



PRH-BIG

PLANO DE RECURSOS HÍDRICOS DA REGIÃO
HIDROGRÁFICA DA BAÍA DA ILHA GRANDE

RAQ00

RELATÓRIO DAS
ANÁLISES QUALI-
QUANTITATIVAS 00

OUTUBRO - 2018

Rio Jurumirim/Campo Alegre,
na Região da Serra d'Água
Angra dos Reis - RJ

Realização:



Execução:



Apoio:





APRESENTAÇÃO

O presente documento consiste do Relatório de Análises Quali-Quantitativas (RAQ00), 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 Análises Quali-Quantitativas 00, seguindo o que está previsto no TDR e no Plano de Trabalho do PRH-BIG, apresenta a proposição da rede de monitoramento a ser estabelecida na RH-I.

Outubro de 2018



Sumário

1. INTRODUÇÃO	6
2. ANÁLISE CRÍTICA DA REDE EXISTENTE DE MONITORAMENTO HÍDRICO QUALI- QUANTITATIVO NA RH-I.....	7
2.1. Rede de monitoramento hídrico qualitativa	7
2.2. Rede de monitoramento quantitativa	13
3. DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO HÍDRICO QUALI- QUANTITATIVO.....	17
3.1. Monitoramento hídrico qualitativo.....	17
3.2. Monitoramento hídrico quantitativo.....	18
3.3. Localização da malha proposta.....	20
4. CRONOGRAMA DE COLETA E ANÁLISE.....	23
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	25



Lista de Figuras

Figura 2.1 - Localização das estações da rede de monitoramento hídrico qualitativo do Inea na RH-I.....	8
Figura 2.2 - Localização dos pontos da rede de monitoramento quantitativo na RH-I	14
Figura 4.1 - Precipitações médias mensais na RH-I	24
Figura 4.2 - Temperaturas médias e históricas mensais (estação 83788)	24

Lista de Quadros

Quadro 2.1 - Lista e localização das estações de monitoramento do Inea	7
Quadro 2.2 - Parâmetros monitorados na rede de monitoramento hídrico qualitativo do Inea	8
Quadro 2.3 - Densidade das estações de monitoramento qualitativo	10
Quadro 2.4 - Frequência de análise do monitoramento	11
Quadro 2.5 - Estações fluviométricas identificadas na bacia	14
Quadro 2.6 - Distribuição das estações nas UHPs na RH-I.....	15
Quadro 2.7 - Disponibilidade de dados das estações fluviométricas	16
Quadro 3.1 - Monitoramento quali-quantitativo proposto	21
Quadro 4.1 - Cronograma de coleta e análise	23

Lista de Mapas

Mapa 3.1 - Monitoramento quali-quantitativo proposto	22
--	----

Lista de Siglas

ANA - Agência Nacional de Águas

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

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

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 compreende o Relatório de Análises Quali-Quantitativas (RAQ00), e tem 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, a ser estabelecida para a realização de quatro campanhas de monitoramento, visando diagnosticar a situação quali-quantitativa dos recursos hídricos na RH-I.

O produto se propõe a apresentar, inicialmente, uma análise crítica da atual rede do Inea de monitoramento hídrico qualitativo e quantitativo, analisando suas lacunas e se baseado nelas para propor a malha de monitoramento a ser realizada durante o período de elaboração do PRH-BIG.

A estrutura do relatório é dividida em três capítulos, além deste, onde o primeiro trata da análise crítica da rede, o segundo dos critérios, subsídios e apresentação dos pontos propostos para a malha de monitoramento, e o terceiro apresenta o cronograma de coleta, análise e entrega dos resultados nos relatórios.



