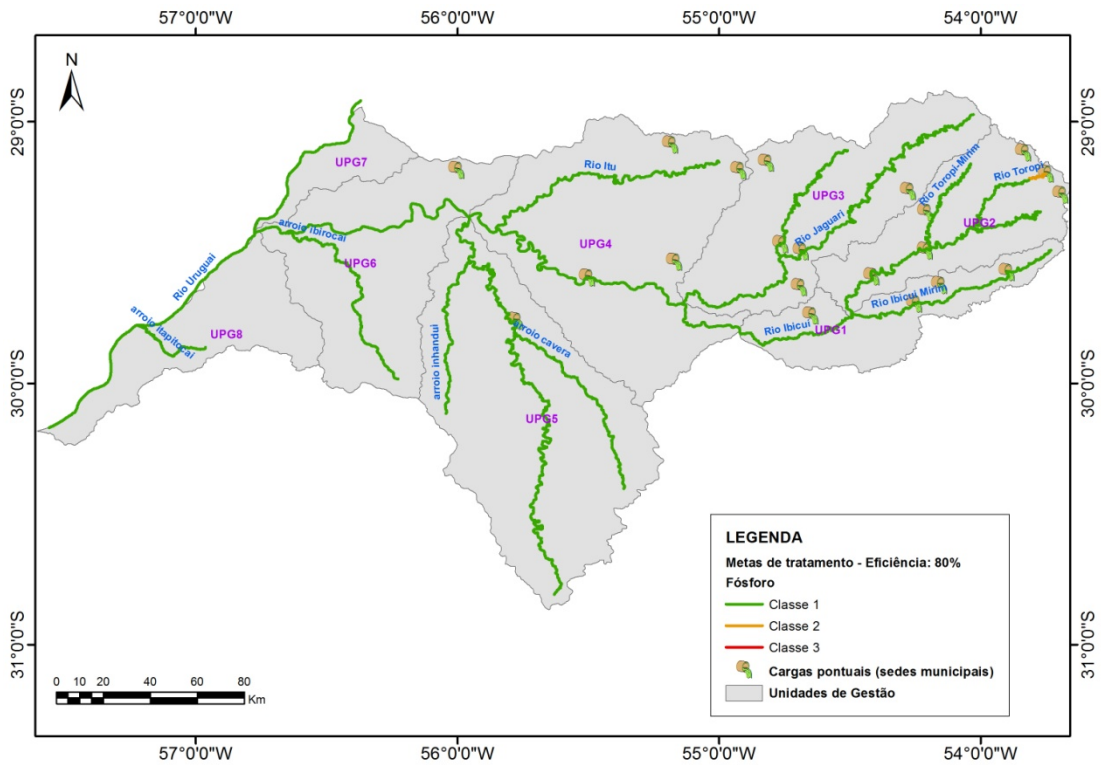


Figura 41 - Cenário de tratamento de 80% da carga de fósforo em todos os municípios

A tabela 17 estabelece os municípios envolvidos nas transições de classe para o parâmetro fósforo e os respectivos percentuais de tratamento.

Tabela 17 - Relação dos municípios com déficit de tratamento: fósforo

Município	Percentual de tratamento – fósforo total
Alegrete	30%
Santiago	50%
Tupanciretã	80%
Julio de Castilhos	80%

6.3 CENÁRIOS DE REDUÇÃO DE CARGA: COLIFORMES FECAIS

No caso dos coliformes, os percentuais de tratamento sensíveis ao enquadramento foram de 70, 95 e 99%, ilustrados nas figuras que seguem:

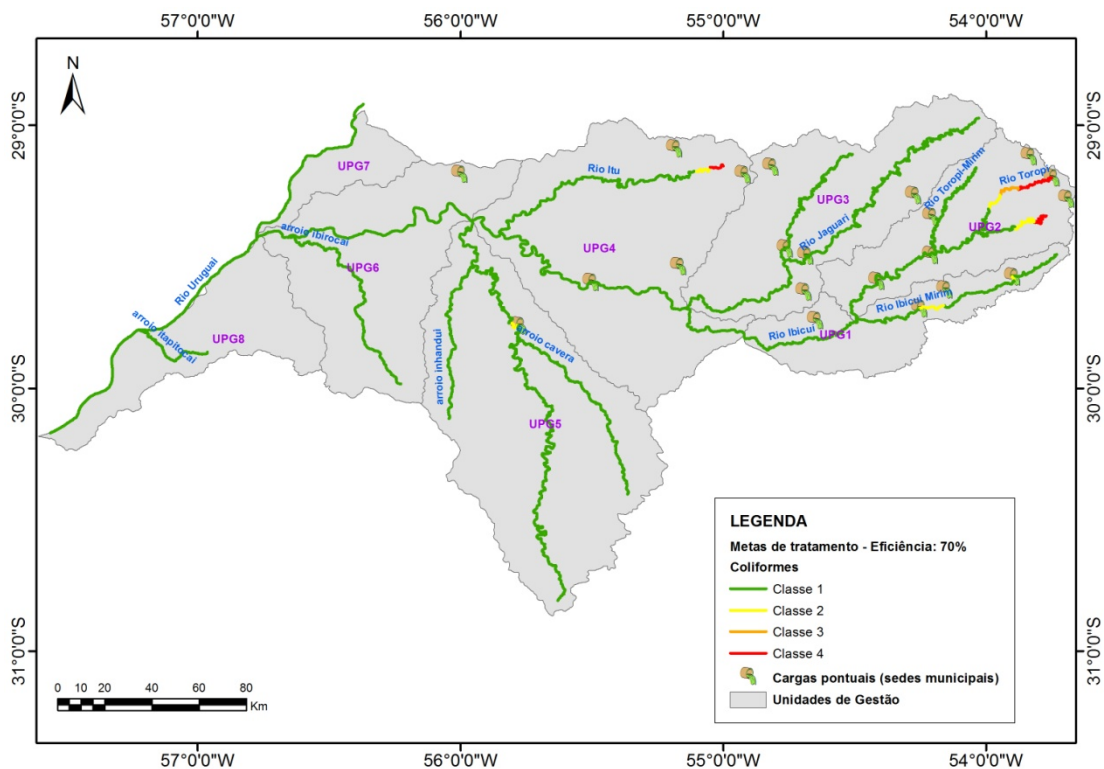


Figura 42 - Cenário de tratamento de 70% da carga de fósforo em todos os municípios

