



**PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO
SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS**

PMQQS

Outubro/2025



**PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO
DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS
PMQQS**

ET-001_24675238-00_00-B

Rio de Janeiro / 2025

SUMÁRIO

1 -	<i>CAPÍTULO 1 - DOCUMENTO-BASE</i>	1
1.1 -	Apresentação	1
1.2 -	Equipe técnica	2
1.3 -	Objetivo	2
1.4 -	Legislação, normas e padrões aplicáveis	3
1.5 -	Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQQS	3
1.5.1 -	Contexto do programa.....	3
1.5.2 -	Pontos de amostragem na Bacia do Rio Doce	4
1.5.3 -	Pontos de amostragem em estuários e zona costeira	11
1.5.4 -	Estações de monitoramento automático	14
1.5.4.1 -	Níveis de alerta.....	19
1.5.4.2 -	Manutenção das estações automáticas.....	19
1.5.5 -	Parâmetros a serem monitorados.....	21
1.5.5.1 -	Água.....	22
1.5.5.2 -	Sedimento.....	24
1.5.5.2.1 -	Testemunho de sedimentos	24
1.5.5.3 -	Descarga líquida.....	26
1.5.5.4 -	Descarga sólida	26
1.5.5.5 -	Material particulado em suspensão (MPS).....	26
1.5.5.6 -	Bioindicadores (fitoplâncton e fauna bentônica).....	27
1.5.5.7 -	Ensaio ecotoxicológicos	27
1.5.6 -	Frequência amostral	31
1.5.7 -	Gestão das informações.....	41
1.5.7.1 -	Geração dos dados.....	41
1.5.7.2 -	Gerenciamento dos dados.....	41
1.5.7.3 -	Análise e divulgação dos dados.....	42
1.5.8 -	Duração do PMQQS e revisões periódicas	43
1.6 -	Referências bibliográficas	45

2 -	<i>CAPÍTULO 2 – PROGRAMA DE GARANTIA E CONTROLE DE QUALIDADE (QA/QC)</i>	47
2.1 -	Apresentação	47
2.2 -	Objetivo	47
2.3 -	Metodologia	48
2.3.1 -	Garantia da qualidade (QA)	49
2.3.2 -	Controle de qualidade (QC)	51
2.3.2.1 -	Controle de qualidade de campo	51
2.3.2.2 -	Controle de qualidade laboratorial	53
2.3.2.3 -	Cadeias de custódia	54
2.3.2.4 -	Requisitos de amostragem e identificação das amostras	55
2.3.2.5 -	Laudos analíticos.....	56
2.4 -	Sistema de gestão de dados	57
2.5 -	Validação e qualificação dos dados	58
2.6 -	Avaliação e consistência dos dados	61
2.7 -	Considerações finais	62
2.8 -	Referências bibliográficas	61
3 -	<i>CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE</i>	63
3.1 -	Apresentação	63
3.2 -	Procedimentos de amostragem	63
3.2.1 -	Procedimentos gerais de amostragem	64
3.2.1.1 -	Garantia de qualidade de amostragem.....	64
3.2.1.2 -	Lista de documentos, equipamentos e materiais	67
3.2.2 -	Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas	70
3.2.2.1 -	Amostragem de água.....	70
3.2.2.1.1 -	Lista de documentos, equipamentos e materiais	70
3.2.2.1.2 -	Procedimentos técnicos	71

3.2.2.1.2.1 - Coleta simples em ambientes lóticos.....	72
3.2.2.1.2.2 - Coleta composta em ambientes lóticos.....	75
3.2.2.1.2.3 - Coleta de amostras em ambientes lênticos	77
3.2.2.2 - Amostragem de sedimentos.....	79
3.2.2.2.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais	79
3.2.2.2.2 - Procedimentos técnicos	80
3.2.2.2.2.1 - Procedimento para coleta de amostra composta única	80
3.2.2.2.2.2 - Procedimento para coleta de amostra composta através do canal	82
3.2.2.2.2.3 - Procedimento para coleta de amostras em testemunhos de sedimento... ..	83
3.2.2.3 - Descarga líquida.....	85
3.2.2.4 - Descarga sólida em suspensão	85
3.2.2.5 - Amostragem de material particulado em suspensão (MPS).....	88
3.2.2.6 - Amostragem de fitoplâncton	90
3.2.2.7 - Amostragem de macroinvertebrados bentônicos dulcícolas.....	91
3.2.2.8 - Amostragem para ensaios ecotoxicológicos.....	93
3.2.3 - Procedimentos específicos para a amostragem na zona costeira e estuarina	93
3.2.3.1 - Amostragem de água.....	93
3.2.3.1.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais	93
3.2.3.1.2 - Procedimentos técnicos	94
3.2.3.1.2.1 - Perfilagem	98
3.2.3.2 - Amostragem de sedimento	99
3.2.3.2.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais	99
3.2.3.2.2 - Procedimentos técnicos	100
3.2.3.3 - Amostragem da fauna bentônica estuarina e costeira.....	101
3.2.3.4 - Amostragem para ensaios ecotoxicológicos.....	102
3.3 - Procedimentos de análise.....	103
3.3.1 - Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos	103
3.3.1.1 - Medições em campo.....	103
3.3.1.1.1 - Faixas de uso	104
3.3.1.2 - Análises em laboratório.....	105
3.3.1.2.1 - Limites de quantificação	105
3.3.1.2.2 - Procedimentos analíticos.....	106
3.3.2 - Parâmetros biológicos	114

3.3.2.1 - Fitoplâncton.....	114
3.3.2.1.1 - Procedimentos laboratoriais	114
3.3.2.1.2 - Análise de dados.....	115
3.3.2.2 - Macroinvertebrados bentônicos dulcícolas	116
3.3.2.2.1 - Procedimentos laboratoriais	116
3.3.2.2.2 - Análise de dados.....	116
3.3.2.3 - Fauna bentônica estuarina e costeira	117
3.3.2.3.1 - Procedimentos laboratoriais	117
3.3.2.3.2 - Análise de dados.....	118
3.3.3 - Ensaio ecotoxicológicos	119
3.4 - Referências bibliográficas.....	120

LISTA DE QUADROS

Quadro 1-1 - Equipe técnica.....	2
Quadro 1-2 - Legislação aplicável ao Programa de monitoramento de qualidade da água e sedimentos.	3
Quadro 1-3 – Divisão de trechos da Bacia do Rio Doce.	4
Quadro 1-4– Pontos de amostragem manual, municípios, coordenadas e descrição para o monitoramento do Rio Doce, tributários e lagoas adjacentes na Bacia do Rio Doce.	5
Quadro 1-5 – Pontos de amostragem, municípios, descrição e coordenadas geográficas do monitoramento da zona costeira e estuários.....	12
Quadro 1-6 - Parâmetros de qualidade de água monitoradas pelas Estações Automáticas TIPO I e II.....	15
Quadro 1-7 - Descrição das estações automáticas dos Tipos I e II.....	16
Quadro 1-8- Parâmetros analisados no monitoramento da qualidade de água superficial nos pontos amostrais indicados para cada ambiente.....	22
Quadro 1-9 - Parâmetros analisados no monitoramento da qualidade de sedimentos nos pontos amostrais, indicados para cada ambiente.	25
Quadro 1-10 - Bioindicadores a serem avaliados no PMQQS	27
Quadro 1-11 – Detalhamento dos critérios para ensaios ecotoxicológicos previstos no PMQQS.....	29
Quadro 1-12 – Frequência de amostragem para qualidade de água e sedimento no Rio Doce, tributários, lagoas, estuários e zona costeira.	32
Quadro 2-1 – Validadores aplicados ao Banco de Dados.....	58
Quadro 2-2 – Qualificadores aplicados aos resultados validados.....	60
Quadro 2-3 – Divisão da planilha de resultados de QA/QC do PMQQS.	61
Quadro 3-1 - Faixas de uso para as análises em campo.....	104
Quadro 3-2 – Resumo dos métodos de coleta e análise dos parâmetros avaliados em laboratório.	108
Quadro 3-3 - Ensaios ecotoxicológicos propostos.....	119

LISTA DE FIGURAS

Figura 2-1 – Fluxograma com as etapas metodológicas adotadas no Programa de Garantia e Controle de Qualidade (QA/QC).	64
Figura 3-1 - Amostrador indicado de acordo com as características do curso d'água.....	87



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS
PMQQS
ET-001_24675238-00_00-B

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A Anotação de Responsabilidade Técnica do Coordenador
- Anexo B Localização dos pontos de monitoramento do PMQQS

1 - CAPÍTULO 1 - DOCUMENTO-BASE

1.1 - Apresentação

Em 5 de novembro de 2015, uma barragem de rejeitos da mineradora Samarco (barragem de Fundão) rompeu liberando aproximadamente 44 milhões de m³ de rejeitos. Uma parte ficou retida dentro da própria área da mineradora e o restante desceu pelo córrego Santarém, seguindo pelos rios Gualaxo do Norte, do Carmo e Doce até o mar. No trajeto da onda de lama, estima-se que 22 milhões de m³ tenham se depositado a montante da usina hidrelétrica (UHE) Risoleta Neves, distante 113 km da barragem de Fundão. O restante, passou por esta barragem, atingindo cerca de 550 km do rio, a jusante da represa da UHE Risoleta Neves, depositando-se ao longo da calha do Rio Doce e no estuário (foz do Rio Doce) até alcançar o mar. Além dos graves impactos ambientais, o desastre de Mariana resultou em danos sociais e econômicos ao longo da Bacia do Rio Doce.

Assim, este documento apresenta o Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQQS, a ser executado conforme obrigação definida no ANEXO 16 – PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL do Acordo de Repactuação, homologado em 06 de novembro de 2024. O conteúdo das seções deste documento contempla: Objetivos; Legislação, Normas e Padrões aplicáveis; e Diretrizes do Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos, que contemplam também comunicação e gestão de informações, duração do PMQQS e revisões periódicas.

