

Cliente:

Associação Pró-Gestão das Águas da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul - AGEVAP

Endereço:

Rua Elza da Silva Duarte, 48 (loja 1A) – Manejo, Resende/RJ

# Monitoramento de Rios na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV)

## PLANO DE TRABALHO (Contrato de Serviço nº 006/2023/AGEVAP)

Revisão 02  
Agosto 2023

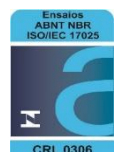
Agente Financiador:



Agente Contratante:



Agente Executor:



## Índice Geral

1	Introdução .....	3
2	Planejamento de Execução .....	4
2.1	Áreas de Estudo .....	4
2.1.1	Pontos amostrais .....	5
2.1.2	Realocação de pontos amostrais .....	7
2.2	Metodologia .....	11
2.2.1	Obtenção de dados secundários .....	11
2.2.2	Amostragem e análise laboratorial de água .....	11
2.2.3	Medição de vazão .....	14
2.3	Avaliação dos Resultados das Análises .....	19
2.4	Produtos a serem entregues .....	20
2.4.1	Relatórios Técnicos Semestrais .....	20
3	Equipe Técnica .....	21
4	Cronograma previsto .....	22
	REFERÊNCIAS .....	23
	ANEXOS .....	25

## 1 INTRODUÇÃO

O monitoramento ambiental é uma ferramenta de grande importância na gestão do meio ambiente, uma vez que permite a obtenção e análise sistemática das informações ambientais e assim auxilia no processo decisório de gestão ambiental. O monitoramento da qualidade das águas na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) irá permitir o diagnóstico da qualidade dos recursos hídricos, com vistas ao enquadramento dos corpos hídricos da região, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 357/2005.

A Região Hidrográfica de Piabanha – RH IV compreende, total ou parcialmente, os municípios de Areal, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro, Teresópolis e ainda, Carmo, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Petrópolis e Três Rios.

O presente monitoramento de rios na Região Hidrográfica Piabanha tem como objetivo geral amostrar, analisar, monitorar e diagnosticar a qualidade da água e medir a vazão no momento da amostragem. Como objetivos específicos tem-se:

- Realizar amostragens para o diagnóstico da qualidade da água, através de campanhas de monitoramento;
- Analisar os parâmetros de qualidade da água;
- Realizar a medição da vazão através de medidas pontuais das velocidades do fluxo;
- Elaborar relatórios técnicos referentes às campanhas e comparar os resultados das análises com a legislação vigente, com a interpretação dos dados, e associar vazão dos corpos hídricos à qualidade da água.

Para a execução deste monitoramento é apresentado a seguir o planejamento previsto para a execução, as metodologias de coleta e análises laboratoriais, além da equipe técnica diretamente envolvida e respectivo cronograma previsto. Ressaltamos que a empresa Centro de Biologia Experimental Oceanus LTDA possui credenciamento e atende aos Planos de Monitoramento Sistemáticos de Qualidade do Instituto Estadual do Ambiente (INEA-RJ), atendendo aos critérios estabelecidos pela Deliberação CECA nº 707 de 12/09/1985, atualmente regido pela NOP-INEA-003-Revisão 02. No Anexo 1 é apresentado o Certificado de Credenciamento de Laboratório (CCL) junto ao INEA. Além disso, a empresa possui acreditação ABNT NBR/ISO/IEC INMETRO 17.025:2017, conforme consta no Anexo 2 seu respectivo Certificado.

## 2 PLANEJAMENTO DE EXECUÇÃO

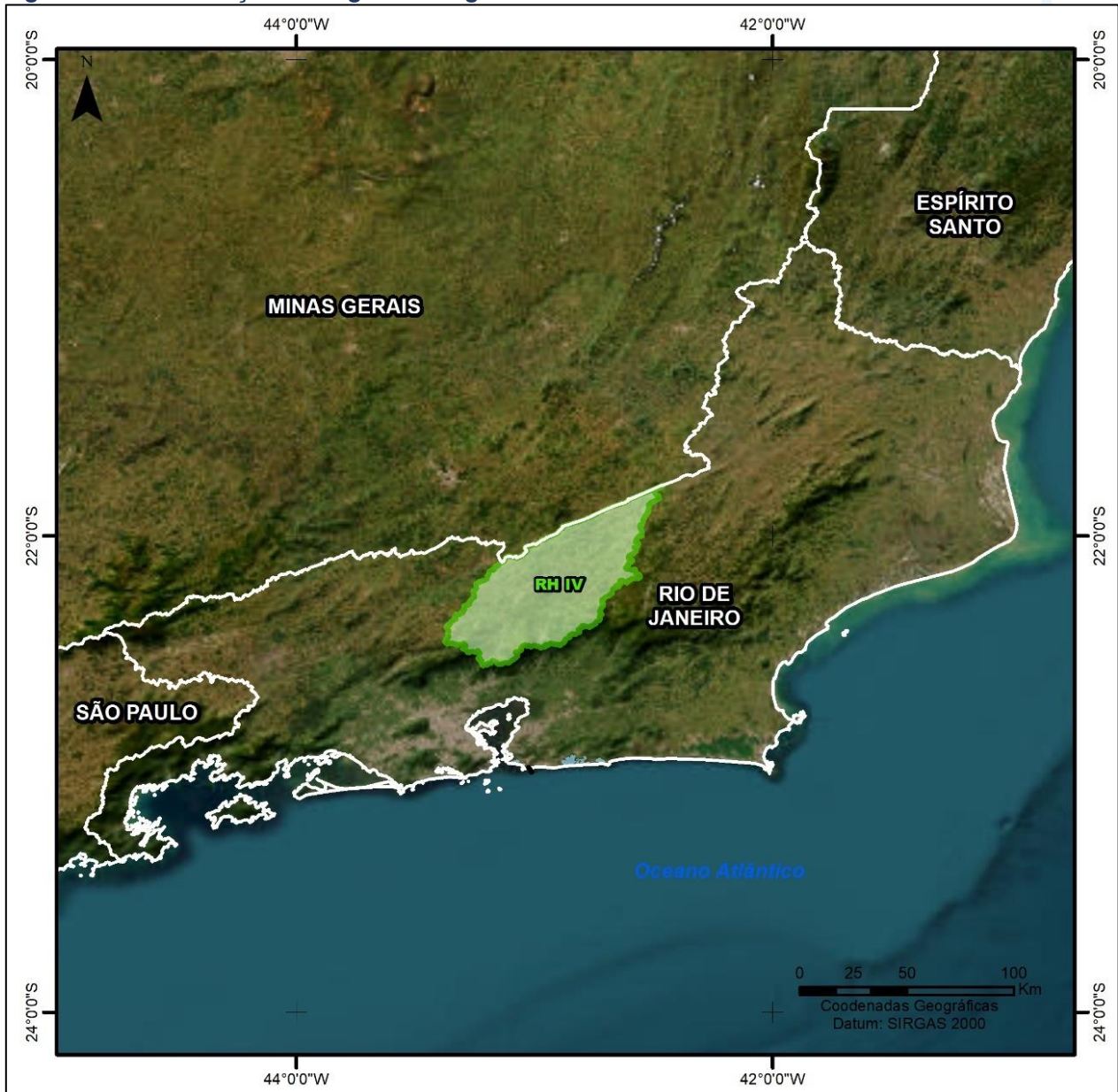
Serão realizadas campanhas de amostragem e análise de parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial em corpos hídricos da Região Hidrográfica IV – Piabanha, bem como a medição da vazão através de medidas pontuais das velocidades do fluxo, cujas especificações são apresentadas a seguir.