2. ANÁLISE CRÍTICA DA REDE EXISTENTE DE MONITORAMENTO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO NA RH-I

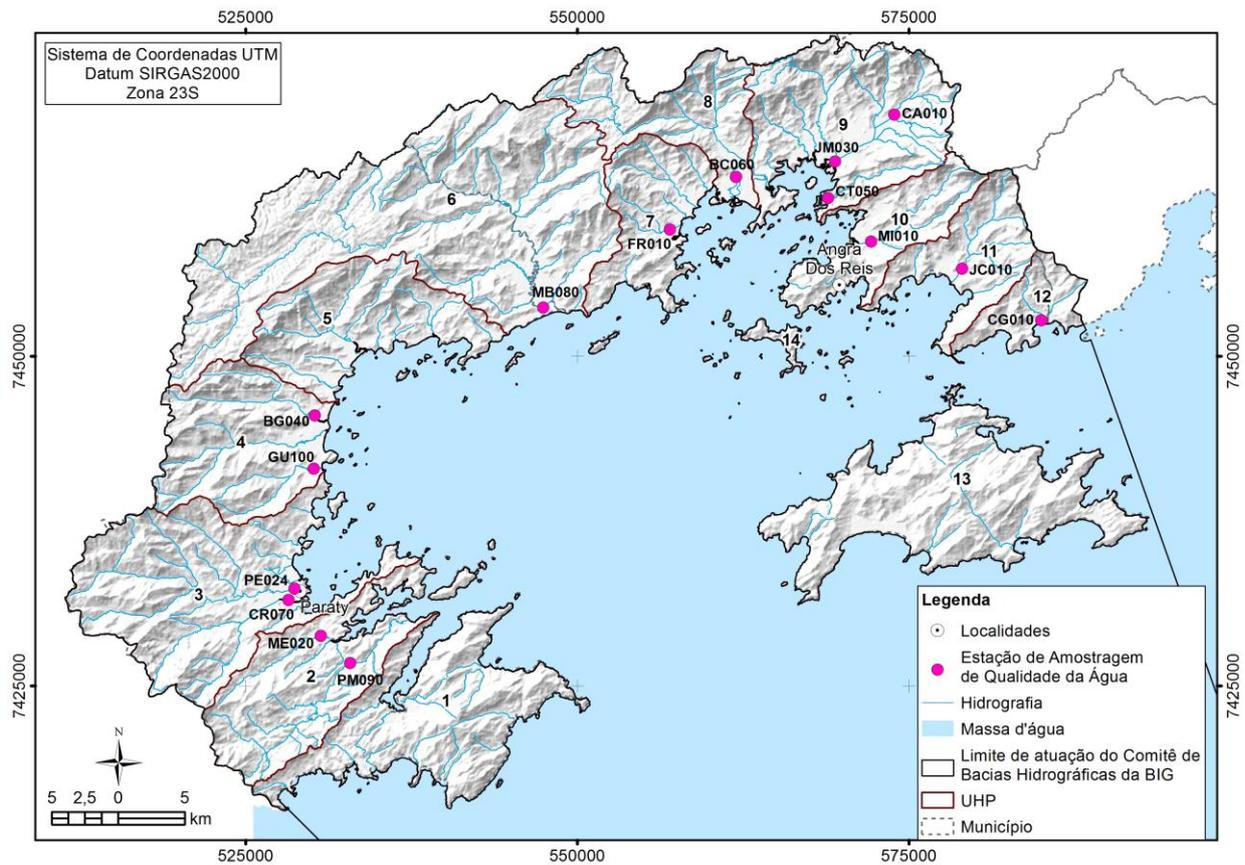
2.1. Rede de monitoramento hídrico qualitativa

A rede de monitoramento do Inea é 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"	561969,3344	7463600,595
00RJ11BG0040	BG0040	Rio da Barra Grande	23°05'56.30"	44°42'18.60"	530192,9892	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"	584987,7769	7452727,892
00RJ11CR0070	CR0070	Rio Corisco	23°13'32.00"	44°43'27.50"	528206,5005	7431484,184
00RJ11CT0050	CT0050	Rio Caputera	22°56'55.30"	44°19'41.00"	568888,9972	7462002,22
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"	579016,8655	7456641,525
00RJ11JM0030	JM0030	Rio Jurumirim	22°55'25.20"	44°19'22.80"	569420,0779	7464770,521
00RJ11MB0080	MB0080	Rio Mambucaba	23°01'28.30"	44°32'13.80"	547423,6527	7453690,096
00RJ11ME0020	ME0020	Rio dos Meros	23°15'00.10"	44°42'01.10"	530656,3819	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"	528671,4156	7432350,477
00RJ11PM0090	PM0090	Rio Paraty-Mirim (Carapitanga)	23°16'06.90"	44°40'43.10"	532868,177	7426711,22

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 um desses pontos 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

Parâmetros	Frequência Prevista
Alcalinidade total	Trimestral
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	



Parâmetros	Frequência Prevista
Sólidos totais	Trimestral
Sulfato	
Temperatura da Água	
Temperatura do Ar	
Turbidez	
Alumínio dissolvido	Semestral
Arsênio total	
Cádmio total	
Chumbo total	
Cobre dissolvido	
Cromo total	
Ferro dissolvido	
Manganês total	
Mercúrio total	
Níquel total	
Zinco total	

Fonte: Inea/GEIHQ (2018)

A quantidade e disposição das estações de monitoramento são bem distribuídas ao longo da região da RH-I, conforme apresentado no Quadro 2.3. Das 14 UHPs definidas neste Plano, na RH-I, quatro delas não possuem estações de qualidade instaladas. As estações possuem uma densidade média de 117,19 km²/estação. Para referência, o valor mínimo recomendado pela Organização Mundial de Meteorologia é de 55.000 km²/estação para regiões costeiras (OMM, 2008), enquanto o PNQA (Programa Nacional de Avaliação da Qualidade das Águas), recomenda uma estação a cada 1.000 km² (ANA, 2018). Caso se considere as UHPs individualmente, as densidades são maiores, variando de 35,72 km²/estação (UHP Rio Jacareí), até 359 km²/estação (UHP Rio Mambucaba). Ressalta-se que estes padrões de densidade são previstos para áreas de dimensões continentais, muito maiores que a área da RH-I, servindo apenas para fornecer um parâmetro de densidades consideradas adequadas, nacional e internacionalmente. O contexto da RH-I, no entanto, exige uma abordagem específica para a realidade local, e é com esse objetivo que está sendo proposta a malha de monitoramento.