O protocolo de garantia e controle da qualidade dos resultados (*Quality Assurance and Quality Control* - QA/QC) que se aplicam aos procedimentos de amostragem e análise de amostras de água e sedimento são apresentados no **CAPÍTULO 2 – PROGRAMA DE GARANTIA E CONTROLE DE QUALIDADE (QA/QC)**. Os procedimentos detalhados de amostragem e análise são apresentados no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**.

1.2 - Equipe técnica

A equipe técnica da WSP Brasil, responsável pela elaboração deste documento, é apresentada no **Quadro 1-1**. O **Anexo A** apresenta a anotação de Responsabilidade Técnica do coordenador técnico.

Quadro 1-1 - Equipe técnica.

PROFISSIONAL DA WSP BRASIL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO GERAL/CTF IBAMA
Déborah Regina de Oliveira e Silva	Bióloga, mestre e doutora em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre (UFMG)	Coordenação Técnica	CRBio 87804/04 CTF 5810376
Maria Isabel de Almeida Rocha	Bióloga (UNIRIO), mestre e doutora em Biofísica (UFRJ)	Elaboração e revisão	CRBio 29943/02 CTF 7176839
Marina Vieira Xavier	Engenheira Química	Elaboração de textos	CREA/RJ: 2023101531
Vanessa Souza Romão	Analista de sistemas	Editoração	IFP 104.169.94-1

1.3 - Objetivo

O objetivo geral do PMQQS é o monitoramento de tendência de parâmetros de qualidade de água e sedimento cujas informações geradas servirão de subsídio ao poder público para acompanhamento da recuperação ambiental da Bacia do Rio Doce. De modo específico, são monitorados pontos, parâmetros e frequência mapeados, de modo a continuar com o desenvolvimento de um banco de dados confiável, de qualidade e quantidade de água e sedimentos, com parâmetros físicos, químicos e biológicos, por 15 (quinze) anos a partir da homologação judicial do Acordo de Repactuação.

1.4 - Legislação, normas e padrões aplicáveis

O **Quadro 1-2** apresenta os principais instrumentos legais aplicáveis ao Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS).

Quadro 1-2 - Legislação aplicável ao Programa de monitoramento de qualidade da água e sedimentos.

DISPOSITIVO LEGAL	DESCRIÇÃO
Resolução CONAMA 357/2005	Dispõe sobre a classificação dos corpos d'água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes e dá outras providências.
Deliberação Normativa Conjunta COPAM/ CERH-MG 08/2022	Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento no estado de MG, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências.
Resolução CONAMA 454/2012	Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional e revoga as Resoluções nº 344 de 2004 e nº 421 de 2010.

Apesar de a Resolução CONAMA 454/2012 ser aplicável para avaliação de sedimentos a serem dragados de corpos d'água, ela será utilizada como referência para avaliar a qualidade do sedimento, uma vez que não existe na legislação brasileira, atualmente, outra norma específica para padrões de qualidade de sedimento no ambiente. Também poderão ser utilizados os valores do marco superior do banco de dados do Atlas geoquímico da Bacia do Rio Doce (CPRM, 2016) como referência para avaliação dos resultados de sedimentos em pontos do Rio Doce ou outras literaturas disponíveis.

1.5 - Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQQS

1.5.1 - Contexto do programa

A rede de monitoramento adotada para o PMQQS é basicamente uma rede de tendência, ou seja, é definida em pontos estratégicos para o acompanhamento da evolução da qualidade das águas e sedimentos, a identificação de tendências e o apoio à elaboração de diagnósticos. Este monitoramento será apresentado em termos de macrolocalização (associada aos objetivos da rede) e microlocalização (envolve a definição do local exato onde será feito o

monitoramento). Assim, foram mantidas as subdivisões da Bacia do Rio Doce em 4 trechos separados entre si pelas Usinas Hidrelétricas (UHEs) Risoleta Neves (Barragem Candonga), Baguari e Aimorés, além dos pontos localizados nas lagoas, estuários e zona costeira da foz do Rio Doce.

1.5.2 - Pontos de amostragem na Bacia do Rio Doce

A malha amostral do PMQQS para o sistema do Rio Doce, tributários e lagoas marginais do Estado do Espírito Santo, foi separada por trechos de estudo, e é apresentada no **Quadro 1-3** e no **Anexo B**.

Quadro 1-3 – Divisão de trechos da Bacia do Rio Doce.

TRECHOS	LIMITES DOS TRECHOS	DESCRIÇÃO
01	Mina Samarco até a UHE Risoleta Neves	O primeiro trecho compreende 14 (quatorze) pontos de amostragem, com 3 (três) deles em locais não impactados pelo rompimento da barragem de Fundão. Analisando por rio tem-se: 6 (seis) localizados no rio Gualaxo do Norte, 3 (três) no rio do Carmo, 2 (dois) nos diques S3 e S4, 1 (um) no rio Piranga e 2 (dois) no Rio Doce, sendo um deles no reservatório da UHE Risoleta Neves (Candonga).
02	UHE Risoleta Neves até UHE Baguari	O segundo trecho possui 11 (onze) pontos de amostragem, sendo 05 (cinco) em áreas não impactadas pelo rompimento da barragem de Fundão. Analisando por rio tem-se: 02 (dois) pontos no rio Piracicaba, 01 (um) no rio Matipó, 02 (dois) no rio Santo Antônio, e 06 (seis) no Rio Doce, sendo um deles no reservatório da UHE Baguari.
03	UHE Baguari até UHE Aimorés	O terceiro trecho é formado por 9 (nove) pontos, sendo 3 (três) em locais não impactados pelo rompimento da Barragem de Fundão. Analisando por rio tem-se: 01 (um) no rio Suaçuí Grande, 1 (um) no rio Caratinga, 1 (um) no rio Manhauçu e 6 (seis) no Rio Doce, sendo um deles no reservatório da UHE Aimorés.
04	UHE Aimorés até a Foz	O quarto trecho é formado por 19 (dezenove) pontos, sendo 6 (seis) no Rio Doce, sendo um ponto no reservatório da UHE Mascarenhas, 1 (um) ponto no rio Guandu, 12 (doze) pontos em lagoas localizadas nas cidades de Colatina/ES e Linhares/ES e 2 (dois) pontos no Canal Caboclo Bernardo.

O **Quadro 1-4** apresenta todos os pontos amostrais com suas descrições e posições geográficas, separados por trechos para os rios e lagoas.

Quadro 1-4– Pontos de amostragem manual, municípios, coordenadas e descrição para o monitoramento do Rio Doce, tributários e lagoas adjacentes na Bacia do Rio Doce.

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO	NOME DO PONTO	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÃO DO IGAM COINCIDENTE	ESTAÇÃO DA AGERH COINCIDENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
							LATITUDE	LONGITUDE
Córrego Santarém	RVD 03	Mariana - Dique S3	Mariana/MG	Localizado no vertedouro do Dique S3, construído para conter efluentes contendo rejeitos.	-	-	-20,237	-43,4223
	RVD 04	Mariana - Dique S4	Mariana/MG	Localizado no vertedouro do Dique S4, construído para conter efluentes contendo rejeitos.	-	-	-20,2415	-43,4107
Rio Gualaxo do Norte	RGN 01	Mariana - Gualaxo Norte 01	Mariana/MG	Localizado em uma região a montante do encontro do rio Gualaxo do Norte com o córrego Santarém, em local não atingido pelo rejeito, próximo ao Sítio Arqueológico Fazenda Gualaxo..	-	-	-20,2765	-43,4317
	RGN 02M	Mariana - Gualaxo Norte 02 M	Mariana/MG	Local atingido pelos rejeitos, a montante da confluência com o pequeno córrego localizado próximo ao ponto. O local fica a aproximadamente 2 km a montante da antiga PCH-Bicas.	-	-	-20,25175	-43,37572
	RGN 04	Mariana - Gualaxo Norte 04	Mariana/MG	Local a aproximadamente 2 km a montante da ponte de Águas Claras.	-	-	-20,2897	-43,26549
	RGN 06	Mariana - Gualaxo Norte 06	Mariana/MG	Localizado próximo a ponte de Águas Claras.	-	-	-20,30353	-43,2493
Rio Gualaxo do Norte	RGN 07M	Barra Longa - Gualaxo Norte 07 M	Barra Longa/MG	Localizado entre Barretos e Gesteira, cerca de 200 m da Igreja Nossa Senhora da Conceição	-	-	-20,26264	-43,12817
	RGN 08	Barra Longa - Gualaxo Norte 08	Barra Longa/MG	Localizado na "Ponte do Onça" que fica e entre Gesteira e Barra Longa, a cerca de 1 km da foz, no rio do Carmo.	RD011	-	-20,2861	-43,0658



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQOS

PMQOS Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQOS

ET-001_24675238-00_00-B

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO	NOME DO PONTO	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÃO DO IGAM COINCIDENTE	ESTAÇÃO DA AGERH COINCIDENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
							LATITUDE	LONGITUDE
Rio do Carmo	RCA 01	Barra Longa - Carmo 01	Barra Longa/MG	Próximo a "Ponte de Ferro para Felipe Santos" sobre o rio do Carmo, em Barra Longa (MG) em local não atingido por rejeito.	-	-	-20,34624	-43,11147
	RCA 02	Barra Longa - Carmo 02	Barra Longa/MG	Localizado na área urbana de Barra Longa, após a confluência com o rio Gualaxo do Norte, próximo ao campo do Barralonguense Esporte Clube.	RD071	-	-20,28208	-43,04434
	RCA 05J	Rio Doce - Carmo 05J	Rio Doce/MG	Próximo à Fazenda Porto Alegre, cerca de 3 km a montante da confluência com Piranga.	-	-	-20,2764	-42,93856
Rio Piranga	RPG 01	Ponte Nova - Piranga 01	Ponte Nova/MG	Próximo à ponte e a rotatória da Rodovia Rio Casca (MG-262). Rio Piranga a jusante de Ponte Nova.	RD013	-	-20,3839	-42,90241
Rio Doce	RDO 01J	Rio Doce - Doce 01J	Rio Doce/MG	A montante da UHE Risoleta Neves, em São Sebastião do Soberbo, cerca de 2,5 km a montante do "Florestinha Camping Clube".	RD072	-	-20,25562	-42,9106
	UHE CAN	Rio Doce - UHE Candonga	Rio Doce/MG	Cerca de 2 km a montante do reservatório da UHE Candonga.	-	-	-20,20028	-42,86561
Rio Doce	RDO 02J	Rio Doce - Doce 02J	Rio Doce/MG	Jusante do vertedouro da barragem UHE Candonga, no distrito de Santana do Deserto, próximo ao Santuário de Santana do Deserto	-	-	-20,20025	-42,83206
	RDO 03	São D. do Prata - Doce 03	São Domingos do Prata/MG	Em Areal no Rio Doce, na BR-262.	RD019	-	-20,0144	-42,7446
	RDO 04	Bom J. do Galho - Doce 04	Bom Jesus do Galho/MG	Na ponte perdida sobre o Rio Doce em área do Parque Estadual do Rio Doce do IEF.	-	-	-19,5542	-42,5214
	RDO 05	Belo Oriente - Doce 05	Belo Oriente/MG	No local da travessia da balsa, em Cachoeira Escura.	RD033	-	-19,3207	-42,3646
	RDO 06	Periquito - Doce 06	Periquito/MG	Na travessia da balsa, no distrito de Pedra Corrida.	RD083	-	-19,0956	-42,155
	UHE BAG	Periquito - UHE Baguari	Periquito/MG	No reservatório da UHE Baguari, próximo à guarita de vigilância da UHE.	-	-	-19,02665	-42,12755