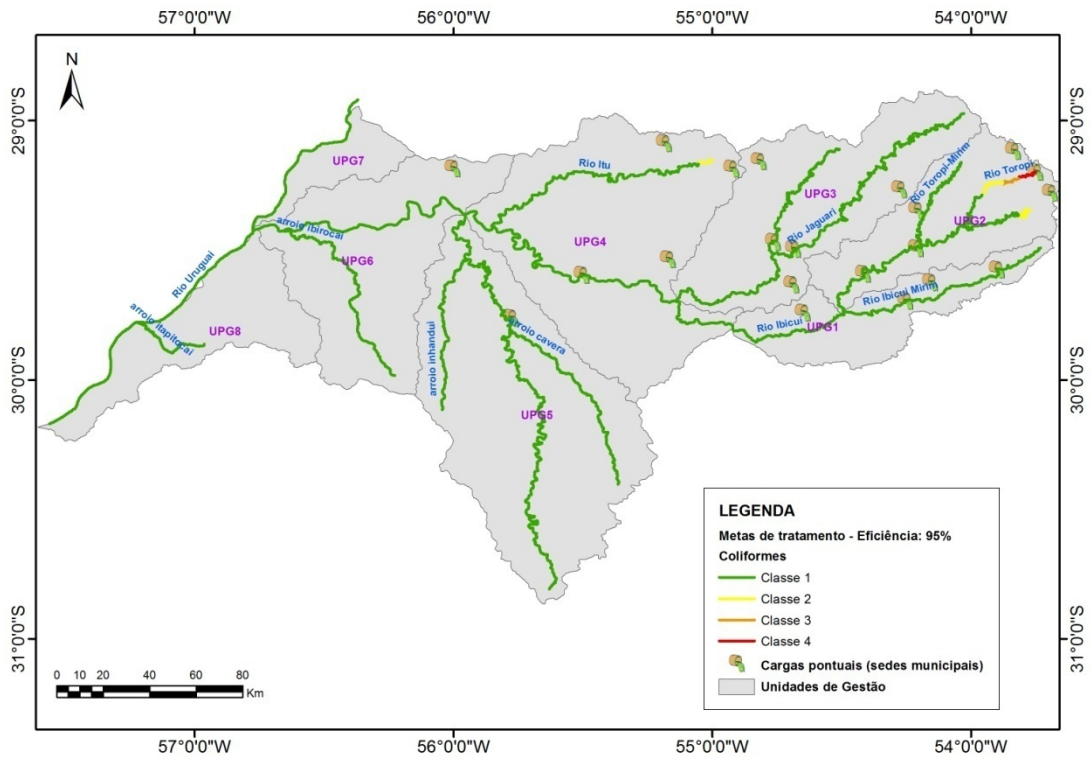


Figura 43 - Cenário de tratamento de 95% da carga de fósforo em todos os municípios

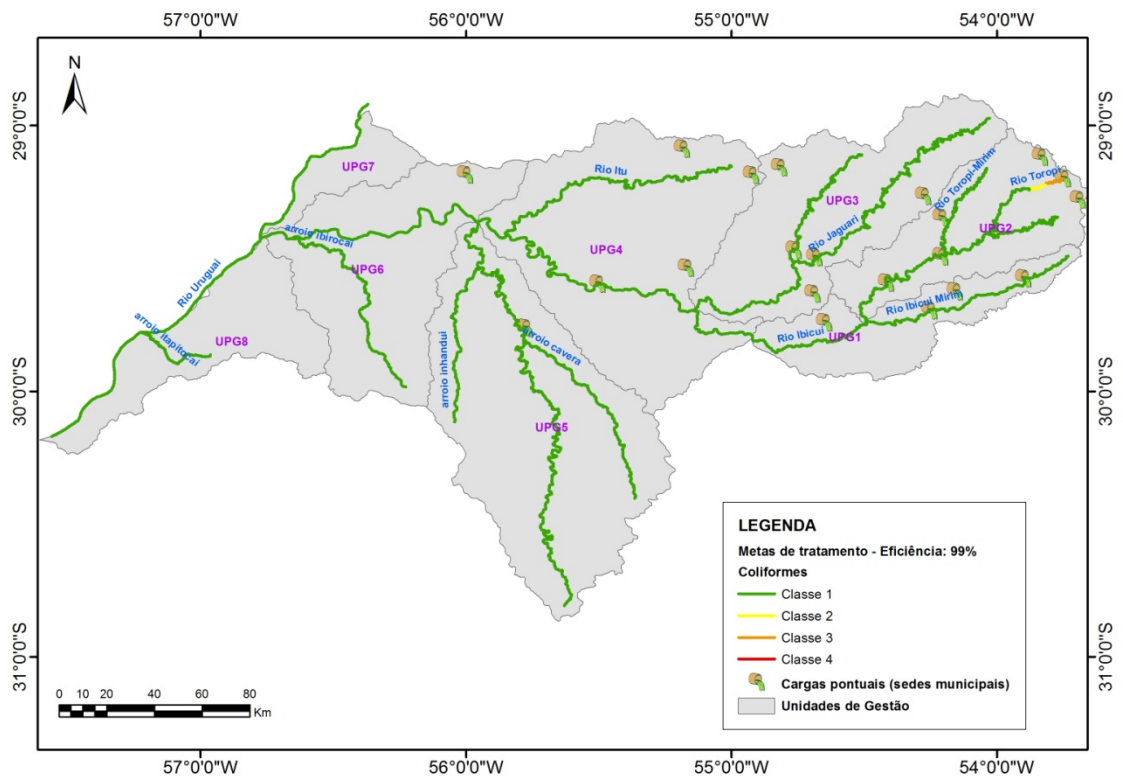


Figura 44 - Cenário de tratamento de 99% da carga de fósforo em todos os municípios

A tabela 18 estabelece os municípios envolvidos nas transições de classe para o parâmetro coliformes e os respectivos percentuais de tratamento.

Tabela 18 - Relação dos municípios com déficit de tratamento: coliformes

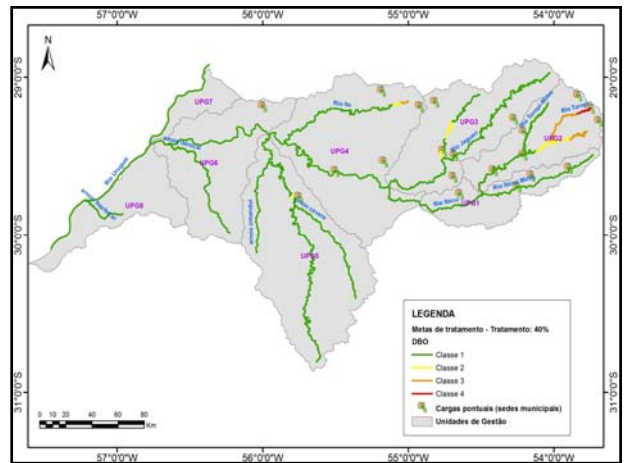
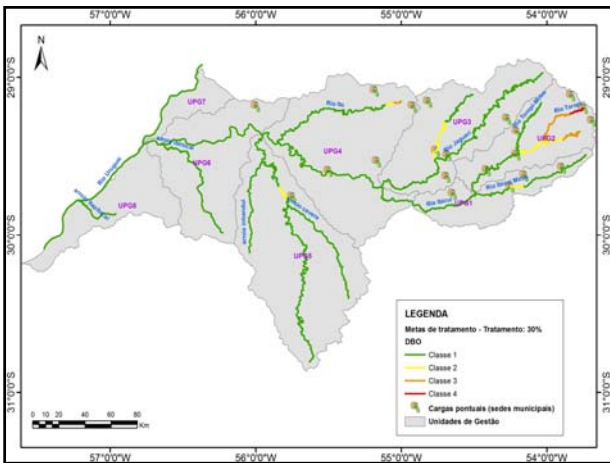
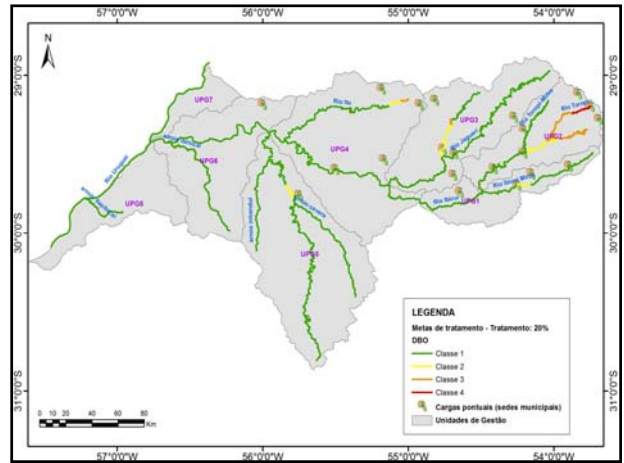
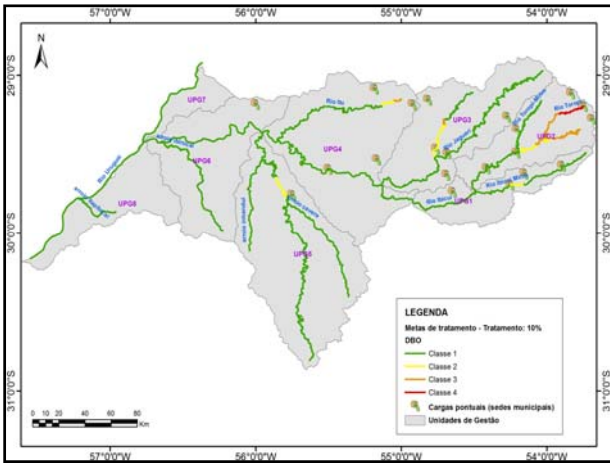
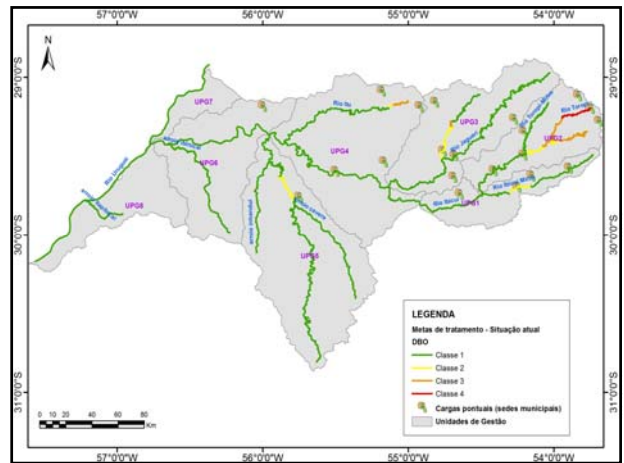
Município	Percentual de tratamento – coliformes
Alegrete	70%
Santiago	95%
Tupanciretã	99%
Julio de Castilhos	99%

