



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

ETAPA C

DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA



ETAPA C

DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA

CAPÍTULO 1

DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS

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

Gerência 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 Vivan – 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^a Ambiental, M.Sc.
Lira Rotta Padilha Schetinger, Eng^a Ambiental
Mariano Badalotti Smaniotto, Geólogo

Etapa D

Héctor Raúl Muñoz Espinosa, Hidrólogo M.Sc., Coordenação Técnica
Adelita Ramaiana Bennemann Granemann, Eng^a Ambiental, M.Sc.
Lira Rotta Padilha Schetinger, Eng^a Ambiental

Etapa E

Héctor Raúl Muñoz Espinosa, Hidrólogo M.Sc., Coordenação Técnica
Adelita Ramaiana Bennemann Granemann, Eng^a Ambiental, M.Sc.
Lira Rotta Padilha Schetinger, Eng^a 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 C – DIAGNÓSTICO DOS RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA, CAPÍTULO 1 – DIAGNÓSTICO DAS DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS, pertencente ao “**PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA BACIA HIDROGRÁFICA DO RIO DAS ANTAS, BACIAS CONTÍGUAS E AFLUENTES DO PEPERI-GUAÇÚ**”.

DIAGRAMA

Diagrama 1 - Diagrama topológico da hidrografia em relação às sedes municipais na RH1 de Santa Catarina	26
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 -	Curvas de permanência das vazões mensais nos períodos de 1976 a 2002 e de 1976 a 2015 para as estações 74295000 e 74320000.	34
Gráfico 2 -	Correlações entre as vazões mensais - calculadas e observadas - de 50% de permanência, nas estações 742950000, 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500	36
Gráfico 3 -	Correlações entre as vazões mensais - calculadas e observadas - de 90% de permanência, nas estações 742950000, 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500	37
Gráfico 4 -	Correlações entre as vazões mensais - calculadas e observadas - de 95% de permanência, nas estações 742950000, 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500	37
Gráfico 5 -	Tendência das vazões médias anuais (anos hidrológicos) da estação 74320000, de 1965-2015	39
Gráfico 6 -	Tendência das precipitações anuais (anos hidrológicos) da estação pluviométrica 2653001, de 1965-2015	40
Gráfico 7 -	Curva acumulativa de vazões médias anuais (anos hidrológicos) da estação fluviométrica Ponte do Sargento (74320000) no período de 1965-2015	41
Gráfico 8 -	Curva acumulativa de vazões médias anuais (anos hidrológicos) da estação fluviométrica Ponte do Sargento (74320000) no período de 1965-1982 e 1983-2015	41
Gráfico 9 -	Curva acumulativa de precipitações anuais (anos hidrológicos) da estação pluviométrica Campo Erê (2653001) no período de 1959-2015	42
Gráfico 10 -	Curva acumulativa de vazões médias anuais da estação fluviométrica Ponte do Sargento (74320000) no período de 1965-1982 e 1983-2015	43
Gráfico 11 -	Distribuição sazonal das vazões Q_{90} nas estações 74295000 e 74320000	51

Gráfico 12 - Distribuição sazonal das vazões Q_{95} nas estações 74295000 e 74320000	51
Gráfico 13 - Distribuição sazonal das vazões Q_{98} nas estações 74295000 e 74320000	52
Gráfico 14 - Distribuição da ocorrência de vazões mensais mínimas em Ponte do Sargento (74320000) no período 1965-2015	52
Gráfico 15 - Vazões mínimas de cada mês e vazões mensais com 90%, 95% e 98% de permanência em Ponte do Sargento (74320000)	53
Gráfico 16 - Vazões mínimas de cada mês e vazões mensais com 90%, 95% e 98% de permanência em Linha Jataí (74295000).....	53
Gráfico 17 - Número de ocorrência de estiagens por mês, em 18 municípios da RH1 no período de 1978 a 2014	54
Gráfico 18 - Hidrograma do ano de 2004 nas estações 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500	55
Gráfico 19 - Hidrograma do ano de 2005 nas estações 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500	55
Gráfico 20 - Hidrograma do ano de 2006 nas estações 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500	56
Gráfico 21 - Número de registros de inundações por mês, em 18 municípios da RH1 no período de 1978 a 2015	57
Gráfico 22 - Número de registros de enxurradas por mês, em 18 municípios da RH1 no período de 1970 a 2015	57
Gráfico 23 - Hidrograma do ano de 1982 nas estações 74295000 e 74320000....	58
Gráfico 24 - Hidrograma do ano de 1983 nas estações 74295000 e 74320000....	59
Gráfico 25 - Hidrograma do ano de 1984 nas estações 74295000 e 74320000....	59
Gráfico 26 - Hidrograma do ano de 2015 nas estações 74295000, 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500	60
Gráfico 27 - Ocorrência de vazões mensais máximas no Rio Sargento em Ponte do Sargento (74320000) no período 1965-2015	61
Gráfico 28 - Ocorrência de vazões diárias máximas anuais nos meses dos anos de 1966 à 2006 e 2008 à 2015, no Rio Sargento em Ponte do Sargento (74320000).....	61

Gráfico 29 -	Vazões mensais nas estações 74295000 e 74320000 no período de maio de 2000 a dezembro de 2015.....	65
Gráfico 30 -	Escoamentos nas estações 74295000 e 74320000 e precipitação no posto 2653004, no período de maio de 1976 a abril de 2015	66
Gráfico 31 -	Cota versus Vazão medidas na estação 74300000	66
Gráfico 32 -	Cota versus Vazão medidas na estação 74422000	67
Gráfico 33 -	Cota versus Vazão medidas na estação 74424500	67
Gráfico 34 -	Hidrogramas do ano 2010 nas estações 74300000, 74422000 e 74424500	68
Gráfico 35 -	Resultados da amostragem de pH para os seis primeiros meses de 2016, em 14 pontos da RH1	83
Gráfico 36 -	Resultados da amostragem de turbidez (UNT) para os seis primeiros meses de 2016, em 14 pontos da RH1	83
Gráfico 37 -	Resultados da amostragem de condutividade (uS/cm a 20°C) para os seis primeiros meses de 2016, em 14 pontos da RH1	84
Gráfico 38 -	Resultados da amostragem de cianobactérias (cel/mL) para o primeiro semestre de 2016, em 14 pontos da RH1	85
Gráfico 39 -	Resultados da amostragem de cianobactérias (cel/mL) nos Rios Cambuim e das Flores em 23 de março de 2012	86
Gráfico 40 -	Resultados da amostragem de <i>E. coli</i> (NMP/100mL) para os seis primeiros meses de 2016, em 14 pontos da RH1	87
Gráfico 41 -	Resultados da amostragem semestral de fósforo total de 2013 a 2016, em 14 pontos da RH1	88
Gráfico 42 -	Resultados da amostragem semestral de nitrato de 2013 a 2016, em 14 pontos da RH1	89
Gráfico 43 -	Permanência das concentrações de turbidez nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74295000	92
Gráfico 44 -	Permanência das concentrações de turbidez nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74300000	92

Gráfico 45 -	Permanência das concentrações de turbidez nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 7432000	93
Gráfico 46 -	Permanência das concentrações de turbidez nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74422000	93
Gráfico 47 -	Concentrações de turbidez ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74295000	94
Gráfico 48 -	Concentrações de turbidez ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74300000	94
Gráfico 49 -	Concentrações de turbidez ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 7432000	95
Gráfico 50 -	Concentrações de turbidez ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74422000	95
Gráfico 51 -	Permanência das concentrações de oxigênio dissolvido nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74295000	96
Gráfico 52 -	Permanência das concentrações de oxigênio dissolvido nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74300000	96
Gráfico 53 -	Permanência das concentrações de oxigênio dissolvido nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 7432000	97
Gráfico 54 -	Permanência das concentrações de oxigênio dissolvido nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74422000	97

Gráfico 55 -	Concentrações de oxigênio dissolvido ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74295000	98
Gráfico 56 -	Concentrações de oxigênio dissolvido ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74300000	98
Gráfico 57 -	Concentrações de oxigênio dissolvido ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74320000	99
Gráfico 58 -	Concentrações de oxigênio dissolvido ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74422000	99
Gráfico 59 -	Condutividade ao longo do tempo e indicador de qualidade, para a estação da ANA 74295000	100
Gráfico 60 -	Condutividade ao longo do tempo e indicador de qualidade, para a estação da ANA 74300000	100
Gráfico 61 -	Condutividade ao longo do tempo e indicador de qualidade, para a estação da ANA 74320000	101
Gráfico 62 -	Condutividade ao longo do tempo e indicador de qualidade, para a estação da ANA 74422000	101
Gráfico 63 -	Correlação entre vazão de sólidos em suspensão (QSS) e vazão líquida (QL) em Ponte do Sargento (74320000)	103
Gráfico 64 -	Vazões médias mensais e média anual em Ponte do Sargento (74320000).....	104
Gráfico 65 -	Transporte médios mensais e médio anual de sólidos em suspensão em Ponte do Sargento (74320000).....	104

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 -	“Bacias” na Região Hidrográfica 1 conforme a Lei Catarinense 10.949/98.	20
Mapa 2 -	Subsistemas hidrográficos na Região Hidrográfica 1 de Santa Catarina	21
Mapa 3 -	Unidades de Gestão na RH1 de Santa Catarina.....	22
Mapa 4 -	Estações pluviométricas inseridas na RH1 utilizadas na regionalização de vazões do Estado de Santa Catarina (2006).....	32
Mapa 5 -	Áreas de Drenagem [Km ²] e Vazões Q _{MLT} [m ³ /s] em 20 pontos de referência da RH1	46
Mapa 6 -	Vazões mensais de 50% e 90% de permanência em 20 pontos de referência da RH1	47
Mapa 7 -	Vazões mensais de 95% e 98% de permanência em 20 pontos de referência da RH1	48
Mapa 8 -	Vazões específicas médias - Q _{MLT} - na RH1, em [L/s.Km ²].	49
Mapa 9 -	Localização das estações fluviométricas na RH1.	64
Mapa 10 -	Área de influência das estações pluviométricas com a densidade atual.	71
Mapa 11 -	Proposta de novas estações pluviométricas.	72
Mapa 12 -	Mapa de localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água utilizados no Plano de Recursos Hídricos da RH1.....	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Coeficientes K_p para a Região Catarinense RH1 conforme regionalização de vazões do Estados de Santa Catarina (2006).....	30
Tabela 2 -	Estações pluviométricas na RH1 utilizadas na regionalização de vazões do Estado Santa Catarina (2006).....	31
Tabela 3 -	Resultados do teste valor-p para as correlações lineares nas estações 74320000 - Ponte do Sargento e 2653001 - Campo Erê, com nível de significância de 5%	39
Tabela 4 -	Identificação dos pontos de controle (PC), coordenadas cartográficas e vazões.....	45
Tabela 5 -	Coeficientes sazonais das vazões mensais de 90%, 95% e 98% de permanência.	50
Tabela 6 -	Estações fluviométricas atualmente em operação na RH1.	63
Tabela 7 -	Estações pluviométricas na RH1.	70
Tabela 8 -	Proposta de estações pluviométricas na RH1.....	73
Tabela 9 -	Descrição dos pontos de monitoramento de qualidade da água utilizados no Plano de Recursos Hídricos da RH1.....	79
Tabela 10 -	Relação dos pontos de monitoramento de qualidade das águas por Unidade de Gestão.	81
Tabela 11 -	Valores médios dos resultados do monitoramento de parâmetros de qualidade da água no primeiro semestre de 2016 e a condição de qualidade da água que se encontra conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005.	90
Tabela 12 -	Porcentagem do tempo que os parâmetros OD, pH e turbidez e condutividade atendem aos limites das classes da Resolução do CONAMA nº 357/2005; e a condutividade atende o indicador de qualidade da água.....	102

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AD	Área de Drenagem
ANA	Agência Nacional de Águas
CASAN	Companhia Catarinense de Águas e Saneamento
DBO	Demanda Bioquímica de Oxigênio
ECP	Estado de Calamidade Pública
km ²	Quilometro quadrado
m ³ /s	Metros cúbicos por segundo
OD	Oxigênio Dissolvido
P	Precipitação média anual
pH	Potencial Hidrogeniônico
Q	Vazão
Q _{MLT}	Vazão média de longo termo
RH	Região Hidrográfica
SC	Santa Catarina
SDS	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico e Sustentável
SE	Situação de Emergência
SIRHESC	Sistema de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina
SNIRH	Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos

SUMÁRIO

1 UNIDADES DE GESTÃO E DETALHAMENTOS INICIAIS	18
1.1 REGIÃO, SUB-SISTEMAS HIDROGRÁFICOS E UNIDADES DE GESTÃO.....	18
1.2 HIDROGRAFIA EM RELAÇÃO ÀS SEDES MUNICIPAIS.....	25
2 DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS	27
2.1 CONCEITUAÇÃO INTRODUTÓRIA	27
2.2 REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES ADOTADAS PELO ÓRGÃO GESTOR NO ESTADO DE SANTA CATARINA.....	28
2.3 VALIDADE ATUAL DA REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES NA RH1	29
2.3.1 Metodologia	29
2.3.1.1 Precipitações anuais	30
2.3.1.2 Curvas de permanência	33
2.3.2 Conclusão e recomendações	34
2.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DA REGIONALIZAÇÃO NA RH1	35
2.5 ESTACIONARIEDADE.....	37
2.6 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL.....	44
2.7 VARIABILIDADE SAZONAL – ESTIAGENS	50
2.7.1 Sazonalidade das vazões de estiagens	50
2.7.2 Registro de situações críticas de secas	53
2.8 VARIABILIDADE SAZONAL – ENCHENTES.....	56
2.8.1 Registros de situações críticas por cheias	56
2.8.2 Frequência de vazões máximas anuais	60
2.9 REDE HIDROMETEOROLÓGICA NA REGIÃO	62
2.9.1 Situação atual	62
2.9.2 Adensamento da rede fluviométrica	68
2.9.3 Adensamento da rede pluviométrica	69
2.10 AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL.....	73
2.10.1 Avaliação da qualidade da água: parâmetros considerados	73
2.10.1.1 Oxigênio Dissolvido (OD)	74
2.10.1.2 Potencial Hidrogeniônico (pH).....	75
2.10.1.3 Turbidez.....	75

2.10.1.4 Condutividade	75
2.10.1.5 Nitrogênio	76
2.10.1.6 Fósforo total.....	76
2.10.1.7 Coliformes termotolerantes	77
2.10.1.8 Cianobactérias.....	77
2.10.1.9 Sólidos em suspensão	77
2.10.2 Rede de monitoramento da qualidade da água	78
2.10.3 Resultados obtidos com a aplicação da resolução do CONAMA nº 357/05.....	81
2.10.3.1 Pontos monitorados pela CASAN	81
2.10.3.2 Pontos monitorados pela ANA	91
2.10.4 Geração de sedimentos	102
REFERÊNCIAS.....	106

1 UNIDADES DE GESTÃO E DETALHAMENTOS INICIAIS

1.1 REGIÃO, SUB-SISTEMAS HIDROGRÁFICOS E UNIDADES DE GESTÃO

Conforme a Lei catarinense nº 10.949, de 09.11.1998, que instituiu a divisão do Estado em 10 (dez) regiões hidrográficas, até agosto de 2016 a SDS e todos os componentes que fazem parte do Sistema de Recursos Hídricos do Estado de Santa Catarina – SIRHESC tais como, por exemplo, os sistemas de cadastro e outorga, consideravam que a Região Hidrográfica RH1 – Extremo Oeste, estava constituída por duas unidades denominadas “Bacia Peperi-Guaçu” e “Bacia Antas”, conforme apresentado no Mapa 1, a seguir, incluída pela entidade contratante deste estudo no correspondente *Termo de Referência*. A divisão em Regiões Hidrográficas (RH) e subdivisão nas unidades denominadas “bacias” na lei, foi consubstanciada no “Mapa das Regiões Hidrográficas de Santa Catarina” (SANTA CATARINA, 2000).

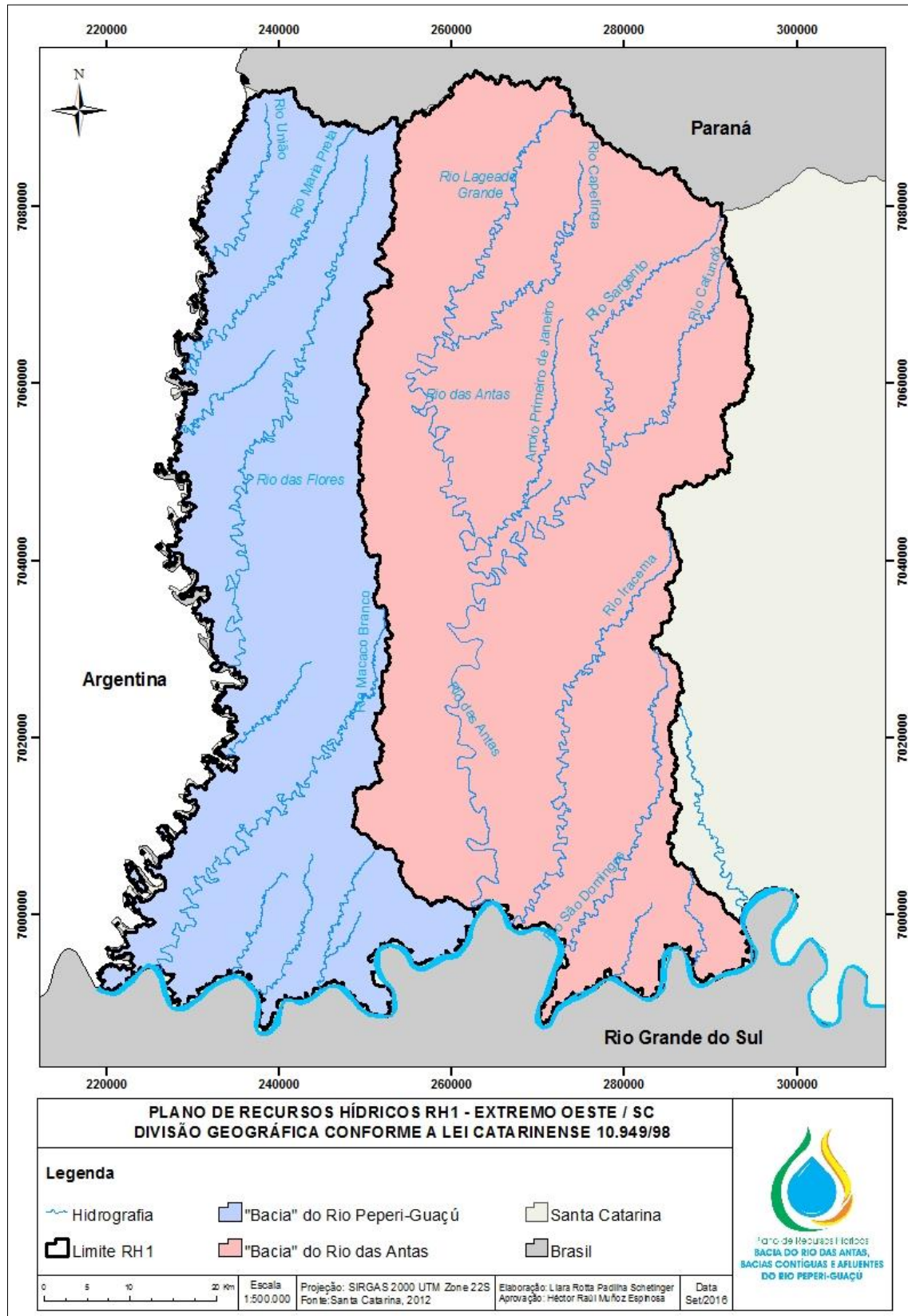
Num sentido estrito, a nomenclatura adotada na lei supracitada é errada ou, pelo menos, induz a “erro”. Na porção denominada “Bacia Peperi-Guaçu” estão incluídas as áreas da Bacia do Rio Macaco Branco e de diversas outras que, na realidade, drenam diretamente para o Rio Uruguai e que não integram a Bacia do Rio Peperi-Guaçu. Por outra parte, a denominada “Bacia Antas” é constituída por um conjunto de bacias contíguas, mas, não integrantes da Bacia hidrográfica do Rio das Antas que, provavelmente, por ser a maior delas, deu origem à nomenclatura utilizada na Lei 10.949/98.

Segundo a lei supracitada, a divisão em *Regiões Hidrográficas* (RH) foi instituída para “efeito do planejamento, gestão e gerenciamento dos recursos hídricos catarinenses” (art. 1º). Neste sentido, a Região RH1 em pauta, deve ser considerada como um *Sistema Hidrográfico de Planejamento de Recursos Hídricos* que está constituído por dois subsistemas hidrográficos contíguos, que, por motivos mnemotécnicos, propõe-se aqui, denominar *Subsistema Peperi-Guaçu* e *Subsistema Antas*, respectivamente. No primeiro estão incluídas todas as bacias de cursos d’água catarinenses afluentes ao Rio Peperi-Guaçu. No segundo, as bacias dos cursos fluviais afluentes do Rio Uruguai no trecho que bordeia a RH1, das quais a do Antas é a maior.

Esta subdivisão está apresentada no Mapa 2. O mapa correspondente apresenta, também, uma área *hachurada* de 209,49 km² que, conforme a divisão hidrográfica vigente pertence à RH2, mas que, para efeitos do presente estudo, foi acrescentada à RH1 atendendo pedido da SDS, Órgão Gestor dos recursos hídricos estaduais e contratante do presente estudo. Portanto, para efeitos do Plano de Recursos Hídricos da Região RH1, esta área também foi considerada integrante do *Subsistema Antas*. A lei em comento estabelece, em seu art. 2º, que o Estado desenvolverá a gestão regionalizada dos recursos hídricos, “adotando-se as *bacias hidrográficas* como unidades de gestão, de forma compatibilizada com as divisões político-administrativas”. Assim, neste Plano propõe-se estabelecer 9 Unidades de Gestão na Região RH1, sendo 4 no Subsistema Peperi-Guaçu e 5 no Subsistema Antas, conforme apresentado no Mapa 3.

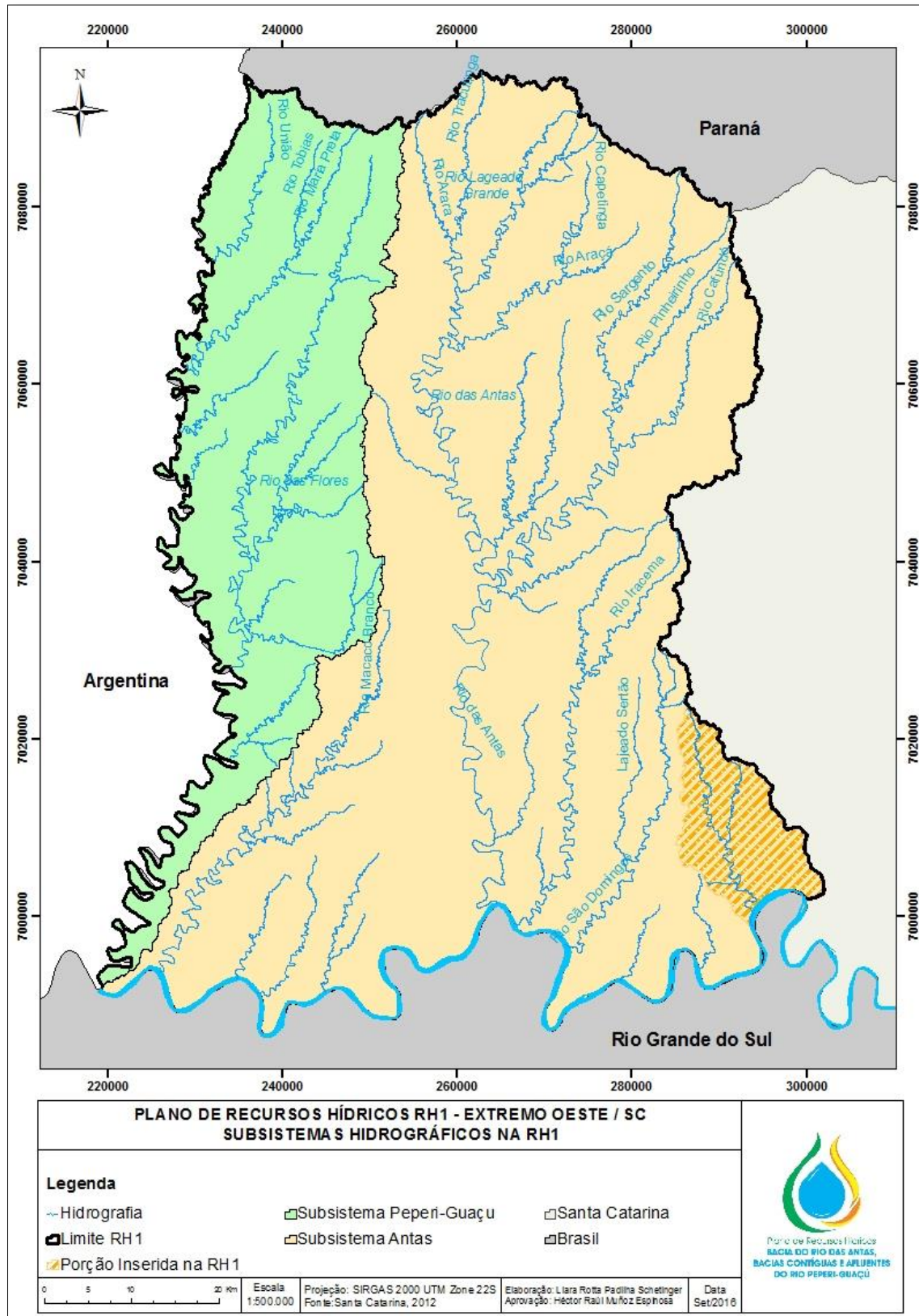
Em agosto de 2016 a SDS, Órgão Gestor dos recursos hídricos catarinenses, cujos técnicos tinham consciência da necessidade de corrigir e esclarecer o teor da lei supracitada, aceitou a proposta incluída neste plano e passou a usa-la no sistema de cadastro e nos balanços efetuados com o SADPLAN.

Mapa 1 - "Bacias" na Região Hidrográfica 1 conforme a Lei Catarinense 10.949/98.



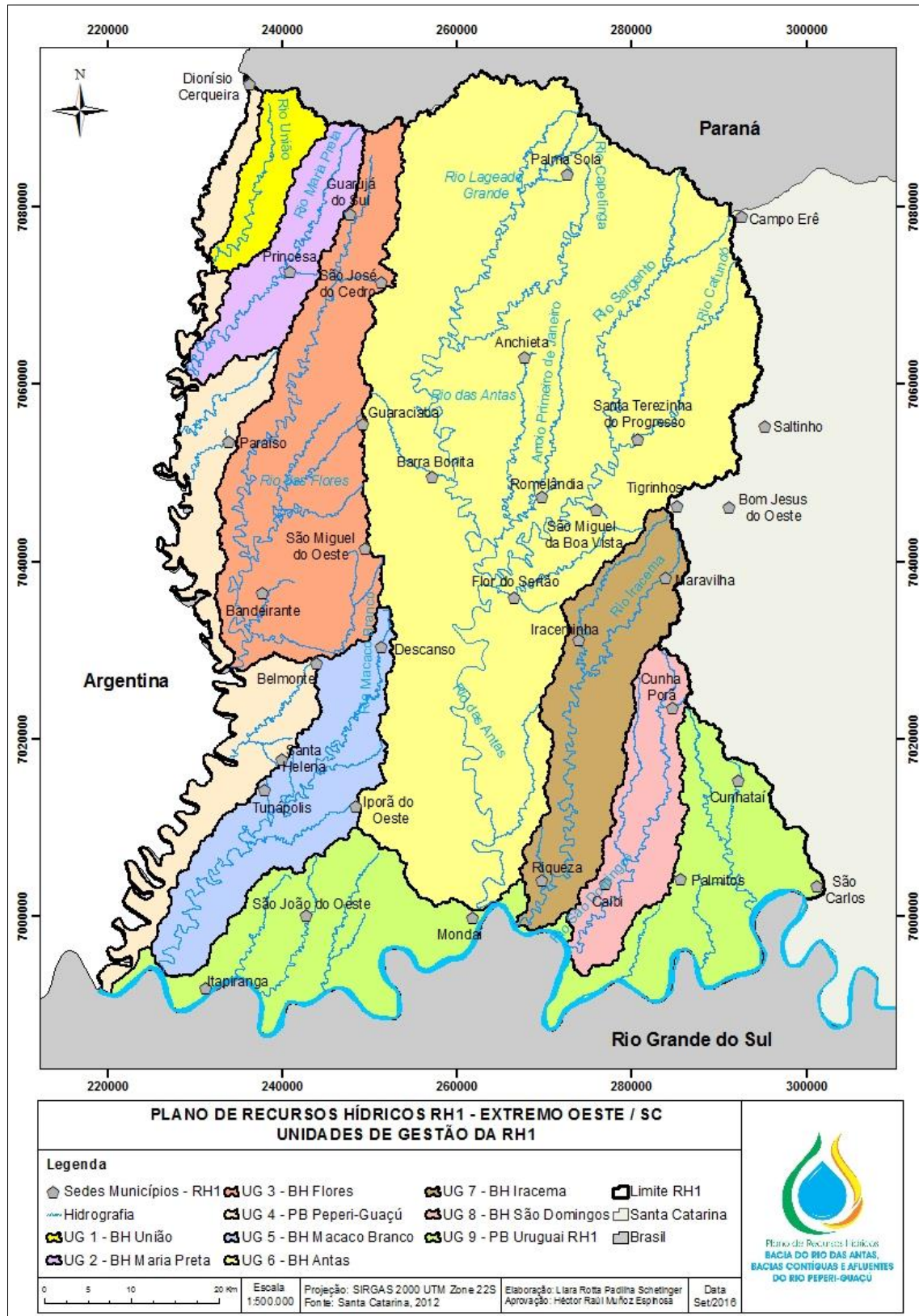
Fonte: Adaptado de Santa Catarina (2006). Os autores.

Mapa 2 - Subsistemas hidrográficos na Região Hidrográfica 1 de Santa Catarina.



Fonte: Os autores.

Mapa 3 - Unidades de Gestão na RH1 de Santa Catarina.



Fonte: Os autores.

As Unidades de Gestão são as seguintes:

- a) UG1 – BH União, com área de drenagem de 121,2 Km² localizados em território dos municípios Dionísio Cerqueira (SC) e Princesa (SC). É constituída pela Bacia hidrográfica do Rio União que tem como afluentes os Lajeados Melancia, Separação, Luciano, Puca, do Campinho, Caçador, Jaburiti, Cedrinho, Angico, além do Sanga Seca e o Córrego Sabão. Suas águas drenam para o Rio Peperi-Guaçu.
- b) UG2 – BH Maria Preta, com área de drenagem de 217,7Km² distribuídos em território dos municípios Dionísio Cerqueira(SC), Guarujá do Sul (SC), Princesa (SC), São José do Cedro (SC) e Guaraciaba (SC). É constituída pela Bacia hidrográfica do Rio Maria Preta que tem, entre os seus afluentes, o Rio Tobias, os Lajeados América e Esperança, as Sangas Burro Morto e Café, os Lajeados Princesa, Moquém, Jataí, Califórnia, Bonito e Ouro Verde. Suas águas drenam para o Rio Peperi-Guaçu.
- c) UG3 – BH Flores, constituída pela bacia hidrográfica do Rio das Flores, com área de drenagem de 702,9 Km² distribuídos em território dos municípios Dionísio Cerqueira (SC), Guarujá do Sul (SC), Princesa (SC), São José do Cedro (SC), Guaraciaba (SC), Paraíso (SC), São Miguel do Oeste (SC), Bandeirante (SC), Descanso (SC) e Belmonte (SC). Recebe contribuições, dentre outros, dos Lajeados do Cedro, Barulho, Gramado, Lagarto, Arroio Liso, Sanga do Tatu, Sanga Vacaria e Rio Famoso. Suas águas drenam para o Rio Peperi-Guaçu.
- d) UG4 – PB Peperi-Guaçu, constituída por diversas pequenas bacias que drenam diretamente para o Rio Peperi-Guaçu, totalizando 467,6 Km² distribuídos em território dos municípios Dionísio Cerqueira (SC), Princesa (SC), São José do Cedro (SC), Guaraciaba (SC), Paraíso (SC), Bandeirante (SC), Belmonte (SC), Santa Helena (SC), Tunápolis (SC) e Itapiranga (SC). Recebe contribuições do Arroio São Vicente e Erval, Lajeado Belmonte e Sangas Joaçaba e do Perdido.
- e) UG5- BH Macaco Branco, constituída pela bacia hidrográfica do Rio Macaco Branco, com área de drenagem de 381,4 Km² distribuídos em território dos municípios de Belmonte (SC), Descanso (SC), Iporã do Oeste (SC),

Itapiranga (SC), Santa Helena (SC), São João do Oeste (SC) e Tunápolis (SC). Recebe contribuições, dentre outros, dos Lajeados Teju, das Letras, Perau, Jundiá, Pinhal, Cangica, Santa Isabel, Marecão, Marroca, Lambeador, Rikia, Ipê, Popi, Beleza e Laranjeiras. Suas águas drenam para o Rio Uruguai.

- f) UG6 – BH Antas, constituída pela bacia hidrográfica do Rio das Antas, com área de drenagem de 2.683,0 Km² distribuídos em território dos municípios de Anchieta* (SC) , Barra Bonita* (SC), Bom Jesus do Oeste (SC), Campo Erê (SC), Descanso (SC), Dionísio Cerqueira (SC), Flor do Sertão* (SC), Guaraciaba (SC), Guarujá do Sul (SC), Iporã do Oeste (SC), Iraceminha (SC), Maravilha (SC), Mondaí (SC), Palma Sola (SC)*, Riqueza (SC), Romelândia (SC)*, Saltinho (SC), Santa Terezinha do Progresso (SC)*, São José do Cedro (SC), São Miguel da Boa Vista (SC)*, São Miguel do Oeste (SC) e Tigrinhos (SC). Recebe contribuições dos Rios Lajeado Grande e Capetinga, formadores do Rio das Antas que, pela sua vez, tem entre seus principais afluentes o Arroio Barra Bonita, o Arroio Primeiro de Janeiro, o Rio Sargento e o Lajeado Traíra. Suas águas drenam para o Rio Uruguai.
- g) UG7 – BH Iracema, constituída pela bacia hidrográfica do Rio Iracema, com área de drenagem de 405,5 Km² distribuídos em território dos municípios Caibí (SC), Cunha Porã (SC), Flor do Sertão (SC), Iraceminha (SC), Maravilha (SC), Mondaí (SC), Riqueza (SC) e Tigrinhos (SC). Recebe contribuições, dentre outros cursos de água, dos Lajeados Segredo, Iraceminha, Pindó, Maracujá, Jataí, Riqueza e Pistoia. Suas águas drenam para o Rio Uruguai.
- h) UG8 – BH São Domingos, constituída pela bacia hidrográfica do Rio São Domingos, com área de drenagem de 251,5 Km² distribuídos em território dos municípios Caibí (SC), Cunha Porã (SC) e Palmitos (SC). Recebe contribuições, dentre outros cursos de água, dos Lajeados Sertão e Diamantina. Suas águas drenam para o Rio Uruguai.
- i) UG9 – PB Uruguai RH1, constituída por diversas pequenas bacias que drenam diretamente para o Rio Uruguai, totalizando 815,4 Km² distribuídos

* Município totalmente inserido na Unidade de Gestão.

em território dos municípios Itapiranga (SC), São João do Oeste (SC), Iporã do Oeste (SC), Mondaí (SC), Palmitos (SC), Cunha Porã (SC), Cunhataí (SC) e São Carlos (SC). Recebe contribuições dos Lajeados Passarinhos, Palmitos, Barra Grande, Cunhataí e Itacuruçú.