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQOS

PMQOS Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQOS

ET-001_24675238-00_00-B

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO	NOME DO PONTO	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÃO DO IGAM COINCIDENTE	ESTAÇÃO DA AGERH COINCIDENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
							LATITUDE	LONGITUDE
Rio Matipó	RMA 01J	Raul Soares - Matipó 01J	Raul Soares /MG	Ponto encontra-se 5,5 km a jusante do centro do município de Raul Soares. Em local não atingido por rejeito.	RD021	-	-20,08813	-42,47616
Rio Piracicaba	RPC 02	Mariana - Piracicaba 02	Mariana/MG	Próximo a ponte da MG-129, em Santa Rita Durão. Em local não atingido por rejeito.	-	-	-20,1593	-43,4192
	RPC 03J	Ipatinga - Piracicaba 03J	Ipatinga/MG	Próximo à foz do rio Piracicaba, nas proximidades do bairro de Bela Vista, no município de Ipatinga/MG. Em local não atingido por rejeito.	-	-	-19,50583	-42,54096
Rio Santo Antônio	RSA 01	Naque - Santo Antônio 01	Naque/MG	Areal em Naque, ao lado da ponte BR-381. Em local não atingido por rejeito.	RD039	-	-19,2324	-42,3271
	RSA 01M	Belo Oriente - Santo Antônio 02	Belo Oriente/MG	Medição de vazão em local não atingido por rejeito, em Naque-Nanuque.	-	-	-19,18967	-42,4229
Rio Doce	RDO 07	G. Valadares - Doce 07	Governador Valadares/MG	Ponto entre Baguari e Governador Valadares, próximo ao Km 174 da BR 381. Acesso por propriedade particular	-	-	-18,971744	-42,087895
	RDO 08	G. Valadares - Doce 08	Governador Valadares/MG	Próximo e a jusante da Ponte da rodovia Rio-Bahia (116), de frente ao Parque de Exposição da Cidade, no bairro São Paulo.	RD044	-	-18,88181	-41,95283
Rio Doce	RDO 09	Tumiritinga - Doce 09	Tumiritinga/ MG	Na cidade de Tumiritinga, no porto das balsas	RD053	-	-18,973194	-41,642006
	RDO 09J	Conselheiro Pena - Doce 09J	Conselheiro Pena/MG	Próximo à cidade de Conselheiro Pena, entre os pontos RDO 09 (29 km jusante) e RDO 10 (35 km montante). Em propriedade particular.	-	-	-19,1492	-41,4764
	RDO 10	Resplendor - Doce 10	Resplendor/MG	Na cidade de Resplendor, próximo e a jusante da Ponte Engº Paulo Maurício Sampaio	RD059	-	-19,328575	-41,251612
	UHE AIM	Aimorés - UHE Aimorés	Aimorés/MG	No reservatório da UHE Aimorés	-	-	-19,43872	-41,10055



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

PMQQS Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQQS

ET-001_24675238-00_00-B

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO	NOME DO PONTO	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÃO DO IGAM COINCIDENTE	ESTAÇÃO DA AGERH COINCIDENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
							LATITUDE	LONGITUDE
Rio Suaçuí Grande	RSG 01	G. Valadares - Suaçuí 01	Governador Valadares/MG	Próximo e a montante da ponte da BR-381. Em área de propriedade da prefeitura.	RD089	-	-18,8497	-41,78549
Rio Caratinga	RCR 01	C. Pena - Caratinga 01	Conselheiro Pena/MG	Próximo e a montante da ETA de Barra do Cuieté.	RD057	-	-19,063321	-41,532155
Rio Manhuaçu	RMH 01	Aimorés - Manhuaçu 01	Aimorés/MG	Próximo e a jusante da ponte da BR 259. Em propriedade particular.	RD065	-	-19,483454	-41,092943
Rio Guandu	RGU 02	Baixo Guandu - Guandu 02	Baixo Guandu/ES	Próximo e a montante da ponte da Rua Otaviano Ferreira.	-	-	-19,51572	-41,01183
Rio Doce	UHE MAS	Baixo Guandu - UHE Mascarenhas	Baixo Guandu/ES	No reservatório da UHE Mascarenhas, próximo a ADM do vertedouro.	-	-	-19,50266	-40,93363
	RDO 11	Baixo Guandu - Doce 11	Baixo Guandu/ES	Próximo e a jusante da Ponte Jones Santos Neves.	-	RDC1C005	-19,5061	-41,01324
	RDO 12	Colatina - Doce 12	Colatina/ES	No IFES de Itapina, em Colatina. Próximo as bombas de captação de água	-	RDC1E010	-19,500283	-40,758407
	RDO 14	Colatina - Doce 14	Colatina/ES	A 10 Km à jusante de Colatina, no Areal das Garças / Perim.	-	-	-19,513103	-40,558373
	RDO 15	Linhares - Doce 15	Linhares/ES	A jusante da Ponte Joaquim Calmon (BR-101) e do ponto de descarga das águas provenientes da macrodrenagem do Centro de Linhares.	-	RDC1C025	-19,410117	-40,058965
	RDO 16	Linhares - Doce 16	Linhares/ES	Próximo e a jusante do Porto de Regência.	-	RDC1E030	-19,644419	-39,819295



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

PMQQS Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQQS

ET-001_24675238-00_00-B

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO	NOME DO PONTO	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÃO DO IGAM COINCIDENTE	ESTAÇÃO DA AGERH COINCIDENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
							LATITUDE	LONGITUDE
Canal Caboclo Bernardo	CCB 01	Canal Caboclo Bernardo 01	Linhares/ES	No início do Canal Caboclo Bernardo, próximo à tomada de água do Rio Doce, em Linhares	-	-	-19,502310	-39,910426
	CCB 02	Canal Caboclo Bernardo 02	Aracruz/ES	No final do Canal Caboclo Bernardo, a montante da sua confluência com o Rio Riacho, em Aracruz	-	-	-19,700	-40,023
Lagoa do Limão	LLM 01	Colatina - Lagoa do Limão 01	Colatina/ES	Próximo a conexão da lagoa com o rio Limão.	-	-	-19,552	-40,3751
	LLM 03R	Colatina - Lagoa do Limão 03R	Colatina/ES	Aproximadamente 700 m distante do LLM 01, em direção a porção central da lagoa.	-	-	-19,55736	-40,37811
Lagoa Nova	LNV 01	Linhares - Lagoa Nova 01	Linhares/ES	Na porção direita da praia da Cabana Serafim, próximo à área utilizada para recreação da comunidade.	-	-	-19,4169	-40,1548
	LNV 02R	Linhares - Lagoa Nova 02R	Linhares/ES	No meio da lagoa, em local mais profundo.	-	-	-19,401	-40,15759
	LNV 03R	Linhares - Lagoa Nova 03R	Linhares/ES	Ao noroeste do ponto LNV 02R. No maior braço da lagoa.	-	-	-19,38798	-40,16859
Lagoa Juparanã	LJP 01	Linhares - Lagoa Juparanã 01	Linhares/ES	Próximo a conexão da lagoa com o rio Pequeno.	-	-	-19,3533	-40,0872
	LJP 02R	Linhares - Lagoa Juparanã 02R	Linhares/ES	Área central da lagoa, com maior largura entre as margens.	-	-	-19,29595	-40,12109
	LJP 03	Linhares - Lagoa Juparanã 03	Linhares/ES	Próximo a conexão da lagoa com o rio São José.	-	-	-19,2199	-40,1908



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQOS

PMQOS Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQOS

ET-001_24675238-00_00-B

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO	NOME DO PONTO	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	ESTAÇÃO DO IGAM COINCIDENTE	ESTAÇÃO DA AGERH COINCIDENTE	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
							LATITUDE	LONGITUDE
Lagoa do Areal	LAL 01	Linhares - Lagoa do Areal 01	Linhares/ES	Em frente da comunidade do Areal.	-	-	-19,5855	-39,828
Lagoa do Areão (Pandolfi)	LAO 01R	Linhares - Lagoa do Areão 01R	Linhares/ES	Em propriedade privada, após a comunidade do Areal.	-	-	-19,57162	-39,84318
Lagoa Monsarás	LMN 01	Linhares - Lagoa Monsarás 01	Linhares/ES	Próximo a conexão da lagoa com o Rio Doce e distante de áreas de intrusão salina.	-	-	-19,558868	-39,801404
	LMN 02R	Linhares - Lagoa Monsarás 02R	Linhares/ES	Na porção de maior largura da lagoa, em região com ocorrência de intrusão salina.	-	-	-19,5541	-39,7711

Nota: O local de medição de vazão no rio Santo Antônio (RSA 01 M) é coincidente com estação fluviométrica da ANA (Naque Velho - código 56825000).

