

INSERIR CAPA



APRESENTAÇÃO

O presente documento consiste do Relatório de Análise Quali-quantitativa da Água (RD06), elaborado pela empresa Profill Engenharia e Ambiente S.A. para a execução técnica da ELABORAÇÃO DO PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE (PRH-BIG), pertencente à Região Hidrográfica I do Estado do Rio de Janeiro.

O Relatório de Análise Quali-quantitativa da Água (RD06), seguindo o que está previsto no TDR e no Plano de Trabalho do PRH-BIG, apresenta a consolidação dos estudos e resultados das amostragens quali-quantitativas realizados, apresentando informações consolidadas dos relatórios de Análise Quali-quantitativa 00 (RAQ00), 01 (RAQ01), 02 (RAQ02), 03 (RAQ03) e 04 (RAQ04).

Novembro de 2019



Prévia	11/11/2019	REVP	Revisão prévia enviada ao INEA
Revisão	Data	Descrição	Detalhamento

RD06 - Relatório de Análise Quali-quantitativa

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE (PRH-BIG)

Revisão: REVP	Data: 11/11/2019
-----------------------------	--------------------------------

Realização:  Instituto estadual do ambiente	 Secretaria de Estado do Ambiente e Sustentabilidade	 RIO DE JANEIRO VAMOS VIVAR O LEGADO	Acompanhamento:  Comitê de Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande	Execução:  PROFILL	Apoio:  BR TRANSPETRO
---	--	---	--	---	---



Sumário

1. INTRODUÇÃO	9
2. REDE DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO	10
2.1. ANÁLISE DA REDE EXISTENTE DE MONITORAMENTO HÍDRICO QUALITATIVO NA RH-I	10
2.2. ANÁLISE DA REDE EXISTENTE DE MONITORAMENTO HÍDRICO QUANTITATIVO	17
2.3. REDE DE MONITORAMENTO PARA O PRH-BIG	20
3. METODOLOGIA.....	24
3.1. Quantitativo	24
3.2. Qualitativo	26
4. MONITORAMENTO HÍDRICO QUANTITATIVO DA RH-I.....	27
4.1. RESULTADOS OBTIDOS NA PRIMEIRA CAMPANHA	27
4.2. RESULTADOS OBTIDOS NA SEGUNDA CAMPANHA.....	30
4.3. RESULTADOS OBTIDOS NA TERCEIRA CAMPANHA	33
4.4. RESULTADOS OBTIDOS NA QUARTA CAMPANHA	35
5. AVALIAÇÃO HÍDRICA QUALITATIVA DA RH-I.....	38
5.1. RESULTADOS QUALITATIVOS OBTIDOS NA TERCEIRA CAMPANHA.....	44
5.2. RESULTADOS QUALITATIVOS OBTIDOS NA QUARTA CAMPANHA.....	48
5.3. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA.....	52
5.3.1. Avaliação a partir da série histórica.....	52
5.3.2. Avaliação geral da qualidade da água.....	56
5.3.3. Uso e ocupação do solo.....	57
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	64
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS 68	
Anexo 1 – Quadro resumo das medições quantitativas	69
Anexo 2 – Relatórios de Ensaios das medições qualitativas.....	72



Lista de Figuras

Figura 2.1 - Localização das estações da rede de monitoramento hídrico qualitativo do Inea na RH-I.....	11
Figura 2.2 - Localização dos pontos da rede de monitoramento quantitativo na RH-I	18
Figura 3.1 - ADCP RIVERSURVEYOR M9 (à esquerda), ADCP RIVERRAY (centro) e ADV SONTEK FLOWTRACKER (à direita)	25
Figura 4.1 - Vazões medidas na campanha de amostragem quantitativa e área de drenagem em cada ponto de amostragem.....	28
Figura 4.2 - Vazões específicas calculadas em cada ponto de amostragem	29
Figura 4.3 - Vazões medidas na campanha de amostragem quantitativa e área de drenagem em cada ponto de amostragem.....	31
Figura 4.4 - Vazões específicas calculadas em cada ponto de amostragem	32
Figura 4.5 - Vazões medidas na campanha de amostragem quantitativa e área de drenagem em cada ponto de amostragem.....	34
Figura 4.6 - Vazões específicas calculadas em cada ponto de amostragem	34
Figura 4.7 - Vazões medidas na campanha de amostragem quantitativa e área de drenagem em cada ponto de amostragem.....	36
Figura 4.8 - Vazões específicas calculadas em cada ponto de amostragem	37
Figura 5.1 – Localização do ponto E3, no Rio Perequê-Açu montante	38
Figura 5.2 – Localização do ponto E4, no Rio Perequê-Açu jusante	39
Figura 5.3 – Localização do ponto E5, no Rio Taquari	39
Figura 5.4 – Localização do ponto E6q, no Rio Mambucaba montante	40
Figura 5.5 – Localização do ponto E7, no Rio Mambucaba jusante	40
Figura 5.6 – Localização do ponto E10, no rio Campo Alegre	41
Figura 5.7 – Localização do ponto E11, no Rio Jurumirim.....	41
Figura 5.8 – Localização do ponto E13, no Rio do Meio (Japuíba)	42
Figura 5.9 – Localização do ponto E14, no Rio Jacuecanga	42
Figura 5.10 – Localização do ponto E15, na Ilha Grande (Abraão)	43



Figura 5.11 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa	47
Figura 5.12 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa.....	51
Figura 5.13 - Diagramas box-plot com a série histórica e os valores encontrados nas campanhas de amostragem qualitativa	55
Figura 5.14 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E3 (Rio Perequê-Açu montante).....	58
Figura 5.15 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E4 (Rio Perequê-Açu jusante)	58
Figura 5.16 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E5 (Rio Taquari)	59
Figura 5.17 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E6q (Rio Mambucaba montante)	59
Figura 5.18 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E7 (Rio Mambucaba jusante)	60
Figura 5.19 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E10 (Rio Campo Alegre)	60
Figura 5.20 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E11 (Rio Jurumirim)	61
Figura 5.21 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E13 (Rio do Meio/Japuíba)	61
Figura 5.22 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E14 (Rio Jacuecanga)	62
Figura 5.23 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E15 (Ilha Grande – Abraão)	62

Lista de Quadros

Quadro 2.1 - Lista e localização das estações de monitoramento do Inea	10
Quadro 2.2 - Parâmetros monitorados na rede de monitoramento hídrico qualitativo do Inea..	11
Quadro 2.3 - Densidade das estações de monitoramento qualitativo	12
Quadro 2.4 - Frequência de análise do monitoramento	14
Quadro 2.5 - Estações fluviométricas identificadas na bacia	17
Quadro 2.6 - Distribuição das estações nas UHPs na RH-I.....	19
Quadro 2.7 - Disponibilidade de dados das estações fluviométricas	19
Quadro 2.8 - Localização dos pontos de monitoramento quali-quantitativo	22
Quadro 3.1 - Distâncias entre as verticais a serem consideradas em função da largura do canal.	24
Quadro 3.2 - Parâmetros e métodos de amostragem qualitativa	26
Quadro 4.1 - Relação com data das coletas e equipamento utilizado.....	27



Quadro 4.2 - Dados das seções de amostragem quantitativa.....	27
Quadro 4.3 - Resultados das medições nas campanhas de amostragem quantitativa	28
Quadro 4.4 - Relação com data das coletas e equipamento utilizado.....	30
Quadro 4.5 - Dados das seções de amostragem quantitativa.....	30
Quadro 4.6 - Resultados das medições nas campanhas de amostragem quantitativa	31
Quadro 4.7 - Relação com data das coletas e equipamento utilizado.....	33
Quadro 4.8 - Dados das seções de amostragem quantitativa.....	33
Quadro 4.9 - Resultados das medições nas campanhas de amostragem quantitativa	33
Quadro 4.10 - Relação com data das coletas e equipamento utilizado.....	35
Quadro 4.11 - Dados das seções de amostragem quantitativa.....	35
Quadro 4.12 - Resultados das medições nas campanhas de amostragem quantitativa	35
Quadro 5.1 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa para os parâmetros: OD, coliformes termotolerantes, pH, DBO e DQO	44
Quadro 5.2 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa para os parâmetros: temperatura, nitrogênio total, nitrato, fósforo total, turbidez e resíduo total.....	44
Quadro 5.3 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa para os parâmetros: OD, coliformes termotolerantes, pH, DBO e DQO	48
Quadro 5.4 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa para os parâmetros: temperatura, nitrogênio total, nitrato, fósforo total, turbidez e resíduo total.....	48
Quadro 5.5 – Estações da rede existente utilizadas na comparação dos resultados.....	52
Quadro 5.6 - Valores orientadores de parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005.....	56

Lista de Mapas

Mapa 2.1 - Pontos do monitoramento quali-quantitativo	23
---	----

Lista de Siglas

ANA - Agência Nacional de Águas



CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais

DBO - Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO - Demanda Química de Oxigênio

GEIHQ - Gerência de Informações Hidrometeorológicas e de Qualidade Das Águas

GELIRH - Gerência de Licenciamento de Recursos Hídricos

GEOHECO - Laboratório de Geo-hidroecologia

Inea - Instituto Estadual do Ambiente

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IQA - Índice de Qualidade da Água

OD - Oxigênio Dissolvido

OMM - Organização Mundial de Meteorologia

OTSS - Observatório Território Saudáveis e Sustentáveis

pH - Potencial Hidrogeniônico

PNQA - Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas

PRH-BIG - Plano de Recursos Hídricos da Região Hidrográfica da Baía da Ilha Grande

RAQ - Relatório das Análises Quali-quantitativas

RH-I - Região Hidrográfica I

SDT - Sólidos Dissolvidos Totais

UFF - Universidade Federal Fluminense

UFRJ - Universidade Federal do Rio de Janeiro

UHP - Unidade Hidrológica de Planejamento

UTM - Universal Transversa de Mercator



1. INTRODUÇÃO

Este relatório apresenta a consolidação dos quatro Relatórios de Análises Quali-quantitativas (RAQ01, RAQ02, RAQ03 e RAQ04), e une informações sobre a rede de monitoramento proposta, exposto no RAQ00.

Os Relatórios de Análises Quali-quantitativas são uma série de quatro relatórios contendo os resultados das campanhas de amostragem quali-quantitativas realizadas na RH-I, propostos a serem emitidos uma vez a cada trimestre, totalizando quatro campanhas nas quatro estações do ano. Devido a condições climáticas desfavoráveis, as campanhas não puderam ser realizadas uma em cada estação do ano, sendo o RAQ01 e RAQ04 correspondentes à medição na estação primavera, o RAQ02 à medição na estação verão e outono, e o RAQ03 correspondente à medição na estação inverno. A cada dois relatórios RAQ foi emitido um relatório consolidado denominado Relatório de Análise Quali-quantitativa da Água (RD06), sendo a primeira versão correspondente ao RAQ01 e RAQ02, e o apresentado aqui correspondente a versão consolidada. A versão consolidada do RD06 contém todos os resultados das campanhas de amostragem, agregando uma análise mais apurada sobre o resultado completo das campanhas de amostragem e suas relações com as demais informações do PRH-BIG.

Além dos RAQs, este relatório apresenta resultados da análise da rede de monitoramento realizada no Relatório de Análises Quali-Quantitativas (RAQ00), que teve por objetivo a avaliação da rede existente e proposição de uma malha de monitoramento hídrico qualitativo e quantitativo, de 10 pontos para cada tipo de monitoramento, estabelecida para a realização das quatro campanhas de monitoramento.

A estrutura do relatório é dividida em quatro capítulos, além deste, onde o capítulo 2 trata da análise da rede de monitoramento do INEA e definição de nova rede, apresentados no RAQ00, o capítulo 3 apresenta os resultados da análise quantitativa obtida no RAQ01, RAQ02, RAQ03 e RAQ04, o capítulo 4 apresenta os resultados da análise qualitativa, obtidos no RAQ03 e RAQ04, e por fim, o capítulo 5 apresenta as considerações finais, fazendo um panorama geral dos resultados de qualidade e quantidade obtidos para os recursos hídricos da RH-I.



2. REDE DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO

A proposição de uma rede de amostragem para o PRH-BIG iniciou-se com a avaliação das redes de monitoramento qualitativo e quantitativo existentes. As análises realizadas e a rede de amostragem proposta e utilizada nas duas primeiras campanhas são apresentadas nos itens a seguir.

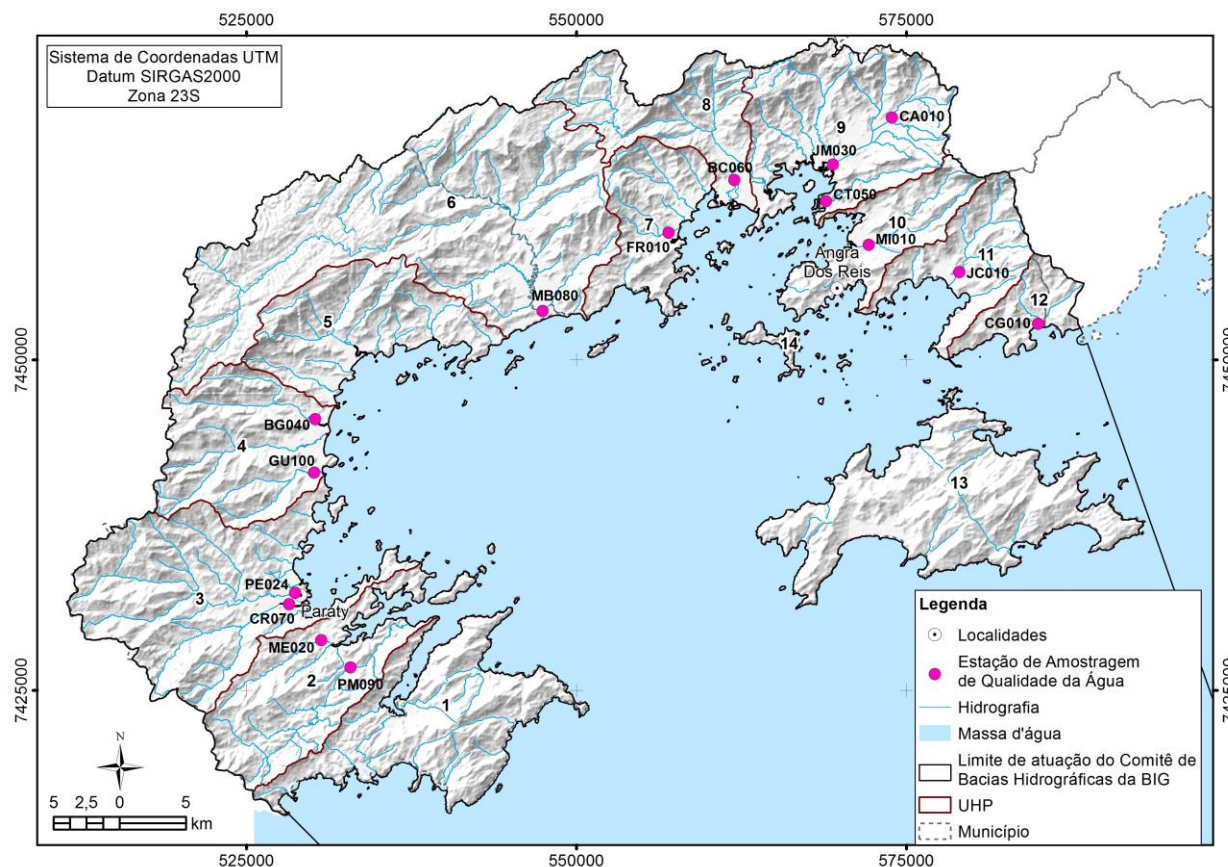
2.1. ANÁLISE DA REDE EXISTENTE DE MONITORAMENTO HÍDRICO QUALITATIVO NA RH-I

A rede de monitoramento hídrico qualitativo existente na RH-I é a do Inea, composta por 15 estações de monitoramento de qualidade da água, listadas no Quadro 2.1, cuja localização está apresentada na Figura 2.1.

Quadro 2.1 - Lista e localização das estações de monitoramento do Inea

Código Completo	Código	Localização	Coordenadas Geográficas		Coordenadas UTM	
			Latitude	Longitude	UTME	UTMN
00RJ11BC0060	BC0060	Rio Bracuí	22°56'04.30"	44°23'44.20"	561969,334	7463600,595
00RJ11BG0040	BG0040	Rio da Barra Grande	23°05'56.30"	44°42'18.60"	530192,989	7445493,494
00RJ11CA0010	CA0010	Rio Campo Alegre	22°53'29.30"	44°16'46.34"	573895,357	7468313,417
00RJ11CG0010	CG0010	Rio Cantagalo	23°01'54.25"	44°10'13.99"	584987,777	7452727,892
00RJ11CR0070	CR0070	Rio Corisco	23°13'32.00"	44°43'27.50"	528206,500	7431484,184
00RJ11CT0050	CT0050	Rio Caputera	22°56'55.30"	44°19'41.00"	568888,997	7462002,220
00RJ11FR0010	FR0010	Rio do Frade (Ambrósio)	22°58'14.84"	44°26'39.09"	556975,529	7459607,266
00RJ11GU0100	GU0100	Rio Graúna	23°08'07.60"	44°42'21.30"	530108,047	7441456,088
00RJ11JC0010	JC0010	Rio Jacuecanga	22°59'48.02"	44°13'44.43"	579016,865	7456641,525
00RJ11JM0030	JM0030	Rio Jurumirim	22°55'25.20"	44°19'22.80"	569420,078	7464770,521
00RJ11MB0080	MB0080	Rio Mambucaba	23°01'28.30"	44°32'13.80"	547423,653	7453690,096
00RJ11ME0020	ME0020	Rio dos Meros	23°15'00.10"	44°42'01.10"	530656,382	7428770,146
00RJ11MI0010	MI0010	Rio do Meio (Japuiba)	22°58'42.74"	44°17'45.80"	572153,978	7458684,159
00RJ11PE0024	PE0024	Rio Perequê-Açú	23°13'03.80"	44°43'11.20"	528671,416	7432350,477
00RJ11PM0090	PM0090	Rio Paraty-Mirim (Carapitanga)	23°16'06.90"	44°40'43.10"	532868,177	7426711,220

Fonte: Inea/GEIHQ (2018)



Fonte: Inea/GEIHQ (2018)

Figura 2.1 - Localização das estações da rede de monitoramento hídrico qualitativo do Inea na RH-I

Em cada uma das estações são monitorados 21 parâmetros com frequência trimestral, e 11 parâmetros com frequência semestral, listados no Quadro 2.2.

Quadro 2.2 - Parâmetros monitorados na rede de monitoramento hídrico qualitativo do Inea

Frequência Prevista	Parâmetros
Trimestral	Alcalinidade total, Cloreto, Coliformes Termotolerantes, Condutividade, Cor verdadeira, DBO, DQO, Fósforo Total, Nitrato, Nitrito, Nitrogênio amoniacal total, OD, Orto-fosfato dissolvido, pH, Sólidos dissolvidos totais, Sólidos suspensos totais, Sólidos totais, Sulfato, Temperatura da Água, Temperatura do Ar e Turbidez.
Semestral	Alumínio dissolvido, Arsênio total, Cádmio total, Chumbo total, Cobre dissolvido, Cromo total, Ferro dissolvido, Manganês total, Mercúrio total, Níquel total e Zinco total.

Fonte: Inea/GEIHQ (2018)

A quantidade e disposição das estações de monitoramento são bem distribuídas no território da RH-I, conforme apresentado no Quadro 2.3. Das 14 UHPs definidas para PRH-BIG, quatro delas não possuem estações de qualidade instaladas, a saber: UHP-1 - Ponta da Juatinga, UHP-5 - Rio Taquari, UHP-13 - Bacias da Ilha Grande e UHP-14 - Ilhas.



Quadro 2.3 - Densidade das estações de monitoramento qualitativo

UHP		Área da UHP (km ²)	Qualitativa	
#	Nome		Número	Densidade (km ² /estação)
1	Ponta da Juatinga	144,85	0	-
2	Rio Paraty-Mirim (Carapitanga)	119,36	2	59,68
3	Rio Perequê-Açú	201,97	2	100,99
4	Rios Pequeno e Barra Grande	121,8	2	60,9
5	Rio Taquari	114,37	0	-
6	Rio Mambucaba	359	1	359
7	Rios Grataú e do Frade	76,26	1	76,26
8	Rio Bracuí	91,03	1	91,03
9	Rio Ariró	153,14	3	51,05
10	Rio do Meio (Japuíba)	68,25	1	68,25
11	Rio Jacuecanga	67,59	1	67,59
12	Rio Jacareí	35,72	1	35,72
13	Bacias da Ilha Grande	180,19	0	-
14	Ilhas	24,29	0	-
Total/média		1.757,82	15	117,19

Fonte: Adaptado de OMM (2008)

Além da disposição da malha, é necessário verificar a frequência de monitoramento e os dados históricos disponíveis. No Quadro 2.4 estão apresentados os números de campanhas anuais em cada estação, para cada parâmetro, disponibilizados pela Gerência de Informações Hidrometeorológicas e Qualidade das Águas (GEIHQ) do Inea, para verificar se o planejamento foi atendido. De acordo com o planejamento do Inea (apresentado no Quadro 2.2), seriam necessárias quatro campanhas anuais para preencher o monitoramento trimestral, necessário para 21 dos 32 parâmetros amostrados nestas estações, e dois monitoramentos anuais para preencher o monitoramento semestral, necessário para 11 dos 32 parâmetros.

Observa-se que em nenhum dos anos foi realizado o monitoramento completo em todas as estações, ou de todos os parâmetros, e que a partir do ano de 2015 a situação piorou, ocorrendo para todos os anos de 2016 e 2017 apenas duas das quatro campanhas previstas.

Foi possível constatar, para a rede de monitoramento qualitativo desta região, que:

- Não há monitoramento qualitativo nas UHPs Ilha Grande, Ponta da Juatinga, Rio Taquari e Ilhas;
- A frequência atual de monitoramento não atinge os valores mínimos de 4 campanhas por ano, objetivando coletas trimestrais;
- Os valores de condutividade acusam influência marinha em algumas coletas, sendo que, de acordo com as diretrizes da GEIHQ/Inea, as coletas devem ser realizadas



durante a maré de sizígia vazante, para evitar ao máximo a influência da água marinha nas coletas;

- As estações não possuem monitoramento de vazão, o que não permite a obtenção de parâmetros de carga de poluentes;
- Não há estações nos rios Taquari, São Gonçalo e córrego da Trindade.