1.2 HIDROGRAFIA EM RELAÇÃO ÀS SEDES MUNICIPAIS

Com a finalidade de facilitar a identificação da hidrografia em relação à localização das sedes municipais foi elaborado o diagrama topológico orientativo que se apresenta, a seguir, no Diagrama 1.

O diagrama apresenta também, a localização relativa das cinco estações fluviométricas atualmente em funcionamento na região.

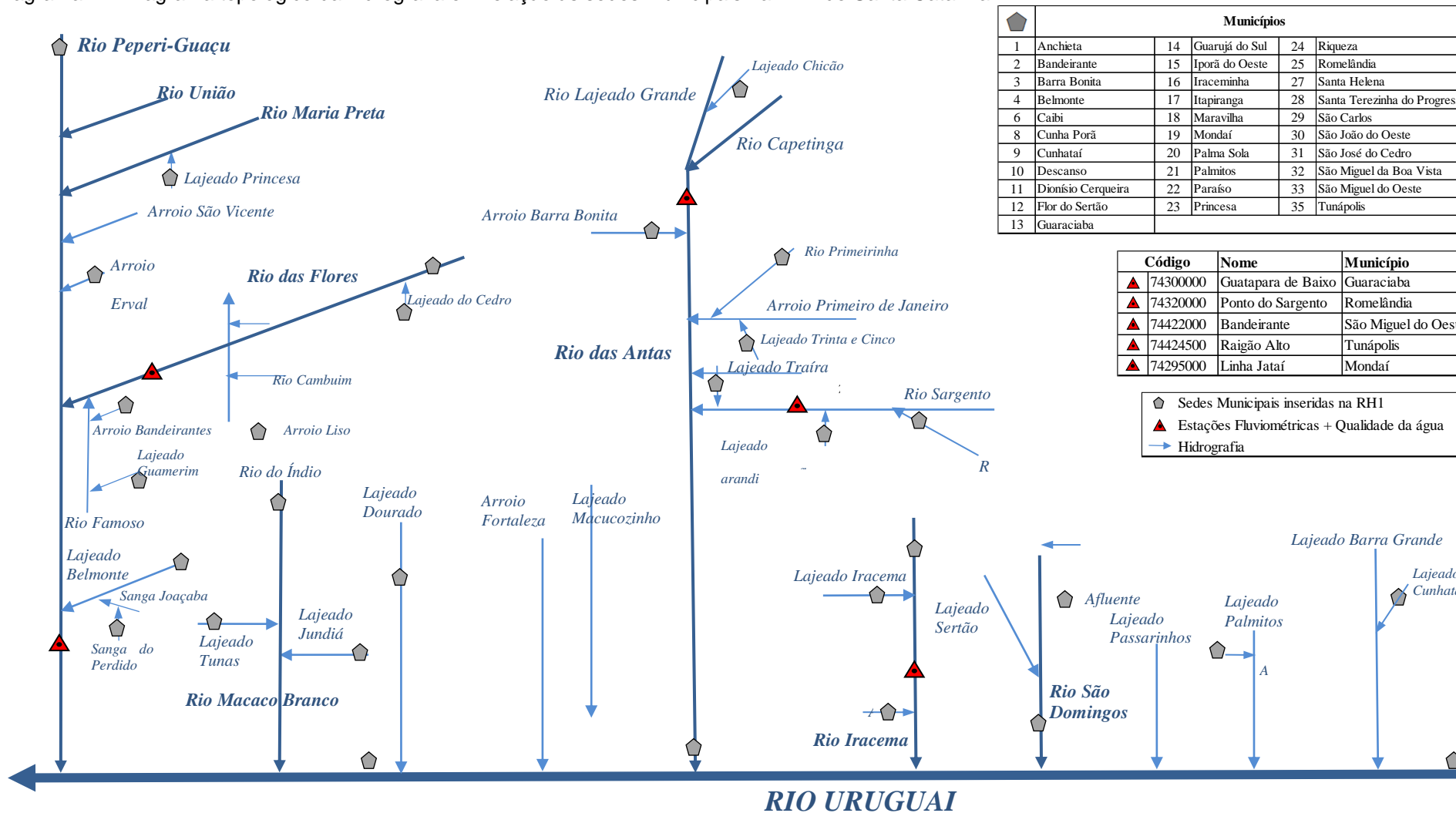
Quanto aos municípios, é importante ter em conta que o fato de apresentar as suas sedes associadas aos cursos hídricos mais próximos não implica em afirmar que estes sejam os mananciais de abastecimento, e se forem, não significa que sejam a única fonte. De fato, na RH1 há muitos municípios que além de contar com abastecimento proveniente de águas superficiais, contam, também, com suprimento a partir de poços. Mas são cursos de água que recebem efluentes das atividades desenvolvidas nas áreas urbanas.

Pode-se observar, que a bacia do Rio das Flores inclui cinco sedes municipais, a bacia do Rio Macaco Branco inclui três e a Bacia do Rio das Antas, abriga oito sedes municipais.

As sedes dos municípios Bom Jesus do Oeste (SC), Campo Erê (SC), Saltinho (SC) e Tigrinhos (SC) não constam no diagrama pois não estão inseridas na área de abrangência da RH1.



Diagrama 1 - Diagrama topológico da hidrografia em relação às sedes municipais na RH1 de Santa Catarina.



Fonte: Os autores.

2 DISPONIBILIDADES HÍDRICAS SUPERFICIAIS

2.1 CONCEITUAÇÃO INTRODUTÓRIA

Denominamos disponibilidade hídrica superficial àquela que a natureza oferece através dos corpos hídricos superficiais que, no caso da região RH1 de estudo, são os diversos cursos fluviais que a drenam. Trata-se, portanto, da água que escoaria naturalmente por eles, caso não existisse interferência antropogênica.

A disponibilidade hídrica - superficial e subterrânea - é utilizada pelo homem para atender suas diversas necessidades e são suas características de quantidade e qualidade que condicionam os limites volumétricos e o tipo de demandas antrópicas possíveis de serem atendidos. Portanto, o conhecimento da disponibilidade de água que a natureza oferece numa determinada região é indispensável para efeitos de planejamento quando se pretende organizar as atividades de modo a evitar conflitos, seja por motivos de quantidade insuficiente ou pela inadequada qualidade da água disponível para atender os usos pretendidos, isto é, a demanda antrópica.

Num curso de água a disponibilidade hídrica obtêm-se, geralmente, a partir da análise das séries de vazões medidas no mesmo, ao longo do tempo. De posse da série de dados fluviométricos existentes numa seção fluvial podem-se estabelecer a correspondente vazão média no período de dados observados e outros índices tais como vazões associadas a permanências diversas. Mas, por razões óbvias, a grande maioria dos cursos de água não conta com estações de medição ou conta com dados pouco representativos. De fato, é impossível que uma rede de postos hidrometeorológicos, por mais densa que ela seja, possa incluir, por exemplo, um posto na foz de cada uma das milhares de sub-bacias existentes na RH1. Faz-se necessário, então, utilizar métodos que, mesmo com resultados somente aproximados, permitam estimar as vazões disponíveis em quaisquer pontos de uma determinada rede fluvial. Trata-se dos métodos ditos de regionalização de vazões, baseados na similaridade espacial de funções, variáveis e parâmetros. Similaridade que permite identificar regiões consideradas homogêneas. Relações funcionais estabelecidas nestas regiões homogêneas permitem que, a partir de informações

disponíveis em alguns trechos delas, seja possível estimar as vazões em outros locais sem dados.

2.2 REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES ADOTADAS PELO ÓRGÃO GESTOR NO ESTADO DE SANTA CATARINA

Em Santa Catarina, a Diretoria de Recursos Hídricos da SDS, Secretaria de Estado que exerce a função de Órgão gestor dos recursos hídricos de domínio estadual, utiliza, para efeitos de estimar as disponibilidades hídricas superficiais, a Regionalização de vazões das bacias hidrográficas do estado de Santa Catarina, estabelecida em 2005 pelo consórcio Engecorps-Tetraplan-Lacaz Martins, no âmbito dos Estudos dos instrumentos de gestão de recursos hídricos para o estado de Santa Catarina e apoio para sua implementação (SANTA CATARINA, 2006).

Trata-se de uma regionalização de vazões naturais médias mensais, as quais foram reconstituídas a partir das séries fluviométricas disponíveis e de uma estimativa dos usos antropogênicos. No estudo correspondente foram delimitadas quatro regiões hidrográficas homogêneas para estimar a vazão média de longo termo – Q_{MLT} - em função da área de drenagem, AD , e da precipitação média anual, P , na bacia contribuinte até o ponto de interesse. Para o cálculo das precipitações foi elaborado um mapa de isoietas dos *Totais Precipitados Anuais*. Para cada uma das quatro regiões foram estabelecidas relações do tipo:

$$Q_{MLT} = a .P^b .AD^c \quad (\text{Eq.1})$$

Por outra parte, foram determinadas as curvas de permanência das vazões mensais adimensionadas mediante a divisão pela correspondente Q_{MLT} . A partir da comparação destas curvas foram delimitadas treze regiões homogêneas caracterizadas por uma mesma curva média de permanência. Em cada uma delas foram estabelecidas as relações, K_p , entre as vazões associadas às diversas permanências, Q_p , e a correspondente Q_{MLT} . Obtiveram-se, assim, equações do tipo:

$$Q_p = K_p . Q_{MLT} \quad (\text{Eq.1})$$

As equações resultantes do estudo de regionalização referido são utilizadas atualmente no estado, para análise dos pedidos de outorga de direitos de uso de recursos hídricos superficiais.

2.3 VALIDADE ATUAL DA REGIONALIZAÇÃO DE VAZÕES NA RH1

A regionalização de vazões atualmente em uso pela entidade gestora dos recursos hídricos catarinenses, no referente à região hidrográfica RH1, foi estabelecida com dados de 6 estações fluviométricas, com séries de extensão igual ou superior a 19 anos, concluindo no ano hidrológico 2001-2002. Destas, somente duas estão localizadas na própria RH1, a do Rio Iracema em Linha Jataí (código 74295000) e no Rio Sargento em Ponte do Sargento (código 74320000).

Contando agora com mais de 10 anos de dados complementares, considerou-se necessário verificar se o dito estudo de regionalização não conduziria a resultados significativamente diferentes.

2.3.1 Metodologia

De acordo com a regionalização acima comentada, a estimativa de vazões médias mensais em cursos de água localizados na região hidrográfica catarinense RH1 – Extremo Oeste, que é a nossa área de estudo, é feita através das seguintes relações:

$$Q_{MLT} = 1,240 \cdot 10^{-4} \cdot P^{0,759} \cdot AD^{0,968}$$

$$Q_p = K_p \text{ RH1} \cdot Q_{MLT}$$

Onde os coeficientes percentuais $K_p \text{ RH1}$ são os apresentados na Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 - Coeficientes K_p para a Região Catarinense RH1 conforme regionalização de vazões do Estados de Santa Catarina (2006).

Permanência [%]	10	50	60	70	80	90	95	98	100
$K_{p\text{RH1}}$	2,22	0,7	0,53	0,38	0,27	0,16	0,11	0,07	0,02

Fonte: Santa Catarina (2006).

Assim, tendo em conta que o fator Área de Drenagem - AD - não muda ao longo do tempo, para verificar a validade da regionalização em pauta, dois aspectos foram considerados. Por uma parte, a validade atual das precipitações anuais, por outra, a validade atual das curvas de permanência.

2.3.1.1 Precipitações anuais

Para o cálculo da precipitação média anual no estado, os autores da regionalização em uso pela entidade gestora catarinense utilizaram registros de 234 estações pluviométricas selecionados para o período maio de 1959 a abril de 2000, totalizando 41 anos de observações. No referente especificamente à região hidrográfica de estudo - RH1 - foram incluídos os sete postos apresentados na Tabela 2 e no Mapa 4, a seguir.

Tabela 2 - Estações pluviométricas na RH1 utilizadas na regionalização de vazões do Estado Santa Catarina (2006).

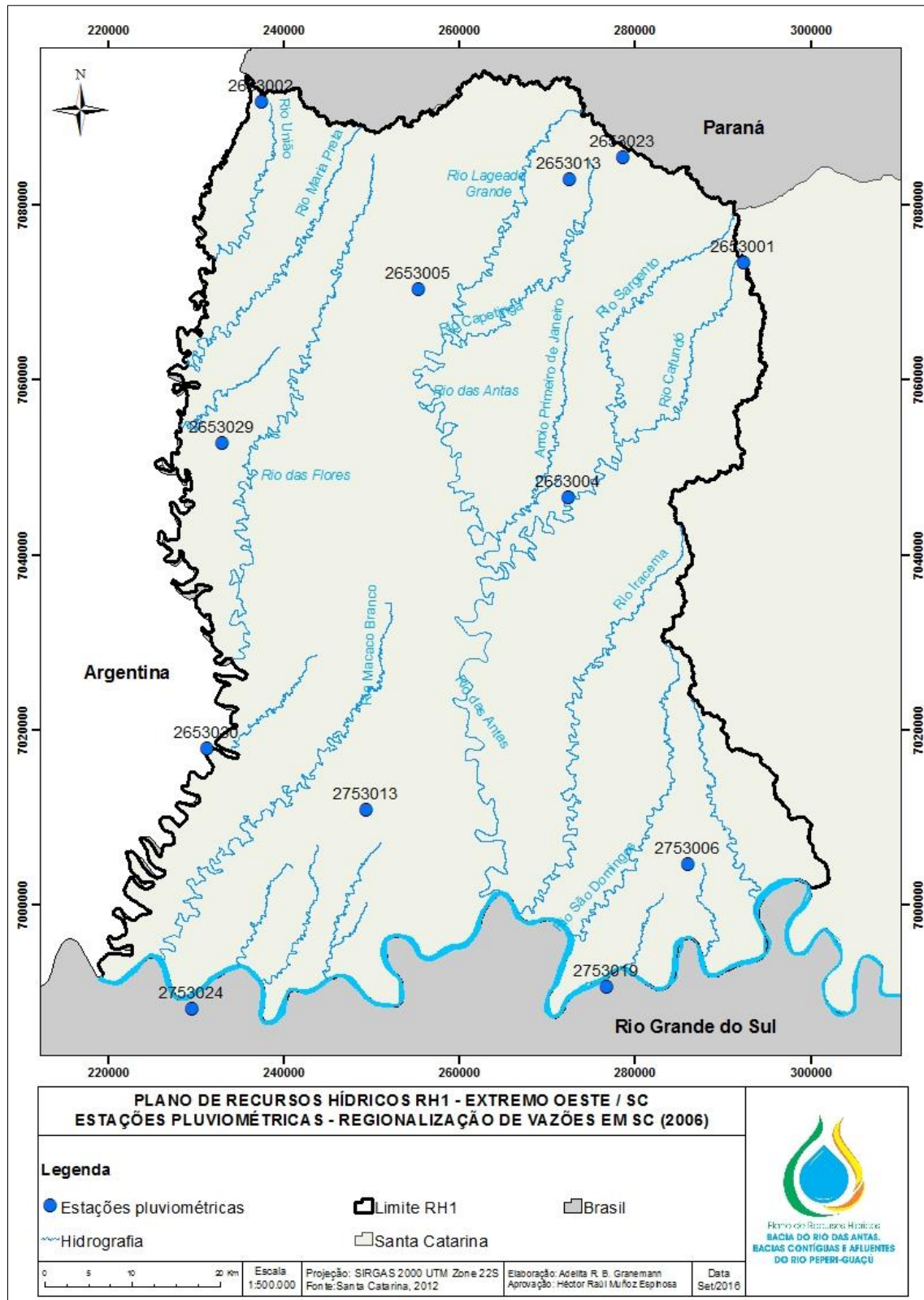
Código	Nome da estação	Município	Latitude	Longitude
2653001	Campo Erê - EMPASC	Campo Erê	292359	7073422
2653002	Dionísio Cerqueira	Dionísio Cerqueira	237541	7091785
2653004	Ponte do Sargento	Romelândia	272404	7046603
2653005	São José do Cedro	São José do Cedro	255328	7070430
2653013	Palma Sola	Palma Sola	272616	7082907
2753006	Palmitos	Palmitos	286044	7004545
2753013	Iporã	Mondaí	249326	7010847

Fonte: ANA (2016). Os autores.

Como parte do processo de verificação da validade da regionalização em uso, os valores das precipitações médias anuais nos sete postos da RH1 foram atualizados utilizando-se os registros pluviométricos do período maio de 2000 a abril de 2015. Os resultados mostram discrepâncias compreendidas entre 0,3% e 1,4% em relação aos valores obtidos no período 1959-2000, sendo que a diferença média, considerando as sete estações pluviométricas é de 0,72%. Este “erro”, introduzido na equação 1, conduz a uma discrepância média de 0,55% na estimativa da vazão de longo termo - Q_{MLT} - na região de estudo. Já se considerarmos o caso do posto Campo Erê, com a maior discrepância - 1,4% - em relação ao período 1959-2000, o “erro” na estimativa da vazão Q_{MLT} atual seria da ordem de 1,03%.

Resumidamente, pode concluir-se que, dentro da margem de precisão das medições pluviométricas, a inclusão das informações referentes ao período 2000 a 2015 não mudaria os resultados das estimativas da vazão Q_{MLT} , obtidos com a regionalização atualmente em uso pelo órgão gestor catarinense.

Mapa 4 - Estações pluviométricas inseridas na RH1 utilizadas na regionalização de vazões do Estado de Santa Catarina (2006).



Fonte: Os autores.

2.3.1.2 Curvas de permanência

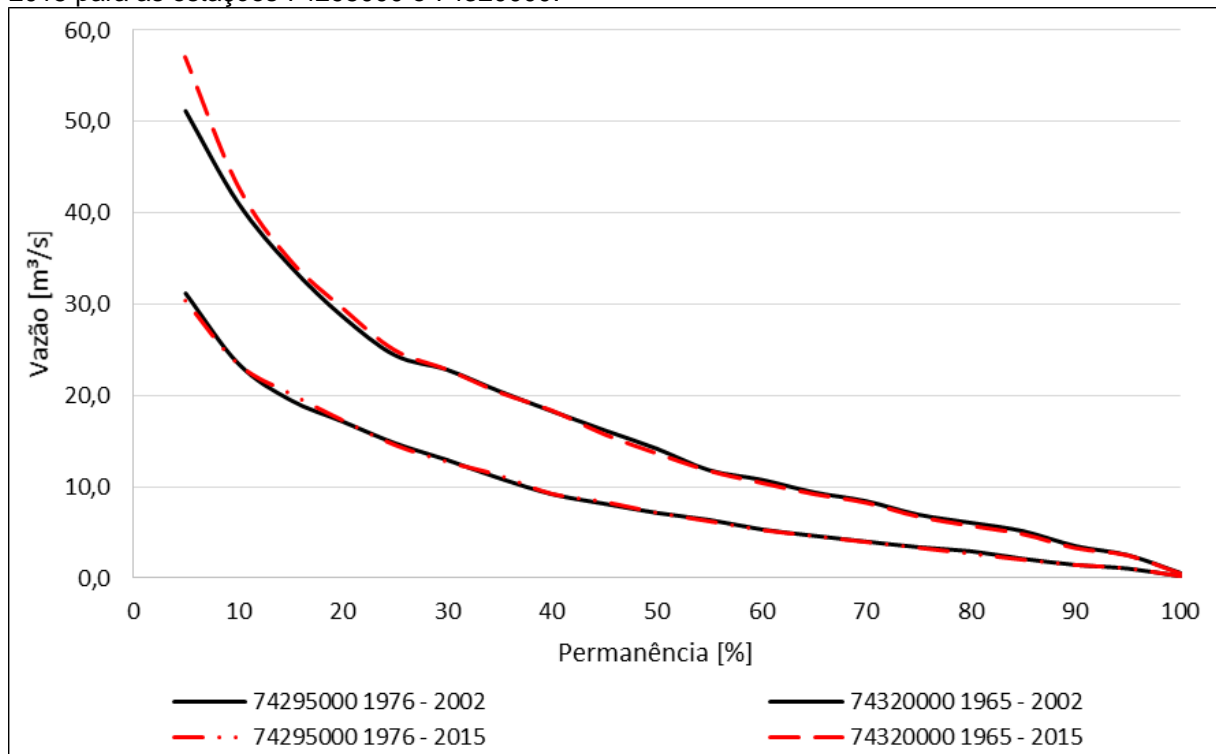
Quanto aos fatores K_p , da Equação 2, na regionalização original, eles foram estabelecidos a partir das curvas de permanência das vazões mensais de seis estações fluviométricas, dentre as quais duas na região - RH1 - de estudo. A saber, as estações no Rio Iracema em Linha Jataí (Código 74295000) e no Rio Sargento em Ponte do Sargento (Código 74320000), com dados do período janeiro de 1976 a dezembro de 2002 na primeira, e agosto de 1965 a dezembro de 2002 na segunda.

Como parte dos estudos referentes ao presente Plano, mediante a estimativa dos consumos nas respectivas bacias contribuintes, foram reconstituídas as vazões naturais no Rio Iracema em Linha Jataí e no Rio Sargento em Ponte do Sargento, até dezembro 2015. E, a partir delas, foram determinadas as curvas atuais de permanência das vazões mensais, as quais foram comparadas com aquelas da regionalização do consórcio Engecorps-Tetraplan-Lacaz Martins (SANTA CATARINA, 2006), em uso pela entidade gestora dos recursos hídricos de domínio estadual.

Para a reconstituição das descargas naturais utilizou-se a mesma metodologia adotada pela Engecorps (2006), possibilitando, assim, que os resultados de ambos os processos pudessem ser comparados. As discrepâncias das vazões, quando comparadas com aquelas da mesma permanência na regionalização do consórcio Engecorps-Tetraplan-Lacaz Martins (SANTA CATARINA, 2006) ficaram dentro da margem de diferenças observadas entre as seis estações utilizadas pelo dito consórcio para estabelecer a curva de permanência média regional.

No Gráfico 1 constam as curvas de permanência das vazões mensais reconstituídas apresentadas pelo consórcio Engecorps-Tetraplan-Lacaz Martins (SANTA CATARINA, 2006) com dados até 2002 e as atualizadas no presente estudo, até 2015.

Gráfico 1 - Curvas de permanência das vazões mensais nos períodos de 1976 a 2002 e de 1976 a 2015 para as estações 74295000 e 74320000.



Fonte: ANA (2016) e adaptado de Santa Catarina (2006). Os autores.

2.3.2 Conclusão e recomendações

Os resultados obtidos tanto em termos de atualização das precipitações médias anuais como das curvas de permanência das vazões mensais mostram que a inclusão das informações referentes ao período 2000 a 2015 não mudaria significativamente os resultados obtidos com a regionalização atualmente em uso pelo órgão gestor catarinense.

Salienta-se, entretanto, o fato da regionalização referir-se às vazões médias mensais, sendo que para alguns usuários estas podem ser pouco significativas, sendo mais aconselhável utilizar índices de vazões médias diárias. Neste sentido, pesquisa feita com os registros fluviométricos nas estações Rio Iracema em Linha Jataí (Código 74295000) do período 01/1976 - 02/2016; e no 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.

Por outra parte, tendo em conta as limitações que a espacialização e tamanho das bacias de drenagem das estações utilizadas na regionalização impõem, deve manter-se um esforço permanente no intuito de obter novas séries históricas, suficientemente confiáveis, para aferir e atualizar periodicamente as equações da regionalização de vazões. Neste sentido, é importante ter em conta que em 2015 a Agência Nacional de Águas contratou, mediante edital, um serviço de consultoria para análise de consistência das séries de vazões disponíveis nas suas estações fluviométricas. O contrato finda em julho de 2017. Portanto, é de se esperar que ainda neste ano seja possível contar com as séries consistidas das vazões dos postos fluviométricos existentes na RH1 e outros da região hidrográfica Uruguai. Recomenda-se, desde já, que de posse dos dados consistidos seja efetuado um estudo de regionalização específico para a região catarinense RH1. Entretanto, vale lembrar que as disponibilidades obtidas com equações de regionalização, como as utilizadas atualmente em SC, são compatíveis com estudos de planejamento. Já a obtenção de vazões com finalidade de outorga de direitos de uso, pode requerer de outras metodologias.

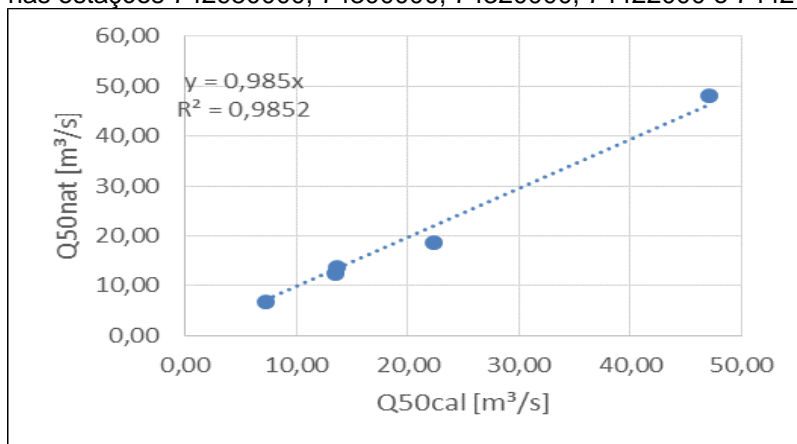
2.4 AVALIAÇÃO DOS RESULTADOS DA REGIONALIZAÇÃO NA RH1

Tendo em conta que, no caso do presente estudo, a regionalização visa, basicamente, a estimativa de vazões de estiagem e que na atualidade há cinco estações fluviométricas existentes na RH1 com, no mínimo 15 anos de observações, estas foram utilizadas para avaliar os resultados da regionalização. As referidas estações são: Linha Jataí no Rio Iracema (74295000), Guatapara de Baixo no Rio da Antas (74300000), Ponte do Sargento no Rio Sargento (74320000), Bandeirante no Rio das Flores (74422000), e Raigão Alto no Rio Peperi-Guaçu (74424500). Para cada uma delas foram reconstituídas as séries de vazões naturais mensais até o ano 2015, conforme explicitado no Item 2.3.1.2 para as estações Ponto do Sargento e Linha Jataí. Posteriormente, com as equações da regionalização foram calculadas as vazões

Q₅₀, Q₉₀ e Q₉₅ e estabelecidas as correlações com as respectivas vazões da mesma permanência, obtidas diretamente das séries de vazões naturais mensais.

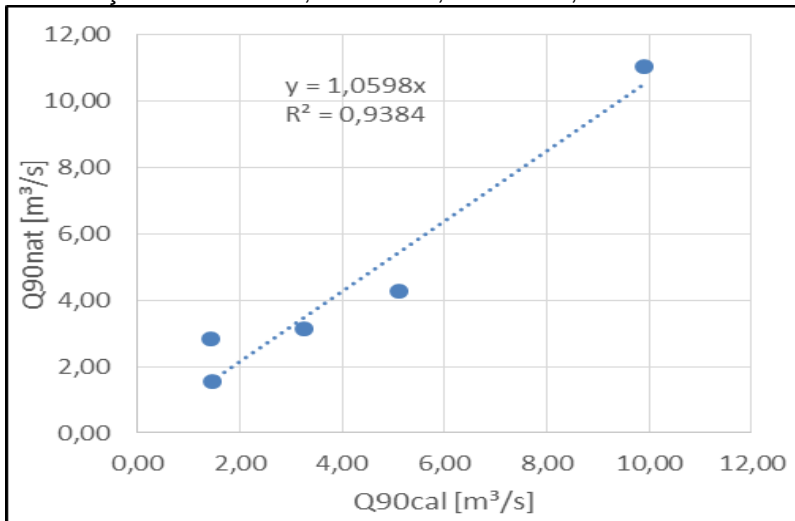
O Gráfico 2, Gráfico 3 e Gráfico 4 apresentam as correlações entre as vazões médias, naturais e calculadas, de 50%, 90% e 95% de permanência, com as respectivas retas de regressão, coeficientes angulares e coeficientes de determinação. Pode observar-se que a dispersão é maior - correlação piora - para o caso das vazões de alta permanência. Isto pode explicar-se, em parte, devido à imprecisão na medida das próprias vazões de estiagem, por um lado, e do maior “erro” percentual na reconstituição das correspondentes vazões naturais, por outro.

Gráfico 2 - Correlações entre as vazões mensais - calculadas e observadas - de 50% de permanência, nas estações 742950000, 743000000, 743200000, 744220000 e 744245000.



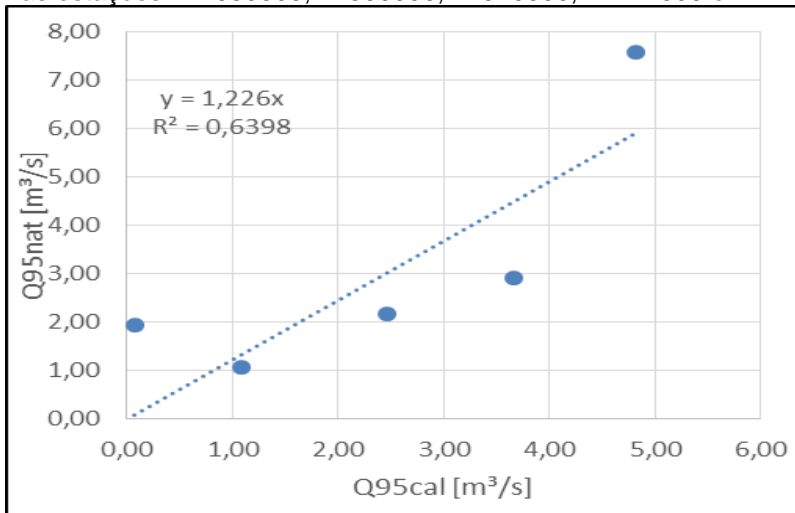
Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 3 - Correlações entre as vazões mensais - calculadas e observadas - de 90% de permanência, nas estações 742950000, 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 4 - Correlações entre as vazões mensais - calculadas e observadas - de 95% de permanência, nas estações 742950000, 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

2.5 ESTACIONARIEDADE

O Plano de Recursos Hídricos da região de estudo implica, em uma das suas etapas de desenvolvimento, na identificação de conflitos por falta de água, tanto no cenário atual como em cenários futuros. Para efeitos de estimativa da disponibilidade projeta-se o futuro assumindo que o comportamento estatístico das séries históricas de vazões é “estacionário”. Ou seja, as características estatísticas são consideradas invariantes no tempo. Por outro lado, a disponibilidade atual, representada no caso

por vazões de permanência alta, também é estimada a partir de séries históricas consideradas estacionárias. Entretanto, existe a possibilidade de as séries não atenderem este suposto o qual pode acontecer devido a: i) variabilidade climática dentro do período da amostra utilizada; ii) mudanças climáticas; iii) modificação do uso do solo; iv) alterações nas características físico-químicas e biológicas da bacia hidrográfica devido a efeitos naturais e antrópicos (TUCCI, 2007 apud BATISTA et al., 2009).

No caso da regionalização em apreço as disponibilidades foram determinadas, aproveitando dados de seis estações fluviométricas, com séries históricas de extensão compreendida entre 29 e 52 anos (SANTA CATARINA, 2005), das quais duas estão inseridas na RH1. Já os cenários de planejamento abrangem horizontes de tempo de até 12 anos.

Embora os períodos acima mencionados caracterizam séries hidrológicas de curta duração, o qual dificulta a identificação de eventual tendência, foi feita uma análise de estacionariedade tomando como referência a série de vazões médias anuais da estação fluviométrica 74320000, do rio Sargento em Ponte do Sargento, por ser a mais extensa disponível na região de estudo e com dados consistidos pela ANA até 2006. De posse das vazões mensais naturalizadas, isto é, reconstituídas conforme explicado no Item 2.3.1.2, estas foram utilizadas para calcular as correspondentes vazões anuais utilizadas para a pesquisa de tendência. Concomitantemente foi efetuada análise similar com as precipitações anuais da estação 2653001 – Campo Erê, considerada representativa na área de contribuição do posto fluviométrico em pauta.

A verificação de estacionariedade baseou-se em três métodos, cujos resultados são apresentados a seguir.

- **Análise de tendência linear nas séries históricas**

Tanto para a série de vazões médias anuais em Ponte do Sargento (74320000), como para a de precipitações anuais em Campo Erê (2653001), foi analisado o comportamento, ao longo do tempo, da variável respectiva com relação à média de longo período. O resultado consta no Gráfico 5 e Gráfico 6.

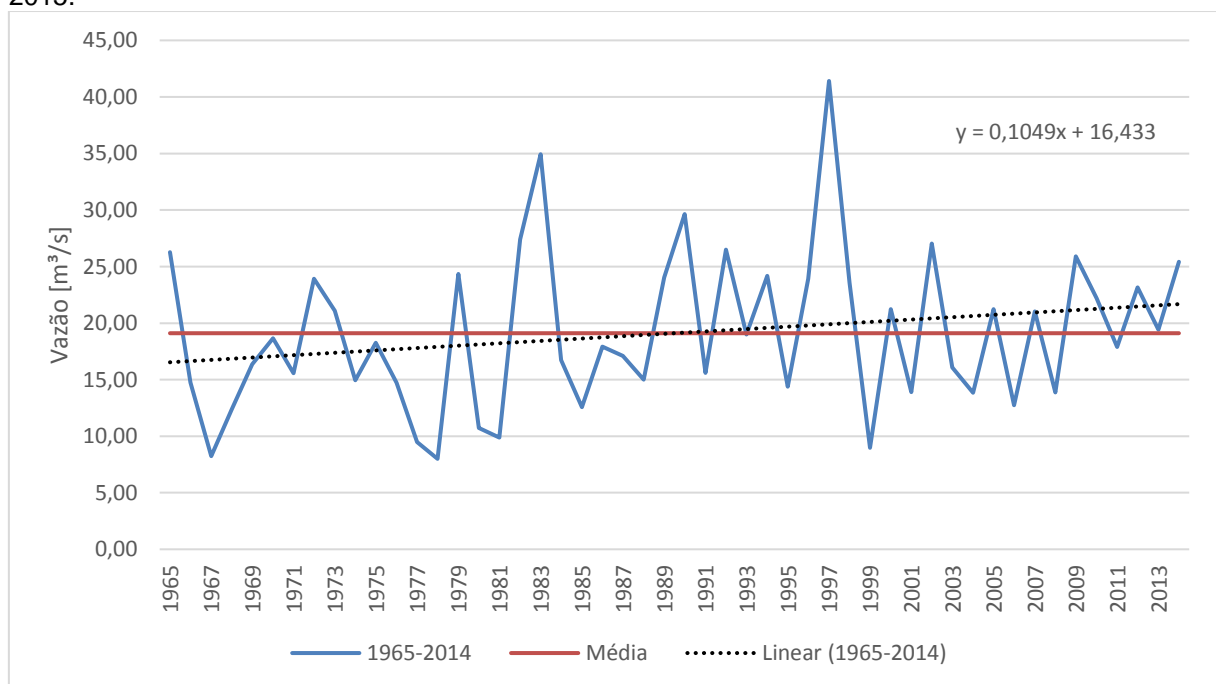
O coeficiente angular das respectivas retas de regressão foi submetido a teste de significância resultando em não serem significativamente diferentes de zero no nível de significância de 5%, que corresponde a um nível de confiança estatística de 95%. Assume-se, assim com este teste, que ambas as séries são estacionárias.