### 2.1 Áreas de Estudo

A Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul possui área de drenagem com mais de 60.000 Km<sup>2</sup> de área, tendo a Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV) como uma de suas bacias afluentes.

O Rio Piabanha, com 80 km de extensão, banha os municípios de Petrópolis, Areal, Três Rios e Paraíba do Sul, e seu principal afluente é o rio Preto, que tem 54 km de curso. O Rio Paquequer, afluente do Rio Preto, apresenta extensão de 37 km e banha Teresópolis em seu trecho inicial. Fazem parte da RH-Piabanha, os municípios de Areal, São José do Vale do Rio Preto, Sapucaia, Sumidouro e Teresópolis, inseridos integralmente, e ainda, os municípios de Carmo, Paraíba do Sul, Paty do Alferes, Petrópolis e Três Rios, inseridos parcialmente (Figura 2-1).

**Figura 2-1 – Localização da Região Hidrográfica IV no Estado do Rio de Janeiro.**



### 2.1.1 Pontos amostrais

Serão coletadas amostras de água superficial em 64 (sessenta e quatro) pontos fixos e 10 (dez) pontos móveis na Região Hidrográfica Piabanha (RH-IV). O Quadro 2-1 apresenta a localização original dos pontos fixos (64 pontos) disponibilizada no Termo de Referência.

Após a vistoria de campo realizada pela equipe da Oceanus, foi realizada uma reunião entre a empresa, a Agevap e membros do Comitê Piabanha para solicitação de realocação de alguns pontos de monitoramento devido à dificuldade de acesso por parte



da equipe. Desta forma, o item 2.1.2 apresenta as localizações atualizadas dos pontos de amostragem.

**Quadro 2-1 – Localização dos pontos fixos segundo suas coordenadas geográficas e referências.**

Pontos Amostrais	Referência	Coordenadas Geográficas	
		X	Y
1	Próximo à nascente do Rio Piabanha	-43,203062	-22,476584
2	Rio Piabanha, jusante da ETE Piabanha	-43,192264	-22,507109
3	Rio Piabanha, em frente ao Fórum de Petrópolis	-43,1774011	-22,488937
4	Rio Piabanha, após o Rio Itamarati em Cascatinha	-43,151594	-22,474022
5	Ponte Branca (Samambaia)	-43,146821	-22,464186
6	Montante da ETE Corrêas	-43,143104	-22,457097
7	Jusante da ETE Corrêas	-43,1402996	-22,442182
8	Ponte de Nogueira	-43,132677	-22,423199
9	Rio Piabanha em Itaipava, próximo ao Parque de Exposições	-43,135284	-22,403151
10	Rio Santo Antônio	-43,133380	-22,385640
11	Rio Piabanha, após Rio Santo Antônio em Itaipava	-43,131041	-22,379071
12	Rio Piabanha em Petrópolis, bairro Posse	-43,076507	-22,255282
13	Rio Piabanha em Carmo	-43,104233	-22,231577
14	Rio Piabanha em Três Rios	-43,175696	-22,177414
15	Exutório do Rio Piabanha em Três Rios	-43,143677	-22,126506
16	Rio do Bingen, antes de juntar com o Piabanha	-43,214713	-22,512042
17	Próximo a Duarte da Silveira	-43,212466	-22,510962
18	Rio do Quarteirão Ingelheim	-43,194048	-22,506651
19	Ponte na Rua Mosela	-43,191077	-22,503611
20	Próximo à nascente do rio Itamarati	-43,121011	-22,505283
21	Rio Itamarati	-43,149985	-22,496282
22	Próximo ao túnel extravasor para o Rio Itamarati	-43,152666	-22,488358
23	Rio Bonfim	-43,093335	-22,462183
24	Mata Porcos	-43,115623	-22,449339
25	Ponto na ponte Corrêas	-43,139756	-22,442199
26	Rio da Cidade	-43,214169	-22,456232
27	Rio das Araras	-43,238753	-22,428119
28	Foz do Rio da Cidade	-43,163897	-22,427182
29	Foz do Rio das Araras	-43,139279	-22,414841
30	Rio do Jacó	-43,054964	-22,428651
31	Rio Santo Antônio	-43,115095	-22,395042
32	Rio do Carvão	-43,115240	-22,379240
33	Ribeirão Retiro das Pedras	-43,135650	-22,332860
34	Córrego da Jacuba	-43,093000	-22,285652