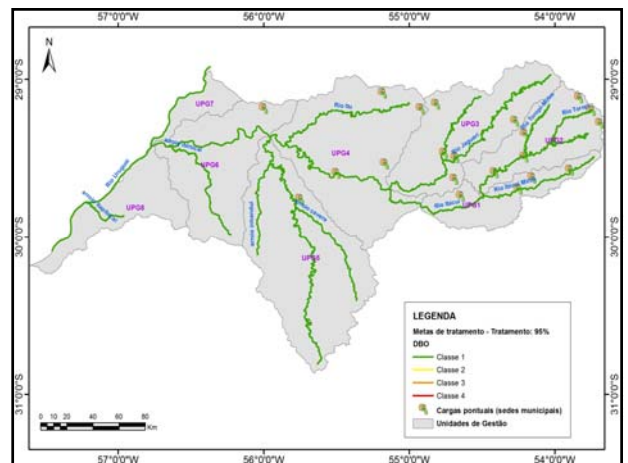
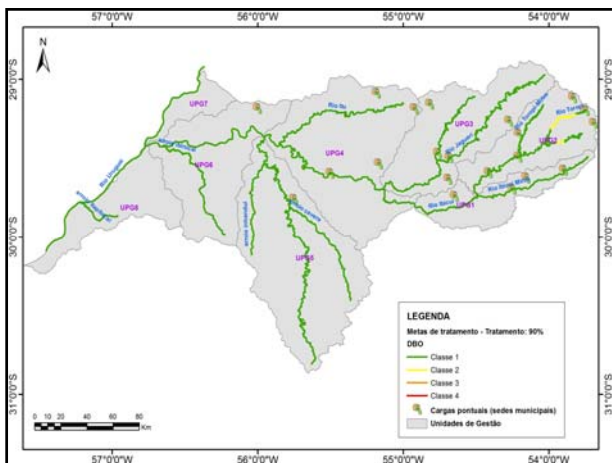
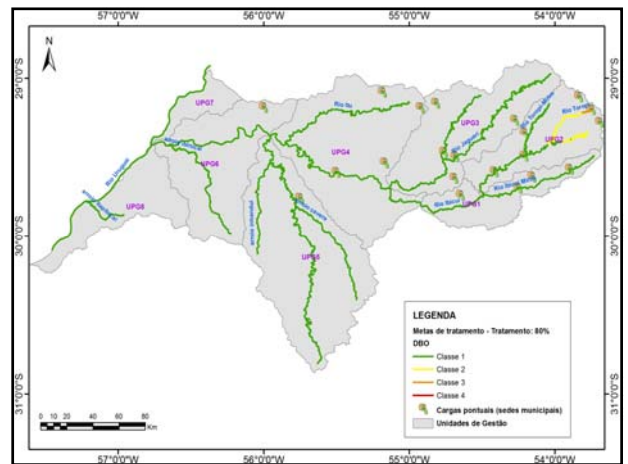
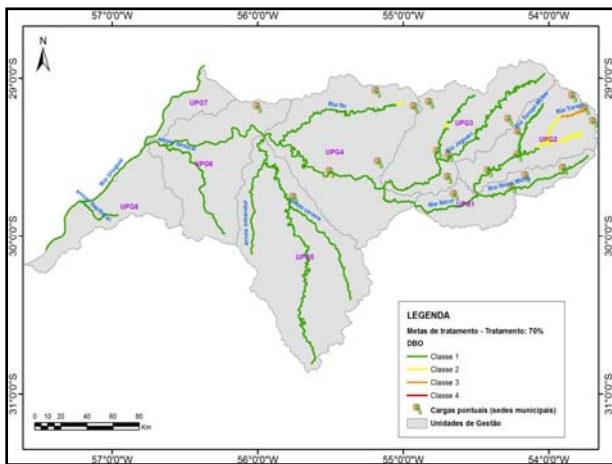
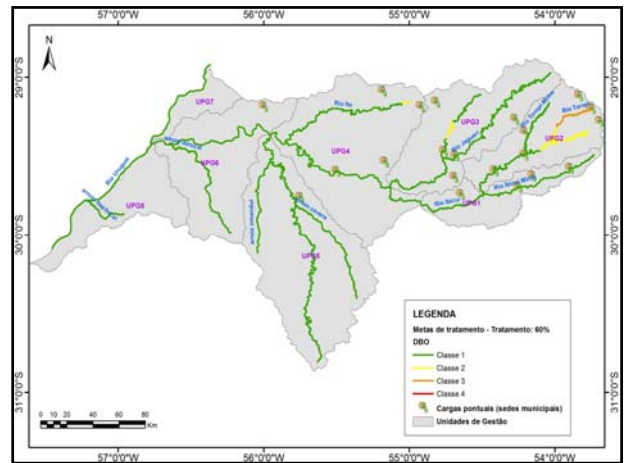
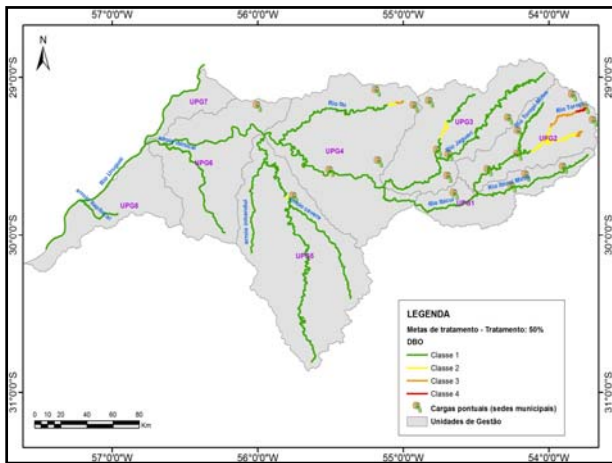
A seguir serão apresentadas três sequências de mapas contendo a situação da qualidade das águas conforme o abatimento das cargas poluentes para os três parâmetros considerados.