Tabela 3 - Resultados do teste valor-p para as correlações lineares nas estações 74320000 - Ponte do Sargento e 2653001 - Campo Erê, com nível de significância de 5%.

Variável	Estação	Período	a	b	R ²	Valor-p	Tendência
Vazão	74320000	1966-2014	0,105	16,433	0,049	0,121	Não há
Precipitação	2653001	1965-2014	2,903	1896,725	0,010	0,490	Não há

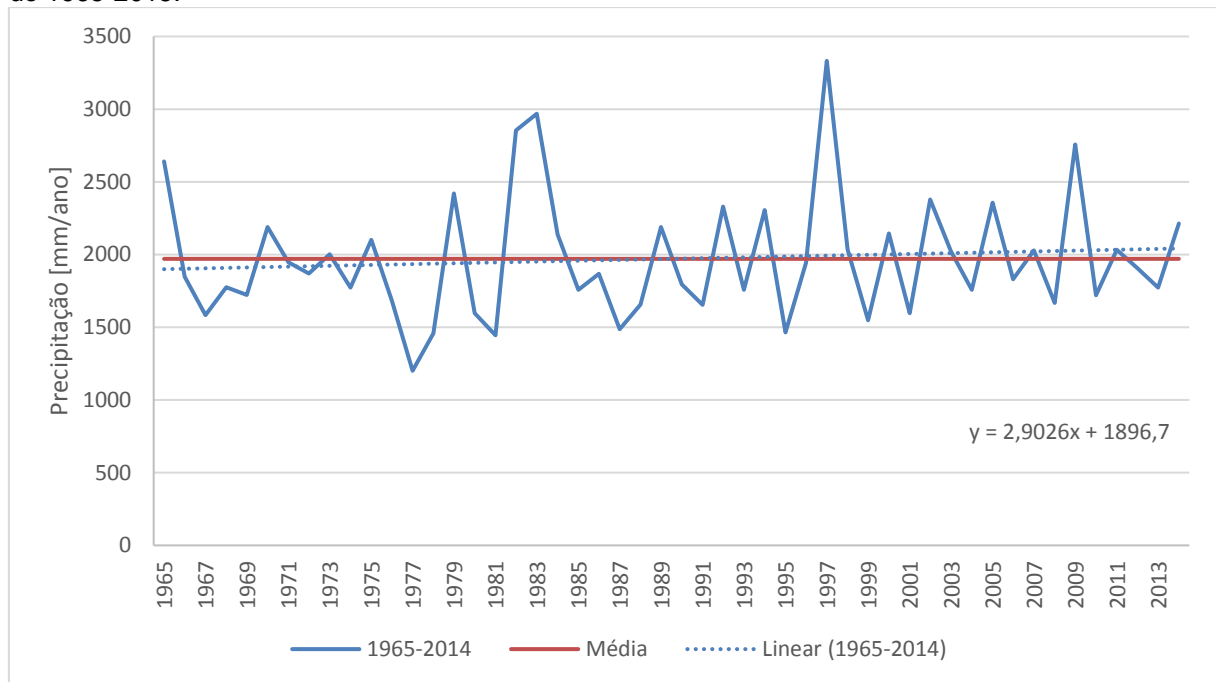
Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 5 - Tendência das vazões médias anuais (anos hidrológicos) da estação 74320000, de 1965-2015.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 6 - Tendência das precipitações anuais (anos hidrológicos) da estação pluviométrica 2653001, de 1965-2015.



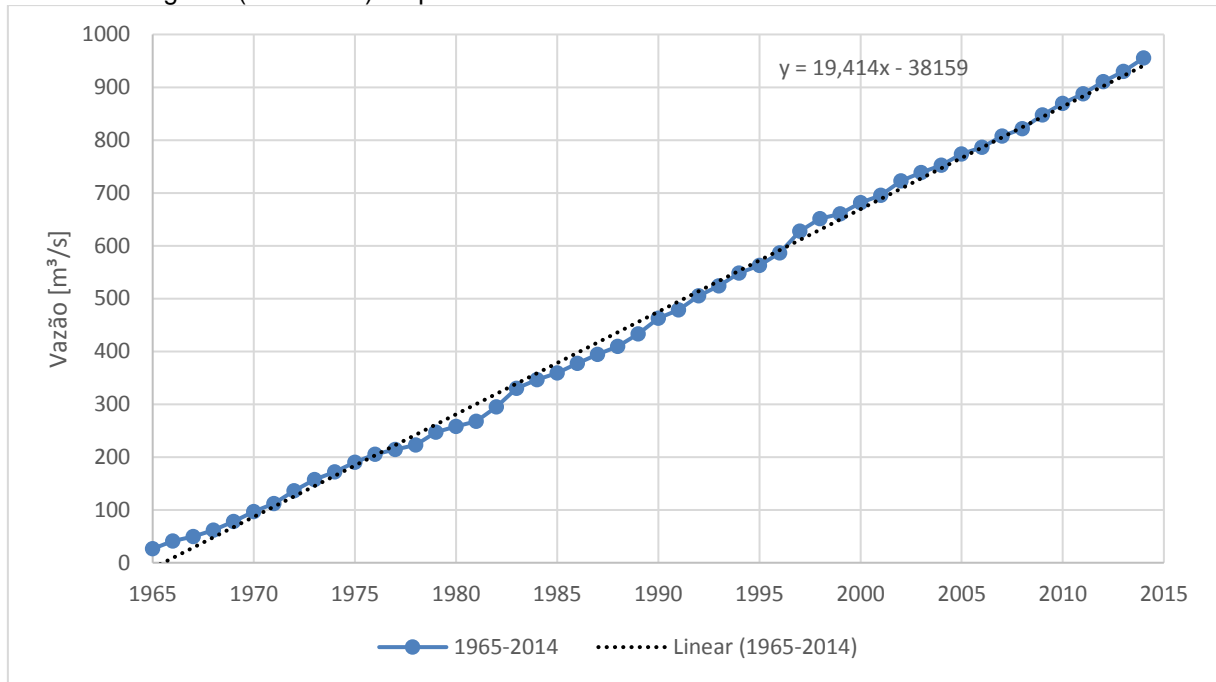
Fonte: ANA (2016). Os autores.

▪ Curva acumulativa das vazões médias anuais em função do tempo

Este método pressupõe que, “em uma série estacionária, a curva acumulativa de vazões de uma estação fluviométrica possa ser ajustada por uma linha de tendência contínua ao longo de todo o período. Uma mudança na declividade da curva faria com que duas retas de tendência possam ser ajustadas, uma para cada período. Essa condição, por sua vez, caracterizaria uma série não estacionária” (DETZEL et al., 2011).

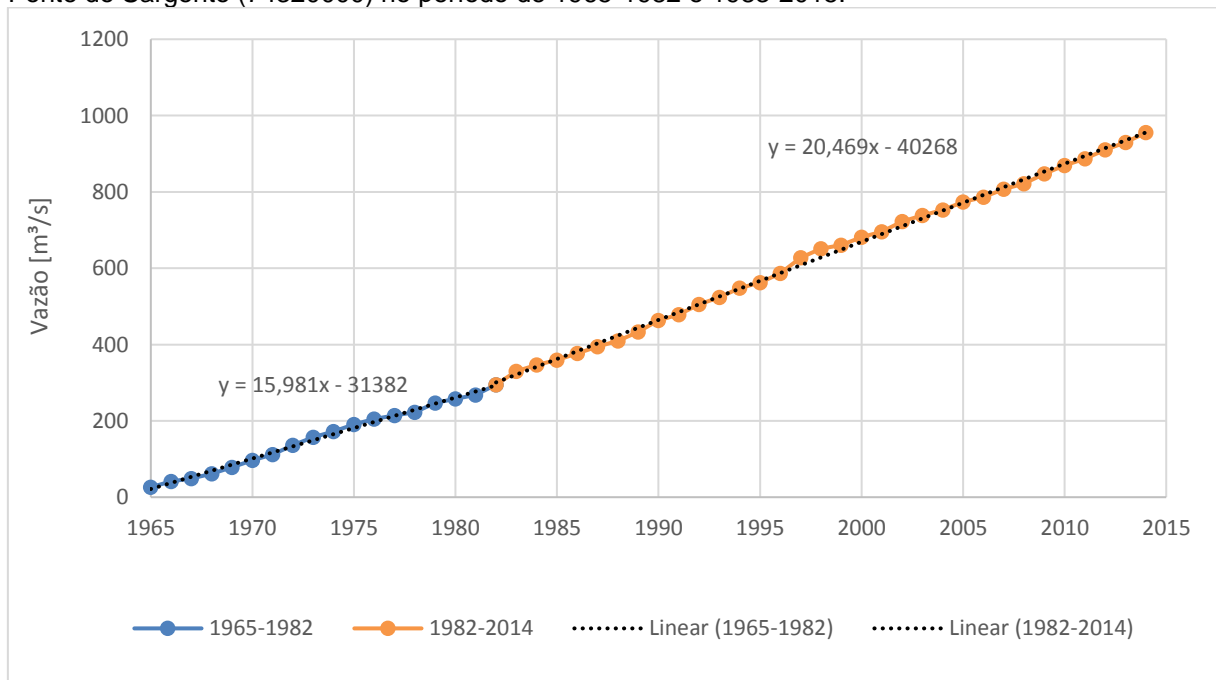
Traçada a curva acumulativa das vazões médias referentes aos anos hidrológicos na estação fluviométrica Ponte do Sargento (74320000), do período 1965 a 2015 – Gráfico 7 e Gráfico 8, observou-se leve quebra de inclinação a partir de 1983, interpretado como indício de não estacionariedade. Já a curva das precipitações anuais na estação pluviométrica Campo Erê (2653001) não apresenta indícios de não Estacionariedade (Gráfico 9).

Gráfico 7 - Curva acumulativa de vazões médias anuais (anos hidrológicos) da estação fluviométrica Ponte do Sargento (74320000) no período de 1965-2015.



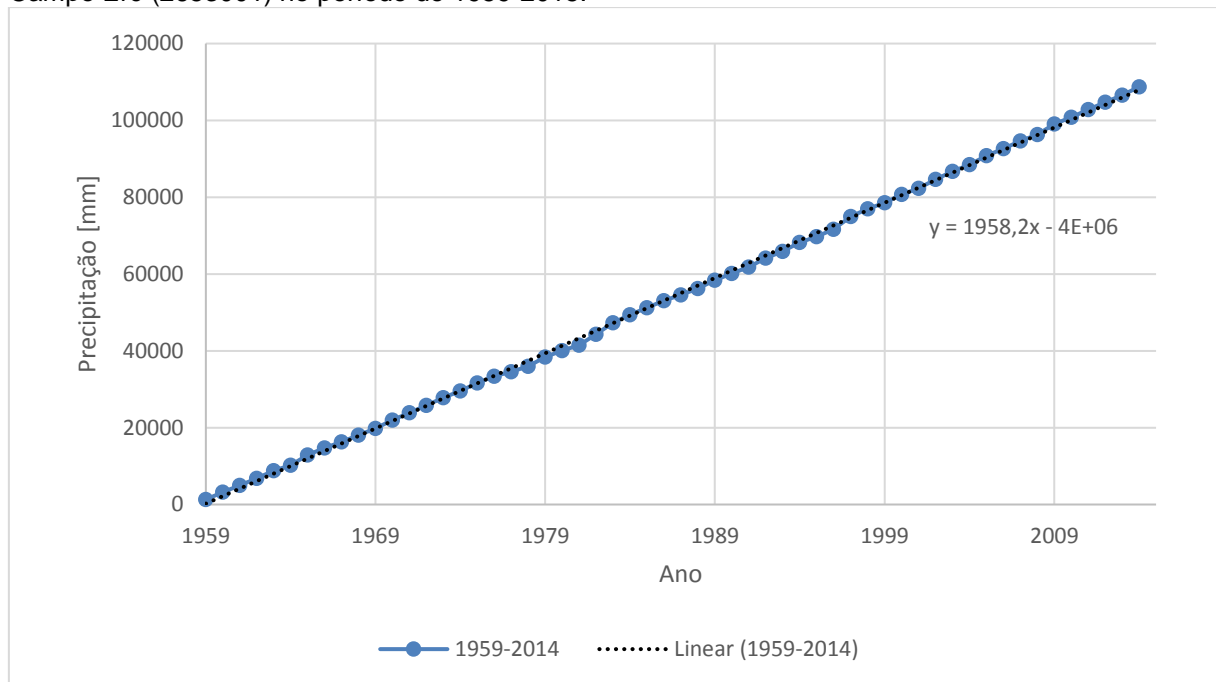
Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 8 - Curva acumulativa de vazões médias anuais (anos hidrológicos) da estação fluviométrica Ponte do Sargento (74320000) no período de 1965-1982 e 1983-2015.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 9 - Curva acumulativa de precipitações anuais (anos hidrológicos) da estação pluviométrica Campo Erê (2653001) no período de 1959-2015.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

▪ Teste t-Student

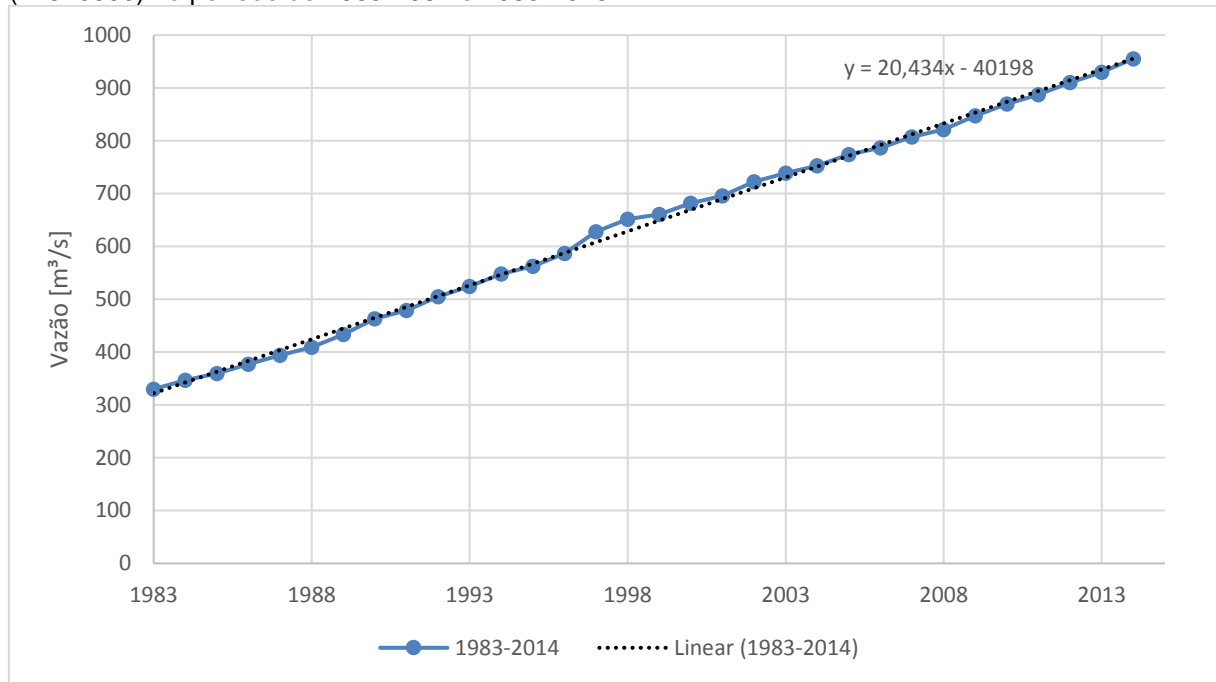
Face à dúvida gerada na aplicação do método da curva acumulativa, foi aplicado o teste t-Student para verificar igualdade estatística das médias dos períodos hidrológicos 1965-1982 e 1983-2015, além dos períodos 1965-1989 e 1990-2015. Tendo em conta que este teste pressupõe normalidade das amostras e que as vazões médias anuais se comportam frequentemente como variáveis aleatórias lognormais, o teste foi aplicado ao logaritmo das vazões.

O teste t-Student aplicado sobre as médias dos períodos mencionados, no nível de confiança 95%, resulta em não estacionariedade para a série. Entretanto, há que salientar que o valor da estatística do teste encontra-se muito próximo ao limiar do valor crítico, o que é um indício fraco de não estacionariedade. O mesmo teste aplicado sobre a série de precipitações anuais com os mesmos períodos mostrou estacionariedade.

A mesma sequência de testes foi feita com as vazões médias e precipitações anuais das estações usadas como referenciais, para o período 1983-2015, a qual, no

nível de significância de 5%, mostrou estacionariedade nas séries. O Gráfico 10 apresenta a curva acumulativa das vazões no período mencionado.

Gráfico 10 - Curva acumulativa de vazões médias anuais da estação fluviométrica Ponte do Sargento (74320000) no período de 1965-1982 e 1983-2015.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Face ao conjunto de resultados anteriores pode assumir-se que não há indícios fortes de não estacionariedade. De fato, além da incerteza inerente aos valores da própria variável analisada, o índice de não estacionariedade representado pela quebra da inclinação na curva das vazões acumuladas a partir de 1983, não tem correspondência na pluviometria. A mudança de declividade deveria estar justificada por outros fatores, podendo-se supor, basicamente, mudanças no uso do solo. Mas tendo em conta a incerteza, o pequeno fator de majoração das vazões que deveria ser adotado, e motivos de segurança hídrica, o cenário base de disponibilidades adotado neste estudo é o que resulta da regionalização em uso no estado de Santa Catarina.

2.6 AVALIAÇÃO QUANTITATIVA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

Com a finalidade de ter uma visão de conjunto das disponibilidades e demandas na região de estudo, abrangendo as nove unidades de gestão propostas para a RH1, foram definidos 20 pontos de referência. Estes pontos foram também utilizados como pontos de controle para efetuar balanços hídricos a partir de dados secundários.

Tendo como base a localização dos referidos 20 pontos, foram obtidas as precipitações médias anuais nas respectivas áreas de drenagem, por meio da metodologia de isoietas. E, de posse das equações da regionalização das vazões mensais, foram obtidas as vazões Q_{MLT} , Q_{50} , Q_{90} , Q_{95} e Q_{98} .

Complementarmente, para uso em itens posteriores, a partir de dados secundários foram efetuadas estimativas das demandas associadas aos 20 pontos de controle. A Tabela 4 apresenta a identificação dos 20 pontos de controle e as correspondentes vazões de permanência. Os resultados mostram que as vazões Q_{50} , Q_{90} , Q_{95} e Q_{98} , correspondem, aproximadamente, a 70%, 16%, 11% e 7% do valor da correspondente Q_{MLT} .

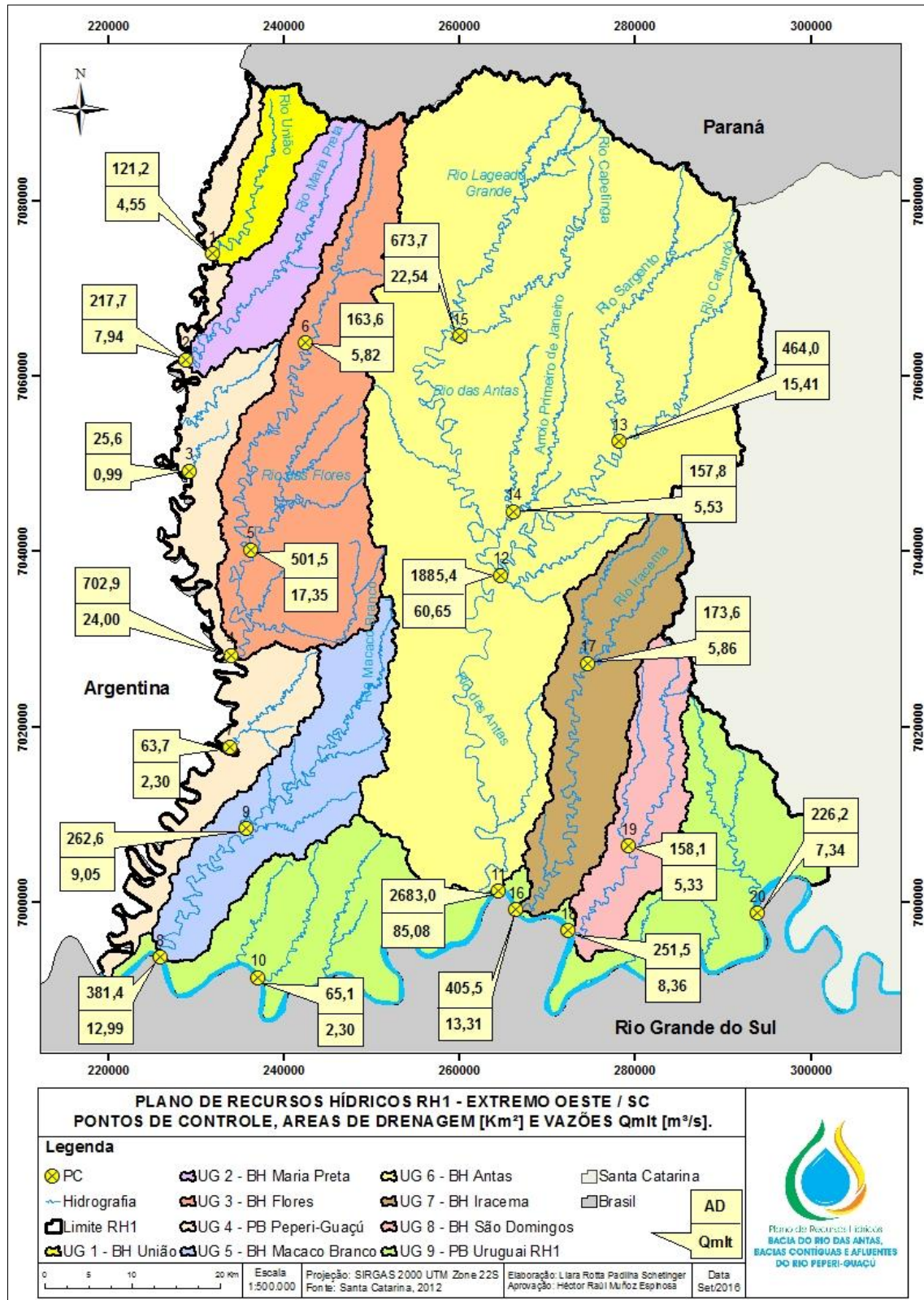
A Mapa 5, Mapa 6 e Mapa 7 apresentam a área de drenagem e a vazão média de longo termo; as vazões mensais de 50% e 90% de permanência; e as vazões mensais de 95% e 98% de permanência, respectivamente, nos mesmos 20 pontos. A Mapa 8 apresenta a distribuição das vazões específicas médias de longo termo na RH1, nas bacias incrementais dos 20 pontos de referência selecionados.

Tabela 4 - Identificação dos pontos de controle (PC), coordenadas cartográficas e vazões.

Identificação do PC					Coordenadas		Vazões [m³/s]				
PC	Município	Curso d'água	UG	AD [Km²]	Latitude	Longitude	Q _{MLT}	Q ₅₀	Q ₉₀	Q ₉₅	Q ₉₈
1	Dionísio Cerqueira	Rio União	1	121,23	231879	7074035	4,55	3,19	0,73	0,50	0,32
2	Guaraciaba	Rio Maria Preta	2	217,72	228926	7061921	7,94	5,56	1,27	0,87	0,56
3	Paraíso	Arroio Erval	4	25,63	229216	7049187	0,99	0,69	0,16	0,11	0,07
4	Bandeirante	Rio das Flores	3	702,88	234056	7028144	23,86	16,70	3,82	2,62	1,67
5	Paraíso	Rio das Flores	3	501,47	236249	7040249	17,41	12,19	2,79	1,92	1,22
6	São José do Cedro	Rio das Flores	3	163,58	242506	7063817	5,82	4,07	0,93	0,64	0,41
7	Santa Helena	Lajeado Belmonte	4	63,74	233836	7017702	2,30	1,61	0,37	0,25	0,16
8	Itapiranga	Rio Macaco Branco	5	381,39	225918	6993665	12,99	9,10	2,08	1,43	0,91
9	Tunápolis	Rio Macaco Branco	5	262,63	235697	7008357	9,05	6,33	1,45	1,00	0,63
10	São João do Oeste	Arroio Fortaleza	9	65,08	237133	6991360	2,30	1,61	0,37	0,25	0,16
11	Mondaí	Rio das Antas	6	2682,99	264526	7001215	84,87	59,41	13,58	9,34	5,94
12	Flor do Sertão	Rio das Antas	6	1885,36	264805	7037305	60,65	42,45	9,70	6,67	4,25
13	Sta. Ter. do Progresso	Rio Sargento	6	463,99	278278	7052562	15,41	10,79	2,47	1,70	1,08
14	Romelândia	Arroio 1º de Janeiro	6	157,76	266182	7044605	5,53	3,87	0,88	0,61	0,39
15	Palma Sola	Rio das Antas	6	673,68	260116	7064647	22,54	15,78	3,61	2,48	1,58
16	Riqueza	Rio Iracema	7	405,49	266444	6999139	13,29	9,30	2,13	1,46	0,93
17	Iraceminha	Rio Iracema	7	173,57	274609	7027227	5,86	4,10	0,94	0,64	0,41
18	Caibí	Rio São Domingos	8	251,53	272405	6996752	8,37	5,86	1,34	0,92	0,59
19	Caibí	Rio São Domingos	8	158,15	279265	7006423	5,33	3,73	0,85	0,59	0,37
20	Palmitos	Lajeado Barra Grande	9	226,24	293948	6998710	7,34	5,14	1,18	0,81	0,51

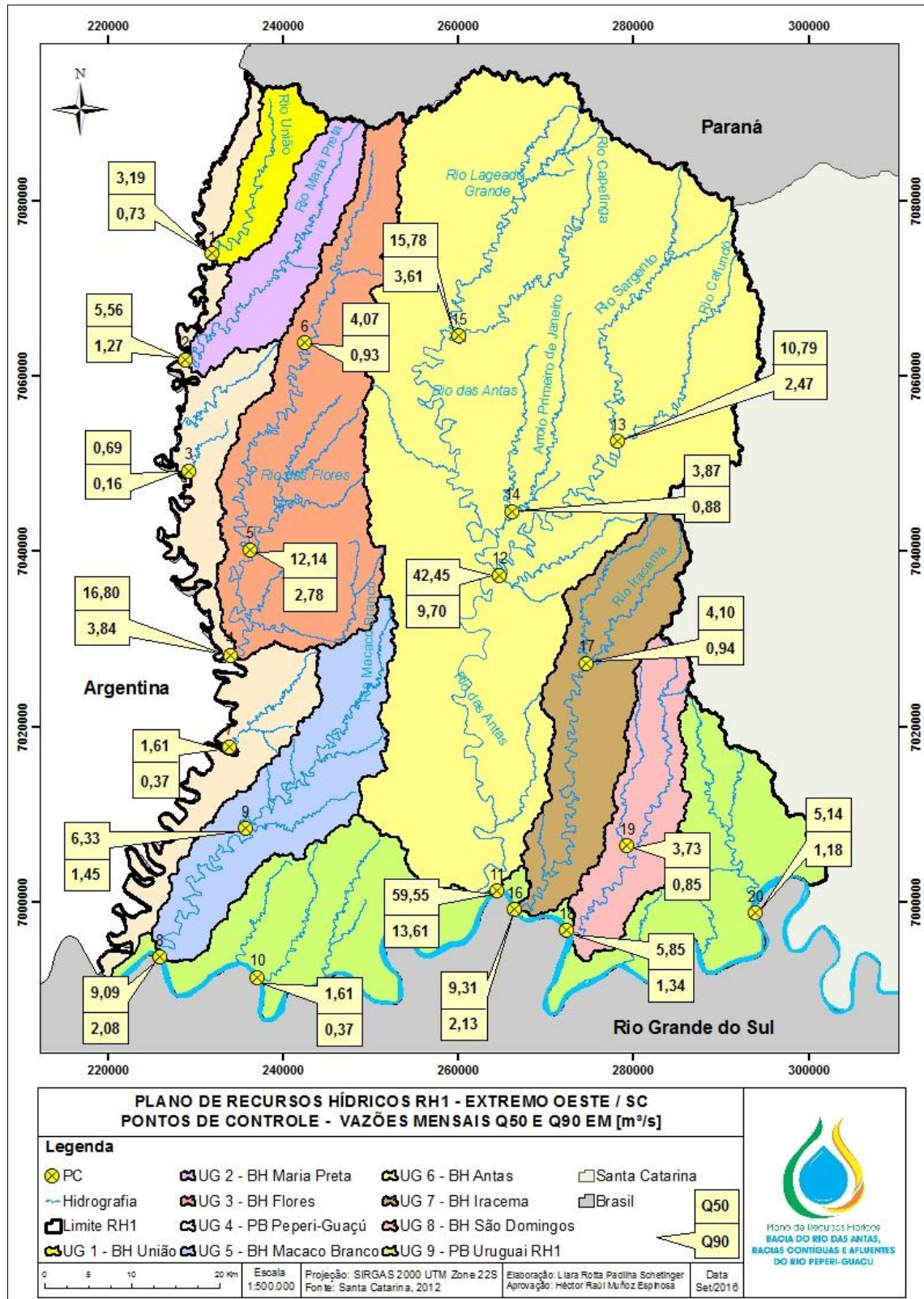
Fonte: Os autores.

Mapa 5 - Áreas de Drenagem [Km²] e Vazões Q_{MLT} [m³/s] em 20 pontos de referência da RH1.



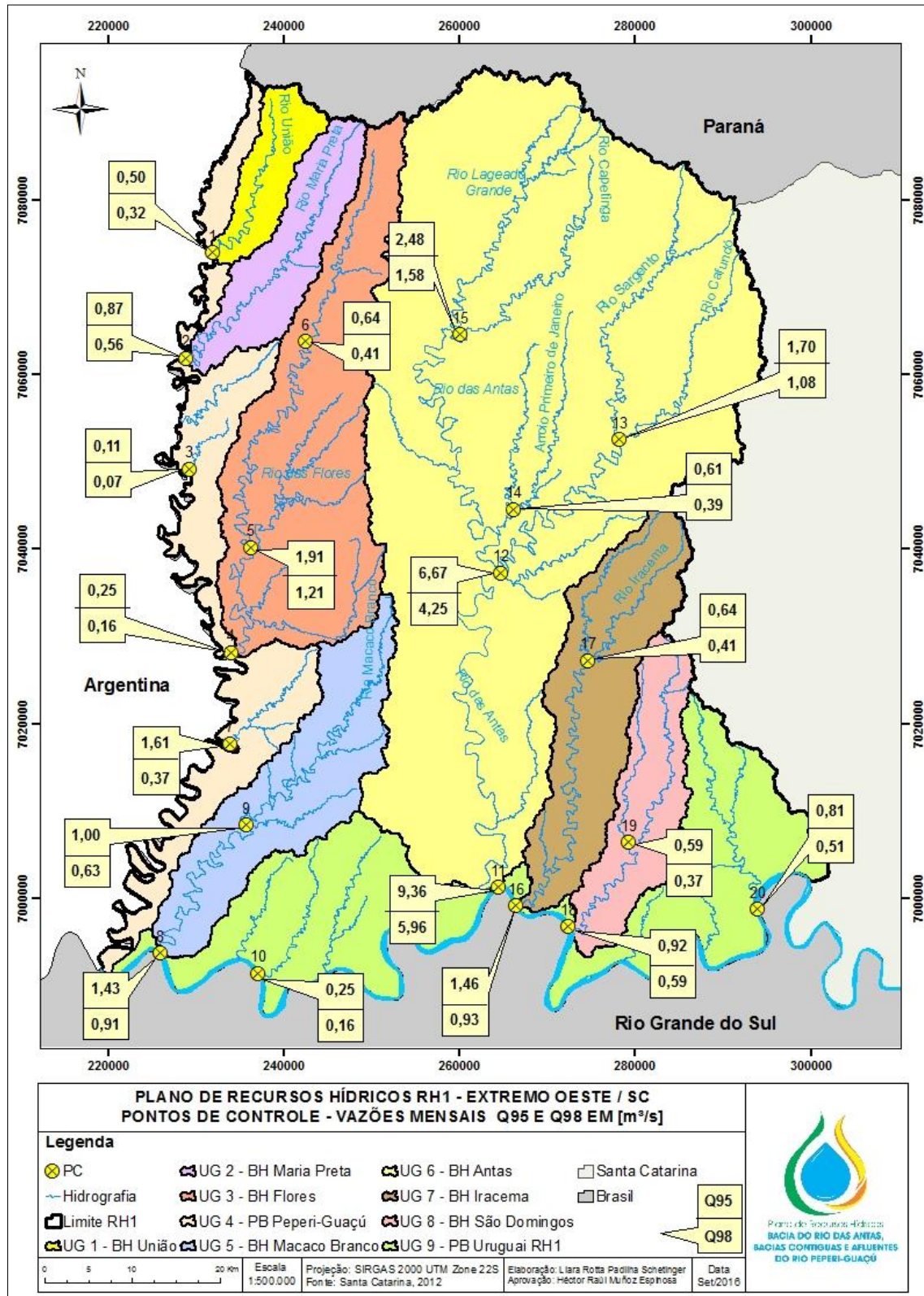
Fonte: Os autores.

Mapa 6 - Vazões mensais de 50% e 90% de permanência em 20 pontos de referência da RH1.