Pontos Amostrais	Referência	Coordenadas Geográficas	
		X	Y
35	Córrego do Cedro	-43,101290	-22,237850
36	Próximo à nascente do Rio Quitandinha	-43,216223	-22,542086
37	Ponte Fones (depois do posto de gasolina)	-43,199256	-22,531514
38	Rio Quitandinha 2	-43,188525	-22,520682
39	Rio Quitandinha, Montante da ETE Quitandinha	-43,185556	-22,517413
40	Rio Quitandinha, Jusante da ETE Quitandinha	-43,183382	-22,516161
41	Próximo à nascente do Rio Palatino	-43,152892	-22,526935
42	Rio Palatino	-43,169442	-22,522009
43	Rio Palatino, Montante da ETE Palatinato	-43,170854	-22,515430
44	Rio Palatino, Jusante da ETE Palatinato	-43,172498	-22,514086
45	Em frente ao Obelisco, centro de Petrópolis	-43,175656	-22,509450
46	Rio Paquequer (Teresópolis)	-42,983436	-22,448156
47	Rio Paquequer (Teresópolis)	-42,980376	-22,398489
48	Ribeirão Santa Rita	-42,947235	-22,302648
49	Rio das Bengalas	-42,874728	-22,360466
50	Rio dos Frades	-42,816215	-22,305782
51	Rio Vieira	-42,733296	-22,263917
52	Rio dos Frades	-42,861494	-22,281308
53	Rio Preto	-42,917455	-22,249493
54	Rio Capim ou do Pião	-42,790554	-22,142032
55	Rio Preto	-42,953446	-22,166749
56	Rio Bonito	-43,020952	-22,215252
57	Rio Fagundes	-43,307691	-22,391550
58	Rio Maria Comprida	-43,185854	-22,322988
59	Córrego no Quilombo Boa Esperança	-43,156900	-22,231205
60	Rio Paquequer (Sumidouro)	-42,644177	-22,126319
61	Rio Paquequer (Sumidouro)	-42,679379	-22,053046
62	Rio São Francisco	-42,773504	-22,025760
63	Córrego do Cortiço	-42,698471	-21,887862
64	Rio Calçado	-43,063363	-22,112715

## 2.1.2 Realocação de pontos amostrais

Após o reconhecimento de campo realizado pela equipe da Oceanus e a posterior avaliação por parte do Comitê Piabanha, foram definidas as realocações marcadas **em negrito** no Quadro 2-2 (pontos fixos) e no Quadro 2-3 (pontos móveis da primeira campanha). A Figura 2-2 apresenta a localização dos pontos fixos, considerando as novas

localizações dos pontos de monitoramento. Ressalta-se que os pontos móveis serão definidos a cada campanha e serão indicados posteriormente pelo Comitê Piabanha, como destacado no Termo de Referência.

**Quadro 2-2 – Localização dos pontos fixos segundo suas coordenadas geográficas e referências. Os pontos em negrito tiveram suas coordenadas realocadas.**

Pontos Amostrais	Referência	Coordenadas X	Geográficas Y
<b>1</b>	<b>Próximo à nascente do Rio Piabanha</b>	<b>-43,203585</b>	<b>-22,477103</b>
2	Rio Piabanha, jusante da ETE Piabanha	-43,192264	-22,507109
3	Rio Piabanha, em frente ao Fórum de Petrópolis	-43,177401	-22,488937
4	Rio Piabanha, após o Rio Itamarati em Cascatinha	-43,151594	-22,474022
5	Ponte Branca (Samambaia)	-43,146821	-22,464186
6	Montante da ETE Corrêas	-43,143104	-22,457097
7	Jusante da ETE Corrêas	-43,140300	-22,442182
8	Ponte de Nogueira	-43,132677	-22,423199
9	Rio Piabanha em Itaipava, próximo ao Parque de Exposições	-43,135284	-22,403151
10	Rio Santo Antônio	-43,133380	-22,385640
11	Rio Piabanha, após Rio Santo Antônio em Itaipava	-43,131041	-22,379071
12	Rio Piabanha em Petrópolis, bairro Posse	-43,076507	-22,255282
13	Rio Piabanha em Carmo	-43,104233	-22,231577
14	Rio Piabanha em Três Rios	-43,175696	-22,177414
15	Exutório do Rio Piabanha em Três Rios	-43,143677	-22,126506
16	Rio do Bingen, antes de juntar com o Piabanha	-43,214713	-22,512042
17	Próximo a Duarte da Silveira	-43,212466	-22,510962
18	Rio do Quarteirão Ingelheim	-43,194048	-22,506651
19	Ponte na Rua Mosela	-43,191077	-22,503611
<b>20</b>	<b>Próximo à nascente do rio Itamarati</b>	<b>-43,122150</b>	<b>-22,505673</b>
<b>21</b>	<b>Rio Itamarati</b>	<b>-43,149986</b>	<b>-22,495977</b>
22	Próximo ao túnel extravasor para o Rio Itamarati	-43,152666	-22,488358
<b>23</b>	<b>Rio Bonfim</b>	<b>-43,094538</b>	<b>-22,462521</b>
24	Mata Porcos	-43,115623	-22,449339
25	Ponto na ponte Corrêas	-43,139756	-22,442199
26	Rio da Cidade	-43,214169	-22,456232
27	Rio das Araras	-43,238753	-22,428119
28	Foz do Rio da Cidade	-43,163897	-22,427182
29	Foz do Rio das Araras	-43,139279	-22,414841
<b>30</b>	<b>Rio do Jacó</b>	<b>-43,054783</b>	<b>-22,429760</b>
31	Rio Santo Antônio	-43,115095	-22,395042
32	Rio do Carvão	-43,115240	-22,379240
33	Ribeirão Retiro das Pedras	-43,135650	-22,332860