Estação		Ano	Frequência trimestral																			Frequência semestral																			
Código	Localização		Profundidade (ac)	Temperatura Água - °C	Temperatura Ar - °C	Alcalinidade total - mg CACO3/L	Condutividade - µS/cm	Cor verdadeira - U. Cor	DBO - mg/L	DQO - mg/L	Fósforo Total - mg/L	Nitrato - mg/L	Nitrito - mg/L	Nitrogênio amoniacal total - mg/L	OD - mg/L	Orto-fosfato dissolvido - mg/L	pH	Sólidos suspensos totais - mg/L	Turbidez - UNT	Coliformes Termotolerantes - NMP/100ml	Sólidos totais - mg/L	Cloro - mg/L	Sólidos dissolvidos totais - mg/L	Sulfato - mg/L	Arsênio total - mg/L	Alumínio dissolvido - mg/L	Cádmio total - mg/L	Chumbo total - mg/L	Cobre dissolvido - mg/L	Cromo total - mg/L	Ferro dissolvido - mg/L	Manganês total - mg/L	Mercurio total - mg/L	Níquel total - mg/L	Zinco total - mg/L						
		2019	-	2	2	-	2	-	2	-	2	2	-	-	2	-	2	-	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
00RJ11PE0024	Rio Perequê-Açú	2013	4	4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		2014	4	4	3	0	4	0	4	4	4	3	3	3	4	4	4	0	4	4	3	0	3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1		
		2015	3	3	3	0	3	0	3	3	3	3	3	2	3	3	3	0	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2016	2	2	2	0	2	0	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2017	2	2	2	0	2	0	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2018	-	3	3	-	3	-	3	-	3	-	3	2	-	-	3	-	3	-	3	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
00RJ11PM0090	Rio Paraty-Mirim (Carapitanga)	2013	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0		
		2014	4	4	3	0	4	0	4	4	4	3	3	4	4	4	4	0	4	4	3	0	3	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	
		2015	3	3	3	0	3	0	3	3	3	3	3	3	3	3	3	0	3	3	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
		2016	2	2	2	0	2	0	2	2	2	2	1	1	1	2	1	2	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2017	2	2	2	0	2	0	2	2	2	2	1	1	2	2	2	0	2	2	2	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		2018	-	3	3	-	3	-	3	-	3	-	3	2	-	-	3	-	3	-	3	3	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		2019	-	2	2	-	2	-	2	-	2	2	-	-	2	-	2	-	2	2	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-		

Legenda	
	0 campanhas
	1 campanhas
	2 campanhas
	3 campanhas
	4 campanhas
	Sem informação

Fonte: Inea/GEIHQ (2018), INEA (2019)
 * A avaliação da qualidade da água com a série histórica utilizou os dados até a primeira coleta de 2018, uma vez que esta foi realizada no primeiro semestre de 2018.



2.2. ANÁLISE DA REDE EXISTENTE DE MONITORAMENTO HÍDRICO QUANTITATIVO

Quanto ao monitoramento hídrico quantitativo, foram identificadas sete estações fluviométricas na RH-I, das quais duas são de responsabilidade do Inea, quatro da ANA, e uma originária de uma parceria entre OTSS, UFF e UFRJ. Dessas, atualmente quatro estão em operação. As estações estão listadas no Quadro 2.5, e suas localizações são apresentadas na Figura 2.2.

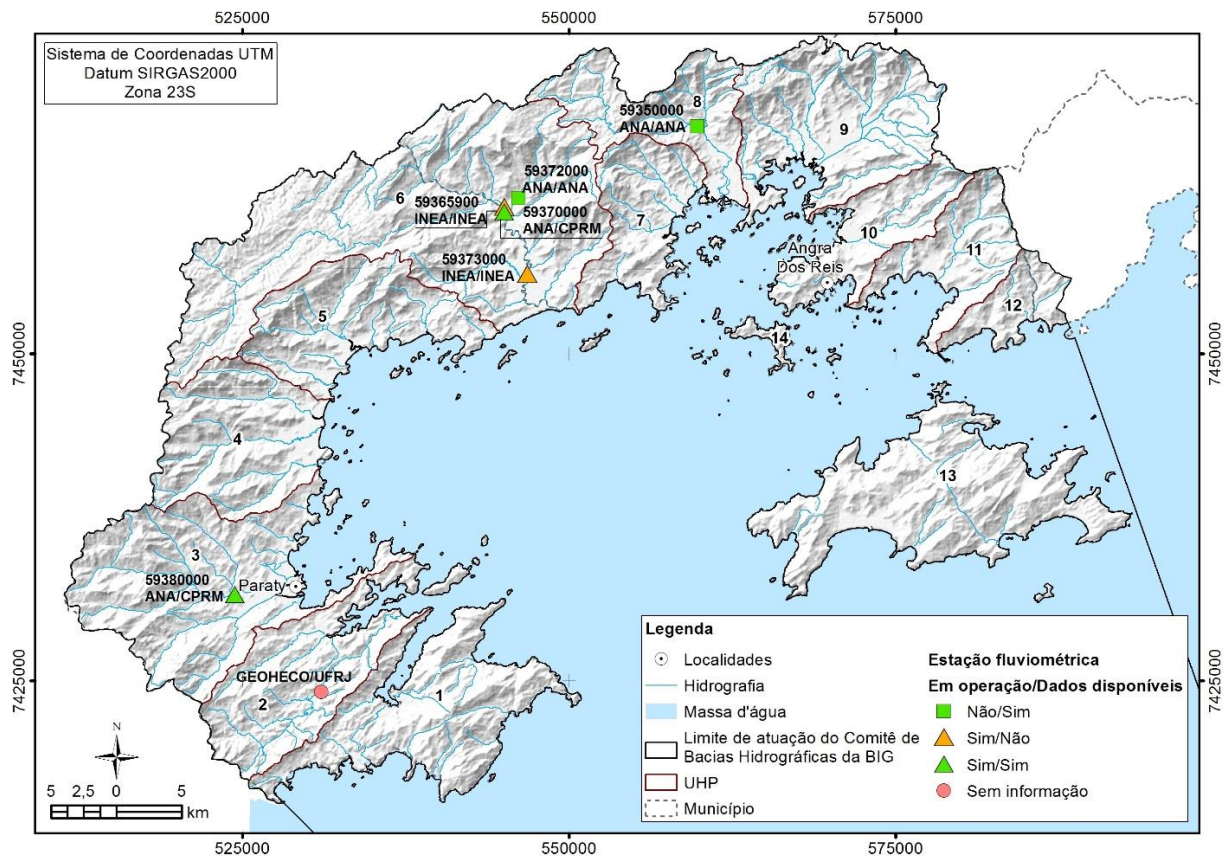
Quadro 2.5 - Estações fluviométricas identificadas na bacia

Estação	Código	Responsável / Operador	Município	Curso d'água	Área de drenagem (km ²)	Em operação	Coordenadas
							UTME/UTMN
Fazenda Santa Rita	59350000	ANA/ANA	Angra dos Reis	Rio Bracuí	155	Não	559822,14
							7467431,64
Fazenda Fortaleza	59365900	Inea/Inea	Angra dos Reis	Rio Mambucaba	-	Sim	545024,64
							7461239,42
Fazenda Fortaleza	59370000	ANA/CPRM	Angra dos Reis	Rio Mambucaba	635	Sim	545023,45
							7460840,9
Itapetinga	59372000	ANA/ANA	Angra dos Reis	Rio Itapetinga	37	Não	546133,99
							7461944,56
Vila Perequê	59373000	Inea/Inea	Angra dos Reis	Rio Mambucaba	674	Sim*	546802,8
							7456130,6
Parati	59380000	ANA/CPRM	Paraty	Rio Perequê-Açú	79	Sim	524411,48
							7431585,61
Fazenda das Garrafas	59355000	ANA/CPRM	São José do Barreiro	Rio Mambucaba	23,08	Sim	539357,47
							7485697,87
Estação da GEOHECO/UFRJ**	-	GEOHECO/UFRJ	Paraty	Rio Carapitanga			531033,00
							7424112,00

Fonte: Adaptado de Hidroweb (ANA, 2018)

*Segundo informações do Inea, a estação Vila Perequê está desativada

**A estação é de responsabilidade do Laboratório de Geo-hidroecologia da UFRJ, originária de uma parceria entre OTSS, UFF e UFRJ, e não está presente no Hidroweb, por isso não possui informações sobre disponibilidade de dados



Fonte: Adaptado de Hidroweb (ANA, 2018)

Figura 2.2 - Localização dos pontos da rede de monitoramento quantitativo na RH-I

É observado que os pontos de monitoramento quantitativo onde são realizadas medições de vazão não coincidem com os qualitativos, o que não permite uma comparação das concentrações medidas com as vazões e o cálculo da carga de poluentes.

A distribuição das estações fluviométricas quantitativas entre as UHPs está apresentada no Quadro 2.6, onde se pode observar a existência de estações apenas em 4 das 14 UHPs, quais sejam: UHP-2 - Rio Paraty-Mirim, UHP-3 - Rio Perequê-Açu, UHP-6 - Rio Mambucaba e UHP-8 - Rio Bracuí.



Quadro 2.6 - Distribuição das estações nas UHPs na RH-I

UHP		Área da UHP (km ²)	Quantitativa	
Cód.	Nome		Número	Densidade (km ² /estação)
1	Ponta da Juatinga	144,85	0	-
2	Rio Paraty-Mirim	119,36	1	119,36
3	Rio Perequê-Açú	201,97	1	201,97
4	Rios Pequeno e Barra Grande	121,8	0	-
5	Rio Taquari	114,37	0	-
6	Rio Mambucaba	359	4	89,75
7	Rios Grataú e do Frade	76,26	0	-
8	Rio Bracuí	91,03	1	91,03
9	Rio Ariró	153,14	0	-
10	Rio do Meio	68,25	0	-
11	Rio Jacuecanga	67,59	0	-
12	Rio Jacareí	35,72	0	-
13	Bacias da Ilha Grande	180,19	0	-
14	Ilhas	24,29	0	-
Total		1.757,82	7	251,12

Fonte: Adaptado de Hidroweb (ANA, 2018)

Em relação à disponibilidade de dados destas estações fluviométricas, os mesmos podem ser observados no Quadro 2.7.

Quadro 2.7 - Disponibilidade de dados das estações fluviométricas

Estação	Código da estação	Responsável	Dados Vazão		Dados Cota	
			Sim	Não	Sim	Não
FAZENDA SANTA RITA	59350000	ANA	Sim	04/1978 a 12/1978	Sim	1967 a 1971 e 1978 a 1988
FAZENDA FORTALEZA	59365900	Inea	Não	-	Sim*	2012 a 2018
FAZENDA FORTALEZA	59370000	ANA	Sim	1935 a 2014	Sim	1935 a 2015
ITAPETINGA	59372000	ANA	Não	-	Sim	1978 a 1984
VILA PEREQUÊ	59373000	Inea	Não	-	Não	-
PARATI	59380000	ANA	Sim	1962 a 2014	Sim	1962 a 2014
GEOHECO/UFRJ**	-	UFRJ	-	-	-	-

Fonte: Hidroweb (ANA, 2018) e Inea/GEIHQ (2018)

*Dados obtidos diretamente com a GEIHQ/Inea, não constam no portal Hidroweb

**A estação é de responsabilidade do Laboratório de Geo-hidroecologia da UFRJ, originária de uma parceria entre OTSS, UFF e UFRJ, e não está presente no Hidroweb, por isso não possui informações sobre disponibilidade de dados

Os dados das estações do Inea não estão disponíveis no Hidroweb. Em contato com a GEIHQ/Inea, foi informado que a estação Vila Perequê, que consta como em operação no portal Hidroweb (ANA, 2018), está desativada, e a estação Fazenda Fortaleza (59365900) segue em operação, com monitoramento de nível d'água apenas.



Assim, resumidamente, foi possível constatar para a rede de monitoramento quantitativo desta região que:

- Existem poucas estações, localizadas em apenas 4 das 14 UHPs;
- Ausência de informações de vazão em algumas estações (não possuem curva-chave);
- Pontos de monitoramento qualitativo e quantitativo não coincidem, o que impede a observação da carga de poluentes;
- Ausência de informações hidrológicas para pequenos cursos d'água.

2.3. REDE DE MONITORAMENTO PARA O PRH-BIG

A partir da análise da rede de monitoramento qualitativa existente para a RH-I, verificou-se a necessidade da inclusão de pontos com o intuito de complementar o monitoramento existente. Para a definição dos pontos, foi considerada a rede existente do Inea, constituída por 15 pontos bem distribuídos, e escolhidos outros locais dos rios já monitorados pelo Inea.

Além de considerar somente os pontos com viabilidade de acesso, duas diretrizes principais foram utilizadas para a escolha dos pontos a serem monitorados: (i) fornecer dois locais de monitoramento por curso d'água; e (ii) reavaliar os locais de coletas, buscando evitar a influência da água do mar. Em resumo, os pontos de monitoramento qualitativo escolhidos foram:

- Rio Perequê-Açú - 2 pontos, um a montante e um a jusante;
- Rio Taquari - 1 ponto, a jusante;
- Rio Mambucaba - 2 pontos, um a montante e um a jusante;
- Rio Campo Alegre/Jurumirim - 2 pontos, um a montante e um a jusante;
- Rio do Meio (Japuíba) - 1 ponto, a jusante;
- Rio Jacuecanga - 1 ponto, a jusante;
- Ilha Grande - 1 ponto próximo a Abraão.

Nestes pontos, serão analisados os seguintes parâmetros, utilizados para o cálculo do índice IQA, utilizado pelo Inea:

- Oxigênio Dissolvido;
- Coliformes termotolerantes;
- pH;
- DBO;
- DQO;
- Temperatura;
- Nitrogênio total;
- Nitrato;
- Fósforo total;
- Turbidez;
- Resíduo total.



Para a malha de monitoramento quantitativo, após análise da rede existente, buscou-se: (i) aumentar a distribuição dos cursos d'água monitorados, alocando pontos nos rios Jacuecanga, Bracuí, Frade e Paraty-Mirim (Carapitanga); (ii) conciliar o monitoramento qualitativo com o quantitativo, com pontos próximos aos locais onde há monitoramento de qualidade, e (iii) gerar informações hidrológicas para pequenos cursos hídricos, alocando dois pontos em pequenas bacias.

A malha de monitoramento quantitativo é a seguinte:

- Rio Paraty-Mirim (Carapitanga) - 1 ponto, visando complementar a distribuição espacial da rede;
- Rio Perequê-Açu - 1 ponto, próximo ao ponto de monitoramento qualitativo;
- Rio Taquari - 1 ponto, próximo ao ponto de monitoramento qualitativo;
- Rio Mambucaba - 1 ponto, próximo ao ponto de monitoramento qualitativo;
- Rio Bracuí - 1 ponto, visando complementar a distribuição espacial da rede;
- Rio Campo Alegre/Jurumirim - 1 ponto, a jusante, próximo ao ponto de monitoramento qualitativo;
- Rio do Meio (Japuíba) - 1 ponto, próximo ao ponto de monitoramento qualitativo;
- Rio Jacuecanga - 1 ponto, visando complementar a distribuição espacial da rede;
- 2 pontos, em locais de pequena área de drenagem, em um rio sem nome (na UHP 9) e próximo à nascente do rio Corisquinho (na UHP 3), para aplicação da Metodologia de Silveira.

A única alteração da rede planejada à rede executada foi no ponto E12, onde por problemas de segurança não foi possível a realização das medições de vazão e amostragem para as análises de qualidade das águas. Para solucionar essa questão foi proposta a realocação das amostragens qualitativas para o ponto E14, realizada na segunda campanha, e das medições de vazão para o ponto E13, realizada na primeira e segunda campanha. O Quadro 2.8 e Mapa 2.1 apresentam os pontos onde foram executadas as medições e amostragens.

Em relação especificamente às medições para aplicação do Método Silveira, está sendo esperado um período sem precipitação.



Quadro 2.8 - Localização dos pontos de monitoramento quali-quantitativo

Código	Curso hídrico	Tipo			Nº campanhas	Localização			
		Metodologia	Quantidade	Qualidade		UTMN	UTME	Latitude	Longitude
E1**	Rio Paraty-Mirim	Quantitativa	X		4 trimestrais	7429224	535864	-23,245820	-44,649410
E2*	Rio do Corisquinho	Metodologia de Silveira	X		1 de 12 dias	7426279	523227	-23,272652	-44,772893
E3	Rio Perequê-Açu montante	Qualiquantitativa	X	X	4 trimestrais	7431467	523929	-23,225780	-44,766110
E4	Rio Perequê-Açu jusante	Qualitativa		X	4 trimestrais	7432350	528670	-23,217727	-44,719792
E5**	Rio Taquari	Qualiquantitativa	X	X	4 trimestrais	7450919	533284	-23,049900	-44,675100
E6q	Rio Mambucaba montante	Qualitativa		X	4 trimestrais	7458410	546708	-22,981912	-44,544294
E6v	Rio Mambucaba montante	Quantitativa	X		4 trimestrais	7460881	544939	-22,959636	-44,561625
E7	Rio Mambucaba jusante	Qualitativa		X	4 trimestrais	7453694	547420	-23,024493	-44,537202
E8**	Rio Bracuí	Quantitativa	X		4 trimestrais	7463590	561963	-22,934620	-44,395670
E9*	Sem nome	Metodologia de Silveira	X		1 de 12 dias	7464589	564435	-22,925505	-44,371604
E10	Rio Campo Alegre	Qualiquantitativa	X	X	4 trimestrais	7468313	573894	-22,891476	-44,279541
E11	Rio Jurumirim	Qualitativa		X	4 trimestrais	7464494	569133	-22,926176	-44,325787
E13	Rio do Meio/Japuiba	Qualiquantitativa	X	X	4 trimestrais	7458692	572180	-22,978460	-44,295800
E14**	Rio Jacuecanga	Qualiquantitativa	X	X	4 trimestrais	7456694	579107	-22,996190	-44,228120
E15	Sem nome - Ilha Grande	Qualitativa		X	4 trimestrais	7440569	585372	-23,141526	-44,166101

Fonte: Relatório das campanhas de amostragem de análises qualitativas da empresa Mérieux NutriSciences. Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda.

* Para as medições com a Metodologia do Silveira, os locais definidos são sugestões, podendo ser modificadas de acordo com a disponibilidade de acesso e condições locais

** Para as medições quantitativas previstas para as proximidades da foz, o local do monitoramento fluviométrico deve ser deslocado para montante até sair da zona de influência da maré



Mapa 2.1 - Pontos do monitoramento quali-quantitativo



3. METODOLOGIA

3.1. Quantitativo

As medições foram realizadas utilizando-se o método acústico e equipamentos diferentes, de acordo com as características e porte do curso d'água e as condições de segurança da equipe e equipamentos.

No caso de rios com profundidades máximas inferiores a 1,00 m a metodologia de medição adotada foi a vau (quando o operador atravessa a pé o curso d'água), utilizando-se o equipamento FlowTracker. Este equipamento possui um cabo acoplado a uma sonda que fica imersa na lâmina d'água, cujos receptores medem a velocidade do fluxo em uma seção vertical. A velocidade é medida em um (0,6 de profundidade) ou dois pontos (0,2 e 0,8 de profundidade), conforme a profundidade (p) de cada uma das verticais de medição. O número de verticais a serem realizadas depende da distância entre estas, definida a partir da largura do canal, como ilustra o Quadro 3.1. As medidas consideradas no cálculo de vazão não podem ultrapassar 10% da vazão total.

Quadro 3.1 - Distâncias entre as verticais a serem consideradas em função da largura do canal.

Largura do Canal (m)	Distância entre as seções verticais (m)	Largura do Canal (m)	Distância entre as seções verticais (m)
<3	0,30	50 a 80	4,0
3 a 6	0,50	80 a 150	6,0
6 a 15	1,0	150 a 250	8,0
15 a 30	2,0	>250	12,0
30 a 50	3,0	-	-

Fonte: INEA (2018)

No caso de rios com profundidades superiores a 1,00 m a metodologia de medição adotada foi de barco, utilizando-se o equipamento M9 para a primeira campanha e RiverRay ADCP para as demais, ambas com o método acústico Doppler. Este método consiste na emissão de pulsos sonoros, que são refletidos pelas partículas suspensas na corrente líquida, sendo a mudança de frequência captada pelo equipamento e utilizadas para fazer o perfilamento da velocidade e direção de fluxo (ANA, 2016). Foram realizadas de 6 a 8 travessias em cada seção. As travessias cujas medições apresentam elevado desvio em relação às demais foram eliminadas, restando pelo menos 5 travessias a serem consideradas no cálculo da vazão líquida. Os equipamentos utilizados estão apresentados na Figura 3.1.



Fonte: CLEAN ENVIRONMENT BRASIL (2018a, 2018b)

Figura 3.1 - ADCP RIVERSURVEYOR M9 (à esquerda), ADCP RIVERRAY (centro) e ADV SONTEK FLOWTRACKER (à direita)

Durante as medições foram evitados os efeitos de maré, com a medição sendo realizada, durante a maré mínima vazante. Ao se chegar a cada local foi realizada uma vistoria das condições encontradas, definida uma seção de medição e realizada a limpeza da seção, quando necessário.

Antes da medição foi feita a leitura do NA, topograficamente a partir da RN arbitrária, com cota 10,000 m, estabelecida anteriormente em local seguro, para apoio nas leituras dos níveis d'água. Para se verificar a ocorrência de variação de nível d'água, foi instalada uma régua limnimétrica provisória e realizadas leituras dos níveis d'água do rio, no início e no fim da medição de vazão.

Posteriormente os resultados das medições foram analisados e consistidos.



3.2. Qualitativo

Os parâmetros analisados estão apresentados no Quadro 3.2, bem como os respectivos métodos utilizados, em conformidade com os padrões definidos pela *American Water Works Association* (2012).

Quadro 3.2 - Parâmetros e métodos de amostragem qualitativa

Parâmetro	Unidade	Método
Oxigênio Dissolvido	mg/L O ₂	SM 4500 - O - G
Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	SM 9221 B, C, D, E
pH	upH	SM 4500 H+ B
DBO	mg/L O ₂	SM 5210 – B
DQO	mg/L O ₂	SM 5220 – D
Temperatura	°C	SM 2550 B
Nitrogênio total	mg/L N	POP PA 005
Nitrato	mg/L N O ₃	SM 4500 - NO ₃ - E
Fósforo total	mg/L P	SM 4500 P
Turbidez	NTU	SM 2130 – B
Sólidos totais	mg/L	SM 2540 – A, B, C, D, E

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises qualitativas da empresa Mérieux NutriSciences.
SM: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd. Edition, 2012 (AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION, 2012)

Para os parâmetros pH, temperatura, e OD, as medições foram feitas no local, através das sondas multiparâmetros YSI PROFESSIONAL PLUS e Hanna, modelo HI 98194. Os equipamentos de coleta utilizados foram:

- Baldes Inox;
- Corda;
- Sonda multiparâmetros;
- Celular para registro fotográfico e das coordenadas geográficas.

Os Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) utilizados estão listados a seguir:

- Luva nitrílica descartável;
- Botina de segurança;
- Óculos de segurança;
- Calça com faixa refletiva;
- Blusa de manga comprida com faixa refletiva.



4. MONITORAMENTO HÍDRICO QUANTITATIVO DA RH-I

O monitoramento hídrico quantitativo da RH-I contou com a realização de quatro campanhas de medição de vazão, previstas a serem realizadas uma em cada estação do ano, pela empresa contratada Rio Tecnologia Ambiental Ltda. Devido a imprevistos, não foi possível a realização da campanha na estação outono, sendo realizadas duas campanhas na primavera, uma no inverno e uma no verão (com alguns pontos desta campanha medidos no outono).

Nos próximos subitens serão apresentados os resultados obtidos nas campanhas de amostragem quantitativa para a RH-I.

4.1. RESULTADOS OBTIDOS NA PRIMEIRA CAMPANHA

A primeira campanha de medições foi realizada entre os dias 23 e 25 de outubro de 2018. A relação dos pontos com a data das coletas e equipamento utilizado está apresentada no Quadro 4.1.