6.2 Mapas de Remoção das Cargas Poluentes (DBO, Coliformes, Fósforo)

Metas de tratamento

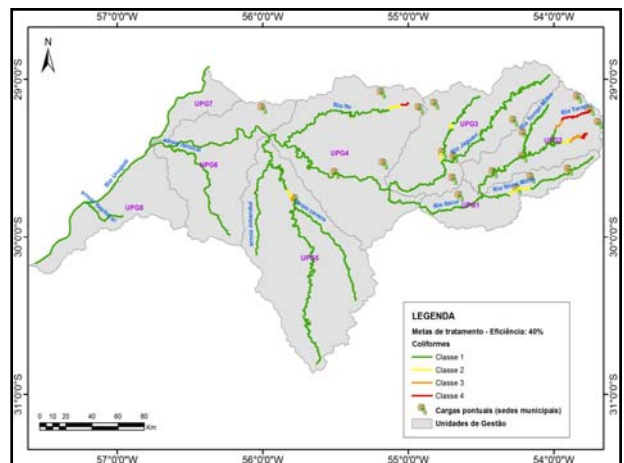
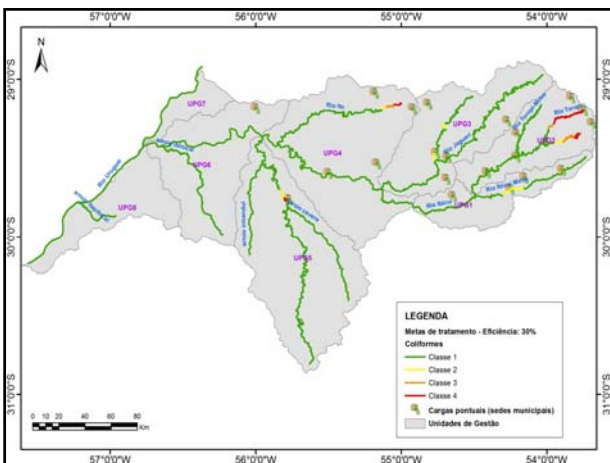
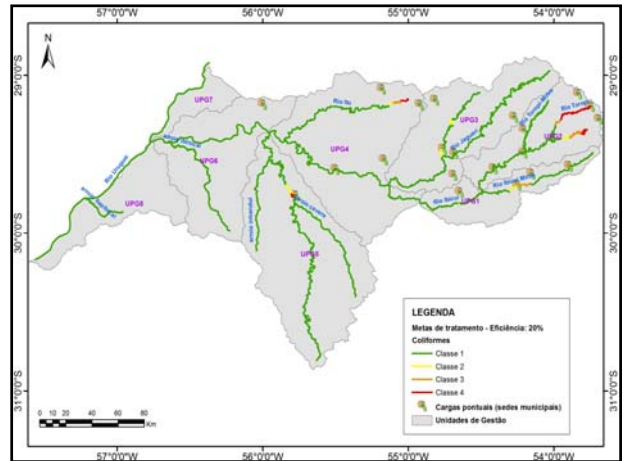
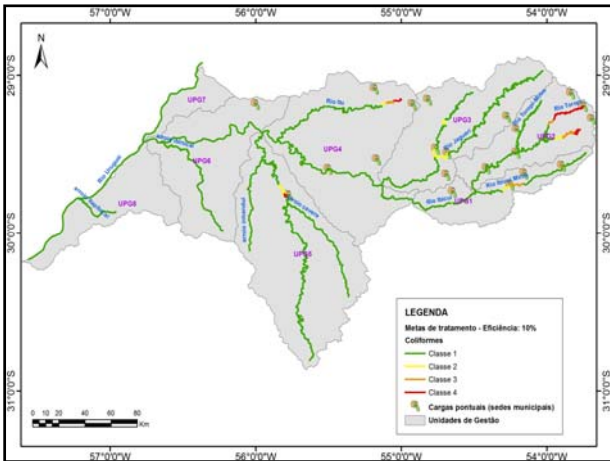
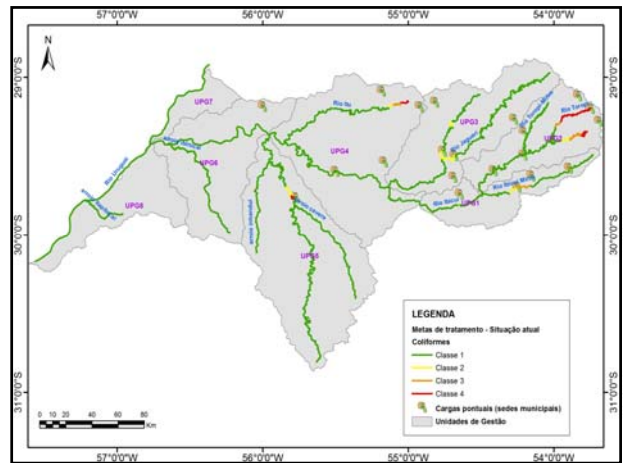
DBO

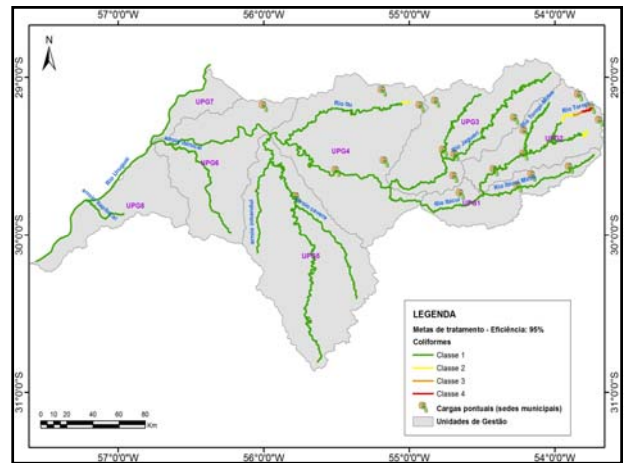
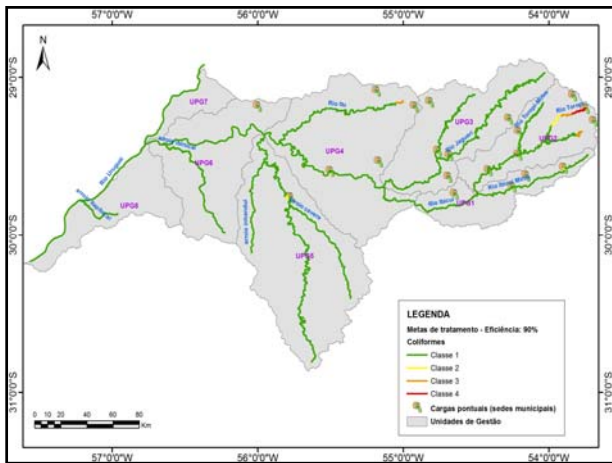
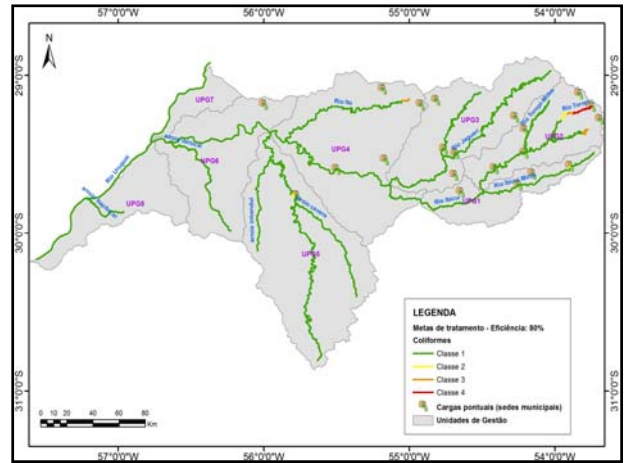
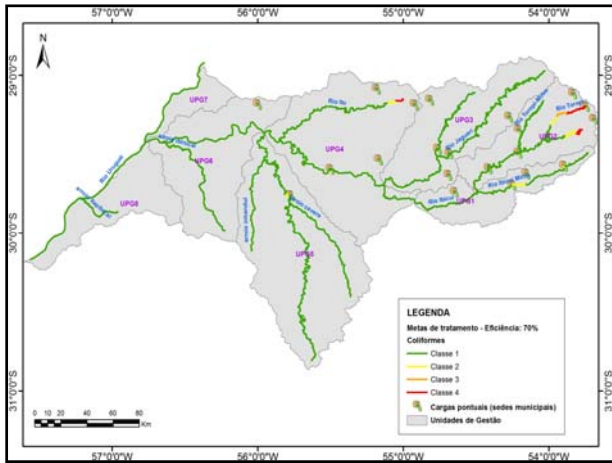
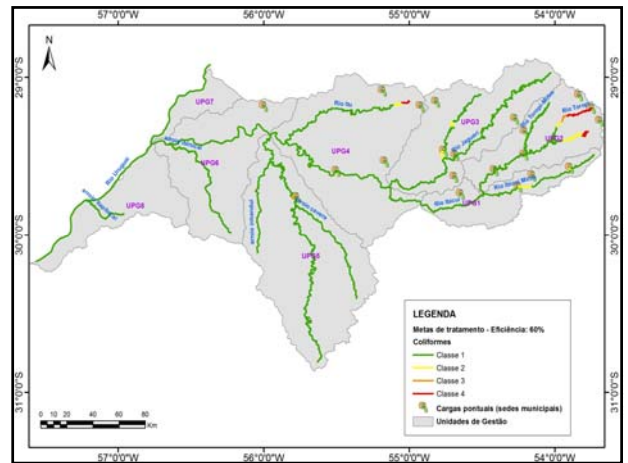
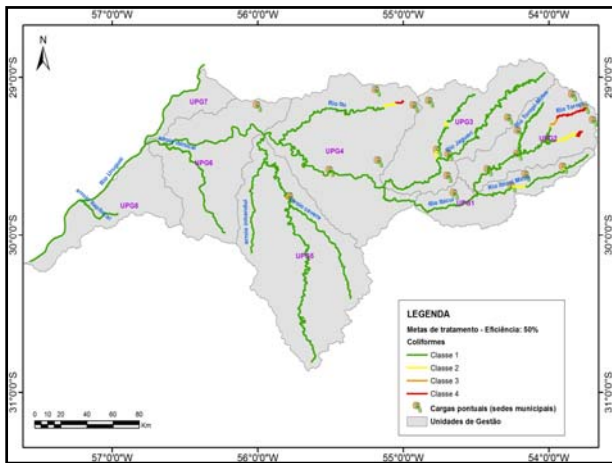