1.5.3 - Pontos de amostragem em estuários e zona costeira

A malha amostral da zona costeira e estuarina é composta por 28 (vinte e oito) pontos distribuídos a norte e a sul da foz do Rio Doce, a saber:

- Estuários: Corresponde a 14 pontos amostrais localizados em 7 estuários ao longo da costa central e norte do Espírito Santo.
- Zona Costeira: Corresponde a 14 pontos amostrais localizados ao longo da isóbata de 10 m na plataforma continental a norte e a sul da foz do Rio Doce, entre os Municípios de Serra e Conceição da Barra, no Espírito Santo.

Os pontos da zona costeira e estuarina são apresentados no **Quadro 1-5** e no **Anexo B**.

Quadro 1-5 – Pontos de amostragem, municípios, descrição e coordenadas geográficas do monitoramento da zona costeira e estuários.

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO DO PONTO	NOME DO PONTO DE AMOSTRAGEM	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
					LATITUDE	LONGITUDE
Estuários	EIT 01	Estuário Itaúnas 01	Conceição da Barra/ES	Na foz do rio, em região com forte influência de marés e movimentação de sedimento.	-18,534681	-39,731657
	EIT 02R	Estuário Itaúnas 02R	Conceição da Barra/ES	Aproximadamente 1400 m a montante do EIT 01.	-18,525	-39,732
	ECR 01R	Estuário Cricaré 01R	Conceição da Barra/ES	Na foz do rio, em região com forte influência de marés e movimentação de sedimento. Região usada para navegação de barcos de pesca.	-18,6	-39,731
	ECR 02	Estuário Cricaré 02	Conceição da Barra/ES	Aproximadamente 2500 m a montante do ECR 01R	-18,597237	-39,752879
	EBN 01R	Estuário Barra Nova 01R	São Mateus/ES	Na foz do rio, em região com forte influência de marés e fundo em sua maioria rochoso. A jusante da confluência do rio Mariricu com o rio Barra Seca.	-18,955	-39,74
	EBN 02R	Estuário Barra Nova 02R	São Mateus/ES	A montante do EBN 01R, no rio Mariricu.	-18,86372	-39,75816
	ERI 01	Estuário Rio Ipiranga 01	Linhares/ES	Próximo a foz do rio, em frente a comunidade de Barra Seca. Fundo predominantemente rochoso.	-19,102633	-39,721465
	ERI 02R	Estuário Rio Ipiranga 02R	Linhares/ES	A montante do ERI 01, próximo ao “Riozinho” do Pontal do Ipiranga.	-19,16318	-39,72239
	ERD 02*	Estuário Rio Doce 02	Linhares/ES	Na foz do Rio Doce.	-19,6518	-39,8197
	ERR 01R	Estuário Rio Riacho 01R	Aracruz/ES	Na foz do rio, em região onde há navegação de barcos pesqueiros e lançamento de efluentes domésticos.	-19,787492	-40,054842
	ERR 02	Estuário Rio Riacho 02	Aracruz/ES	A montante do ponto ERR 01R e a jusante da confluência do rio Riacho com o Canal Caboclo Bernardo. A jusante de um dique automático privado.	-19,82503	-40,059012
	EPA 01R	Estuário Piraquê-Açu 01R	Aracruz/ES	Na foz do rio, próximo a margem direta.	-19,950567	-40,156586
	EPA 02R	Estuário Piraquê-Açu 02R	Aracruz/ES	No rio Piraquê-açu, no ponto mais profundo do estuário.	-19,92863	-40,17543
	EPA 03	Estuário Piraquê-Mirim	Aracruz/ES	No rio Piraquê-mirim.	-19,941232	-40,201788



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

PMQQS Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos - PMQQS

ET-001_24675238-00_00-B

CURSO D'ÁGUA	CÓDIGO DO PONTO	NOME DO PONTO DE AMOSTRAGEM	MUNICÍPIO	DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM	COORDENADAS GEOGRÁFICAS	
					LATITUDE	LONGITUDE
Zona Costeira	ZCS 01	Refúgio	Aracruz/ES	-	-19,99534	-40,13492
	ZCS 02	Padres	Aracruz/ES	-	-19,94143	-40,11398
	ZCS 03	Barra do Riacho	Aracruz/ES	-	-19,82618	-40,05026
	ZCS 04	Comboios	Aracruz/ES	-	-19,728258	-39,966213
	ZCS 05	Regência	Linhares/ES	-	-19,67695	-39,8812
	ZCS 06	Regência	Linhares/ES	-	-19,66055	-39,82539
	ZCS 07	Jacaraípe	Serra/ES	-	-20,14541	-40,16949
	ZCS 08	Manguinhos	Serra/ES	-	-20,20791	-40,18317
	ZCN 01	Povoação	Linhares/ES	-	-19,58418	-39,77687
	ZCN 02	Vila de Cacimbas	Linhares/ES	-	-19,3712	-39,69029
	ZCN 03	Pontal do Ipiranga	Linhares/ES	-	-19,19572	-39,7012
	ZCN 04	Urussuquara	São Mateus/ES	-	-19,01171	-39,72445
	ZCN 05	Guriri	São Mateus/ES	-	-18,72408	-39,74225
	ZCN 06	Itaúnas	Conceição da Barra/ES	-	-18,42006	-39,68565

*Nas campanhas em que o ponto ERD 02 estiver localizado sob banco de areia, a coleta deverá ocorrer em área próxima e adequada para execução da metodologia prevista.

1.5.4 - Estações de monitoramento automático

O PMQQS conta também com uma rede de alerta com monitoramento em tempo real, composto por estrutura fixa no local de medição, onde estão instalados equipamentos para medição de nível d'água, medição contínua de parâmetros de qualidade da água e parâmetros meteorológicos. Dessa forma, foram definidos dois tipos de estações automáticas, a saber:

- Estação TIPO I: estação telemétrica de monitoramento de nível cota do rio, precipitação pluviométrica e temperatura do ar. Em 4 pontos das estações TIPO I também há medição de turbidez (RGN 01, RGN 06, RGN 08, RCA 01).
- Estação TIPO II: estação telemétrica de monitoramento de nível cota do rio, precipitação pluviométrica, temperatura do ar e sonda multiparamétrica para medição de parâmetros de qualidade de água (temperatura da água, turbidez, pH, oxigênio dissolvido e condutividade). Além desses parâmetros, as estações RDO 05, RDO 08 e RDO 12 deverão possuir sensor para medição de clorofila-a e ficocianina/cianobactéria.

Ressalta-se que os dados de clorofila-a e cianobactérias coletados por meio das estações automáticas são destinados à avaliação qualitativa para identificação de possíveis situações emergenciais e cujos sensores não necessitam de calibração. Portanto, não devem ser comparados com os limites de classe de enquadramento, a fim de evitar interpretações equivocadas dos resultados.

O **Quadro 1-6** resume os parâmetros monitorados e a faixa de medição em cada tipo de estação automática.

Quadro 1-6 - Parâmetros de qualidade de água monitoradas pelas Estações Automáticas TIPO I e II.

PARÂMETRO	FAIXA DE MEDIÇÃO	ESTAÇÃO	
		TIPO I	TIPO II
Temperatura do ar	-5 até 50°C	x	x
Precipitação pluviométrica		x	x
Nível da água		x	x
Clorofila-a	0 até 400 µg.L ⁻¹		x**
Ficocianina/Cianobactérias	0 até 100 µg.L ⁻¹		x**
Condutividade	0 até 200 mS.cm ⁻¹		x
Turbidez	0 até 4.000 NTU	x*	x
Oxigênio dissolvido	0 até 50 mg.L ⁻¹		x
Oxigênio dissolvido saturado	0 a 100%		x
pH	0 a 14		x

Nota: Faixas de medição baseadas no equipamento EXO1 e EXO2 (Marca YSI).

* Estação Tipo I que possui sensor de turbidez – RGN 01, RGN 06, RGN 08, RCA 01.

** Possui sensor de Clorofila-a e Ficocianina/Cianobactérias - RDO 05, RDO 08 e RDO 12.

O **Quadro 1-7** apresenta a descrição das treze estações automáticas do Tipo I e das nove estações automáticas do Tipo II, bem como as suas localizações.

Quadro 1-7 - Descrição das estações automáticas dos Tipos I e II

CÓDIGO NOVO	MEDIÇÃO DE NÍVEL	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		LOCALIZAÇÃO
		LATITUDE	LONGITUDE	
Tipo I				
RMA 01	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-20,0998	-42,4491	A estação está localizada dentro da cidade de Raul Soares, na parte inferior da cabeceira de ponte que passa pelo rio Matipó. Ponte da MG 329 na altura da rua Antônio Pinto Figueiredo
RDO 07	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	-18,9708	-42,0883	PCD instalada na margem esquerda do rio. Ponto entre Baguari e Governador Valadares. Próximo ao Km 174 da BR 381
RSG 01	Sensor de pressão. Réguas linimétricas.	-18,84994	-41,784831	PCD instalada na margem esquerda, dentro do terreno do DER-MG próximo ao Areal Santa Clara, 100 metros a montante da ponte sobre a Rodovia 381
RDO 09	Sensor de radar. Réguas linimétricas.	-18,9708	-41,64165	PCD instalada na margem esquerda do rio, no lado oposto a Tumiritinga. Na área de travessia da balsa
RCR 01	Radar instalado no canal de aproximação da ETA. Réguas linimétricas.	-19,0636	-41,5311	A estação está instalada na margem direita do rio, dentro da estação de tratamento de água da SAAE, em Barra do Cuieté.
RMH 01	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-19,4837	-41,0941	PCD está instalada na margem direita do rio, ao lado de uma linha férrea em um terreno particular e sensores na ponte férrea sobre o rio Manhuaçu
RDO 11	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-19,506486	-41,013980	A estação está localizada na ponte Jones dos Santos Neves no município de Baixo Guandu/ES.
RDO 14	Radar em poste. Réguas linimétricas.	-19,5106	-40,5549	A estação está instalada na margem esquerda do rio, dentro de uma área de extração de areia (Areal das Garças) próximo à rodovia ES-248.
RDO 15	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-19,4078	-40,0646	A estação está instalada na margem esquerda do rio, em um espaço público, ao lado de uma pista de skate da prefeitura da cidade de Linhares-ES. O sensor de nível radar está localizado a 50 metros da cabeceira da ponte.