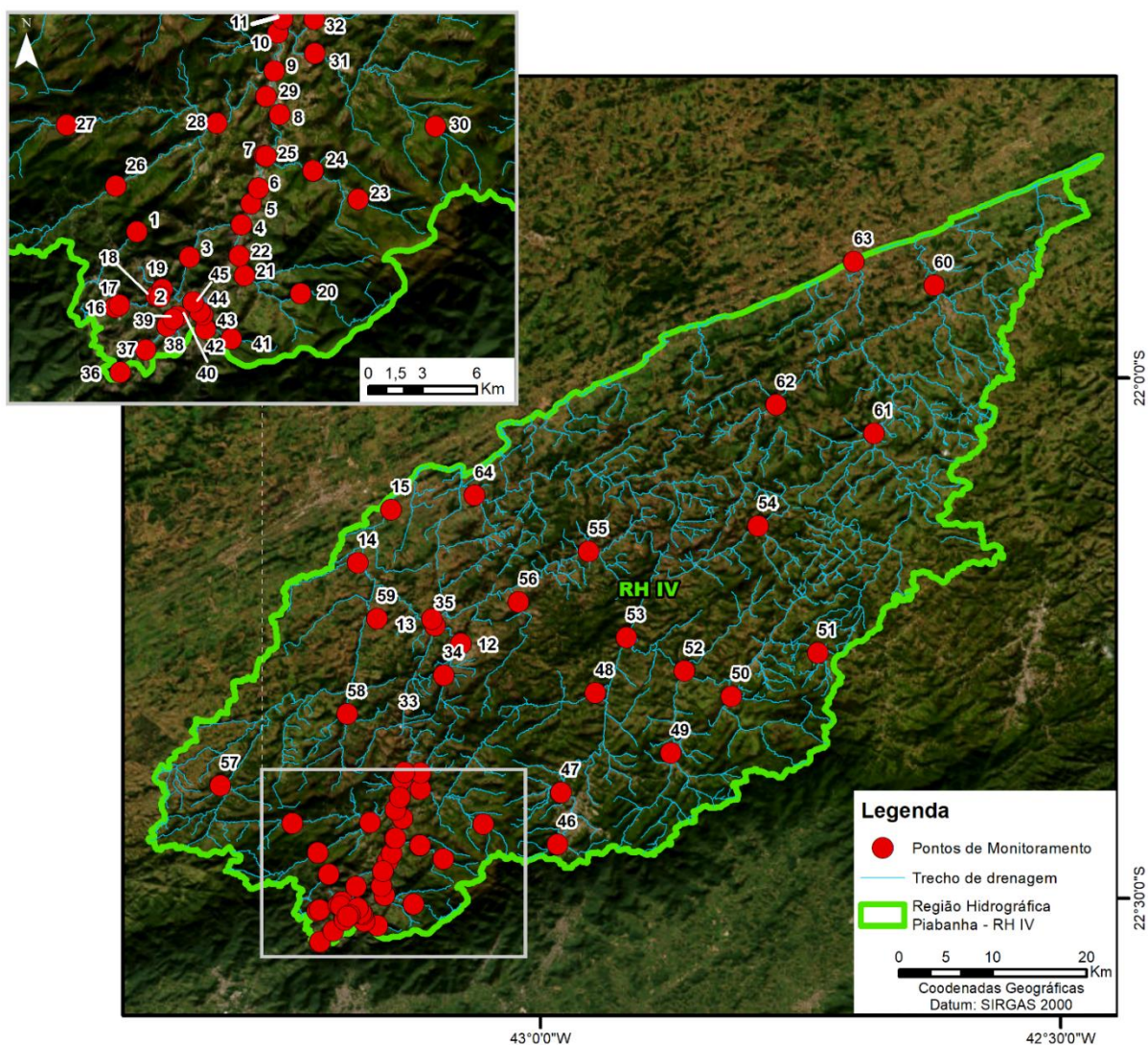


Pontos Amostrais	Referência	Coordenadas X	Geográficas Y
34	Córrego da Jacuba	-43,093000	-22,285652
35	Córrego do Cedro	-43,101290	-22,237850
<b>36</b>	<b>Próximo à nascente do Rio Quitandinha</b>	<b>-43,211069</b>	<b>-22,540816</b>
37	Ponte Fones (depois do posto de gasolina)	-43,199256	-22,531514
38	Rio Quitandinha 2	-43,188525	-22,520682
39	Rio Quitandinha, Montante da ETE Quitandinha	-43,185556	-22,517413
40	Rio Quitandinha, Jusante da ETE Quitandinha	-43,183382	-22,516161
<b>41</b>	<b>Próximo à nascente do Rio Palatino</b>	<b>-43,156632</b>	<b>-22,526488</b>
42	Rio Palatino	-43,169442	-22,522009
43	Rio Palatino, Montante da ETE Palatinato	-43,170854	-22,515430
44	Rio Palatino, Jusante da ETE Palatinato	-43,172498	-22,514086
45	Em frente ao Obelisco, centro de Petrópolis	-43,175656	-22,509450
46	Rio Paquequer (Teresópolis)	-42,983436	-22,448156
47	Rio Paquequer (Teresópolis)	-42,980376	-22,398489
48	Ribeirão Santa Rita	-42,947235	-22,302648
49	Rio das Bengalas	-42,874728	-22,360466
50	Rio dos Frades	-42,816215	-22,305782
51	Rio Vieira	-42,733296	-22,263917
52	Rio dos Frades	-42,861494	-22,281308
53	Rio Preto	-42,917455	-22,249493
54	Rio Capim ou do Pião	-42,790554	-22,142032
55	Rio Preto	-42,953446	-22,166749
56	Rio Bonito	-43,020952	-22,215252
57	Rio Fagundes	-43,307691	-22,391550
58	Rio Maria Comprida	-43,185854	-22,322988
<b>59</b>	<b>Córrego no Quilombo Boa Esperança</b>	<b>-43,162717</b>	<b>-22,231922</b>
<b>60</b>	<b>Rio Paquequer (Sumidouro)</b>	<b>-42,621440</b>	<b>-21,910970</b>
61	Rio Paquequer (Sumidouro)	-42,679379	-22,053046
62	Rio São Francisco	-42,773504	-22,025760
63	Córrego do Cortiço	-42,698471	-21,887862
64	Rio Calçado	-43,063363	-22,112715