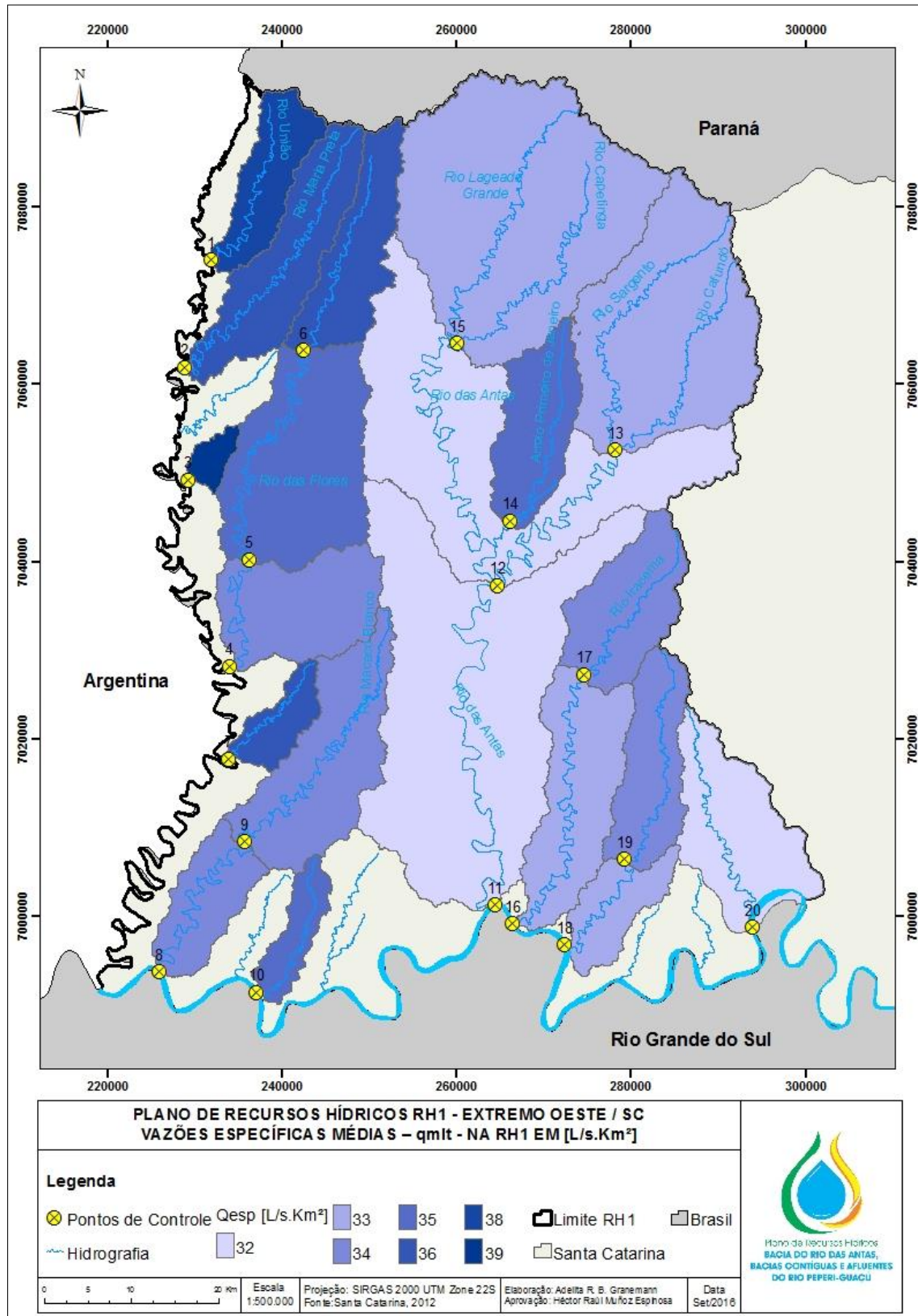
Fonte: Os autores.

Mapa 7 - Vazões mensais de 95% e 98% de permanência em 20 pontos de referência da RH1.



Fonte: Os autores.

Mapa 8 - Vazões específicas médias - Q_{MLT} - na RH1, em [L/s.Km²].



Fonte: Os autores.

2.7 VARIABILIDADE SAZONAL – ESTIAGENS

Conforme estudos anteriores efetuados no estado, a grande maioria dos cursos d'água catarinenses apresenta dois períodos de cheias, que ocorrem na primavera e no final de verão, e dois períodos de vazões mínimas, registrados no início de verão e no outono com prolongamento no inverno (SANTA CATARINA, 2009).

No intuito de verificar a validade da afirmação genérica, acima, neste item são apresentados elementos informativos específicos válidos para a RH1.

2.7.1 Sazonalidade das vazões de estiagens

A partir das séries de vazões mensais reconstituídas das estações fluviométricas Linha Jataí e Ponte do Sargento foram obtidas as respectivas curvas de permanência para cada um dos meses (Tabela 5). Destas curvas foram extraídas as vazões de permanência 90, 95 e 98%. Mediante comparação com as resultantes das curvas do período total de dados foram calculados os coeficientes sazonais apresentados na Tabela 5, a seguir.

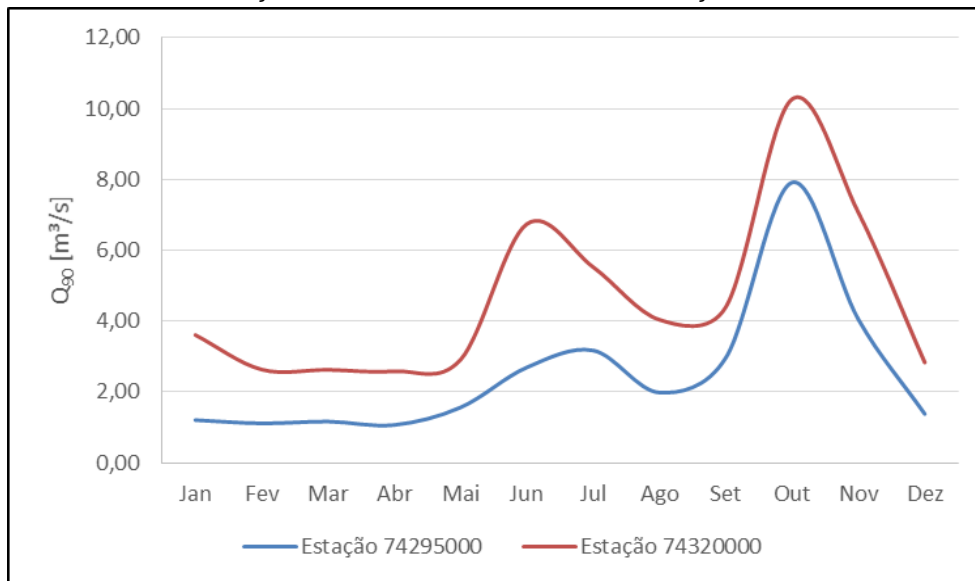
Tabela 5 - Coeficientes sazonais das vazões mensais de 90%, 95% e 98% de permanência.

Código	74295000			74320000		
Nome da estação	Linha Jataí			Ponte do Sargento		
Curso de água	Rio Iracema			Rio Sargento		
Coef. Sazonal	Q₉₀	Q₉₅	Q₉₈	Q₉₀	Q₉₅	Q₉₈
Jan	0,82	0,94	1,24	1,11	1,13	1,26
Fev	0,76	0,71	0,86	0,81	0,85	1,00
Mar	0,80	0,93	0,92	0,80	0,75	0,90
Abr	0,73	0,47	0,55	0,79	0,8	0,19
Mai	1,07	0,98	1,03	0,89	0,79	0,99
Jun	1,84	2,35	1,71	2,07	1,26	0,64
Jul	2,17	2,16	2,06	1,69	2,07	0,48
Ago	1,36	1,56	1,83	1,24	0,97	1,02
Set	2,03	1,18	1,26	1,35	1,27	1,27
Out	5,42	4,42	4,05	3,15	3,98	4,44
Nov	2,77	2,45	3,04	2,17	2,16	0,77
Dez	0,94	1,17	1,18	0,87	1,06	0,64
Anual	1,33	1,08	0,72	3,20	2,26	1,68

Fonte: Os autores.

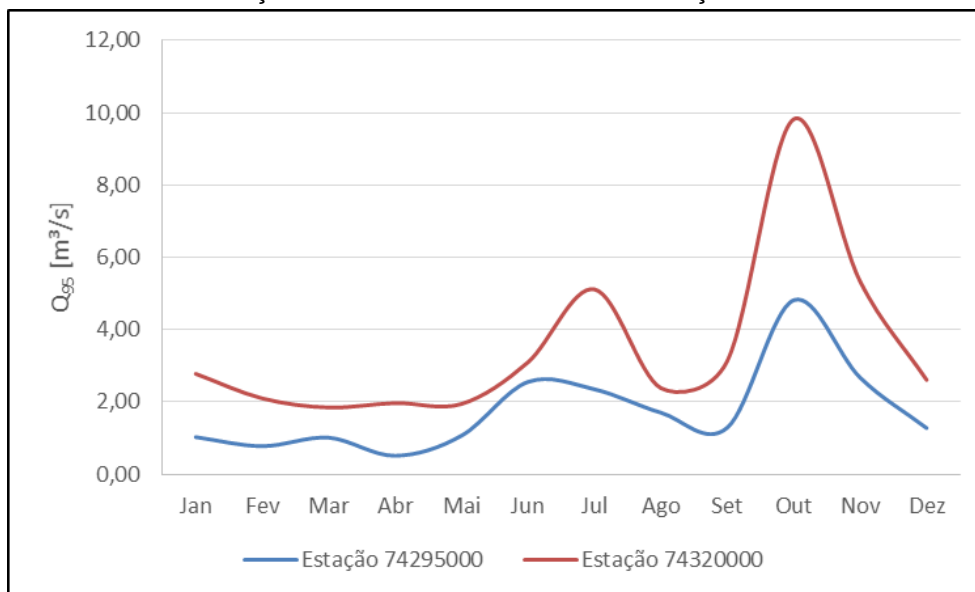
Em geral os meses de outubro e abril apresentam, respectivamente, as vazões máximas e mínimas mensais para as permanências 90%, 95% e 98%. O Gráfico 11, Gráfico 12 e Gráfico 13 apresentam a variação sazonal das vazões Q_{90} , Q_{95} e Q_{98} mensais para as estações Linha Jataí (74295000) e Ponte do Sargento (74320000), respectivamente.

Gráfico 11 - Distribuição sazonal das vazões Q_{90} nas estações 74295000 e 74320000.



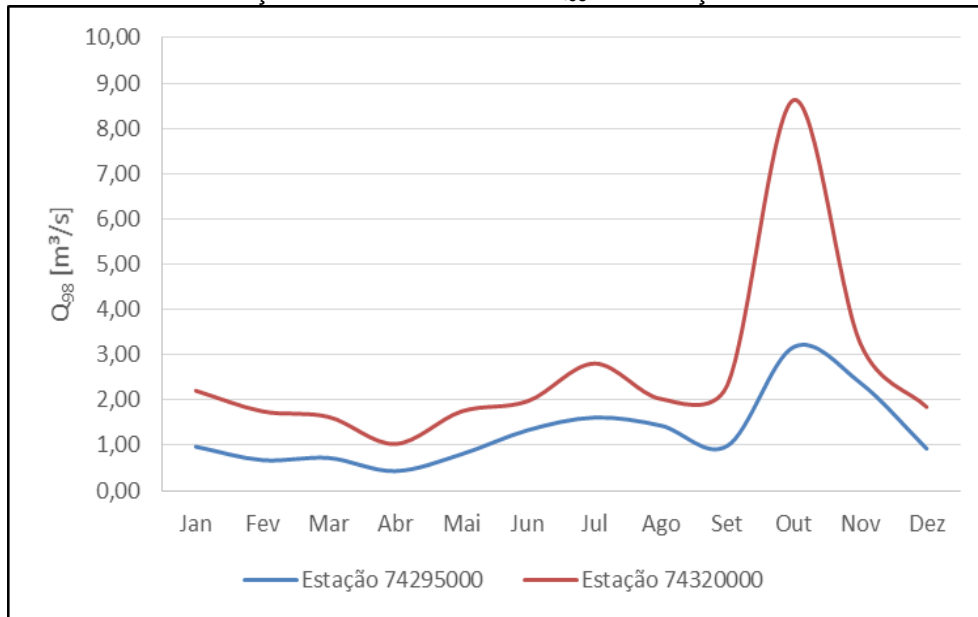
Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 12 - Distribuição sazonal das vazões Q_{95} nas estações 74295000 e 74320000.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

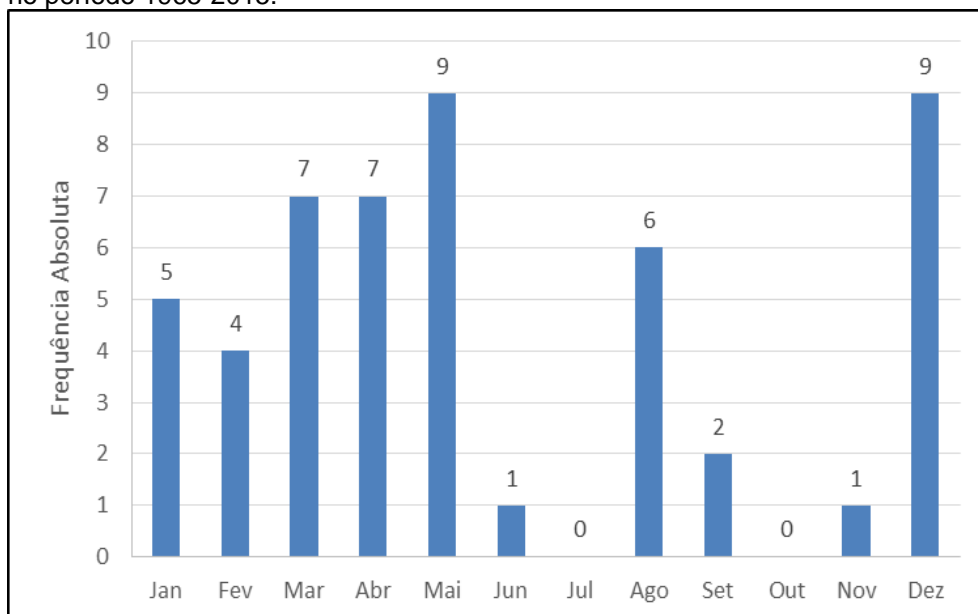
Gráfico 13 - Distribuição sazonal das vazões Q_{98} nas estações 74295000 e 74320000.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Quanto as vazões naturais médias mensais, reconstituídas na estação fluviométrica Ponte do Sargento, foi construído o histograma de frequências da distribuição sazonal dos meses mais secos, ao longo do ano, o qual está apresentado no Gráfico 14 a seguir.

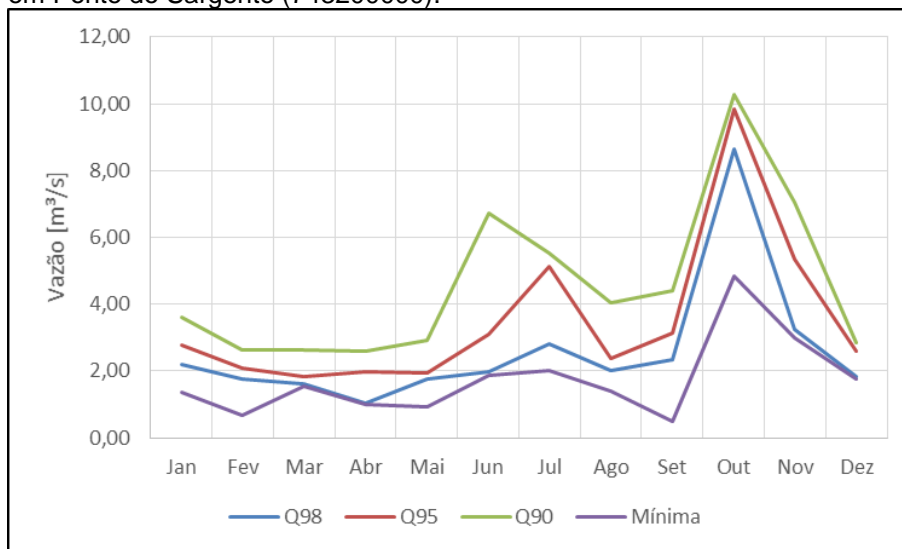
Gráfico 14 - Distribuição da ocorrência de vazões mensais mínimas em Ponte do Sargento (74320000) no período 1965-2015.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

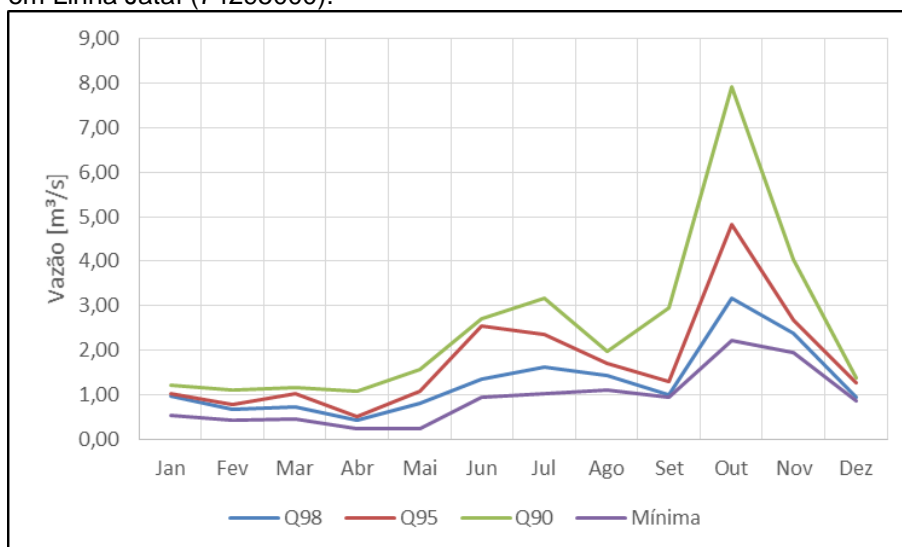
O Gráfico 14 permite identificar o semestre de dezembro a maio como aquele que concentra a maior frequência de meses secos. Esta mesma conclusão obtém-se ao analisar o Gráfico 15 e Gráfico 16, onde são apresentadas as vazões naturais mínimas mensais no período histórico e as respectivas vazões mensais com 90%, 95% e 98% de permanência, nas estações fluviométricas Ponto do Sargento e Linha Jataí, respectivamente.

Gráfico 15 - Vazões mínimas de cada mês e vazões mensais com 90%, 95% e 98% de permanência em Ponte do Sargento (743200000).



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 16 - Vazões mínimas de cada mês e vazões mensais com 90%, 95% e 98% de permanência em Linha Jataí (742950000).



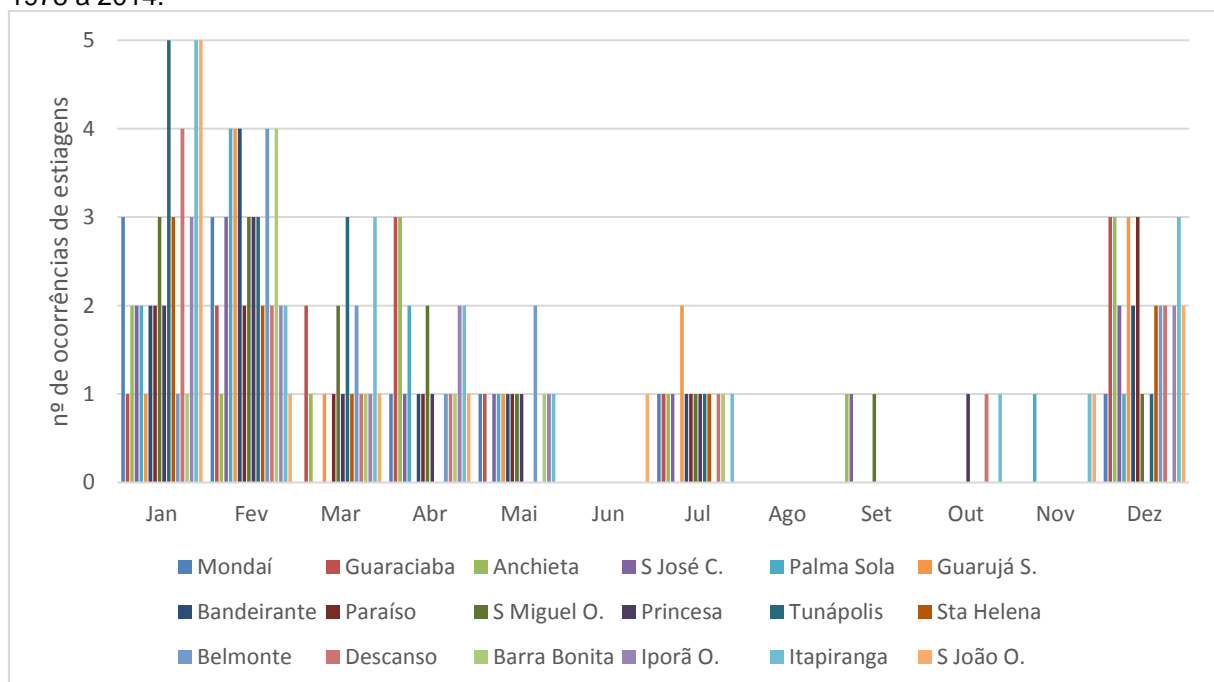
Fonte: ANA (2016). Os autores.

2.7.2 Registro de situações críticas de secas

Os registros históricos de eventos críticos se constituem numa boa referência no intuito de verificar elementos de sazonalidade nos fenômenos hidrometeorológicos extremos. Neste sentido, a partir dos registros de situações de estiagem, da Defesa Civil Regional de São Miguel do Oeste, apresenta-se no Gráfico 16 o número de ocorrência de estiagens, por mês, em 18 municípios da RH1, no período de 1978 a 2014.

O Gráfico 17 corrobora a informação da frequência de ocorrência de mínimas em cada mês, obtida a partir dos dados de vazões reconstituídas das estações RH1 apresentado no Item 2.7.1. O período de secas está concentrado entre os meses de dezembro a maio.

Gráfico 17 - Número de ocorrência de estiagens por mês, em 18 municípios da RH1 no período de 1978 a 2014.

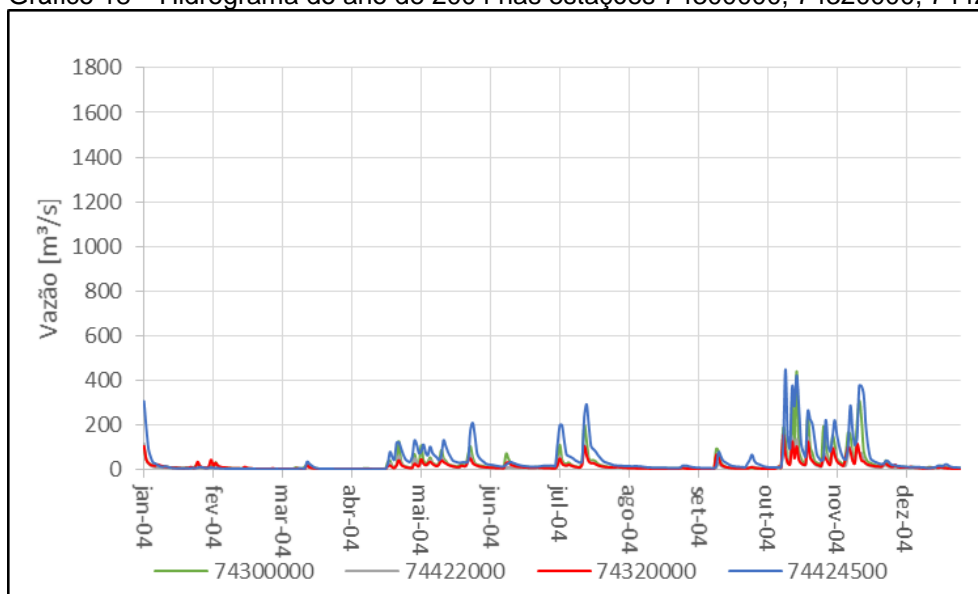


Fonte: Defesa Civil Regional São Miguel do Oeste (2016). Os autores.

Os dados fornecidos pela Defesa Civil, acima mencionados, chamam a atenção para os anos de 2004, 2005 e 2006, em que os 18 municípios registraram ocorrência de estiagem em alguns meses. No ano de 2004, por exemplo, os 18 registros são dos meses de janeiro a abril, o qual é coerente com os hidrogramas apresentados no

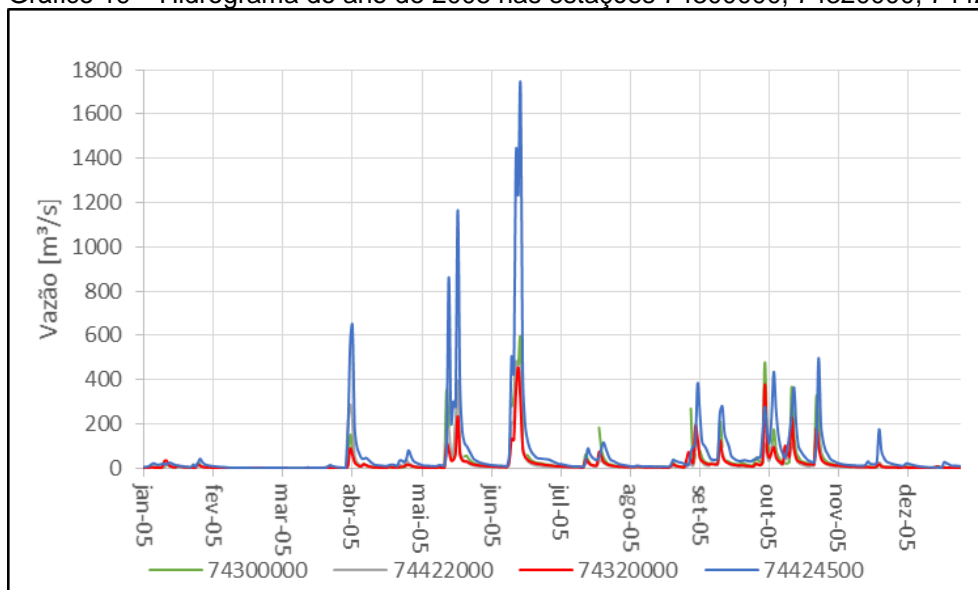
Gráfico 18. Deste total, 11 ocorreram no mês fevereiro. Para o ano de 2005, os 18 registros ocorreram no mês de fevereiro. Segundo os hidrogramas das vazões diárias observadas em 2005 (Gráfico 19) está seca se prolongou até abril. Do total de ocorrências de estiagens no ano de 2006, 12 foram registradas no mês de maio, além de alguns registros em janeiro e maio. Estes eventos podem ser visualizados nos hidrogramas apresentados no Gráfico 20.

Gráfico 18 - Hidrograma do ano de 2004 nas estações 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500.



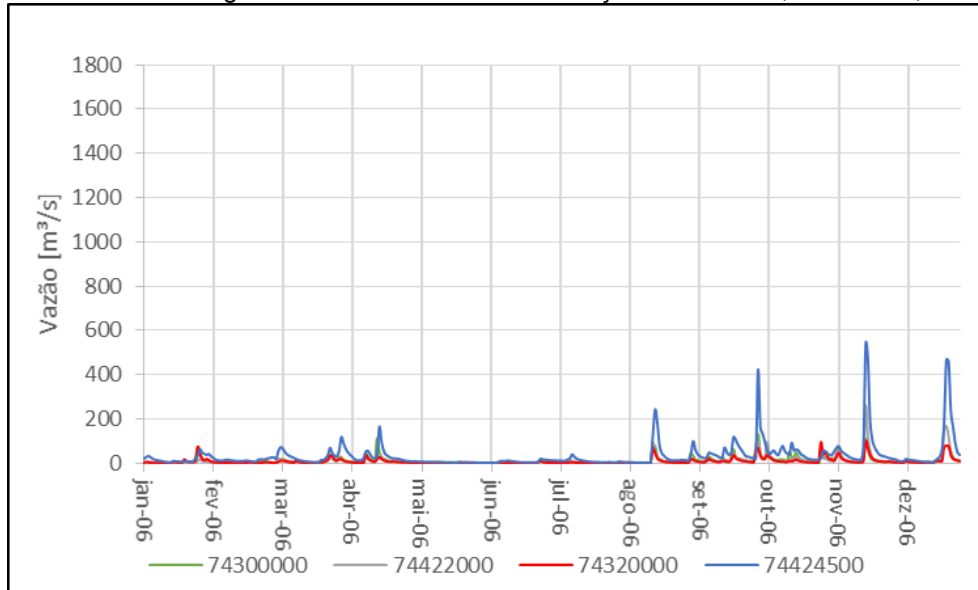
Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 19 - Hidrograma do ano de 2005 nas estações 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 20 - Hidrograma do ano de 2006 nas estações 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

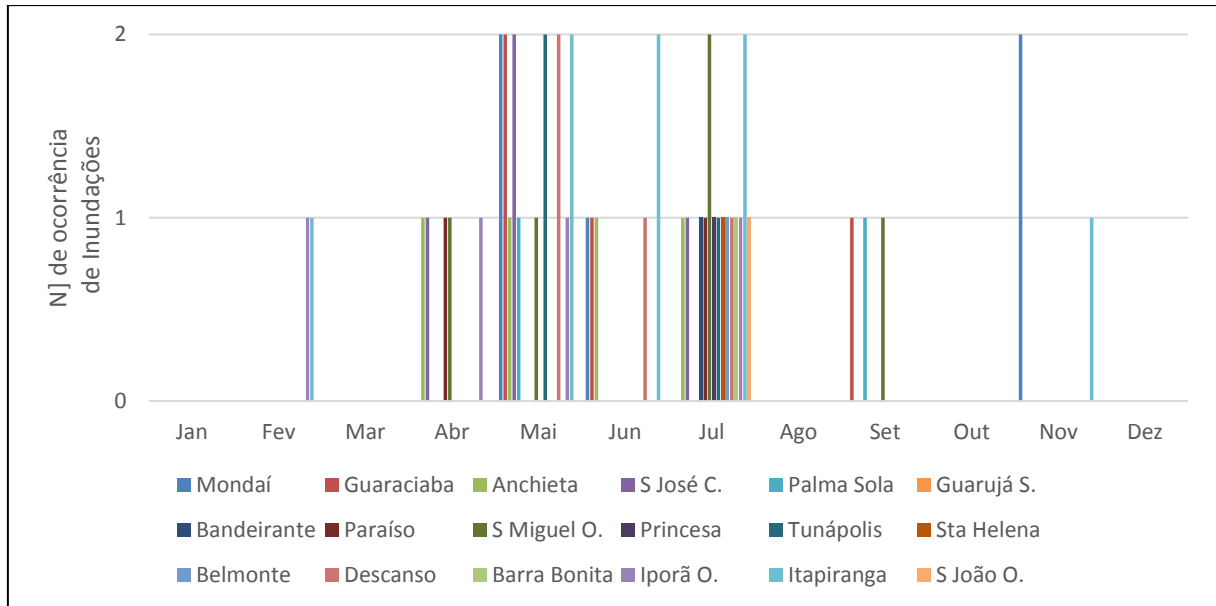
2.8 VARIABILIDADE SAZONAL – ENCHENTES

2.8.1 Registros de situações críticas por cheias

A mesma análise realizada para os registros de secas, pode ser feita para a ocorrência de inundações e enxurradas a partir dos dados da Defesa Civil Regional de São Miguel do Oeste. Estas informações para o período de 1970 a 2015, são apresentadas no Gráfico 21 para inundações e no Gráfico 22 para enxurradas, demonstrando os meses de ocorrência destes eventos em 18 municípios da RH1.

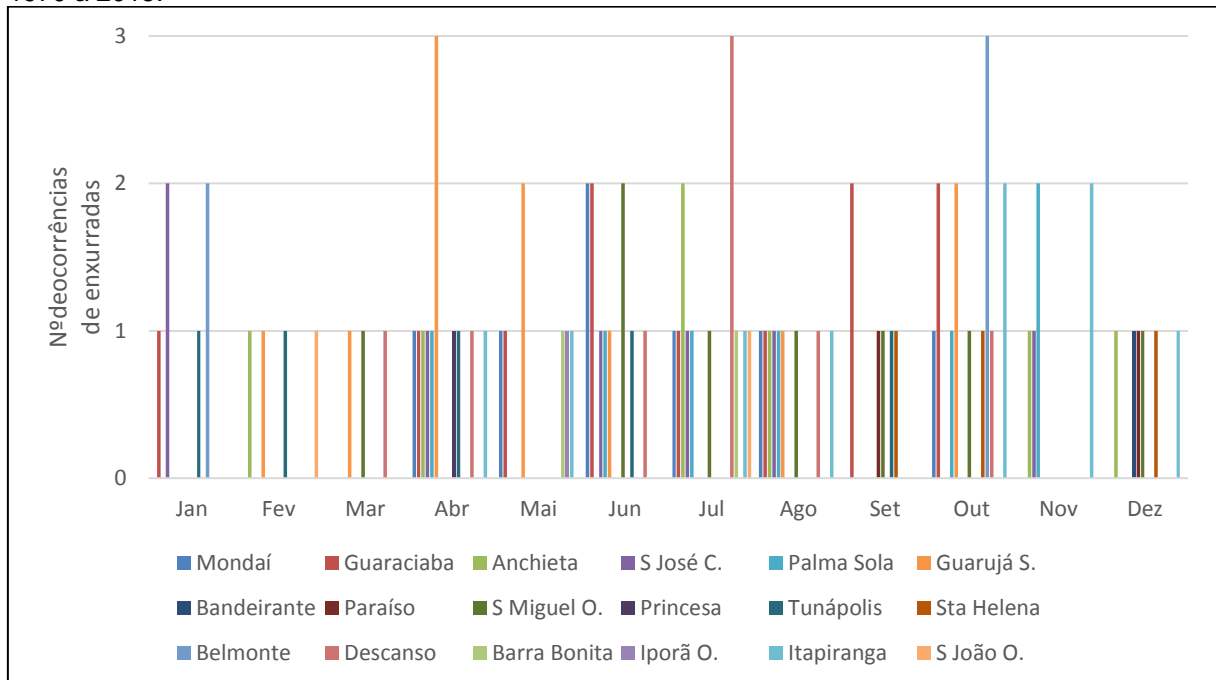
Ao analisar o gráfico apresentado, verifica-se que podem ocorrer cheias em todos os meses do ano, porém, os meses de maior ocorrência de inundações são maio, julho e novembro. As enxurradas ocorreram com maior frequência nos meses de abril, julho e outubro. Abril e maio são meses de transição. Embora, no geral, correspondam ao semestre que, em média, apresenta-se como mais seco, isso não significa que não possam acontecer, mesmo dentro de mês seco, fenômenos hidrometeorológicos com breves períodos de chuvas intensas, originando enxurradas fluviais.

Gráfico 21 - Número de registros de inundações por mês, em 18 municípios da RH1 no período de 1978 a 2015.



Fonte: Defesa Civil Regional São Miguel do Oeste (2016). Os autores.

Gráfico 22 - Número de registros de enxurradas por mês, em 18 municípios da RH1 no período de 1970 a 2015.

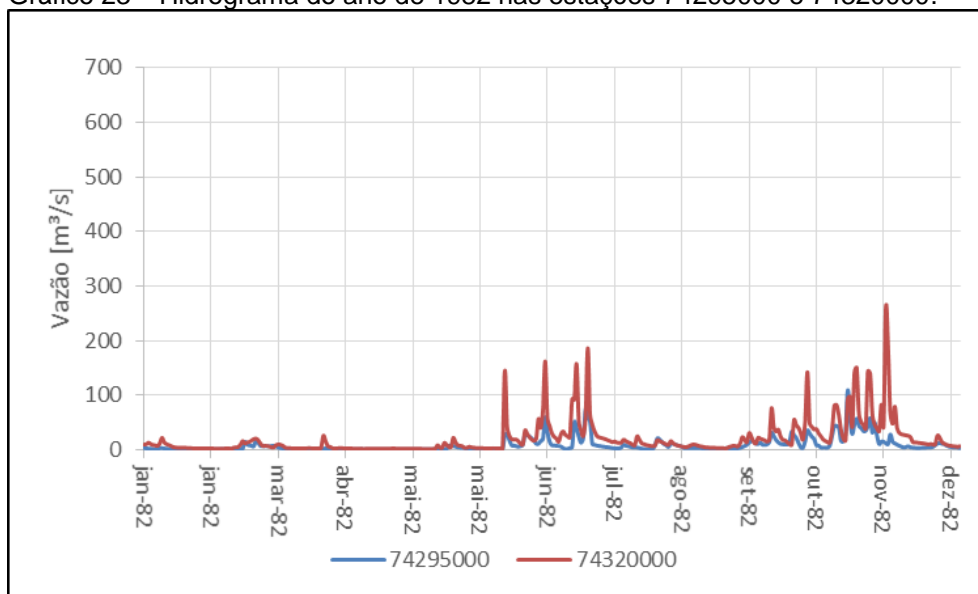


Fonte: Defesa Civil Regional São Miguel do Oeste (2016). Os autores.