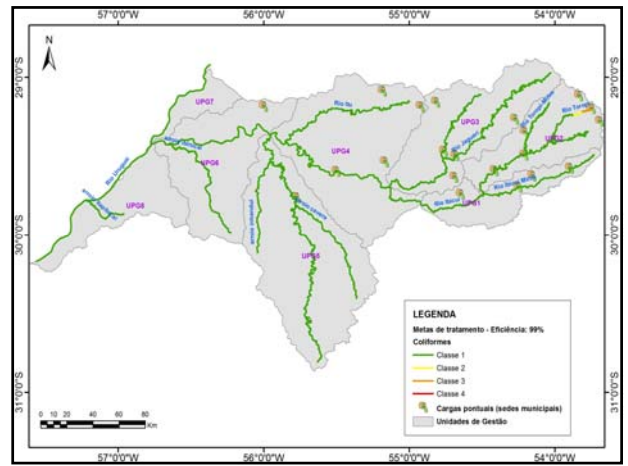
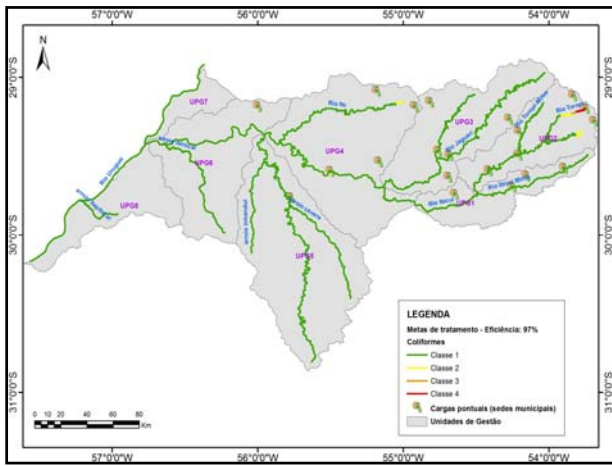


Metas de tratamento

Coliformes

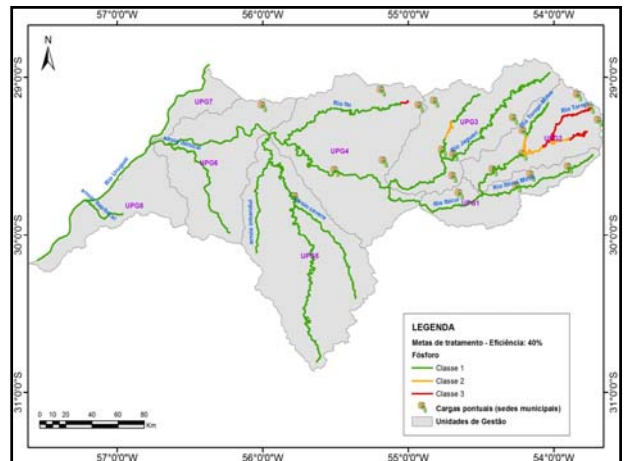
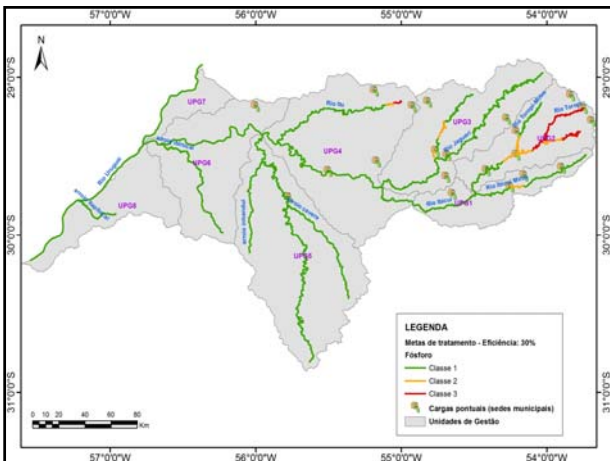
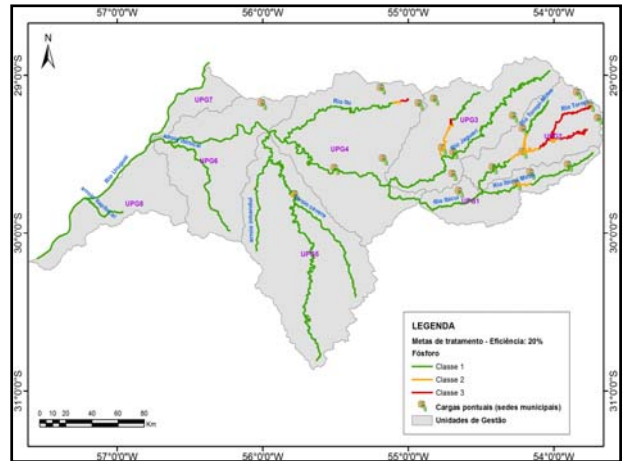
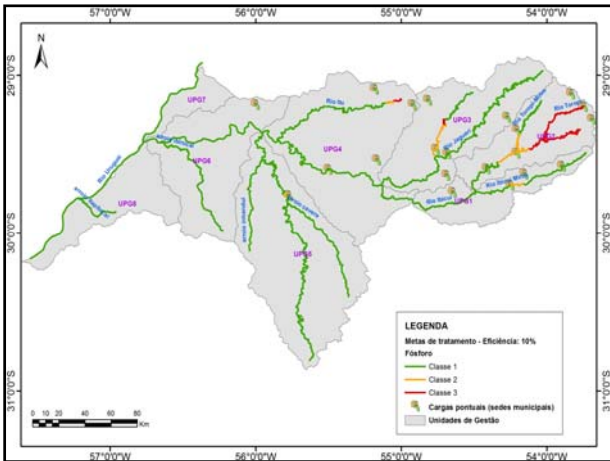
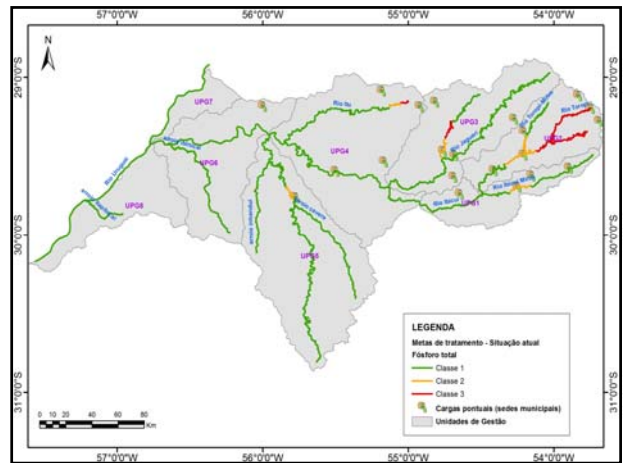