**Quadro 2-3 – Coordenadas geográficas dos pontos móveis a serem amostrados na primeira campanha de monitoramento. Os pontos em negrito tiveram suas coordenadas realocadas.**

Ponto Amostral	Coordenadas Geográficas	
	X	Y
65	-42,923938	-22,230179
66	-43,017697	-22,369518
67	-43,027115	-22,369665
68	-43,000949	-22,312896
69	-43,018390	-22,341691
70	-42,778910	-22,252430
71	-42,725262	-22,273326
72	-42,737271	-22,291444
73	-43,255456	-22,432921
74	-43,269108	-22,470576

**Figura 2-2 – Localização dos pontos fixos de monitoramento, considerando a realocação dos pontos 01, 20, 21, 23, 36, 41, 59 e 60.**



## 2.2 Metodologia

### 2.2.1 Obtenção de dados secundários

Para fundamentação teórica e elaboração das discussões dos resultados do programa de monitoramento e dos relatórios técnicos será realizada a obtenção de dados secundários. Para isso serão utilizadas as plataformas de busca de informações, principalmente digitais. Dentre os documentos consultados estarão presentes os relatórios de qualidade de água produzidos pelo Instituto Estadual do Ambiente do Rio de Janeiro (INEA), o Plano de Bacia da Região Hidrográfica Piabanha, além dos artigos e documentos encontrados pelo método de busca.

### 2.2.2 Amostragem e análise laboratorial de água

Para as amostragens nos pontos fixos (64 pontos), as coletas para análise dos parâmetros de qualidade da água irão ocorrer com frequência trimestral por um período de 03 (três) anos, totalizando 12 (doze) saídas de campo, como apresentado no cronograma de execução previsto (Item 4). Para as amostragens nos pontos móveis (10 pontos), serão realizadas campanhas semestrais, totalizando 06 (seis) campanhas no período de 03 (três) anos. Na primeira campanha será realizada amostragem tanto nos pontos fixos, quanto nos móveis.

A localização e georreferenciamento dos pontos de amostragem serão realizados por meio do Sistema Global de Posicionamento (GPS), tendo por base as coordenadas geográficas dos pontos de amostragem apresentados no Termo de Referência.

**As coletas serão realizadas em pontos afastados das margens dos corpos hídricos para diminuir a influência delas nas amostras coletadas. Tendo em vista que a acessibilidade dos pontos pode ser prejudicada pela possibilidade de estarem em áreas particulares e dependerem de autorização, acessos não utilizados com frequência, que com o tempo podem ter se tornado inviáveis, prejudicando a segurança da equipe entre outros fatores. Sua exata localização poderá sofrer ajustes, desde que preservadas as características definidas para os pontos e com anuência da fiscalização.**

As campanhas de amostragem serão previamente agendadas, segundo o cronograma de execução, e serão confirmadas com, no mínimo, 10 (dez) dias de antecedência.



As coletas e análises das amostras serão realizadas pelo Centro de Biologia Experimental Oceanus, acreditado pela ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 e INEA CCL Nº IN010534, de acordo com as normas nacionais e internacionais de monitoramento, obedecendo aos critérios rígidos de confiabilidade, no qual todos os parâmetros analisados fazem parte do escopo e matriz do credenciamento. Os responsáveis pela coleta de amostras sempre estarão identificados com uniforme do Centro de Biologia Experimental Oceanus e utilizando EPIs adequados para cada tipo de amostragem como por exemplo: luva cirúrgica ou de borracha de látex, óculos de proteção, entre outros. A equipe sempre irá observar e obedecer às orientações de cada local ou ambiente onde será realizada a amostragem e em observância às Normas Regulamentadoras – NR 6 (Equipamento de Proteção Individual – EPI) e NR 17 (Ergonomia).

A coleta de amostras de água será realizada com o uso de um balde e os parâmetros físico-químicos da água como condutividade, oxigênio dissolvido, pH, temperatura da água e do ar e turbidez serão obtidos, *in situ*, com o auxílio de uma sonda multiparâmetros MPM 012 HANNA HI98194 previamente calibrada, como ilustrado na Figura 2-3.

A fim de minimizar os riscos de contaminação das amostras, os equipamentos utilizados durante o processo serão desinfetados com álcool 70%. As amostras serão preservadas com os reagentes específicos, conforme recomendado pelo Standard Methods for Examination of Water and Wastewater (APHA; AWWA; WPCF, 2017) e o Guia de Coletas da Agência Nacional de Águas – ANA, CETESB (2011), e mantidas sob refrigeração de < 5°C até a entrega ao laboratório. Finalizadas as coletas, as amostras serão enviadas ao laboratório para análise. Para o controle, identidade e integridade das amostras em todas as etapas do processo, serão utilizadas Cadeias de Custódia, que acompanharão as amostras até o laboratório.

**Figura 2-3 – Figura ilustrativa da utilização do balde e sonda multiparâmetro.**



Em todos os pontos de coleta serão analisados 16 (dezesseis) parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da qualidade da água superficial, conforme Quadro 2-4. As metodologias das análises físico-químicas e microbiológicas descritas estão de acordo com os requisitos estipulados pela Norma ABNT NBR ISO/IE em especial a norma revisada NIT-DICLA-057 e pelas Instruções de Segurança na Manipulação de Reagentes e Soluções a seguir:

- *Standards Methods for Examination of Water and Wastewater*, 23<sup>a</sup> Ed, 2017 (APHA; AWWA; WPCF, 2017);
- Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: Água, Sedimento, Comunidades Aquáticas e Efluentes Líquidos da ANA (CETESB, 2011).