Quadro 2.3 - Densidade das estações de monitoramento qualitativo

UHP		Área da UHP (km²)	Qualitativa	
#	Nome		Número	Densidade (km²/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 (Japuiba)	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)

Observando o Quadro 2.3, constata-se que apenas as UHPs 2, 3, 4 e 9 possuem mais de uma estação de monitoramento qualitativa. A presença de mais de uma estação no mesmo rio é interessante para que possa ser observada a variação das características de qualidade ao longo do rio, permitindo detectar fontes de poluição entre os dois locais monitorados. Outra função de diferentes estações é criar um “branco”, representando a condição natural dos cursos hídricos, e permitindo o traçado de um perfil dos parâmetros em locais de reduzida interferência antrópica. Vale também mencionar a ausência de estações de monitoramento na Ilha Grande, região de grande importância ecológica.

Além da disposição da malha, é necessário verificar a frequência de monitoramento e os dados históricos disponíveis. Foi realizado um contato com a Gerência de Informações Hidrometeorológicas e Qualidade das Águas (GEIHQ), do Inea, e requisitados os dados históricos do monitoramento das 15 estações de qualidade disponíveis do Inea. No Quadro 2.4 estão apresentados os números de campanhas anuais em cada estação, para cada parâmetro, 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.

Outra questão a se considerar é a presença de amostras de salinidade muito altas em algumas das estações, com valores maiores que 10.000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ nos pontos 00RJ11PE0024 (rio Perequê-Açú), 00RJ11JM0030 (rio Jurumirim), 00RJ11CG0010 (rio Cantagalo), 00RJ11CR0070 (rio Corisco/Mateus Nunes), 00RJ11MB0080 (rio Mambucaba) e 00RJ11CT0050 (rio Caputera), todos localizados próximo à foz dos rios.

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, e que sejam indicadas a hora e altura da tábua de maré. Esses valores altos de salinidade indicam águas salobras, ou salinas, e acusam a presença de água do mar nas coletas. Isso indica que, no local monitorado, há influência marinha pelo menos em parte do tempo.

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

- À exceção de um caso, todos os rios monitorados possuem apenas uma estação de monitoramento;
- 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;
- 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.

2.2. Rede de monitoramento quantitativa

Quanto ao monitoramento 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, listadas no Quadro 2.5, com localização apresentada na Figura 2.2. Destas, quatro estão em operação.



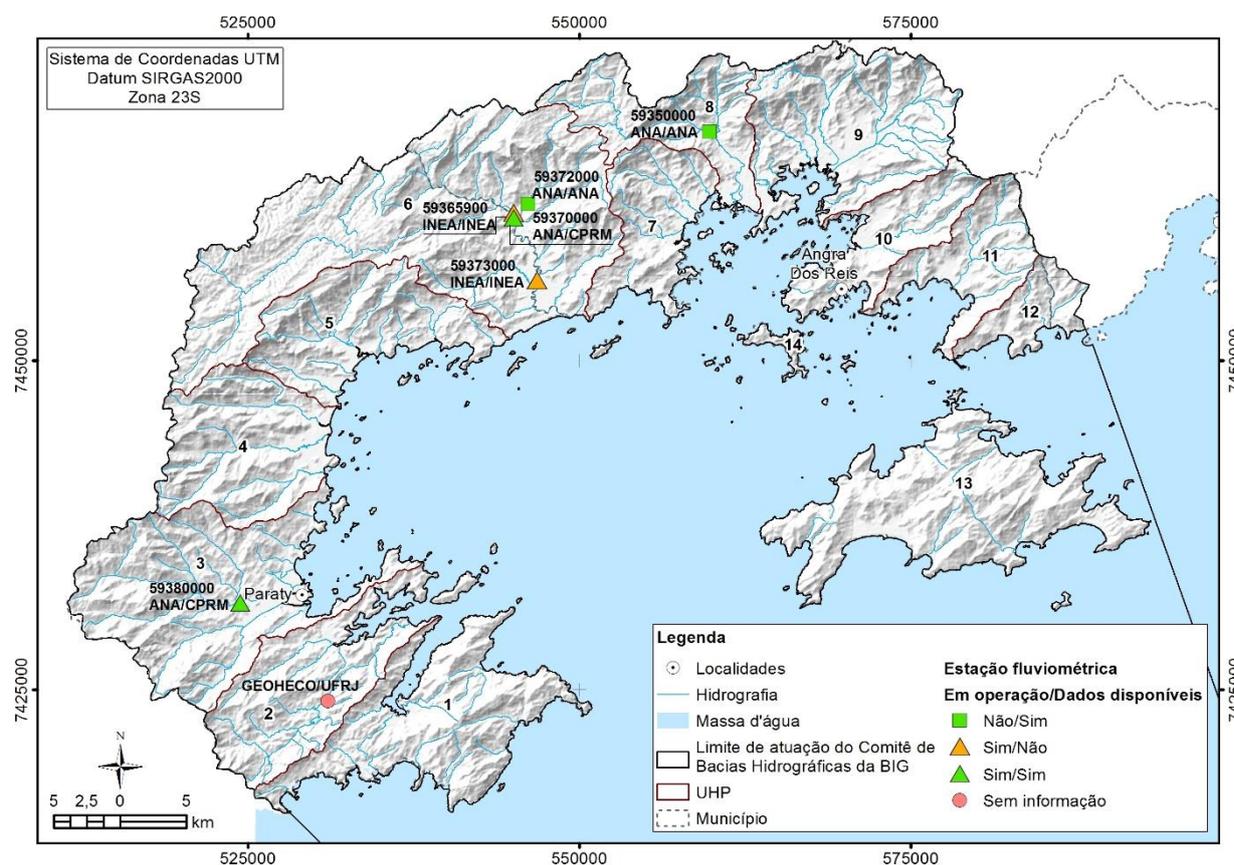
Quadro 2.5 - Estações fluviométricas identificadas na bacia