Quadro 4.1 - Relação com data das coletas e equipamento utilizado

Código	Rio	UHP	Data	Equipamento
E1	Rio Paraty Mirim	2 - Paraty Mirim	24/10/2018	FlowTracker
E3	Rio Perequê-Açú montante	3 - Perequê-Açú	24/10/2018	M9
E5	Rio Taquari	5 - Rio Taquari	24/10/2018	M9
E6	Rio Mambucaba	6 - Rio Mambucaba	23/10/2018	M9
E8	Rio Bracuí	8 - Rio Bracuí	25/10/2018	M9
E10	Rio Campo Alegre	9 - Rio Ariró	23/10/2018	FlowTracker
E13	Rio do Meio/Japuíba	10 - Rio Japuíba	25/10/2018	M9
E14	Rio Jacuecanga	11 - Rio Jacuecanga	23/10/2018	FlowTracker

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

As informações gerais e resultados da campanha de amostragem quantitativa estão apresentados no Quadro 4.2 e no Quadro 4.3. A partir das vazões medidas e das áreas de drenagem foi possível calcular as vazões específicas em cada ponto.

Quadro 4.2 - Dados das seções de amostragem quantitativa

Código	UHP / Rio	N° de verticais/travessias	Cota (m)	Área molhada (m ²)	Largura (m)	Velocidade média (m/s)	Profundidade média (m)
E1	2 - Rio Paraty Mirim	26	5,37	13,5	25,6	0,171	0,528
E3	3 - Rio Perequê-Açú	5/8	8,77	15,8	19,5	0,267	1,403
E5	5 - Rio Taquari	6/8	7,53	19,1	30,3	0,176	1,46
E6	6 - Rio Mambucaba	5/8	0,52	56,4	41,3	0,186	2,21
E8	8 - Rio Bracuí	8/8	6,37	24,7	35,6	0,461	0,987
E10	9 - Rio Campo Alegre	22	5,72	0,547	3,45	0,233	0,159
E13	10 - Rio do Meio/Japuíba	5/8	6,65	7,8	13,8	0,253	0,813
E14	11 - Rio Jacuecanga	27	8,44	3,78	28,3	0,383	0,134

(*) Travessias realizadas/travessias consideradas no cálculo de vazão

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

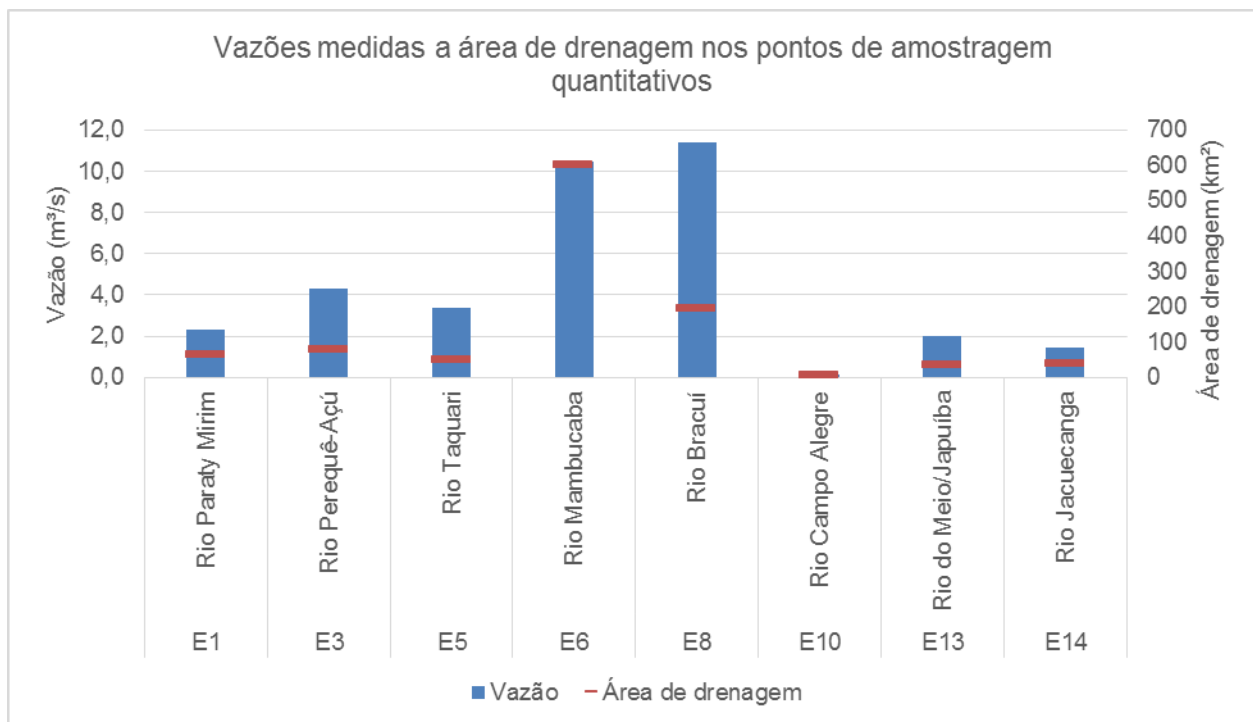


Quadro 4.3 - Resultados das medições nas campanhas de amostragem quantitativa

Código	UHP / Rio	Vazão (m ³ /s)	Área de drenagem (km ²)	Vazão específica (L/s.km ²)
E1	2 - Rio Paraty Mirim	2,32	63,67	36,44
E3	3 - Rio Perequê-Açú	4,22	77,80	54,24
E5	5 - Rio Taquari	3,34	50,11	66,65
E6	6 - Rio Mambucaba	10,5	601,59	17,45
E8	8 - Rio Bracuí	11,4	195,33	58,36
E10	9 - Rio Campo Alegre	0,128	6,66	19,22
E13	10 - Rio do Meio/Japuíba	1,97	34,25	57,52
E14	11 - Rio Jacuecanga	1,45	37,32	38,85

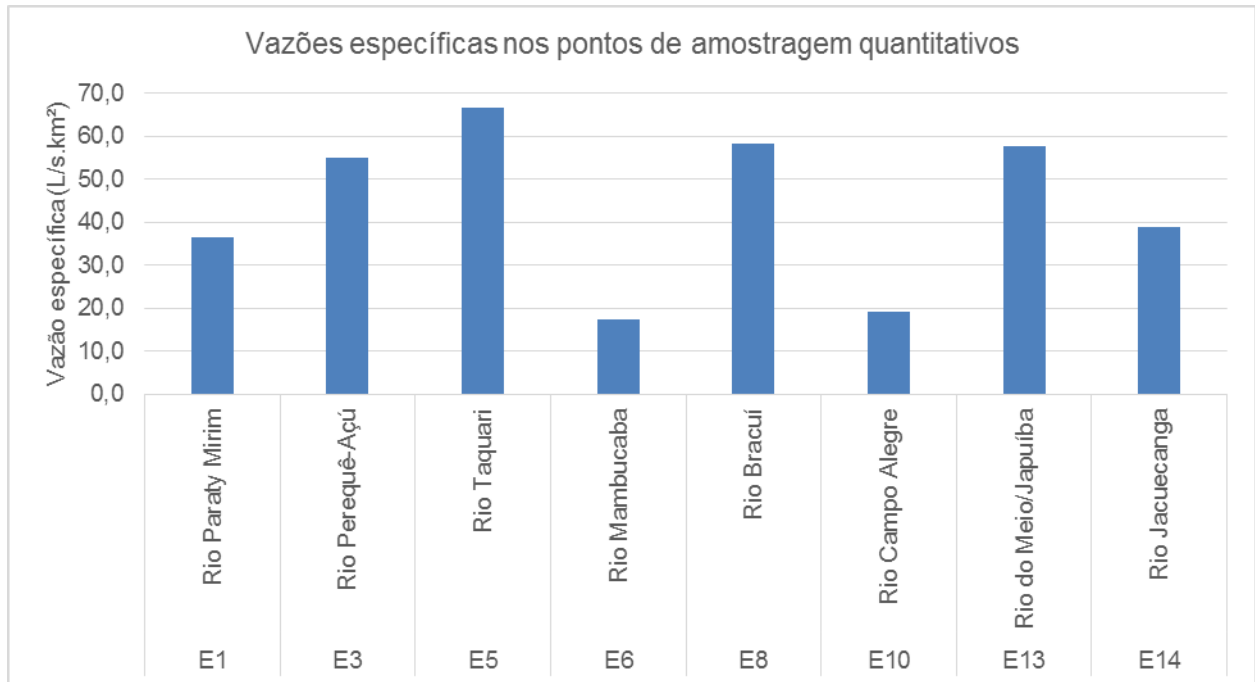
Fonte: Adaptado do relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

Na Figura 4.1 e na Figura 4.2 os resultados estão apresentados de forma gráfica.



Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

Figura 4.1 - Vazões medidas na campanha de amostragem quantitativa e área de drenagem em cada ponto de amostragem



Fonte: Adaptado de relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

Figura 4.2 - Vazões específicas calculadas em cada ponto de amostragem



4.2. RESULTADOS OBTIDOS NA SEGUNDA CAMPANHA

A segunda campanha de medições foi realizada entre os dias 12 a 14 de fevereiro, 16 e 17 de abril, e no dia 4 de maio¹ de 2019. A relação dos pontos com a data das coletas e equipamento utilizado está apresentada no Quadro 4.1.

Quadro 4.4 - Relação com data das coletas e equipamento utilizado

Código	Rio	UHP	Data	Equipamento
E1	Rio Paraty Mirim	2 - Paraty Mirim	12/02/2019	FlowTracker
E3	Rio Perequê-Açú montante	3 - Perequê-Açú	16/04/2019	RiverRay
E5	Rio Taquari	5 - Rio Taquari	12/02/2019	FlowTracker
E6	Rio Mambucaba	6 - Rio Mambucaba	16/04/2019	RiverRay
E8	Rio Bracuí	8 - Rio Bracuí	17/04/2019	FlowTracker
E10	Rio Campo Alegre	9 - Rio Ariró	12/02/2019	FlowTracker
E13	Rio do Meio/Japuiba	10 - Rio Japuiba	04/05/2019	FlowTracker
E14	Rio Jacuecanga	11 - Rio Jacuecanga	14/02/2019	FlowTracker

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

As informações gerais e resultados da campanha de amostragem quantitativa estão apresentados no Quadro 4.2 e no Quadro 4.3. A partir das vazões medidas e das áreas de drenagem, foi possível calcular as vazões específicas em cada ponto.

Quadro 4.5 - Dados das seções de amostragem quantitativa

Código	UHP / Rio	Nº de verticais/travessias*	Cota (m)	Área molhada (m ²)	Largura (m)	Velocidade média (m/s)	Profundidade média (m)
E1	2 - Rio Paraty Mirim	24	5,38	13,4	24,9	0,193	0,54
E3	3 - Rio Perequê-Açú	6/6	0,84	58,8	33,1	0,557	1,78
E5	5 - Rio Taquari	22	7,14	12,5	31,1	0,167	0,402
E6	6 - Rio Mambucaba	6/6	8,75	14,9	19,8	0,338	0,752
E8	8 - Rio Bracuí	26	6,45	26	36,7	0,37	0,708
E10	9 - Rio Campo Alegre	29	5,76	1,75	7,8	0,171	0,224
E13	10 - Rio do Meio/Japuiba	22	6,66	8,43	14,3	0,192	0,59
E14	11 - Rio Jacuecanga	25	9,04	22,0	32,3	0,114	0,682

(*) Travessias realizadas/travessias consideradas no cálculo de vazão

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

¹ As medições realizadas em abril e maio foram feitas em substituição a medições anteriores nos pontos E3, E6, E8 e E13, uma vez que o equipamento utilizado nesses, em fevereiro, apresentou erros.

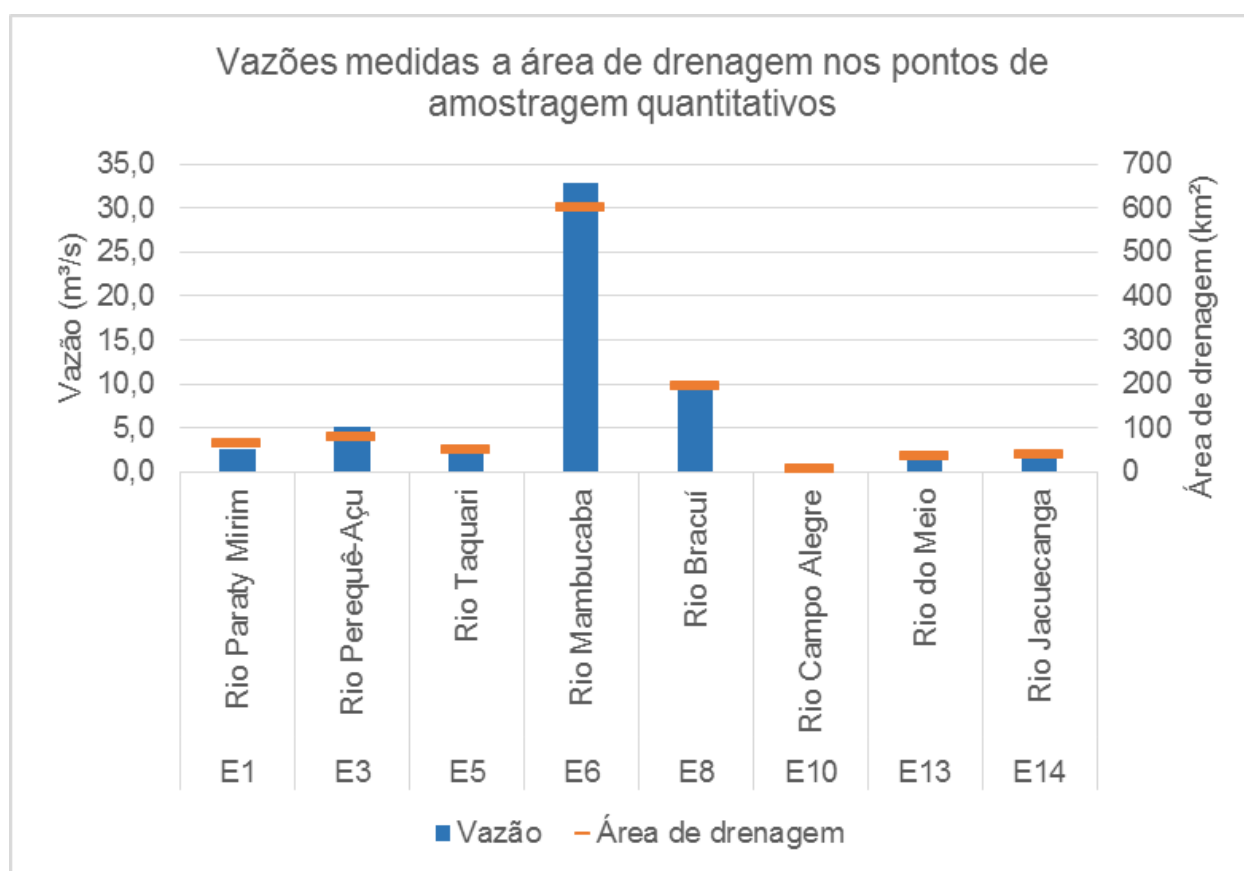


Quadro 4.6 - Resultados das medições nas campanhas de amostragem quantitativa

Código	UHP / Rio	Vazão (m³/s)	Área de drenagem (km²)	Vazão específica (L/s.km²)
E1	2 - Rio Paraty Mirim	2,59	63,67	40,68
E3	3 - Rio Perequê-Açu	5,03	77,80	64,66
E5	5 - Rio Taquari	2,08	50,11	41,51
E6	6 - Rio Mambucaba	32,8	601,59	54,52
E8	8 - Rio Bracuí	9,62	195,33	49,25
E10	9 - Rio Campo Alegre	0,299	6,66	44,90
E13	10 - Rio do Meio/Japuiba	1,62	34,25	47,30
E14	11 - Rio Jacuecanga	2,51	37,32	67,26

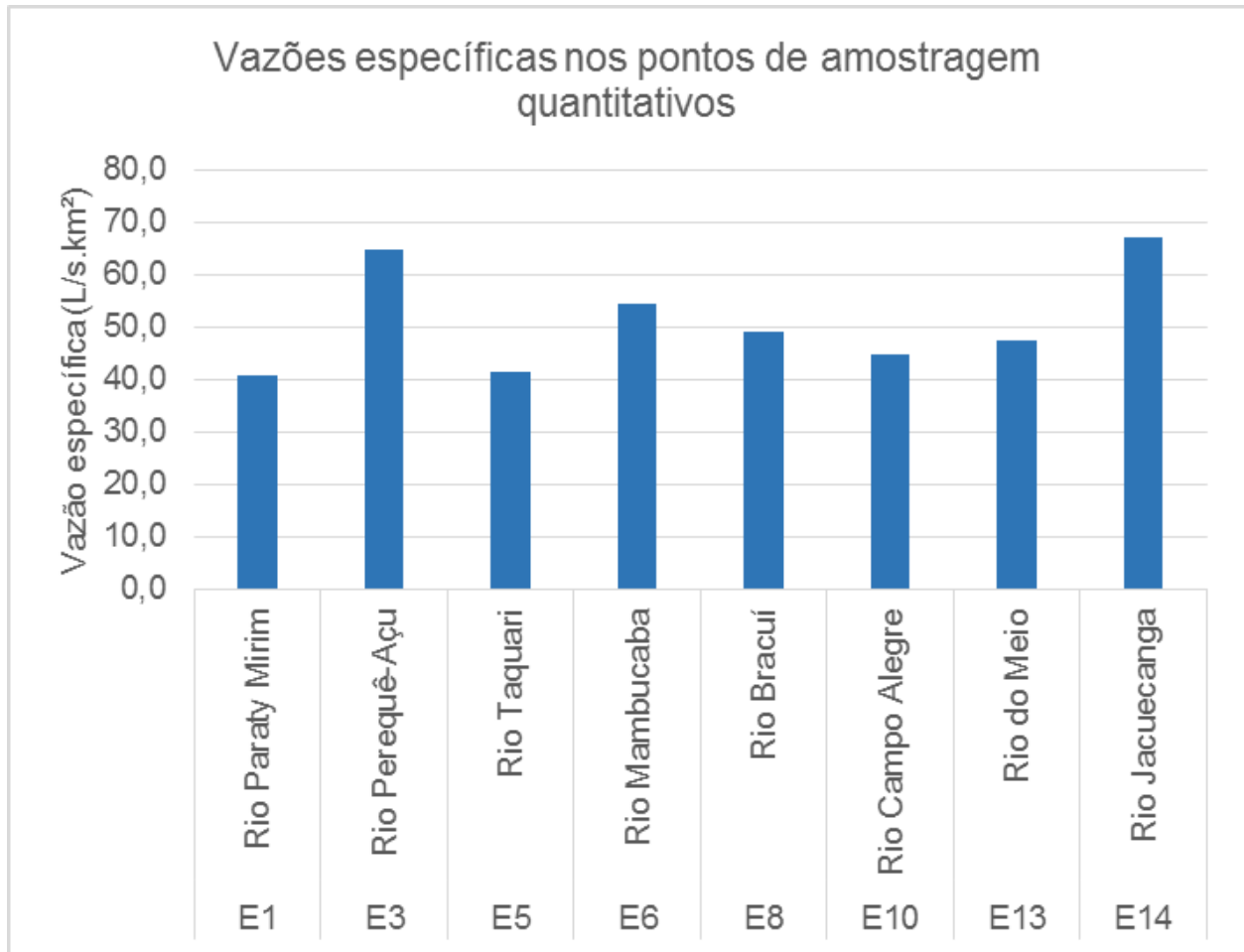
Fonte: Adaptado do relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

Na Figura 4.1 e na Figura 4.2 os resultados estão apresentados de forma gráfica.



Fonte: Adaptado de relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda. Os pontos E3, E6, E8 e E13 não constam, pois, suas medições foram desconsideradas.

Figura 4.3 - Vazões medidas na campanha de amostragem quantitativa e área de drenagem em cada ponto de amostragem



Fonte: Adaptado de relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda. Os pontos E3, E6, E8 e E13 não constam, pois, suas medições foram desconsideradas.

Figura 4.4 - Vazões específicas calculadas em cada ponto de amostragem



4.3. RESULTADOS OBTIDOS NA TERCEIRA CAMPANHA

A terceira campanha de medições foi realizada entre os dias 17 e 23 de julho de 2019. A relação dos pontos com a data das coletas e equipamento utilizado está apresentada no Quadro 4.7.

Quadro 4.7 - Relação com data das coletas e equipamento utilizado

Código	Rio	UHP	Data	Equipamento
E1	Rio Paraty Mirim	2 - Paraty Mirim	18/07/2019	FlowTracker
E3	Rio Perequê-Açú montante	3 - Perequê-Açú	18/07/2019	RiverRay
E5	Rio Taquari	5 - Rio Taquari	18/07/2019	FlowTracker
E6	Rio Mambucaba	6 - Rio Mambucaba	17/07/2019	RiverRay
E8	Rio Bracuí	8 - Rio Bracuí	18/07/2019	FlowTracker
E10	Rio Campo Alegre	9 - Rio Ariró	17/07/2019	FlowTracker
E13	Rio do Meio/Japuíba	10 - Rio Japuíba	23/07/2019	FlowTracker
E14	Rio Jacuecanga	11 - Rio Jacuecanga	17/07/2019	FlowTracker

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

As informações gerais e resultados da campanha de amostragem quantitativa estão apresentados no Quadro 4.8 e no Quadro 4.9. A partir das vazões medidas e das áreas de drenagem foi possível calcular as vazões específicas em cada ponto.