Na região RH1, segundo os dados apresentados, o caso mais crítico é o de eventos de enxurradas, o qual é coerente com a morfometria e geologia das bacias e com as características do regime fluviométrico evidenciado nos diversos hidrogramas

apresentados. Alguns eventos de enxurradas se destacam por acometerem diversos municípios. Conforme dados da Defesa Civil Regional de São Miguel do Oeste, 6 municípios registraram enxurradas no ano de 1982 em 1º de junho e 1º de novembro. O Gráfico 23 mostra que, tendo como base os registros fluviométricos nas estações 74295000 e 74320000, picos de altas vazões ocorreram, justamente, entre junho e julho e outubro e novembro do referido ano.

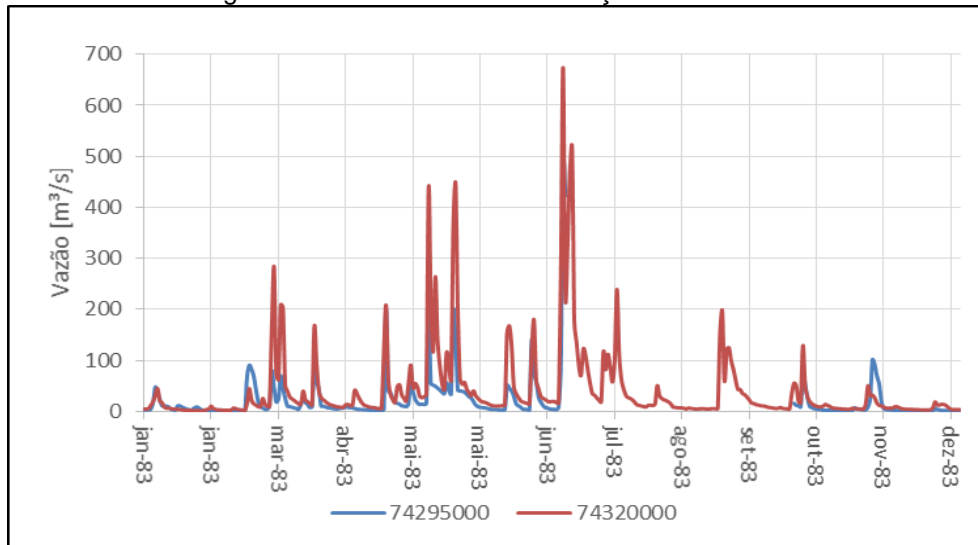
Gráfico 23 - Hidrograma do ano de 1982 nas estações 74295000 e 74320000.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

No mês de maio de 1983, os municípios Mondaí (SC), Guaraciaba (SC), Guarujá do Sul (SC) e Itapiranga (SC) registraram enxurradas, porém no mês de junho do mesmo ano ocorreram picos de vazão maiores, como pode-se verificar no Gráfico 24 e, entretanto, nenhum município registrou danos por enxurrada. Vale, neste sentido, lembrar que as declarações de Situação de Emergência (SE) e de Estado de Calamidade Pública (ECP) não são obrigatórias, mas facilitadoras para obtenção de recursos federais e estaduais, podendo, por este motivo, haver eventos não contabilizados nos registros. Pode ter sido este o caso.

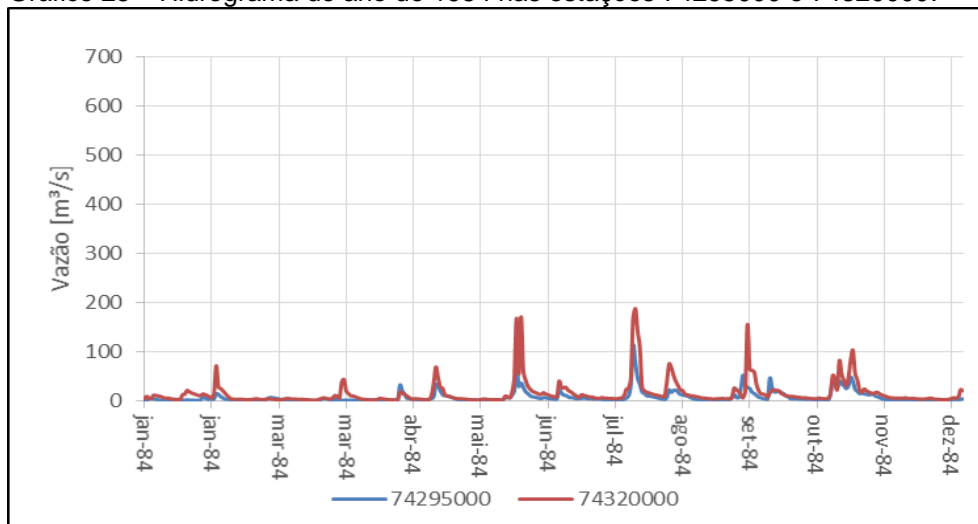
Gráfico 24 - Hidrograma do ano de 1983 nas estações 74295000 e 74320000.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Ocorreram 8 registros de enxurrada no dia 9 de agosto 1984, segundo dados fornecidos pela Defesa Civil de São Miguel do Oeste. Os municípios foram Mondai (SC), Guaraciaba (SC), São José do Cedro (SC), Palma Sola (SC), Guarujá do Sul (SC), São Miguel do Oeste (SC), Descanso (SC) e Itapiranga (SC). A vazão registrada nesta data na estação 74320000, utilizada, no caso, somente como referencial regional, acusa um pronunciado pico de 108 m³/s, como apresentado no Gráfico . É importante salientar que os municípios citados não compõem a área de drenagem da estação 74320000, porém nesta data somente esta estação e a 74295000 encontravam-se em funcionamento na RH1.

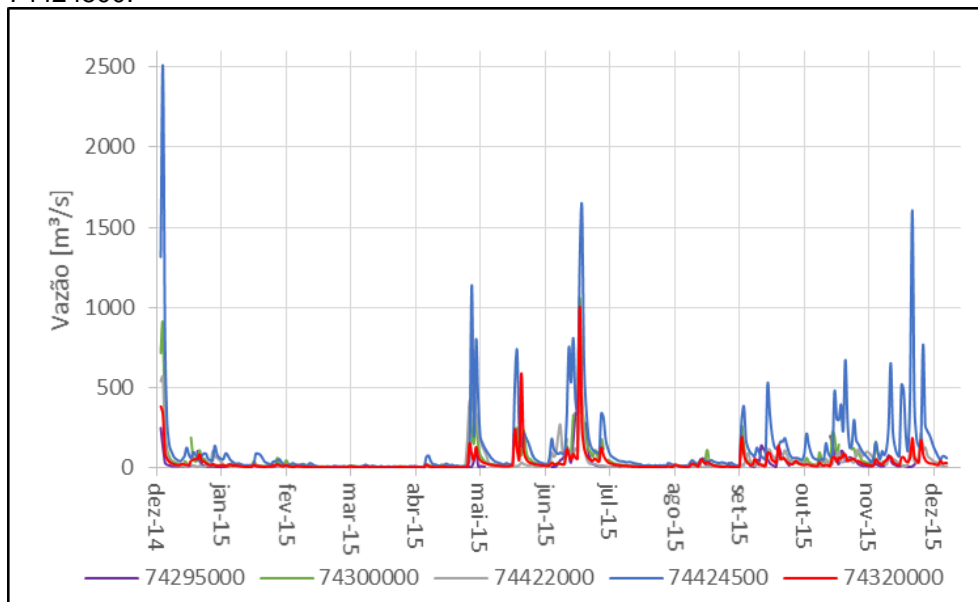
Gráfico 25 - Hidrograma do ano de 1984 nas estações 74295000 e 74320000.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

No ano de 2015, 9 municípios registraram ocorrência de enxurradas nos meses de janeiro, julho e novembro, sendo estes Guaraciaba (SC), Anchieta (SC), São José do Cedro (SC), Palma Sola (SC), Belmonte (SC), Descanso (SC), Barra Bonita (SC), Itapiranga (SC) e São João do Oeste (SC). O hidrograma deste ano, apresentado no Gráfico 25, corrobora esta informação. Sendo que os maiores picos ocorreram em 2 de janeiro ($2.506,3\text{m}^3/\text{s}$), 14 de julho ($1.256,2\text{m}^3/\text{s}$) e 14 de novembro ($672,35\text{m}^3/\text{s}$) na estação 74424500.

Gráfico 25 - Hidrograma do ano de 2015 nas estações 74295000, 74300000, 74320000, 74422000 e 74424500.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

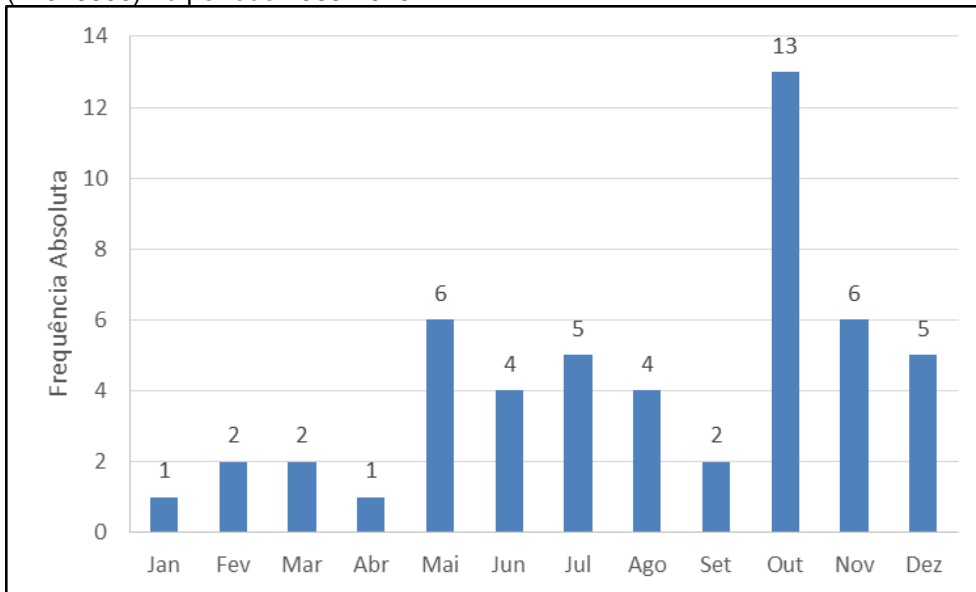
2.8.2 Frequência de vazões máximas anuais

A análise das séries de vazões naturais médias mensais em Ponte do Sargento (74320000) no período 1965 a 2015, permitiu elaborar o histograma da distribuição das máximas vazões médias mensais ao longo do ano, o qual é apresentado no Gráfico 26.

Por outro lado, a partir dos registros da série de vazões diárias observadas na mesma estação fluviométrica (74320000) no período 1966 a 2006 e 2008 a 2015, foram extraídas as vazões diárias máximas anuais. A frequência dos 49 valores

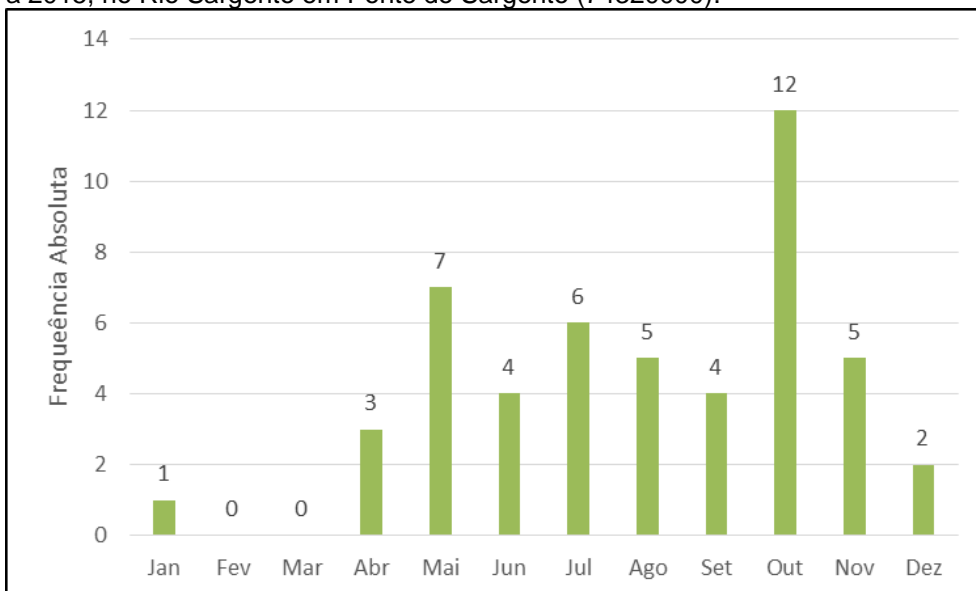
registrados, quanto ao mês no qual aconteceram os referidos máximos está apresentada no Gráfico 27.

Gráfico 26 - Ocorrência de vazões mensais máximas no Rio Sargento em Ponte do Sargento (74320000) no período 1965-2015.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 27 - Ocorrência de vazões diárias máximas anuais nos meses dos anos de 1966 a 2006 e 2008 a 2015, no Rio Sargento em Ponte do Sargento (74320000).



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Ambos os histogramas mostram uma concentração de ocorrências no mês de outubro, com 24,5% das cheias máximas anuais registradas na estação fluviométrica

e 25,5% das vazões máximas mensais. O período que abrange os meses de dezembro a abril é claramente o de menor incidência dos picos diários máximos anuais tendo como referência o ano civil. Destacam-se os meses de fevereiro e março, nos quais a frequência observada ao longo dos 49 anos de dados foi nula. Já em termos de médias mensais a menor incidência de vazões máximas acontece no período janeiro a abril.

Os registros diários, na estação fluviométrica em pauta, mostram que os valores das vazões diárias máximas, nos anos hidrológicos compreendidos no período 1966 a 2015 oscilaram entre 80,5 m³/s (jul/1978) e 1.002 m³/s (jul/2015). A análise de frequência, feita considerando os anos hidrológicos, para garantir independência entre os eventos, mostra que o pico da enchente acontecida em julho de 2015 correspondeu a um evento crítico extraordinário, de aproximadamente 160 anos de recorrência. A enchente centenária é da ordem de 900 m³/s e aquela que acontece, em média, a cada 2 anos é da ordem de 330 m³/s. Estes valores implicam em vazões específicas muito altas e sempre se apresentam com um tempo de resposta muito rápido em relação ao evento pluviométrico causador.

2.9 REDE HIDROMETEOROLÓGICA NA REGIÃO

2.9.1 Situação atual

A avaliação das disponibilidades hídricas depende da qualidade da rede de monitoramento existente na região, da qual resultam as séries históricas de dados hidrometeorológicos disponíveis.

Conforme consta no Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos, através da Hidroweb administrada pela Agência Nacional de Águas – ANA, na região de estudo – RH1 de Santa Catarina- na atualidade existem 12 estações pluviométricas e 5 estações fluviométricas (Tabela 6) em operação.

Tabela 6 - Estações fluviométricas atualmente em operação na RH1.

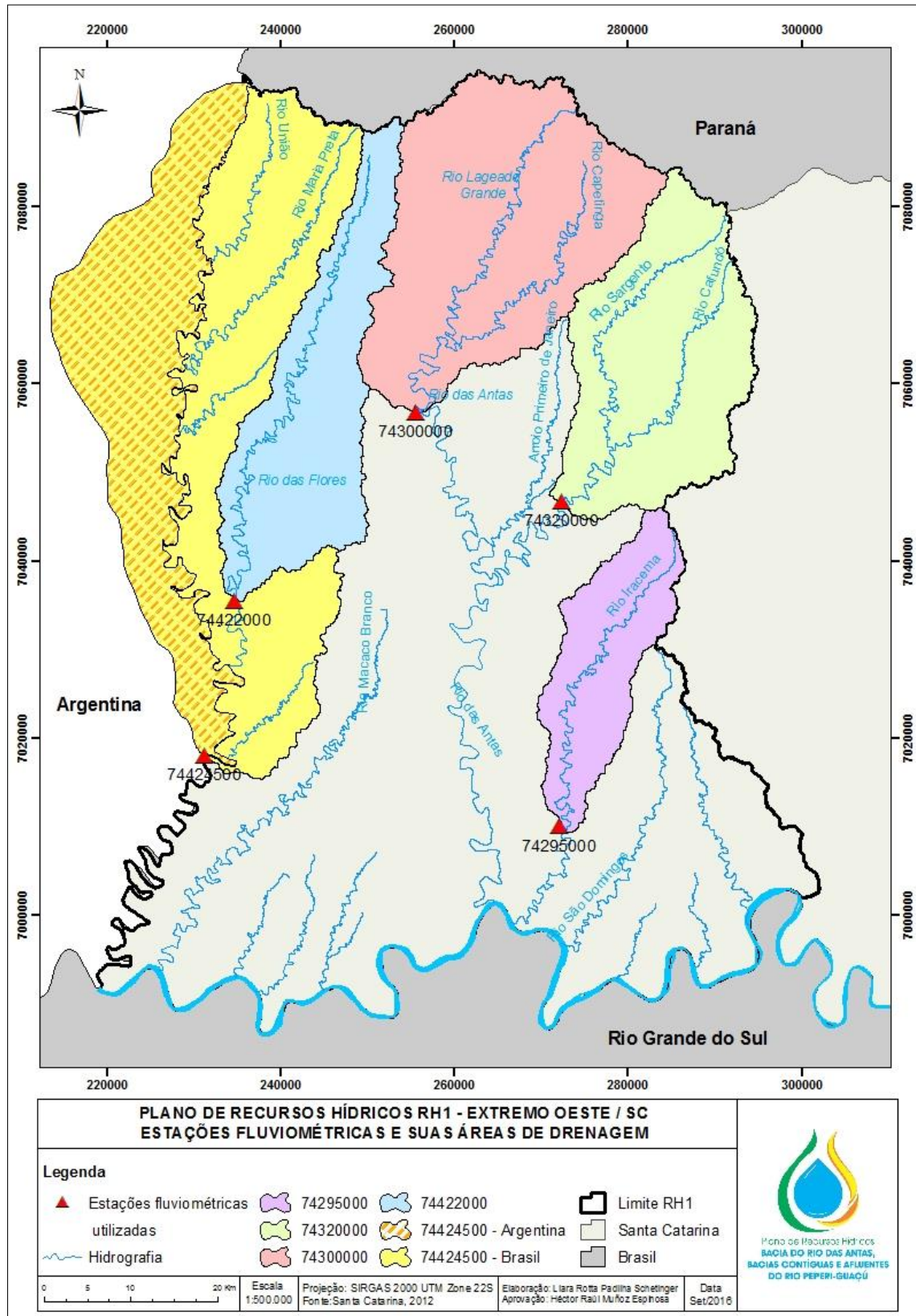
Código	Nome da estação	Curso d'água	Município	Lat.	Long.	AD [km ²]	Período de dados	
							Início	Fim
74295000	Linha Jataí	Rio Iracema	Mondaí	272211	7009965	299,6	Jan/76	Fev/16
74300000	Guatapara de Baixo	Rio das Antas	Guaraciaba	255589	7056788	813,5	Mai/00	Nov/15
74320000	Ponte do Sargento	Rio Sargento	Romelândia	272463	7046671	608,6	Jul/65	Fev/16
74422000	Bandeirante	Rio das Flores	Bandeirante	234655	7035436	521,4	Mai/00	Jan/16
74424500	Raigão Alto	Rio Peperi-Guaçu	Tunápolis	231245	7018023	2093,1	Ago/00	Jan/16

Fonte: Os autores.

O Mapa 9 apresenta a localização das estações fluviométricas atualmente em operação. Salienta-se que do conjunto total, as séries de dados de cinco estações pluviométricas e três estações fluviométricas não foram utilizadas no estudo de regionalização (Santa Catarina, 2006) pelo fato de serem relativamente recentes.

As estações fluviométricas mais antigas são as do Rio Sargento em Ponte do Sargento (Código 74320000) e a do Rio Iracema em Linha Jataí (Código 74295000), com dados desde julho 1965 e janeiro 1976, respectivamente. Todas as outras três estações tiveram o início das medições no ano 2000.

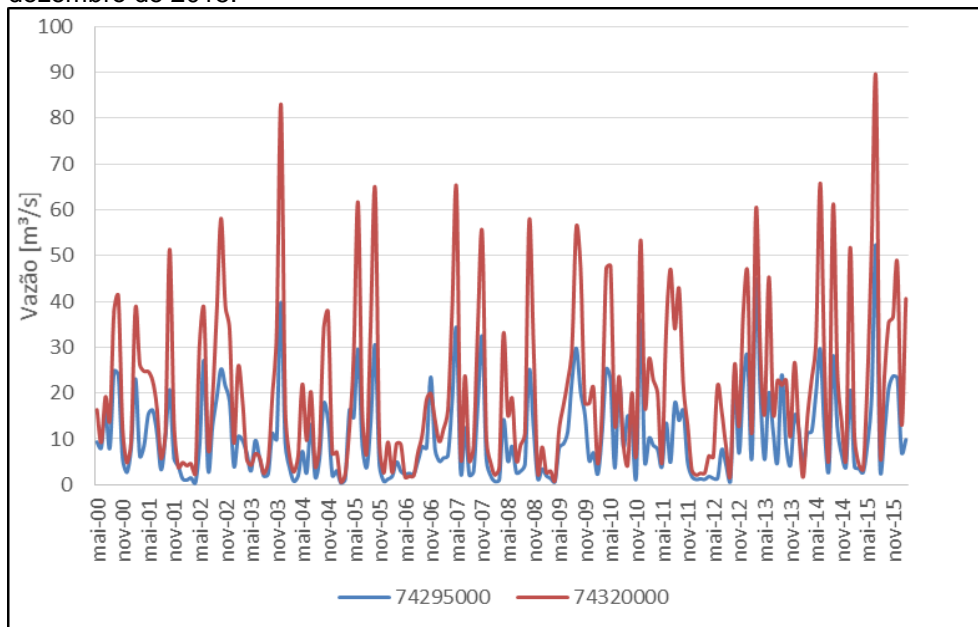
Mapa 9 - Localização das estações fluviométricas na RH1.



Fonte: Os autores.

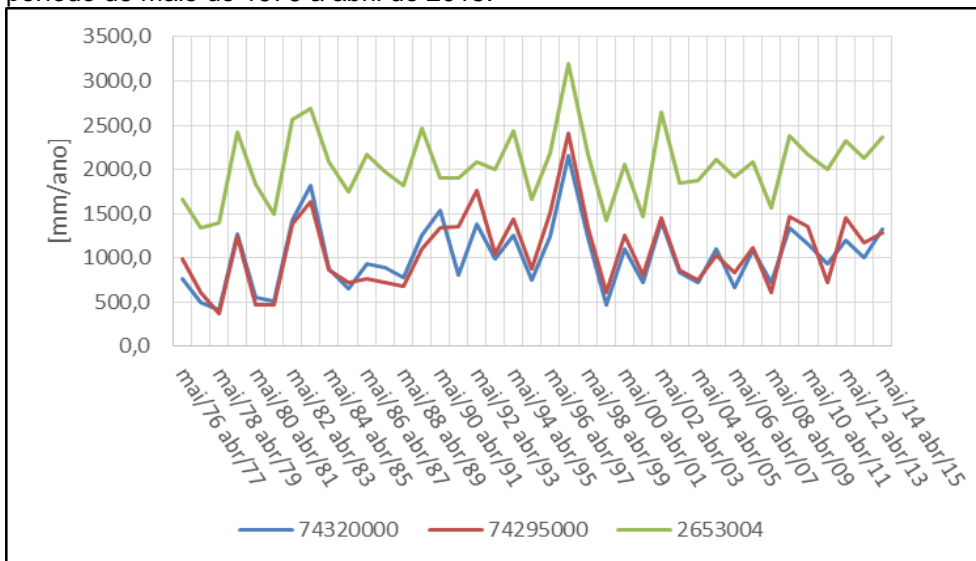
O Gráfico 28 apresenta a série de vazões mensais reconstituídas das 2 estações utilizadas na regionalização atualmente em uso pelo estado (74295000 e 74320000) no período 2000 a 2015, localizadas nos municípios de Mondaí (SC) e Romelândia (SC), respectivamente. E no Gráfico , para as mesmas estações fluviométricas, apresentam-se os escoamentos anuais em conjunto com os dados de precipitação do posto 2653004, escolhido por localizar-se no município de Romelândia, próximo as duas estações fluviométricas.

Gráfico 28 - Vazões mensais nas estações 74295000 e 74320000 no período de maio de 2000 a dezembro de 2015.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 30 - Escoamentos nas estações 74295000 e 74320000 e precipitação no posto 2653004, no período de maio de 1976 a abril de 2015.



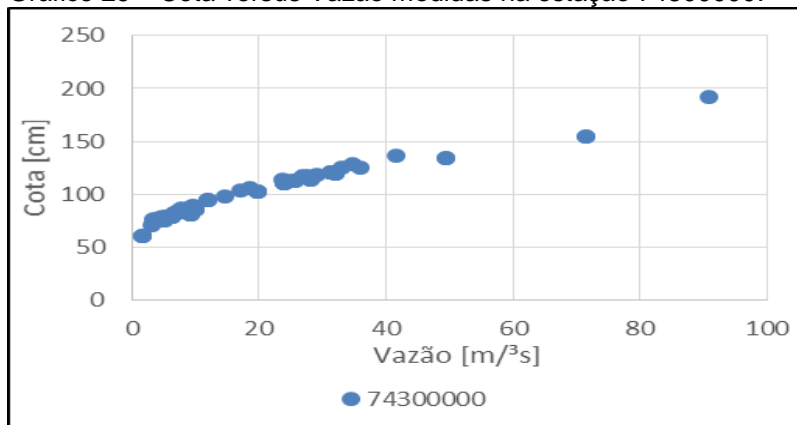
Fonte: ANA (2016). Os autores.

Em todas as cinco estações fluviométricas da ANA, em funcionamento na região, são efetuadas, também, semestralmente, medições de parâmetros de qualidade da água. E na estação 74320000, no Rio do Sargento, é medida a concentração de sólidos em suspensão.

No referente às *novas* estações 74300000 - Guatapara de Baixo, no Rio das Antas; 74422000 - Antas; 74422000 -Bandeirantes, no Rio das Flores e 74424500 - Raigão Alto, no Rio Peperi-Guaçu, a representação gráfica dos pares ordenados “cota x vazão” medidos, que constam no que constam no hidroweb da ANA, mostram tendência bem definida, conforme pode observar-se no observar-se no Gráfico 29, Fonte: ANA (2016). Os autores.

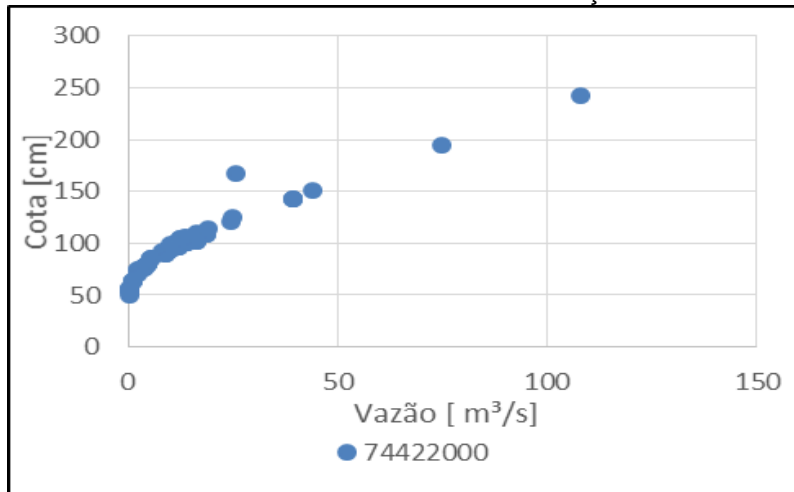
Gráfico 30 e Gráfico 31.

Gráfico 29 - Cota versus Vazão medidas na estação 74300000.



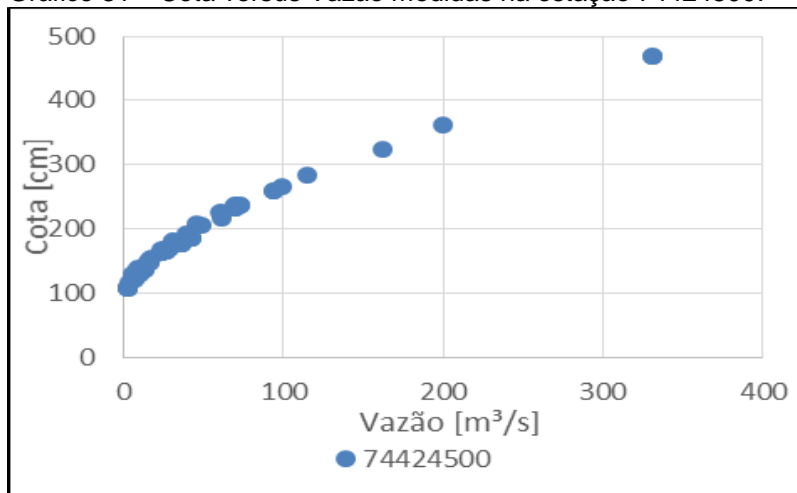
Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 30 - Cota versus Vazão medidas na estação 74422000.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 31 - Cota versus Vazão medidas na estação 74424500.

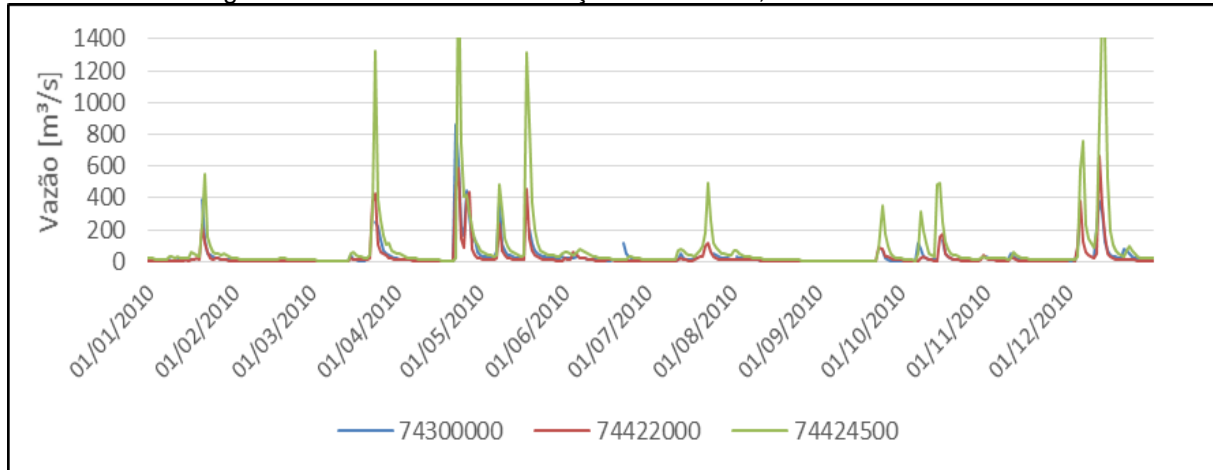


Fonte: ANA (2016). Os autores.

Na Gráfico 32 são apresentados, a título simplesmente ilustrativo, os hidrogramas do ano 2010, das três estações novas, isto é, 74300000, 74422000 e 74424500.

Pode observar-se que os hidrogramas refletem bacias de rápido tempo de resposta, com subidas e descensos típicos de bacias com pouca contribuição da componente subterrânea. Os eventos fluviométricos críticos são intensos, mas de curta duração, acompanhando o evento pluviométrico causador.

Gráfico 32 - Hidrogramas do ano 2010 nas estações 74300000, 74422000 e 74424500.



Fonte: ANA (2016). Os autores.

2.9.2 Adensamento da rede fluviométrica

Conforme o Guia de Práticas Hidrometeorológicas da Organização Meteorológica Mundial (2008), para analisar a cobertura das estações fluviométricas foi considerada a densidade de 1.000 km² para cada posto. Mas há que ter em conta que estudos que visam a identificação de conflitos entre disponibilidades e demandas em áreas pequenas, como os que correspondem ao presente plano, implicam na utilização de modelos de regionalização hidrológica. Modelos que, se estabelecidos a partir de informações correspondentes somente a bacias de grande área, introduzem “erros” muito significativos quando usados para estimar vazões em áreas menores. Neste sentido, no caso da estimativa das disponibilidades hídricas na RH1, a inclusão de séries fluviométricas correspondentes a bacias de áreas menores que as utilizadas na regionalização do consórcio Engecorps-Tetraplan-Lacaz Martins (SANTA CATARINA, 2006) e que estejam dentro da RH1 deveria conduzir a resultados mais próximos da realidade regional.

A distribuição espacial das estações fluviométricas na RH1 sugere a conveniência de uma estação adicional no Rio Peperi-Guaçu, à jusante da confluência do Rio Maria Preta. Por outra parte, considerando que as bacias dos rios Macaco Branco e São Domingos se constituem em Unidades de Gestão, recomenda-se, também, a instalação de estações fluviométricas nelas. A situação exata depende,

dentre outros fatores, da determinação do alcance do remanso produzido pelas águas do Rio Uruguai. A inclusão destas estações seria útil, no mediano prazo, para aferir e aperfeiçoar a correspondente regionalização de vazões na RH1.

Uma estimativa detalhada dos custos de instalação e manutenção de postos de medição hidrometeorológica está apresentada no relatório da Etapa E.

Salienta-se que conforme a Art. 3º da Lei catarinense nº 15.249 de 03 de agosto de 2010, o atual Órgão Gestor de Recursos Hídricos de Santa Catarina é a Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável – SDS. E segundo o Art 5º, parágrafo XIII, da mesma lei, compete ao órgão gestor “promover a coordenação das atividades desenvolvidas no âmbito do Estado relativas à operação da rede hidrometeorológica nacional, em articulação com órgãos e entidades públicas ou privadas que a integrem ou que dela sejam usuárias”.

2.9.3 Adensamento da rede pluviométrica

A Tabela 7 e a Mapa 10 apresentam a relação de estações pluviométricas inseridos na área da Região Hidrográfica RH1. Tendo em conta que a área total da região é de 6.059,4 Km², a simples divisão desta pelo número de estações conduziria a uma densidade média de 516,3 [Km²/posto]. Entretanto, valores mais significativos obtêm-se considerando a distribuição espacial dos postos, o qual foi feito com o método de Thiessen. Embora este método é adequado para áreas relativamente planas, entendeu-se que sua aplicação implica em informação mais representativa que a simples densidade média. Em ambos os casos se verifica que a rede existente não atinge a densidade recomendada pela Organização Meteorológica Mundial, no Guia de Práticas Hidrometeorológicas (2008).