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
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

Observa-se uma concentração de estações na UHP 6, com quatro estações no rio Mambucaba ou tributários, além de uma no rio Bracuí (UHP 8) e uma no rio Perequê-Açú (UHP 3). A única estação do Inea em operação se localiza no rio Mambucaba e tem a finalidade de



alerta de cheias.

É também 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.

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)

Ao considerar a RH-I como um todo, observa-se uma densidade média de 284,12 km²/estação, sendo o mínimo recomendado pela OMM igual a 2.750 km²/estação (OMM, 2008). As estações estão todas concentradas em poucos rios, sendo que das 14 UHPs da RH-I, apenas quatro possuem estações de monitoramento quantitativo.

Em contato com a Gerência de Licenciamento de Recursos Hídricos (GELIRH), do Inea, o órgão apontou a existência de uma carência de informações em pequenas bacias na RH-I, relativas a informações hidrológicas em cursos hídricos pequenos.

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	
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.



3. DEFINIÇÃO DA LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS DE MONITORAMENTO HÍDRICO QUALI-QUANTITATIVO

Na definição da malha dos 10 pontos de monitoramento hídrico quali-quantitativo previstos no PRH-BIG, buscou-se definir uma distribuição que contemplasse da melhor forma possível a totalidade da RH-I e o preenchimento das lacunas detectadas na análise crítica realizada.

3.1. Monitoramento hídrico qualitativo

Um preceito fundamental para a definição desses pontos foi considerar a rede de qualidade da água do Inea já existente, constituída por 15 pontos bem distribuído. Faltam, entretanto, as respectivas medições de vazão, não realizadas nestes pontos, além de pontos em alguns rios relevantes para a RH-I. Apenas nos rios Mambucaba, Perequê-Açú e Bracuí há estações de monitoramento quantitativo, e nem todas possuem dados de vazões disponíveis.

Optou-se, então, por definir os pontos de monitoramento qualitativo da malha em outros locais dos rios já monitorados pelo Inea, com intuito de complementar o monitoramento existente e, através de análises de consistência dos dados, verificar possíveis mudanças de tendência nos padrões dos dados já obtidos nessas estações. A realização de medições de vazões conjuntas servirá para o cálculo da carga de alguns parâmetros.

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. Para isso, serão colocados: dois pontos nos rios Campo Alegre, Mambucaba, do Meio e Perequê-Açú, um na região de montante dos rios, e um próximo ao local já monitorado pelo Inea, totalizando oito pontos de monitoramento, e mais um ponto no rio do Frade. Outro ponto será definido na Ilha Grande, próximo à localidade de Abraão, que atualmente não possui monitoramento.

Em resumo:

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

3.2. Monitoramento hídrico quantitativo

Para a malha de monitoramento quantitativo, 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 próximo aos locais onde há monitoramento de qualidade: rios Campo Alegre, Mambucaba, do Meio (Japuíba) e Perequê-Açú (se não houver uma régua instalada, para a integração do monitoramento quali-quantitativo, a medição de vazão tem que ser realizada em conjunto com a coleta de qualidade); e (iii) gerar informações hidrológicas para pequenos cursos hídricos, alocando dois pontos em pequenas bacias.

O intuito para o terceiro item é aplicar a Metodologia de Silveira (SILVEIRA, et al, 1998; SILVEIRA, et al, 2005), que permite a regionalização de vazões em pequenas bacias sem dados. Para essa metodologia, as quatro campanhas serão concentradas em um período menor, de estiagem, ao invés de distribuídas ao longo do ano. Foram escolhidas bacias com pequena área de drenagem e grande número de outorgas, ou altas vazões outorgadas, para focar em regiões onde há pressão quantitativa pelos recursos hídricos.

A metodologia proposta por Silveira et al. (2005) lança mão do conceito de regionalização, onde uma vazão média mínima pode ser correlacionada por fatores fisiográficos como a área da bacia, comprimento do rio principal, declividade média, sendo ajustados por parâmetros regionais (TUCCI, 1993). A partir desta definição, pode-se estabelecer, então, um fator de proporcionalidade de vazões mínimas de mesma duração entre duas bacias quaisquer da região. Identificando-se pelo sub-índice "i", uma das bacias e por "j", a outra, a razão mostrada a seguir



corresponde a um fator de proporcionalidade de vazões:

$$k_{i,j} = \frac{Q_{min}^i}{Q_{min}^j} = \frac{A_i^b L_i^c S_i^d}{A_j^b L_j^c S_j^d} \quad (3.1)$$

Sendo A é a área da bacia, L é o comprimento do rio principal, S , sua declividade média, e as letras b , c , d são os parâmetros de ajuste regionais.