Quadro 4.8 - Dados das seções de amostragem quantitativa

Código	UHP / Rio	Nº de verticais/travessias*	Cota (m)	Área molhada (m²)	Largura (m)	Velocidade média (m/s)	Profundidade média (m)
E1	2 - Rio Paraty Mirim	21	5,34	13,0	25,5	0,153	0,513
E3	3 - Rio Perequê-Açú	8/5	8,65	14,8	19,2	0,148	0,778
E5	5 - Rio Taquari	24	7,29	13,2	28,7	0,093	0,460
E6	6 - Rio Mambucaba	8/8	0,57	48,5	35,1	0,289	1,390
E8	8 - Rio Bracuí	23	6,02	13,5	36,7	0,329	0,368
E10	9 - Rio Campo Alegre	21	5,65	0,999	6,60	0,174	0,151
E13	10 - Rio do Meio/Japuíba	20	6,52	6,55	13,4	0,111	0,488
E14	11 - Rio Jacuecanga	21	8,60	2,90	18,4	0,371	0,158

(*) Travessias realizadas/travessias consideradas no cálculo de vazão

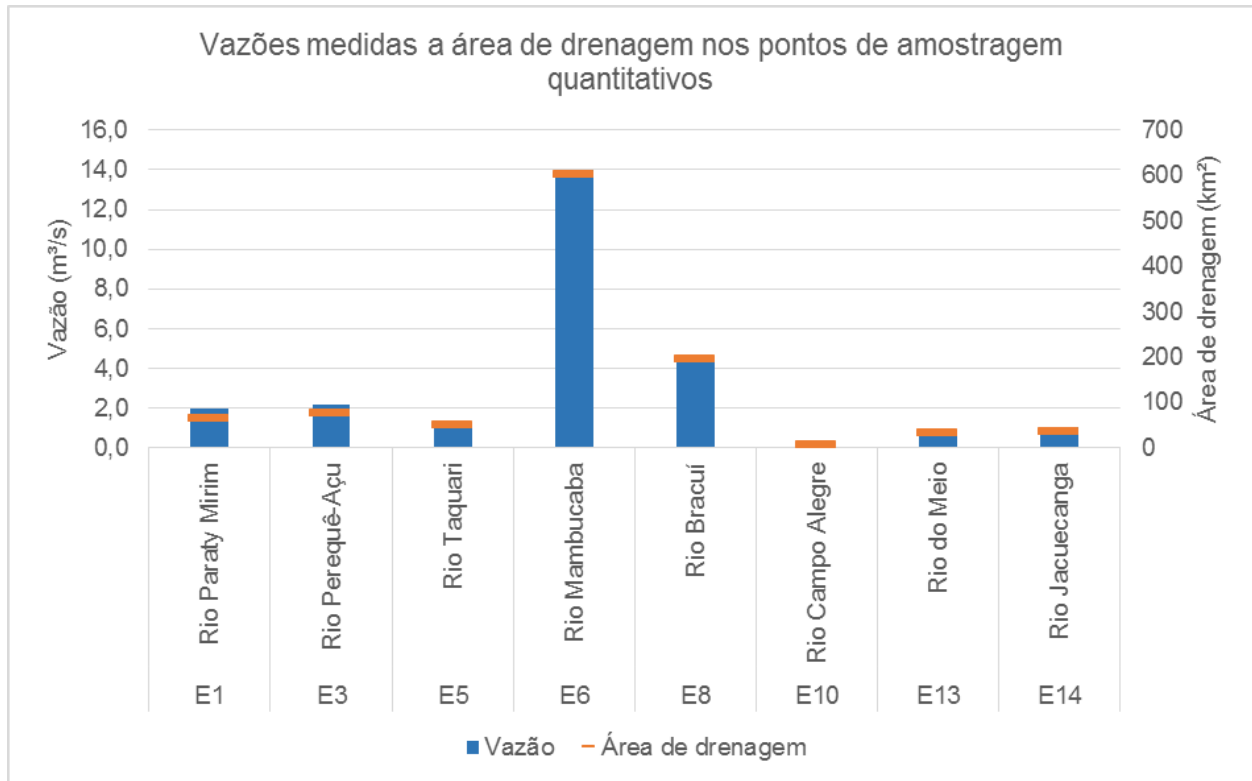
Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

Quadro 4.9 - Resultados das medições nas campanhas de amostragem quantitativa

Código	UHP / Rio	Vazão (m³/s)	Área de drenagem (km²)	Vazão específica (L/s.km²)
E1	2 - Rio Paraty Mirim	2,00	63,67	31,41
E3	3 - Rio Perequê-Açú	2,19	77,80	28,15
E5	5 - Rio Taquari	1,23	50,11	24,54
E6	6 - Rio Mambucaba	14,00	601,59	23,27
E8	8 - Rio Bracuí	4,43	195,33	22,68
E10	9 - Rio Campo Alegre	0,174	6,66	26,13
E13	10 - Rio do Meio/Japuíba	0,723	34,25	21,11
E14	11 - Rio Jacuecanga	1,08	37,32	28,94

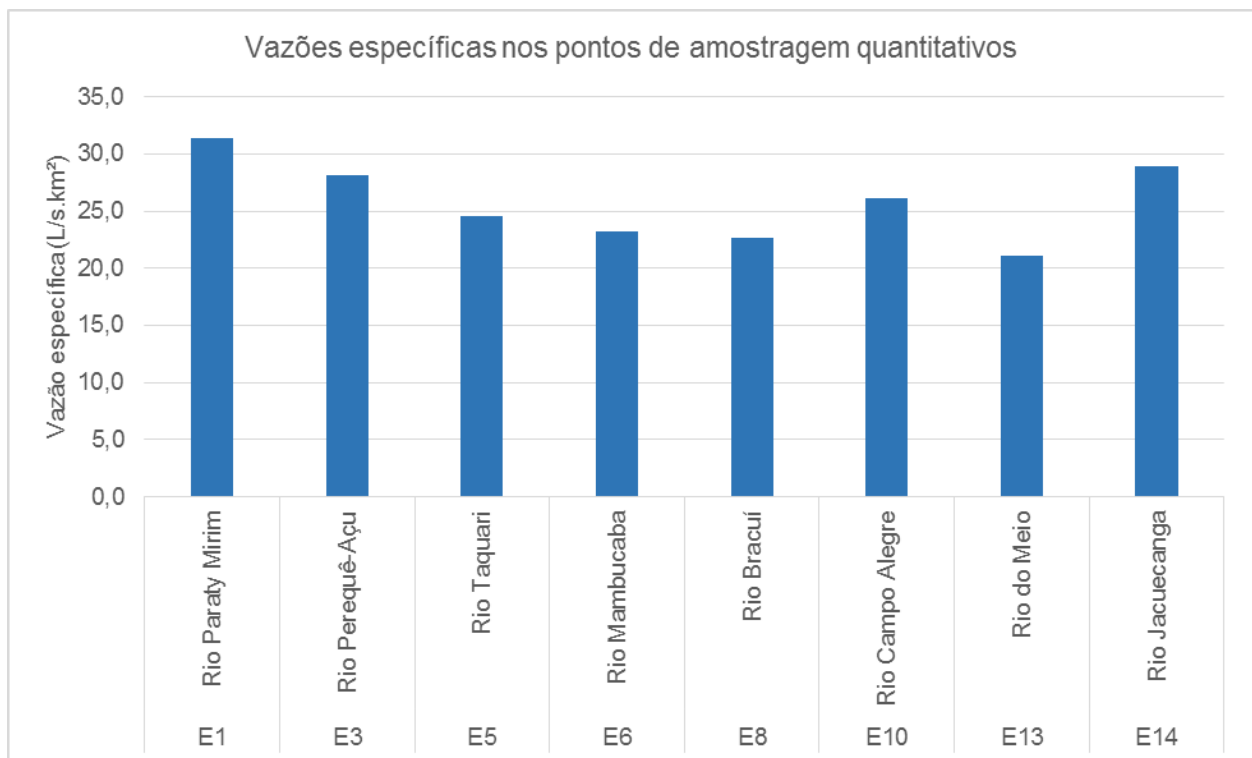
Fonte: Adaptado do relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

Na Figura 4.5 e na Figura 4.6 os resultados estão apresentados de forma gráfica.



Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

Figura 4.5 - Vazões medidas na campanha de amostragem quantitativa e área de drenagem em cada ponto de amostragem



Fonte: Adaptado de relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

Figura 4.6 - Vazões específicas calculadas em cada ponto de amostragem



4.4. RESULTADOS OBTIDOS NA QUARTA CAMPANHA

A quarta campanha de medições foi realizada entre os dias 30/09 e 02/10 de 2019. A relação dos pontos com a data das coletas e equipamento utilizado está apresentada no Quadro 4.10.

Quadro 4.10 - Relação com data das coletas e equipamento utilizado

Código	Rio	UHP	Data	Equipamento
E1	Rio Paraty Mirim	2 - Paraty Mirim	01/10/2019	FlowTracker
E3	Rio Perequê-Açú montante	3 - Perequê-Açú	01/10/2019	RiverRay
E5	Rio Taquari	5 - Rio Taquari	01/10/2019	FlowTracker
E6	Rio Mambucaba	6 - Rio Mambucaba	30/09/2019	RiverRay
E8	Rio Bracuí	8 - Rio Bracuí	01/10/2019	FlowTracker
E10	Rio Campo Alegre	9 - Rio Ariró	30/09/2019	FlowTracker
E13	Rio do Meio/Japuíba	10 - Rio do Meio/Japuíba	02/10/2019	FlowTracker
E14	Rio Jacuecanga	11 - Rio Jacuecanga	30/09/2019	FlowTracker

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

As informações gerais e resultados da campanha de amostragem quantitativa estão apresentados no Quadro 4.11 e no Quadro 4.12. A partir das vazões medidas e das áreas de drenagem foi possível calcular as vazões específicas em cada ponto.

Quadro 4.11 - Dados das seções de amostragem quantitativa

Código	UHP / Rio	Nº de verticais/travessias*	Cota (m)	Área molhada (m²)	Largura (m)	Velocidade média (m/s)	Profundidade média (m)
E1	2 - Rio Paraty Mirim	23	5,34	13,7	25,3	0,145	0,540
E3	3 - Rio Perequê-Açú	8/8	8,62	14,6	18,4	0,158	0,793
E5	5 - Rio Taquari	23	7,33	15,7	28,9	0,203	0,543
E6	6 - Rio Mambucaba	8/8	0,57	47,5	33,2	0,276	1,430
E8	8 - Rio Bracuí	22	6,03	13,2	32,7	0,421	0,403
E10	9 - Rio Campo Alegre	23	5,71	1,70	7,05	0,187	0,241
E13	10 - Rio do Meio/Japuíba	23	6,64	7,90	13,9	0,161	0,568
E14	11 - Rio Jacuecanga	22	8,43	4,21	18,4	0,428	0,229

(*) Travessias realizadas/travessias consideradas no cálculo de vazão

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

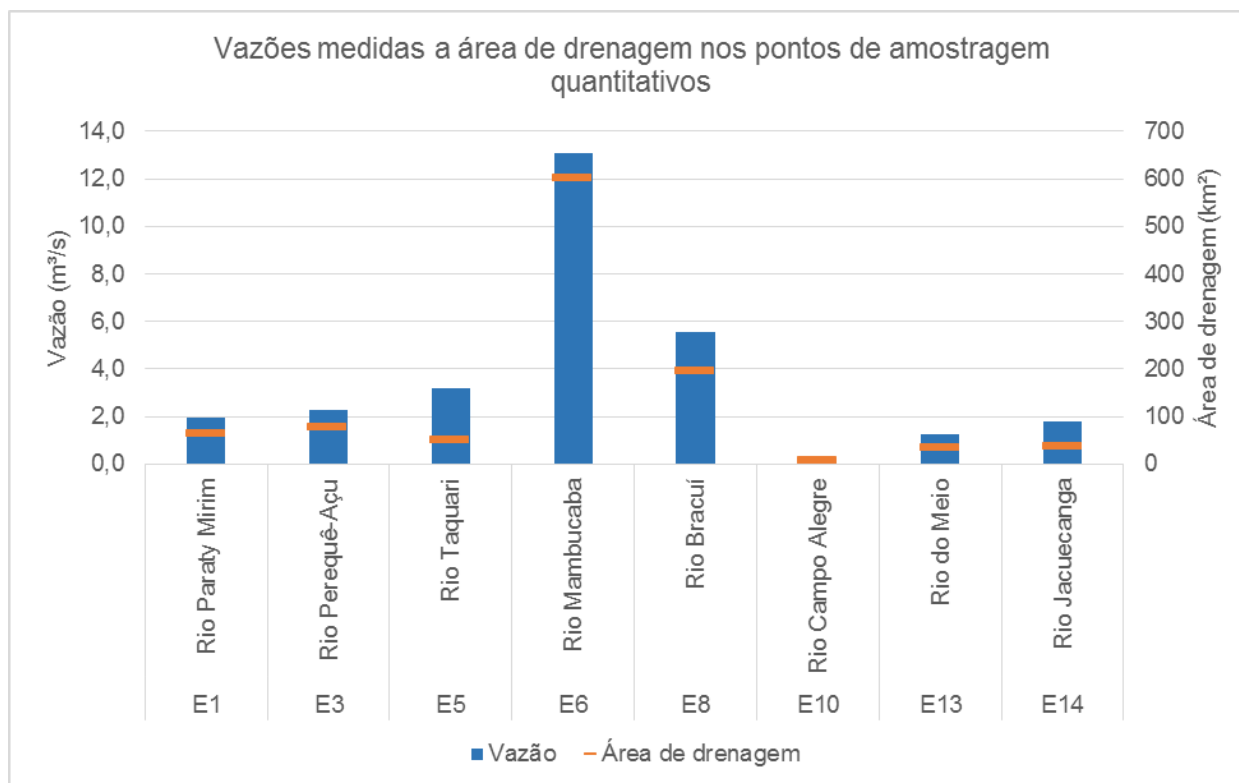
Quadro 4.12 - Resultados das medições nas campanhas de amostragem quantitativa

Código	UHP / Rio	Vazão (m³/s)	Área de drenagem (km²)	Vazão específica (L/s.km²)
E1	2 - Rio Paraty Mirim	1,98	63,67	31,10
E3	3 - Rio Perequê-Açú	2,30	77,80	29,56
E5	5 - Rio Taquari	3,18	50,11	63,46
E6	6 - Rio Mambucaba	13,10	601,59	21,78
E8	8 - Rio Bracuí	5,54	195,33	28,36
E10	9 - Rio Campo Alegre	0,317	6,66	47,60
E13	10 - Rio do Meio/Japuíba	1,270	34,25	37,08
E14	11 - Rio Jacuecanga	1,80	37,32	48,23

Fonte: Adaptado do relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

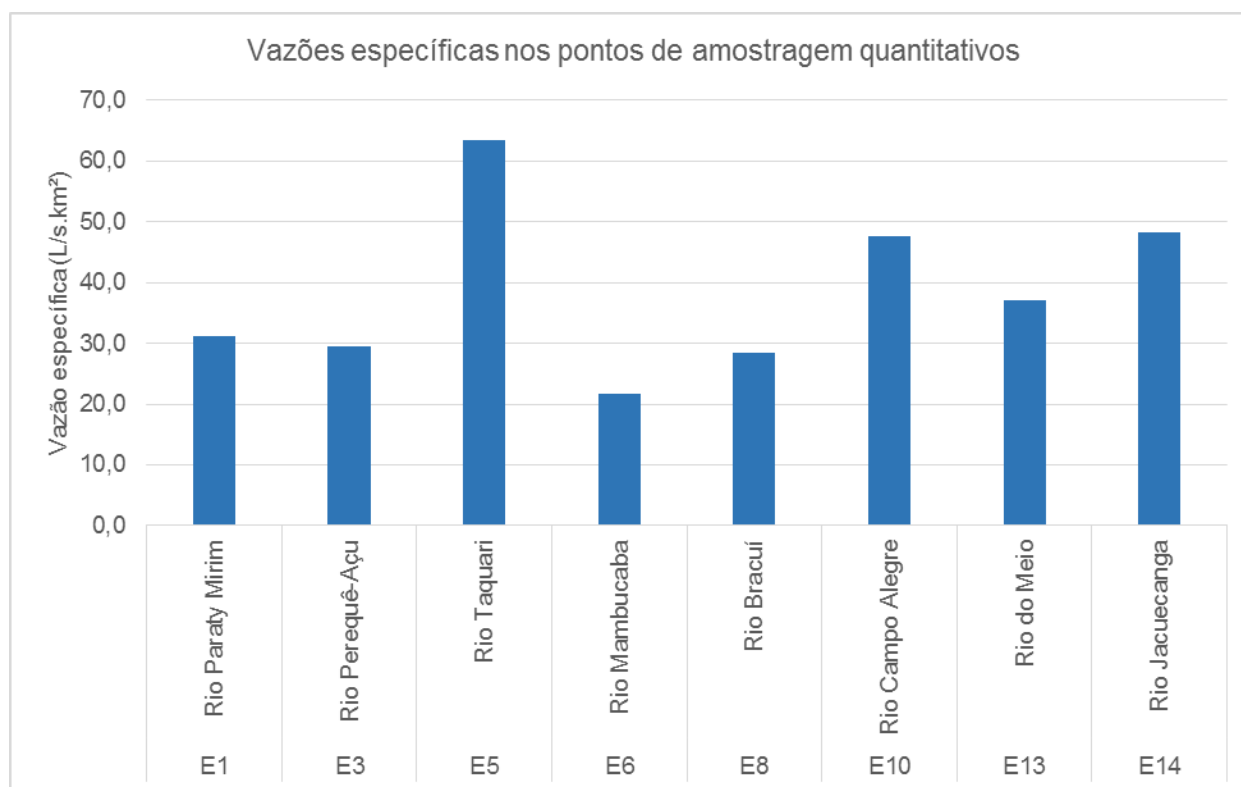


Na Figura 4.7 e na Figura 4.8 os resultados estão apresentados de forma gráfica.



Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

Figura 4.7 - Vazões medidas na campanha de amostragem quantitativa e área de drenagem em cada ponto de amostragem



Fonte: Adaptado de relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

Figura 4.8 - Vazões específicas calculadas em cada ponto de amostragem



5. AVALIAÇÃO HÍDRICA QUALITATIVA DA RH-I

Foram realizadas quatro campanhas de monitoramento qualitativo na RH-I, como proposto pelo RAQ00, porém, as duas primeiras (RAQ01 e RAQ02) foram desconsideradas devido a inconsistências nos resultados obtidos pelas mesmas. Assim, a avaliação qualitativa dos recursos hídricos existentes na Baía da Ilha Grande será realizada a partir da interpretação dos resultados de qualidade obtidos no RAQ03 e RAQ04.

As figuras Figura 5.1 a Figura 5.10 ilustram a localização dos pontos de coleta de amostras para análise qualitativa.



Figura 5.1 – Localização do ponto E3, no Rio Perequê-Açu montante



Figura 5.2 – Localização do ponto E4, no Rio Perequê-Açú jusante



Figura 5.3 – Localização do ponto E5, no Rio Taquari



Figura 5.4 – Localização do ponto E6q, no Rio Mambucaba montante

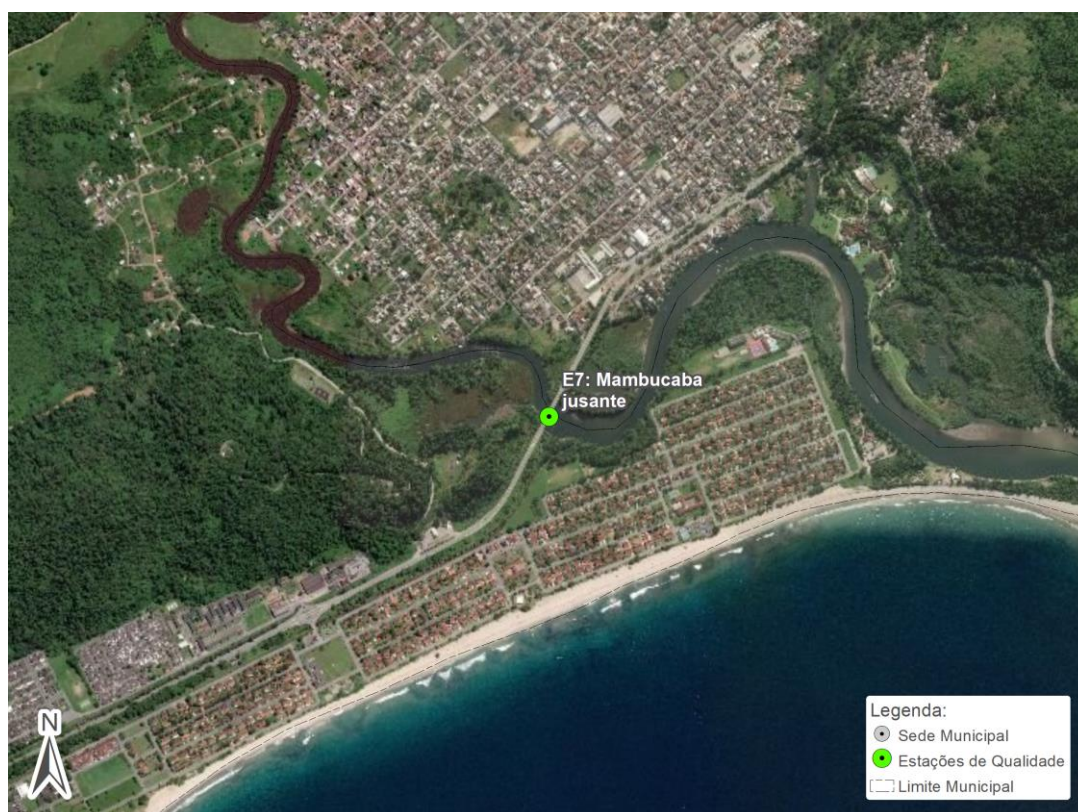


Figura 5.5 – Localização do ponto E7, no Rio Mambucaba jusante



Figura 5.6 – Localização do ponto E10, no rio Campo Alegre



Figura 5.7 – Localização do ponto E11, no Rio Jurumirim

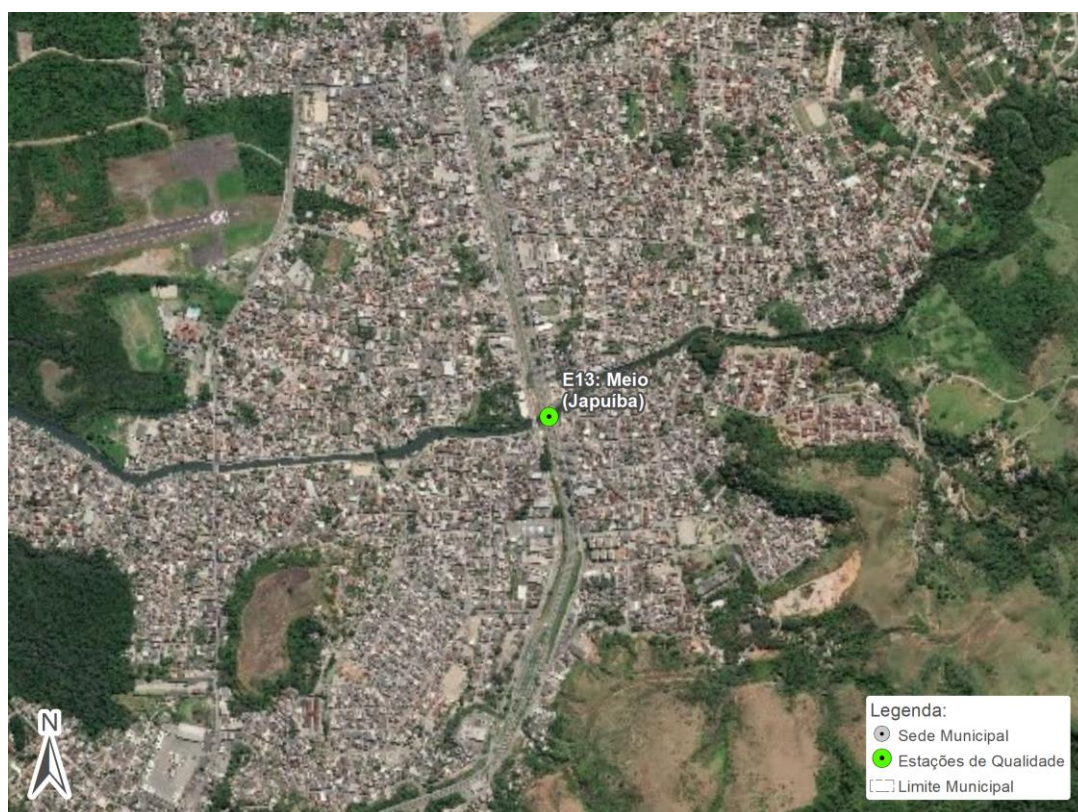


Figura 5.8 – Localização do ponto E13, no Rio do Meio (Japuiba)



Figura 5.9 – Localização do ponto E14, no Rio Jacuecanga



Figura 5.10 – Localização do ponto E15, na Ilha Grande (Abraão)



5.1. RESULTADOS QUALITATIVOS OBTIDOS NA TERCEIRA CAMPANHA

As coletas referentes à terceira campanha de amostragem qualitativa foram realizadas nos dias 18, 19 e 25 de julho/2019. Os resultados estão apresentados no Quadro 5.1 e Quadro 5.2.