Segundo a Resolução CONAMA nº 357/2005 serão consideradas de classe 2 as águas doces que não tiverem aprovado seus respectivos enquadramentos. Sendo assim, os resultados obtidos, através das análises dos parâmetros acima descritos, serão avaliados de acordo com as normativas estabelecidas pela referida norma para classe 2 de águas doces e CONAMA 430/2011.



**Quadro 2-4 – Parâmetros da qualidade da água a serem analisados e suas respectivas metodologias de referência.**

Categoria	Parâmetro	Limite de Quantificação (LQ)	Metodologia de Referência
Físico-químico	1) Condutividade Elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	0,1	SMWW 2510 B
	2) Temperatura da Água ( $^{\circ}\text{C}$ )	$1^{\circ}\text{C} - 70^{\circ}\text{C}$	SMWW 2550B
	3) Turbidez (UNT)	0,1 UNT	SMWW 2130B
	4) Oxigênio Dissolvido (mg/L de $\text{O}_2$ )	0,1 mg/L	SMWW 4500-O G
	5) pH	1 - 13	SMWW 4500-H B
	6) Sólidos totais dissolvidos (mg/L)	1 mg/L	SMWW 2540 C
	7) Sólidos em suspensão (mg/L)	0,8 mg/L	SMWW 2540 D
	8) Alcalinidade Total (mg/L de $\text{CaCO}_3$ )	1,0 mg/L	SMWW 2320 B
	9) Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO 5d, $20^{\circ}\text{C}$ , mg/L de $\text{O}_2$ )	1 mg/L	SMWW 5210 B
	10) Demanda Química de Oxigênio (mg/L de $\text{O}_2$ )	10 mg/L	SMWW 5220 D
Microbiológico	11) Coliformes termotolerantes (NMP/ mL)	1,8 NMP/mL	SMWW 9221 B e C
Nutrientes	12) Ortofosfato solúvel (mg/L de P)*	0,02 mg/L	SMWW 4500-P E
	13) Fósforo Total (mg/L de P)	0,01 mg/L	SMWW 4500-P E
	14) Nitrato (mg /L de N)	0,05 mg/L	D09727_02_Insert_Environmental_TON Vanadium Vanadium Chloride reduction - Part Thermo Fisher Scientific
	15) Nitrogênio Amoniacal (mg/L de N)	0,01 mg/L	SMWW 4500-NH <sub>3</sub> F
	16) Nitrogênio total (mg/L de N).	0,1 mg/L	SMWW 4500-N

### 2.2.3 Medição de vazão

Além da análise de qualidade da água, será realizada a medição de vazão para análises quali-quantitativas. As medições terão frequência semestral, tanto nos pontos fixos (64 pontos), quanto nos pontos móveis (10 pontos), totalizando 06 (seis) campanhas no período de 03 (três) anos. As campanhas de medição de vazão serão coincidentes com as coletas para análises laboratoriais.

A medição de vazão será realizada através de medidas pontuais das velocidades do fluxo, com o uso de molinetes, em profundidades maiores que 15 cm, e flutuador, em profundidades inferiores a 15 cm. A metodologia a ser utilizada será decidida no momento da amostragem, pois pode depender do fluxo e nível do rio no dia da coleta.

**Figura 2-4 – Figura ilustrativa da medição de vazão com o uso de molinete (A) e flutuador (B).**



Para medição de vazão utilizando flutuador, será utilizada a fórmula:

$$Q = v \cdot A$$

Onde:

Q: é a vazão em m<sup>3</sup>/s.

v: é a velocidade média em m/s, medida através do quociente entre a distância e o tempo percorrido pelo objeto.

A: é a área da seção em m<sup>2</sup>, medida através do produto da largura do rio e da profundidade.

Para a vazão medida por molinete, será utilizada a seguinte fórmula:

$$Q = \sum_{i=1}^N v_i \cdot A_i$$

Onde:

Q: é a vazão em m<sup>3</sup>/s.

v: é a velocidade média em m/s, calculada a partir do Quadro 2-5.

A: é a área da seção, em m<sup>2</sup>, calculada a partir da fórmula abaixo.

$$A_i = p_i \cdot \left( \left( \frac{d_{i+1} - d_{i-1}}{2} \right) \right)$$

Onde:

p: é a profundidade, em metros.

d: é a distância da vertical até a margem.

i: indica a vertical que está sendo considerada.

O número de pontos de amostragem será calculado conforme o Quadro 2-5 a seguir.

**Quadro 2-5 – Número de pontos de amostragens conforme profundidade do trecho.**

Nº de Pontos	Posição na Vertical em Relação a Profundidade (p)	Cálculo da Velocidade Média ( $v_m$ ) na Vertical	Profundidade (m)
1	0,6 p	$v_m = v_{0,6}$	0,15 - 0,60
2	0,2 e 0,8 p	$v_m = (v_{0,2} + v_{0,8})/2$	0,60 - 1,20
3	0,2; 0,6 e 0,8 p	$v_m = (v_{0,2} + 2v_{0,6} + v_{0,8})/4$	1,20 - 2,00
4	0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 p	$v_m = (v_{0,2} + 2v_{0,4} + 2v_{0,6} + v_{0,8})/6$	2,00 - 4,00
6	S; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 p e F	$v_m = [v_s + 2(v_{0,2} + v_{0,4} + v_{0,6} + v_{0,8}) + v_f]/10$	> 4,00

*vs* - velocidade medida na superfície e *vf* - velocidade medida no fundo do rio

O Quadro 2-6 apresenta a metodologia prevista de medição de vazão para os pontos fixos, considerando as características observadas durante o reconhecimento de campo realizado entre os dias 24 e 31 de março de 2023. No Quadro 2-7 é apresentada a metodologia prevista para os pontos móveis, nos quais serão medidas as vazões na primeira campanha a ser realizada. Ressalta-se que, a metodologia a ser utilizada dependerá do fluxo e nível do rio no momento da amostragem.

