



# **PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ANTAS, BACIAS CONTÍGUAS E AFLUENTES DO PEPERI-GUAÇU**

## **ETAPA D**

### **PROGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA**

## **ETAPA D**

### **PROGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA**

#### **CAPÍTULO 2**

#### **CONFRONTO DAS DISPONIBILIDADES COM AS DEMANDAS HÍDRICAS**

**GOVERNO DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

João Raimundo Colombo  
Governador do Estado

**SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO  
SUSTENTÁVEL**

Carlos Alberto Chiodini  
Secretário de Estado

Fábio de Souza Lima  
Secretário Adjunto de Estado

**DIRETORIA DE RECURSOS HÍDRICOS – DRHI**

Bruno Henrique Beilfuss  
Diretor

**Gerência de Planejamento de Recursos Hídricos**

Rui Batista Antunes  
Gerente

**Gerencia de Outorga e Controle de Recursos Hídricos**

Renato Bez Fontana  
Gerente

**Acompanhamento Técnico do Plano na DRHI/SDS**

César Rodolfo Seibt  
Vinícius Tavares Constante

## **COMITÊ DE GERENCIAMENTO DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ANTAS, BACIAS CONTÍGUAS E AFLUENTES DO PEPERI-GUACU**

### **DIRETORIA**

Gestões 2015 – 2017

e 2017 – 2019

Giovani José Teixeira – Presidente

Gilberto Mileski – Vice-Presidente

Adilson José De Almeida – Conselheiro

Aline Vivian – Conselheiro

Blásio Spaniol – Conselheiro

Claudino Dal Mago – Conselheiro

Everton Roncaglio – Conselheiro

Júnior Kunz – Conselheiro

Valmir Augustinho Hartmann – Conselheiro

### **GRUPO DE ACOMPANHAMENTO DO PLANO – GAP**

Ivan Canci, Prefeitura Municipal de Anchieta

Nilo Wirth, Thermas São João

Junior Kunz, SEMAE São José do Cedro;

Blásio Spaniol, Sicoob – Sistema de Cooperativas de Crédito do Brasil

Adair José Teixeira, Sindicato dos Produtores Rurais

Anderson Cavazin, Empresário do Turismo, Anchieta

Silvio Silveira, Eng. Agrônomo do Município de Princesa;

Francieli Brusco, Município de Flor do Sertão

Clístenes Guadanin, EPAGRI

Douglas Ribeiro, Técnico Ambiental do Município Palma Sola

# **PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ANTAS, BACIAS CONTÍGUAS E AFLUENTES DO PEPERI-GUAÇU**

## **EXECUÇÃO**

### **COORDENAÇÃO GERAL DO PLANO**

Professor Anderson Clayton Rhoden

FAI Faculdades

Projeto FAPESC/2015TR1907

### **COORDENAÇÃO TÉCNICA DAS ETAPAS C, D e E**

Héctor Raúl Muñoz Espinosa

## **EQUIPE TÉCNICA**

### **Etapa A**

Sisse Abdalla Dias Velozo, Letras / Políticas Públicas

Tiago Borges Tengaten, Publicidade e Propaganda

Mateus Borges Tengaten, Eng. Ambiental

Anderson Clayton Rhoden, Eng. Agrônomo, M.Sc.

### **Etapa B**

Anderson Clayton Rhoden, Eng. Agrônomo, M.Sc.

Mateus Borges Tengaten, Eng. Ambiental

Ricardo André Brandão, Eng. Ambiental

Mariano Badalotti Smaniotto, Geólogo

Paulo Tibério Kucera Garcez, Geólogo

Gean Carlos Fermino, Administrador, Esp.

Fernanda Bonato Fermino, Turismóloga

### **Etapa C**

Héctor Raúl Muñoz Espinosa, Hidrólogo M.Sc., Coordenação Técnica

Adelita Ramaiana Bennemann Granemann, Eng<sup>a</sup> Ambiental, M.Sc.

Liara Rotta Padilha Schetinger, Eng<sup>a</sup> Ambiental

Mariano Badalotti Smaniotto, Geólogo

### **Etapa D**

Héctor Raúl Muñoz Espinosa, Hidrólogo M.Sc., Coordenação Técnica

Adelita Ramaiana Bennemann Granemann, Eng<sup>a</sup> Ambiental, M.Sc.

Liara Rotta Padilha Schetinger, Eng<sup>a</sup> Ambiental

### **Etapa E**

Héctor Raúl Muñoz Espinosa, Hidrólogo M.Sc., Coordenação Técnica

Adelita Ramaiana Bennemann Granemann, Eng<sup>a</sup> Ambiental, M.Sc.

Liara Rotta Padilha Schetinger, Eng<sup>a</sup> Ambiental

Anderson Clayton Rhoden, Eng. Agrônomo, M.Sc.

Mariano Badalotti Smaniotto, Geólogo

### **Instituições Intervenientes**

Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável

FAI – Faculdades de Itapiranga

E-mail: andersonrhoden@hotmail.com

planocomiteantas@gmail.com

## APRESENTAÇÃO

O presente documento refere-se a ETAPA D – PROGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA, CAPÍTULO 2 – CONFRONTO DAS DISPONIBILIDADES COM AS DEMANDAS HÍDRICAS, pertencente ao “**PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ANTAS, BACIAS CONTÍGUAS E AFLUENTES DO RIO PEPERI-GUAÇU**”.

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1 -	Localização dos trechos com conflito conforme o índice IACT, no cenário de demandas atuais e vazão consumível 0,5Q98.....	23
Mapa 2 -	Localização dos trechos com conflito conforme o índice IACT, no cenário de demandas atuais e vazão consumível 0,5Q95.....	24
Mapa 3 -	Localização dos trechos com conflito conforme o índice IACT, no cenário 0,5Q98 CAD.....	26
Mapa 4 -	Localização dos trechos com conflito conforme o índice IACT, no cenário 0,5Q95 CAD.....	27
Mapa 5 -	Localização dos trechos com conflito em 2027 conforme o índice IACT, no cenário tendencial de demandas e vazão consumível 0,5Q98 .....	30
Mapa 6 -	Localização dos trechos com conflito em 2027 conforme o índice IACT, no cenário tendencial de demandas e vazão consumível 0,5Q95 .....	31
Mapa 7 -	Localização dos trechos com conflito em 2027 conforme o índice IACT, no cenário tendencial 0,5Q95 CAD.....	33
Mapa 8 -	Localização dos trechos com conflito em 2027 no cenário alvo CAD, com vazão consumível 0,5QMLT.....	38
Mapa 9 -	Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário atual (2017) de demandas cadastrais e vazão consumível 0,5Q98 .....	48
Mapa 10 -	Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário atual (2017) de demandas alternativas (CAD) e vazão consumível 0,5Q98 .....	51
Mapa 11 -	Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário tendencial (2027) de demandas cadastrais e vazão consumível 0,5Q95 .....	53
Mapa 12 -	Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário tendencial (2027) de demandas alternativas (CAD) e vazão consumível 0,5Q95 .....	55



Mapa 13 -	Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário alvo (2027) de demandas cadastrais e vazão consumível 0,5Q95 .....	59
Mapa 14 -	Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário alvo (2027) de demandas cadastrais e vazão consumível 0,5QMLT .....	60
Mapa 15 -	Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário alvo (2027) de demandas alternativas (CAD) e vazão consumível 0,5Q95 .....	62
Mapa 16 -	Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário alvo (2027) de demandas alternativas (CAD) e vazão consumível 0,5QMLT .....	63
Mapa 17 -	Cenário Base, em 2027, para enquadramento dos cursos d'água da RH1 .....	68
Mapa 18 -	Proposta de enquadramento dos cursos d'água da RH1 .....	72

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Classes dos Índices de Atendimento .....	19
Tabela 2 -	Índices de atendimento das demandas atuais nos cenários de disponibilidades correspondentes a 0,5Q98; 0,5Q95 e 0,5Q90 .....	20
Tabela 3 -	Índices de atendimento das demandas atuais no cenário CAD. ....	25
Tabela 4 -	Índices de atendimento das demandas no cenário tendencial 2027. ....	28
Tabela 5 -	Tipos de esgotamento sanitário por município da RH1 e fração de esgoto bruto que atinge o rio (FEBAR) na área urbana da RH1. ....	45
Tabela 6 -	Tipos de esgotamento sanitário por município da RH1 e fração de esgoto bruto que atinge o rio (FEBAR) na área rural. ....	46
Tabela 7 -	Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário atual (2017) de demandas cadastrais considerando o indicador IAD. ....	47
Tabela 8 -	Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário atual (2017) alternativo de demandas (CAD) considerando o indicador IAD. ....	50
Tabela 9 -	Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário tendencial (2027) de demandas cadastrais aprovadas considerando o indicador IAD. ....	52
Tabela 10 -	Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário tendencial (2027) de demandas alternativas (CAD) considerando o indicador IAD. ....	54
Tabela 11 -	Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário alvo (2027) de demandas cadastrais aprovadas considerando o indicador IAD. ....	57
Tabela 12 -	Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário alvo (2027) de demandas alternativas (CAD) considerando os indicadores IAD e ICOD .....	61
Tabela 13 -	Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, nos cenários alvo de demandas cadastrais CAD em 2019 e 2023 considerando o indicador IAD. ....	65

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CAD	Cenário Alternativo de Demandas
CEURH	Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
DGA	Diferentes Garantias de Atendimento
DRHI	Diretoria de Recursos Hídricos
EPAGRI	Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina
FATMA	Fundação do Meio Ambiente
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IACT	Índice de Atendimento de Captação Total
IAD	Índice de Atendimento de Diluição
ICOD	Índice de Criticidade para Outorga de Diluição
RH	Região Hidrográfica
SAR	Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca
SADPLAN	Sistema de Apoio à Decisão para Planejamento do Uso dos Recursos Hídricos
SC	Santa Catarina
SDS	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável
TR	Termos de Referência
UG	Unidade de Gestão

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	14
<b>2 CENÁRIOS DE DISPONIBILIDADES SUPERFICIAIS</b> .....	15
<b>3 BALANÇOS QUANTITATIVOS E BALANÇOS QUALITATIVOS</b> .....	17
<b>4 BALANÇOS QUANTITATIVOS (USOS CONSUNTIVOS)</b> .....	18
4.1 INDICADORES DE RESULTADOS: IACT E IACT2.....	18
4.2 BALANÇOS QUANTITATIVOS (USOS CONSUNTIVOS) NO CENÁRIO ATUAL.....	20
<b>4.2.1 Cenário dos cadastros aprovados</b> .....	20
<b>4.2.2 Cenário alternativo de demandas atuais</b> .....	25
4.3 BALANÇOS QUANTITATIVOS (USOS CONSUNTIVOS) NO CENÁRIO TENDENCIAL.....	28
<b>4.3.1 Cenário tendencial dos cadastros aprovados</b> .....	28
<b>4.3.2 Cenário alternativo de demandas tendenciais</b> .....	32
4.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE DISPONIBILIDADES E DEMANDAS CONSUNTIVAS.....	34
<b>4.4.1 Redução das demandas</b> .....	34
<b>4.4.2 Aumento da oferta</b> .....	34
<b>4.4.3 Articulação e compatibilização dos interesses internos e externos à bacia</b> .....	39
4.5 OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES .....	40
<b>5 BALANÇOS QUALITATIVOS (DILUIÇÃO DE EFLUENTES)</b> .....	42
5.1 INDICADORES DE RESULTADOS: IAD E ICOD .....	42
5.2 BALANÇOS QUALITATIVOS (DILUIÇÃO DE EFLUENTES) NO CENÁRIO ATUAL.....	47
<b>5.2.1 Cenário das demandas para diluição segundo os cadastros aprovados</b> .....	47
<b>5.2.2 Cenário alternativo de demandas para diluição</b> .....	49
5.3 BALANÇOS QUALITATIVOS NO CENÁRIO TENDENCIAL.....	52
<b>5.3.1 Cenário tendencial dos cadastros aprovados</b> .....	52
<b>5.3.2 Cenário alternativo de demandas tendenciais</b> .....	54

5.4 BALANÇOS QUALITATIVOS (DILUIÇÃO DE EFLUENTES) NO CENÁRIO ALVO.....	56
<b>5.4.1 Cenário alvo das demandas para diluição segundo os cadastros aprovados.....</b>	<b>56</b>
<b>5.4.2 Cenário alvo das demandas CAD para diluição de efluentes.....</b>	<b>57</b>
5.5 COMPATIBILIZAÇÃO DE DISPONIBILIDADES E DEMANDAS PARA DILUIÇÃO.....	64
<b>5.5.1 Redução das demandas em cenários progressivos .....</b>	<b>64</b>
<b>5.5.2 Aumento da oferta de água para diluição .....</b>	<b>65</b>
5.6 SUBSÍDIOS PARA UM ENQUADRAMENTO DOS CURSOS DE ÁGUA NA RH1.....	66
<b>5.6.1 Cenário base para enquadramento.....</b>	<b>66</b>
<b>5.6.2 Proposta de enquadramento – Cenário desejado.....</b>	<b>71</b>
<b>5.6.3 Observações e recomendações.....</b>	<b>73</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>75</b>

## 1 INTRODUÇÃO

O confronto e correspondente estudo de compatibilização entre disponibilidades e demandas hídricas, foram feitos atendendo o estabelecido nos Termos de Referência (TR) para a elaboração do Plano. Isto é, mediante o uso do Sistema de Apoio à Decisão para o Planejamento – SADPLAN, da Diretoria de Recursos Hídricos DRHI/SDS. Este sistema gera cenários que correspondem a diversas situações possíveis quanto à disponibilidade, demandas e critérios de atendimento, em relação aos recursos hídricos superficiais numa região de planejamento.

O SADPLAN quantifica a disponibilidade hídrica a partir de equações de regionalização hidrológica, que fornecem vazões de diversas permanências ao longo dos cursos de água. No caso, conforme conclusão registrada na Etapa C, a regionalização utilizada foi a que consta no “Estudo da Regionalização de Vazões das Bacias Hidrográficas Estaduais do Estado de Santa Catarina”, disponibilizada oficialmente em 2006. Quanto às demandas, o SADPLAN utiliza os dados registrados no Sistema de Cadastro Estadual de Usuários de Recursos Hídricos (CEURH).

## 2 CENÁRIOS DE DISPONIBILIDADES SUPERFICIAIS

Quatro cenários de disponibilidades hídricas superficiais foram estabelecidos para fazer o confronto e a análise de compatibilização com as necessidades de água requeridas pelos diversos usos. Estes cenários foram definidos estabelecendo vazões de referência e as respectivas vazões consumíveis, isto é, aquela fração destinada a captação e derivações, que configuram usos consuntivos.

A vazão consumível representa a vazão outorgável para atendimento dos usos consuntivos. Ao se definir limite específico para ela, como é o caso de Santa Catarina, define-se também, indiretamente, qual a vazão garantida para permanecer no curso fluvial, isto é, a vazão não consumível. Esta última é a que fica garantida para atender as demandas ecológicas e para diluição de poluentes até os limites permitidos pelo respectivo enquadramento do curso fluvial.

Os cenários foram:

- a) Opção A:  $Q_{\text{consumível}} = 0,5Q_{\text{MLT}}$
- b) Opção B:  $Q_{\text{consumível}} = 0,5Q_{90}$
- c) Opção C:  $Q_{\text{consumível}} = 0,5Q_{95}$
- d) Opção D:  $Q_{\text{consumível}} = 0,5Q_{98}$

As vazões de referência  $Q_{98}$ ,  $Q_{95}$  e  $Q_{90}$  correspondem a vazões com 98%, 95% e 90% de permanência, respectivamente. Em outras palavras, correspondem a situações em que as séries históricas de vazões naturais apresentam, estatisticamente, boas “garantias” de ocorrerem. Entretanto, as vazões de permanência que o SADPLAN fornece são vazões médias mensais, as quais amortecem os valores extremos das vazões diárias. Conforme reportado em capítulo anterior, pesquisa feita com os registros fluviométricos das estações Rio Iracema em Linha Jataí (Código 74295000) do período 01/1976 - 02/2016; e do Rio Sargento em Ponte do Sargento (Código 74320000) no período 07/1965 - 11/2015, mostra que, em média, as vazões mensais com 98%, 95% e 90% de permanência correspondem a permanências de 94%, 87% e 78%, respectivamente, na curva de duração das vazões diárias. Embora não seja possível garantir o mesmo resultado para todas as estações fluviométricas e períodos, na RH1, estes números servem para alertar sobre os cuidados que devem ser tomados ao usar os resultados da regionalização de vazões mensais para usos que requerem garantias em termos de frequência de vazões

diárias, especialmente se não há capacidade de armazenamento significativo para regularização das vazões naturais. Atendendo este fato, não foram consideradas permanências menores que 90%.

Propõe-se, como critério geral, que somente 50% da vazão de referência adotada seja considerada como outorgável para efeitos de captação e consumo. O outro 50% devem ficar reservados para as demandas de subsistência do sistema ecológico e para diluição de poluentes.

As opções A e D representam dois extremos. A opção D, que é a mais restritiva, corresponde à vazão outorgável para efeitos de captação e derivações estabelecida na Portaria SDS nº 51, de 02 de outubro de 2008, válida para o caso de rios de domínio estadual em bacias sem critérios de outorga devidamente aprovados pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos.

Já a opção A, corresponde à vazão média de longo termo, isto é, a maior dentro do conjunto considerado e foi incluída como um indicativo de vazão que poderia ser obtida mediante regularização resultante de armazenamento. Assim, se o balanço com vazões menores apresentar conflitos e estes não aparecerem com a vazão da opção A, pode-se concluir que, a princípio, a água que a natureza disponibiliza no ponto, se armazenada, poderia permitir uma regularização com vazões capazes de satisfazer as demandas.



### **3 BALANÇOS QUANTITATIVOS E BALANÇOS QUALITATIVOS**

Dois tipos de balanços hídricos foram efetuados no confronto entre disponibilidades e demandas. No primeiro caso, o balanço é feito entre as disponibilidades e as demandas para consumo. No segundo, são acrescentadas as demandas para diluição de poluentes. Embora ambos os tipos de balanços sejam quantitativos<sup>1</sup>, para facilitar o entendimento em relação aos resultados apresentados, foi adotada a terminologia balanços quantitativos para os que consideram somente as demandas consuntivas e balanços qualitativos<sup>2</sup> para os que incluem também a demanda de água para diluição.

Os resultados dos balanços estão apresentados para o sistema hidrográfico total da RH1. Mas, eles foram realizados separadamente para o subsistema Peperi-Guaçu e subsistema Antas. O primeiro inclui as bacias hidrográficas dos rios União, Maria Preta e Flores, além do conjunto de pequenas bacias que configuram a denominada UG4. O subsistema Antas abrange as bacias dos rios Macaco Branco, Antas, Iracema e São Domingos, além do conjunto de pequenas bacias que configuram a UG9.

Os balanços são efetuados por *trechos* fluviais estabelecidos mediante o método das Ottobacias. No caso, a rede hidrográfica da RH1 foi segmentada em 845 trechos, dos quais 377 no Subsistema hidrográfico Peperi-Guaçu e 468 no Subsistema Antas. Estes números resultaram da singular característica da RH1, que inclui numerosos cursos de água diretamente afluentes tanto para o rio Peperi-Guaçu (UG 4) como para o rio Uruguai (UG 9). Os cursos mencionados configuram Ottobacias de áreas muito pequenas que, se agrupadas em Ottobacias maiores, iriam englobar áreas não pertencentes a RH1.

Os balanços cujos resultados são apresentados neste capítulo foram efetuados considerando o mês de maior demanda em cada subsistema hidrográfico.

Importante salientar que os resultados dos balanços hídricos, especificamente em relação à identificação de conflitos, são os que permitirão recomendações específicas para otimizar o uso dos recursos hídricos na RH1. Estas recomendações

---

<sup>1</sup> Balanços quantitativos: incluem somente demandas consuntivas.

<sup>2</sup> Balanços qualitativos: incluem, também, demandas de água para diluição.

haverão de configurar o Plano de Recursos Hídricos propriamente dito, a ser apresentado na Etapa E.