Quadro 5.1 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa para os parâmetros: OD, coliformes termotolerantes, pH, DBO e DQO

Ponto	UHP / Rio	OD (mg/L O ₂)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	pH	DBO (mg/L O ₂)	DQO (mg/L O ₂)	Temp. (°C)
E3	3 - Rio Perequê-Açu montante	6,8	<1,8	7,56	<3	<5	18,4
E4	3 - Rio Perequê-Açu jusante	4,8	23	6,85	6,4	30	20,1
E5	5 - Rio Taquari	6,8	<1,8	7,39	<3	<5	19,9
E6	6 - Rio Mambucaba montante	4,7	<1,8	6,7	<3	<5	17,4
E7	6 - Rio Mambucaba jusante	6,5	13,0	6,67	<3	<5	17,1
E10	9 - Rio Campo Alegre	5,8	23,0	6,43	<3	<5	21,2
E11	9 - Rio Jurumirim	4,2	<1,8	6,83	6,4	30	21,6
E13	10 - Rio do Meio/Japuiba	3,2	23	6,36	<3	13	20,6
E14	11 - Rio Jacuecanga	6,0	2	6,54	<3	<5	19,8
E15	14 - Ilha Grande (Abraão)	6,1	23	6,76	<3	5	19,8
LQ		0,1	1,8	2 a 13	3,00	5	0,1-50

OD: Oxigênio Dissolvido

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO: Demanda Química de Oxigênio

NMP: Número mais provável

LQ: Limite de Quantificação do método de ensaio

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises qualitativas da empresa Mérieux NutriSciences.

Quadro 5.2 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa para os parâmetros: temperatura, nitrogênio total, nitrato, fósforo total, turbidez e resíduo total

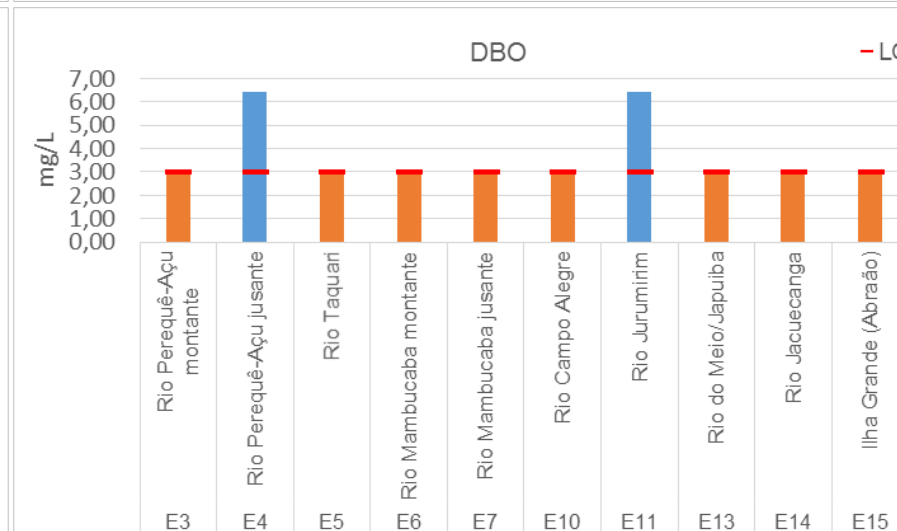
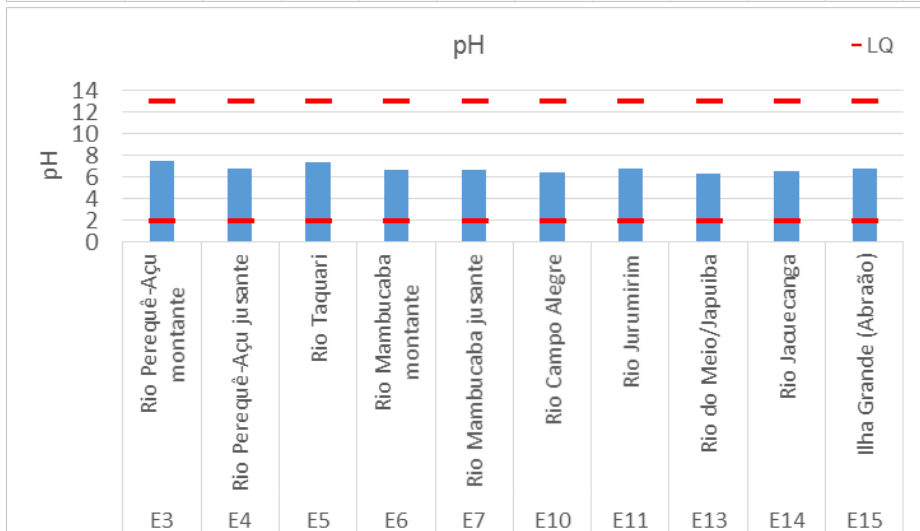
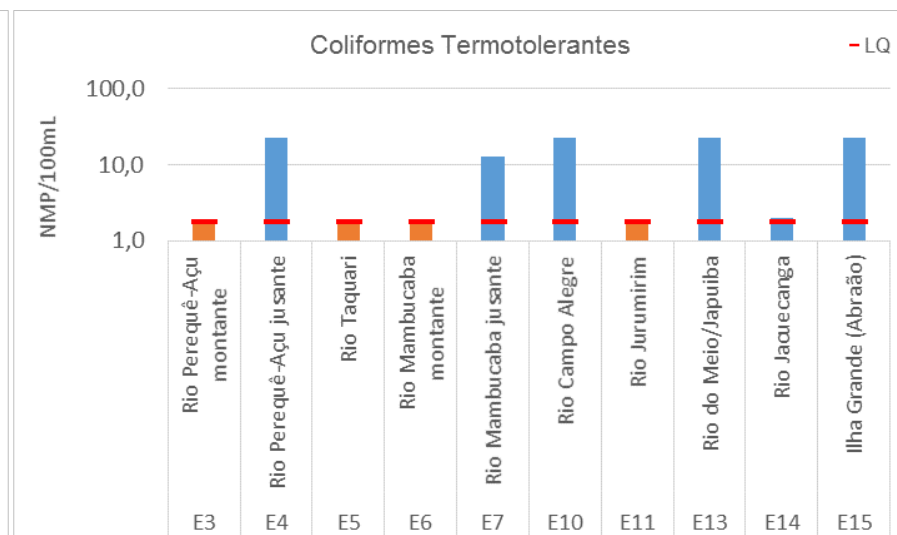
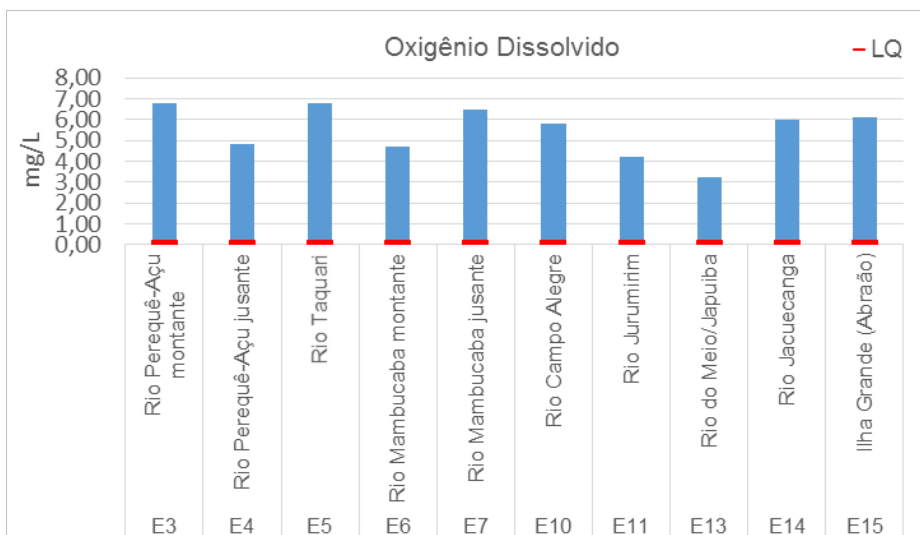
Ponto	UHP / Rio	Nitrogênio total (mg/L N)	Nitrato (mg/L N-O ₃)	Fósforo total (mg/L P)	Turbidez (UNT)	Sólidos totais (mg/L)
E3	3 - Rio Perequê-Açu montante	<0,5	<0,3	0,01	0,82	20
E4	3 - Rio Perequê-Açu jusante	<0,5	<0,3	0,03	2,46	8472
E5	5 - Rio Taquari	<0,5	<0,3	0,02	3,87	2797
E6	6 - Rio Mambucaba montante	<0,5	<0,3	<0,01	0,83	19
E7	6 - Rio Mambucaba jusante	<0,5	<0,3	<0,01	1,21	962
E10	9 - Rio Campo Alegre	<0,5	<0,3	0,01	0,62	21
E11	9 - Rio Jurumirim	<0,5	<0,3	0,03	8,21	14899
E13	10 - Rio do Meio/Japuiba	2,57	<0,3	0,28	7,60	1178
E14	11 - Rio Jacuecanga	<0,5	<0,3	0,02	4,00	531
E15	14 - Ilha Grande (Abraão)	0,68	0,47	0,07	1,30	733
LQ		0,5	0,3	0,01	0,1	5

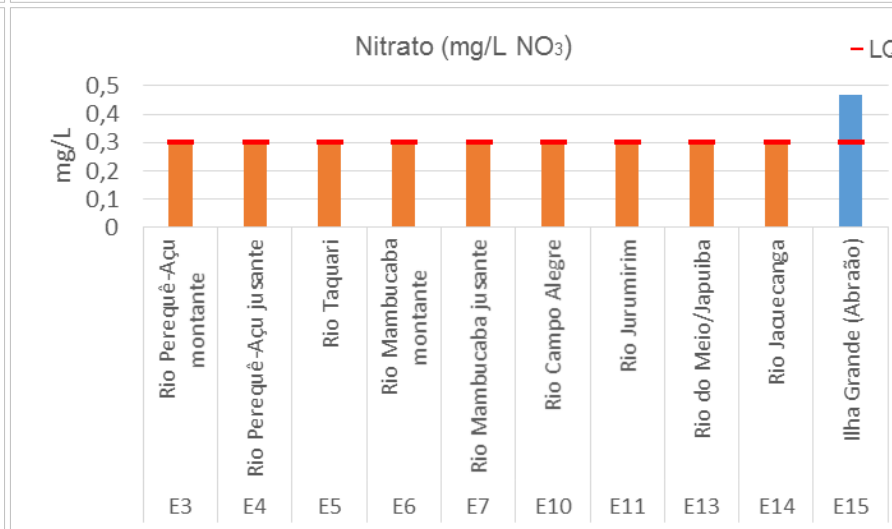
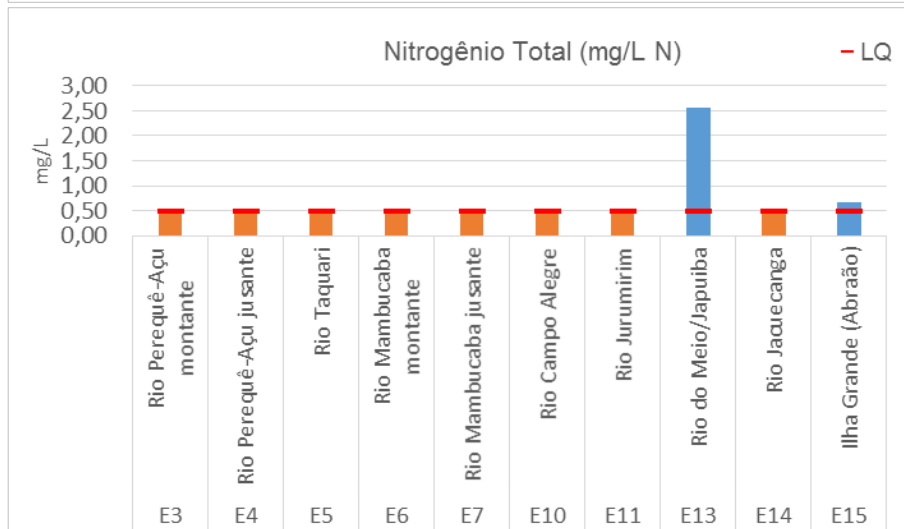
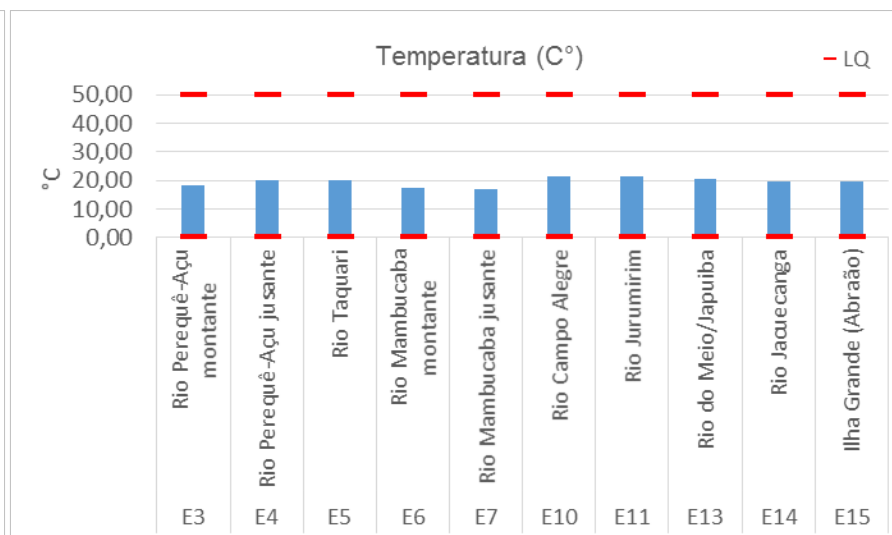
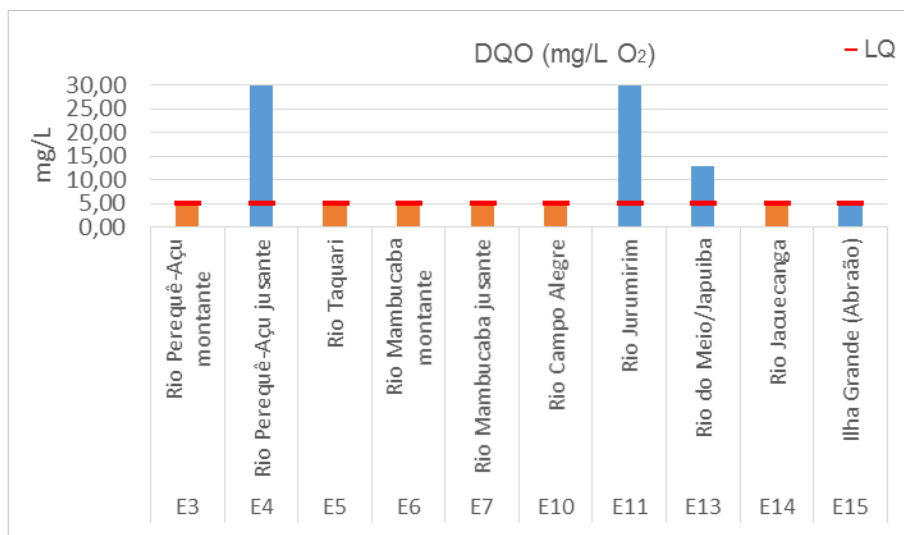
UNT: Unidades Nefelométricas de Turbidez

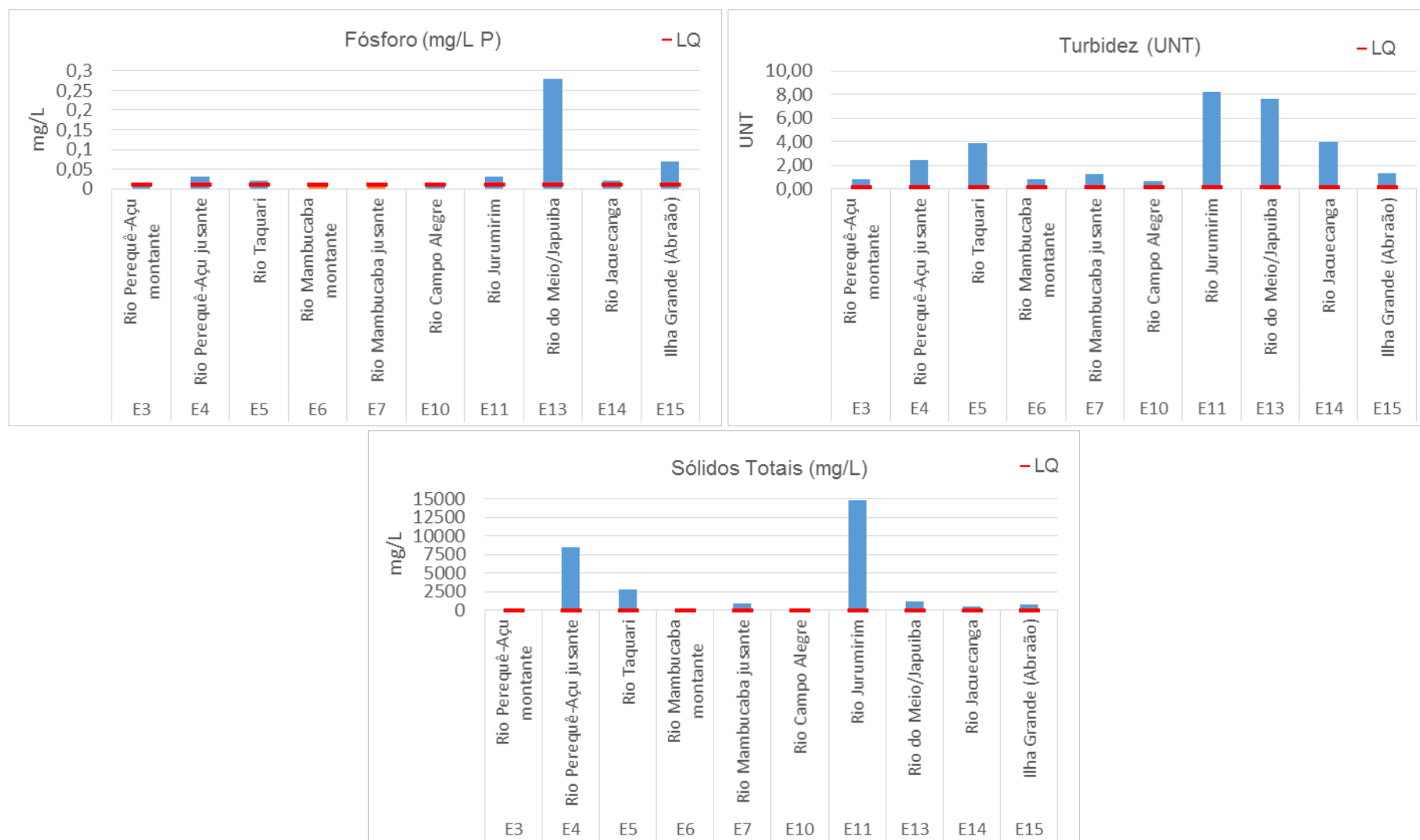
LQ: Limite de Quantificação do método de ensaio

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises qualitativas da empresa Mérieux NutriSciences

Na Figura 5.11 estão apresentados os resultados de forma gráfica. Para os parâmetros onde o resultado da análise ficou abaixo do limite de quantificação o valor foi plotado no limite, em barra de cor laranja.







Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises qualitativas da empresa Mérieux NutriSciences.

Figura 5.11 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa



5.2. RESULTADOS QUALITATIVOS OBTIDOS NA QUARTA CAMPANHA

As coletas referentes à quarta campanha de amostragem qualitativa foram realizadas nos dias 3 e 4 de outubro. Os resultados estão apresentados no Quadro 5.3 e Quadro 5.4.

Quadro 5.3 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa para os parâmetros: OD, coliformes termotolerantes, pH, DBO e DQO

Ponto	UHP / Rio	OD (mg/L O ₂)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	pH	DBO (mg/L O ₂)	DQO (mg/L O ₂)	Temp. (°C)
E3	3 - Rio Perequê-Açu montante	5,2	2	6,91	<3,0	<5	21,30
E4	3 - Rio Perequê-Açu jusante	5,00	350	7,56	<3	<5	22,80
E5	5 - Rio Taquari	5,90	2	6,75	<3	10,00	21,20
E6	6 - Rio Mambucaba montante	5,40	11	7,50	<3	7,00	23,00
E7	6 - Rio Mambucaba jusante	4,20	130	6,80	<3	5,00	24,60
E10	9 - Rio Campo Alegre	6,50	33	6,76	<3	6,00	19,80
E11	9 - Rio Jurumirim	6,60	33	6,91	<3	13,00	19,50
E13	10 - Rio do Meio/Japuiba	4,70	350	6,57	3,10	19,00	22,20
E14	11 - Rio Jacuecanga	6,10	13	7,18	<3	<5	20,40
E15	14 - Ilha Grande (Abraão)	5,70	130	7,63	<3	9,00	21,50
LQ		0,1	1,8	2 a 13	3	5	0,1 a 50

OD: Oxigênio Dissolvido

DBO: Demanda Bioquímica de Oxigênio

DQO: Demanda Química de Oxigênio

NMP: Número mais provável

LQ: Limite de Quantificação do método de ensaio

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises qualitativas da empresa Mériex NutriSciences.