**Quadro 2-6 – Metodologia de medição de vazão nos pontos fixos.**

Ponto Amostral	Referência	Metodologia
1	Próximo à nascente do Rio Piabanha	Molinete
2	Rio Piabanha, jusante da ETE Piabanha	Molinete
3	Rio Piabanha, em frente ao Fórum de Petrópolis	Molinete
4	Rio Piabanha, após o Rio Itamarati em Cascatinha	Molinete
5	Ponte Branca (Samambaia)	Molinete
6	Montante da ETE Corrêas	Molinete
7	Jusante da ETE Corrêas	Molinete
8	Ponte de Nogueira	Molinete
9	Rio Piabanha em Itaipava, próximo ao Parque de Exposições	Molinete
10	Rio Santo Antônio	Molinete
11	Rio Piabanha, após Rio Santo Antônio em Itaipava	Molinete
12	Rio Piabanha em Petrópolis, bairro Posse	Molinete
13	Rio Piabanha em Carmo	Molinete
14	Rio Piabanha em Três Rios	Molinete
15	Exutório do Rio Piabanha em Três Rios	Molinete
16	Rio do Bingen, antes de juntar com o Piabanha	Molinete
17	Próximo a Duarte da Silveira	Molinete
18	Rio do Quarteirão Ingelheim	Molinete
19	Ponte na Rua Mosela	Molinete
20	Próximo à nascente do rio Itamarati	Molinete
21	Rio Itamarati	Molinete
22	Próximo ao túnel extravasador para o Rio Itamarati	Molinete
23	Rio Bonfim	Molinete
24	Mata Porcos	Flutuador
25	Ponto na ponte Corrêas	Molinete
26	Rio da Cidade	Molinete
27	Rio das Araras	Molinete
28	Foz do Rio da Cidade	Molinete
29	Foz do Rio das Araras	Molinete
30	Rio do Jacó	Molinete
31	Rio Santo Antônio	Molinete
32	Rio do Carvão	Molinete
33	Ribeirão Retiro das Pedras	Molinete
34	Córrego da Jacuba	Molinete
35	Córrego do Cedro	Molinete
36	Próximo à nascente do Rio Quitandinha	Flutuador
37	Ponte Fones (depois do posto de gasolina)	Molinete
38	Rio Quitandinha 2	Molinete
39	Rio Quitandinha, Montante da ETE Quitandinha	Molinete



Ponto Amostral	Referência	Metodologia
40	Rio Quitandinha, Jusante da ETE Quitandinha	Flutuador
41	Próximo à nascente do Rio Palatino	Molinete
42	Rio Palatino	Flutuador
43	Rio Palatino, Montante da ETE Palatinato	Molinete
44	Rio Palatino, Jusante da ETE Palatinato	Molinete
45	Em frente ao Obelisco, centro de Petrópolis	Molinete
46	Rio Paquequer (Teresópolis)	Molinete
47	Rio Paquequer (Teresópolis)	Molinete
48	Ribeirão Santa Rita	Molinete
49	Rio das Bengalas	Molinete
50	Rio dos Frades	Molinete
51	Rio Vieira	Molinete
52	Rio dos Frades	Molinete
53	Rio Preto	Molinete
54	Rio Capim ou do Pião	Molinete
55	Rio Preto	Molinete
56	Rio Bonito	Molinete
57	Rio Fagundes	Molinete
58	Rio Maria Comprida	Molinete
59	Córrego no Quilombo Boa Esperança	Flutuador
60	Rio Paquequer (Sumidouro)	Molinete
61	Rio Paquequer (Sumidouro)	Molinete
62	Rio São Francisco	Flutuador
63	Córrego do Cortiço	Molinete
64	Rio Calçado	Molinete

**Quadro 2-7 – Metodologia de medição de vazão nos pontos móveis da 1ª campanha.**

Ponto Amostral	Coordenadas Geográficas		Metodologia
	X	Y	
65	-42,923938	-22,230179	Flutuador
66	-43,017697	-22,369518	Flutuador
67	-43,027115	-22,369665	Flutuador
68	-43,018390	-22,341691	Molinete
69	-43,009188	-22,351544	Flutuador
70	-42,778910	-22,252430	Flutuador
71	-42,725262	-22,273326	Flutuador
72	-42,737271	-22,291444	Flutuador
73	-43,255456	-22,432921	Molinete
74	-43,269108	-22,470576	Molinete



## 2.3 Avaliação dos Resultados das Análises

Os resultados das análises dos parâmetros da qualidade da água avaliados por este Programa de Monitoramento dos Corpos Hídricos serão comparados com as normativas estabelecidas nas Resoluções CONAMA n° 357/2005, classe 2 para águas doces, e n° 430/2011. Os dados serão analisados de maneira integrada, levando em consideração o entorno dos pontos selecionados; a precipitação durante os períodos de coleta, a partir de dados oficiais do INMET; e os resultados das medições de vazão. Além da obtenção de dados primários, serão realizadas, quando possíveis, comparações com dados pretéritos do corpo hídrico analisado, com outros trabalhos de monitoramento correlatos, em uma análise crítica/científica das informações adquiridas no monitoramento específico. Ainda serão realizadas análises estatísticas com o objetivo de avaliar e entender quais são os principais parâmetros que estão contribuindo para a qualidade da água.

A análise técnico-científica irá, quando possível, identificar a origem dos processos antrópicos e/ou naturais que contribuíram para o atual cenário, e apontar (quando possível) ações que permitam realizar a melhoria da qualidade da água encontrada em curto e médio prazo.