A curva de depleção de vazões em um rio está associada ao esvaziamento dos aquíferos da bacia contribuinte e tem a seguinte expressão:

$$Q_t = Q_0 e^{-\alpha(t-t_0)} \quad (3.2)$$

Onde Q_t é a vazão mínima no instante t , Q_0 é a vazão de referência no instante t_0 e α é o coeficiente de depleção.

Para um conjunto de sub-bacias de uma bacia é possível imaginar que possa existir uma curva de depleção representativa regional, mas para isso é preciso que as vazões de depleção de cada uma delas sejam vazões específicas. Propõe-se que seja estabelecida uma vazão específica fisiográfica μ , na qual outras variáveis além da área de drenagem possam ser relacionadas, como o comprimento do rio principal e a declividade.

$$\mu_t^i = \frac{Q_t^i}{A_i^b L_i^c S_i^d} \quad (3.3)$$

Da mesma forma, pode-se estabelecer para μ uma equação de depleção regional com a mesma estrutura da equação (3.2), conforme estabelecido a seguir:

$$\mu_t = \mu_0 e^{-\alpha(t-t_0)} \quad (3.4)$$

O método da Regio-Depleção mescla as equações (3.3) e (3.4) de forma a obter os parâmetros regionais b , c e d . Assim, para cada depleção, tem-se:

$$Q_t = \mu_0 A^b L^c S^d e^{-\alpha(t-t_0)} \quad (3.5)$$

A forma de ajuste sugerida por Silveira et al (1998) é por mínimos quadrados. Obtidos os parâmetros b , c e d , estes serão então aplicados na equação (3.1) para obtenção dos fatores de proporcionalidade entre sub-bacias, onde utiliza-se como “bacia fonte” alguma bacia que possua uma série extensa de monitoramento e onde se possa extrair valores de referência de vazão como a Q_{95} ou $Q_{7,10}$.

A malha proposta será 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 Mambucaba - 1 ponto, próximo ao ponto de monitoramento qualitativo;
- Rio Taquari - 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, 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.

3.3. Localização da malha proposta

A localização dos pontos propostos é apresentada no Quadro 3.1, e no Mapa 3.1.