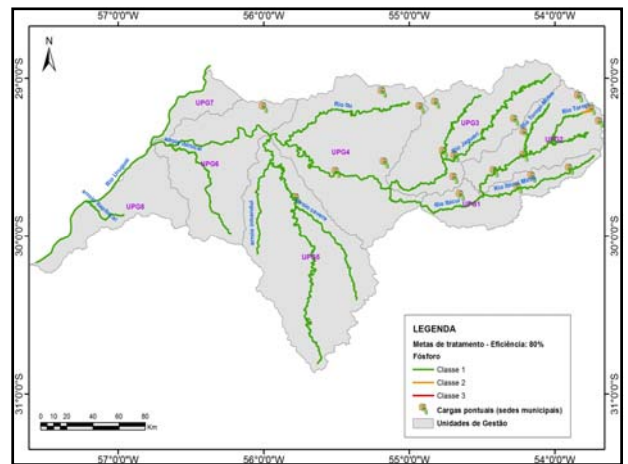
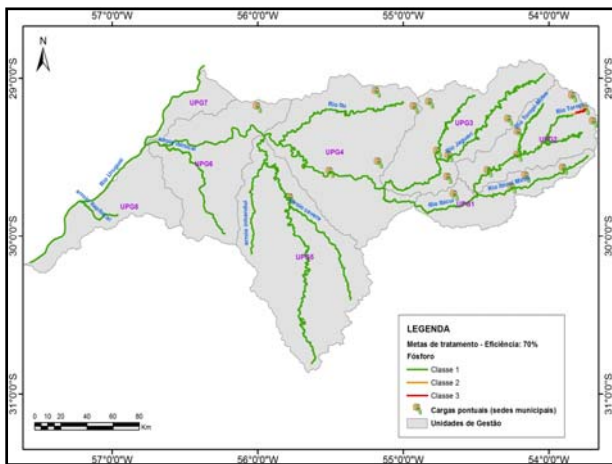
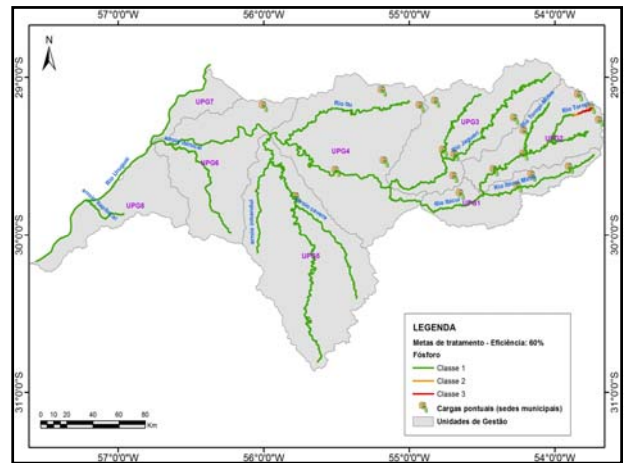
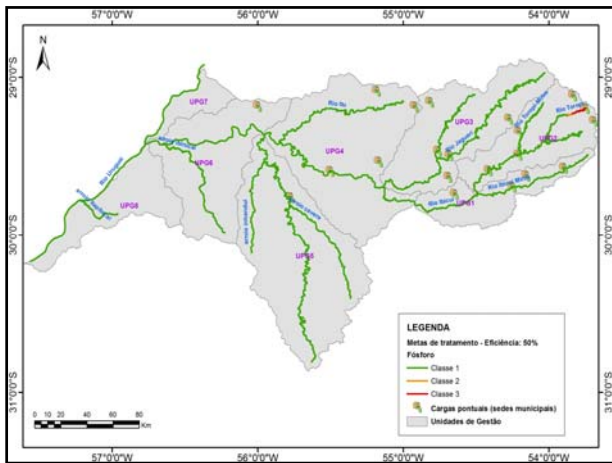




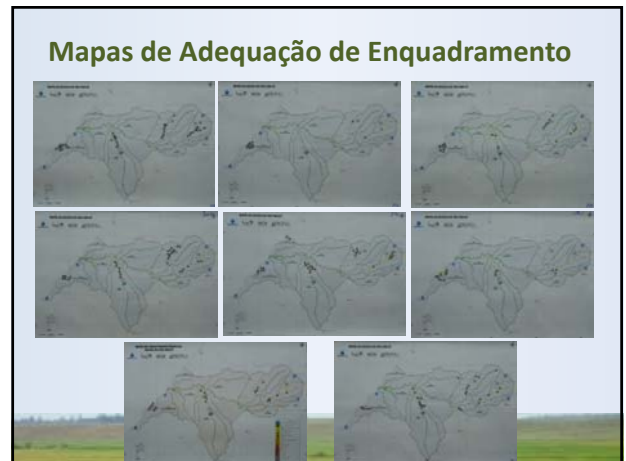
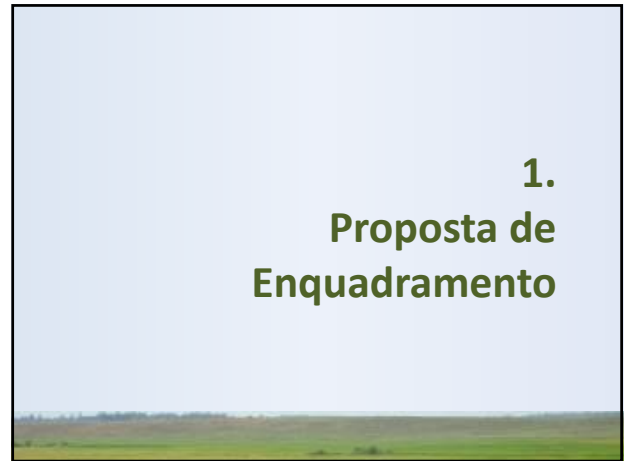
Metas de tratamento

Fósforo





6.3 Apresentação dos Resultados da Fase B à CPA do Comitê Ibicuí



3. Avaliação dos Resultados da Dinâmica com os Mapas

Avaliação dos Resultados

Inicialmente, a avaliação foi realizada com base na observação dos dois conjuntos de mapas, através da **percepção visual** (técnica qualitativa).

No entanto, face à multiplicidade e diversidade de usos (17) e à similaridade de situações comparativas, os resultados foram **quantificados e tabulados**, tanto por tipo de uso, como por local do evento e por curso de água.