## **4 BALANÇOS QUANTITATIVOS (USOS CONSUNTIVOS)**

### **4.1.1 INDICADORES DE RESULTADOS: IACT E IACT2**

Com a utilização do Sistema de Apoio a Decisão para o Planejamento – SADPLAN, operado pela SDS, foram obtidas as declarações cadastrais registradas até a data 10/03/2017. Assim, a partir dos cadastros, foram determinadas todas as demandas e lançamentos provenientes dos usos consuntivos, em cada um dos 845 trechos fluviais existentes na área de planejamento RH1, no nível de discretização adotado. Da mesma forma, também mediante o SADPLAN, foram determinadas as vazões naturais correspondentes às opções A, B, C e D anteriormente descritas, nos diferentes trechos fluviais. O confronto entre as referidas demandas e vazões permitiu a realização dos respectivos balanços.

Para avaliar o atendimento das demandas, considerando as disponibilidades em cada trecho, utilizou-se o Índice de Atendimento de Captação Total – IACT. Este índice refere-se à fração de atendimento do conjunto de todas as demandas de captação solicitadas, isto é, maiores que 0,28 m<sup>3</sup>/s ou 1m<sup>3</sup>/h, em cada trecho de rio. O índice IACT é definido conforme:

$$IACT = QAT / QCAP$$

Onde,

QAT = Total de vazões de captação solicitadas atendidas no trecho considerado;

QCAP = Total de captações solicitadas no trecho considerado.

Portanto, o índice IACT refere-se ao atendimento das demandas que requerem outorga e os seus valores variam desde

- a) IACT = 0, que corresponde ao caso de atendimento nulo, até
- b) IACT = 1, que corresponde à situação de atendimento pleno.

Tendo em conta que as solicitações de captação são efetuadas somente no caso de serem superiores ao limite considerado individualmente insignificante – vazões de pouca expressão (até 1 m<sup>3</sup>/h, estabelecido pela Portaria SDS nº 51, de 02 de outubro de 2008) -, também foi usado, embora de forma complementar, o índice IACT2, definido conforme:

$$\text{IACT2} = (\text{QAT} + \text{QINSA}) / (\text{QCAP} + \text{QINS})$$

Onde,

QINSA = Total de vazões de pouca expressão atendidas no trecho.

QINS = Total de vazões de pouca expressão existentes no trecho.

Portanto, o índice IACT2 refere-se ao atendimento do conjunto das demandas que requerem outorga e daquelas consideradas pouco significativas (que não estão sujeitas a outorga). E os seus valores variam desde

- a) IACT2 = 0, que corresponde ao caso de atendimento nulo, até
- b) IACT2 = 1, que corresponde à situação de atendimento pleno.

Os valores possíveis dos Índices de Atendimento foram classificados conforme apresentado na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 -Classes dos Índices de Atendimento.

<b>IACT E IACT2</b>	<b>Classe</b>
<b>0</b>	Sem atendimento
<b>0,01 – 0,49</b>	Extremamente crítico
<b>0,50 - 0,74</b>	Crítico
<b>0,75 – 0,99</b>	Preocupante
<b>1</b>	Adequado

Fonte: Os autores.

Valores de IACT ou IACT2 < 1 indicam conflito quantitativo. Ou seja, as demandas não conseguem ser atendidas.

## 4.2 BALANÇOS QUANTITATIVOS (USOS CONSUNTIVOS) NO CENÁRIO ATUAL

### 4.2.1 Cenário dos cadastros aprovados

Os resultados apresentados a seguir correspondem às demandas cadastradas e aprovadas até 10/03/2017, incluindo aquelas consideradas individualmente de pouca expressão e as que implicariam em solicitação de outorga. Esta situação cadastral permitiu identificar o mês de novembro como aquele de maior demanda no subsistema Antas e dezembro como o de maior demanda no subsistema Peperi-Guaçu. Em consequência, foram estes os meses utilizados para efetuar os balanços cujos resultados são apresentados neste item.

Os balanços individualizados por trecho permitiram identificar quais aqueles onde as demandas não poderiam ser satisfeitas. Estes trechos são os que correspondem aos Índices de Atendimento com valores menores que a unidade.

A

Tabela 2 apresenta os resultados obtidos com as vazões consumíveis 0,5Q98, 0,5Q95 e 0,5Q90.

- Vazão consumível = 0,5Q98 significa um cenário onde a disponibilidade de água para consumo corresponde a 50% da vazão mensal com 98% de permanência.
- Analogamente, para 0,5Q95 e 0,5Q90.

Tabela 2 - Índices de atendimento das demandas atuais nos cenários de disponibilidades correspondentes a 0,5Q98; 0,5Q95 e 0,5Q90.

Qconsumível →	0,5Q98		0,5Q95		0,5Q90	
Classe ↓	IACT	IACT2	IACT	IACT2	IACT	IACT2
<b>Sem atendimento</b>	5	44	0	0	0	0
<b>Extremamente crítico</b>	10	13	1	1	0	0
<b>Crítico</b>	2	6	2	2	0	0
<b>Preocupante</b>	0	1	1	1	2	2
<b>Adequado</b>	18	421	31	481	33	483

Fonte: Os autores.

O cenário de demandas mostra que do total de 845 trechos fluviais da RH1, há somente 35 nos quais haveria solicitação de outorga, isto é, com demanda superior a

0,28 L/s, sendo 11 no subsistema Peperi-Guaçu e 24 no subsistema Antas. Dos 35 a opção 0,5Q98 consegue atender somente 18 (51%). Os outros 17 (49%) não conseguem ser atendidos como requerido.

Por outro lado, os registros mostram que há 360 trechos nos quais não há demanda consuntiva de nenhum tipo. E os trechos com demanda, seja de pouca expressão ou maior, somam 485. Destes, a opção 0,5Q98 consegue atender plenamente só 421 (87%). Os restantes 64 (13%) não conseguem ser atendidos como requerido, incluindo pelo menos 47 trechos com demandas inferiores a 0,28 L/s.

A mesma análise efetuada com a opção 0,5Q95 mostra que está atende 31 dos 35 trechos com demanda superior a 0,28 L/s, mantendo somente 4 em situação de conflito. E quando também incluídos os trechos com demandas consideradas de pouca expressão, ou seja, menores de 0,28 L/s, o resultado mostra que todos estes passam a ser atendidos restando somente os 4 trechos com demandas maiores em situação de conflito.

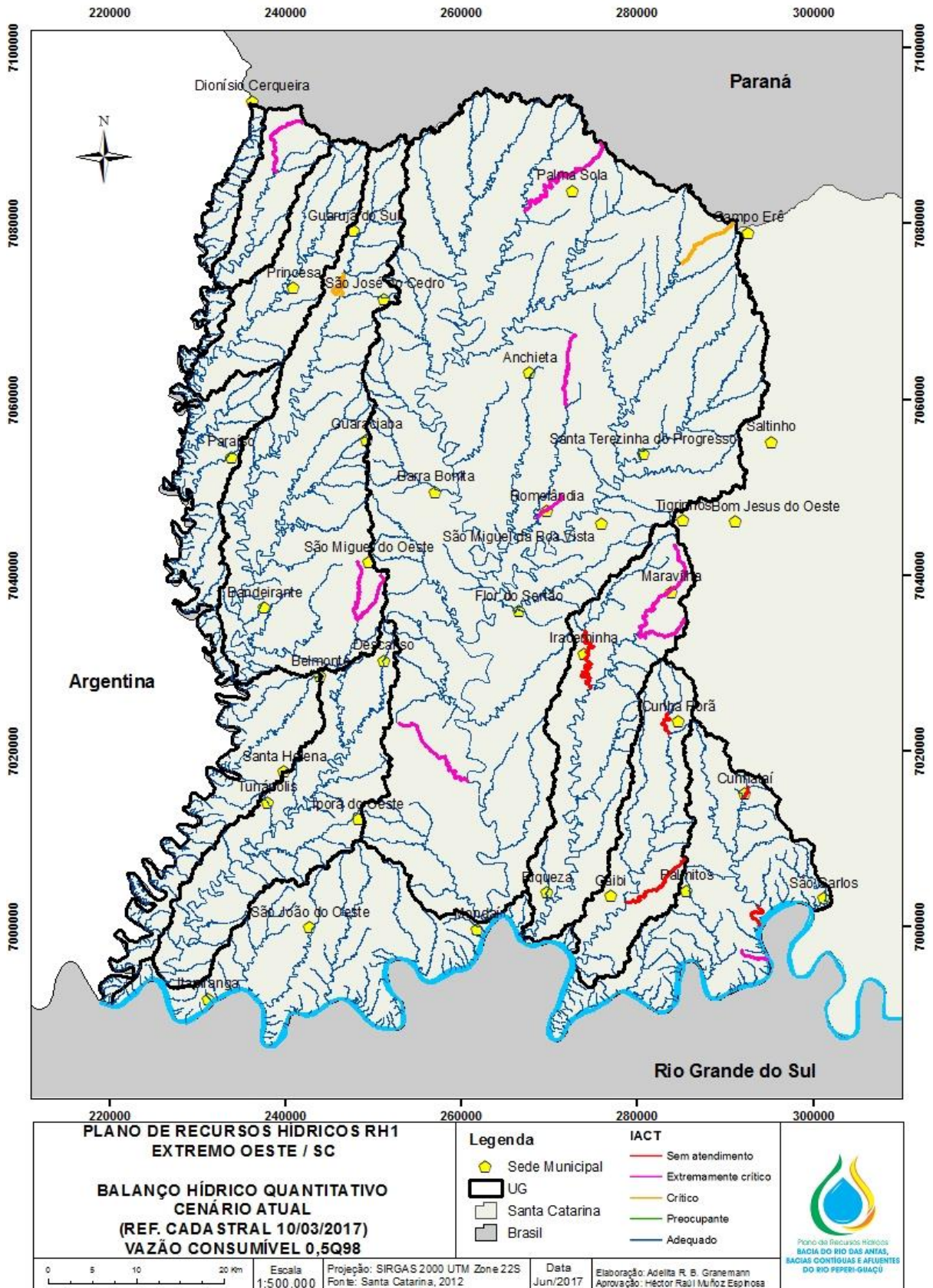
O Mapa 1 apresenta a localização dos trechos com conflito conforme o índice IACT na opção 0,5Q98. O Mapa 2 mostra os trechos com conflito na opção 0,5Q95.

Os municípios Anchieta (SC), Campo Erê (SC), Cunha Porã (SC), Cunhataí (SC), Dionísio Cerqueira (SC), Iraceminha (SC), Maravilha (SC), Palma Sola (SC), Romelândia (SC) e São José do Cedro (SC), além das divisas de Descanso (SC) com Iporã do Oeste (SC), Maravilha (SC) com Cunha Porã (SC) e São Carlos (SC) com Palmitos (SC), possuem, cada um, 1 trecho com conflito no cenário de vazão consumível 0,5Q98 e demandas cadastrais aprovadas. Para o mesmo cenário, os municípios Palmitos (SC) e São Miguel do Oeste (SC) possuem 2 trechos com conflitos cada. Quando considerada a vazão consumível 0,5Q95, os conflitos diminuem a apenas 4, sendo 2 em São Miguel do Oeste (SC), 1 em Palmitos e 1 na divisa de Maravilha com Cunha Porã.

Os conflitos acima mencionados, correspondentes ao caso de 0,5Q98, foram também identificados conforme a respectiva Unidade de Gestão (UG). A UG do rio União apresenta 1 trecho com conflito, a UG do rio das Flores assim como a UG do rio Iracema, apresentam 3 trechos cada. Na UG do rio das Antas são encontrados 5 trechos, na UG do rio São Domingos 2 trechos, e na UG das pequenas bacias que drenam para o rio Uruguai ocorrem 3 trechos com conflito.

Os trechos onde não acontece o atendimento pleno das demandas, no cenário de 0,5Q95, caem para apenas 4, os quais são coincidentes com os equivalentes do cenário analisado anteriormente. E, neste caso, 1 trecho localiza-se na UG do rio São Domingos, 1 na UG do rio Iracema e 2 na UG do rio das Flores.

Mapa 1 - Localização dos trechos com conflito conforme o índice IACT, no cenário de demandas atuais e vazão consumível 0,5Q98.



Fonte: Os autores.





#### 4.2.2 Cenário alternativo de demandas atuais

O número de cadastros aprovados até 10/03/2017, especialmente no referente aos usuários com demandas significativas, isto é, maiores que 0,28 L/s é baixo. Tendo em conta este fato e atendendo o estabelecido nos Termos de Referência, foi montado um cenário alternativo de demandas que servisse como balizador das conclusões obtidas a partir das demandas aprovadas. Conforme acordado com os técnicos da SDS, este cenário foi construído considerando todos os cadastros efetuados até a referida data, independentemente de ter sido já aprovados. Mas, para diminuir o risco de inserir cadastros errados, foram desconsiderados aqueles com demanda superior a 100 L/s, utilizando-se para isso a possibilidade de “Filtro” disponibilizada pelo SADPLAN. Para efeitos práticos, esta configuração de demandas, que apresenta um total de 142 trechos com demandas QCAP, isto é, maiores que 0,28 L/s, foi denominada CAD – Cenário Alternativo de Demandas.

A opção 0,5Q98 na alternativa CAD consegue atender plenamente apenas 25 trechos (18%), mantendo 117 (82%) com falta de água. Já na opção 0,5Q95 CAD, os plenamente atendidos passam para 107 (75%) ficando 35 (25%) em situação de conflito. Finalmente, a opção 0,5Q90 CAD consegue atender 117 trechos (82%) enquanto 25 (18%) ficam em situação de conflito por falta de água.

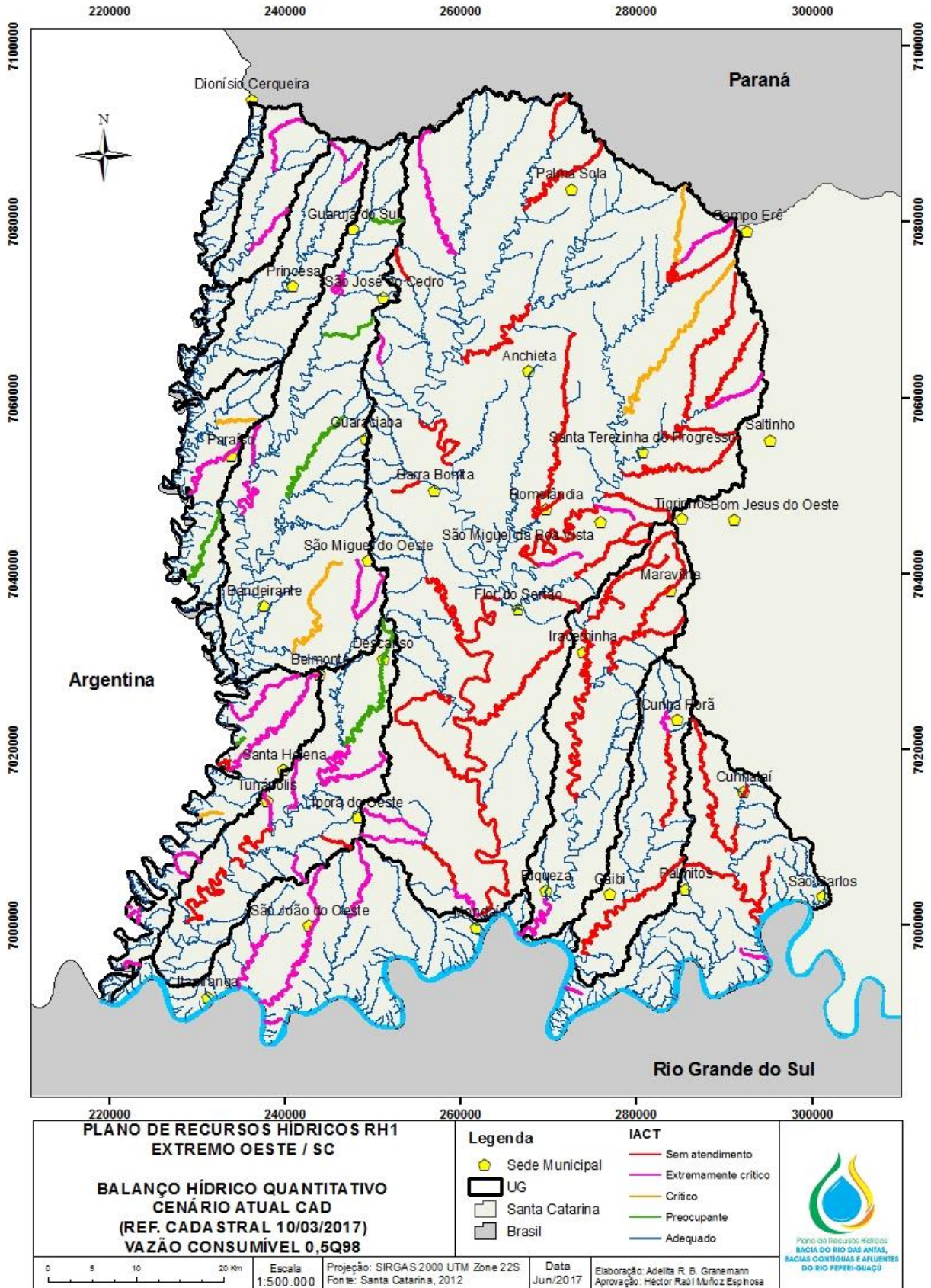
A Tabela 3 apresenta os valores do Índice de Atendimento IACT para as três opções comentadas e o Mapa 3 mostra a localização dos correspondentes trechos com conflito na opção 0,5Q98 CAD. O Mapa 4 apresenta os conflitos na opção 0,5Q95 CAD.

Tabela 3 - Índices de atendimento das demandas atuais no cenário CAD.

Qconsumível →	0,5Q98		0,5Q95		0,5Q90	
Classe ↓	IACT	IACT2	IACT	IACT2	IACT	IACT2
<b>Sem atendimento</b>	62	63	1	1	1	1
<b>Extremamente crítico</b>	43	70	22	22	12	12
<b>Crítico</b>	6	10	5	5	5	5
<b>Preocupante</b>	6	9	7	7	7	7
<b>Adequado</b>	25	341	107	458	117	468

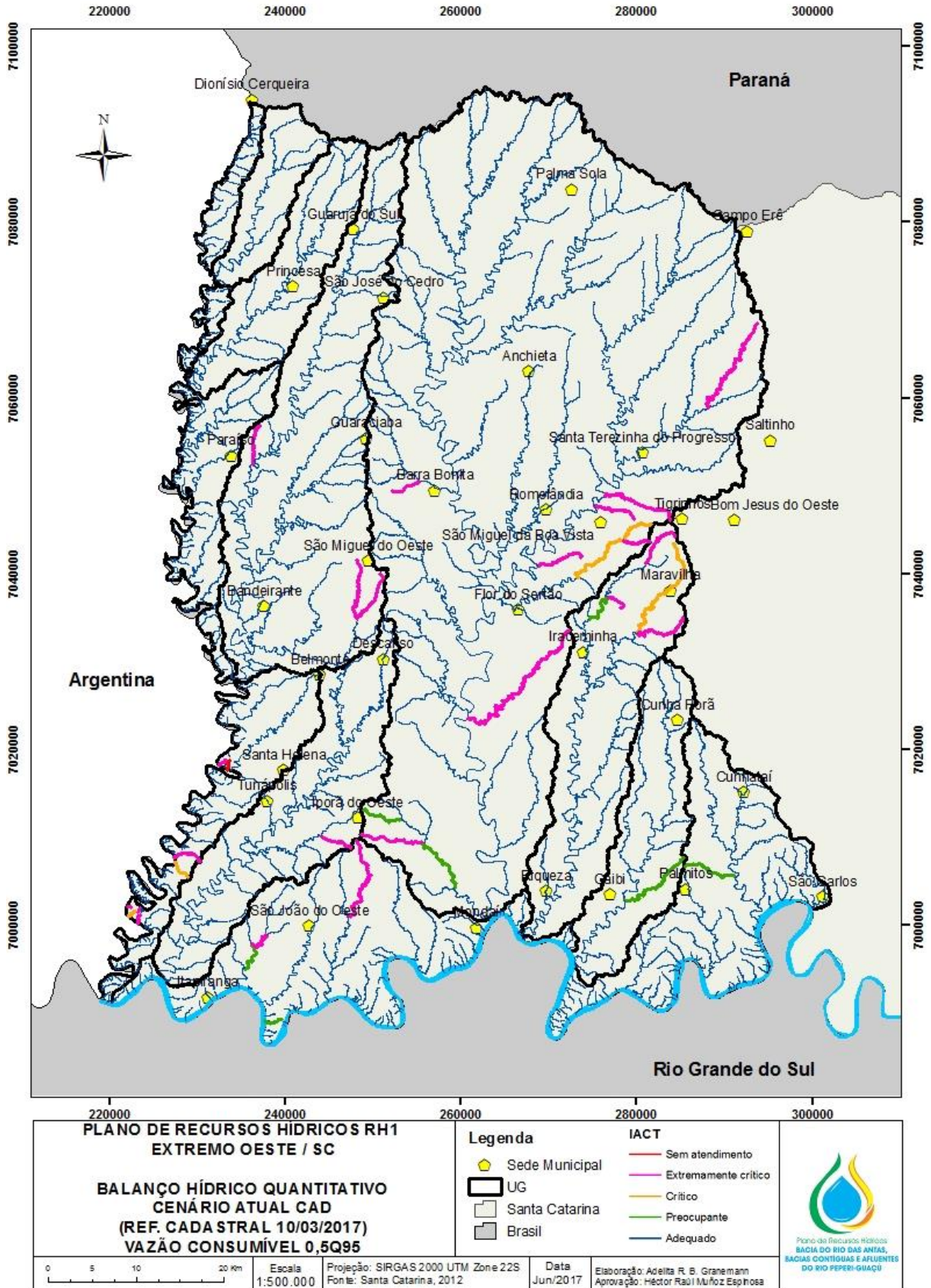
Fonte: Os autores.