Quadro 5.4 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa para os parâmetros: temperatura, nitrogênio total, nitrato, fósforo total, turbidez e resíduo total

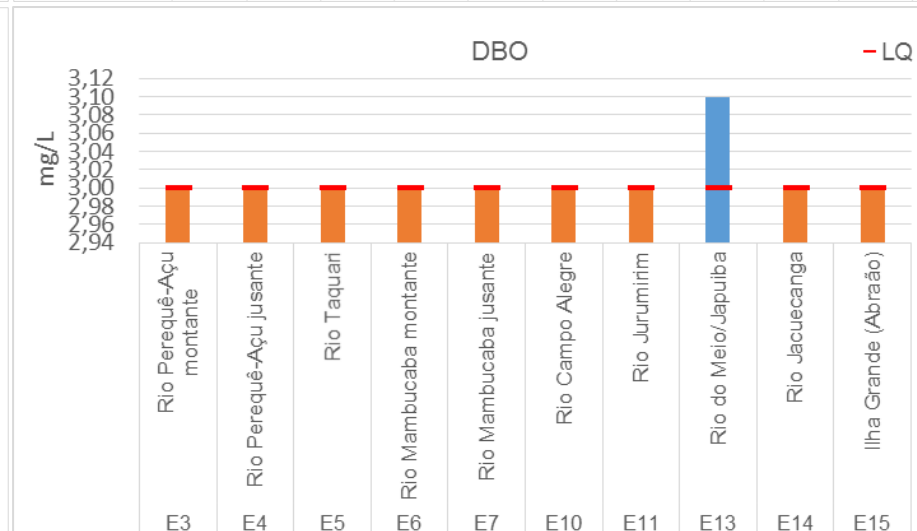
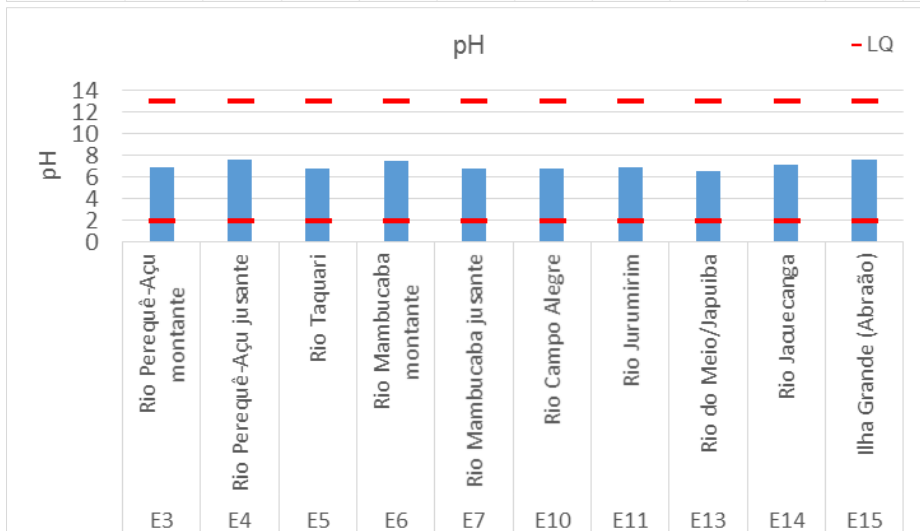
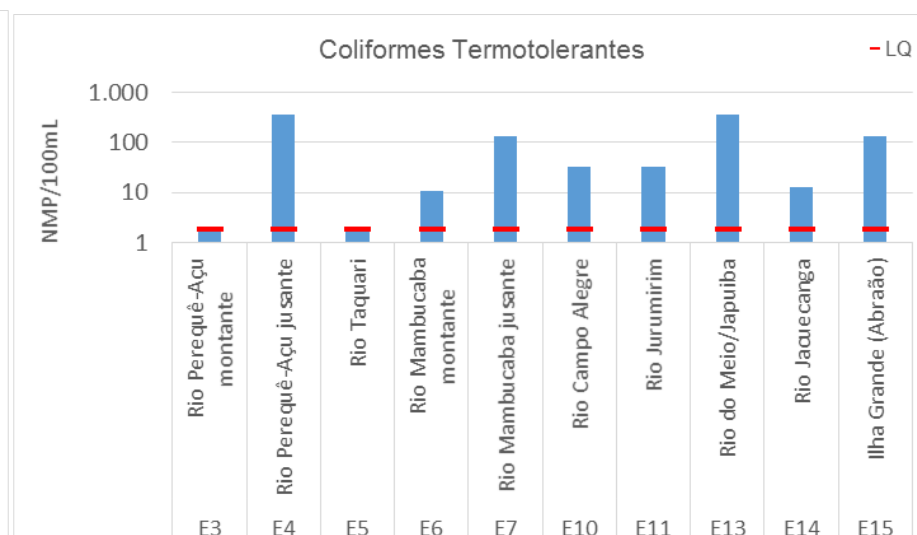
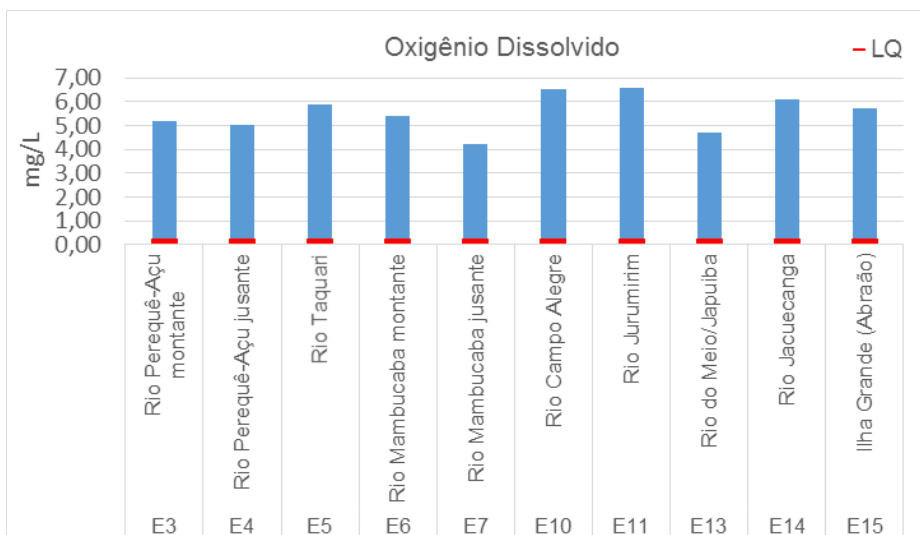
Ponto	UHP / Rio	Nitrogênio total (mg/L N)	Nitrato (mg/L N-O ₃)	Fósforo total (mg/L P)	Turbidez (UNT)	Sólidos totais (mg/L)
E3	3 - Rio Perequê-Açu montante	<0,5	0,71	0,01	0,60	15
E4	3 - Rio Perequê-Açu jusante	<0,5	<0,3	0,04	4,14	4.506
E5	5 - Rio Taquari	<0,5	<0,3	<0,01	0,76	15
E6	6 - Rio Mambucaba montante	<0,5	<0,3	<0,01	1,08	18
E7	6 - Rio Mambucaba jusante	<0,5	0,30	0,02	1,52	690
E10	9 - Rio Campo Alegre	<0,5	<0,3	0,02	1,05	25
E11	9 - Rio Jurumirim	0,63	<0,3	0,04	12,90	2.924
E13	10 - Rio do Meio/Japuiba	2,81	0,31	0,26	5,70	74
E14	11 - Rio Jacuecanga	0,51	<0,3	0,01	2,84	62
E15	14 - Ilha Grande (Abraão)	1,23	0,46	0,09	2,33	455
LQ		0,5	0,3	0,01	0,1	5

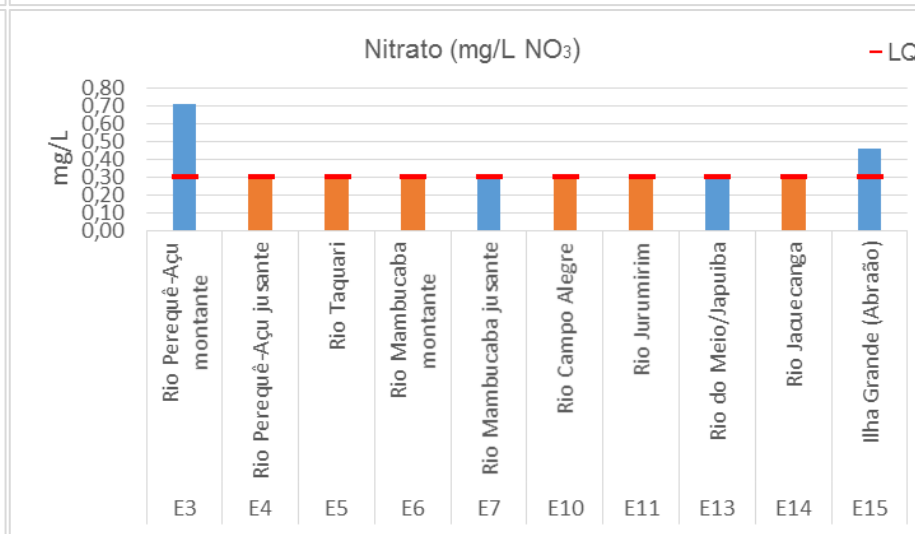
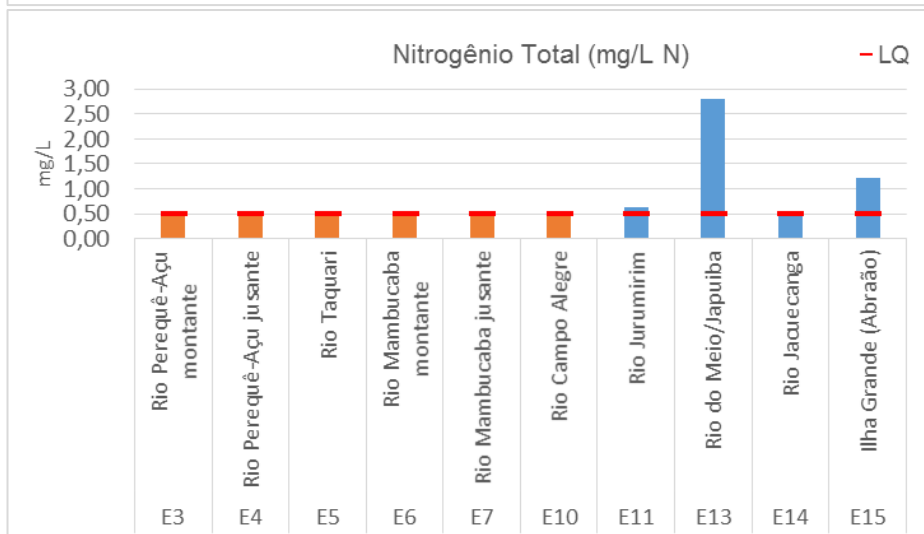
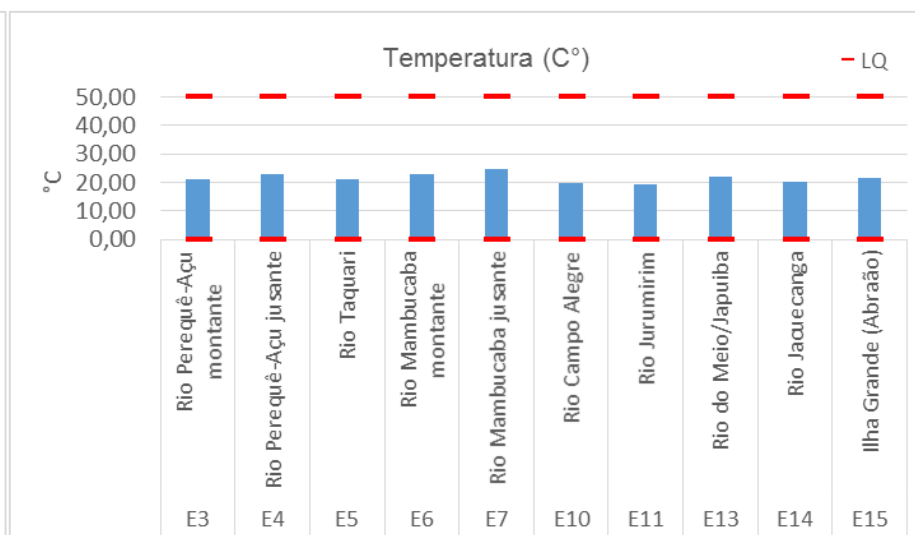
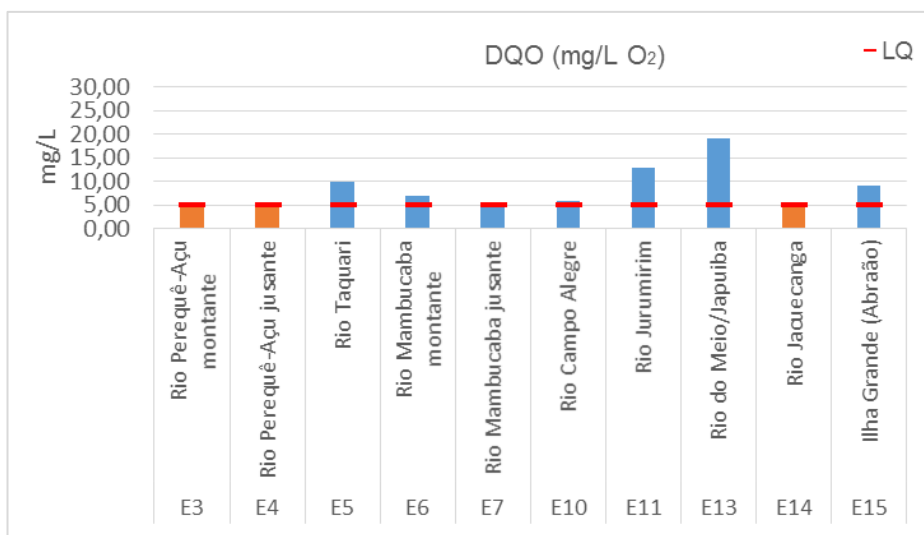
UNT: Unidades Nefelométricas de Turbidez

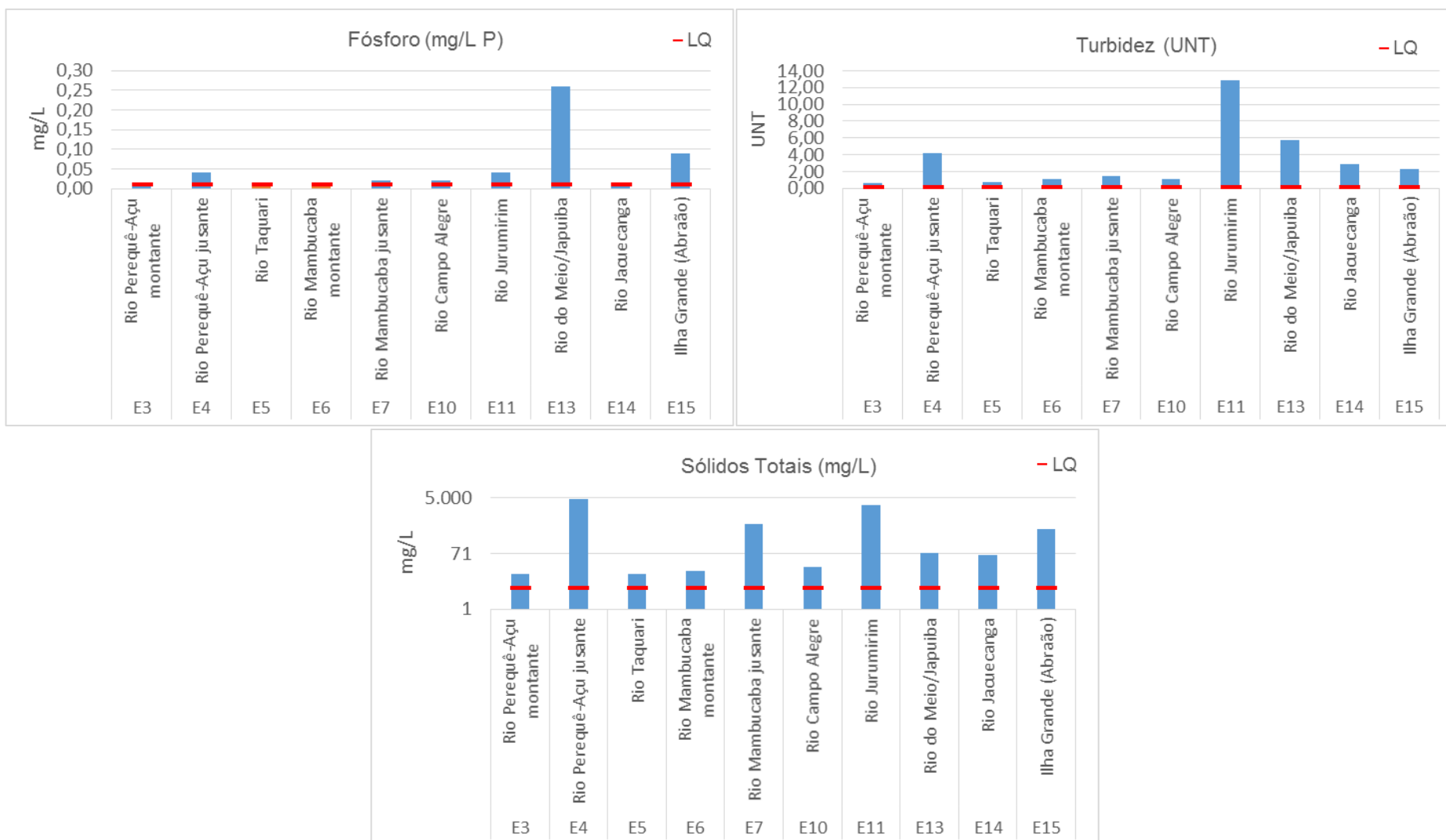
LQ: Limite de Quantificação do método de ensaio

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises qualitativas da empresa Mériex NutriSciences.

Na Figura 5.12 estão apresentados os resultados de forma gráfica. Para os parâmetros onde o resultado da análise ficou abaixo do limite de quantificação o valor foi plotado no limite, em barra de cor laranja.







Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises qualitativas da empresa Mérieux NutriSciences.

Figura 5.12 - Resultados da campanha de amostragem qualitativa.



5.3. ANÁLISE DA QUALIDADE DA ÁGUA

5.3.1. Avaliação a partir da série histórica

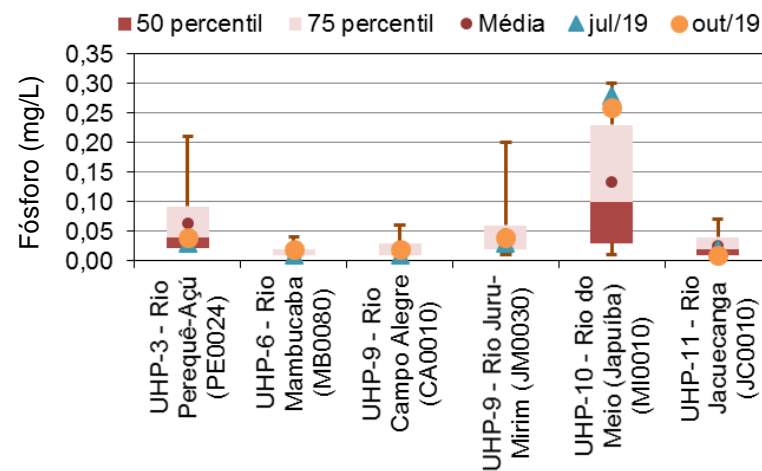
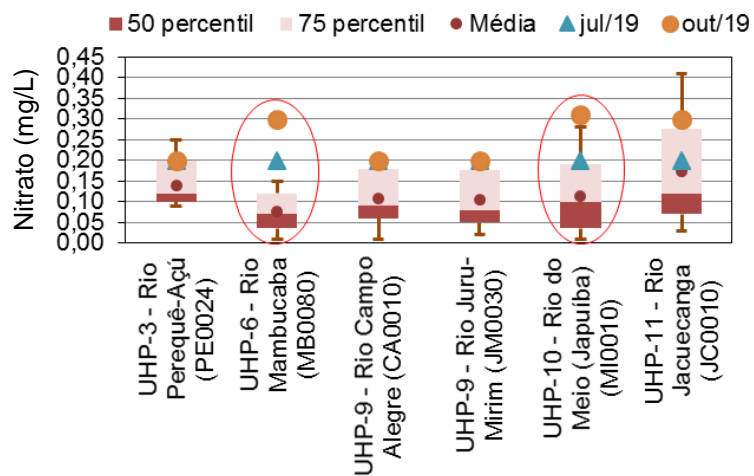
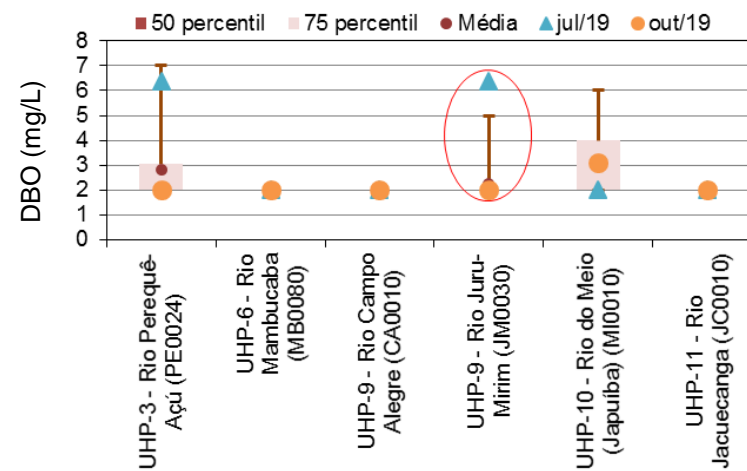
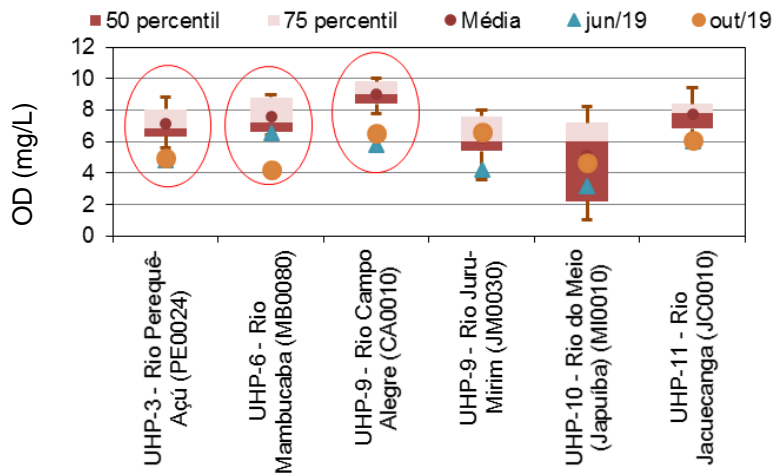
Os resultados obtidos das análises qualitativas realizadas pelas campanhas de amostragem foram comparados com os resultados da série histórica das estações de monitoramento do INEA e ANA, apresentadas no item 2.1. As estações da rede existente coincidentes aos pontos de coleta estão apresentadas no Quadro 5.5.