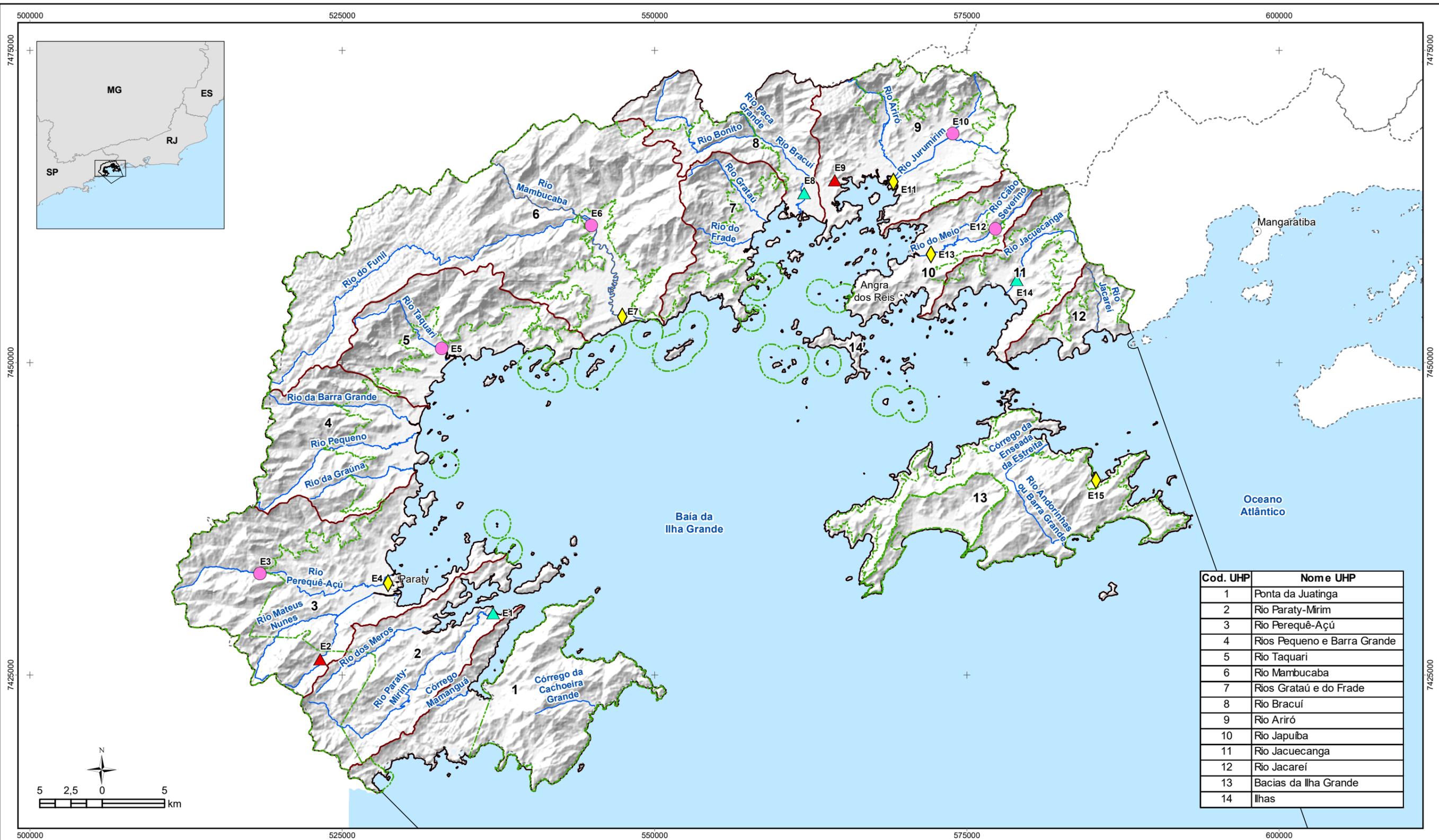


Quadro 3.1 - Monitoramento quali-quantitativo proposto

Código	Curso hídrico	Tipo			Nº campanhas	Localização			
		Metodologia	Quantidade	Qualidade		UTMN	UTME	Latitude	Longitude
E1**	Rio Paraty-Mirim	Quantitativa	X		4 trimestrais	7429958,605	537077,9355	-23,23916	-44,637559
E2*	Rio do Corisquinho	Metodologia de Silveira	X		1 de 12 dias	7426278,978	523227,3322	-23,272652	-44,772893
E3	Rio Perequê-Açu montante	Qualiquantitativa	X	X	4 trimestrais	7433110,732	518422,6892	-23,211001	-44,819953
E4	Rio Perequê-Açu jusante	Qualitativa		X	4 trimestrais	7432350,117	528670,6472	-23,217725	-44,719785
E5**	Rio Taquari	Qualiquantitativa	X	X	4 trimestrais	7451136,157	532975,5244	-23,047948	-44,678117
E6	Rio Mambucaba montante	Qualiquantitativa	X	X	4 trimestrais	7460974,051	544949,4819	-22,958799	-44,561525
E7	Rio Mambucaba jusante	Qualitativa		X	4 trimestrais	7453694,404	547420,4712	-23,024489	-44,537198
E8**	Rio Bracuí	Quantitativa	X		4 trimestrais	7463579,174	561988,9202	-22,934721	-44,395419
E9*	Sem nome	Metodologia de Silveira	X		1 de 12 dias	7464589,153	564435,1284	-22,925505	-44,371604
E10	Rio Campo Alegre	Qualiquantitativa	X	X	4 trimestrais	7468313,423	573894,2172	-22,891472	-44,279539
E11	Rio Jurumirim	Qualitativa		X	4 trimestrais	7464494,262	569133,9462	-22,926174	-44,325778
E12	Rio Cabo Severino	Qualiquantitativa	X	X	4 trimestrais	7460692,597	577298,6549	-22,960155	-44,245967
E13	Rio do Meio/Japuiba	Qualitativa		X	4 trimestrais	7458668,202	572140,9181	-22,978672	-44,296182
E14**	Rio Jacuecanga	Quantitativa	X		4 trimestrais	7456622,479	578993,9082	-22,99684	-44,229223
E15	Sem nome - Ilha Grande	Qualitativa		X	4 trimestrais	7440569,016	585372,8477	-23,141526	-44,166093

* 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



Cod. UHP	Nome UHP
1	Ponta da Juatinga
2	Rio Paraty-Mirim
3	Rio Perequê-Açú
4	Rios Pequeno e Barra Grande
5	Rio Taquari
6	Rio Mambucaba
7	Rios Grataú e do Frade
8	Rio Bracuí
9	Rio Ariró
10	Rio Japuiba
11	Rio Jacuecanga
12	Rio Jacaré
13	Bacias da Ilha Grande
14	Ilhas

LEGENDA

- Sede municipal
- ~ Rios a serem monitorados
- ☁ Massa d'água
- ⊞ Limite de atuação do Comitê de Bacias Hidrográficas da BIG
- ⊞ UHP
- ⊞ Limite municipal
- ⊞ UC de Proteção Integral
- Estações Propostas**
- ▲ Quantitativa
- ▲ Quantitativa (Metodologia de Silveira)
- Quali-quantitativa
- ◆ Qualitativa

Acompanhamento
 Comitê de Bacia Hidrográfica da Baía da Ilha Grande

Realização
 inea Instituto estadual do ambiente

GOVERNO DO Rio de Janeiro
 Secretaria do Ambiente

RELATÓRIO DAS ANÁLISES QUALIQUANTITATIVAS 01

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

Execução
 PROFILL

Apoio
 TRANSPETRO

Sistema de Coordenadas UTM
 Datum SIRGAS2000
 Zona 23S
 Escala: 1:300.000

Mapa 3.1 - Proposta de monitoramento quali-quantitativo

Fonte de dados:
 - Sede municipal: IBGE, 2010
 - Limite municipal: IBGE, 2010
 - Limite estadual: IBGE, 2010
 - Hidrografia: IBGE, 2017
 - Abrangência da RH: INEA/DIGAT/GET, 2015
 - UHPs: PROFILL, 2017
 - Estações propostas: PROFILL, 2018



4. CRONOGRAMA DE COLETA E ANÁLISE

As coletas a serem realizadas nos pontos definidos seguirão o cronograma apresentado no Quadro 4.1, que considera, principalmente, aspectos de sazonalidade e o cronograma do PRH-BIG na definição das épocas de coleta.