Mapa 3 - Localização dos trechos com conflito conforme o índice IACT, no cenário 0,5Q98 CAD.



Fonte: Os autores.

Mapa 4 - Localização dos trechos com conflito conforme o índice IACT, no cenário 0,5Q95 CAD.



Fonte: Os autores.

A existência de 117 trechos com déficit hídrico no cenário CAD com disponibilidade 0,5Q98 e de 35 trechos com déficit hídrico no caso 0,5Q95, confirma, por uma parte, o caráter extremamente restritivo da vazão outorgável adotada atualmente em Santa Catarina, para o caso de bacias sem plano de recursos hídricos aprovado. Por outra parte, mostra uma situação compatível com a realidade regional quanto à exploração de fontes hídricas. Com efeito, conforme apresentado no capítulo referente ao diagnóstico das águas subterrâneas, da Etapa C, em todas as Unidades de Gestão da RH1 há significativa exploração das águas subterrâneas, através de poços tubulares profundos. É esta fonte a que permite a subsistência e atendimento de necessidades básicas em situações críticas, como as apresentadas nos mapas 3 e 4.

#### 4.3 BALANÇOS QUANTITATIVOS (USOS CONSUNTIVOS) NO CENÁRIO TENDENCIAL

##### 4.3.1 Cenário tendencial dos cadastros aprovados

Utilizando os Fatores de Crescimento Tendencial de Demanda de Água, apresentados em capítulo precedente, foram construídos os cenários de demandas tendenciais correspondentes aos anos 2019, 2023 e 2027.

A Tabela 4 apresenta os valores dos índices de atendimento IACT e IACT2 para o cenário tendencial no ano 2027.

Tabela 4 - Índices de atendimento das demandas no cenário tendencial 2027.

Qconsumível →	0,5Q98		0,5Q95	
	IACT	IACT2	IACT	IACT2
Classe ↓				
<b>Sem atendimento</b>	15	45	0	0
<b>Extremamente crítico</b>	13	20	2	2
<b>Crítico</b>	1	8	1	1
<b>Preocupante</b>	1	6	2	2
<b>Adequado</b>	24	406	49	480

Fonte: Os autores.

Trechos com índices de atendimento nas classificações:

a) Sem atendimento;

- b) Extremamente crítico;
- c) Crítico;
- d) Preocupante.

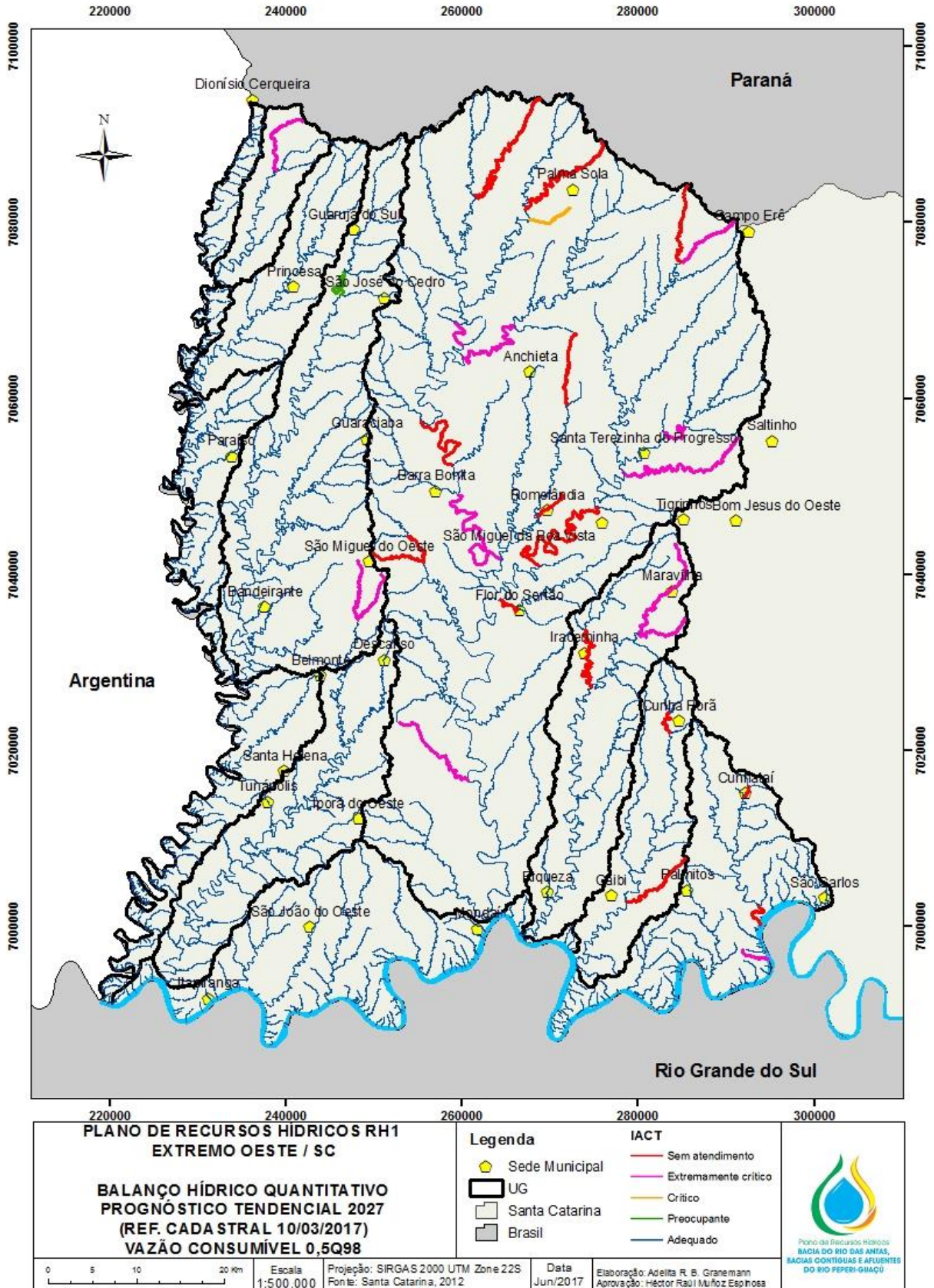
Correspondem a trechos fluviais onde as demandas de água não conseguem ser atendidas, ou seja, trechos com conflito quantitativo.

Comparando as Tabelas 2 e 4 observa-se que o número de trechos com demandas significativas, aumenta de 35 para 54. Destas, a opção 0,5Q98 consegue atender 24 (44%) deixando 30 (56%) em situação de conflito. Já a opção 0,5Q95 consegue atender 49 dos referidos trechos, isto é, 91% daqueles onde há requerimentos de outorga de direitos de uso.

Interessante observar também, que quando se acrescentam os usos ditos individualmente pouco significativos há um acréscimo de 49 trechos com conflito no cenário de vazão consumível 0,5Q98, representando cerca de 16% do total de trechos com retirada de água. Enquanto que no cenário de 0,5Q95 o número de trechos não atendidos se mantém em 5.

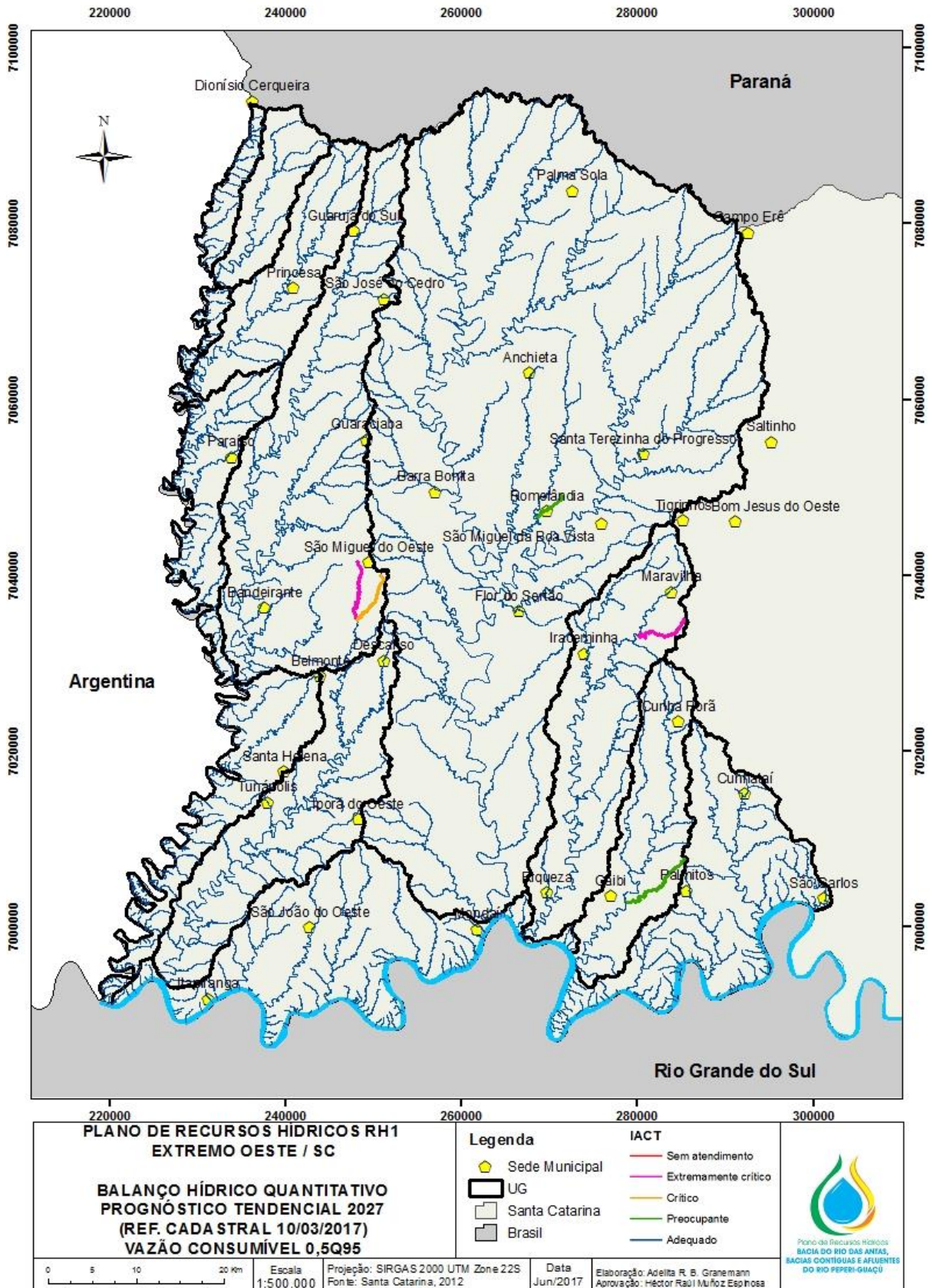
O Mapa 5 apresenta a localização dos trechos com conflito para outorga no caso do cenário tendencial de demandas 2027, na opção de vazão consumível 0,5Q98. O cenário tendencial para o mesmo ano, porém com vazão consumível 0,5Q95, com a localização dos trechos em conflito encontra-se no Mapa 6. Como pode-se observar no Mapa 6, ocorre 1 trecho com conflito na UG do rio das Antas, 2 trechos na UG do rio das Flores, 1 trecho na UG do rio Iracema e 1 trecho na UG do rio São Domingos. Localizando os trechos citados, conforme municípios, em Palmitos (SC), Romelândia (SC) e na divisa de Maravilha (SC) com Cunha Porã (SC), ocorre 1 trecho com conflito, e em São Miguel do Oeste (SC) 2 trechos apresentam a mesma situação.

Mapa 5 - Localização dos trechos com conflito em 2027 conforme o índice IACT, no cenário tendencial de demandas e vazão consumível 0,5Q98.



Fonte: Os autores.

Mapa 6 - Localização dos trechos com conflito em 2027 conforme o índice IACT, no cenário tendencial de demandas e vazão consumível 0,5Q95.



Fonte: Os autores.

#### **4.3.2 Cenário alternativo de demandas tendenciais**

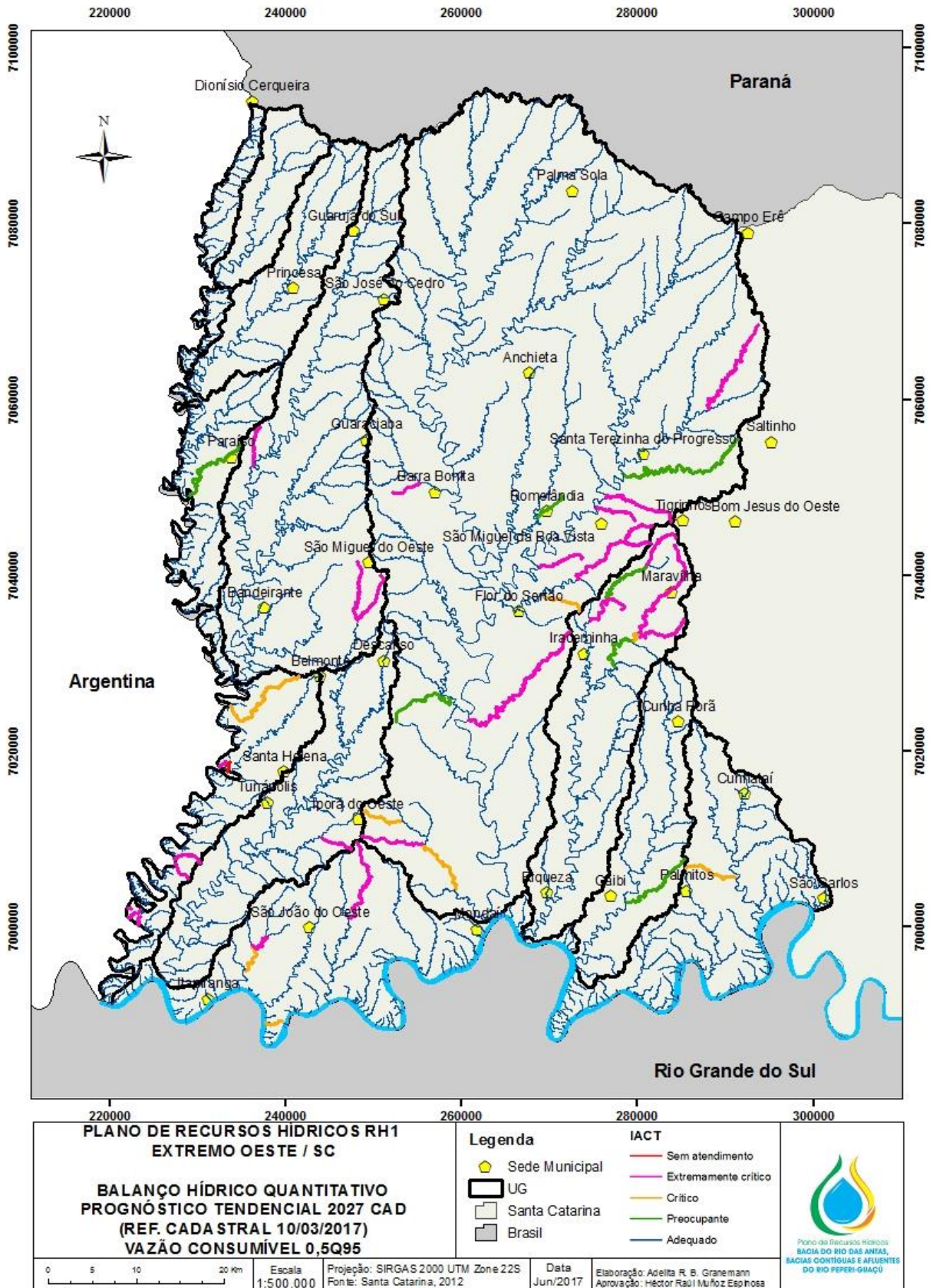
Da mesma forma que no caso do cenário atual construiu-se, também, um cenário alternativo de demandas tendenciais, a partir do Cenário Alternativo de Demandas (CAD), anteriormente explicitado. Cabe destacar que o CAD corresponde a todos os cadastros efetuados até 10/03/2017, independentemente de ter sido já aprovados, excetuando aqueles com demanda superior a 100 L/s, conforme “Filtro” do SADPLAN.

Em 2027, conforme apresentado na Mapa 7, dos 154 trechos com demandas QCAP, a opção 0,5Q95 na alternativa CAD consegue atender plenamente 110 (71%), ficando somente 44 (29%) com falta de água. Quando considerados também os usos pouco significativos, o número de trechos com algum tipo de demanda é 493, dos quais 448 (91%) são atendidos.

Quando comparadas as opções 0,5Q98 e 0,5Q95, seja no cenário atual ou CAD, percebe-se um significativo ganho de atendimentos ao usar a de 95% de permanência.



Mapa 7 - Localização dos trechos com conflito em 2027 conforme o índice IACT, no cenário tendencial 0,5Q95 CAD.



Fonte: Os autores.

## 4.4 COMPATIBILIZAÇÃO DE DISPONIBILIDADES E DEMANDAS CONSUNTIVAS

### 4.4.1 Redução das demandas

Os resultados apresentados nos parágrafos precedentes mostram que, mesmo sem considerar as vazões necessárias para a diluição de efluentes, como é o caso em análise, há trechos que não possuem condições de atender às demandas requeridas, em nenhuma das opções de vazão consumível consideradas. Nestas situações, a solução do conflito implica na procura de formas de diminuição das demandas ou de aumento da oferta de água.

Na linha da redução das demandas foi estabelecido um cenário desejado ou cenário alvo, caracterizado pelos seguintes condicionantes:

O máximo percentual de perdas nos sistemas de abastecimento dos municípios da RH1, em 2027, será de 30%. Esta meta será atingida gradualmente, de forma que o máximo de perdas até 2019 seja até 50%; e em 2023 seja até 40%.

Não há enchimento de tanques para aquicultura nos períodos de estiagens. Portanto esta demanda não será considerada nos balanços feitos com as opções de vazões consumíveis de 98, 95 ou 90% de permanência.

Os balanços feitos em relação ao cenário alvo acima mostram um ganho muito pequeno quando comparados com os obtidos no cenário tendencial. Uma das causas disto é que a principal fonte de demandas é a criação animal, seguida do abastecimento público e do uso industrial. Entretanto, devido às incertezas associadas ao caso, não foram feitas hipóteses quantitativas de aumento da eficiência no uso da água na criação animal nem no uso industrial, embora esta deva existir.