CÓDIGO NOVO	MEDIÇÃO DE NÍVEL	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		LOCALIZAÇÃO
		LATITUDE	LONGITUDE	
Tipo I com turbidez				
RGN 01M	Sensor de pressão a montante da cachoeira. Instalação de réguas linimétricas.	-20,285	-43,47721	A estação está instalada na margem esquerda do rio, próximo à Rodovia Samarco na MG-129, em Antônio Pereira - Ouro Preto/MG, próximo a uma pequena estrada de terra.
RGN 06	Radar embaixo da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-20,3037	-43,2495	A estação está instalada na margem direita do rio, às margens de uma estrada próximo de uma ponte, sendo que o sensor radar está instalado no meio da ponte.
RCA 01	Sensor de pressão. Instalação de réguas linimétricas.	-20,3471	-43,1127	A estação está instalada na margem direita do rio, às margens de uma estrada próximo de uma ponte, em frente a uma pequena fazenda em um terreno particular, 4 Km a jusante da Cidade de Acaiaca/MG
RGN 08	Radar embaixo da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-20,2861	-43,0658	A estação está instalada na margem direita do rio, às margens de uma estrada próximo de uma ponte, passando por Gesteira.
Tipo II				
RCA 02M	Radar em poste. Instalação de réguas linimétricas.	-20,28241	-43,04488	Estação está na margem direita do rio, no centro da cidade de Barra Longa-MG, próximo ao campo de futebol do time local.
RDO 01J	Estação realocada do ponto RDO 01 (NT 55). Radar em poste. Instalação de réguas linimétricas.	-20,25597	-42,91041	A estação fica localizada no município de Santa Cruz do Escalvado e está instalada na margem direita do rio.
RDO 02J	Estação realocada para coincidir com ponto RDO 02J (NT 55). Radar em poste. Instalação de réguas linimétricas.	-20,20025	-42,83206	A estação foi realocada para, aproximadamente, 5 km a jusante do barramento da UHE de Candonga percorridos por estrada local. Na margem esquerda em terreno próxima a igreja católica da Comunidade de Santana do Deserto, município de Rio Doce- MG
RDO 03	Sensor de radar a montante da cachoeira. Instalação de réguas linimétricas.	-20,0144	-42,7446	Estação instalada na margem esquerda do rio, no município de São Domingos do Prata, dentro de área de extração de areia.
RDO 04	Radar na estrutura da ponte. Fita métrica (retrátil) presa na ponte.	-19,5542	-42,5214	A estação está instalada na margem esquerda do rio, na estrutura da ponte, do Centro de Pesquisa Ponte Perdida do IEF. A sonda de qualidade está instalada em tubo metálico fixado na ponte.

PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS

PMQQS

ET-001_24675238-00_00-B

CÓDIGO NOVO	MEDIÇÃO DE NÍVEL	COORDENADAS GEOGRÁFICAS		LOCALIZAÇÃO
		LATITUDE	LONGITUDE	
RDO 05*	Radar em poste. Réguas linimétricas.	-19,3207	-42,3646	Estação está instalada na margem esquerda do rio, ao lado do porto da balsa que atravessa o Rio Doce em Cachoeira Escura.
RDO 08*	Radar em poste. Réguas linimétricas.	-18,8833	-41,9505	Estação localizada na margem direita do rio a jusante da ponte sobre o Rio Doce (BR-116), nos fundos da SAAE – ETA Vila Isa.
RDO 12*	Sensor de radar. Réguas linimétricas.	-19,4993	-40,7587	Estação localizada na margem esquerda do Rio Doce junto à estação de bombeamento do Instituto Federal do Espírito Santo – IFES, no distrito de Itapina, município de Colatina-ES.
RDO 16	Sensor de pressão. Réguas linimétricas	-19,6464	-39,8232	A estação está instalada na margem direita do rio, no porto de Regência-ES, instalada em um dos postes de iluminação do porto e a sonda de qualidade está instalada em boia 250 metros a montante do porto.

*Possuem sensores específicos para medição de clorofila-a e ficocianina (cianobactéria).

1.5.4.1 - Níveis de alerta

Os níveis de alerta serão considerados para alteração da frequência de amostragem dos parâmetros de qualidade de água. Foram estabelecidos níveis de alerta para os parâmetros: turbidez (>1.050 NTU), condutividade elétrica (>150 $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$) e oxigênio dissolvido ($<3,5\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$). Estes níveis de alerta foram determinados considerando 10% acima do máximo (ou 10% abaixo do mínimo histórico para oxigênio dissolvido) histórico registrado no Programa Águas de Minas do IGAM para as estações RD033, RD044, RD059 e RD071, excluindo-se os valores monitorados durante o período do rompimento da barragem. Caso sejam observadas elevações acima dos níveis de alerta em duas ou mais estações automáticas consecutivas com sensor de qualidade de água (i.e., RCA 02, RDO 01J, RDO 03, RDO 04, RDO 05, RDO 08 e RDO 12), durante um período de 5 dias consecutivos, a frequência de amostragem dos demais parâmetros de qualidade de água (i.e., parâmetros físicos, químicos e biológicos) deverá ser alterada para semanal nas seguintes estações:

- Em Minas Gerais: RGN 08, RCA 02, RDO 01J, RDO 03, RDO 05, RDO 06, RDO 07; RDO 08; RDO 09J e RDO 10;
- No Espírito Santo: RDO 11, RDO 12, RDO 14 e RDO 15.

Essa frequência semanal para coleta de amostras de água será mantida até que os níveis desses parâmetros retornem a valores inferiores aos níveis de alerta, no caso da turbidez (1.050 NTU) e da condutividade elétrica (150 $\mu\text{S}/\text{cm}$), e acima do nível de alerta do oxigênio dissolvido (3,5 mg/L).

1.5.4.2 - Manutenção das estações automáticas

Os dados medidos pelas estações automáticas serão armazenados em *datalogger* e enviados via telemetria para um banco de dados, a cada 1h.

Nas estações automáticas TIPO I com turbidímetro e TIPO II, a frequência de visitas para manutenção é semanal no período chuvoso (de outubro a março) e quinzenal no período seco (de abril a setembro). Durante essas visitas, a leitura das sondas será verificada por meio de comparação entre os valores reportados pela sonda instalada e aqueles reportados por uma sonda calibrada. Caso os valores reportados pelas sondas sejam diferentes (maior que 5% do valor medido na sonda padrão), a sonda instalada deve ser substituída por outra sonda calibrada ou por outros sensores calibrados, ou os sensores devem ser ajustados para garantir a confiabilidade dos dados monitorados. Especificamente para o parâmetro turbidez, deverá ser considerada a discrepância de 20% quando os resultados estiverem abaixo de 50 NTU, 10% para valores entre 50 e 100 NTU e 5% para valores acima de 100 NTU. No caso do sensor de clorofila-a, não há necessidade de verificação semanal de erro.

A verificação e ajuste da sonda e/ou dos sensores será feita, necessariamente, em local abrigado, sem incidência direta de luz solar e vento sobre os equipamentos e preferencialmente com temperatura estável, adotando-se as melhores práticas metodológicas para este fim.

Nas estações TIPO I sem turbidímetro, a frequência de visitas para manutenção dos equipamentos será quadrimestral.

As estações automáticas contarão com intervenções específicas de manutenção corretiva, remota ou presencialmente, sempre que houver interrupção na transmissão dos dados por período superior a 48 horas. O período sem transmissão de dados não ultrapassará 7 dias. Em casos de eventos extremos e atípicos (grandes cheias, tempestades, danos aos componentes da estação por furto e/ou vandalismo, por exemplo) essa obrigatoriedade fica suspensa.

Caso a ausência de transmissão de dados ou de medição ultrapasse 7 dias consecutivos deverá ser reportado os esforços feitos para garantir a funcionalidade das estações. Deverá, ainda, fazer uma avaliação com ações necessárias caso a coleta e transmissão de dados seja impedida.

Todas as ocorrências relacionadas a problemas operacionais e manutenção dos equipamentos de medição automática deverão ser registradas, para que possam ser avaliados quanto ao controle de qualidade dos resultados. Esses registros deverão ser feitos por meio de ofícios ou relatórios técnicos, com a devida justificativa.

1.5.5 - Parâmetros a serem monitorados

Neste item são apresentados os parâmetros de qualidade de água e sedimentos avaliados no PMQQS. Os procedimentos de amostragem de água e sedimentos e análise de todos os parâmetros são apresentados no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**. As análises das amostras serão realizadas por laboratórios acreditados nos termos da ABNT NBR-ISO/IEC 17025:2017 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO) e seguirão as instruções descritas no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**.

Ressalta-se que os limites de quantificação de cada parâmetro de qualidade de água avaliados deverão ser compatíveis com os padrões de qualidade definidos pela Resolução CONAMA n° 357/2005 e pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG n° 08/2022. Para amostras coletadas em rios e lagoas (com exceção dos pontos localizados na foz do Rio Doce - RDO 16 e na lagoa Monsarás - LMN 01 e LMN 02R), os LQ's de cada parâmetro deverão ser compatíveis aos limites estabelecidos para águas doces classe 2. Os parâmetros analisados nos pontos localizados na Lagoa Monsarás (LMN 01 e LMN 02R) e na foz do Rio Doce (RDO 16) deverão apresentar LQ do método compatível com os limites estabelecidos para água doce ou salobra, a depender da medição da sua salinidade.

Os pontos localizados nos estuários deverão considerar o LQ do método de cada parâmetro compatível com os limites estabelecidos para água salobra classe 1. Pontos localizados na zona costeira deverão apresentar parâmetros com LQ compatível com os limites estabelecidos para águas salinas classe 1.

Da mesma forma, os limites de quantificação para as análises de metais em sedimentos também deverão ser compatíveis com os limites estabelecidos nos níveis de classificação da Resolução CONAMA nº 454/2012.