Manifestações sobre Usos da Água Desejados

Classe	Subclasse	Uso	São Pedro do Sul				São Vicente do Sul				Jaguari				Santiago				Itaqui				Uruguaiana				Alegrete				M. Viana			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
1	1	Proteção de hortaliças e frutas comestíveis	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
2	2	Proteção de ambientes aquáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
3	3	Proteção de ambientes terrestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
4	4	Proteção de ambientes aquáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
5	5	Proteção de ambientes terrestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
6	6	Proteção de ambientes aquáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
7	7	Proteção de ambientes terrestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
8	8	Proteção de ambientes aquáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
9	9	Proteção de ambientes terrestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1				
TOTAL			39	30	45	33	49	20	57	31	84	76	82	77	319																			

Resultados por Curso de Água sobre os Usos da Água Desejados

Classe	Subclasse	Uso	São Pedro do Sul		São Vicente do Sul		Jaguari		Santiago		Itaqui		Uruguaiana		Alegrete		M. Viana	
			R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M	R	M		
1	1	Proteção de hortaliças e frutas comestíveis	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
2	2	Proteção de ambientes aquáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
3	3	Proteção de ambientes terrestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
4	4	Proteção de ambientes aquáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
5	5	Proteção de ambientes terrestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	6	Proteção de ambientes aquáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
7	7	Proteção de ambientes terrestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
8	8	Proteção de ambientes aquáticos	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
9	9	Proteção de ambientes terrestres	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
TOTAL			21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21

Manifestações sobre a Adequação da Proposta de Enquadramento

Locais	Cursos de água					Total	Classificação	
	Toropi	Jaguarizinho	Ibirapuitã	Salso	Total			
São Pedro do Sul	11	8	7	5	31	40	Manter	
São Vicente do Sul	11	4	12	0	27	38		
Jaguari	1	1	2	0	4	24	Melhorar	
Santiago	1	3	0	0	4	36		
Itaqui	1	7	7	10	6	34		
Uruguaiana	9	7	7	12	35	49		
Alegrete	3	5	3	4	2	14		35
M. Viana	2	7	1	0	0	3		32
Total	39	30	33	20	122	197		
	84	76	82	77	319			

- #### Conclusões sobre os Mapas
- Em termos gerais observou-se a predominância do desejo de **melhoria** (62% das 319 manifestações), com destaque para o arroio Salso, Jaguarizinho/Rosário e Ibirapuitã.
 - Ao considerar a manifestação local, observa-se que no Toropi e no Salso essa tendência não se mantém (as comunidades locais entendem como **adequada a proposta** do Comitê).
 - A proposta de Enquadramento do Comitê **atende** às Classes de Uso exigidas pelos usos predominantes escolhidos.

Conclusões sobre os Mapas

- Foram contabilizadas 383 manifestações abrangendo **todos os 17 usos** relacionados.
- A **irrigação de arroz** foi a **predominante** (15% das manifestações), seguida do **abastecimento** com tratamento convencional, **irrigação** de hortaliças e frutas comidas cruas e **pesca/aquicultura** (totalizando 40% das manifestações).
- Esses quatro usos indicam, respectivamente, as **Classes 3, 2, 1 e 2**.
- Importante lembrar que a proposta de Enquadramento foi elaborada para os **cursos de água** definidos previamente pelo Comitê

Conclusões sobre os Mapas

Analisando as manifestações por curso de água, conclui-se:

Curso de Água	UPG	Classe da Prop. Enquadramento	Classes da Dinâmica Social	Compatibilidade
Ibicuí-Mirim	1	1	2 e 3	✓
Toropi	2	2	2 e 3	✓
Jaguari	3	1	2 e 1	✓
Jaguarzinho/Rosário	3	2	2 e 3	✓
Itú	4	1	1 e 3	✓
Ibicuí	4	1	2 e 3	✓
Ibirapuitã	5	1 e 2	1 e 2	✓
Ibicuí	6	1	3 e 2	✓
Afl. Uruguai - M.D.	7	-	2 e 3	✓
Afl. Uruguai - M.E.	8	-	3 e 2	✓
		Salso - Classe 3		

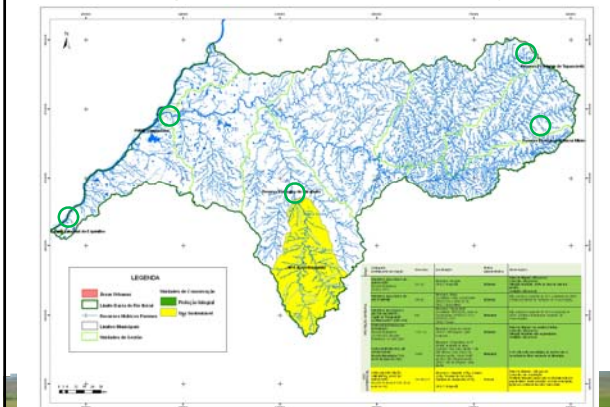
Conclusões sobre os Mapas

- Observaram-se manifestações relativas à “preservação do equilíbrio natural e dos ambientes aquáticos” (**Classe Especial**) em praticamente **todos** os cursos de água da Bacia. No entanto, no entendimento dos técnicos, talvez a similaridade com o uso “proteção de comunidades aquáticas” possa ter provocado uma escolha trocada, o que poderia indicar que parcela dessas manifestações indicariam a necessidade de **Classe 2** e não Especial.
- Os resultados indicam que a proposta de Enquadramento do Comitê **está adequada** à manifestação da sociedade da Bacia. No entanto, há uma tendência pela **melhora** geral das condições de qualidade da água nos quatro cursos de água destacados (Toropi, Jaguarzinho-Rosário, Ibirapuitã e Salso).

Conclusões sobre os Mapas

- Essa possibilidade foi verificada através da aplicação de **modelagem da qualidade** da água, com base nas necessidades de remoção de carga orgânica dos esgotos domésticos e das intervenções programadas para tanto. Essa modelagem mostrou os horizontes em que serão atingidos os objetivos (**metas intermediárias**).
- O Comitê deverá explicitar, na sua proposta final de Enquadramento, a necessidade de **Classe Especial** nos cursos de água localizados nas **Unidades de Conservação de proteção integral** na Bacia (em número de cinco, localizadas nos mapas).
- Os cursos de água das **UPG's 7 e 8** (afluentes do rio Uruguai, M.D. e M.E.) **não** serão objeto de Enquadramento, **exceto** o arroio do **Salso**, pois carecem de monitoramento.

Áreas Protegidas (Unidades de Conservação)



4. Resultados da Modelagem de Qualidade das Águas

Modelagem da Qualidade das Águas

- Objetivo: estabelecimento das **metas intermediárias** para os 4 trechos de interesse e verificar a **viabilidade de melhorar as Classes de Enquadramento propostas** para estes trechos.
- Para os cursos de água enquadrados em **Classe 1** e que já se encontram nessa situação, **não** houve necessidade de simulação. A simulação foi focada nos cursos de água que não foram enquadrados em Classe 1: Toropi, Jaguarizinho/Rosário e Ibirapuitã (a jusante da cidade de Alegrete).
- O arroio do Salso (em Uruguiaiana) não foi simulado por se tratar de uma drenagem de pequeno porte (notadamente urbana), sem dimensão que possibilitasse a geração de vazões pelo modelo hidrológico adotado.

Modelagem da Qualidade das Águas

- Utilizou-se a simulação para verificar o **esforço**, em termos de **remoção de carga** poluente, para atingir a própria classe de enquadramento (Classe 2) e para atingir a Classe 1, nos três cursos de água referidos.
- O modelo considerou as **cargas concentradas** (esgotos das cidades) e **difusas** (cargas das áreas rurais: 8%).
- Dos cinco parâmetros simulados (DBO, OD, Coliformes, Nitrogênio e Fósforo), apenas três foram considerados (**DBO, Coliformes e Fósforo**), visto que os outros dois já se encontravam em condições mais favoráveis e não serviriam como indicadores.

Modelagem da Qualidade das Águas

- A população urbana das quatro cidades de interesse representam, em conjunto, cerca de **40%** da população urbana total residente na Bacia do Rio Ibicuí, o que mostra a significância dessas cargas lançadas. Se for considerada ainda a população de Uruguiaiana, esse percentual sobre para 74%.