### 4.4.2 Aumento da oferta

Na solução para atendimento das demandas também há que considerar a possibilidade de aumentar a oferta. Isto implica na procura de fontes de águas subterrâneas, na transposição de água desde corpos hídricos vizinhos e no estudo da possibilidade de armazenamento de água para as épocas de crise, mediante barramentos de acumulação.

Na linha de verificar a possibilidade de aumentar a oferta de água, mediante o aumento das vazões naturais consumíveis nos trechos fluviais da RH1, foi utilizado o método denominado “Balanço Hídrico com Diferentes Garantias de Atendimento” ou, simplesmente, “Balanço DGA”, disponibilizado no SADPLAN. Este método permite, entre outras possibilidades, determinar qual a vazão mínima necessária para que todas as demandas sejam atendidas. E foi aplicado aceitando a mesma garantia de suprimento para todos os usos.

O método acima referenciado foi aplicado ao caso do cenário alternativo de demandas atuais, isto é, o cenário denominado CAD. O resultado foi que a vazão mínima necessária no subsistema Antas deveria ser aquela de 35% de permanência e de 30% no subsistema Peperi-Guaçu. Entretanto, nestes balanços considera-se que a vazão de restrição é simplesmente a vazão 0,5Q98 adotada como vazão ecológica. Assim, em termos práticos a vazão consumível, no caso em análise, seria a Q35 – 0,5Q98 no subsistema Antas e a Q30 – 0,5Q98 no subsistema Peperi-Guaçu. Portanto, dois aspectos devem ser salientados.

Por uma parte, a adoção das vazões de 30% e 35% de permanência correspondem a baixas garantias de ocorrência, implicando em riscos não aceitáveis se utilizadas como referências para outorgas associadas a usos consuntivos. Por outra, garantir apenas 0,5Q98 como água remanescente nos cursos fluviais – o qual corresponde ao caso de máximo consumo – implica em garantir muito pouca água para fins de diluição de poluentes. Outrossim, é importante enfatizar que as vazões de referência obtidas são aquelas que permitem satisfazer completamente a totalidade dos trechos com demandas quantitativas. Neste sentido, o resultado fica fortemente condicionado pelos casos extremos de trechos onde a disponibilidade for pequena e as demandas altas. Especificamente, no caso do subsistema Antas, por exemplo, a eliminação de apenas dois destes casos de alta demanda, já permite que a vazão necessária para satisfazer todas as demais demandas seja a de permanência 75%.

Em consequência do conjunto de considerações acima, tendo em conta as singularidades da hidrografia da RH1 decidiu-se efetuar balanços com a opção de vazão consumível 0,5QMLT. Se o balanço com vazões menores apresentar trechos não atendidos e estes não aparecerem com a vazão consumível 0,5QMLT, pode-se concluir que, a princípio, além da necessidade de aumentar a eficiência hídrica, existe

a possibilidade de resolver o problema mediante armazenamento de água para as épocas de crise. Resultado que, portanto, se constitui em indicativo da conveniência de efetuar estudos a respeito da viabilidade de estruturas de armazenamento. E no caso de conflitos que aparecerem mesmo nesta opção de vazão consumível, a solução deveria ser buscada através da obtenção de água de outras fontes, tais como água subterrânea ou transposição de bacias.

Efetuados os balanços com a opção 0,5QMLT o resultado para o caso do cenário de demandas atuais mostrou que todos os conflitos desapareceriam. Já no caso do cenário alternativo de demandas CAD, o resultado mostra que dos 142 trechos com demandas maiores que 0,28 L/s ainda ficariam 4 em situação de conflito por falta de água. E no caso do cenário alvo de demandas em 2027, considerando a alternativa CAD, o balanço mostra que dos 153 trechos com  $Q_{cap} > 0,28$  L/s, 148 conseguem ser atendidos, restando 5 em situação de conflito por falta de água. Salienta-se, entretanto, que foi verificado que em dois destes trechos há, excepcionalmente, demandas que apesar da função de filtragem do SADPLAN, correspondem a valores maiores que 100 L/s no mês de janeiro, embora a média anual seja inferior. Eliminadas estas demandas, conforme critério adotado, os trechos não atendidos com a vazão consumível 0,5QMLT ficam reduzidos a três no caso do cenário alvo de demandas em 2027, considerando a alternativa CAD.

Em síntese, o resultado das simulações se constitui em indicativo da possibilidade de resolver a maioria dos problemas de déficit hídrico superficial, na RH1, através de uma política de construção de barramentos, com reservatórios de acumulação para regularização de vazões. Entretanto, logicamente, cada projeto de barramento deve ser motivo de estudos específicos, considerando os aspectos ambientais, econômicos, financeiros e tecnológicos.

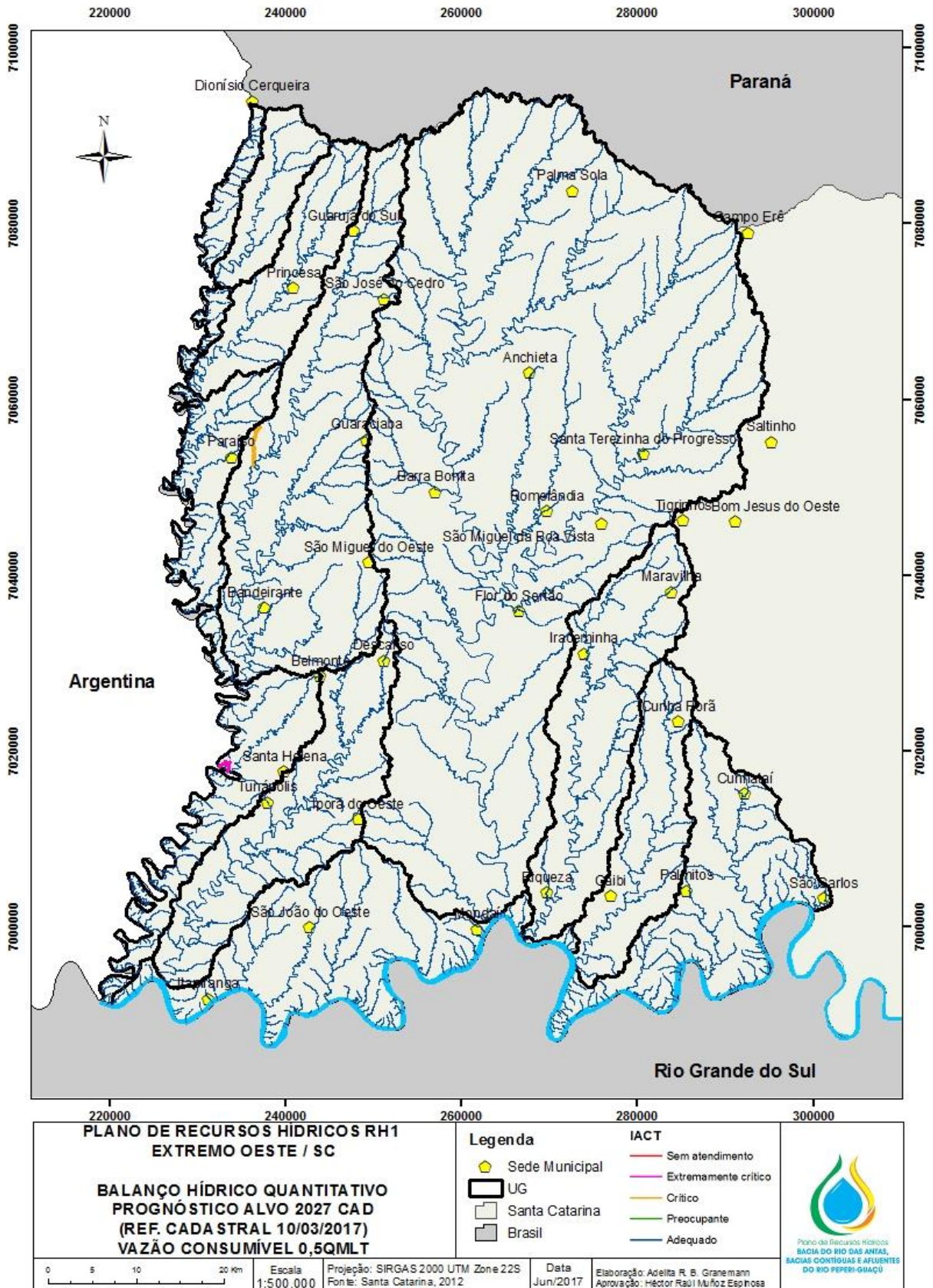
O Mapa 8 apresenta a localização dos trechos com falta de água, em 2027, considerando o cenário desejado de demandas (cenário alvo) na alternativa CAD e vazão consumível 0,5QMLT. São os trechos de déficit hídrico que, mesmo com reservatórios de acumulação, não poderiam ser resolvidos implicando, portanto, em outro tipo de soluções.

Conforme pode-se observar no Mapa 8, ocorre 1 trecho com conflito no município de Paraíso, na UG do rio das Flores; e 2 em Santa Helena, na UG das

pequenas bacias que drenam para o rio Peperi-Guaçu. Nestes trechos a categoria de usuários com uso predominante é da criação animal.

O resultado das simulações indica a possibilidade de resolver a maioria dos problemas de déficit hídrico superficial, na RH1, através de uma política de construção de barramentos, com reservatórios de acumulação para regularização de vazões. Entretanto, cada caso deverá ser analisado dos pontos de vista ambiental, econômico, financeiro e tecnológico.

Mapa 8 - Localização dos trechos com conflito em 2027 no cenário alvo CAD, com vazão consumível 0,5QMLT.



Fonte: Os autores.

#### **4.4.3 Articulação e compatibilização dos interesses internos e externos à bacia**

A solução dos conflitos pelo uso da água implica na procura de formas de diminuição das demandas ou de aumento da oferta de água. Neste sentido, é importante considerar as estratégias de alternativas técnicas e institucionais fomentadas pelo Estado e pela União, que visam minimizar possíveis conflitos em situação de escassez de água.

Considerando que grande parte dos usuários de água da RH1 está ligada à criação animal, destacam-se os programas que o Estado vem subsidiando para auxiliar os produtores rurais a enfrentar eventuais situações de estiagem, buscando complementar a quantidade de água em casos de chuvas mal distribuídas.

No âmbito do Estado de Santa Catarina, o Programa Irrigar, da Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca - SAR, visa incentivar o armazenamento de água em tanques escavados ou ainda em pequenos barramentos, dos quais os beneficiários são agricultores familiares. O Programa incentiva investimentos na irrigação de lavouras e pastagens com a subvenção de juros dos financiamentos.

Existe também o Programa Água para o Campo (Cisternas), da mesma Secretaria de Estado da Agricultura e da Pesca. Este Programa objetiva incentivar os suinocultores e avicultores catarinenses a investirem na construção de cisternas para captação de água da chuva, assegurando o abastecimento nas propriedades rurais com água de qualidade, inclusive durante as estiagens.

O Programa Água para o Campo atende produtores rurais com financiamentos para construção de cisternas de 500 mil litros de água. Na segunda fase do Programa 311 cisternas em 13 regiões de Santa Catarina devem ser construídas a partir de janeiro de 2017, um investimento que supera os R\$ 13,5 milhões. Os municípios beneficiados na RH1 são Palmitos, Maravilha, Itapiranga e São Miguel do Oeste.

A implementação do Programa Irrigar, na RH1, pode ter como consequência um aumento ou uma diminuição na pressão sobre as águas fluviais da região. No caso de prever o uso das águas subterrâneas como fonte de irrigação há que ter cuidado de não estimular esta atividade em zonas já sobre exploradas. No caso das águas superficiais, como a irrigação é prevista justamente para os períodos de estiagens, a extração de água dos cursos fluviais para irrigar só iria piorar a situação das águas remanescentes. Mas, conforme informado na SAR, o estímulo à irrigação de

pastagens no extremo oeste será feito fomentando o aproveitamento de água de chuvas (cisternas) e do armazenamento de volumes de água que fluem torrencialmente nos casos de chuvas intensas. Isto é, de torrentes que usualmente provocam danos e que terminam se perdendo quanto ao aproveitamento. Neste caso, a implementação dos programas pode implicar em diminuir a pressão sobre as águas fluviais e, portanto, numa contribuição indireta para diminuir os conflitos de quantidade e de qualidade nos cursos fluviais da RH1.

#### 4.5 OBSERVAÇÕES COMPLEMENTARES

A análise de conflitos quantitativos serve de base para definir critérios de outorga a serem estabelecidos na região de estudo, visando a prevenção de conflitos, a garantia de água para os usos prioritários e, em geral, o “efetivo exercício do acesso à água”, conforme estabelecido na Lei 9.433/97, da Política Nacional de Recursos Hídricos. Neste sentido, quanto mais perto da realidade estiver o cenário de demandas utilizado nas simulações para identificação de conflitos quantitativos, mais representativos serão os resultados dos balanços.

Conclui-se, portanto, a importância de contar com o máximo de cadastros consistidos e devidamente aprovados. Lamentavelmente, por razões alheias aos técnicos deste Plano, não é essa a situação na RH1. Uma amostra disto é, por exemplo, o fato do CEURH apresentar, em 10.03.2017, um total de 5004 cadastros na RH1, dos quais 4561 com demanda máxima de 0,28 L/s e 376 com demanda superior a 0,28 L/s. Destes, somente 54 estavam analisados e aprovados, implicando em solicitações de outorga concentradas em apenas 35 trechos fluviais. A atualização das informações cadastrais da RH1, conforme registrado no CEURH mostra que, em 14.08.2017, isto é, 5 meses mais tarde, o número total de cadastros é 5606, dos quais 5145 com demanda máxima de 0,28 L/s e 402 com demanda superior. Houve um aumento de 602 cadastros, porém, o número de analisados e aprovados, dentre aqueles com demanda maior que 0,28 L/s, continua o mesmo. Ou seja, em termos práticos, considerando o número de cadastros aprovados e o resultado em termos de trechos com demandas de captação superior a 0,28 L/s, confirmado nos respectivos balanços quantitativos, não houve nenhum avanço.



A situação é de um número significativo de cadastros efetuados, mas, ainda não analisados pelas equipes técnicas responsáveis pela aprovação dos mesmos. No presente estudo esta dificuldade foi contornada mediante a consideração do cenário alternativo de demandas – CAD que, embora hipotético, é um cenário possível de acontecer. Neste contexto, há que ter em conta que, conforme os Princípios e Fundamentos da Lei 9.433/97, um plano de recursos hídricos deve ser resultado de um processo participativo e dinâmico, em permanente atualização.

No caso da RH1 isto implica em acelerar a análise dos cadastros atuais e dos que sejam efetuados no futuro. Só assim terá sentido qualquer atualização do presente Plano. E isso implica em medidas administrativas a serem tomadas pela SDS.

## **5 BALANÇOS QUALITATIVOS (DILUIÇÃO DE EFLUENTES)**

### **5.1 INDICADORES DE RESULTADOS: IAD E ICOD**

Similarmente ao caso dos balanços resultantes da comparação entre disponibilidades (vazões consumíveis) e demandas consuntivas, foram também efetuados balanços acrescentando as necessidades de água para a diluição do lançamento de poluentes.

Os balanços qualitativos foram feitos tendo em conta que quando um lançamento de poluente é efetuado, a água disponível para diluição é toda a que estiver no rio. Não é possível separar uma parte dela mantendo-a livre desse processo. Portanto, as análises foram feitas considerando como vazões disponíveis para diluição, as vazões remanescentes após a retirada para fins de consumo. Isto implica que no caso extremo, ou seja, se toda a vazão consumível for de fato consumida, a vazão disponível para diluição é somente a diferença entre a vazão total de referência – considerada como a disponibilidade natural total no ponto fluvial do balanço – e a vazão consumível.

Em face do anterior, dois índices foram utilizados para analisar os resultados dos balanços ditos qualitativos. O primeiro é o Índice de Atendimento de Diluição (IAD). Este índice é calculado trecho a trecho e reflete a relação entre o volume mínimo de água que deveria estar circulando no trecho para diluir o poluente “p” até o nível de concentração predefinido pelo gestor, e a água remanescente após os balanços para atendimento dos usos consuntivos. Assim, valores de  $IAD > 1$  correspondem a trechos onde a qualidade das águas remanescentes está com concentração de poluente “p” superior à admitida.

O segundo indicador utilizado foi o Índice de Criticidade para Outorga de Diluição (ICOD). Este é análogo ao IAD, mas é calculado supondo que toda vazão consumível no trecho em análise já foi comprometida e que, portanto, a única vazão remanescente é a que corresponde a vazão de restrição. Assim, qualquer valor de  $ICOD > 1$  indica impossibilidade de concessão de novas autorizações para diluir lançamentos do poluente “p” no trecho considerado.

Em sínteses, o índice IAD é útil para identificar conflitos na situação real de consumos e lançamentos. Entanto que o índice ICOD permite identificar conflitos que

aconteceriam na situação extrema, correspondente ao caso de ter toda a vazão consumível efetivamente consumida.

- a) Valores de IAD > 1 indicam conflito qualitativo, pois correspondem a trechos onde a qualidade das águas remanescentes está com concentração de poluente “p” superior à admitida.
- b) Valor de ICOD > 1 indica impossibilidade de concessão de novas autorizações para diluir lançamentos do poluente “p” no trecho considerado.

Para a estimativa das demandas hídricas necessárias para a diluição dos lançamentos foram considerados os lançamentos cadastrados e também aqueles que, embora não cadastrados explicitamente, são resultantes das captações registradas no sistema. Para isto adotaram-se coeficientes de retorno, conforme cada tipologia de uso.

Na ausência de dados referentes a poluentes, o cálculo das vazões de diluição foi feito considerando somente a Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) por ser este o poluente cujo controle é considerado prioritário para garantir a vida no sistema aquático. Com efeito, a diminuição da DBO implica em aumento do Oxigênio disponível na massa de água. Mas, na grande maioria dos lançamentos declarados, não consta a concentração dos parâmetros de qualidade. Portanto, foi necessário assumir hipóteses baseadas nas práticas regionais.

Como concentração de DBO permitida nos cursos de água da RH1 foi estabelecida a correspondente a rios enquadrados na classe 2, portanto 5 [mg/L]. Como concentração natural nos mananciais foi adotado o valor 2 [mg/L] de DBO.

No caso da criação animal, os lançamentos declarados correspondem a diversas situações quanto ao destino, tratamento prévio e autodepuração antes de atingir os cursos de água. Na impossibilidade prática de considerar separadamente cada caso, os técnicos da Contratada estabeleceram diversos cenários explicitados na apresentação dos resultados dos balanços efetuados.

Para isto foram tomadas em conta as atividades do Programa Microbacias na área do saneamento ambiental rural, a disseminação de técnicas adequadas entre os criadores, as Normas Técnicas da FATMA e as restrições impostas para o uso do SADPLAN.

No caso do remanescente de carga orgânica proveniente dos dejetos do gado no pasto (criação extensiva), foi suposto que estes não atingem os cursos de água

nas situações de estiagens. A ausência de chuvas nesta situação implica em ausência de arrastre dos dejetos para os cursos de água.

Para estimar a fração de esgoto bruto que atinge os cursos de água foram utilizadas as informações municipais fornecidas pelo IBGE, referentes aos censos de 2000 e 2010 e contagem da população do IBGE em 2007, segundo descrito nas Tabelas 5 e 6. A concentração de DBO adotada, conforme Von Sperling (1996), foi de 400 [mg/L]. Além disto, foi suposto que 80% do lançamento em fossas sépticas atinge o rio, bem como 65% do lançamento em fossas rudimentares. Para os outros destinos dos esgotos, conforme consta nas tabelas em pauta, admite-se que a situação é equivalente a lançamento direto no curso d'água. Foi suposto, também, que a eficiência média das fossas sépticas, para remoção de DBO no esgoto, é 70%. Na fossa rudimentar é 60% e o restante é lançado *in natura*.

Então, o Fator de Esgoto Bruto que Atinge o Rio – FEBAR, foi estimado mediante a fórmula:  $[8] = ([1] + 0,8*[2] + 0,65*[3] + [4] + [5] + [6] + [7]) / 100$ , onde os dígitos entre colchetes correspondem à identificação das colunas nas Tabelas 5 e 6.