Quadro 4.1 - Cronograma de coleta e análise

Campanha	Período	Estação	Apresentação dos Resultados
1	Agosto de 2018	Inverno	RAQ01 - Previsto para entrega em out/2018
2	Outubro de 2018	Primavera	RAQ02 - Previsto para entrega em nov/2018
3	Janeiro de 2019	Verão	RAQ03 - Previsto para entrega em fev/2019
4	Março de 2019	Outono	RAQ04 - Previsto para entrega em mar/2019

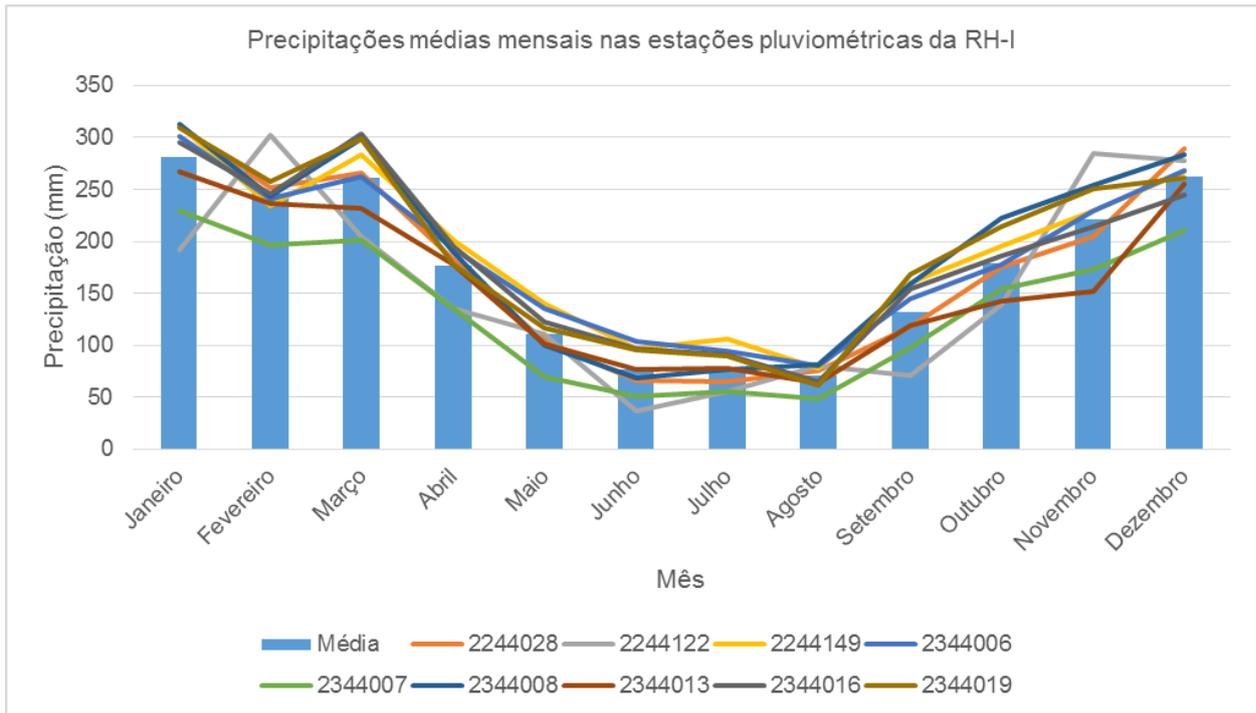
Fonte: Autoria própria

Após a realização das quatro campanhas será elaborado o RD06 (Relatório Final das Análise Quali-quantitativas), que consolidará os resultados das campanhas.

Em relação especificamente às medições para aplicação do Método Silveira, as medições serão feitas no período de agosto/setembro, de menor precipitação.