1.5.5.1 - Água

O **Quadro 1-8** apresenta a lista de parâmetros que serão avaliados os 82 pontos de monitoramento de água, localizados nos rios, lagoas, zonas costeiras e estuarinas, descritos nos **itens 1.5.2 - Pontos de amostragem na Bacia do Rio Doce e 1.5.3 - Pontos de amostragem em estuários e zona costeira**. Os parâmetros de qualidade da água a serem analisados em campo ou em laboratório incluem os físicos e químicos, biológicos, nutrientes, metais dissolvidos e totais.

Nas análises de mercúrio (Hg) para a matriz água, devem ser consideradas técnicas de vapor frio que possuem LQs baixos, de forma a quantificar o elemento e atender a Resolução CONAMA nº 357/2005, ou poderá ser analisado por técnicas mais atualizadas, visando a redução do LQ.

Quadro 1-8- Parâmetros analisados no monitoramento da qualidade de água superficial nos pontos amostrais indicados para cada ambiente

PARÂMETRO (unidade)	TIPO DE AMBIENTE
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Rios, lagoas, zona costeira e estuarina (Todos)
Alumínio (mg.L ⁻¹)	Todos
Arsênio	Todos
Especiação de As ⁺³ e As ⁺⁵ (mg.L ⁻¹) (*)	Pontos do Trecho 1 e em RDO 11 e RDO 12
Antimônio (mg.L ⁻¹)	Todos
Bário (mg.L ⁻¹)	Todos
Boro (mg.L ⁻¹)	Todos
Cádmio (mg.L ⁻¹)	Todos
Cálcio (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas
Carbono orgânico dissolvido (mg.L ⁻¹)	Todos
Carbono orgânico total (mg.L ⁻¹)	Todos
Chumbo (mg.L ⁻¹)	Todos
Cianeto livre (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas
Cloreto total (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas
Clorofila- <i>a</i> e Feofitina (µg.L ⁻¹)	Todos
Cobalto (mg.L ⁻¹)	Todos
Cobre (mg.L ⁻¹)	Todos
Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹)	Todos
Condutividade elétrica – laboratório (µS.cm ⁻¹)	Todos
Cor verdadeira	Rios e lagoas
Cromo (mg.L ⁻¹)	Todos
DBO _{5,20} (mg O ₂ .L ⁻¹)	Rios e lagoas

PARÂMETRO (unidade)	TIPO DE AMBIENTE
Dureza total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Todos
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL ⁻¹)	Todos
<i>Enterococcus</i>	ZC e estuarina e ponto RDO 16
Ferro (mg.L ⁻¹)	Todos
Ferro - Especiação Fe ²⁺ (mg.L ⁻¹)	Todos
Ferro – Especiação Fe ³⁺ (mg.L ⁻¹)	Todos
Fosfato (mg.L ⁻¹)	Todos
Fósforo (mg.L ⁻¹)	Todos
Magnésio (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas
Manganês (mg.L ⁻¹)	Todos
Mercurio (mg.L ⁻¹)	Todos
Molibdênio (mg.L ⁻¹)	Todos
Níquel (mg.L ⁻¹)	Todos
Nitrato (mg.L ⁻¹)	Todos
Nitrito (mg.L ⁻¹)	Todos
Nitrogênio amoniacal total (mg.L ⁻¹)	Todos
Nitrogênio Kjeldahl total (mg.L ⁻¹)	Todos
Nitrogênio orgânico (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas
Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹ e%)	Todos
pH- <i>in situ</i>	Todos
pH-lab (**)	Todos
Polifosfatos (mg.L ⁻¹)	Todos
Potássio dissolvido (mg.L ⁻¹)	Todos
Potencial Redox (mV)	Todos
Profundidade (m)	Todos
Salinidade (PSU)	ZC e estuarina e pontos LMN 01, LMN 02R e RDO 16
Selênio (mg.L ⁻¹)	Todos
Sódio dissolvido (mg.L ⁻¹)	Todos
Sódio total (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas
Sólidos dissolvidos totais (mg.L ⁻¹)	Todos
Sólidos sedimentáveis (mL.L ⁻¹)	Rios e lagoas
Sólidos suspensos totais (mg.L ⁻¹)	Todos
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas
Sulfato (mg.L ⁻¹)	Todos
Sulfeto com H ₂ S não dissociado (mg.L ⁻¹)	Todos
Sulfeto total (mg.L ⁻¹)	Rios e lagoas
Temperatura ambiente (°C)	Rios e lagoas
Temperatura da água (°C)	Todos
Transparência da água (m)	Lagoas
Turbidez (NTU)	Todos
Turbidez – laboratório (NTU)	Todos
Vanádio (mg.L ⁻¹)	Todos
Zinco (mg.L ⁻¹)	Todos

Nota: mg.L⁻¹ = miligramas por litro; µS.cm⁻¹ = microSiemens por centímetro; Pt = unidade de cor verdadeira; UV = ultravioleta; NTU = Unidade Nefelométrica de Turbidez; - = não aplicável; ZC = Zona Costeira.

(*) As coletas e análises de especiação de Arsênio deverão ser realizadas somente nos meses de janeiro (período chuvoso) e agosto ou setembro (período seco).

(**) A avaliação do pH de laboratório é analisado apenas como um parâmetro de validação dos dados, porém não existe a necessidade de apresentação desses resultados no banco de dados.

Em todos os pontos de coleta serão realizadas medições de campo através de sondas multiparamétricas dos seguintes parâmetros: temperatura da amostra, turbidez, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido (mg.L^{-1} e %), pH e potencial redox. Adicionalmente, será mensurada a salinidade nos pontos da zona costeira, estuarina, na Lagoa Monsarás (LMN 01 e LMN 02R) e no ponto RDO 16, conforme **Quadro 1-8**, e a temperatura ambiente deverá ser avaliada por termômetros, em ambientes sombreados, nos pontos de rios e lagoas.

1.5.5.2 - Sedimento

O **Quadro 1-9** apresenta a lista de parâmetros que serão avaliados nos pontos de monitoramento de sedimento, localizados nos rios, lagoas, zonas costeiras e estuarinas. Os limites de quantificação dos métodos deverão ser iguais ou inferiores aos limites indicados na Resolução CONAMA 454/2012, quando existente.

Os procedimentos para amostragem de sedimentos podem ser consultados no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE** e deverão seguir as recomendações da ANA & CETESB (2023) e ABNT NBR-15469:2021.

1.5.5.2.1 - Testemunho de sedimentos

Coletas de testemunhos de sedimentos de fundo serão realizadas nos rios, lagoas e estuários. Os parâmetros analisados, bem como as respectivas metodologias analíticas e os procedimentos de preservação e armazenamento das amostras estão indicados no **Quadro 1-9**. O detalhamento quanto ao procedimento de amostragem, preservação e armazenamento das amostras de testemunhos de sedimento pode ser visto no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**.

Quadro 1-9 - Parâmetros analisados no monitoramento da qualidade de sedimentos nos pontos amostrais, indicados para cada ambiente.

PARÂMETRO (unidade)	TIPO DE AMBIENTE
Alumínio* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Antimônio* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Arsênio* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Especiação de As ⁺³ e As ⁺⁵ (mg.L ⁻¹) **	Rios, Lagoas e Estuários
Bário* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Berílio (mg.kg ⁻¹)	Todos
Cádmio* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Carbono orgânico total* (%)	Todos
Chumbo* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Cobalto (mg.kg ⁻¹)	Todos
Cobre* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Cromo* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Estrôncio (mg.kg ⁻¹)	Todos
Fenóis (mg.kg ⁻¹)	Todos
Ferro* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Fósforo total* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Manganês* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Mercúrio* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Molibdênio (mg.kg ⁻¹)	Todos
Metilmercúrio (µg.kg ⁻¹) **	Rios, Lagoas, Estuários
Níquel* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Nitrogênio Kjeldahl total* (mg.kg ⁻¹)	Todos
pH	Todos
Potencial de oxidação-redução (ORP) (mV)	Todos
Sólidos (%)	Todos
Silício (mg.kg ⁻¹)	Todos
Teor de Carbonatos (%)	ZC e estuários
Teor de umidade (%)	Todos
Titânio (mg.kg ⁻¹)	Todos
Selênio (mg.kg ⁻¹)	Todos
Vanádio* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Zinco* (mg.kg ⁻¹)	Todos
Distribuição granulométrica (%)	Todos
PCB-Bifenilas policloradas (µg.kg ⁻¹)	Todos
HPA-Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (µg.kg ⁻¹)	Todos

Nota: mg.kg⁻¹ = miligramas por quilograma; µg.kg⁻¹ = microgramas por quilograma; mV = milivolts; - = não aplicável; ZC = Zona costeira.

* Parâmetro analisado no sedimento e MPS (Material Particulado em Suspensão).

** Parâmetros analisados somente no testemunho de sedimento.

1.5.5.3 - Descarga líquida

As medições de descarga líquida (vazão) deverão ser realizadas pelo método acústico (ADCP - *Acoustic Doppler Current Profiler*) utilizando equipamento e software de aquisição e processamento de dados adequados para as medições confiáveis e que se aproximem ao máximo da realidade de escoamento da seção. Os procedimentos de medição de descarga líquida são apresentados em detalhes no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**.

A partir dos dados obtidos ao longo de todo o período de amostragem acumulado, serão geradas curvas-chave para cada ponto amostral, quando possível, e disponibilizadas na planilha geral de dados, de acordo com modelo adotado pela ANA.

Deverá ser utilizada uma metodologia para verificação se a vazão medida no início do período seco está congruente com a curva chave. Após essa avaliação, e mediante aprovação da Governança, é possível que a medição de descarga líquida no período seco seja alterada para bimestral.

1.5.5.4 - Descarga sólida

Para a determinação de descarga sólida em suspensão serão realizadas amostragens de sedimentos em suspensão para determinação das suas concentrações e para análise granulométrica pelo método de difração a laser. Os procedimentos de medição de descarga sólida são apresentados em detalhes no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**.