Município	Curso de Água	População Urbana na Bacia (hab.)
Alegrete	Ibirapuitã	69.611
Santiago	Jaguarizinho/Rosário	44.746
Júlio de Castilhos	Toropi	10.828
Tupaciretã	Toropi	10.841
Total		136.026

Modelagem da Qualidade das Águas

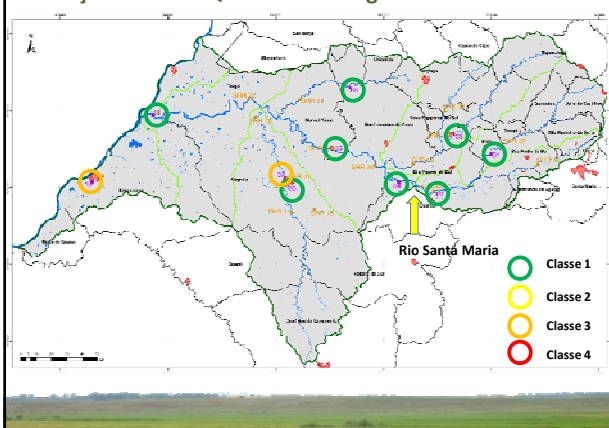
Resultados da modelagem:

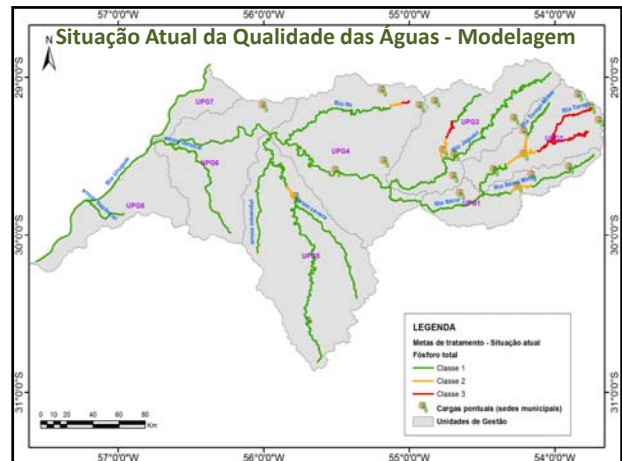
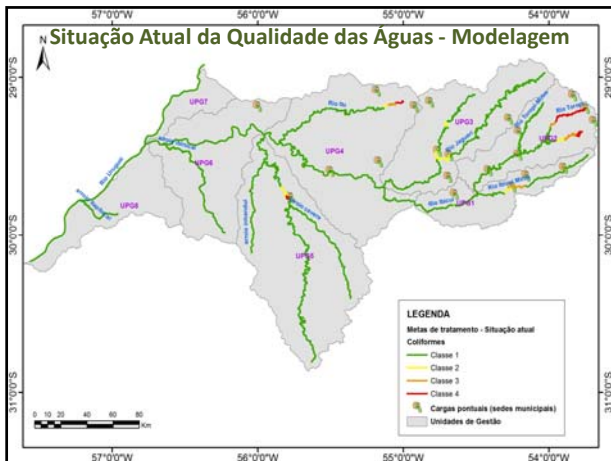
Curso de Água	Situação Atual (Monit. + Modelagem)	Proposta de Enquadramento	Redução % para Classe 2			Redução % para Classe 1			Prazo (anos)	Cidades Contribuintes	
			DBO	Colif.	Fosf.	DBO	Colif.	Fosf.			
Toropi	4 a 3	Classe 2	70	80	50	95	99	80	>20	J. de Castilhos e Tupaciretã	
Jaguarizinho/Rosário	4 a 3	Classe 2	30	20	40	80	70	50	10	20	Santiago
Ibirapuitã (a jusante de Alegrete)	3	Classe 2	30	30	10	60	50	10	5	20	Alegrete

↑
Situação Atual ↑
Objetivo

↑
Quanto tempo para alcançar o objetivo e metas intermediárias

Situação Atual da Qualidade das Águas - Monitoramento





Modelagem da Qualidade das Águas

Resultados da modelagem:

- É possível **melhorar** as classes da proposta de Enquadramento nos rios Jaguarizinho/Rosário e Ibirapuitã, alcançando a Classe 1 em até 20 anos.
- Já para o rio Toropi a situação é bastante crítica, devido às baixas vazões de diluição e às cargas lançadas e entende-se que, no horizonte de 20 anos, será possível atingir apenas a Classe 2.
- Essa definição, de base técnica, deve ser referendada pelo Comitê Ibicuí.
- Os projetos de implantação ou ampliação das redes de coleta e estações de tratamento de esgotos dessas quatro cidades foram analisados com vistas a verificar a real viabilidade da proposta.

Questionários Municipais

- **Alegrete – informações de Nilto Delgado, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Maximiliano Moraes, da CORSAN:**
- O serviço de esgotamento sanitário é de responsabilidade da CORSAN, existindo rede coletora com separador absoluto e mista. A rede atende 22% da população urbana. Há tratamento através de lagoas de decantação, com lançamento no arroio Jararaca. A parcela do esgoto não tratado é lançada no rio Ibirapuitã. Conforme informações da CORSAN o sistema de coleta e tratamento de esgotos será ampliado para atender **47%** da população nos próximos **3 anos**. Até o final da concessão (25 anos) a meta é universalizar o serviço. A eficiência do tratamento é de 90% (remoção da carga orgânica – lagoas anaeróbicas).

Questionários Municipais

- **Júlio de Castilhos – informações de Reinaldo A. F. Hoffmann, da Secretaria Municipal da Saúde e Meio Ambiente, Nilva Moura, da Secretaria de Administração e Luiz Carlos da Secretaria de Obras:**
- O serviço de esgotamento sanitário é de responsabilidade da prefeitura municipal, mas que não realiza ação específica. A rede é mista, junto com pluvial. Não há coleta nem tratamento específico de esgotos. Há previsão de ampliação ou melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos, através de concessão com a CORSAN. O Plano Municipal de Saneamento está em estágio inicial e não há metas definidas para o tratamento de esgotos.

Questionários Municipais

- **Tupanciretã – informações de Roger Pagel Soares, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente:**
- O município não tem serviço de tratamento de esgoto, só fossa séptica com filtro. Não foi informado se há previsão de ampliação ou melhoria do sistema de coleta e tratamento de esgotos. O Plano Municipal de Saneamento está iniciando e a previsão realista é de que, em 20 anos, 60% da população urbana esteja atendida pelo sistema de coleta e tratamento de esgotos.

Questionários Municipais

- **Santiago** – informações de **Andriele M. Martins**, da **Secretaria de Meio Ambiente**:
- O serviço de esgotamento sanitário é de responsabilidade da prefeitura municipal, existindo rede coletora com separador absoluto em três bairros, no restante é com o pluvial. Há uma ETE no bairro Ana Bonato e o percentual da população urbana atendida pelo tratamento é de 8%. **Atualização e confirmação pendentes.**

Conclusões

Das informações provenientes dos questionários municipais, observa-se que:

- em **Alegrete** a cobertura do sistema de coleta e tratamento de esgotos passará de 22% para **47%**, em 3 anos.
- em **Santiago**, a cobertura do sistema de coleta e tratamento de esgotos passará de 8% para **XX%**, em **XX** anos.
- em **Júlio de Castilhos** ainda não há previsão ou meta para a implantação de sistema de coleta e tratamento de esgotos.
- em **Tupanciretã** não há nenhuma ação quanto ao tratamento de esgotos, mas que o PMS prevê sistema de coleta e tratamento com a cobertura da ordem de **60%**, em 20 anos.

Modelagem da Qualidade das Águas

Possibilidades para a Proposta de Enquadramento:

Curso de Água	UPG	Proposta	Proposta
		Enquadramento Atual	Enquadramento Alternativa
Ibicuí-Mirim	1	1	1
Toropi	2	2	2
Jaguari	3	1	1
Jaguarizinho/Rosário	3	2	1
Itú	4	1	1
Ibicuí	4	1	1
Ibirapuitã	5	1 e 2	1
Ibicuí	6	1	1
Afl. Uruguai - M.D.	7	-	-
Afl. Uruguai - M.E.	8	-	-
		Salso - Classe 3	Salso - Classe 3

Proposta Final de Enquadramento

Agora cabe ao Comitê decidir!



Rua Sofia Veloso, 99
Cidade Baixa CEP 90050-140 - Porto Alegre / RS
Fone/Fax: (51) 3211.3944