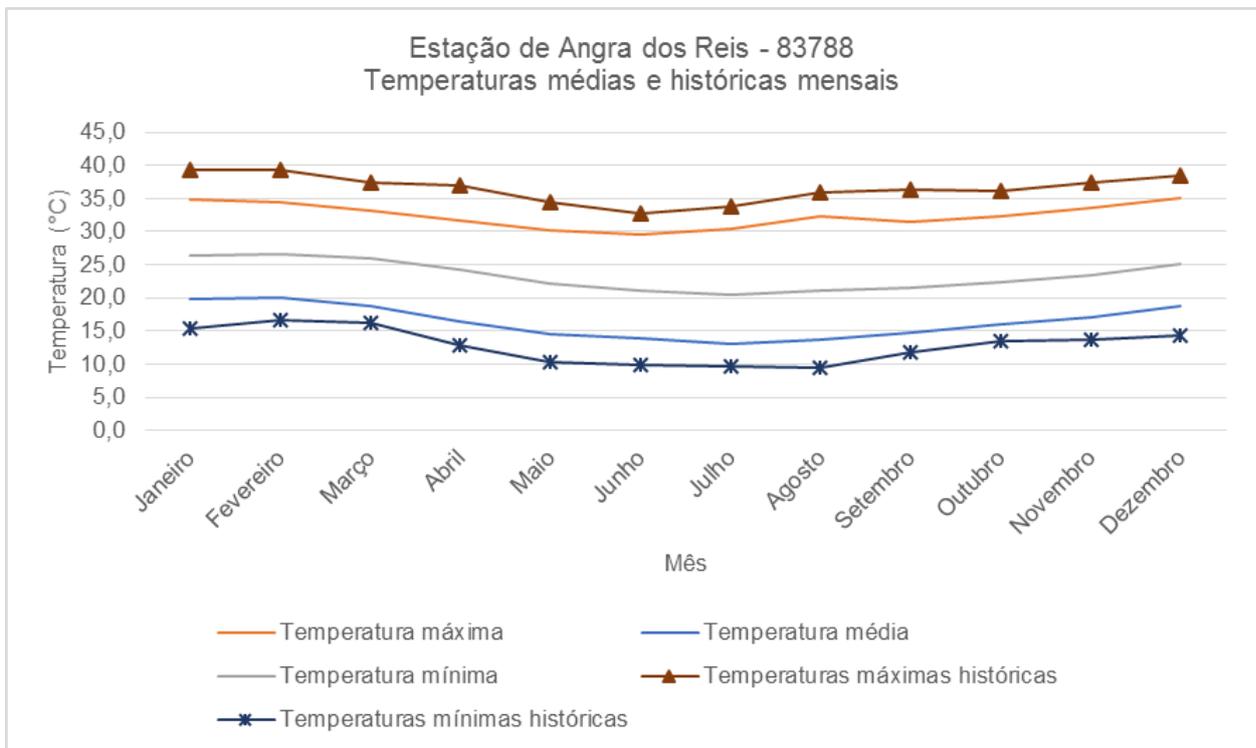
Na Figura 4.1 estão apresentadas as precipitações médias mensais e na Figura 4.2 as temperaturas médias, máximas e mínimas médias mensais, na RH-I, visando demonstrar que os meses escolhidos são bem representativos quanto às diferentes condições de variação de precipitação e temperatura na área de estudo.

A realização do monitoramento será articulada com a GEIHQ/Inea, podendo haver a coincidência de algumas campanhas realizadas por esta gerência.



Fonte: ANA (2018)

Figura 4.1 - Precipitações médias mensais na RH-I



Fonte: INMET (2018)

Figura 4.2 - Temperaturas médias e históricas mensais (estação 83788)



REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANA. AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS. Portal de Qualidade das Águas. Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/default.aspx>. Acesso em: mar, 2018.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Estado do Rio de Janeiro - 1:25.000: Base Cartográfica Contínua da Unidade da Federação do Rio de Janeiro na escala de 1:25 000. 2016. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/geociencias-novoportal/cartas-e-mapas/bases-cartograficas-continuas/15807-estados.html?edicao=16037>>. Acesso em: 05 dez. 2017.
- IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE Cidades. 2017. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br>. Acesso em: fevereiro de 2018
- INEA. INSTITUTO ESTADUAL DO AMBIENTE; DISEQ. DIRETORIA DE SEGURANÇA HÍDRICA E QUALIDADE AMBIENTAL; GETEG. GERÊNCIA DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO. Modelo Digital de Terreno Hidrologicamente Consistido, com tamanho de célula de 10 m. 2015. Enviado por Inea.
- 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.
- INMET. INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa (BDMEP). Brasília, DF. 2018. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>>.
- OMM. ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DE METEOROLOGIA. Methods of observation. In: Guide to Hydrological Practices: hydrology from measurement to hydrological information. 6. ed. Geneva, Switzerland , 2008. v. 1, cap. 2, p. 24-27. (WMO - n. 168). Acesso em: jun, 2013.
- SILVEIRA, G.L.; TUCCI, C.E.M.; SILVEIRA, A.L.L. Quantificação de vazão em pequenas bacias sem dados. RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.3, n.3, p.111-131, jul/set. 1998
- SILVEIRA, G.L.; CRUZ, J. C; SILVEIRA, A.L.L.; CRUZ, R. C. Regionalização da Depleção Regional com Dados Primários de Vazão. RBRH: Revista Brasileira de Recursos Hídricos, Porto Alegre, v.10, n. 3, p.43-51, jul/set. 2005.
- TUCCI, C.E.M. Hidrologia: Ciência e Aplicação. EDUSP. Editora da UFRGS, ABRH: Associação Brasileira de Recursos Hídricos. 952p. 1993.