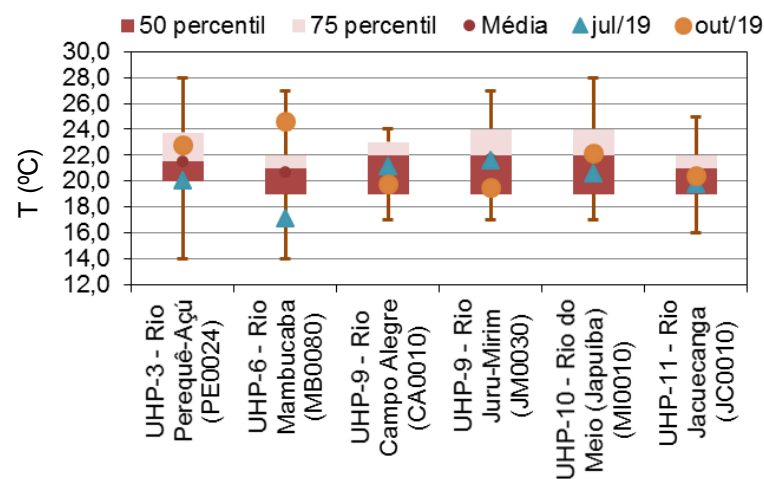
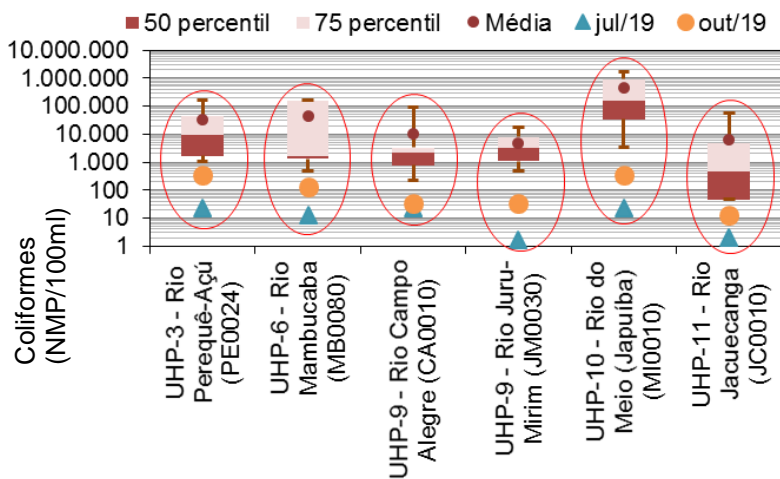
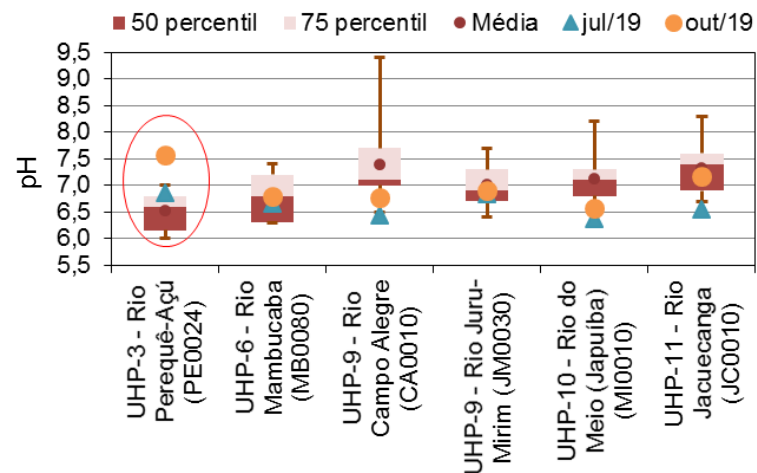
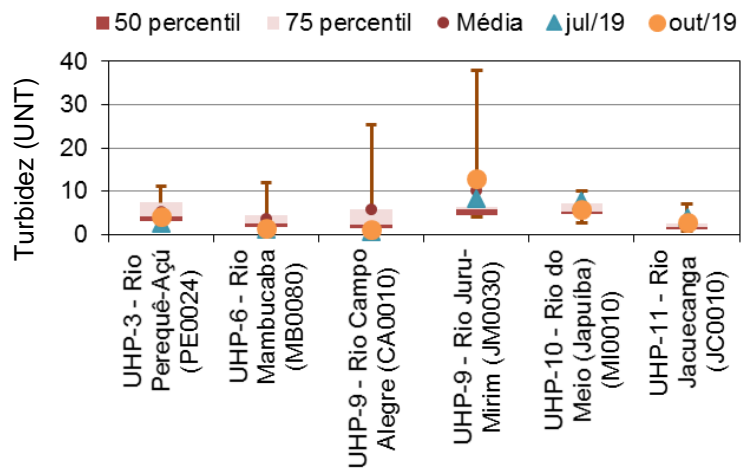
Quadro 5.5 – Estações da rede existente utilizadas na comparação dos resultados.

UHP	Curso Hídrico	Código PRH-BIG	Código INEA/ANA
3	Rio Perequê-Açu	E4	PE024
6	Rio Mambucaba	E7	MB080
9	Rio Jurumirim	E10	CA010
9	Rio Jurumirim	E11	IM030
10	Rio do Meio/Japuíba	E13	MI010
11	Rio Jacuecanga	E14	JC010

A Figura 5.13 apresenta os resultados da série histórica e os resultados obtidos nas campanhas de julho/2019 (3ª campanha) e outubro/2019 (4ª campanha). É possível observar que os parâmetros Fósforo Total, Turbidez, Temperatura e SDT estão em conformidade com a série histórica de monitoramento do Inea. Já os parâmetros OD, coliformes termotolerantes, pH e Nitrato apresentam divergências.

Nos diagramas abaixo, os valores resultantes das amostras realizadas na terceira e quarta campanha para o PRH-BIG são apresentados em triângulos azuis e círculos laranjas, respectivamente e os resultados da série histórica nos *box-plot*. Os pontos em que há divergência dos resultados estão destacados por elipses vermelhas.





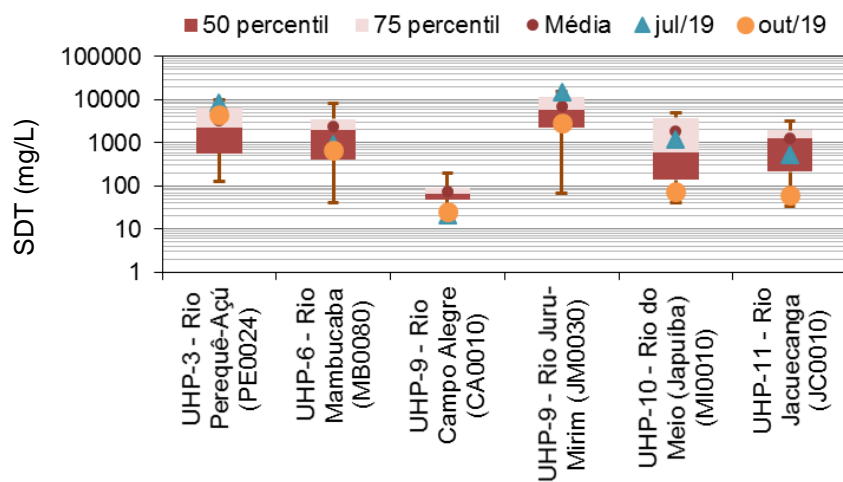


Figura 5.13 - Diagramas box-plot com a série histórica e os valores encontrados nas campanhas de amostragem qualitativa



5.3.2. Avaliação geral da qualidade da água

Os resultados obtidos nas campanhas de análise qualitativa foram aqui comparados com os limites de concentração impostos pela resolução CONAMA 357/2005, que dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento. A classificação existente para águas doces são: especial, 1, 2, 3 e 4, sendo que a classe especial apresenta os melhores parâmetros de qualidade da água, e, portanto, os usos mais nobres, enquanto a classe 4 apresenta os usos mais restritivos, já que apresenta os piores parâmetros de qualidade da água. O Quadro 5.6 sumariza os valores orientadores da CONAMA 357/2005 para os parâmetros analisados pelas campanhas de amostragem.

Quadro 5.6 - Valores orientadores de parâmetros de qualidade da água adotados pela Resolução CONAMA 357/2005

Parâmetro	Unidade	Classe 1	Classe 2	Classe 3	Classe 4
Coliformes termotolerantes*	NMP/100mL	< 200	< 1000	< 2500	< 2500
DBO	mg/L	< 3	< 5	< 10	< 10
OD	mg/L	> 6	> 5	> 4	> 2
Turbidez	UNT	< 40	< 100	< 100	< 100
pH	-	6 a 9	6 a 9	6 a 9	6 a 9
Nitrato	mg/L	< 10	< 10	< 10	< 10
Nitrogênio pH ≤ 7,5	mg/L	3,7	3,7	13,3	13,3
Fósforo Total	mg/L	< 0,1	< 0,1	< 0,15	< 0,15
SDT	mg/L	< 500	< 500	< 500	< 500

Fonte: Resolução CONAMA 357/2005.

* O parâmetro coliformes termotolerantes requer especificidades de avaliação não realizadas pelas campanhas qualitativas, sendo desconsiderado para esta classificação.

Os resultados obtidos de Turbidez, pH, Nitrato e Nitrogênio permitem a classificação de todos os pontos amostrados como Classe 1, em ambas as campanhas. O Fósforo Total apresentou-se abaixo do limite de Classe 1 para todos os pontos, à exceção do ponto E13 (Rio do Meio/Japuíba), que para as duas campanhas foi classificado como Classe 4.

A Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO) apresentou-se inferior aos limites da Classe 1 para a maioria dos pontos em ambas campanhas, sendo exceções os pontos E4 (Rio Perequê-Açu jusante) e E11 (Rio Jurumirim) classificados em Classe 3 na campanha de julho/2019, e o ponto E13 (Rio do Meio/Japuíba) como Classe 2 na campanha de outubro/2019.



Em relação aos resultados de Oxigênio Dissolvido (OD) na campanha de julho/2019, podem ser classificados em Classe 1 os pontos E3 (Perequê-Açu jusante), E5 (Rio Taquari), E7 (Rio Mambucaba jusante), E14 (Rio Jacuecanga) e E15 (Ilha Grande – Abraão), em Classe 2 o ponto E10 (Rio Campo Alegre), em Classe 3 os pontos E4 (Rio Perequê-Açu jusante), E6 (Rio Mambucaba montante) e E11 (Rio Jurumirim), e em Classe 4 o ponto E13 (Rio do Meio/Japuíba). Já para a campanha de outubro/2019, são classificados em Classe 1 os pontos E10 (Rio Campo Alegre), E11 (Rio Jurumirim) e E14 (Rio Jacuecanga), em Classe 2 os pontos E3 (Rio Perequê-Açu montante), E4 (Rio Perequê-Açu jusante), E5 (Rio Taquari), E6 (Rio Mambucaba montante) e E15 (Ilha Grande – Abraão), e em Classe 4 os pontos E7 (Rio Mambucaba jusante) e E13 (Rio do Meio/Japuíba).

Os resultados de Sólidos Dissolvidos Totais (SDT) na campanha de julho/2019 permitiram a classificação em Classe 1 dos pontos E3, E6 e E10, e em Classe 4 os pontos E4, E5, E7, E11, E13, E14 e E15. Para a campanha de outubro/2019 os pontos E3, E5, E6, E10, E13, E14 e E15 podem ser classificados como Classe 1, e os pontos E4, E7 e E11 como Classe 4.

Analisando a classificação geral para todos os pontos, considerando todos os parâmetros para as duas campanhas, somente o ponto E14 (Rio Jacuecanga) apresenta Classe 1. Os pontos E3, E5, E10 e E15 são classificados em Classe 2, o ponto E6 como Classe 3 e os pontos E4, E7, E11 e E13 são classificados como Classe 4. Os piores resultados encontrados foram o dos pontos E4 (Rio Perequê-Açu jusante) e E13 (Rio do Meio/Japuíba).

5.3.3. Uso e ocupação do solo

A fim de verificar a qualidade da água em função dos usos na área contribuinte à bacia, foi realizado o traçado das bacias a partir dos pontos de coletas e confeccionados os mapas de uso do solo, apresentados nas figuras Figura 5.14 a Figura 5.23.

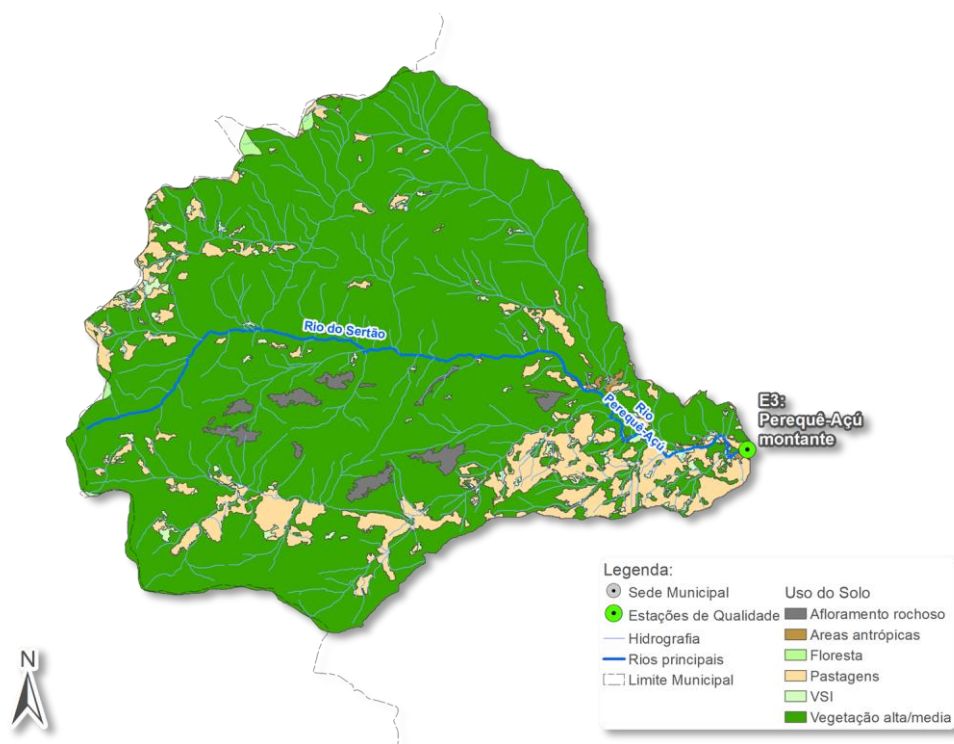


Figura 5.14 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E3 (Rio Perequê-Açu montante)

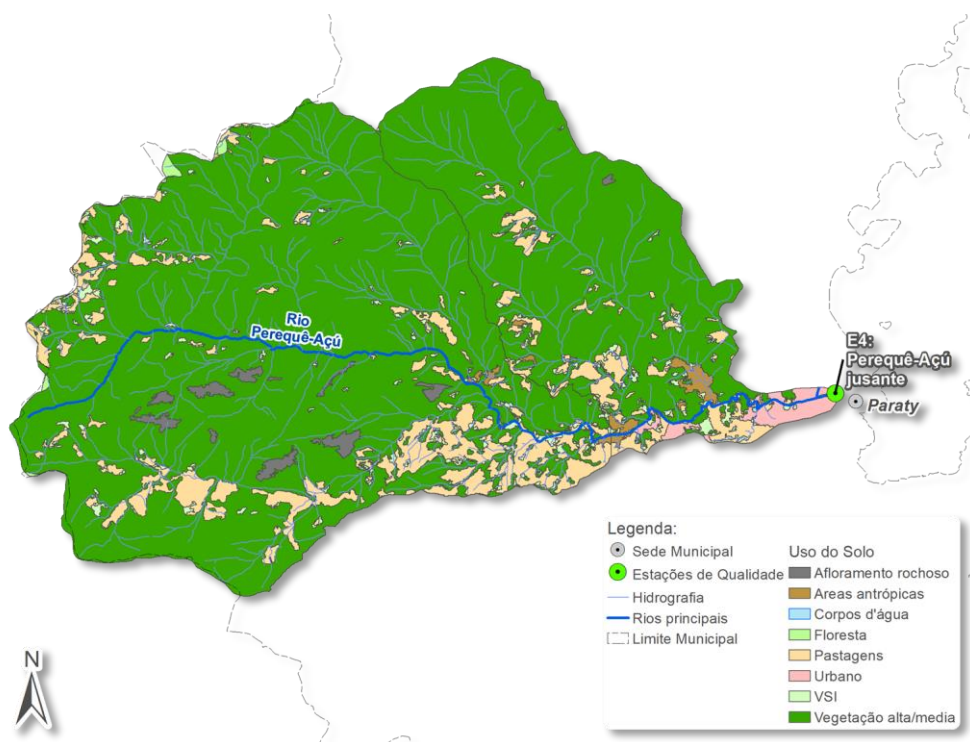


Figura 5.15 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E4 (Rio Perequê-Açu jusante)

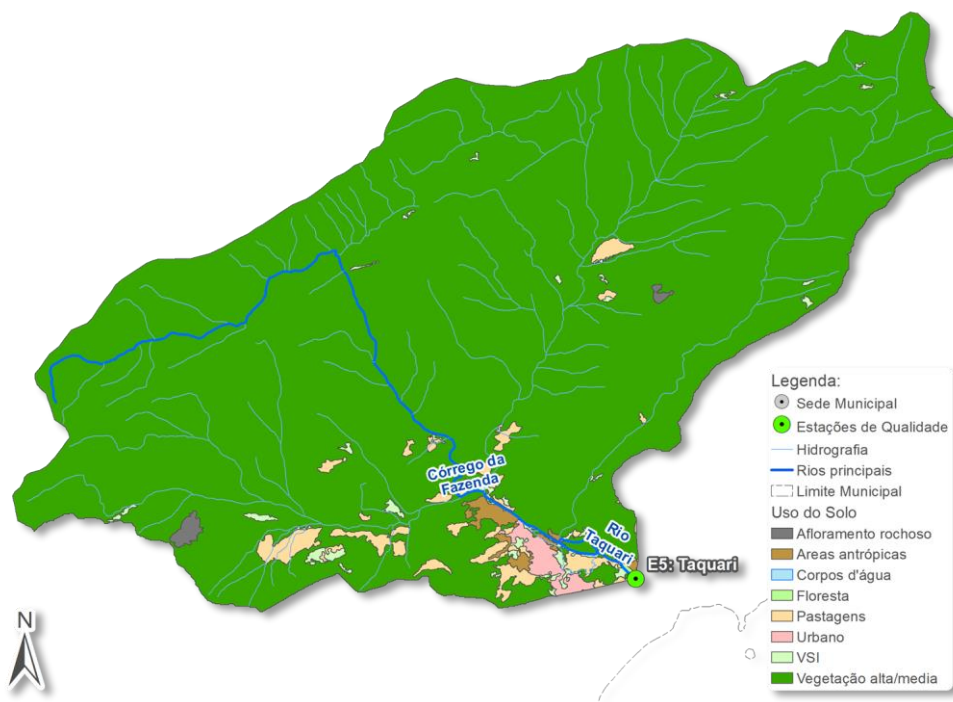


Figura 5.16 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E5 (Rio Taquari)

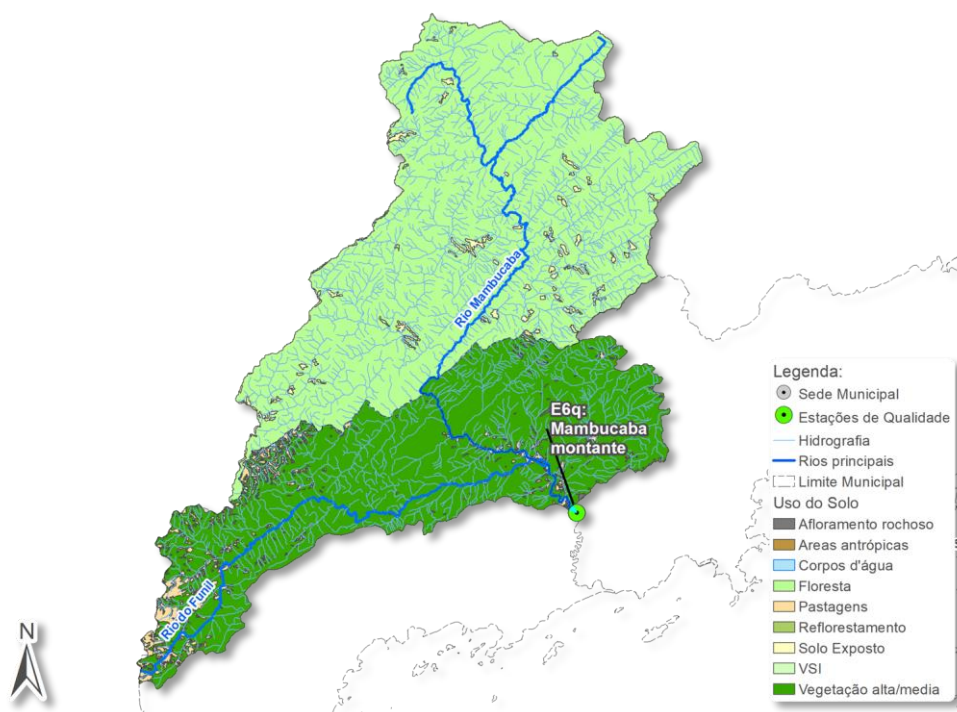


Figura 5.17 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E6q (Rio Mambucaba montante)

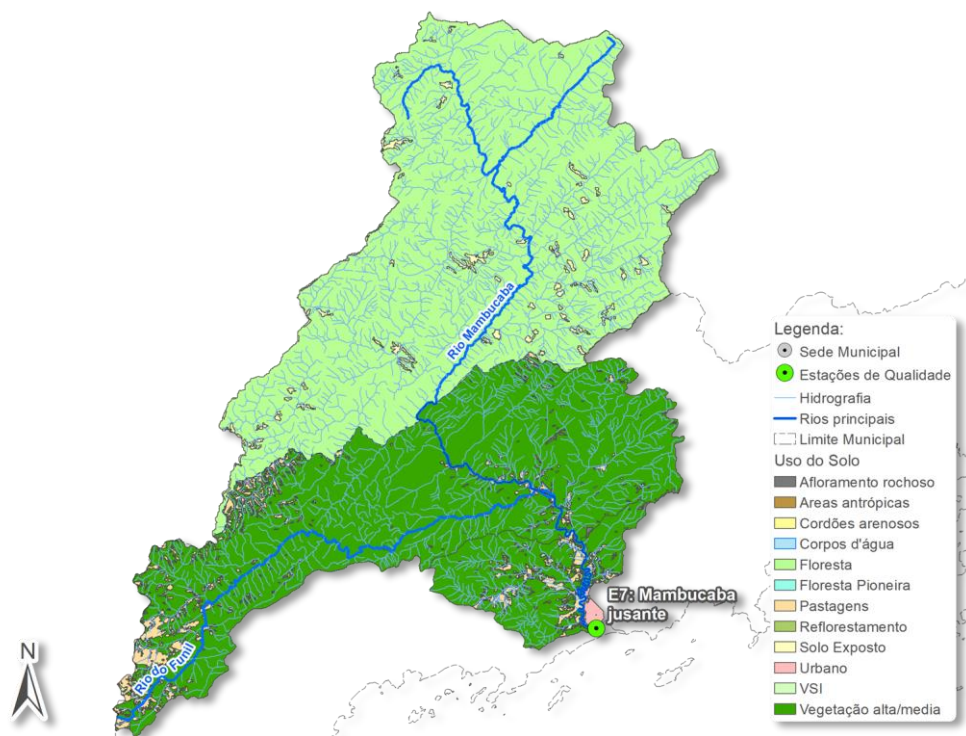


Figura 5.18 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E7 (Rio Mambucaba jusante)

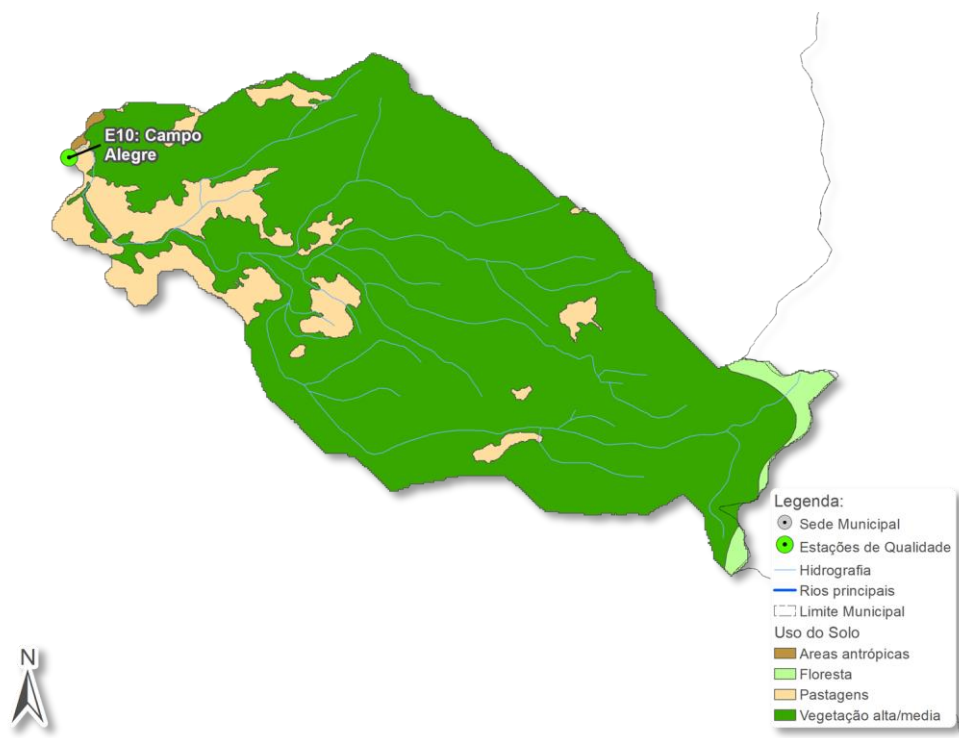


Figura 5.19 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E10 (Rio Campo Alegre)