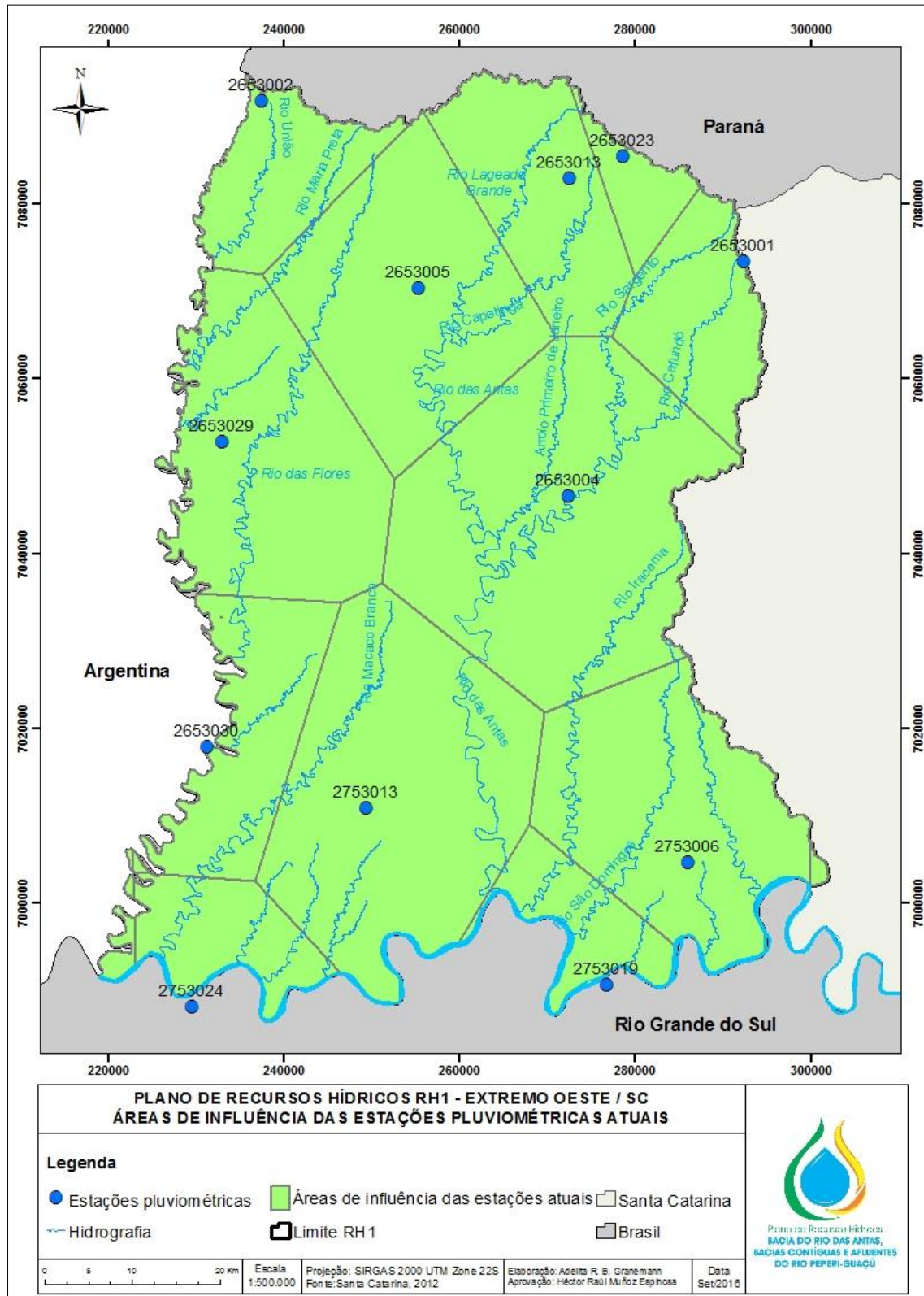
Face ao anteriormente exposto, sugere-se ampliar a rede existente, de acordo com a distribuição apresentada na Mapa 11 e Tabela 8.

Tabela 7 - Estações pluviométricas na RH1.

Código	Nome da estação	Município	Latitude	Longitude	Áreas de influência atuais [Km²]
2653001	Campo Erê - EMPASC	Campo Erê	292359	7073422	297,3
2653002	Dionísio Cerqueira	Dionísio Cerqueira	237541	7091785	270,2
2653004	Ponte do Sargento	Romelândia	272404	7046603	1103,8
2653005	São José do Cedro	São José do Cedro	255328	7070430	717,2
2653013	Palma Sola	Palma Sola	272616	7082907	408,2
2653023	Rincão do Capetinga	Flor da Serra do Sul	278703	7085451	103,8
2653029	Paraíso	Paraíso	232938	7052708	701,4
2653030	Raigão Alto	Tunápolis	231220	7017834	361,6
2753006	Palmitos	Palmitos	286044	7004545	719,6
2753013	Iporã	Mondaí	249326	7010847	988,6
2753019 /2753003	Iraí	Iraí	276729	6990582	238,0
2753024	Barra do Guarita	Barra do Guarita	229550	6988047	285,8

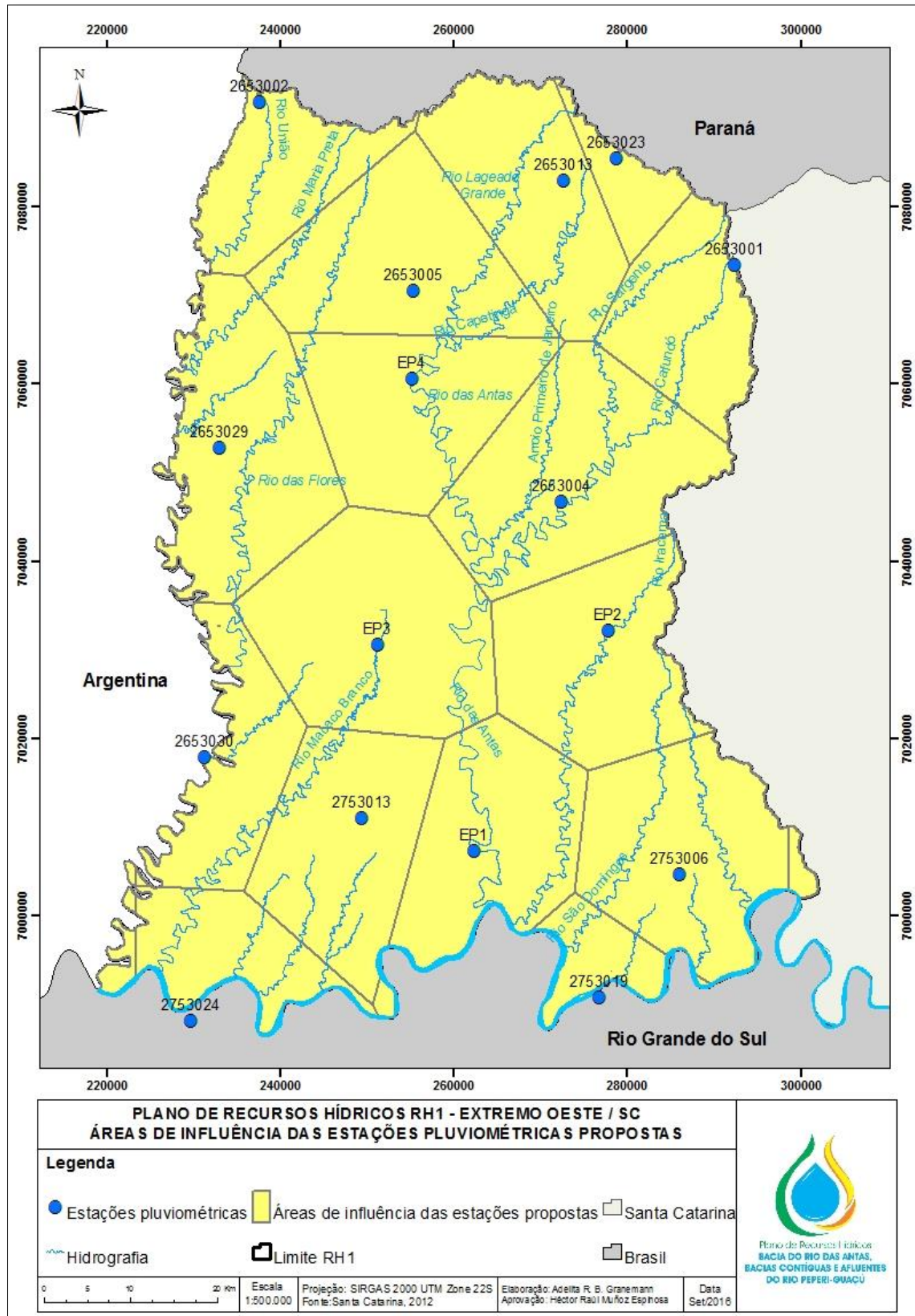
Fonte: Os autores.

Mapa 10 - Área de influência das estações pluviométricas com a densidade atual.



Fonte: Os autores.

Mapa 11 - Proposta de novas estações pluviométricas.



Fonte: Os autores.

Tabela 8 - Proposta de estações pluviométricas na RH1.

Código	Nome da estação	Município	Latitude	Longitude	Áreas de influência propostas [Km ²]
2653001	Campo Erê - EMPASC	Campo Erê	292409	7073465	302,5
2653002	Dionísio Cerqueira	Dionísio Cerqueira	237590	7091829	268,9
2653004	Ponte do Sargento	Romelândia	272454	7046646	569,2
2653005	São José do Cedro	São José do Cedro	255377	7070473	467,9
2653013	Palma Sola	Palma Sola	272665	7082950	403,6
2653023	Rincão do Capetinga	Flor da Serra do Sul	278753	7085495	99,0
2653029	Paraíso	Paraíso	232988	7052752	507,1
2653030	Raigão Alto	Tunápolis	231269	7017877	281,1
2753006	Palmitos	Palmitos	286094	7004589	515,1
2753013	Iporã	Mondaií	249376	7010890	428,2
2753019 / 2753003	Iraí	Iraí	276778	6990625	160,5
2753024	Barra do Guarita	Barra do Guarita	229600	6988090	299,5
EP1	Rio das Antas	Mondaií/Riqueza	262399	7007280	459,9
EP2	Linha Bonita	Cunha Porã	277787	7032132	439,0
EP3	CASAN	Descanso	251197	7030485	579,0
EP4	Rio das Antas Montante	Guaraciaba	255153	7060599	415,1

Fonte: Os autores.

Uma estimativa detalhada dos custos de instalação e manutenção de postos de medição hidrometeorológica está apresentada no relatório da Etapa E.

Salienta-se que a densidade proposta visa obtenção de informações mais aprimoradas para estimativas de disponibilidade de recursos hídricos. Localização de postos telemétricos visando deflagrar situações de alerta de possíveis enxurradas, por exemplo, merece estudo específico que foge do escopo do presente plano.

2.10 AVALIAÇÃO QUALITATIVA DA DISPONIBILIDADE HÍDRICA SUPERFICIAL

2.10.1 Avaliação da qualidade da água: parâmetros considerados

Neste item, serão analisadas as condições de qualidade da água superficial de trechos de corpos hídricos com disponibilidade de dados na RH1 - Extremo Oeste Catarinense.

As condições de qualidade das águas brutas condicionam os usos das mesmas. A Resolução do CONAMA nº 357/2005 estabeleceu as diretrizes para classificação das águas conforme os usos pretendidos, cuja avaliação é por meio de padrões de qualidade. A definição das classes dos corpos hídricos parte do princípio que os níveis de poluição, definidos através das concentrações de poluentes em situação associada a uma determinada vazão de referência, determinam os usos que são possíveis no corpo d'água. Segundo a mesma resolução, a classificação dos corpos hídricos é separada por águas doces (salinidade igual ou inferior a 0,5 ‰), salobras (salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰) e salinas (salinidade igual ou superior a 30 ‰). Dentro da primeira divisão, há 5 classes, sendo elas, por ordem de exigência de qualidade: Classe Especial, 1, 2, 3 e 4. Para águas salobras e salinas, tem-se 4 classes cada, sendo elas: Classe Especial, 1, 2 e 3. Em nível estadual, a Resolução do CERH-SC nº 001/2008 remete ao texto da Resolução do CONAMA nº 357/2005, a qual determina que nas bacias hidrográficas catarinenses que não tem plano de recursos hídricos aprovado, os rios de água doce são enquadrados na classe 2, condição aplicável a todas as bacias da RH1.

Para diagnosticar a qualidade das águas dos rios na RH1 foram utilizados dados referentes aos parâmetros básicos que são medidos periodicamente, tanto pelas empresas de abastecimento como em estações fluviométricas da rede da Agência Nacional de Águas. Os parâmetros e o seu significado são os relacionados a seguir.

2.10.1.1 Oxigênio Dissolvido (OD)

O oxigênio dissolvido (OD) ocorre naturalmente na água, tendo como principais fontes, as trocas gasosas com a atmosfera e a fotossíntese. O OD é essencial para manutenção da vida aquática e por isso, um dos mais importantes indicadores da qualidade da água de um curso d'água. Uma adequada provisão de oxigênio dissolvido é essencial para a manutenção de processos de autodepuração, sendo que suas perdas ocorrem pela respiração de organismos aquáticos (aeróbios), principalmente as algas, e consumo de oxigênio na decomposição da matéria orgânica (DBO). Caso o oxigênio dissolvido seja totalmente consumido, tem-se

condições anaeróbias (ausência de oxigênio), com possível geração de maus odores, resultantes da geração de ácido sulfídrico na decomposição realizada pelas bactérias anaeróbias (VON SPERLING, 2007).

2.10.1.2 Potencial Hidrogeniônico (pH)

O pH afeta o metabolismo de várias espécies aquáticas, sendo que alterações nos seus valores também podem aumentar indiretamente o efeito de substâncias químicas tóxicas para os organismos aquáticos, tais como os metais pesados. Outras condições podem também exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (CETESB, 2009). Desta forma, as restrições de faixas de pH são estabelecidas para as diversas classes de águas naturais.

2.10.1.3 Turbidez

A turbidez de uma amostra de água refere-se à presença de sólidos em suspensão, tais como partículas inorgânicas (areia, silte, argila) e detritos orgânicos (algas, bactérias, plâncton).

Elevados valores de turbidez dificultam a penetração dos raios solares e conseqüentemente, a fotossíntese, o que pode interferir em toda a comunidade aquática. Além disso, afeta adversamente os usos doméstico, industrial e recreacional de uma água (CETESB, 2009). As principais causas do aumento da turbidez estão relacionadas a erosão das margens de rios, principalmente em períodos chuvosos e em locais com mau uso do solo e lançamento *in natura* de efluentes domésticos e industriais (principalmente a mineração).

2.10.1.4 Condutividade

A condutividade é a expressão numérica da capacidade de uma água conduzir a corrente elétrica. Depende das concentrações iônicas e da temperatura. Indica a quantidade de sais existentes na coluna d'água e, portanto, representa uma medida indireta da concentração de poluentes. Em geral, está associada a sólidos dissolvidos

na água e níveis superiores a 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2009).

2.10.1.5 Nitrogênio

Dentro do ciclo de vida deste elemento na terra, ele passa por várias formas e estados de oxidação. No meio aquoso, pode ser encontrado como nitrogênio molecular (N_2) escapando para a atmosfera; nitrogênio orgânico (dissolvido e em suspensão); amônia (livre NH_3 e ionizada NH_4^+); nitrito (NO_2^-) e nitrato (NO_3^-). Ocorre naturalmente na água pois é constituinte de proteínas e vários outros compostos biológicos, além de fazer parte da composição celular de microrganismos. Contudo, também pode ser introduzido no meio aquático por ações antropogênicas, principalmente associada a despejos domésticos e industriais; excremento de animais e fertilizantes utilizados na agricultura.

Ainda com relação a este parâmetro e suas fases, destaca-se que o nitrogênio se apresenta primeiramente em forma de amônia, que por processos bioquímicos é convertida a nitrito, e deste para nitrato. Sabe-se que o nitrato está associado a doenças como a metahemoglobinemia (síndrome do bebê azul). Quando se apresenta em elevadas concentrações pode conduzir a um crescimento exagerado de algas - processo de eutrofização (CETESB, 2009).

2.10.1.6 Fósforo total

Sua origem natural está associada a dissolução de compostos do solo, decomposição da matéria orgânica e também é parte da composição celular de microrganismos. Os seus valores podem ser potencializados por meio de ações antropogênicas, tais como: despejos domésticos e industriais, detergentes, excrementos de animais e fertilizantes provenientes de atividades agrícolas. Apesar deste elemento não implicar em problemas de ordem sanitária, também é indispensável para o crescimento de algas, e quando presente em altas concentrações, pode provocar eutrofização, principalmente em ambientes lênticos (CETESB, 2009).

2.10.1.7 Coliformes termotolerantes

São microrganismos representados principalmente pela *Escherichia coli* e, também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Destes, somente a *E. Coli* ocorre no trato intestinal de animais de sangue quente, estando sempre presente em altas concentrações nos efluentes de origem fecal (humana ou animal), sendo, portanto, excelentes indicadores deste tipo de poluição (CETESB, 2009). Estas bactérias não causam doença, mas sua presença em grandes números indica a possibilidade da existência de microrganismos patogênicos, que são responsáveis pela transmissão de doenças de veiculação hídrica como desintéria bacilar, febre tifóide, cólera (ANA, 2016).

2.10.1.8 Cianobactérias

Cianobactérias pertencem à comunidade fitoplanctônica, a qual vive em suspensão nos corpos d'água e são a base da cadeia alimentar aquática, respondendo rapidamente a alterações ambientais antropogênicas. Podem ser utilizadas como indicadores de qualidade da água, especialmente em reservatórios, indicando poluição por pesticidas ou metais tóxicos.

Sua presença em altas densidades pode comprometer a qualidade das águas, causando restrições ao seu tratamento e distribuição para a população, uma vez que existem espécies potencialmente tóxicas (CETESB, 2009).

2.10.1.9 Sólidos em suspensão

O transporte de partículas sólidas em um curso d'água ocorre naturalmente, porém, a forma de uso e ocupação do solo pelo homem, pode perturbar o equilíbrio e desencadear processos acelerados de desagregação, transporte e deposição de sólidos, principalmente na ocasião de fortes chuvas e ventos. Este processo erosivo acarreta em graves danos à agricultura, áreas urbanas e manejo dos recursos hídricos.

2.10.2 Rede de monitoramento da qualidade da água

Foram analisados neste estudo, dados da Agência Nacional de Águas (ANA) obtidos junto ao Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH), a partir de setembro de 2002 até abril de 2016, em 4 estações de qualidade das águas ativas nos rios de domínio estadual na Região Hidrográfica 1, sendo os parâmetros aqui avaliados: oxigênio dissolvido, pH, turbidez, condutividade e sólidos em suspensão.

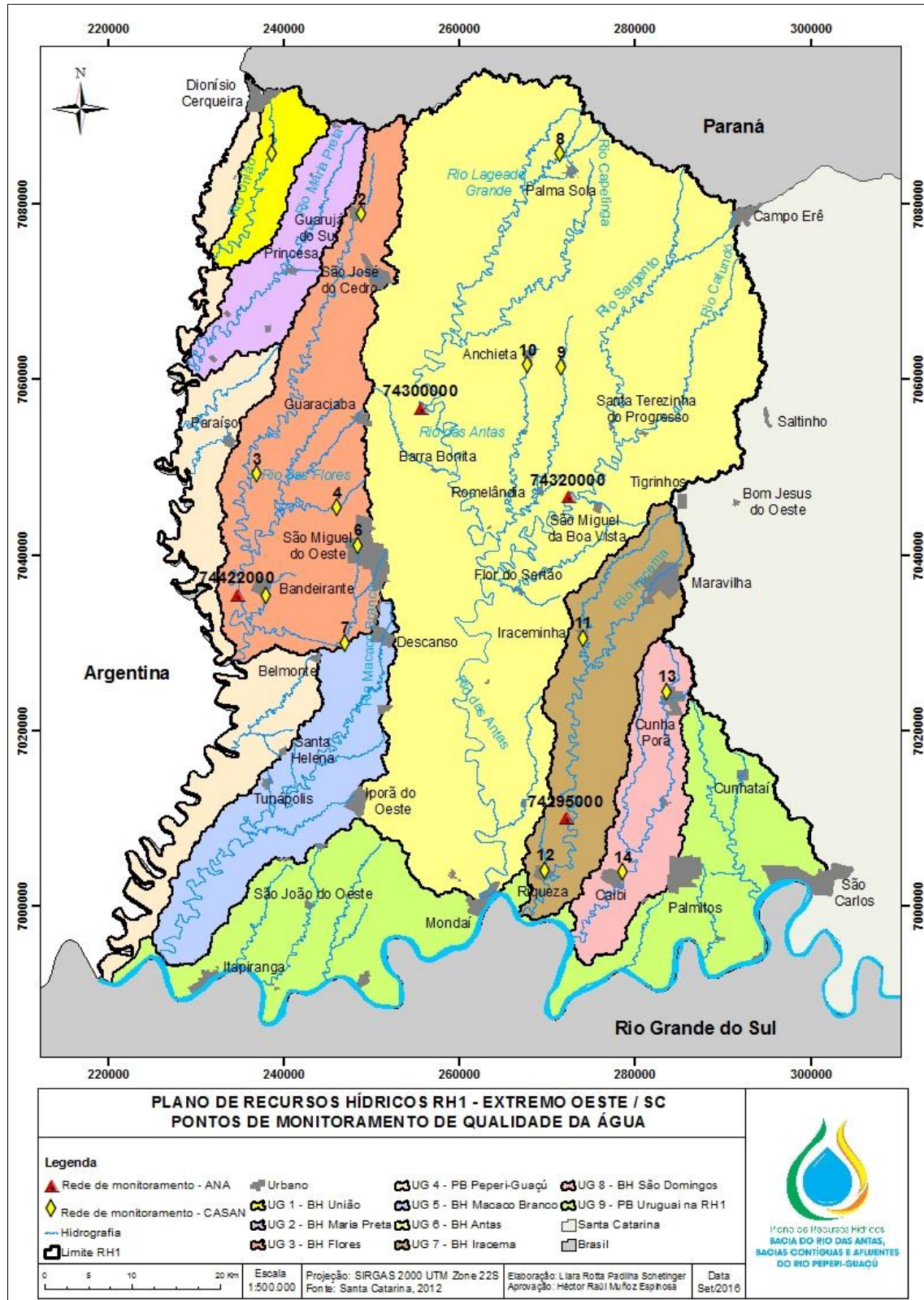
Ainda, foram disponibilizados pela Companhia Catarinense de Águas e Saneamento - CASAN (operadora do sistema de abastecimento humano na maioria dos municípios da RH1), dados de qualidade da água bruta dos 6 primeiros meses de 2016, dos locais de captação superficial, sendo os parâmetros trabalhados: pH, condutividade, turbidez, coliformes termotolerantes e cianobactérias. Já para os parâmetros fósforo total e nitrato, foram disponibilizados dados semestrais de 2013 a 2016. Abaixo, segue Tabela 9 com a descrição da rede de monitoramento utilizada neste trabalho e Mapa 12, com o mapa de localização dos referidos pontos.

Tabela 9 - Descrição dos pontos de monitoramento de qualidade da água utilizados no Plano de Recursos Hídricos da RH1.

Ponto/ Código	Nome	Rio	Município	Coordenadas		Opera- dora
				Latitude	Longitude	
1	Captação CASAN	Rio Toldo/União	Dionísio Cerqueira	278671	7003882	CASAN
2		Rio das Flores	Guarujá do Sul	238055	7035492	
3		Rio das Flores	Paraíso	248405	7041172	
4		Lago Wünsch	São Miguel do Oeste	269731	7004119	
5		Rio Bandeirante	Bandeirante	267801	7061745	
6		Rio Cambuim	São Miguel do Oeste	283665	7024482	
7		Rio Famoso	Descanso	247009	7030020	
8		Rio Chicão	Palma sola	248920	7078974	
9		Rio 1° de Janeiro	Romelândia	274119	7030554	
10		Rio Primeira Grande	Anchieta	271454	7085801	
11		Rio Iraceminha	Iraceminha	271650	7061493	
12		Rio Iracema	Riqueza	246089	7045465	
13		Rio São Domingos	Cunha Porã	236887	7049293	
14		Rio São Domingos	Caibi	238700	7085796	
74300000	Guatapara de Baixo	Rio das Antas	Guaraciaba	272211	7009965	ANA
74320000	Ponto do Sargento	Rio Sargento	Romelândia	255589	7056788	
74422000	Bandeirante	Rio das Flores	São Miguel do Oeste	272463	7046671	
74295000	Linha Jataí	Rio Iracema	Mondaí	234655	7035436	

Fonte: ANA (2016) e CASAN (2016). Os autores.

Mapa 12 - Mapa de localização dos pontos de monitoramento de qualidade da água utilizados no Plano de Recursos Hídricos da RH1.



Fonte: Os autores.

Considerando todas as fontes de dados disponibilizados para este estudo, tem-se um total de 18 pontos de controle da qualidade da água, sendo a unidade de gestão da bacia hidrográfica do Rio das Flores (UG3), a mais monitorada (maior densidade de pontos por km²), uma vez que nessa há 6 captações superficiais de água para abastecimento público e uma estação de monitoramento da ANA. Nas unidades de gestão 2, 4, 5 e 9 (Bacia hidrográfica do Rio Maria Preta, Sub-bacias do Rio Peperi-Guaçu, Bacia hidrográfica do Rio Macaco Branco e Sub-bacias do Rio Uruguai), não foram obtidas informações de monitoramento de qualidade da água (Tabela 10).

Tabela 10 - Relação dos pontos de monitoramento de qualidade das águas por Unidade de Gestão.

Fonte	Unidades de Gestão									TOTAL
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
ANA	0	0	1	0	0	2	1	0	0	4
CASAN	1	0	6	0	0	3	2	2	0	14
TOTAL	1	0	7	0	0	5	3	2	0	18
Densidade [pontos/km²]	121,2	-	100,4	-	-	536,6	135,2	125,8	-	

Fonte: Os autores.

2.10.3 Resultados obtidos com a aplicação da resolução do CONAMA nº 357/05

Em razão das diferenças nos períodos de dados disponíveis, a avaliação da qualidade da água foi segmentada de acordo a fonte de informação, dividindo-se, portanto, em: pontos monitorados pela CASAN e pontos monitorados pela ANA. Para análise dos parâmetros, confrontaram-se os resultados com os limites estabelecidos para as diferentes classes de qualidade de água doce definidos na Resolução do CONAMA nº 357/2005.

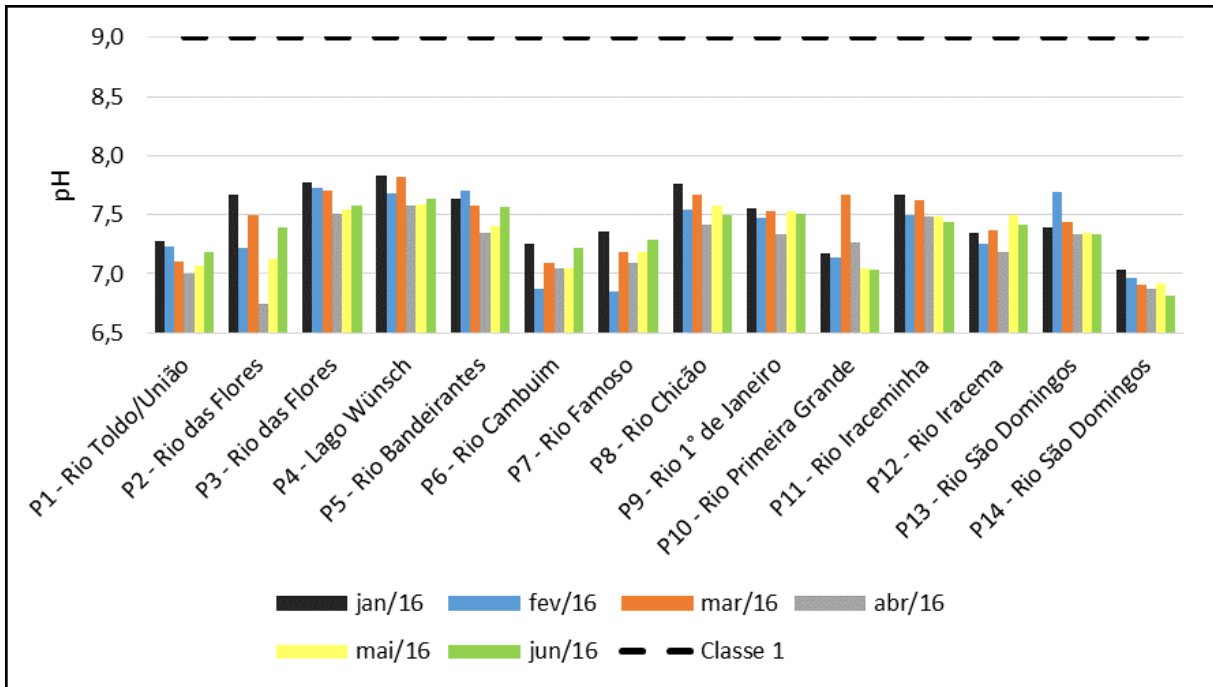
2.10.3.1 Pontos monitorados pela CASAN

Para controle da qualidade da água bruta que chega a estação de tratamento, as operadoras do sistema de abastecimento humano realizam monitoramento mensal e semestral de alguns parâmetros indicativos, tendo sido disponibilizados pela CASAN e trabalhados neste estudo, os resultados mensais referentes aos parâmetros:

turbidez, pH, condutividade, cianobactérias e *Escherichia coli* (*E. Coli*) e os resultados das medições semestrais de fósforo total e nitrato.

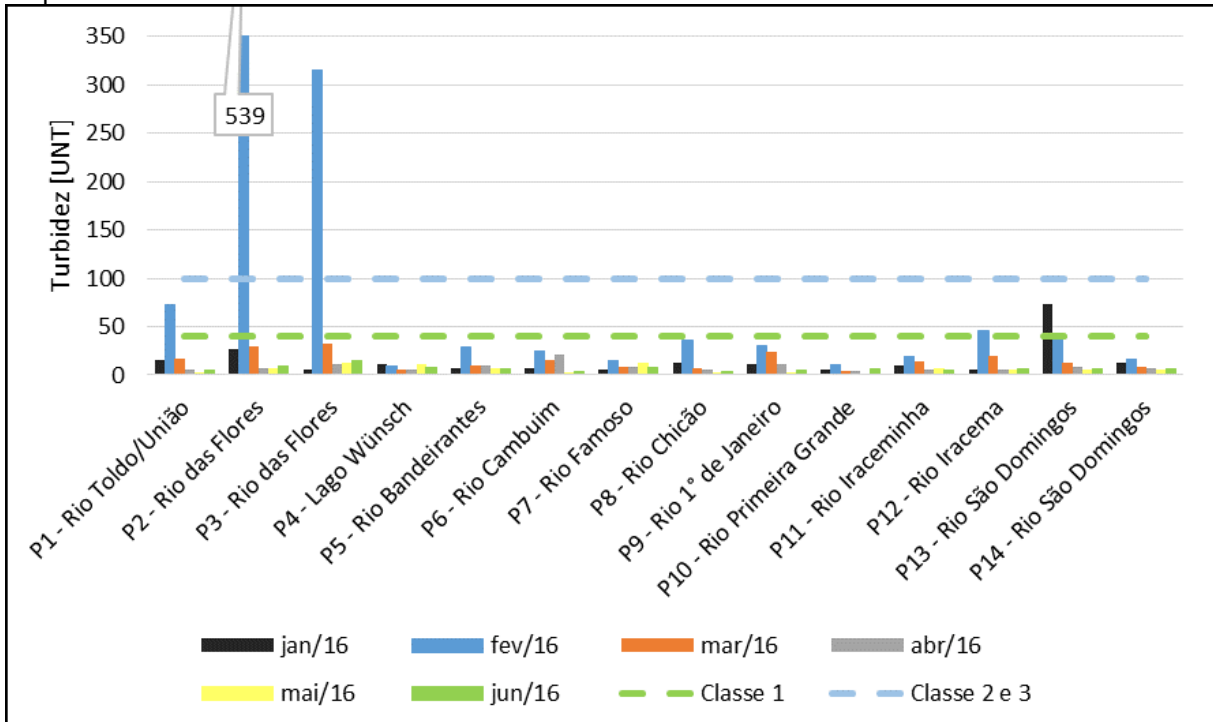
Como pode ser observado no Gráfico 33, todos os valores de pH estão em conformidade com a classe 1 da Resolução do CONAMA 357/2005, indicando neutralidade nas amostras de água. Característica similar se aplica a turbidez (Gráfico 36), pois grande parte dos pontos amostrados apresentaram valores abaixo do limite da classe 1 – mais restritiva, com exceção do mês de fevereiro de 2016, quando o Rio das Flores, tanto no município de Guarujá do Sul (P2), quanto em Paraíso (P3), apresentou-se acima do limite permitido para a classe 2 (até 100 UNT). No mesmo mês, os pontos localizados nos Rios Toldo/União (P1) e Iracema (P12), mostraram-se em conformidade apenas com a classe 2 (até 100 UNT – mesmo limite da Classe 3). Ainda, em janeiro de 2016, o Rio São Domingos no município de Cunha Porã (P13), apresentou valor acima de 40 UNT (classe 1), porém, em conformidade com a classe 2. Esta condição específica do mês de fevereiro, é decorrente do período chuvoso antecedente à amostragem (ANA, 2016), responsável por carrear sedimentos aos cursos d'água, levando ao aumento nos níveis de turbidez. Contudo, para o período amostrado, a turbidez não representa um parâmetro comprometedora da qualidade da água dos rios trabalhados neste estudo.

Gráfico 33 - Resultados da amostragem de pH para os seis primeiros meses de 2016, em 14 pontos da RH1.



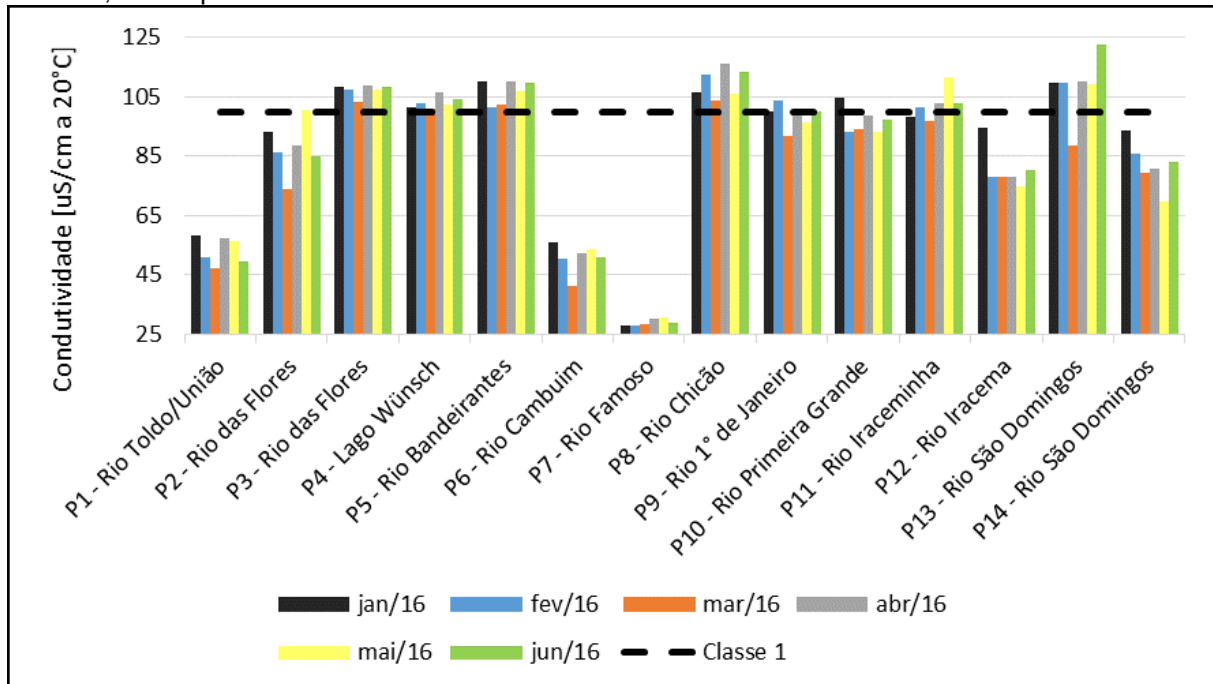
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 34 - Resultados da amostragem de turbidez (UNT) para os seis primeiros meses de 2016, em 14 pontos da RH1.



Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 35 - Resultados da amostragem de condutividade ($\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20°C) para os seis primeiros meses de 2016, em 14 pontos da RH1.



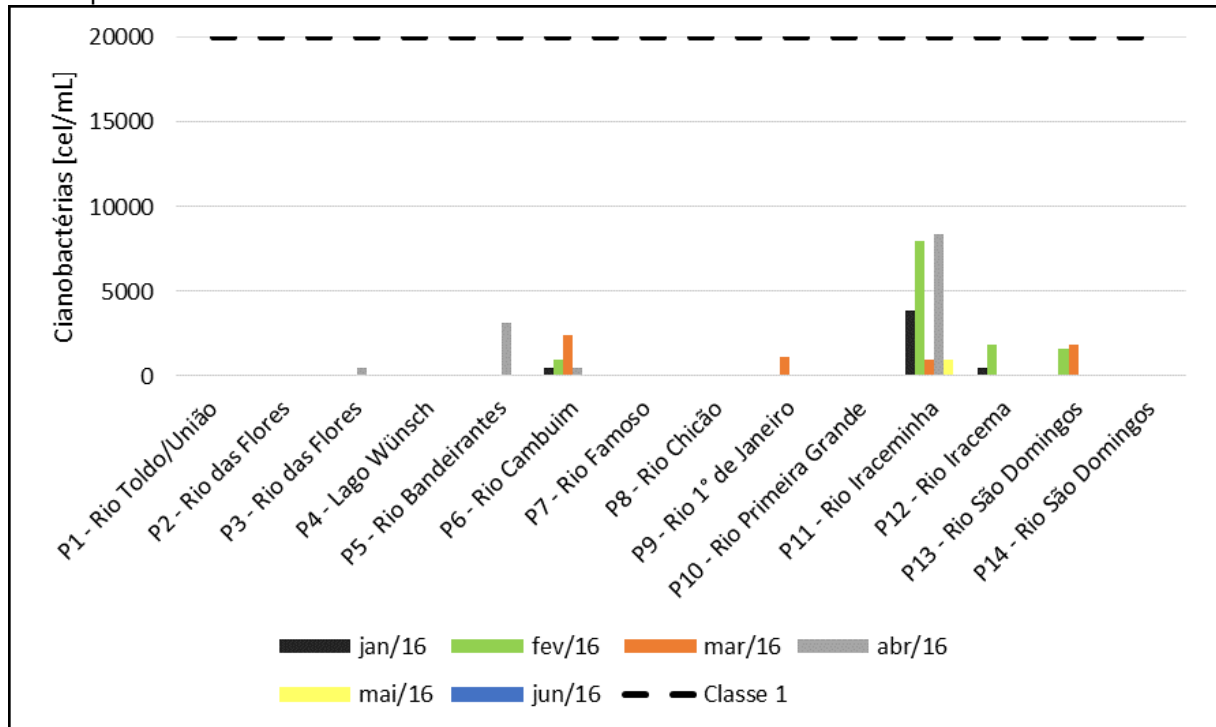
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Quanto a condutividade, embora não haja limites definidos na legislação, valores acima de $100 \mu\text{S}/\text{cm}$ indicam ambientes impactados (CETESB, 2009). Desta forma, como pode-se observar no Gráfico 35, a maioria dos pontos monitorados ao longo do primeiro semestre de 2016 apresenta condutividade ligeiramente acima de $100 \mu\text{S}/\text{cm}$, com exceção dos Rios Toldo/União (P1), Cambuim (P6), Famoso (P7) e São Domingos (P14). Tais resultados representam um alerta para a condição de qualidade das águas nestes locais, pois estão associados a presença de sólidos em suspensão, indicador de lançamentos de efluentes, seja doméstico, industrial ou agrícola.

Referente à presença de cianobactérias na água bruta, os resultados para todos os pontos monitorados ao longo do período amostral estão em conformidade com o enquadramento atual (Gráfico 36). Porém, condição crítica já foi observada nos Rios Cambuim e das Flores em março de 2012 (Gráfico 39), quando a quantidade de cianobactérias totais foi 7 vezes maior que o limite estabelecido na Classe 3 da Resolução do CONAMA nº357/2005. Por existir espécies potencialmente tóxicas, os valores registrados em 2012 tornam-se bastante preocupantes, havendo risco de contaminação da população, exigindo a interrupção do sistema de abastecimento

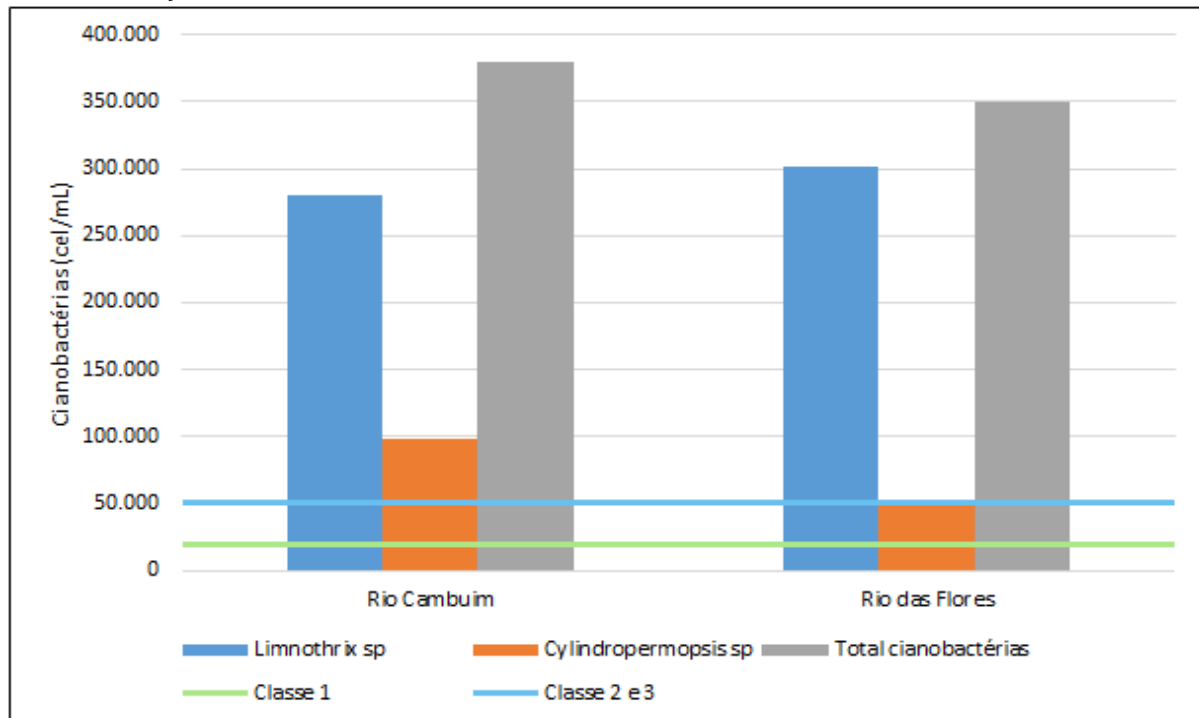
público. Pontua-se que estes trechos se localizam em cursos d'água, porém com formação de reservatório, ambiente de maior probabilidade de afloramento deste tipo de espécie, que quando associado a contaminação da água por pesticidas, metais pesados e/ou elevadas concentrações de nutrientes, pode provocar um “*bloom*” de cianobactérias, assim como o ocorrido. Desta forma, indica-se a necessidade de manter este monitoramento, conforme a Portaria do Ministério da Saúde nº 518/2004, bem como, controle de lançamentos de efluentes contendo as substâncias que potencializam o desenvolvimento das cianobactérias.

Gráfico 36 - Resultados da amostragem de cianobactérias (cel/mL) para o primeiro semestre de 2016, em 14 pontos da RH1.



Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 37 - Resultados da amostragem de cianobactérias (cel/mL) nos Rios Cambuim e das Flores em 23 de março de 2012.



Fonte: CASAN (2016). Os autores.

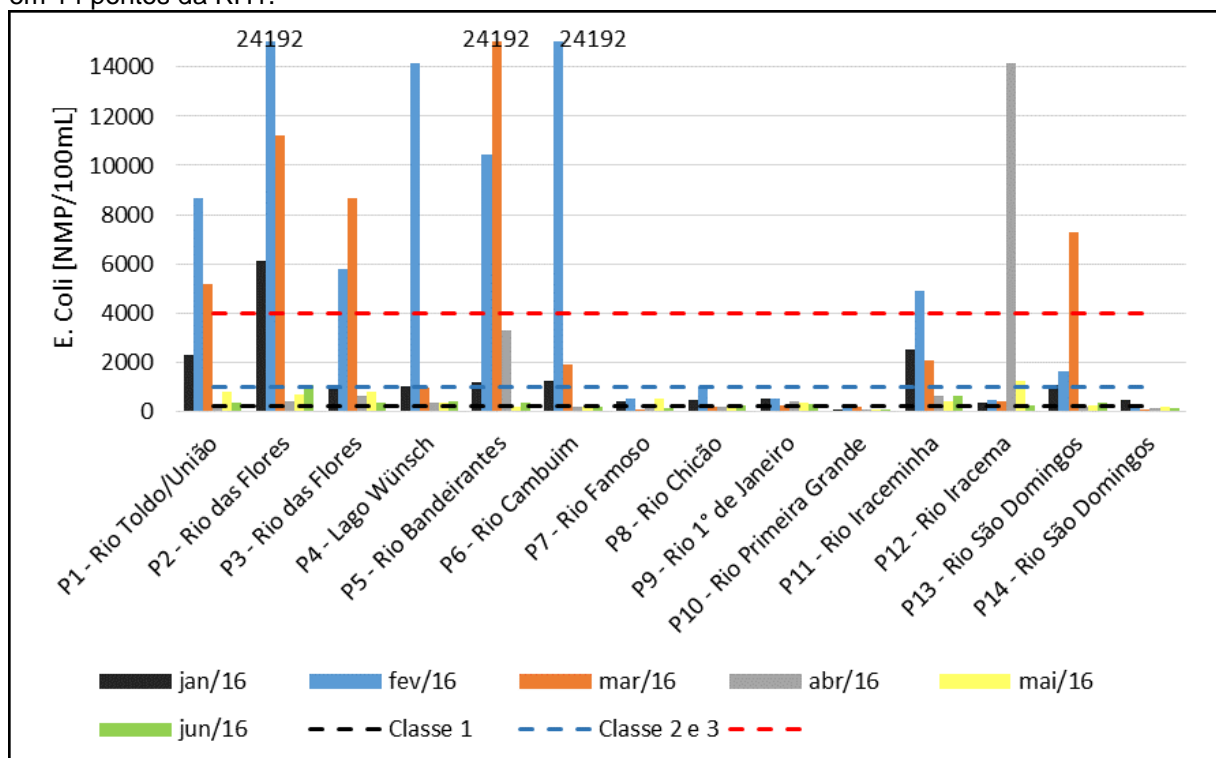
No que se refere a contaminação microbiológica, embora os limites estabelecidos pela Resolução do CONAMA nº 357/2005 sejam especificamente para coliformes termotolerantes, sabe-se que a *E. Coli* é o tipo de organismos mais representativo dentro deste grupo. Portanto, na ausência de dados é possível comparar os valores de *E. Coli* com a legislação, partindo-se da premissa que se terá, no mínimo, àquela condição de qualidade, ou seja, resultados inferiores aos limites das classes não indicam a não contaminação do curso d'água, contudo, valores acima, permitem a caracterização da poluição ambiental decorrente de efluentes domésticos ou provenientes da pecuária.

Como pode ser observado na Gráfico 38, especialmente nos meses de fevereiro e março de 2016, diversos pontos apresentaram valores muito acima dos limites estabelecidos na legislação, destacando os Rios Toldo/União (P1), das Flores (P2), Bandeirantes (P5), Cambuim (P6), Iraceminha (P11) e São Domingos (P13), que em pelo menos metade do período amostrado, mostraram-se em desconformidade com o enquadramento atual (classe 2 – até 1000 NMP/100mL). Estes resultados indicam especialmente a contaminação do manancial por efluentes de origem

doméstica, uma vez que todos os pontos acima citados estão localizados à jusante de áreas urbanas. Importante salientar, neste sentido, que nenhum município da RH1 possui tratamento de esgoto embora sabe-se que neste tipo de efluente existem diversos contaminantes potencialmente prejudiciais à saúde. Este fato configura uma situação bastante crítica, pois, embora a água captada nos pontos mencionados passe por tratamento para potabilizá-la, este é direcionado apenas para remoção de matéria orgânica e microrganismos, incorrendo na possibilidade de a população ingerir substâncias prejudiciais à saúde.

Ainda, pontua-se que para o primeiro semestre de 2016, os pontos localizados no Rios Famoso (P7), Chicão (P8), 1º de Janeiro (P9), Primeira Grande (P10) e São Domingos (P14) apresentaram valores em conformidade com a classe 2, porém, como já explicitado, estes resultados não garantem uma boa condição de qualidade da água, pois há possibilidade de contaminação por outros microrganismos não analisados.

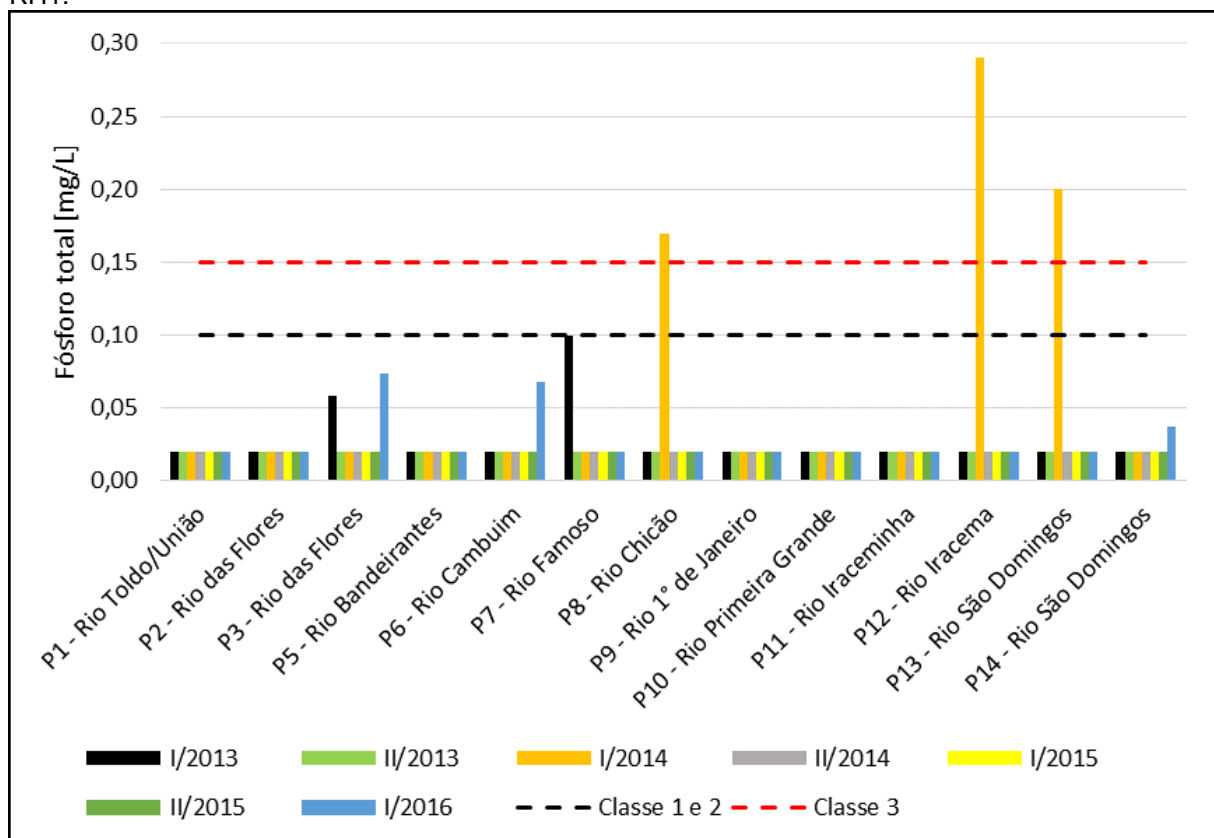
Gráfico 38 - Resultados da amostragem de *E. coli* (NMP/100mL) para os seis primeiros meses de 2016, em 14 pontos da RH1.



Fonte: CASAN (2016). Os autores.

No que se refere a fósforo total, conforme, pode ser observado na Gráfico 39, apenas no primeiro semestre de 2014, observam-se valores acima do limite estabelecido na Resolução do CONAMA nº 367/05, tanto para classe 1 e 2 (até 0,1 mg/L), como para classe 3 (até 0,15 mg/L), para os pontos nos Rios Chicão, Iracema e São Domingos. Tais valores podem estar associados a uma forte chuva, a qual, carregou estes nutrientes para os cursos d'água. Como no restante do tempo a condição de qualidade encontra-se em conformidade com o enquadramento atual, conclui-se que para o período monitorado, o fósforo total não representa criticidade em termos de poluição ambiental.

Gráfico 39 - Resultados da amostragem semestral de fósforo total de 2013 a 2016, em 14 pontos da RH1.

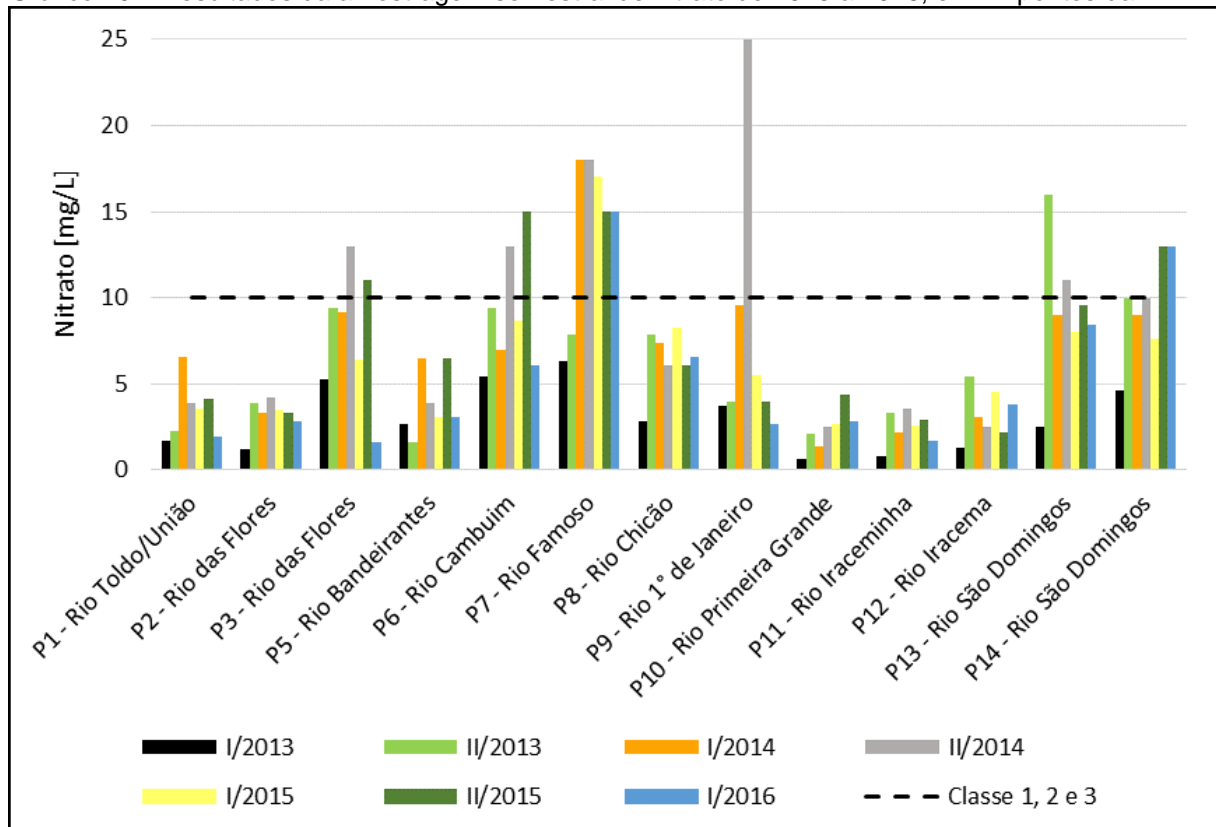


Fonte: CASAN (2016). Os autores.

No entanto, ao analisar-se os resultados de nitrato nos locais monitorados, observa-se que no ponto de captação de água da CASAN no Rio Famoso, desde o primeiro semestre de 2014, as concentrações do parâmetro estão em desconformidade com a legislação (até 10 mg/L). Como nitrato é a última forma de

apresentação de nitrogênio no ambiente aquático, ou seja, representa uma poluição mais antiga, tais resultados, possivelmente, estão associados ao lançamento de efluente sanitário oriundo do município de São Miguel do Oeste, montante do P7 – Rio Famoso. Para os Rios das Flores, Cambuim e São Domingos (P13 e 14), em 2 das 7 análises, as concentrações apresentaram-se acima do permitido pela legislação. A maior concentração de nitrato registrada foi no Rio 1º de Janeiro, no segundo semestre de 2014 (Gráfico 42).

Gráfico 40 - Resultados da amostragem semestral de nitrato de 2013 a 2016, em 14 pontos da RH1.



Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Na Tabela 11, pode-se observar que, para o período monitorado, para os parâmetros pH, cianobactérias e fósforo total, os valores apresentam-se dentro do limite da classe 1 da Resolução do CONAMA nº 357/2005. Para a turbidez, com exceção do P2 - Rio da Flores, onde a média foi de 103 UNT, todos os outros pontos estão em conformidade com o enquadramento atual (classe 2).

Quanto aos valores médios de nitrato, para o período de dados, somente o P7 - Rio Famoso apresentou condição de qualidade em desconformidade com o

enquadramento proposto. Para o parâmetro condutividade, observa-se que alguns pontos mostraram valores médios ligeiramente acima de 100 (uS/cm), indicando impactos antropogênicos. Contudo, percebe-se que o parâmetro limitador da condição de qualidade da água nos pontos monitorados é a E. Coli, que, como já comentado, está fortemente associada a lançamentos de efluentes domésticos sem tratamento. Sendo assim, considerando a situação mais crítica, pontua-se que os Rios das Flores, Bandeirantes e Cambuim, lago Wünsch, Rios Toldo/União, Iracema, Iraceminha e São Domingos (P13 - Cunha Porã), estão em desconformidade com o atual enquadramento (classe 2), sendo a pior condição de qualidade, observada nos três primeiros (classe 4).

Tabela 11 - Valores médios² dos resultados do monitoramento de parâmetros de qualidade da água no primeiro semestre de 2016 e a condição de qualidade da água que se encontra conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005.

Ponto	Parâmetros						
	pH	Turbidez [UNT]	Condutividade [uS/cm]	Cianobactérias [cel/mL]	E. Coli [NMP/100 mL]	Fosforo [mg/L]	Nitrogênio [mg/L]
P1	7	20	53	858	2.913	0,02	3
P2	7	103	88	0	7.274	0,02	3
P3	7	65	107	0	2.863	0,03	8
P4	7	8	103	696	2.862	-	-
P5	7	11	107	0	6.608	0,02	4
P6	7	12	51	0	4.646	0,03	9
P7	8	10	29	624	301	0,03	14
P8	8	11	110	232	373	0,04	6
P9	7	14	99	464	381	0,02	8
P10	7	5	97	0	105	0,02	2
P11	8	10	102	0	1.845	0,02	2
P12	7	15	81	4408	2.800	0,06	3
P13	8	24	108	0	1.781	0,05	9
P14	8	9	82	93	198	0,02	10

Legenda:

Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Acima do indicador de qualidade da água
----------	----------	----------	----------	---

Fonte: CASAN (2016). Os autores.

² Exceção de pH, que por tratar-se de valores logarítmicos, a função estatística utilizada foi a mediana.

Por fim, salienta-se a necessidade de ampliar o leque de parâmetros de qualidade da água monitorados, incluindo necessariamente Oxigênio Dissolvido (OD) e Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO), visando a análise de matéria orgânica dos rios desta região hidrográfica.

Segundo dados provenientes dos municípios e da CASAN, não foram informados dados de monitoramento nos corpos hídricos das Unidades de Gestão 2, 4, 5 e 9, impossibilitando a análise da condição de qualidade nestes trechos. Desta forma, recomenda-se a inclusão de pontos de controle nestes locais, para aprimoramento da rede de dados atual.

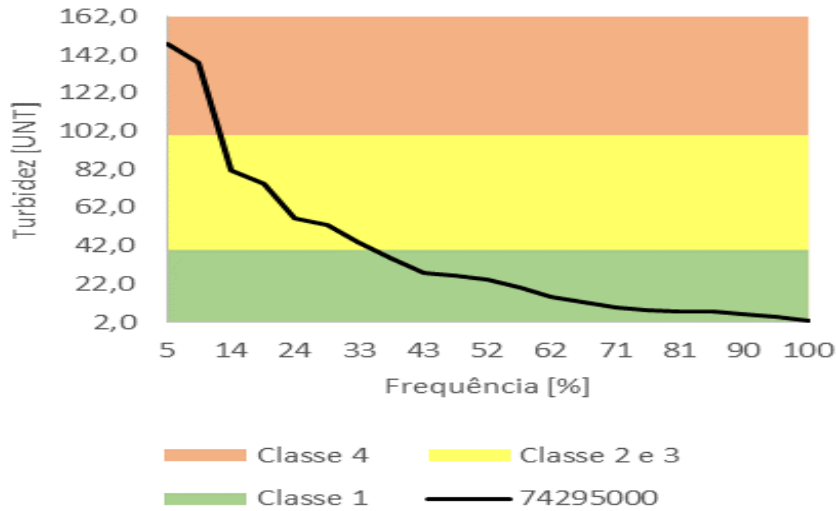
2.10.3.2 Pontos monitorados pela ANA

Por tratar-se de um período de dados maior, a análise da qualidade da água dos rios nas quatro estações de monitoramento da ANA, levou em conta a permanência do tempo que as concentrações dos parâmetros OD e turbidez ficaram acima (ou abaixo) dos limites estabelecidos na legislação vigente. Esta metodologia permite avaliar a probabilidade do ponto monitorado apresentar condições correspondentes as diferentes classes de qualidade da água.

Para a condutividade, utilizou-se como referência o valor indicativo de impacto ambiental, embora na resolução do CONAMA nº 357/2005 não há definição de limites por classe.

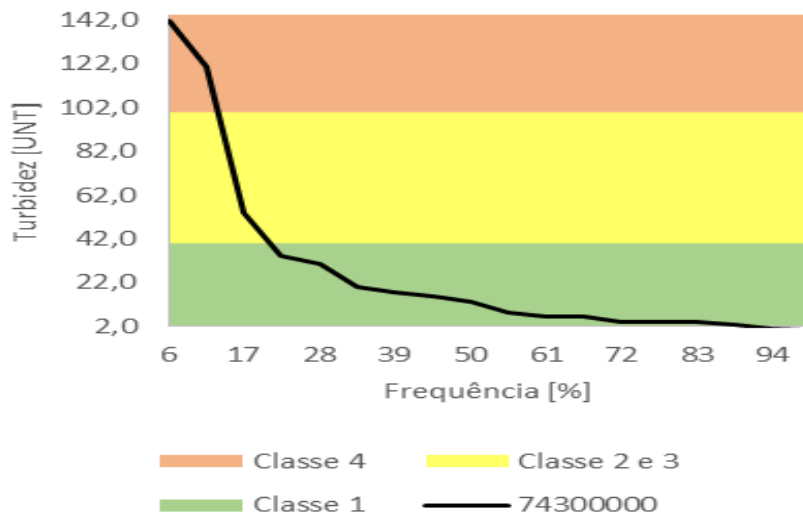
Para a turbidez presente nestes trechos, embora na maior parte do tempo as concentrações apresentaram-se dentro dos limites estabelecidos na classe 1 (Gráfico 41 ao Gráfico), nas estações 74295000, 74300000 e 74422000, por no máximo 3 vezes foram registrados valores em desconformidade com o enquadramento atual. Assim, por considerar tais resultados como isolados e associados com um período de forte chuva, em geral, pode-se indicar que tal parâmetro não é limitador da qualidade da água nestes trechos. Destaca-se que no Rio Sargento, em Ponte do Sargento (74320000), as concentrações de turbidez apresentaram-se dentro dos limites da classe 1 em todo o período amostrado.

Gráfico 41 - Permanência das concentrações de turbidez nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74295000.



Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 42 - Permanência das concentrações de turbidez nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74300000.



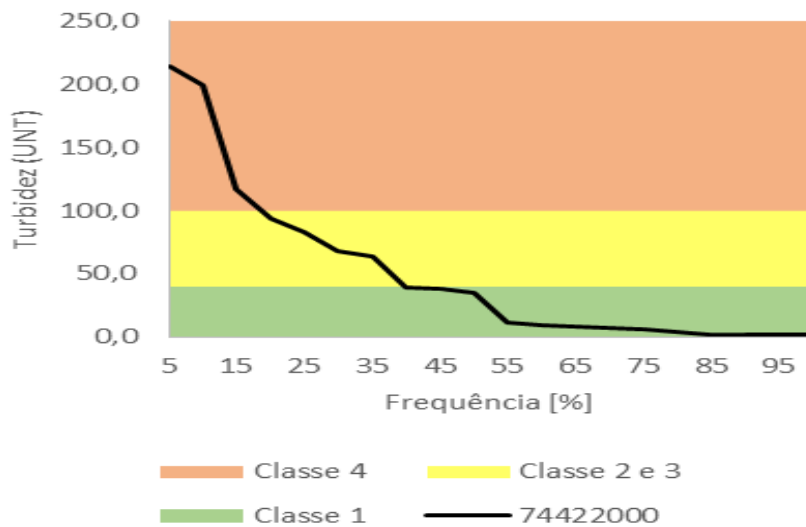
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 43 - Permanência das concentrações de turbidez nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 7432000.



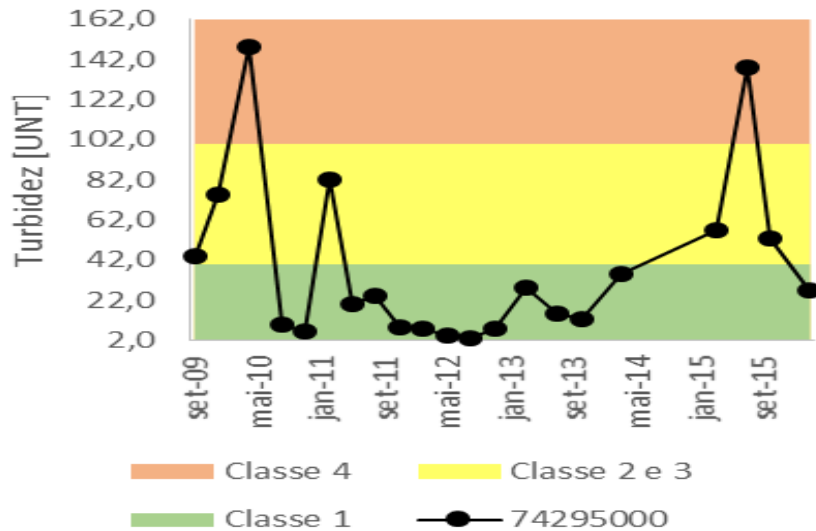
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 44 - Permanência das concentrações de turbidez nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74422000.



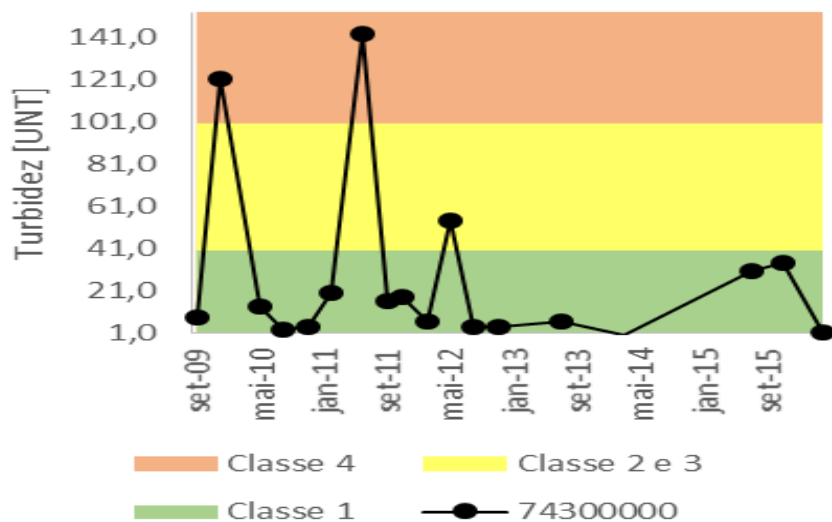
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 45 - Concentrações de turbidez ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74295000.



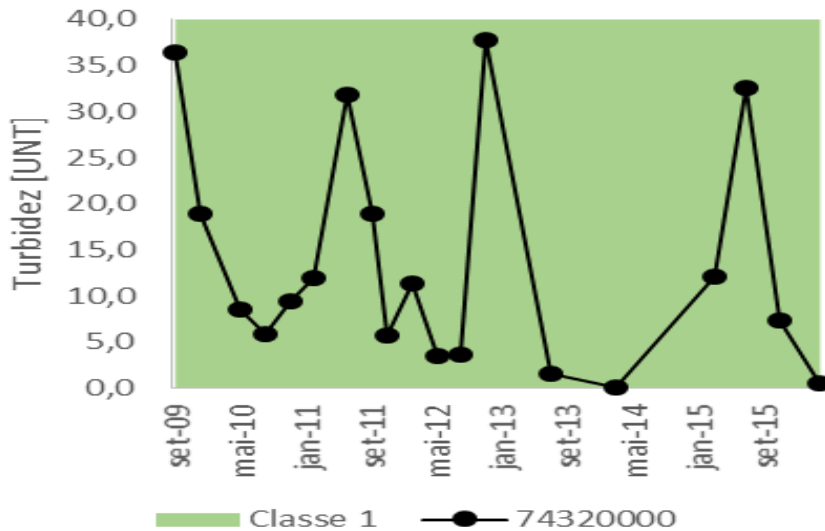
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 46 - Concentrações de turbidez ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74300000.