1.5.5.5 - Material particulado em suspensão (MPS)

Nos pontos em que a descarga sólida for avaliada, bem como nos pontos RDO 16 e ERD 02, serão realizadas também coleta e análise do Material Particulado em Suspensão (MPS) para os parâmetros marcados (*) no **Quadro 1-9**, considerando os métodos de

amostragem descritos no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**.

1.5.5.6 - Bioindicadores (fitoplâncton e fauna bentônica)

Nos pontos localizados em rios, reservatórios e lagoas marginais serão avaliados bioindicadores que incluem fitoplâncton e macroinvertebrados bentônicos. Nos estuários e zona costeira será avaliada a fauna bentônica (meiofauna e macrofauna) (**Quadro 1-10**). O detalhamento da metodologia de amostragem e análise desses bioindicadores é apresentado no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**.

Quadro 1-10 - Bioindicadores a serem avaliados no PMQQS

BIOINDICADOR	AVALIAÇÃO
Fitoplâncton – qualitativo e quantitativo (cel.mL ⁻¹)	Avalia a diversidade de organismos fitoplanctônicos através de índices ecológicos e quantifica as espécies presentes, especialmente as cianobactérias que são potencialmente tóxicas.
Invertebrados bentônicos (meiofauna e macrofauna) – quantitativo (org.m ⁻²)	Avalia a diversidade de organismos bentônicos através de índices ecológicos, grupos indicadores, espécies exóticas e de interesse sanitário.

1.5.5.7 - Ensaios ecotoxicológicos

Estão previstas análises ecotoxicológicas específicas para as diferentes matrizes ambientais contempladas no PMQQS. A relação dos ambientes, matrizes, pontos amostrais, tipos de ensaios (crônico ou agudo), organismo-teste e as frequências do monitoramento estão detalhadas no **Quadro 1-11**. Os procedimentos de amostragem e análise para os ensaios ecotoxicológicos em água e sedimentos dos rios, lagoas e estuários são apresentados no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**.



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQOS

PMQOS

ET-001_24675238-00_00-B

Cabe informar que nos ensaios ecotoxicológicos com os organismos *Hyalella* sp., *Chironomus sancticaroli* e *Nitokra* sp., de acordo com seus métodos, são analisados tanto a toxicidade aguda quanto a toxicidade crônica das amostras, seja de água, elutriato ou de sedimento integral.

Quadro 1-11 – Detalhamento dos critérios para ensaios ecotoxicológicos previstos no PMQQS.

Ambiente	Matriz	Pontos	Ensaio	Organismo	Frequência
Rios e UHE	Água	RVD 03, RVD 04, RGN 01, RGN 04, RGN 06, RGN 08, RCA 01, RPG 01, RCA 02, RDO 01J, RDO 02J, RDO 03, RDO 04, RDO 05, RDO 06, RDO 07, RDO 08, RDO 09, RDO 09J, RDO 10, RDO 11, RDO 12, RDO 14, RDO 15, RDO 16*, RPC 02, RPC 03J, RMA 01J, RSA 01, RSG 01, RCR 01, RMH 01, RGU 02, UHE CAN, UHE BAG, UHE AIM, UHE MAS, CCB 01, CCB 02	Crônico	<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> e <i>Raphidocelis subcapitata</i>	Trimestral
		RVD 03, RVD 04, UHE AIM, RGN 06, RGN 08, RCA 02, RDO 01J, RDO 11, RDO 16*	Agudo	<i>Daphnia similis</i>	Semestral
	Elutriato	UHE CAN, RDO 02J, RDO 16*, UHE AIM, CCB 01, CCB 02	Crônico	<i>Ceriodaphnia silvestrii</i>	Trimestral
		UHE CAN, RDO 02J, RDO 16*, UHE AIM	Agudo	<i>Daphnia similis</i>	Semestral
		UHE CAN, RDO 02J, RDO 16*, UHE AIM, CCB 01, CCB 02	Agudo e Crônico	<i>Hyalella</i> sp.** e <i>Chironomus sancticaroli</i> **	Trimestral
Sedimento integral	RGN 01, RGN 04, RGN 06, RGN 08, RCA 01, RPG 01, RCA 02, RDO 01J, RDO 02J, RDO 03, RDO 04, RDO 05, RDO 06, RDO 07, RDO 08, RDO 09, RDO 09J, RDO 10, RDO 11, RDO 12, RDO 14, RDO 15, RDO 16*, RPC 02, RPC 03J, RMA 01J, RSA 01, RSG 01, RCR 01, RMH 01, RGU 02, UHE CAN, UHE BAG, UHE AIM, UHE MAS, CCB 01, CCB 02	Agudo e Crônico	<i>Hyalella</i> sp. e <i>Chironomus sancticaroli</i>	Trimestral	
Lagoas	Água	LLM 01, LLM 03R, LNV 01, LNV 02R, LNV 03R, LJP 01, LJP 02R, LJP 03, LAO 01R, LAL 01, LMN 01*, LMN 02R*	Crônico	<i>Ceriodaphnia silvestrii</i> e <i>Raphidocelis subcapitata</i>	Trimestral
		LLM 01, LLM 03R, LAO 01R, LMN 01* e LMN 02R*	Agudo	<i>Daphnia similis</i>	Trimestral
	Sedimento integral	LLM 01, LLM 03R, LNV 01, LNV 02R, LNV 03R, LJP 01, LJP 02R, LJP 03, LAO 01R, LAL 01, LMN 01*, LMN 02R*	Agudo e Crônico	<i>Hyalella</i> sp. e <i>Chironomus sancticaroli</i>	Trimestral

Ambiente	Matriz	Pontos	Ensaio	Organismo	Frequência
Estuários	Água	ERD 02	Crônico	<i>Skeletonema costatum, Echinometra lucunter</i>	Trimestral
		ERD 02	Agudo	<i>Mysidopsis juniae</i> (Misidáceo)	Trimestral
	Elutriato	ERD 02	Crônico	<i>Echinometra lucunter</i>	Trimestral
		ERD 02	Agudo	<i>Mysidopsis juniae</i> (Misidáceo)	Trimestral
	Sedimento integral	ERD 02	Agudo e Crônico	<i>Nitokra</i> sp.	Trimestral

Notas:

* Nos pontos RDO 16, LMN 01 e LMN 02R, se a salinidade indicar água salobra, deve-se considerar os mesmos organismos analisados no ERD 02.

** Importante mencionar que os ensaios de elutriato de sedimento não são comuns para os organismos *Hyaella* sp. e *Chironomus sancticaroli*, visto que são espécies de sedimento. Será necessária a adaptação de normas e metodologias, aumento do esforço amostral, além da realização de um período de testes para avaliação e estabelecimento de critérios de validação. Além disso, tais ensaios não são acreditados pelo INMETRO.

1.5.6 - Frequência amostral

No ambiente de rio, o monitoramento de água e descarga líquida terá frequência mensal, enquanto o monitoramento de sedimentos, dos organismos fitoplanctônicos e densidade de cianobactérias, organismos bentônicos, descarga sólida, MPS e ensaios ecotoxicológicos crônicos terá frequência trimestral. Já os ensaios ecotoxicológicos agudos terão frequência semestral. Sempre que possível, as amostragens mensais, trimestrais e semestrais deverão ocorrer na mesma campanha, possibilitando a análise integrada das diferentes matrizes.

Nas lagoas, nos estuários e na zona costeira a frequência de coletas será trimestral para todas as matrizes (água, sedimento fitoplâncton, organismos bentônicos, MPS e ensaios ecotoxicológicos).

As estações automáticas, distribuídas ao longo do Rio Doce, de alguns de seus formadores e afluentes, terão transmissão de resultados dos parâmetros em tempo real com frequência de 60 minutos.

A amostragem de testemunhos de sedimento será realizada com frequência anual e essas amostras serão analisadas para os mesmos parâmetros de qualidade de sedimentos, acrescidos do metilmercúrio e da especiação do arsênio.

A frequência do plano de amostragem é apresentada de maneira resumida no **Quadro 1-12**.

Quadro 1-12 – Frequência de amostragem para qualidade de água e sedimento no Rio Doce, tributários, lagoas, estuários e zona costeira.

TRECHO	CURSO HÍDRICO	NOME DO PONTO DE MONITORAMENTO	CÓDIGO DO PONTO	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I COM TURBIDEZ	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO II	FÍSICO-QUÍMICO ÁGUA	FÍSICO-QUÍMICO SEDIMENTO	FÍSICO-QUÍMICO TESTEMUNHO	DESCARGA LÍQUIDA	DESCARGA SÓLIDA	MPS	FITOPLÂNCTON	BENTOS	ECOTOXICOLÓGICOS ÁGUA**	ECOTOXICOLÓGICOS ELUTRIATO**	ECOTOXICOLÓGICOS SEDIMENTO**	
Trecho 1 - Mina Samarco até a UHE Risoleta Neves	Córrego Santarém	Mariana - Dique S3	RVD 03				Mensal								Crônico - Trimestral Agudo - Semestral			
		Mariana - Dique S4	RVD 04				Mensal								Crônico - Trimestral Agudo - Semestral			
	Rio Gualaxo do Norte	Mariana - Gualaxo Norte 01	RGN 01 M			60 minutos												
		Mariana - Gualaxo Norte 01	RGN 01				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Mariana - Gualaxo Norte 02	RGN02 M				Mensal			Mensal				Trimestral	Trimestral			
		Mariana - Gualaxo Norte 04	RGN 04				Mensal			Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Mariana - Gualaxo Norte 06	RGN 06			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral, Agudo - Semestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Mariana - Gualaxo Norte 07	RGN 07 M				Mensal			Mensal				Trimestral	Trimestral			
		Barra Longa - Gualaxo Norte 08	RGN 08			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral, Agudo - Semestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Barra Longa - Carmo 01	RCA 01			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
	Rio do Carmo	Barra Longa - Carmo 02	RCA 02			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral, Agudo - Semestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Rio Doce - Carmo 05	RCA 05J				Mensal			Mensal				Trimestral	Trimestral			
	Rio Piranga	Ponte Nova - Piranga 01	RPG 01				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
	Rio Doce	Rio Doce - Doce 01	RDO 01J			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral, Agudo - Semestral		Crônico/Agudo - Trimestral
Rio Doce - UHE Candonga		UHE CAN				Mensal	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral* Agudo - Semestral	Crônico/Agudo - Trimestral	
Trecho 02 - UHE Candonga até a UHE Baguari	Rio Doce	Rio Doce - Doce 02	RDO 02J			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral* Agudo - Semestral	Crônico/Agudo - Trimestral	
		São Domingos do Prata - Doce 03	RDO 03			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
		Bom Jesus do Galho - Doce 04	RDO 04			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Belo Oriente - Doce 05	RDO 05			60 minutos	Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Periquito - Doce 06	RDO 06				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Periquito - UHE Baguari	UHE BAG				Mensal	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
	Rio Piracicaba	Mariana - Piracicaba 02	RPC 02				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Ipatinga - Piracicaba 03	RPC 03J				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
	Rio Matipó	Raul Soares - Matipó 01	RMA 01			60 minutos												
		Raul Soares - Matipó 01	RMA 01J				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
Rio Santo Antônio	Naque - Santo Antonio 01	RSA 01				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
	Belo Oriente - Santo Antonio 02	RSA01 M							Mensal									