Quanto à concentração da DBO nos lançamentos industriais foi suposto que estes atendem a legislação catarinense.

Todos os balanços qualitativos foram efetuados tendo em conta a autodepuração natural da DBO, ao longo do tempo de percurso nos trechos fluviais. Os valores dos coeficientes de decomposição da DBO podem ser obtidos da literatura técnica-científica (SPERLING, 2007) em função da profundidade nos pontos dos balanços qualitativos. Por sua vez, as profundidades podem ser estimadas através de algoritmo disponibilizado pelo SADPLAN.

Tabela 5 - Tipos de esgotamento sanitário por município da RH1 e fração de esgoto bruto que atinge o rio (FEBAR) na área urbana da RH1.

Município	Tipo de esgotamento sanitário (%) - Zona Urbana							
	Rede geral esgoto /pluvial <sup>1</sup>	Fossa séptica <sup>2</sup>	Fossa rudimentar <sup>3</sup>	Vala <sup>4</sup>	Rio, lago ou mar <sup>5</sup>	Outro tipo <sup>6</sup>	Não tinham <sup>7</sup>	% Febar <sup>8</sup>
Anchieta	0,23	24,05	73,07	0,00	0,00	2,42	0,23	69,61
Bandeirante	0,00	21,59	77,41	0,33	0,00	0,66	0,00	68,59
Barra Bonita	0,00	11,88	87,13	0,99	0,00	0,00	0,00	67,13
Belmonte	0,00	11,72	86,03	0,25	0,00	2,00	0,00	67,54
B. Jesus do Oeste	0,91	39,55	59,09	0,00	0,00	0,45	0,00	71,41
Caibi	5,71	22,86	70,82	0,09	0,00	0,09	0,43	70,64
Campo Erê	7,88	15,10	73,13	2,07	1,11	0,15	0,56	71,38
Cunha Porã	8,76	27,78	62,49	0,18	0,53	0,18	0,09	72,57
Cunhataí	1,04	57,51	41,45	0,00	0,00	0,00	0,00	73,99
Descanso	1,07	18,53	79,19	0,50	0,50	0,07	0,14	68,58
Dionísio Cerqueira	6,45	44,59	46,07	0,49	0,15	1,87	0,37	74,96
Flor do Sertão	0,00	34,48	65,52	0,00	0,00	0,00	0,00	70,17
Guaraciaba	12,05	59,68	27,04	0,55	0,06	0,37	0,25	78,60
Guarujá do Sul	0,43	36,22	63,25	0,00	0,11	0,00	0,00	70,62
Iporã do Oeste	0,94	49,03	49,60	0,43	0,00	0,00	0,00	72,83
Iraceminha	0,21	31,58	64,00	3,58	0,00	0,00	0,63	71,28
Itapiranga		13,39	8,04	0,04	0,27	0,04	0,00	16,28
Maravilha	0,93	46,72	52,10	0,05	0,10	0,08	0,02	72,42
Mondaí	1,30	38,91	59,34	0,10	0,05	0,05	0,25	71,45
Palma Sola	1,77	20,89	73,36	0,81	1,92	1,11	0,15	70,15
Palmitos	0,68	20,59	76,52	0,27	0,12	1,04	0,80	69,10
Paraíso	0,40	17,07	78,92	0,00	0,00	3,21	0,40	68,97
Princesa	0,31	44,97	54,40	0,00	0,00	0,00	0,31	71,97
Riqueza	5,12	33,93	60,80	0,00	0,00	0,14	0,00	71,93
Romelândia	11,44	7,06	79,24	1,41	0,28	0,14	0,42	70,85
Saltinho	0,00	90,98	8,52	0,50	0,00	0,00	0,00	78,82
Santa Helena	0,35	18,09	81,56	0,00	0,00	0,00	0,00	67,84
Sta Tzinha do Prog.	0,00	14,44	85,56	0,00	0,00	0,00	0,00	67,17
São Carlos	1,19	25,39	72,68	0,22	0,09	0,40	0,04	69,49
São João do Oeste	1,33	46,67	51,87	0,00	0,13	0,00	0,00	72,51
São José do Cedro	1,39	44,56	53,30	0,00	0,36	0,18	0,21	72,43
S M. da Boa Vista	0,00	15,23	84,77	0,00	0,00	0,00	0,00	67,28
S. Miguel do Oeste	19,37	54,15	25,26	0,04	0,82	0,26	0,11	80,33
Tigrinhos	0,82	18,03	81,15	0,00	0,00	0,00	0,00	67,99
Tunápolis	11,65	7,83	80,32	0,00	0,00	0,20	0,00	70,32
<b>Total</b>	<b>10,30</b>	<b>37,33</b>	<b>51,09</b>	<b>0,29</b>	<b>0,37</b>	<b>0,43</b>	<b>0,19</b>	<b>74,65</b>

Fonte: IBGE (2010). Os autores.

Tabela 6 - Tipos de esgotamento sanitário por município da RH1 e fração de esgoto bruto que atinge o rio (FEBAR) na área rural.

Município	Tipo de esgotamento sanitário (%) - Zona Rural							
	Rede geral esgoto /pluvial <sup>1</sup>	Fossa séptica <sup>2</sup>	Fossa rudimentar <sup>3</sup>	Vala <sup>4</sup>	Rio, lago ou mar <sup>5</sup>	Outro tipo <sup>6</sup>	Não tinham <sup>7</sup>	% Febar <sup>8</sup>
Anchieta	0,00	9,12	88,00	0,27	0,09	1,44	1,08	67,38
Bandeirante	0,17	14,88	79,60	1,84	0,00	3,01	0,50	69,16
Barra Bonita	0,00	12,82	83,19	1,26	0,00	0,63	2,10	68,32
Belmonte	0,00	15,90	77,44	5,90	0,26	0,00	0,51	69,72
Bom Jesus do Oeste	0,22	9,31	88,25	2,22	0,00	0,00	0,00	67,25
Caibi	0,00	12,64	84,51	0,82	0,00	1,77	0,27	67,89
Campo Erê	0,11	26,72	60,88	0,56	0,45	6,76	4,51	73,35
Cunha Porã	0,00	6,86	90,52	1,31	0,08	1,00	0,23	66,95
Cunhataí	0,00	8,10	88,55	2,23	0,00	1,12	0,00	67,39
Descanso	0,16	7,30	89,01	1,52	0,16	0,80	1,04	67,39
Dionísio Cerqueira	0,07	18,89	75,71	2,13	0,00	1,70	1,49	69,72
Flor do Sertão	0,00	8,92	87,93	0,26	0,26	0,00	2,62	67,44
Guaraciaba	0,18	21,51	76,11	1,16	0,12	0,37	0,55	69,06
Guarujá do Sul	0,00	34,92	62,91	1,01	0,00	0,72	0,43	71,00
Iporã do Oeste	0,00	14,47	81,63	3,09	0,00	0,16	0,65	68,54
Iraceminha	0,00	7,15	89,40	2,47	0,00	0,62	0,37	67,28
Itapiranga	0,39	24,87	71,41	1,58	0,04	0,92	0,79	70,03
Maravilha	0,00	16,25	81,71	1,02	0,16	0,47	0,39	68,15
Mondaí	0,37	2,75	92,02	2,29	0,00	1,65	0,92	67,24
Palma Sola	0,11	6,39	86,04	2,06	0,22	4,33	0,87	68,61
Palmitos	0,00	4,81	91,67	1,44	0,11	0,91	1,07	66,96
Paraíso	0,00	8,24	87,71	1,57	0,00	2,22	0,26	67,65
Princesa	0,00	9,86	85,11	4,45	0,00	0,19	0,39	68,24
Riqueza	0,00	13,54	81,01	2,41	0,00	1,65	1,39	68,94
Romelândia	0,00	1,36	94,01	1,81	0,00	1,54	1,27	66,82
Saltinho	0,00	2,24	93,42	0,79	0,00	0,39	3,16	66,86
Santa Helena	0,00	5,68	92,05	0,45	0,00	0,91	0,91	66,65
Sta Terezinha do Prog.	0,15	22,03	69,16	0,15	0,15	5,58	2,79	71,39
São Carlos	0,10	10,70	87,86	0,82	0,00	0,31	0,21	67,11
São João do Oeste	0,09	4,60	94,47	0,17	0,00	0,34	0,34	66,02
São José do Cedro	1,55	3,82	90,55	0,84	0,00	1,04	2,20	67,54
S. M. da Boa Vista	0,00	4,79	90,41	1,14	0,23	2,97	0,46	67,40
S. Miguel do Oeste	0,31	50,58	47,24	1,01	0,23	0,23	0,39	73,35
Tigrinhos	0,00	2,39	91,11	5,21	0,00	0,65	0,65	67,64
Tunápolis	0,00	3,56	94,54	1,11	0,00	0,56	0,22	66,20
<b>Total</b>	<b>0,16</b>	<b>13,15</b>	<b>82,82</b>	<b>1,52</b>	<b>0,07</b>	<b>1,28</b>	<b>0,99</b>	<b>68,38</b>

Fonte: IBGE (2010). Os autores.

## 5.2 BALANÇOS QUALITATIVOS (DILUIÇÃO DE EFLUENTES) NO CENÁRIO ATUAL

### 5.2.1 Cenário das demandas para diluição segundo os cadastros aprovados

Na ausência de informações cadastrais sobre a concentração de DBO nos efluentes, admitiu-se que todos os lançamentos industriais já estão atendendo a exigência legal com máximo de 60 [mg/L] de DBO. E que os efluentes provenientes da criação animal sofrem uma remoção de 80% da DBO, sendo que somente 10% da vazão dos lançamentos declarados atinge os rios. Balanços efetuados com as disponibilidades 0,5Q98, 0,5Q95 e 0,5QMLT mostraram os resultados apresentados na Tabela 7. Cabe salientar que valores de IAD > 1 indicam conflito qualitativo, pois correspondem a trechos onde a qualidade das águas remanescentes está com Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO, superior à admitida pela legislação.

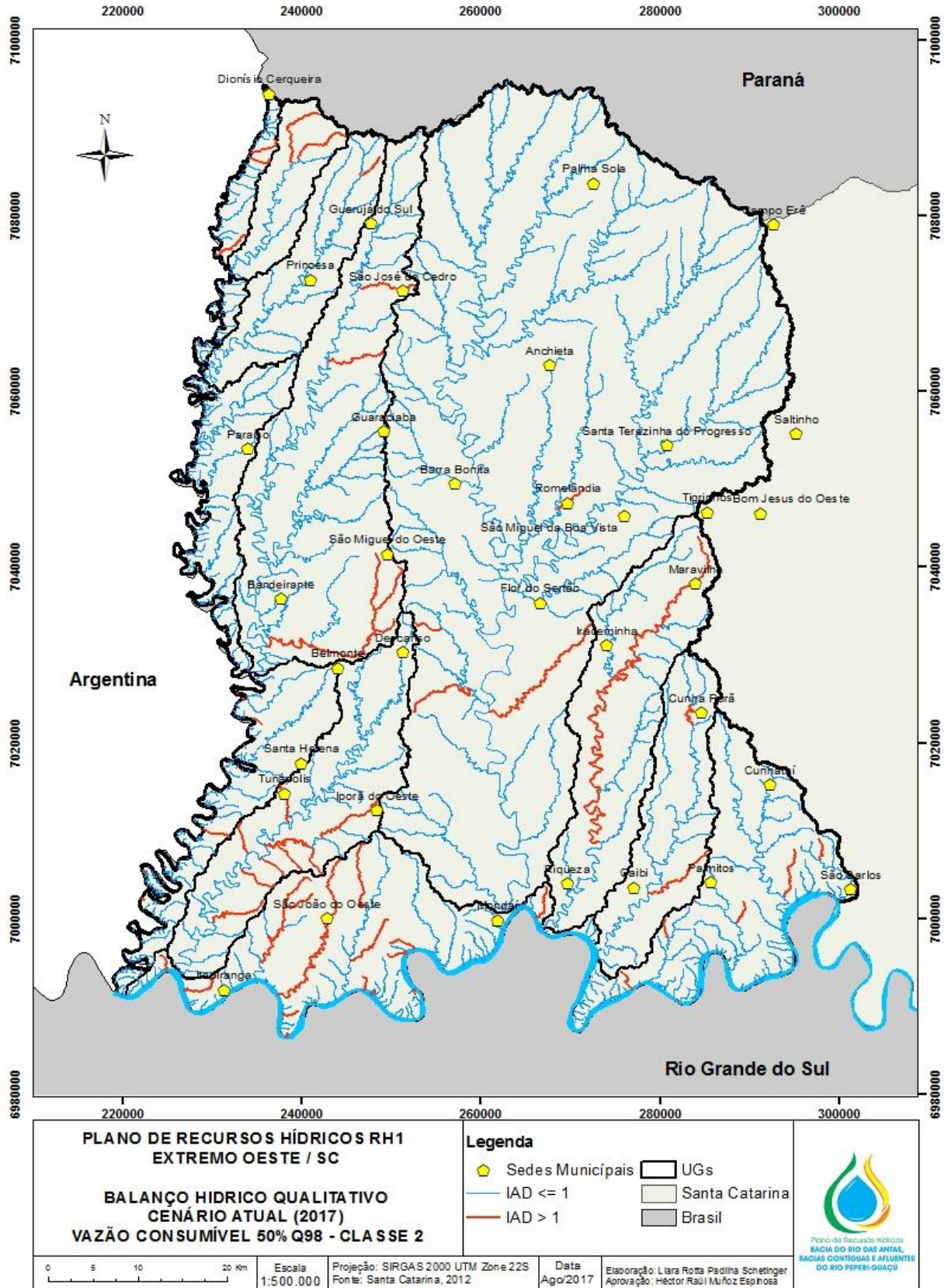
O Mapa 9 apresenta a distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário de disponibilidade correspondente à vazão consumível 0,5Q98.

Tabela 7 -Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário atual (2017) de demandas cadastrais considerando o indicador IAD.

Vazão consumível		0,5Q98	0,5Q95	0,5QMLT
Trechos com IAD >1	Totais na RH1	69	50	6
	Sub-sistema Antas	47	33	1
	Sub-sistema Peperi-Guaçu	22	17	5

Fonte: Os autores.

Mapa 9 - Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário atual (2017) de demandas cadastrais e vazão consumível 0,5Q98.



Fonte: Os autores.



Como demonstra a Tabela 7, há considerável redução de conflitos conforme aumento da disponibilidade hídrica, de forma que quando considerada como vazão consumível 50% da QMLT, apresentam-se apenas 6 conflitos qualitativos para toda a RH1, enquanto que com 0,5Q98 foram registrados 69. Já a vazão consumível 0,5Q95, em comparação com a 0,5Q98, apresenta redução de 19 conflitos, sendo somente 14 no subsistema do Rio das Antas. Tais resultados são indicativos de que a vazão de referência Q98, para os casos de demanda de diluição de DBO, é muito restritiva.

Com relação à distribuição dos trechos com problema de qualidade da água na condição atual de cadastro, considerando a vazão consumível 0,5Q98 (Mapa 9), destaca-se a concentração de conflitos na porção Sudoeste da RH1. Especificamente, na parte baixa da Bacia Hidrográfica do Rio Macaco Branco (UG5), bem como, nos pequenos afluentes do Rio Uruguai (UG9). O uso mais relevante de recursos hídricos na referida região é a criação animal, da mesma forma que na Bacia Hidrográfica do Rio União (UG1) e parte alta da Unidade de Gestão 4 dos pequenos afluentes que drenam para o Peperi-Guaçu.

Na Unidade de Gestão 3 – Bacia Hidrográfica do Rio das Flores, em geral, os conflitos são resultantes do esgotamento sanitário e efluentes industriais, particularmente no caso da sub bacia do Rio Famoso, na região do município de São Miguel do Oeste. Situação similar se dá nas unidades de gestão 7 e 8 – Bacia Hidrográfica do Rio Iracema e do Rio São Domingos, respectivamente. Em especial, nas proximidades das sedes urbanas de Maravilha, Iraceminha e Cunha Porã. Na Unidade de Gestão 6 – Bacia Hidrográfica do Rio das Antas, destacam-se os conflitos com grande influência da criação animal.

### **5.2.2 Cenário alternativo de demandas para diluição**

Atendendo à possibilidade dos cadastros aprovados até 10/03/2017 resultarem numa situação pouco representativa da realidade atual, também foram efetuados balanços qualitativos com o cenário alternativo de demandas – CAD, já definido no Item 3.2.2.

A

Tabela 8 apresenta os resultados para os cenários de disponibilidades correspondentes às vazões consumíveis 0,5Q98, 0,5Q95 e 0,5QMLT. O Mapa 10

apresenta a distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário de demandas CAD e disponibilidade correspondente à vazão consumível 0,5Q95. Destaca-se que o Cenário Alternativo de Demandas – CAD, corresponde a todos os cadastros efetuados até 10/03/2017, independentemente de ter sido já aprovados, excetuando aqueles com demanda superior a 100 L/s, conforme “Filtro” do SADPLAN.

Tabela 8 -Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário atual (2017) alternativo de demandas (CAD) considerando o indicador IAD.

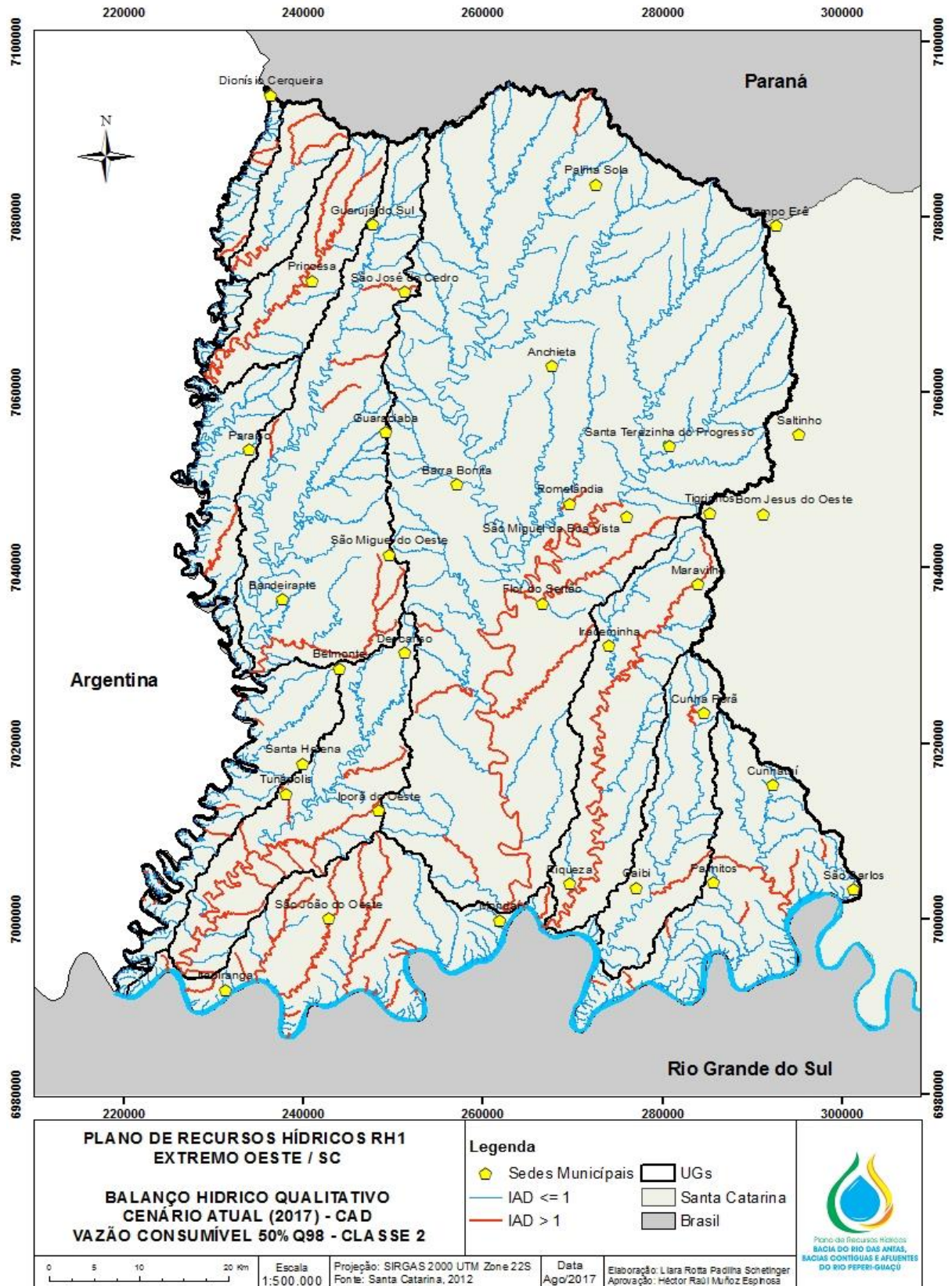
<b>Vazão consumível</b>		<b>0,5Q98</b>	<b>0,5Q95</b>	<b>0,5QMLT</b>
<b>Trechos com IAD &gt;1</b>	Totais na RH1	115	86	20
	Sub-sistema Antas	71	52	5
	Sub-sistema Peperi-Guaçu	44	34	15

Fonte: Os autores.