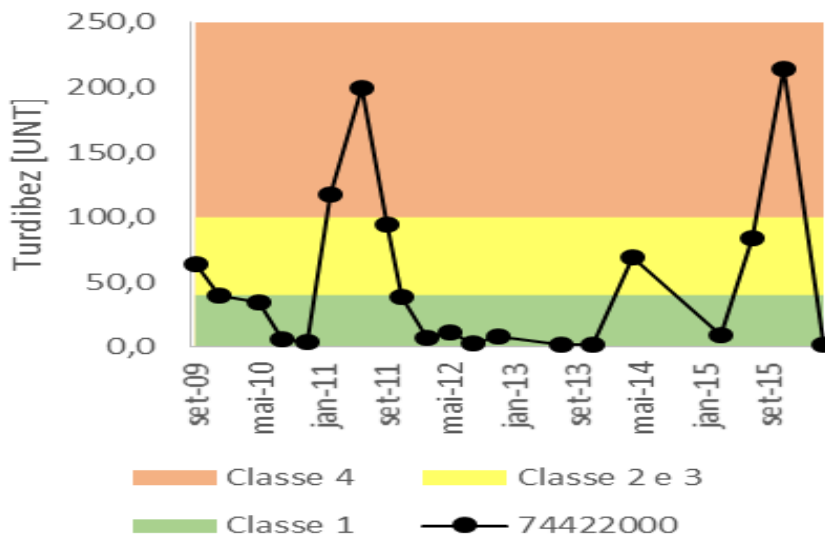
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 49 - Concentrações de turbidez ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 7432000.



Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 50 - Concentrações de turbidez ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74422000.

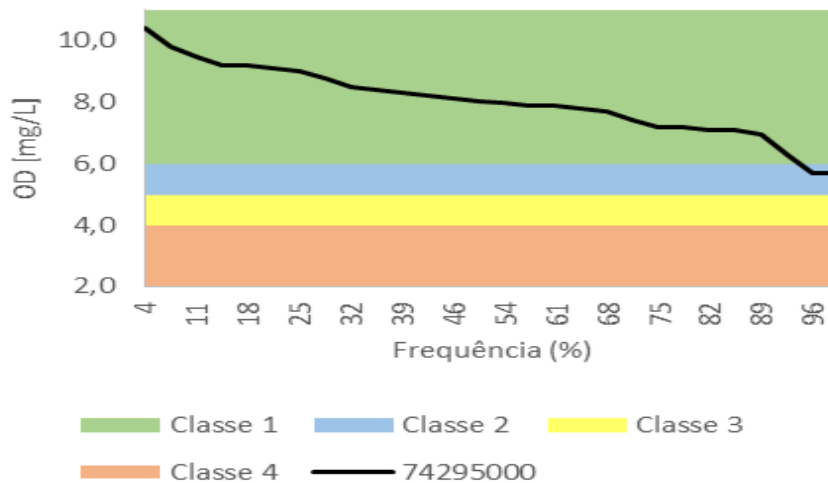


Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Quanto ao oxigênio dissolvido, observa-se no Gráfico 47 ao Gráfico 50, que as concentrações observadas permanecem, a maior parte do tempo, na condição correspondente à classe 1, em todas as estações de monitoramento. No Gráfico 51 ao Gráfico 54, pode-se observar que nas estações no Rio das Antas (74300000), Rio Sargento (74320000) e Rio das Flores (74422000), apenas um valor apresentou-se em desconformidade com o enquadramento atual. Sendo o oxigênio dissolvido, um

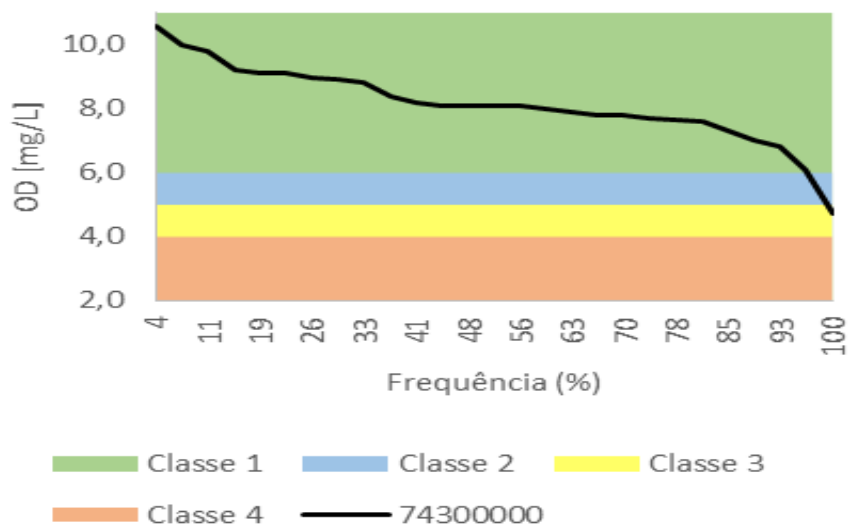
dos principais parâmetros para avaliação da qualidade das águas, pode-se concluir que tais trechos apresentam boas condições, destacando como principal fator, a grande distância destes pontos em relação aos centros urbanos.

Gráfico 47 - Permanência das concentrações de oxigênio dissolvido nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74295000.



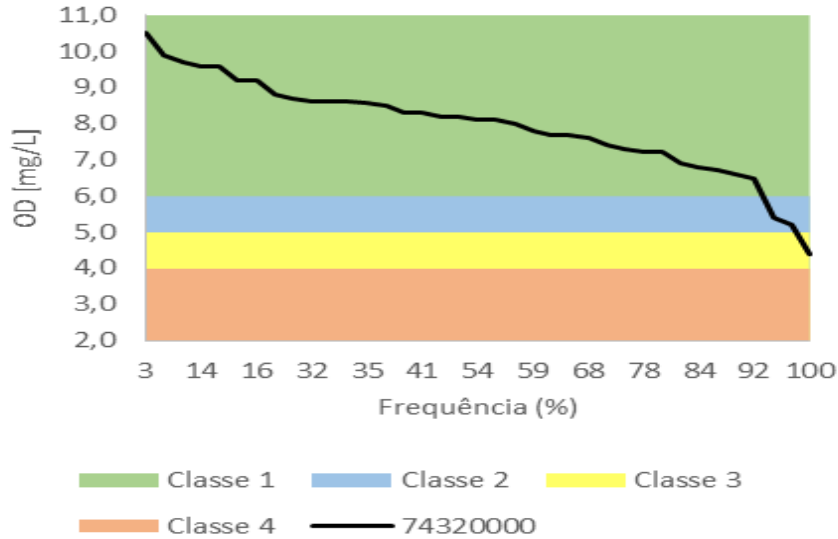
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 48 - Permanência das concentrações de oxigênio dissolvido nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74300000.



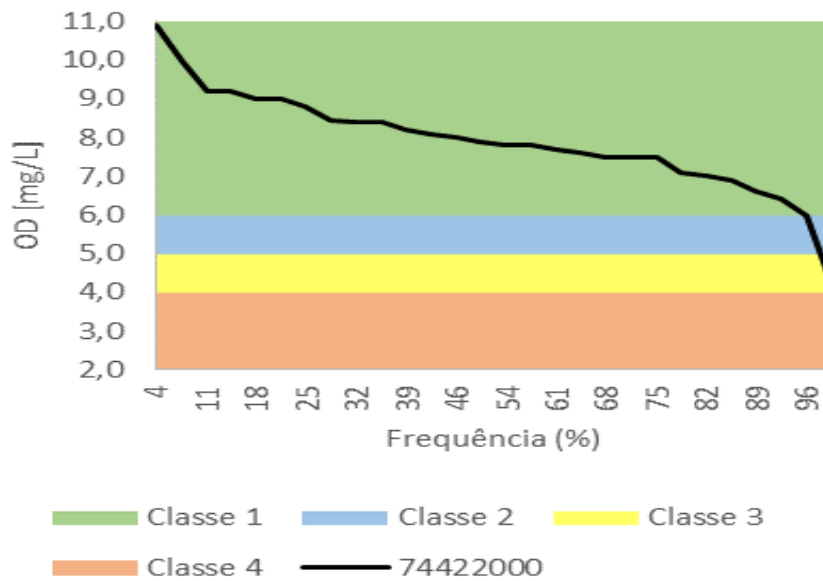
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 49 - Permanência das concentrações de oxigênio dissolvido nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 7432000.



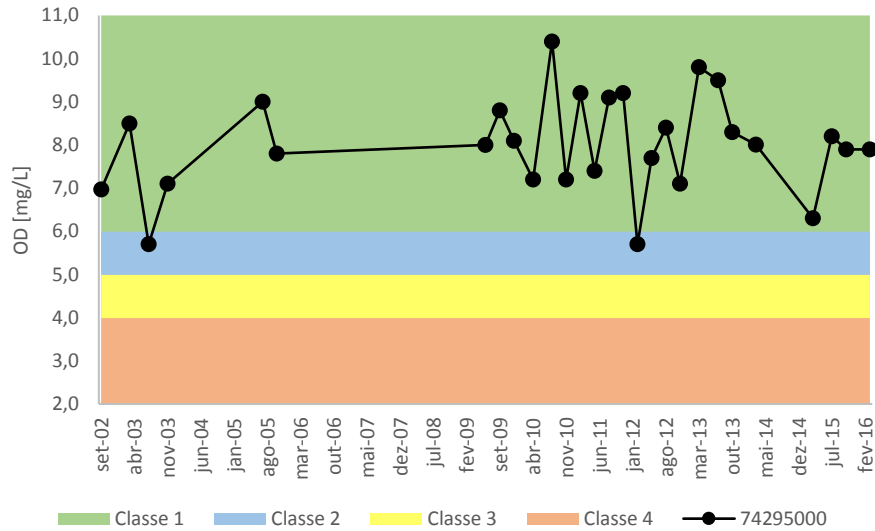
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 50 - Permanência das concentrações de oxigênio dissolvido nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74422000.



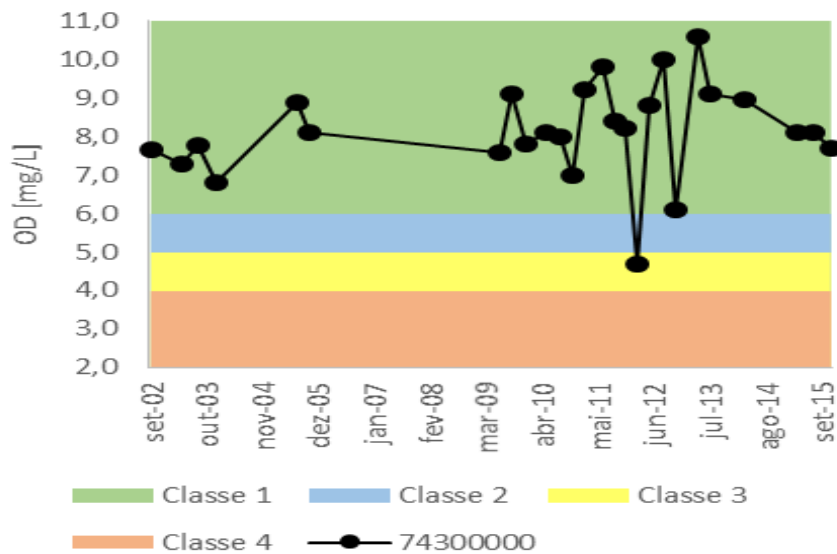
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 51 - Concentrações de oxigênio dissolvido ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74295000.



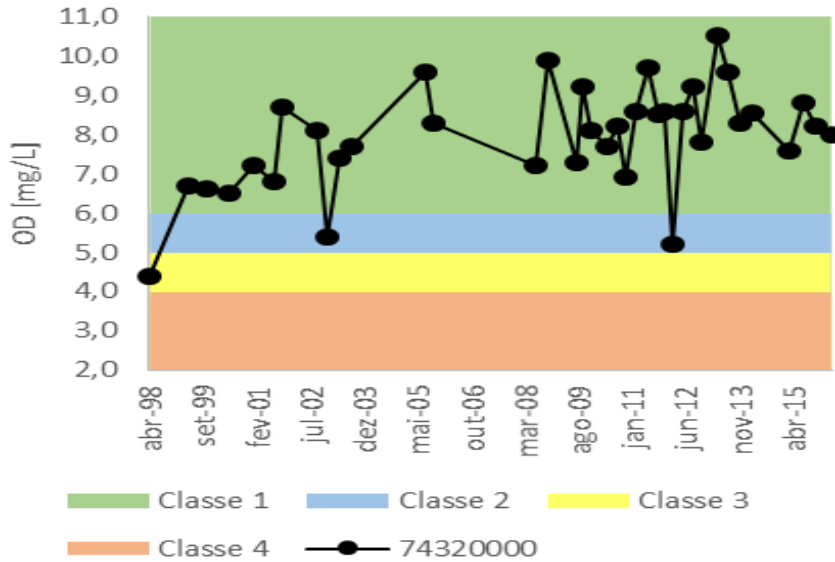
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 52 - Concentrações de oxigênio dissolvido ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74300000.



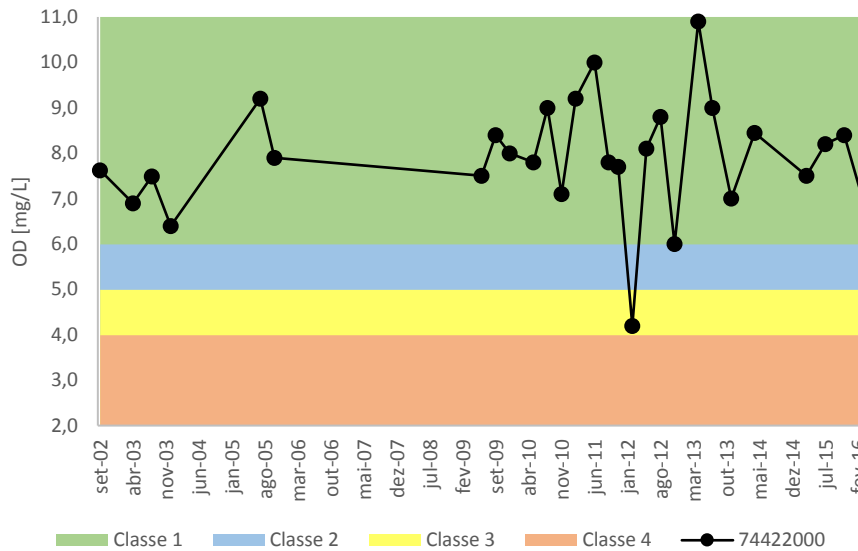
Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 53 - Concentrações de oxigênio dissolvido ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74320000.



Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Gráfico 54 - Concentrações de oxigênio dissolvido ao longo do tempo nas diferentes classes de qualidade da água, conforme a Resolução do CONAMA nº 357/2005, para a estação da ANA 74422000.

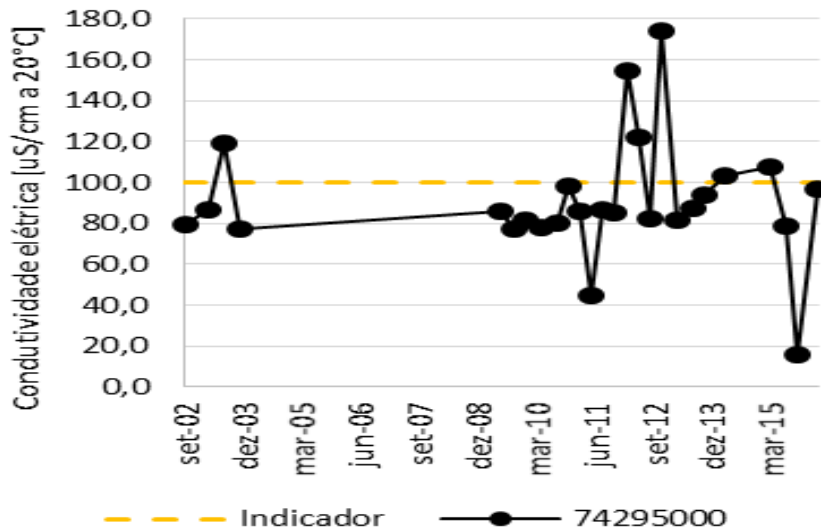


Fonte: CASAN (2016). Os autores.

Para a condutividade, ressalta-se que não há definição de limites da resolução do CONAMA nº 357/2005, porém, para o período amostrado, registraram-se alguns valores acima do valor indicativo de impacto ambiental nas estações 74950000, 74320000 e 74422000, especialmente na primeira delas (Gráfico 55 ao Gráfico 57).

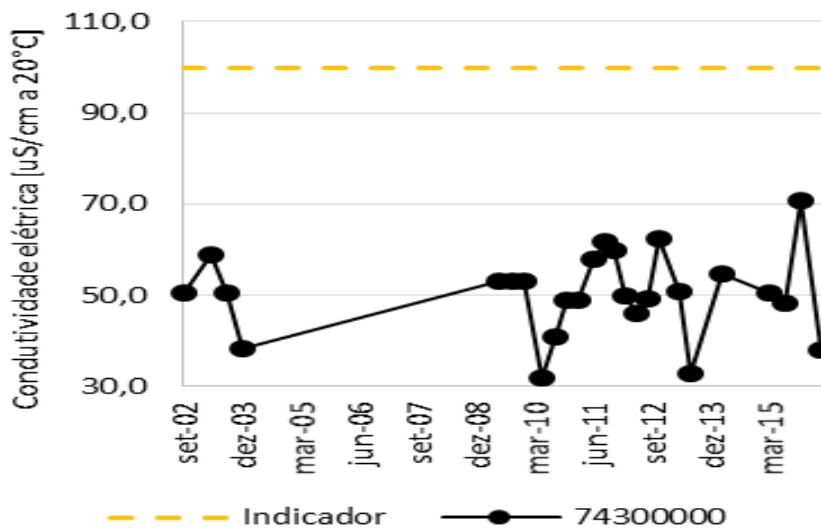
Para a estação de Guatapara de Baixo, em Rio das Antas, todos os resultados estão abaixo de 100 $\mu\text{S}/\text{cm}$ a 20°C .

Gráfico 55 - Condutividade ao longo do tempo e indicador de qualidade, para a estação da ANA 74295000.



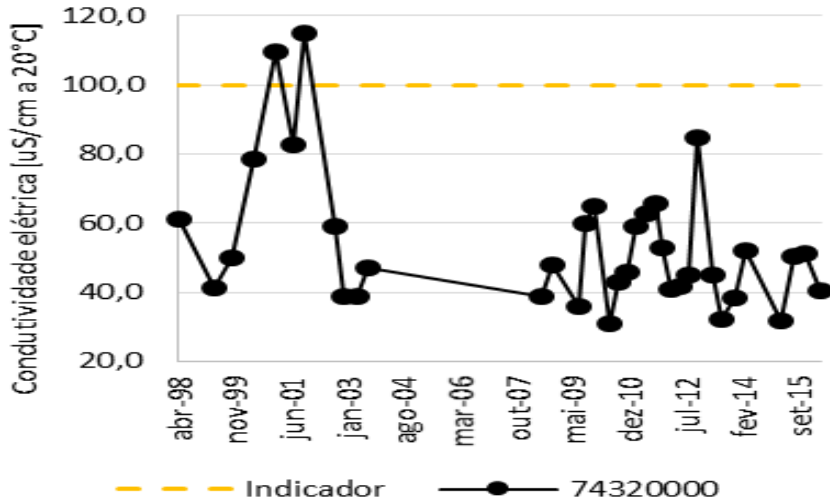
Fonte: ANA (2016) e CETESB (2009). Os autores.

Gráfico 60 - Condutividade ao longo do tempo e indicador de qualidade, para a estação da ANA 74300000.



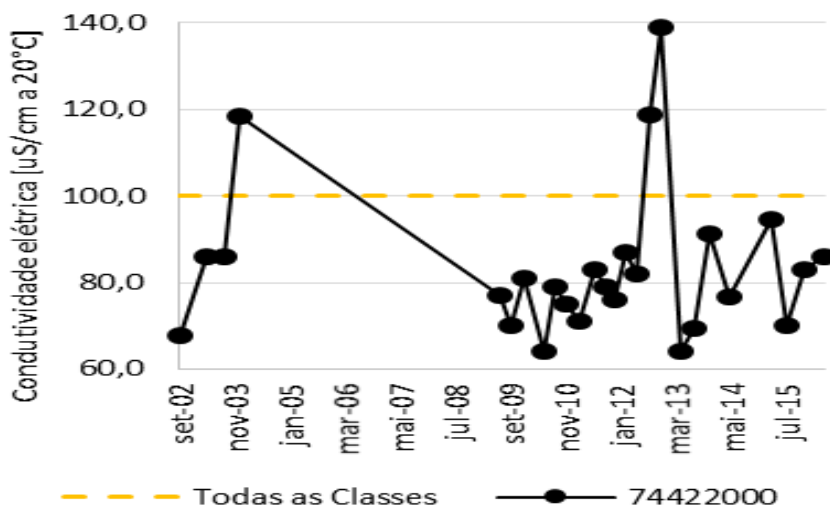
Fonte: ANA (2016) e CETESB (2009). Os autores.

Gráfico 56 - Condutividade ao longo do tempo e indicador de qualidade, para a estação da ANA 7432000.



Fonte: ANA (2016) e CETESB (2009). Os autores.

Gráfico 57 - Condutividade ao longo do tempo e indicador de qualidade, para a estação da ANA 74422000.



Fonte: ANA (2016) e CETESB (2009). Os autores.

Para avaliação conjunta dos parâmetros nas estações de monitoramento da ANA, elaborou-se o Tabela 12 contendo a porcentagem do tempo que os parâmetros trabalhados atenderam aos limites das classes de qualidade da água estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 357/05 ou indicador. Desta forma, pode-se concluir que para todos os parâmetros estudados, na maior parte do tempo, as concentrações observadas estão em conformidade com o enquadramento atual dos rios (classe 2),

apresentando no mínimo, 60% de permanência em condições de qualidade das águas correspondente a classe 1.

Tabela 12 - Porcentagem do tempo que os parâmetros OD, pH e turbidez e condutividade atendem aos limites das classes da Resolução do CONAMA nº 357/2005; e a condutividade atende o indicador de qualidade da água.

Estações de monitoramento			Tempo (%)							
Código	Rio	N*	OD			pH	Turbidez			Conduiti.
			C1	C2	C3	C1	C1	C2 e C3	C4	Indicador
74950000	Rio Iracema	28	94,6	5,4	0	100	64,4	22,8	12,7	74,5
74300000	Rio das Antas	27	96,6	3,4	0	100	79,4	7,8	12,8	100
74320000	Rio Sargento	37	93,1	4,9	2	100	100	0	0	74,5
74422000	Rio das Flores	28	96,4	0	3,6	100	60,1	21,2	18,7	85,5

Legenda:	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4	Indicador de qualidade da água
----------	----------	----------	----------	----------	--------------------------------

* O número de amostras varia de acordo com os parâmetros.
Fonte: ANA (2016) e CETESB (2009). Os autores.

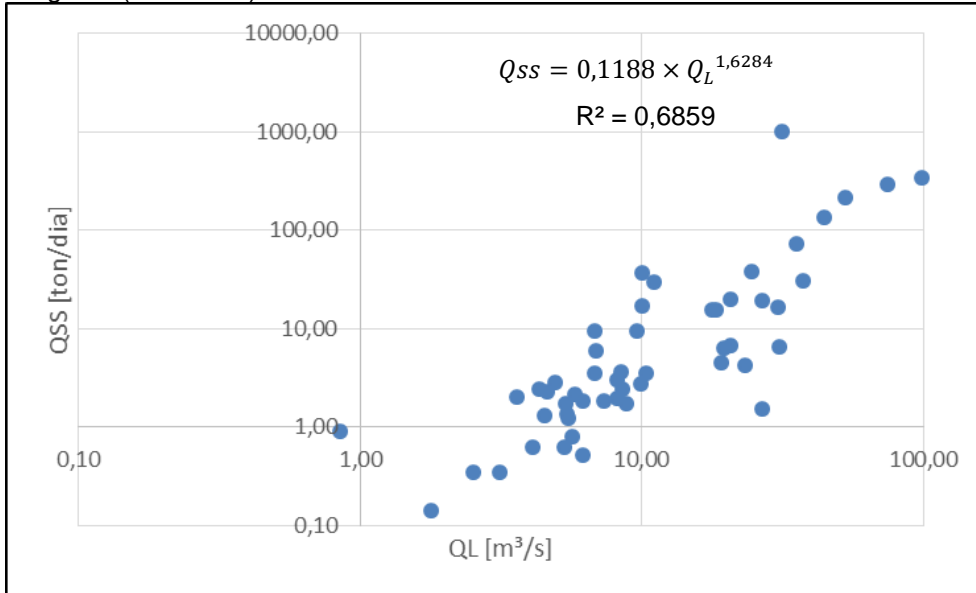
2.10.4 Geração de sedimentos

Os sólidos em suspensão são monitorados apenas na estação fluviométrica 74320000 – Ponte do Sargento no Rio Sargento, da Agência Nacional de Águas - ANA. A partir das medições de concentração destes sólidos e das descargas líquidas, efetuadas no período janeiro de 1998 a abril de 2016, estimaram-se as correspondentes cargas de sólidos em suspensão (Q_{ss}). Posteriormente, pesquisou-se correlação com a vazão líquida (Q_L). Como pode ser observado no

Gráfico 58, o coeficiente de determinação (R^2) é de aproximadamente 70%, indicando que a equação 5 explica a maior parte da variância dos pontos. Esta equação foi utilizada para estimar o transporte de sedimentos em função da vazão líquida no curso d'água.

$$Q_{ss} = 0,1188 \times Q_L^{1,6284} \quad (\text{Eq. 5})$$

Gráfico 58 - Correlação entre vazão de sólidos em suspensão (QSS) e vazão líquida (QL) em Ponte do Sargento (74320000).

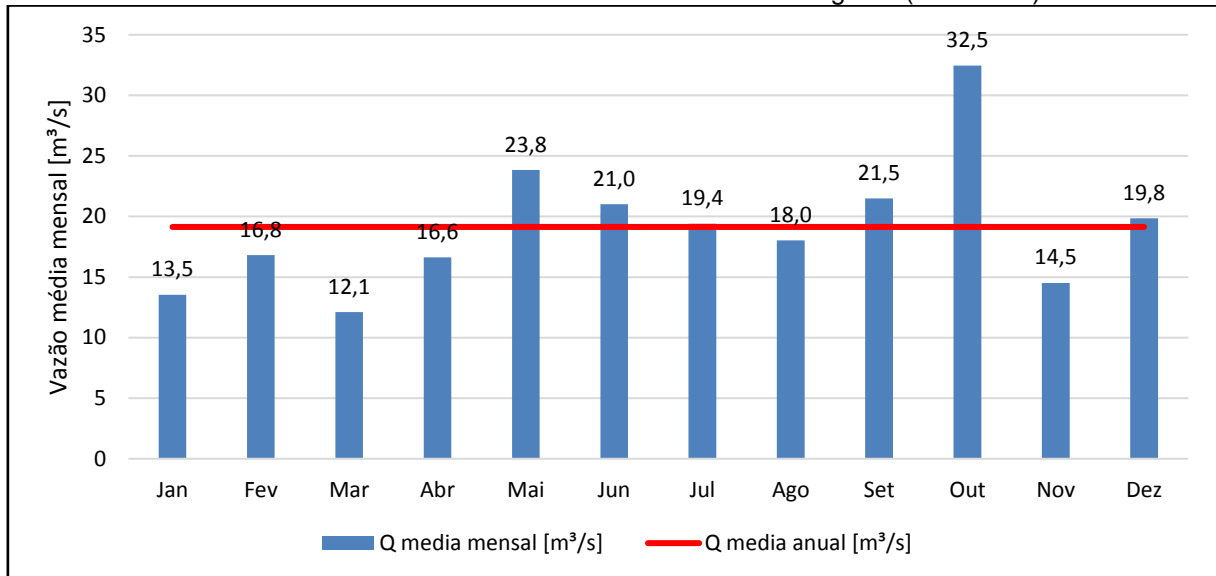


Fonte: ANA (2016). Os autores.

A partir da série histórica de vazões diárias observadas, calcularam-se as médias para cada um dos meses do ano, bem como a vazão média anual (Gráfico 59). Aplicando a equação 5, obtiveram-se as cargas de sedimento médias mensais, bem como a carga média anual, conforme pode ser observado no Gráfico .

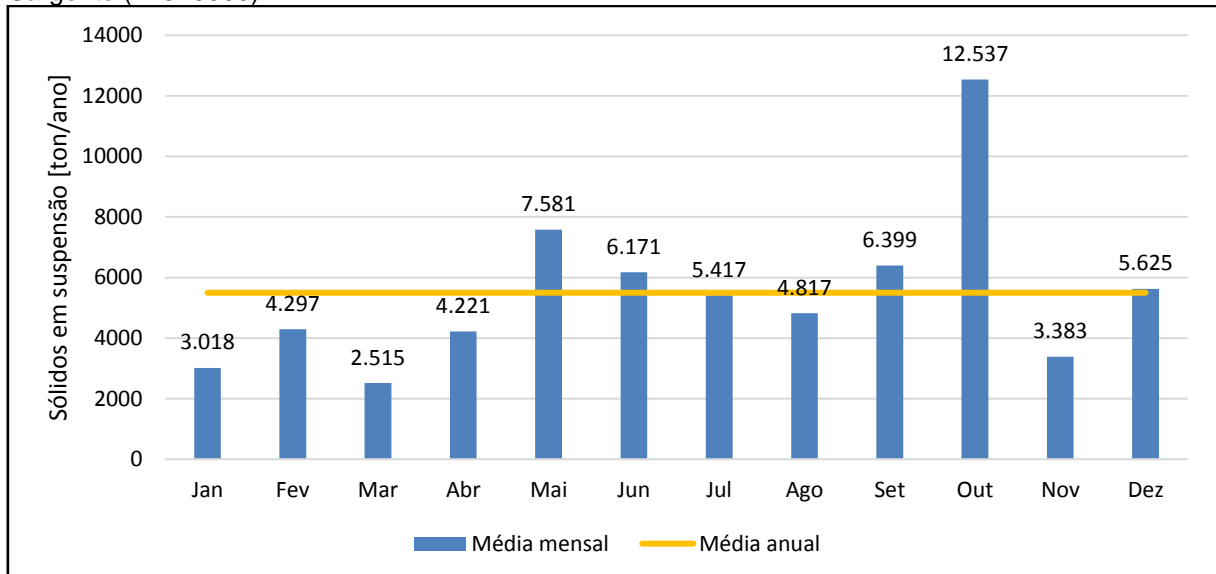
Coerentemente com o fato das maiores vazões acontecerem no mês de outubro, a maior produção de sedimentos na bacia hidrográfica de drenagem até a estação fluviométrica Ponte do Sargento acontece no referido mês. A produção média de sedimentos - sólidos em suspensão - neste mês é de 34,3 [ton/dia] o qual corresponde a uma perda de solo de 1,75 toneladas mensais por cada Km² da área de drenagem. O período com as menores quantidades de sedimento no curso d'água vai de janeiro a abril, sendo também novembro, um mês de baixa produção de sólidos em suspensão.

Gráfico 59 - Vazões médias mensais e média anual em Ponte do Sargento (74320000).



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Gráfico 65 - Transporte médios mensais e médio anual de sólidos em suspensão em Ponte do Sargento (74320000).



Fonte: ANA (2016). Os autores.

Em termos anuais o transporte médio de sedimentos é 15,1 [ton/dia] ou 5.499 [ton/ano], o qual corresponde a uma perda de 9 toneladas anuais de solo, por cada Km² da bacia de drenagem, valor que corresponde a moderada erodibilidade na bacia. Entretanto, este valor, embora resultante das medições disponíveis, pode estar subdimensionado. Com efeito, conforme pode verificar-se na Figura 51, nenhuma das medições que serviram para estimar a curva Q_{SS} em função da vazão Q_L corresponde

a situação de grandes enchentes, fato que pode conduzir a “erros” significativos na extrapolação da curva. No caso isto é importante de ser salientado, pois, a maior parte do transporte de sedimentos acontece, justamente, nos períodos de grandes cheias. Assim, recomenda-se intensificar esforços no sentido de realizar campanhas de medição em situações de águas altas.

REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS - ANA. **Indicadores de qualidade da água.** Disponível em: <<http://portalpnqa.ana.gov.br>>. Acesso em: 01 out. 2016.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações de Recursos Hídricos.** Disponível em <www.snirh.gov.br>. Acesso em: 10 dez. 2016.

BATISTA, A. L.; et al. **Verificação da estacionariedade de séries hidrológicas no Sul-Sudeste do Brasil.** In.: Anais do XVIII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos. Campo Grande, p. 1-19, 2009.

COMPANHIA CATARINENSE DE ÁGUAS E SANEAMENTO - CASAN. **Dados analíticos.** Florianópolis, 2016.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. **Qualidade das águas interiores no estado de São Paulo:** Significado ambiental e sanitário das variáveis de qualidade das águas e dos sedimentos e metodologias analíticas e de amostragem. São Paulo, 2009. 43 p.

CONSELHO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE - CONAMA. **Resolução nº 357 de 17 de março de 2005.** Dispõe sobre a classificação de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2012.

_____. **Resolução nº 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. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2012.

DEFESA CIVIL SÃO MIGUEL DO OESTE. **Eventos Registrados no S2ID.** São Miguel do Oeste, 2016.

DETZEL, D. H. M. et. al. **Estacionariedade das Afluências às Usinas Hidrelétricas Brasileiras.** 16. vol. 3. ed. RBRH: 2011.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE METEOROLOGIA - OMM. **Guide to hydrological practices. Volume I. Hydrology – From Measurement to Hydrological Information.** 6. ed. Genebra: OMM, 2008. 296 p.

SANTA CATARINA. **Lei nº 10.949, de 09 de novembro de 1998.** Dispõe sobre a caracterização do Estado em 10 (dez) Regiões Hidrográficas. Disponível em: <www.mma.gov.br>. Acesso em: 20 set. 2016.

SANTA CATARINA. Conselho Estadual de Recursos Hídricos. **Resolução nº 001 de 21 de julho de 2008.** Dispõe sobre a classificação dos corpos de água de Santa

Catarina e dá outras providências. Disponível em: <www.aguas.sc.gov.br>. Acesso em: 01 out. 2016

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente (SDM) e Secretaria de Estado do Desenvolvimento Rural e Agricultura (SAR). **Estado de Santa Catarina: Mapa das Regiões Hidrográficas**. 2000. Disponível em: <<http://www.spg.sc.gov.br/mapas/sc/sc0003.html>>. Acesso em: 15. jul. 2016.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Estudo de Regionalização Hidrológica**. IN:SC/SDS. Estudo dos Instrumentos de Gestão de Recursos Hídricos para o Estado de Santa Catarina. Consorcio Engecorps-Tetraplan-LacazMartins: Florianópolis, 2006.

SANTA CATARINA. Secretaria de Estado do Desenvolvimento Urbano e Meio Ambiente. **Plano Estratégico de Gestão Integrada da Bacia Hidrográfica do Rio Jacutinga (SHPRH Jacutinga Ariranha)**. MPB Engenharia: Florianópolis, 2009.

VON SPERLING, M. **Estudos e modelagem da qualidade da água de rios**. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2007. 588 p.