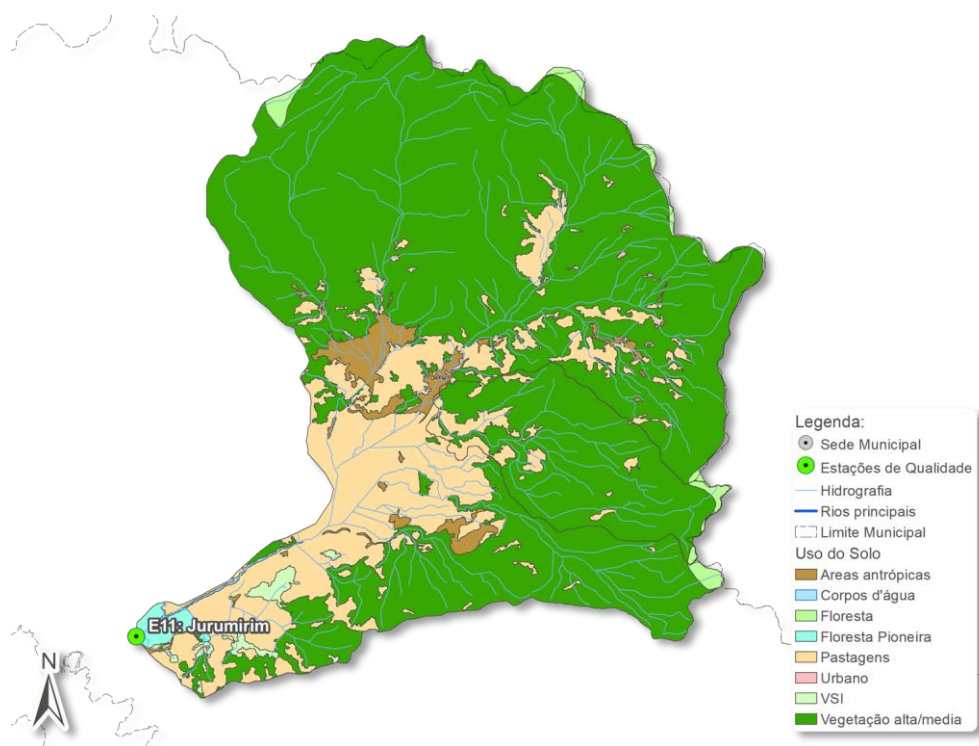


Figura 5.20 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E11 (Rio Jurumirim)

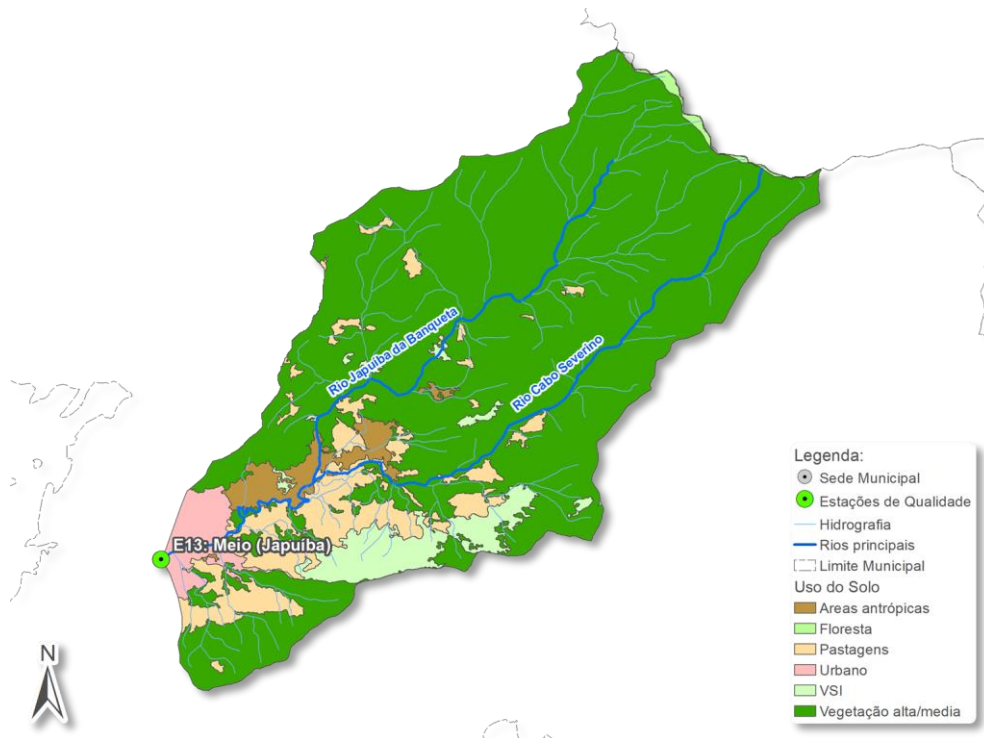


Figura 5.21 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E13 (Rio do Meio/Japuiba)

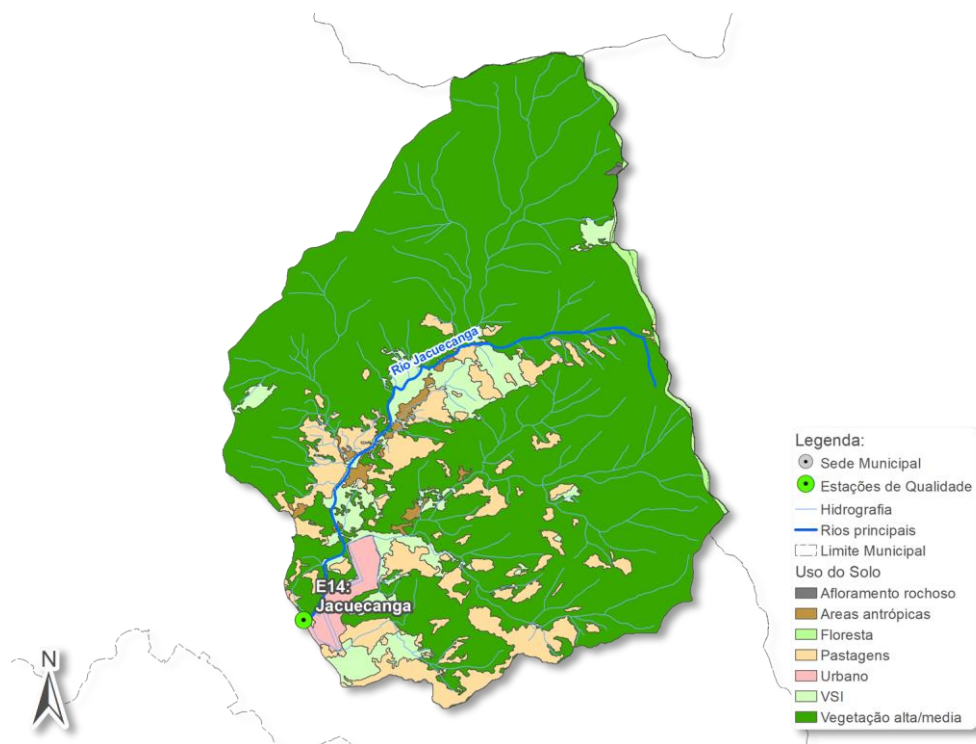


Figura 5.22 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E14 (Rio Jacuecanga)

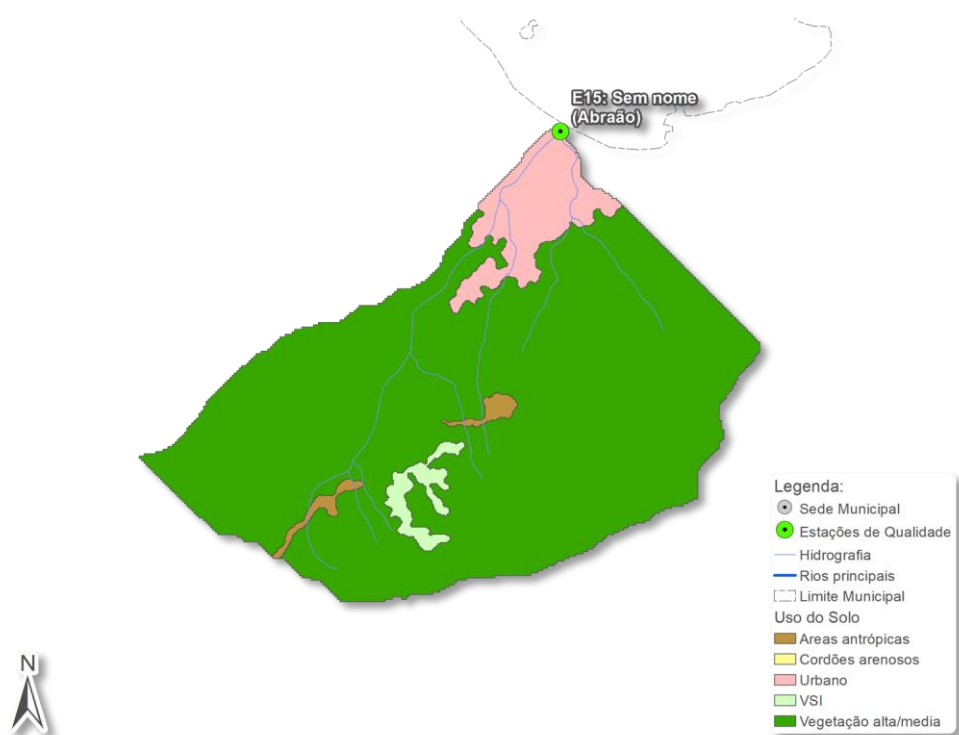


Figura 5.23 - Uso do solo na bacia hidrográfica do ponto E15 (Ilha Grande – Abraão)



A partir dos mapas de uso do solo é possível observar que os pontos de coleta E4 (Rio Perequê-Açu jusante), E13 (Rio do Meio/Japuíba) e E15 (Ilha Grande - Abraão) estão localizados em áreas estritamente urbanas, sendo estes os que apresentaram os valores mais elevados de coliformes termotolerantes, considerando ambas as campanhas. Ainda, o maior valor de fósforo total e o menor valor de OD foram encontrados para o ponto E13, também podendo estar relacionado a expressiva influência de áreas urbanas e antropizadas próximas ao ponto de coleta.

Já os maiores valores de Sólidos Dissolvidos Totais foram encontrados para os pontos E4 (Rio Perequê-Açu jusante) e E11 (Rio Jurumirim), sendo que em ambos o uso do solo apresenta significativa área de pastagem nas porções marginais ao rio principal, chegando a satisfazer 20% da área da bacia hidrográfica do ponto E11. As pastagens podem apresentar estágios de erosão avançados, contribuindo aos altos valores de SDT na água e também alterações de turbidez, sendo o maior valor encontrado deste parâmetro também para o ponto E11.



6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos nas quatro campanhas de amostragem, é possível realizar uma análise mais abrangente da quantidade e qualidade da água na RH-I.

Para a primeira campanha, realizada na primavera, os resultados para as medições de vazão resultaram em valores de vazão específica de 36,44 L/s.km² a 66,65 L/s.km², à exceção de dois pontos, no rio Mambucaba, com 17,45 L/s.km² e no rio Campo Alegre, com 19,22 L/s.km². O valor mais alto de vazão específica foi encontrado para o Rio Taquari. Na segunda campanha, os resultados para as medições de vazão específica resultaram em uma faixa de valores muito próxima ao encontrado para a primeira, de 40,68 L/s.km² a 67,26 L/s.km², porém, dessa vez, o valor mais alto encontrado foi para o Rio Jacuecanga. Também, diferem-se os resultados dessa campanha para a primeira nos pontos no rio Mambucaba e rio Campo Alegre, que apresentaram vazões específicas com 54,52 L/s.km² e 44,90 L/s.km², consideravelmente mais elevadas que os valores obtidos na primeira campanha. Estes dois também são os pontos com maior e menor área de drenagem, com respectivamente 601,59 km² e 6,66 km², o que pode ocasionalmente distorcer o cálculo da vazão específica. A terceira campanha apresentou valores de 21,11 L/s.km² a 31,41 L/s.km², em termos de vazão específica. Já para a quarta campanha, as medições resultaram em valores de 21,78 L/s.km² a 63,46 L/s.km².

Considerando os valores de vazão, a maior vazão registrada para a primeira campanha foi no rio Bracuí, de 11,4 m³/s, e a menor no rio Campo Alegre, de 0,128 m³/s. Já na segunda campanha, o rio Mambucaba registrou a maior vazão, de 32,8 m³/s, e a menor foi também registrada no rio Campo Alegre, de 0,299 m³/s. A terceira campanha apresentou a maior vazão registrada também para o rio Mambucaba, de 14 m³/s, e a menor no rio Campo Alegre, de 0,174 m³/s. E a quarta campanha segue o mesmo padrão, com o maior valor da campanha de 13,10 m³/s para o Rio Mambucaba e o menor de 0,317 m³/s para o rio Campo Alegre. A vazão registrada no rio Campo Alegre em ambas as campanhas é coerente com a sua pequena área de drenagem no local, de 6,66 km², porém, a vazão registrada no Bracuí estar acima da registrada no Mambucaba na primeira campanha, aliado ao fato da vazão específica no Mambucaba estar bem abaixo da média registrada nos outros pontos, sugere que o rio Mambucaba apresentou vazão abaixo da média no momento da amostragem, possivelmente devido a um possível período de baixa precipitação antecedendo a coleta da primeira campanha. Para as demais campanhas, é possível perceber que houve uma normalização, voltando o rio Mambucaba a apresentar a maior vazão, como esperado.



As análises de água realizadas a partir das duas primeiras campanhas de amostragem qualitativa, propostas no RAQ00, foram desconsideradas, uma vez que apresentaram inconsistências nos resultados. Assim, a avaliação qualitativa da RH-I apresentada neste relatório partiu da interpretação dos resultados da terceira e quarta campanha, da comparação destes com os dados de qualidade da água medidos pelas estações de monitoramento da ANA e Inea, e com os parâmetros dispostos na portaria CONAMA 357/2005.

Em relação às análises qualitativas, os resultados da qualidade da água de forma geral indicaram qualidade boa em todos os pontos de amostragem. Todas as análises de oxigênio dissolvido registraram valores acima de 2 mg/L O₂ para ambas campanhas, valor limítrofe para manutenção da maior parte dos ecossistemas aquáticos, o que indica condições altas de concentração de oxigênio. Os pontos E3 (Rio Perequê-Açu montante), E5 (Rio Taquari) e E7 (Rio Mambucaba jusante) apresentaram as melhores condições na terceira campanha, enquanto os pontos E11 (Rio Jurumirim), E10 (Rio Campo Alegre) e E14 (Rio Jacuecanga) apresentaram as melhores condições para a quarta campanha. A pior condição na terceira campanha deu-se para o ponto E13 (Rio do Meio/Japuíba), que apresentou um valor de 3,2 mg/L, e na quarta para o ponto E7, que apresentou um valor de 4,2 mg/L. Os altos valores se justificam pelas baixas concentrações de DBO, com todos os valores abaixo de 3 mg/L O₂ - à exceção dos pontos E4 (Rio Perequê-Açu jusante) e E11 (Rio Jurumirim), cujos valores encontrados foram de 6,4 mg/L na terceira campanha, e no ponto E13 (Rio do Meio/Japuíba) para a quarta campanha, com 3,1 mg/L.

Na terceira campanha os resultados das análises de coliformes termotolerantes variam de <1,8 NMP/100mL a 23 NMP/100mL, sendo esta máxima encontrada para os pontos E4 (Rio Perequê-Açu jusante), E10 (Rio Campo Alegre), E13 (Rio do Meio/Japuiba) e E15 (Ilha Grande - Abraão). Para a quarta campanha, os resultados variaram de 2 NMP/100mL a 350 NMP/100mL, sendo a máxima encontrada para os pontos E4 e E13. Também foram registrados valores baixos de DQO, nitrogênio, nitrato e fósforo total.

A comparação dos resultados com os limites para classificação da água encontrados na portaria CONAMA 357/2005, mostrou que os piores resultados de qualidade foram encontrados para o ponto E4, E7, E11 e E13, todos classificados como Classe 4. Somente o ponto E14 (Rio Jacuecanga) apresenta Classe 1, os pontos E3, E5, E10 e E15 são classificados em Classe 2 e o ponto E6 como Classe 3.



A análise dos resultados das campanhas mostrou que os parâmetros OD, Nitrato, pH, coliformes termotolerantes e DBO apresentam pontos cujas concentrações não estão em conformidade com a série histórica do INEA, com destaque para o parâmetro coliformes termotolerantes que se apresentou inferior aos limites mínimos encontrados na série para todos os pontos.

Os mapas de uso e ocupação das bacias hidrográficas mostram que as concentrações encontradas de coliformes termotolerantes, Fósforo Total, OD e STD corroboram com o uso do solo no entorno dos pontos de coleta, sendo os valores mais elevados de coliformes, Fósforo e OD relacionados a áreas estritamente urbanas, e os valores de STD relacionados a áreas com forte influência de pastagens.



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22nd Edition. American Public Health Association; American Water Works Association; Water Environment Federation. ISBN: 9780875530130. 1496p. 2012.

ANA, AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. HidroWeb: Sistemas de informações hidrológicas. 2018. Disponível em: <<http://hidroweb.ana.gov.br/HidroWeb>>. Acessado em 09 out. 2018.

CLEAN ENVIRONMENT BRASIL. Catálogo de Produtos. 2018a. Disponível em: <https://www.clean.com.br/Produto/Detalhe/53>

CLEAN ENVIRONMENT BRASIL. Catálogo de Produtos. 2018b. Disponível em: <https://www.clean.com.br/Produto/Detalhe/51>

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Diagnóstico do setor costeiro da Baía da Ilha Grande. Subsídios à elaboração do zoneamento ecológico-econômico costeiro. Rio de Janeiro: SEA/INEA, 2015.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE; GEIHQ. GERÊNCIA DE INFORMAÇÕES HIDROMETEOROLÓGICAS E DE QUALIDADE DAS ÁGUAS. Reunião presencial ocorrida na sede do Inea no dia 8 de março de 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. Orientações para a consistência de medições de vazão utilizando o equipamento ADP M9 e Flowtracker. 2018.

INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE. 2019. Qualidade das águas por região hidrográfica (RHs). Disponível em: <<http://www.inea.rj.gov.br/ar-agua-e-solo/qualidade-das-aguas-por-regiao-hidrografica-rhs/>>. Acesso em: nov. 2019.



ANEXOS



Anexo 1 – Quadro resumo das medições quantitativas



Quadro 1 – Dados das seções de amostragem e resultados das medições nas campanhas de análise quantitativa

Código	UHP / Rio	Campanha	Nº de verticais	Cota (m)	Área molhada (m ²)	Largura (m)	Velocidade média (m/s)	Profundidade média (m)	Vazão (m ³ /s)	Área de drenagem (km ²)	Vazão específica (L/s.km ²)
E1	2 - Rio Paraty Mirim	1 ^a	26	5,37	13,5	25,6	0,171	0,528	2,32	63,67	36,44
		2 ^a	24	5,38	13,4	24,9	0,193	0,54	2,59	63,67	40,68
		3 ^a	21	5,34	13	25,5	0,153	0,513	2	63,67	31,41
		4 ^a	23	5,34	13,7	25,3	0,145	0,54	1,98	63,67	31,1
E3	3 - Rio Perequê-Açú	1 ^a	5	8,77	15,8	19,5	0,267	1,403	4,22	77,8	54,24
		2 ^a	6/6	0,84	58,8	33,1	0,557	1,78	5,03	77,8	64,66
		3 ^a	8/5	8,65	14,8	19,2	0,148	0,778	2,19	77,8	28,15
		4 ^a	8/8	8,62	14,6	18,4	0,158	0,793	2,3	77,8	29,56
E5	5 - Rio Taquari	1 ^a	6	7,53	19,1	30,3	0,176	1,46	3,34	50,11	66,65
		2 ^a	22	7,14	12,5	31,1	0,167	0,402	2,08	50,11	41,51
		3 ^a	24	7,29	13,2	28,7	0,093	0,46	1,23	50,11	24,54
		4 ^a	23	7,33	15,7	28,9	0,203	0,543	3,18	50,11	63,46
E6	6 - Rio Mambucaba	1 ^a	5	0,52	56,4	41,3	0,186	2,21	10,5	601,59	17,45
		2 ^a	6/6	8,75	14,9	19,8	0,338	0,752	32,8	601,59	54,52
		3 ^a	8/8	0,57	48,5	35,1	0,289	1,39	14	601,59	23,27
		4 ^a	8/8	0,57	47,5	33,2	0,276	1,43	13,1	601,59	21,78
E8	8 - Rio Bracuí	1 ^a	8	6,37	24,7	35,6	0,461	0,987	11,4	195,33	58,36
		2 ^a	26	6,45	26	36,7	0,37	0,708	9,62	195,33	49,25



Código	UHP / Rio	Campanha	Nº de verticais	Cota (m)	Área molhada (m ²)	Largura (m)	Velocidade média (m/s)	Profundidade média (m)	Vazão (m ³ /s)	Área de drenagem (km ²)	Vazão específica (L/s.km ²)
		3 ^a	23	6,02	13,5	36,7	0,329	0,368	4,43	195,33	22,68
		4 ^a	22	6,03	13,2	32,7	0,421	0,403	5,54	195,33	28,36
E10	9 - Rio Campo Alegre	1 ^a	22	5,72	0,547	3,45	0,233	0,159	0,128	6,66	19,22
		2 ^a	29	5,76	1,75	7,8	0,171	0,224	0,299	6,66	44,9
		3 ^a	21	5,65	0,999	6,6	0,174	0,151	0,174	6,66	26,13
		4 ^a	23	5,71	1,7	7,05	0,187	0,241	0,317	6,66	47,6
E13	10 - Rio do Meio/Japuiba	1 ^a	5	6,65	7,8	13,8	0,253	0,813	1,97	34,25	57,52
		2 ^a	22	6,66	8,43	14,3	0,192	0,59	1,62	34,25	47,3
		3 ^a	20	6,52	6,55	13,4	0,111	0,488	0,723	34,25	21,11
		4 ^a	23	6,64	7,9	13,9	0,161	0,568	1,27	34,25	37,08
E14	11 - Rio Jacuecanga	1 ^a	27	8,44	3,78	28,3	0,383	0,134	1,45	37,32	38,85
		2 ^a	25	9,04	22	32,3	0,114	0,682	2,51	37,32	67,26
		3 ^a	21	8,6	2,9	18,4	0,371	0,158	1,08	37,32	28,94
		4 ^a	22	8,43	4,21	18,4	0,428	0,229	1,8	37,32	48,23

Fonte: Relatório da campanha de amostragem de análises quantitativas da empresa Rio Tecnologia Ltda

* Número de travessias/número de travessias consideradas no cálculo de vazão.



Anexo 2 – Relatórios de Ensaio das medições qualitativas





























































