Comparando os resultados apresentados nas Tabelas 7 e 8, observa-se que no caso da vazão de referência Q98, o número de trechos com problema de qualidade nas águas aumenta de 69 para 115. No caso da Q95, o aumento é de 50 para 86 e no caso da QMLT, de 6 para 20. Mas, muito provavelmente, o cenário de demandas CAD está mais perto da realidade.

Já de acordo com os resultados dos Mapas 9 e 10 - cenário atual com vazão consumível igual a 0,5Q98 - tanto no cenário de demandas dos cadastros aprovados como no cenário CAD, observa-se que o Rio Iracema apresenta conflitos até a confluência com o Rio Uruguai. Também apresenta problemas o Rio Macaco Branco a partir da confluência com o Lajeado Jundiá, à jusante da sede urbana de Iporã do Oeste. Em situação similar encontram-se os rios principais da Unidade de Gestão 6 – Bacia Hidrográfica do Rio das Antas - na região média a baixa, sendo na maioria dos casos, influenciados pela demanda da criação animal.

Mapa 10 - Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário atual (2017) de demandas alternativas (CAD) e vazão consumível 0,5Q98.



Fonte: Os autores.

Complementarmente, mantendo o cenário de demandas CAD foi suposto que na atualidade, os efluentes industriais são lançados com uma redução de 80% da DBO; e que nos períodos de estiagens a contribuição dos lançamentos provenientes da criação animal que atingem os rios é desprezível. Nesta hipótese, o balanço apresentou 136 trechos com conflito qualitativo, sendo 16 no subsistema Antas e 120 no subsistema Peperi-Guaçu.

### 5.3 BALANÇOS QUALITATIVOS NO CENÁRIO TENDENCIAL

#### 5.3.1 Cenário tendencial dos cadastros aprovados

Utilizando os Fatores de Crescimento Tendencial de Demanda de Água já explicitados, foram construídos os cenários qualitativos de demandas tendenciais correspondentes aos anos 2019, 2023 e 2027. Destaca-se que este cenário representa a tendência natural de crescimento dos usos da água, caso não seja implementada nenhuma medida de redução das demandas ou aumento da oferta hídrica.

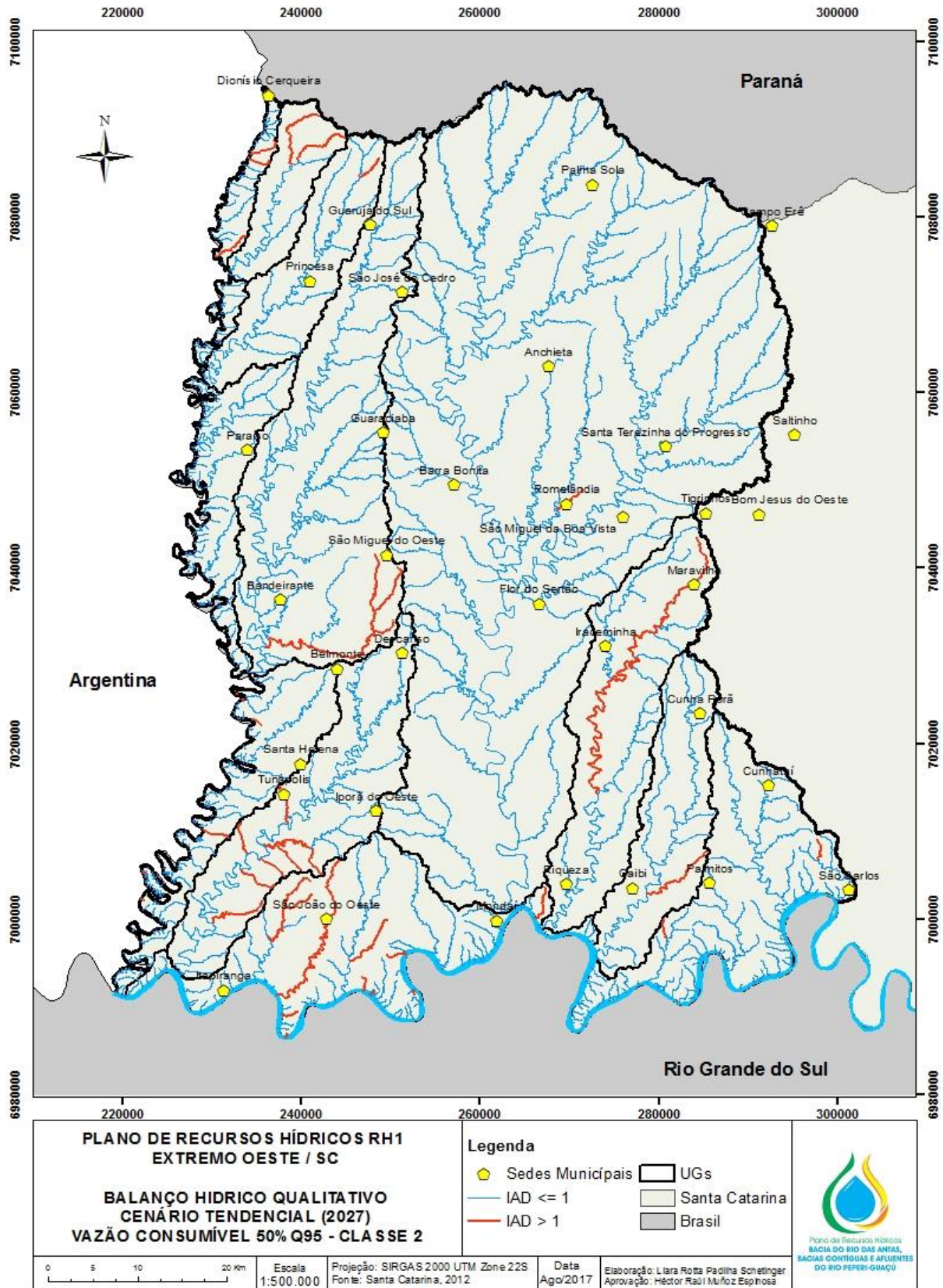
Balanços efetuados com as disponibilidades 0,5Q95 e 0,5QMLT mostraram os resultados apresentados na Tabela 9. O Mapa 11 apresenta a distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no caso de vazão consumível 0,5Q95.

Tabela 9 -Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário tendencial (2027) de demandas cadastrais aprovadas considerando o indicador IAD.

<b>Vazão consumível</b>		<b>0,5Q95</b>	<b>0,5QMLT</b>
<b>Trechos com IAD &gt;1</b>	Totais na RH1	53	18
	Sub-sistema Antas	33	1
	Sub-sistema Peperi-Guaçu	20	17

Fonte: Os autores.

Mapa 11 - Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário tendencial (2027) de demandas cadastrais e vazão consumível 0,5Q95.



Fonte: Os autores.

Comparando as Tabelas 7 e 9 - cenário atual 2017 e tendencial 2027 - observa-se que o número de trechos com conflitos qualitativos aumenta de 50 para 53 na Q95, sendo que os 3 trechos adicionais correspondem a pequenos cursos de água.

### 5.3.2 Cenário alternativo de demandas tendenciais

Da mesma forma que no caso do cenário atual construiu-se, também, um cenário alternativo de demandas (CAD) em termos de tendência de crescimento qualitativo. Balanços efetuados com as disponibilidades 0,5Q95 e 0,5QMLT mostraram os resultados apresentados na Tabela 10.

O Mapa 12 apresenta a distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água nos referidos cenários.

Tabela 10 - Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário tendencial (2027) de demandas alternativas (CAD) considerando o indicador IAD.

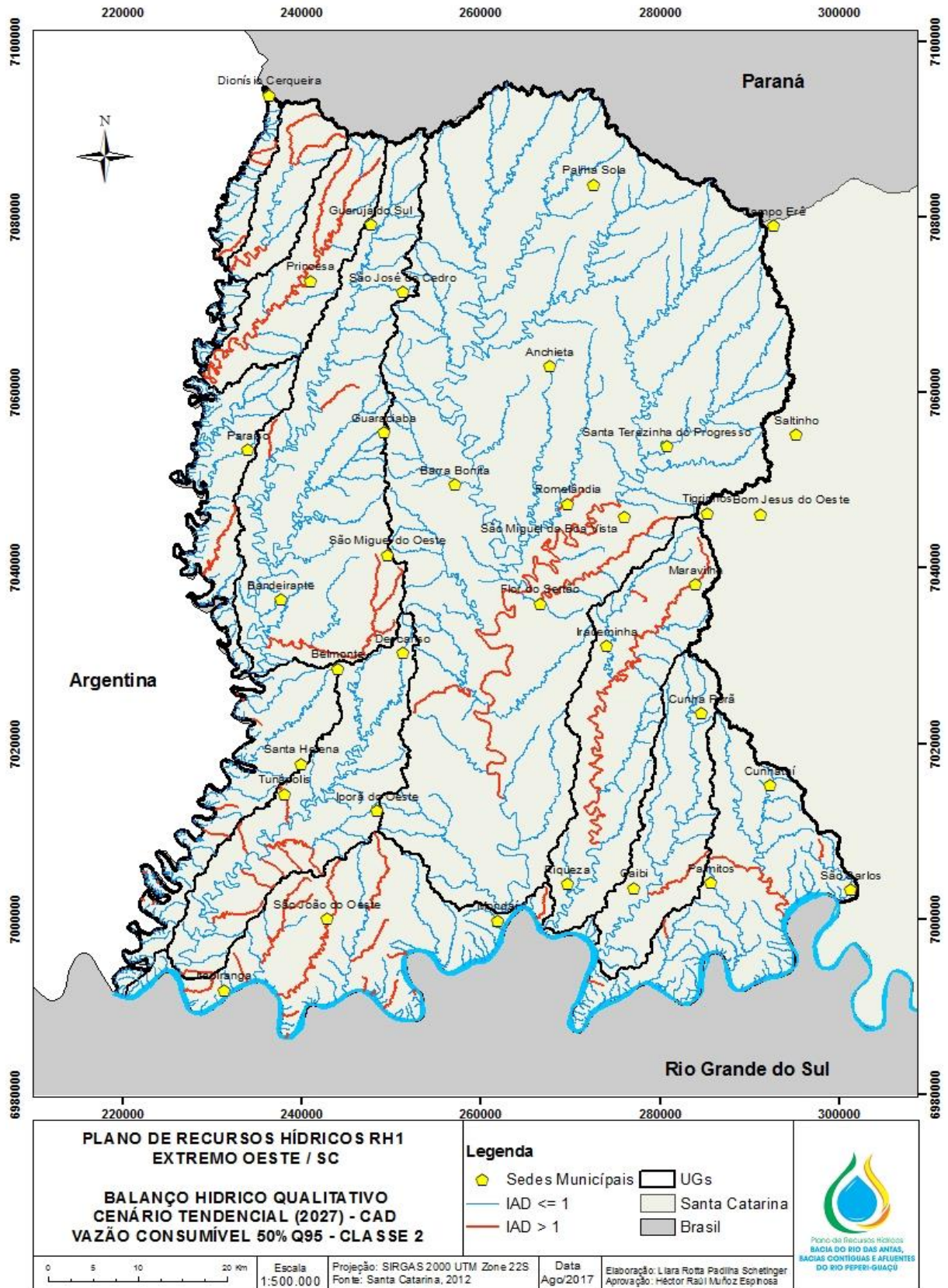
Vazão consumível		0,5Q95	0,5QMLT
Trechos com IAD >1	Totais na RH1	94	24
	Sub-sistema Antas	57	7
	Sub-sistema Peperi-Guaçu	37	17

Fonte: Os autores.

Comparando os resultados do cenário tendencial, cadastros aprovados e CAD que constam nas Tabelas 9 e 10, para situações de estiagem, os conflitos aumentaram de 53 para 94. Para a vazão consumível igual a 0,5QMLT, o aumento foi de 18 para 24.

Os resultados do cenário CAD, atual e tendencial, constam nas Tabelas 8 e 10. Observa-se que os conflitos evoluíram de 86 em 2017 para 94 em 2027. Já no caso de 0,5QMLT, os conflitos aumentaram de 20 para 24. Em relação à distribuição espacial dos novos conflitos, estabelecidos a partir da tendência de crescimento, destaca-se o Rio das Antas no setor médio inferior, conforme registrado no Mapa 12, que corresponde à vazão consumível 0,5Q95.

Mapa 12 - Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário tendencial (2027) de demandas alternativas (CAD) e vazão consumível 0,5Q95.



Fonte: Os autores.

## 5.4 BALANÇOS QUALITATIVOS (DILUIÇÃO DE EFLUENTES) NO CENÁRIO ALVO

### 5.4.1 Cenário alvo das demandas para diluição segundo os cadastros aprovados

Mesmo que a cenarização a respeito da situação atual da qualidade das águas seja somente aproximada, ela permite verificar a influência do aumento da disponibilidade de água para diluição da DBO. Por outro lado, o fator mais importante a ter em conta neste sentido, é o de estabelecer um cenário alvo quanto aos lançamentos de poluentes e, portanto, de demandas para diluição.

Entende-se que o cenário alvo deve ser aquele resultante do atendimento da legislação ambiental e dos planos municipais de saneamento, os quais foram aprovados pelas comunidades dos respectivos municípios. Neste plano de recursos hídricos propõe-se que o dito cenário alvo seja atingido, no horizonte de tempo 2027, num processo progressivo de implementação de melhorias.

O cenário alvo adotado implica nas seguintes considerações:

- a) Os Fatores de Crescimento de Demanda de Água são aqueles explicitados na etapa de prognóstico para o ano 2027.
- b) A diminuição da DBO nos efluentes domésticos atinge 90% de eficiência.
- c) A concentração de DBO nos efluentes industriais é de 60 [mg/L].
- d) A concentração de DBO nos efluentes da piscicultura é de 21,6 [mg/L].
- e) Os efluentes da suinocultura passam por sistemas de tratamento que removem 96% da DBO. Quanto as vacas ordenhadas, supõe-se que os efluentes têm redução de 90% da DBO. Supõe-se, também, que em 2027 somente 4% da carga orgânica do material que vai para as pastagens atinge os cursos fluviais.
- f) Somente 10% da carga orgânica proveniente dos dejetos do gado no pasto – criação extensiva – atinge os cursos de água. Mas isto acontece somente nos períodos de chuva.

Balanços efetuados com as disponibilidades 0,5Q95 e 0,5QMLT mostraram os resultados apresentados na Tabela 11. Os Mapas 13 e 14 apresentam a distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário alvo das



demandas para diluição, segundo os cadastros aprovados e disponibilidades correspondentes à vazão consumível 0,5Q95 e 0,5QMLT.

Tabela 11 - Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário alvo (2027) de demandas cadastrais aprovadas considerando o indicador IAD.

Trechos com IAD >1	Vazão consumível	0,5Q95	0,5QMLT
		Totais na RH1	24
	Sub-sistema Antas	10	0
	Sub-sistema Peperi-Guaçu	14	3

Fonte: Os autores.

Comparando os resultados das Tabelas 9 e 11, ou seja, conflitos qualitativos nos cenários tendencial e alvo, respectivamente, sem considerar o cenário CAD, para a vazão consumível 0,5Q95, cerca de 45% dos conflitos são eliminados mesmo na classe 2. Já considerando 0,5QMLT, de 18 trechos no cenário tendencial, que não atendem a condição de qualidade da classe 2 para DBO, restam apenas 3 quando considerado o cenário alvo (83% dos conflitos eliminados).

Com relação à distribuição espacial dos conflitos no cenário alvo, quando considerado condição de estiagem - 50% da Q95 - destacam-se, conforme consta no Mapa 13, os trechos da sub bacia do Rio Famoso (UG3) e o Rio Iracema (UG7). Ambos são influenciados pelo esgotamento sanitário e, principalmente, pelo uso industrial. Ainda, restam conflitos em alguns trechos de montante dos pequenos afluentes que drenam diretamente ao Rio Peperi-Guaçu (UG4), do Rio União (UG1), do Rio Maria Preta (UG2) e do Rio Macaco Branco. Mesmo com maior disponibilidade hídrica - 0,5QMLT - destaca-se no cenário alvo, a situação de conflito no trecho de montante do Rio Famoso, o qual é fortemente influenciado pela sede urbana de São Miguel do Oeste (SC), conforme pode apreciar-se no Mapa 14.

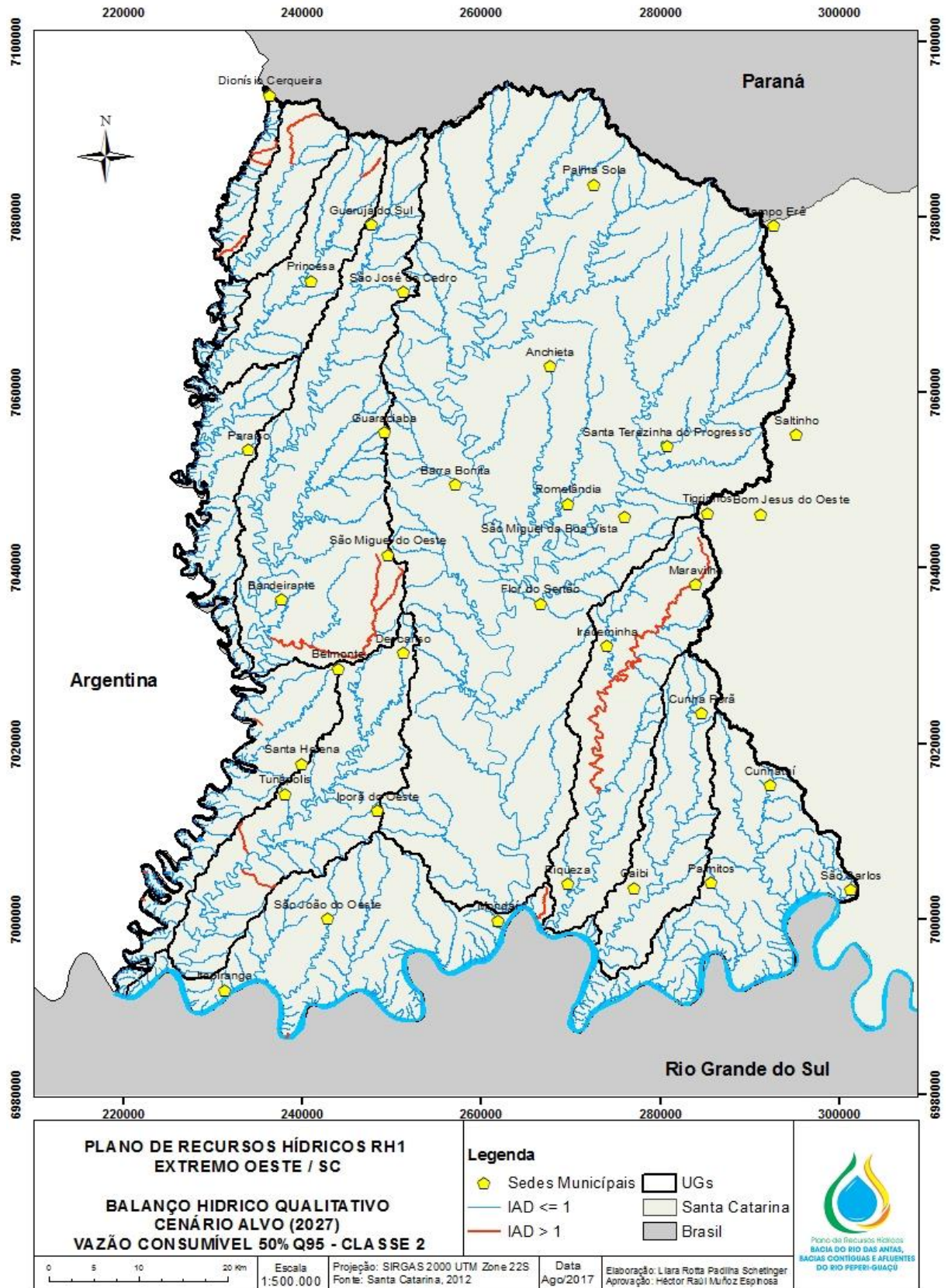
#### 5.4.2 Cenário alvo das demandas CAD para diluição de efluentes

Analogamente ao efetuado nos cenários atual e tendencial, também foram efetuados balanços considerando as premissas do objetivo alvo com o cenário alternativo de demandas – CAD. Cenário considerado mais representativo que aquele resultante só dos cadastros aprovados até 10/03/2017.