## 2.4 Produtos a serem entregues

### 2.4.1 Relatórios Técnicos Semestrais

Os relatórios técnicos serão apresentados em modelo técnico/científico, contendo no mínimo: Introdução; Metodologia; Área de Estudo; Resultados (contendo gráficos, tabelas e mapas); Discussão (incluindo dados pretéritos), Conclusões e Recomendações (quando possível). Cada parâmetro analisado terá uma pequena descrição introdutória técnica-científica das origens naturais e antropogênicas bem como as consequências oriundas do acúmulo excessivo do respectivo parâmetro no ambiente analisado. Serão apresentados os resultados do período analisado e a partir do segundo semestre, os resultados serão tratados cumulativamente, sendo sempre apresentados os valores de referência dos parâmetros analisados conforme os padrões das Resoluções Conama 357/2005 e 430/2011 para a Classe 2.

Nos relatórios técnicos semestrais serão apresentados:

- a. Dados brutos de todas as análises das amostras coletadas, e sua avaliação, contendo também as análises estatísticas dos parâmetros;
- b. Registro fotográfico das atividades de campo;
- c. Avaliação da condição ambiental dos corpos hídricos monitorados;
- d. Interpretação dos resultados, associando a qualidade da água e vazão; bem como a análise crítica dos dados coletados em relação a pluviosidade do período anterior às campanhas de coleta;
- e. Ilustração de cada parâmetro acima do esperado a partir de mapas temáticos em gradação de cores conforme concentração do parâmetro.

Os laudos analíticos serão enviados bimestralmente, após cada campanha de qualidade da água. Os relatórios serão previamente submetidos à aprovação da AGEVAP, em arquivo digital e serão enviados com frequência semestral, juntamente com todos os arquivos que os originaram, em formato editável. Serão produzidos 06 (seis) relatórios técnicos semestrais.

### 3 EQUIPE TÉCNICA

Profissional	Formação / Função	Registro Conselho de Classe
Ronaldo Leão Guimarães	PhD em Ciências Ambientais Biólogo Responsável Técnico pelo Projeto	CRBio nº 2339/02-D
Richard Secioso Guimarães	Biólogo Gerente do Projeto	CRBio nº 84682/02-D
Iara da Silva de Almeida	MSc. em Engenharia Ambiental Bióloga Coordenadora Geral	CRBio nº 91118/02-D
Edson Felipe Souza Ladeira	Químico Responsável Técnico pelas Análises Laboratoriais	CRQ/RJ nº 03155685
Mariana Ribeiro Monteiro	Bióloga Gerente de Laboratório	CRBio nº 91828/02-D
Hamilton Pires Barbosa Mendes	MSc. em Engenharia Ambiental e Sanitária Biólogo Gerente Executivo	CRBio nº 78165/02-D
Silvia Lisboa de Araujo	MSc. Geoquímica Ambiental Bióloga Coordenadora de Projetos	CRBio nº 96163/02-D
Nara de Azevedo Garcia	MSc. em Biotecnologia Marinha Oceanógrafa Analista de Projetos	-
Caroline Mantovani de Souza Cecílio	Engenheira de Recursos Hídricos e do Meio Ambiente Analista de Projetos	-
Kayza de Freitas Pereira	MSc. em Ciências Ambientais e Conservação Bióloga Analista de Projetos	-
Débora Gabriel Costa Gaete	Bióloga Supervisora de Logística	-
Thalles Barreto de Abreu	Coordenação de Campo	-
Pedro Octavio da Silva Luna	Técnico de Campo	-
Leonardo Anunciação da Silva	Técnico de Campo	-
Vinícius Lima	Técnico de Campo	-
Artur Aço	Técnico de Campo	-



## REFERÊNCIAS

ANA. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos** / Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Organizadores: Carlos Jesus Brandão, Marcia Janete Coelho Botelho, Maria Inês Zanoli Sato, -- São Paulo: CETESB; Brasília, 2011.

APHA; AWWA; WPCF. **Standard Methods for the examination of Water and Wastewater – SMWW**. American Public Health Association – APHA, 23th ed., Washington – USA, 2017.

ASTM D5176-08, 2015, Standard Test Method for Total Chemically Bound Nitrogen in Water by Pyrolysis and Chemiluminescence Detection, ASTM International, 2015, DOI: 10.1520/D5176-08, www.astm.org.

CONAMA, Resolução nº 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA); "**Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências**"; publicada no Diário Oficial da União em 18/03/2005; Brasília, DF.

CONAMA, Resolução nº 430, de 13 de maio de 2011, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA); "**Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução nº 357, de 17 de março de 2005**"; publicada no Diário Oficial da União em 16/05/2011; Brasília, DF.

EPA. 2014. "Method 6020B (SW-846): **Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry**," Revision 2. Washington, DC.

INEA – Instituto Estadual do Ambiente  
<<http://www.inea.rj.gov.br/Portal/Agendas/GESTAODEAGUAS/InstrumentosdeGestodeRecHid/PlanodeRecursosHidricos/LagosSaoJoaoAgendaAzul/index.htm>>. Acesso em 02 de jun. de 2022.

SMWW 2130. **Turbidity**. In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW 2510 B. **Conductivity** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW 2520. **Salinity** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW 2540. **Solids**. In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW 2550. **Temperature**. In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.



SMWW 4500-O G **Oxygen (dissolved)** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW 4500-H B. **ph** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW 5210 B. **Biochemical oxygen demand (bod)** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.

SMWW 9221 E. **Multiple-tube fermentation technique for members of the coliform group** In: Standard Methods For the Examination of Water and Wastewater. Lipps WC, Baxter TE, Braun-Howland E, editors. Washington DC: APHA Press.



## ANEXOS

ANEXO 1 – CCL INEA

ANEXO 2 – Certificado de Acreditação INMETRO