A Tabela 12 apresenta os resultados para os cenários de disponibilidades correspondentes às vazões consumíveis 0,5Q95 e 0,5QMLT. O Mapa 15 apresenta a

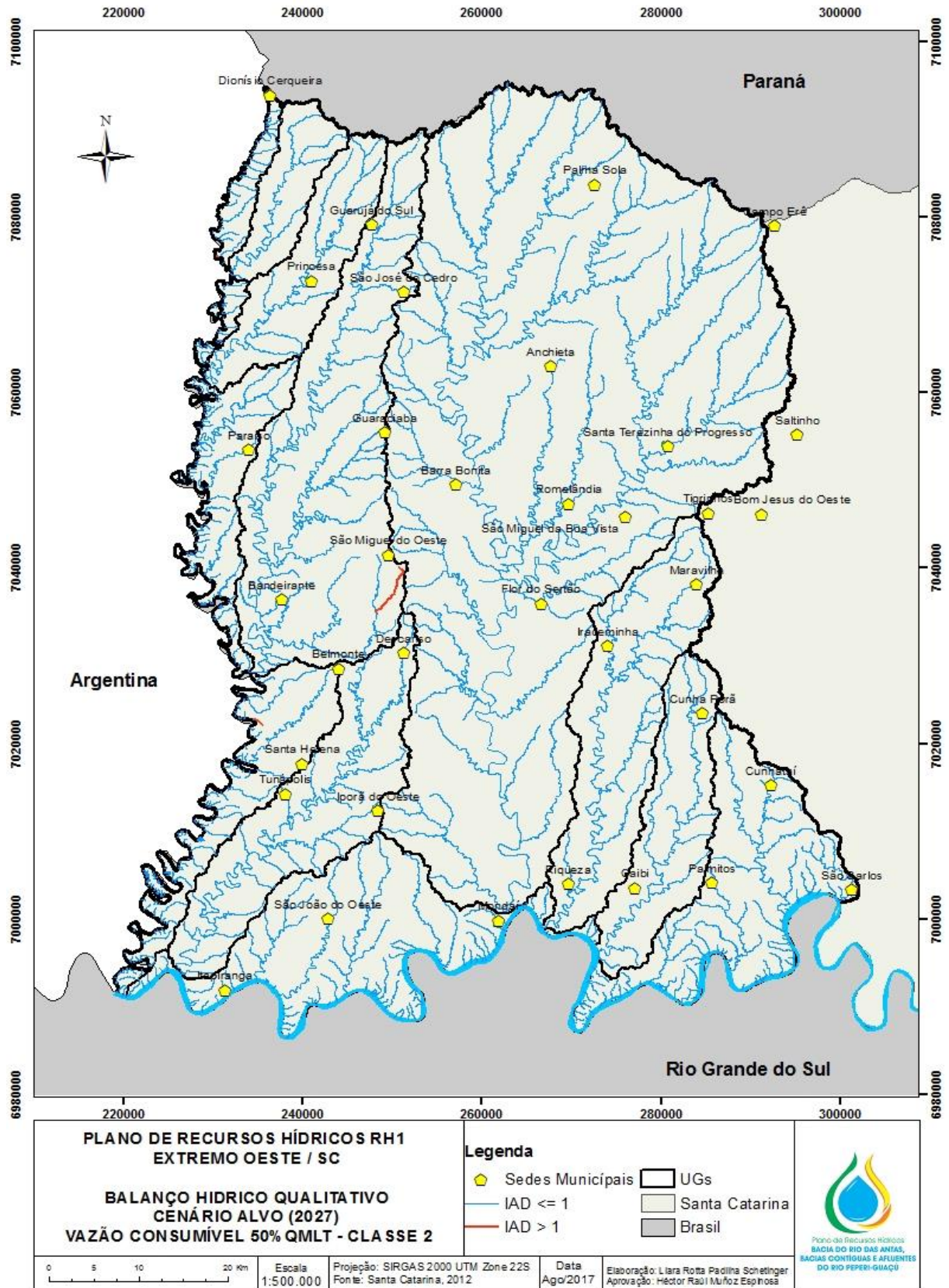
distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário alvo de demandas CAD e disponibilidade correspondente à vazão consumível 0,5Q95. Já o Mapa 16 refere-se à vazão consumível 0,5QMLT.

Mapa 13 - Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário alvo (2027) de demandas cadastrais e vazão consumível 0,5Q95.



Fonte: Os autores.

Mapa 14 - Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário alvo (2027) de demandas cadastrais e vazão consumível 0,5QMLT.



Fonte: Os autores.

Tabela 12 - Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, no cenário alvo (2027) de demandas alternativas (CAD) considerando os indicadores IAD e ICOD.

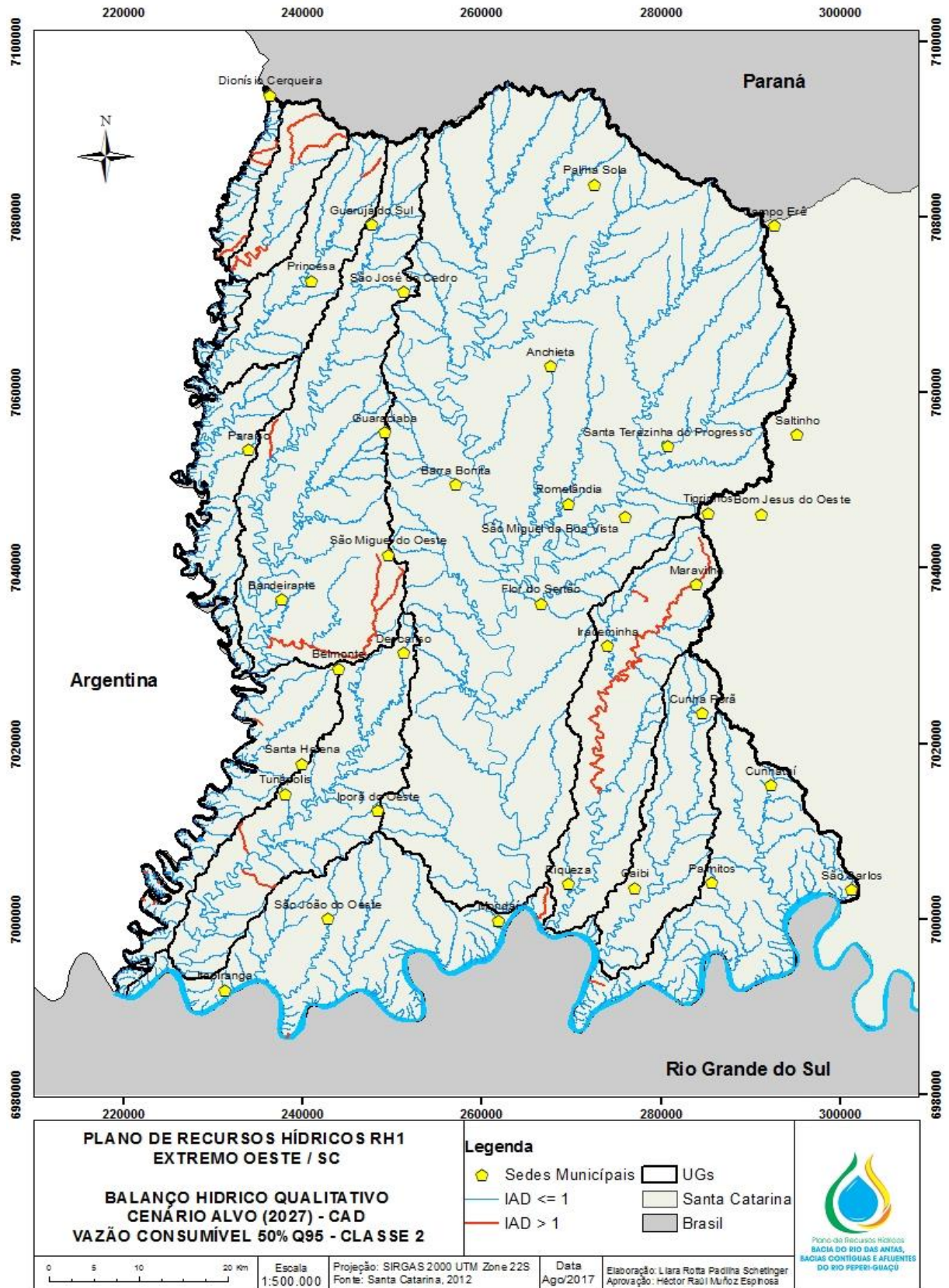
<b>Índice</b>	<b>IAD</b>	<b>&gt; 1</b>	<b>ICOD &gt; 1</b>
<b>Vazão Consumível</b>	0,5Q95	0,5QMLT	0,5QMLT
<b>Totais na RH1</b>	32	12	37
<b>Sub-Sistema Antas</b>	12	2	15
<b>Sub-Sistema Peperi-Guaçu</b>	20	10	22

Fonte: Os autores.

Comparando os resultados apresentados nas Tabelas 11 e 12, observa-se que no caso da vazão de referência Q95, o número de trechos com problema de qualidade nas águas aumenta de 24 para 32. No caso da QMLT o aumento é de 3 para 12.

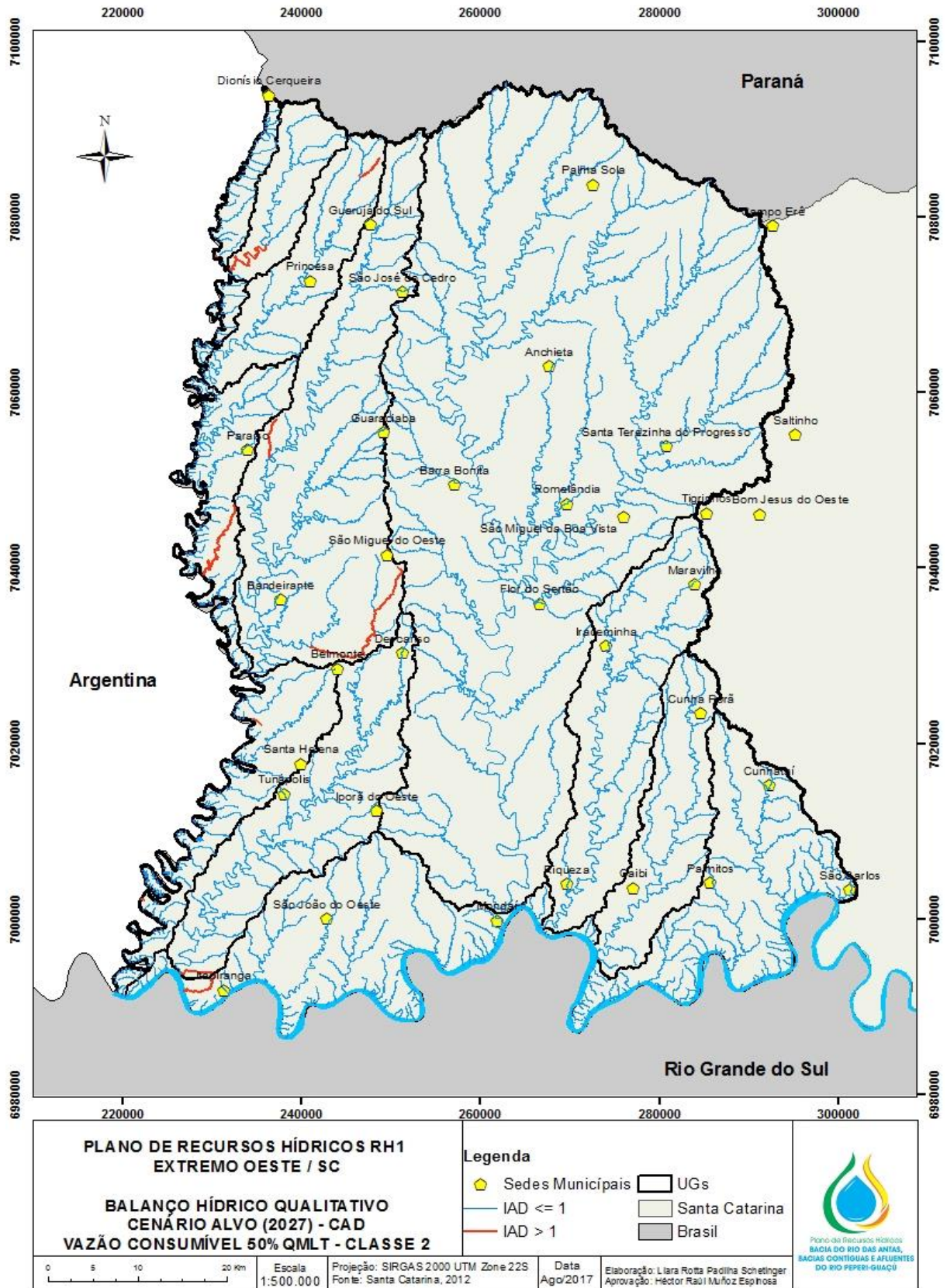
Os resultados obtidos no cenário alvo apresentam significativa redução de conflitos em relação aos existentes no cenário tendencial. Entretanto, observa-se que, mesmo aplicando as medidas de redução das cargas poluidoras, ainda restam trechos que permanecem em situação problemática. Evidencia-se assim, que estas medidas são necessárias, porém não suficientes.

Mapa 15 - Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário alvo (2027) de demandas alternativas (CAD) e vazão consumível 0,5Q95.



Fonte: Os autores.

Mapa 16 - Distribuição espacial dos trechos com problema de qualidade de água no cenário alvo (2027) de demandas alternativas (CAD) e vazão consumível 0,5QMLT.



Fonte: Os autores.

Salienta-se que mesmo o cenário alvo 2027, tanto com as vazões consumíveis 0,5Q95 como 0,5QMLT, os trechos do Rio Famoso (UG3), Iracema (UG7) e parte baixa do Rio União (UG1) - entres outros de menor representatividade - apresentam conflitos qualitativos. Isto pode indicar que nos referidos trechos, a classe 2 é muito restritiva para o desenvolvimento das atividades antropogênicas realizadas nas respectivas bacias de drenagem.

## 5.5 COMPATIBILIZAÇÃO DE DISPONIBILIDADES E DEMANDAS PARA DILUIÇÃO

### 5.5.1 Redução das demandas em cenários progressivos

A compatibilização das demandas com as disponibilidades é um dos objetivos a serem atingidos no cenário alvo. Os resultados apresentados, no referente à qualidade das águas nos itens anteriores, foram feitos supondo que os locais de lançamento continuam sendo os declarados nos cadastros efetuados até 10/03/2017, as águas que fluem nos cursos de água são as vazões remanescentes após os usos consuntivos e que todos os cursos de água da RH1 estão enquadrados na classe 2.

O cenário alvo a ser atingido num horizonte de tempo de 12 anos, a partir de 2015 - início dos estudos do Plano, deve ser atingido progressivamente. Foi suposto para estes efeitos que em 2019 a redução de DBO nos efluentes oriundos da suinocultura será de 85% e de 82% nos efluentes das vacas ordenhadas. Supõe-se, também, que somente 8% da carga orgânica do material que vai para as pastagens atinge os cursos fluviais.

Para 2023 foi suposto que a eficiência na remoção de DBO nos efluentes oriundos da suinocultura será de 90% e 86% nos efluentes das vacas ordenhadas. Foi suposto, também, que somente 6% da carga orgânica do material que vai para as pastagens atinge os cursos fluviais.

Para ambos os horizontes de tempo os Fatores de Crescimento de Demanda de Água são aqueles explicitados na etapa de prognóstico.

A Tabela 13 apresenta os resultados obtidos para os horizontes de tempo 2019 e 2023, para o cenário de demandas CAD e disponibilidades 0,5Q95.



Tabela 13 - Número de trechos com conflito qualitativo na RH1, nos cenários alvo de demandas cadastrais CAD em 2019 e 2023 considerando o indicador IAD.

<b>Vazão consumível 0,5Q95</b>		<b>2019</b>	<b>2023</b>
<b>Trechos com IAD &gt;1</b>	Totais na RH1	31	31
	Sub-sistema Antas	46	35
	Sub-sistema Peperi-Guaçu	77	66

Fonte: Os autores.

### 5.5.2 Aumento da oferta de água para diluição

Um indicativo da influência da disponibilidade de maior quantidade de água para diluição de efluentes e, ao mesmo tempo, para satisfazer demandas consuntivas, é fornecido pelos resultados referentes ao cenário de disponibilidades 0,5QMLT, apresentados em itens anteriores. Incluem-se neste conjunto os referentes ao cenário alvo, em 2027, na classe atual de enquadramento dos cursos de água, isto é, a classe 2, que admite uma concentração máxima de 5 [mg/L] de DBO.

## 5.6 SUBSÍDIOS PARA UM ENQUADRAMENTO DOS CURSOS DE ÁGUA NA RH1

### 5.6.1 Cenário base para enquadramento

Neste item apresentam-se os resultados correspondentes a um *Cenário Base* para formular uma proposta de enquadramento dos cursos de água da RH1, tendo como referência o cenário definido como alvo para 2027. Este *cenário base* está constituído por trechos que atingem condição de qualidade correspondente às classes 1 a 3 e, inclusive, à classe 4. Admite-se que aqueles do primeiro conjunto são trechos que atendem a meta final a ser atingida e, portanto, podem ser enquadrados nessas mesmas classes. Já no caso de trechos que apresentam condição de qualidade na classe 4, este fato é indicativo da necessidade de metas ainda mais restritivas quanto à redução de carga orgânica nos lançamentos que recebem.

Para formular o cenário base para enquadramento foram considerados os resultados tanto em relação ao índice IAD como ICOD. Os balanços prospectivos utilizados foram os correspondentes às disponibilidades 0,5QMLT e 0,5Q95. Quanto às demandas, o primeiro inclui todos os usos e, em consequência, todas as demandas para diluição existentes. Já para as situações de estiagens, admite-se que não há captações para enchimento de tanques de piscicultura nem carga orgânica procedente dos animais no pasto, que atinjam os rios.

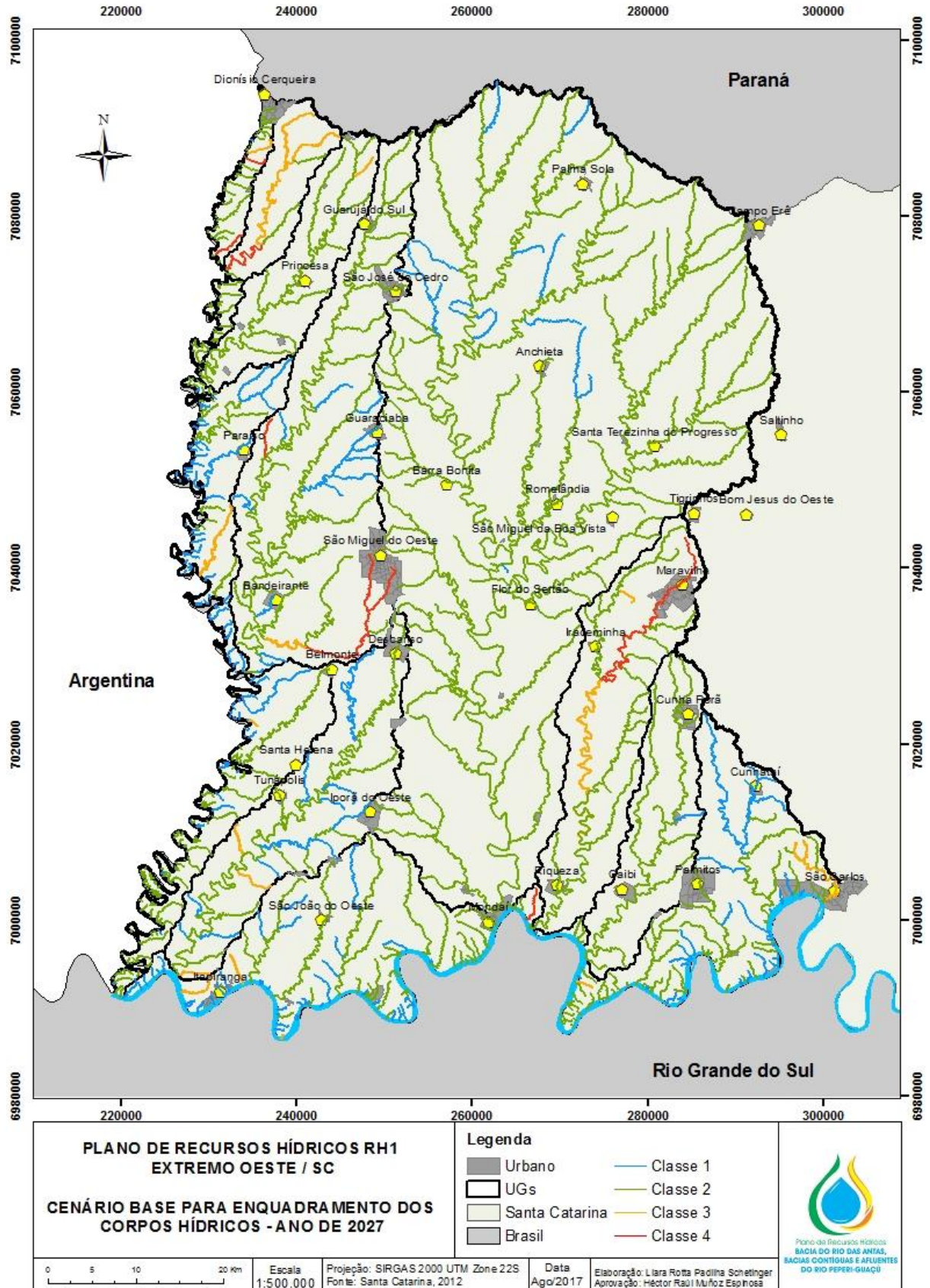
Como subsídio complementar para elaborar a proposta em pauta, simularam-se, também, os resultados dos balanços no cenário alvo CAD com 0,5QMLT e com 0,5Q95, supondo os cursos fluviais enquadrados nas classes 1 e 3.

A partir do conjunto de simulações efetuadas apresenta-se, a seguir, um cenário de resultados que pode servir como base para formular metas finais a serem atingidas e iniciar o processo de implementação das medidas necessárias ao correspondente enquadramento.

O processo de enquadramento dos corpos hídricos implica na definição e implementação de metas de qualidade a serem atingidas, em conformidade com os usos pretendidos para os recursos hídricos no trecho fluvial em consideração. Para atingir a proposta de Cenário Base para enquadramento, registrada no Mapa 17, admitiu-se que os usos pretendidos na RH1 são aqueles hoje existentes, pois, os mesmos correspondem à vocação natural das bacias da região, com vantagens

comparativas para as atividades agropecuárias, tanto no referente à criação animal, quanto nas indústrias derivadas. Salienta-se, neste domínio, a clara tendência de crescimento das atividades referentes à produção de leite e correspondentes derivados industriais, a qual foi considerada neste estudo. Portanto, a proposta de enquadramento que vier a resultar do *Cenário Base* apresentado, implicará em medidas para atingir o denominado *Cenário Alvo* quanto às metas de redução de carga orgânica estabelecidas no item 5.4.1. E, ainda mais, num esforço para diminuir as concentrações dos lançamentos industriais a níveis menores que aqueles permitidos pela legislação, pelo menos naqueles trechos que resultam em condição de classe 4. Ou seja, o fato de admitir como usos pretendidos na RH1 aqueles hoje existentes, não significa que se admitam os atuais níveis de poluente lançados.

Mapa 17 - Cenário Base, em 2027, para enquadramento dos cursos d'água da RH1.



Fonte: Os autores.

Como pode ser observado no Mapa 17, o cenário base para enquadramento dos cursos d'água da RH1 inclui trechos na condição de qualidade correspondente às classes 1, 2, 3 e 4. Para todos aqueles que apresentam condição de qualidade correspondentes às classes 1 a 3, admite-se enquadramento na classe correspondente. Mas não para aqueles que apresentam condição de qualidade na classe 4. Esta última é a mais permissiva em termos de concentração de poluentes, mas, ao mesmo tempo, a mais restritiva quanto às possibilidades de uso d'água.

Na Unidade de Gestão 1 – Bacia Hidrográfica do Rio União, observa-se que o trecho principal pode ser enquadrado, na sua maior parte, na classe 3, mas, a porção à jusante, fica ainda na condição de classe 4. O uso da água mais frequente nesta região está relacionado à criação animal, mas também há a captação de água para abastecimento público do município de Dionísio Cerqueira. Conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para este uso, quando localizado em rios enquadrados em Classe 3, há necessidade de tratamento convencional ou avançado. No trecho de classe 4, os únicos usos permitidos são navegação e harmonia paisagística. Portanto, há aqui um claro indicativo da necessidade de medidas mais estritas quanto ao controle da poluição nesse trecho fluvial.

Na UG2 – Bacia Hidrográfica do Rio Maria Preta, a tipologia de usos é similar à da UG1. Porém, como as vazões são maiores, foi possível enquadrar todos os trechos na classe 2.

Na UG3 – Bacia Hidrográfica do Rio das Flores, como já comentado, caracteriza-se especialmente por usos industriais, abastecimento público e, em menor escala, para criação animal. Nesta UG foi possível enquadrar alguns trechos na classe 1, em razão dos balanços prospectivos não apresentarem conflitos neles, mesmo em condições restritivas de DBO permitida. Contudo, merecem destaque os trechos da sub-bacia do Rio Famoso, os quais apresentam notáveis conflitos de qualidade, resultando, apesar das metas de carga orgânica assumidas, na condição de qualidade correspondente à classe 4. Neste setor geográfico, destaca-se o uso da água para a indústria, bem como para diluição dos efluentes sanitários oriundos da sede urbana de São Miguel do Oeste. Porém, há também a captação de água para abastecimento dos municípios de Descanso e Belmonte, que segundo a Resolução do CONAMA nº357/2005, estaria proibida em razão da condição de qualidade na classe 4, isto é, condição de qualidade ruim. Portanto, também há aqui um claro indicativo da

necessidade de medidas mais estritas quanto ao controle da poluição nesses trechos fluviais.

Na UG4 – Pequenos Afluentes do Peperi-Guaçu, por serem trechos pequenos, com pouca água para diluição dos efluentes, mesmo lançamentos de pouca expressão resultam em alguns conflitos qualitativos. É o caso de cinco trechos na condição de qualidade das classes mais permissivas, isto é, 3 e 4.

Na UG5 – Bacia Hidrográfica do Rio Macaco Branco, a maioria dos trechos foi enquadrada nas classes 1 e 2. Apenas três trechos foram enquadrados na classe 3, sem implicar em significativa limitação para os usos atuais.

Na UG6 – Bacia Hidrográfica do Rio das Antas, de atividades predominantemente rurais, em razão da maior disponibilidade hídrica e boa distribuição dos usuários, o enquadramento da maioria dos trechos foi mantido na classe 2. Mas também foi possível enquadrar alguns dos rios de montante na classe 1.

Já na UG7 – Bacia Hidrográfica do Rio Iracema, observa-se condição similar à existente na UG3. Condição representada, no caso, pela demanda de água para diluição de efluentes industriais e sanitários provenientes das sedes urbanas, especialmente do município de Maravilha. Estes usos conduzem a uma qualidade de água, dos trechos de montante do Rio Iracema, na condição de classe 4. Após a confluência deste rio com o Rio Iraceminha, há importante aporte hídrico. Assim, a correspondente diluição dos efluentes torna possível enquadrar os trechos à jusante numa sequência de classe 3 e classe 2. Identifica-se, em todo caso, mais um trecho fluvial urbano com indicativo da necessidade de medidas mais estritas quanto ao controle dos lançamentos de carga orgânica.

Na UG8 – Bacia Hidrográfica do Rio São Domingos, a maioria dos trechos foi enquadrada na classe 2, mesmo nos trechos próximos às sedes urbanas.

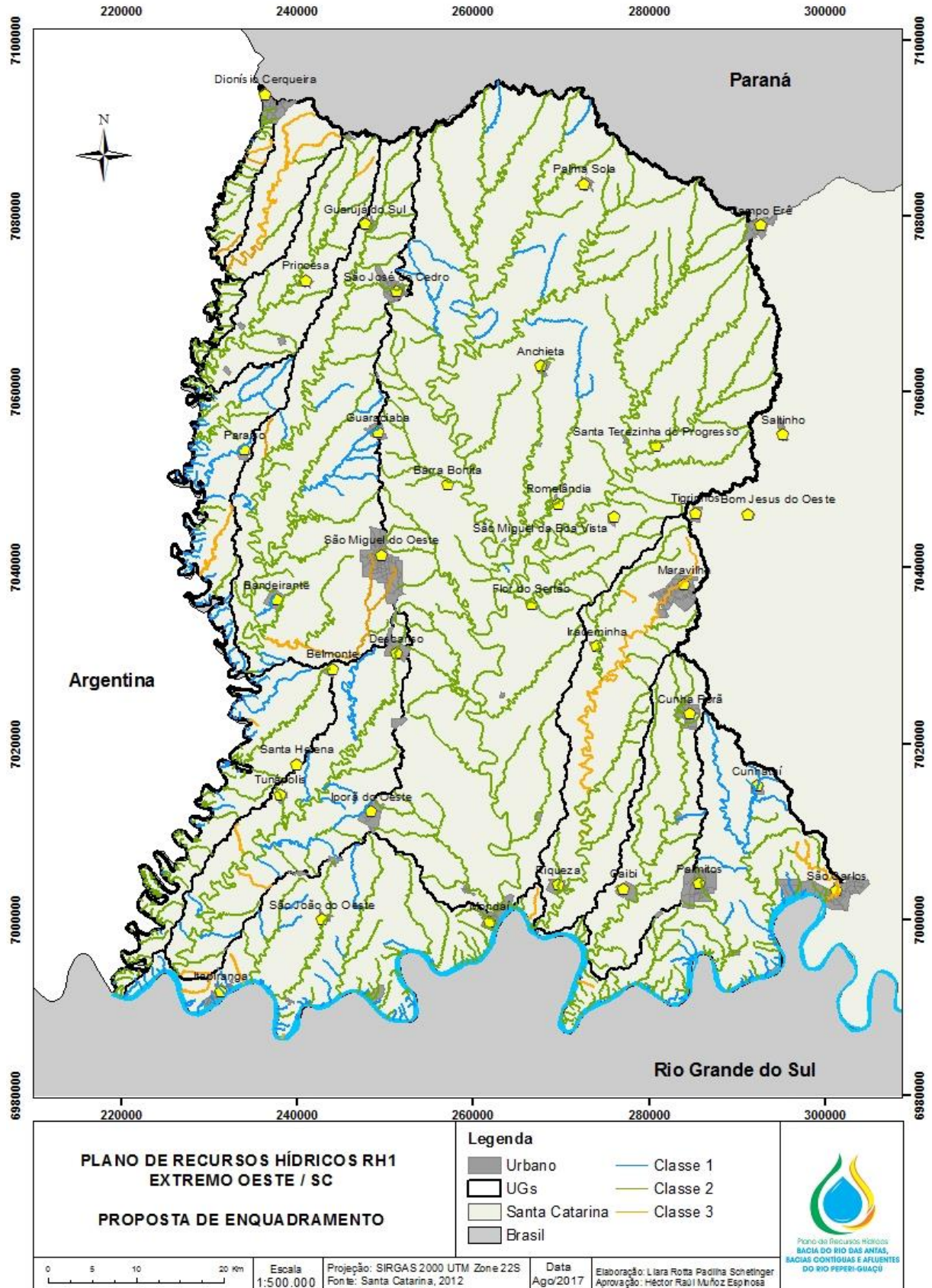
E na UG9 – Pequenos afluentes do Rio Uruguai, o enquadramento dos trechos é bastante heterogêneo. Destacam-se os rios próximos à sede urbana de São Carlos na condição de qualidade correspondente à classe 3 e um trecho no município de Mondaiá na condição da classe 4.

## 5.6.2 Proposta de enquadramento – Cenário desejado

O enquadramento dos corpos hídricos em classes conforme os usos preponderantes, corresponde a um conjunto de metas que devem atingir-se progressivamente. Por outra parte, não é razoável propor como meta a ser atingida, condições que correspondem à classe 4. Mais ainda em trechos com pontos de captação para abastecimento público. Ou para trechos que simplesmente atravessam áreas urbanas. Por isso, a Proposta de Enquadramento dos cursos fluviais da RH1, resultante deste estudo, é aquela apresentada no Mapa 18. É igual àquela do cenário base, com exceção dos trechos na condição de classe 4. Para estes propõe-se como meta, atingir a classe 3. Isto é, foram enquadrados na classe 3. Em outras palavras, o cenário que corresponde ao enquadramento proposto é o dito *cenário desejado*.

Para atingir progressivamente o cenário desejado, deve ter-se em conta a condição atual dos rios, bem como a capacidade de tratamento dos efluentes lançados neles. Assim, pelo menos para o caso específico dos trechos nas UG1, UG3 e UG7, que atravessam áreas urbanas e/ou que contém pontos de captação para abastecimento público, deve-se estudar alternativas técnicas mais eficientes para a redução da carga orgânica que atinge os rios tanto no referente à criação animal quanto aos lançamentos industriais e demais tipologias de uso. Isto é, deve-se considerar a possibilidade de estabelecer metas de concentração de poluente nos lançamentos, ainda mais restritivas que os limites estabelecidos na Lei catarinense nº 14.675 de 2009. Desta forma poderá se compatibilizar o uso requerido – abastecimento público, por exemplo - com um enquadramento em classe correspondente a melhor qualidade e, portanto, permitido pela legislação. Embora, isto implique em atingir o cenário desejado em um horizonte de tempo além de 2027.

Mapa 18 - Proposta de enquadramento dos cursos d'água da RH1.



Fonte: Os autores.



### **5.6.3 Observações e recomendações**

A proposta de enquadramento apresentada corresponde ao resultado obtido com as metas de redução de carga orgânica estabelecidas no item 5.4.1, a partir de dados estimados e com as limitações hoje inerentes ao SADPLAN. Neste sentido, recomenda-se que para aqueles trechos da UG1, UG3 e UG7 que passam por áreas urbanas e/ou têm pontos de captação para abastecimento, sejam efetuadas medições de campo e correspondente modelagem de qualidade da água com o uso deles. Se os resultados com os dados de campo confirmarem que os referidos trechos se encontram atualmente na condição de classe 4, será impositiva a necessidade de substituir os pontos de captação para abastecimento público existentes neles. Por outro lado, poderão permitir estabelecer com maior segurança o horizonte de tempo para atingir a meta de qualidade proposta. Mas, se os resultados de campo conduzirem a uma classe de melhor qualidade, deverá ser esta a incluída na proposta de enquadramento a ser atingida.

É importante salientar que a proposta que consta no Mapa 18 é somente um primeiro subsídio referencial quanto ao possível enquadramento. A utilidade da mesma está mais bem na definição das medidas necessárias para diminuir a DBO nos efluentes antropogênicos que atingem os cursos de água. Com efeito, um processo de enquadramento dos cursos fluviais da RH1, deveria incluir os parâmetros OD, DBO, Fósforo e Nitrogênio. Implica, além do mais, na calibração do modelo de Streeter-Phelps, a partir de medições de campo. Assim poderiam se avaliar com maior precisão as concentrações de poluentes e seus respectivos decaimentos nos principais cursos de água da RH1.

Por outra parte, uma proposta de enquadramento mais aperfeiçoada, com o uso do SADPLAN, implica num aprimoramento deste instrumento de tomada de decisões que, na versão utilizada para a elaboração dos presentes estudos, apresentou limitações. Entre elas, a de aceitar somente uma mesma concentração de poluentes para toda a criação animal, sem permitir a diferenciação por tipologia de rebanhos. Da mesma forma, o fato de não permitir diferenciação na concentração de poluentes nos efluentes domésticos dos diferentes municípios. Um outro aspecto é no referente ao algoritmo de filtragem dos valores das demandas.

Uma recomendação específica refere-se aos trechos propostos com enquadramento na classe 1. Devido às incertezas derivadas dos fatos acima assinalados, é muito importante verificar se, de fato, não há atividades impeditivas, não identificadas e, portanto, não consideradas no modelo de simulação. Neste caso, a prudência recomenda manter o trecho correspondente enquadrado na classe 2.

## REFERÊNCIAS

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução n. 357, de 17 de março de 2005**. Estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes. Brasília, DF, 17 mar. 2005. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 15 jul. 2017.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução n. 430, de 13 de maio de 2011**. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente-CONAMA. Brasília, DF, 16 maio 2011. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res11/res43011.pdf>>. Acesso em: 20 jul. 2017.

MUÑOZ-ESPINOSA, H.R. Considerações sobre as vazões de referência para outorgas de captação e diluição. IN: XX Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, **Anais**. Bento Gonçalves, RS: ABRH, 2013.

SANTA CATARINA. **Lei n. 14.675, de 13 de abril de 2009**. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Florianópolis, SC, 14 abr. 2009. Disponível em: <[http://www.agenciaal.alesc.sc.gov.br/images/uploads/fotonoticia/14675\\_2009\\_lei.docxxxxxxx](http://www.agenciaal.alesc.sc.gov.br/images/uploads/fotonoticia/14675_2009_lei.docxxxxxxx)>. Acesso em: 15 jul. 2017.

SANTA CATARINA. Sistema de Cadastro de Usuários de Água do Estado de Santa Catarina – SIRHESC. 2016. **Declaração de Uso da Água do Estado de Santa Catarina**. Disponível em: <<http://www.cadastro.aguas.sc.gov.br/ceurh/cadastro.jsp>>. Acesso em: 05 jul. 2017.

SANTA CATARINA. **Ações do Governo**: Agricultura e Pesca. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/index.php/governo/acoesdegoverno/agricultura-e-pesca/programa-irrigar>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

SANTA CATARINA. **Notícias**. 2016. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/index.php/noticias/temas/agricultura-e-pesca/programa-agua-para-o-campo-construira-311-cisternas-em-santa-catarina>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

SANTA CATARINA. **Pacto por Santa Catarina**. Disponível em: <<http://www.pactoporsc.sc.gov.br/index.php/todas-acoes-de-agricultura/158-construcao-de-cisternas>>. Acesso em: 27 jul. 2017.

SANTA CATARINA. Portaria SDS n. 51, de 02 de outubro de 2008. Altera a Portaria SDS nº 36, de 29 de julho de 2008. **Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável**, Florianópolis, SC, 7 out. 2008. Disponível em: <[http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo\\_visualizar\\_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=1011&idMenuPai=333](http://www.sirhesc.sds.sc.gov.br/sirhsc/conteudo_visualizar_dinamico.jsp?idEmpresa=12&idMenu=1011&idMenuPai=333)>. Acesso em: 27 jul. 2017.

SPERLING, M. V. **Introdução à qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.** 2.ed. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 1996.

SPERLING, M. V. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental. Universidade Federal de Minas Gerais, 2007.