TRECHO	CURSO HÍDRICO	NOME DO PONTO DE MONITORAMENTO	CÓDIGO DO PONTO	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I COM TURBIDEZ	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO II	FÍSICO-QUÍMICO ÁGUA	FÍSICO-QUÍMICO SEDIMENTO	FÍSICO-QUÍMICO TESTEMUNHO	DESCARGA LÍQUIDA	DESCARGA SÓLIDA	MPS	FITOPLÂNCTON	BENTOS	ECOTOXICOLÓGICOS ÁGUA**	ECOTOXICOLÓGICOS ELUTRIATO**	ECOTOXICOLÓGICOS SEDIMENTO**	
Trecho 03 – UHE Baguari até a UHE Aimorés	Rio Doce	Governador Valadares - Doce 07	RDO 07	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
		Governador Valadares - Doce 08	RDO 08			60 minutos		Mensal	Trimestral					Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Tumiritinga - Doce 09	RDO 09	60 minutos				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Conselheiro Pena - Doce 09J	RDO 09J					Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Resplendor - Doce 10	RDO 10					Mensal	Trimestral	Anual				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Aimorés - UHE Aimorés	UHE AIM					Mensal	Trimestral	Anual				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral Agudo – semestral	Crônico Trimestral* Agudo - semestral	Crônico/Agudo - Trimestral
	Rio Suaçuí Grande	Governador Valadares - Suaçuí 01	RSG 01	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
	Rio Caratinga	Conselheiro Pena - Caratinga 01	RCR 01	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
	Rio Manhuaçu	Aimorés - Manhuaçu 01	RMH 01	60 minutos			Mensal	Trimestral	Anual	Mensal				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
Trecho 4 - UHE Aimorés até a Foz	Rio Guandu	Baixo Guandu - Guandu 02	RGU 02				Mensal	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Baixo Guandu - UHE Mascarenhas	UHE MAS				Mensal	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
	Rio Doce	Baixo Guandu - Doce 11	RDO 11	60 minutos				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral, Agudo – Semestral		Crônico/Agudo - Trimestral, Trimestral,
		Colatina - Doce 12	RDO 12			60 minutos		Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Colatina - Doce 14	RDO 14	60 minutos				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal			Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Linhares - Doce 15	RDO 15	60 minutos				Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral
		Linhares - Doce 16	RDO 16			60 minutos		Mensal	Trimestral	Anual			Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral, Agudo – Semestral	Crônico - Trimestral* Agudo – Semestral	Crônico/Agudo - Trimestral, Trimestral,
	Canal Caboclo Bernarndo	Linhares – Canal Caboclo Bernardo 01	CCB 01					Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral*	Crônico/Agudo - Trimestral
Linhares – Canal Caboclo Bernardo 02		CCB 02					Mensal	Trimestral	Anual	Mensal	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral	Crônico - Trimestral*	Crônico/Agudo - Trimestral	

TRECHO	CURSO HÍDRICO	NOME DO PONTO DE MONITORAMENTO	CÓDIGO DO PONTO	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I COM TURBIDEZ	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO II	FÍSICO-QUÍMICO ÁGUA	FÍSICO-QUÍMICO SEDIMENTO	FÍSICO-QUÍMICO TESTEMUNHO	DESCARGA LÍQUIDA	DESCARGA SÓLIDA	MPS	FITOPLÂNCTON	BENTOS	ECOTOXICOLÓGICOS ÁGUA**	ECOTOXICOLÓGICOS ELUTRIATO**	ECOTOXICOLÓGICOS SEDIMENTO**		
Lagoas	Lagoa do Limão	Colatina - Lagoa do Limão 01	LLM 01				Trimestral	Trimestral	Anual				Trimestral	Trimestral	Agudo e crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral		
		Colatina - Lagoa do Limão 03	LLM 03R				Trimestral	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Agudo e crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - trimestral	
	Lagoa Nova	Linhares - Lagoa Nova 01	LNV 01				Trimestral	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	-Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
		Linhares - Lagoa Nova 02	LNV 02R				Trimestral	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
		Linhares - Lagoa Nova 03	LNV 03R				Trimestral	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
	Lagoa Juparanã	Linhares - Lagoa Juparanã 01	LJP 01				Trimestral	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
		Linhares - Lagoa Juparanã 02	LJP 02R				Trimestral	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
		Linhares - Lagoa Juparanã 03	LJP 03				Trimestral	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
	Lagoa do Areão	Linhares - Lagoa do Areão 01	LAO 01R				Trimestral	Trimestral	Anual				Trimestral	Trimestral	Agudo e crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral		
	Lagoa do Areal	Linhares - Lagoa do Areal 01	LAL 01				Trimestral	Trimestral	Anual				Trimestral	Trimestral	Crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral		
	Lagoa Monsarás	Linhares - Lagoa Monsarás 01	LMN 01				Trimestral	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Agudo e crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
		Linhares - Lagoa Monsarás 02	LMN 02R				Trimestral	Trimestral	Anual					Trimestral	Trimestral	Agudo e crônico - Trimestral		Crônico/Agudo - Trimestral	
Estuários	Estuários	Conceição da Barra - Estuário Itaúnas 01	EIT 01				Trimestral	Trimestral	Anual					Trimestral					
		Conceição da Barra - Estuário Itaúnas 02	EIT 02R				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		Conceição da Barra - Estuário Cricaré 01	ECR 01R				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		Conceição da Barra - Estuário Cricaré 02	ECR 02				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		São Mateus - Estuário Barra Nova 01	EBN 01R				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		São Mateus - Estuário Barra Nova 02	EBN 02R				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		Linhares - Estuário Rio Ipiranga 01	ERI 01				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		Linhares - Estuário Rio Ipiranga 02	ERI 02R				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		Linhares - Estuário Rio Doce 02	ERD 02				Trimestral	Trimestral	Anual				Trimestral		Trimestral	Agudo e crônico - Trimestral	Agudo e crônico - Trimestral	Agudo e crônico - Trimestral	
		Aracruz - Estuário Rio Riacho 01	ERR 01R				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		Aracruz - Estuário Rio Riacho 02	ERR 02				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		Aracruz - Estuário Piraque-Acu 01	EPA 01R				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		Aracruz - Estuário Piraque-Acu 02	EPA 02R				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				
		Aracruz - Estuário Piraque-Acu 03	EPA 03				Trimestral	Trimestral	Anual						Trimestral				

TRECHO	CURSO HÍDRICO	NOME DO PONTO DE MONITORAMENTO	CÓDIGO DO PONTO	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO I COM TURBIDEZ	ESTAÇÃO AUTOMÁTICA TIPO II	FÍSICO-QUÍMICO ÁGUA	FÍSICO-QUÍMICO SEDIMENTO	FÍSICO-QUÍMICO TESTEMUNHO	DESCARGA LÍQUIDA	DESCARGA SÓLIDA	MPS	FITOPLÂNCTON	BENTOS	ECOTOXICOLÓGICOS ÁGUA**	ECOTOXICOLÓGICOS ELUTRIATO**	ECOTOXICOLÓGICOS SEDIMENTO**
Região Costeira e estuarina	Zona Costeira	Aracruz - Refúgio	ZCS 01				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Aracruz - Padres	ZCS 02				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Aracruz - Barra do Riacho	ZCS 03				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Aracruz - Comboios	ZCS 04				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Linhares - Regência 01	ZCS 05				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Linhares - Regência 02	ZCS 06				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Serra - Jacaraípe	ZCS 07				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Serra - Manguinhos	ZCS 08				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Linhares - Povoação	ZCN 01				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Linhares - Vila de Cacimbas	ZCN 02				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Linhares - Pontal do Ipiranga	ZCN 03				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		São Mateus - Urussuquara	ZCN 04				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		São Mateus - Guriri	ZCN 05				Trimestral	Trimestral						Trimestral			
		Conceição da Barra - Itaúnas	ZCN 06				Trimestral	Trimestral						Trimestral			

* De acordo com as metodologias, para os ensaios de elutriato de sedimento com os organismos *Hyalella* sp. e *Chironomus sancticaroli* são analisados os efeitos agudos e crônicos.

** Informações sobre os organismos adotados nos ensaios ecotoxicológicos constam no Quadro 1-11.

1.5.7 - Gestão das informações

1.5.7.1 - Geração dos dados

As condições de campo identificadas no momento da coleta e os resultados das análises de campo devem ser registrados nos formulários de cadeia de custódia. A partir do recebimento das amostras no laboratório, as mesmas devem ser submetidas às respectivas análises, conforme descreve o **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**, de forma que todos os resultados das análises de campo e de laboratório serão fornecidos em laudos analíticos em formato PDF e arquivos com extensão “.CSV”, assim como detalhado no **CAPÍTULO 2 – PROGRAMA DE GARANTIA E CONTROLE DE QUALIDADE (QA/QC)**.

Todos os laudos originais de análises laboratoriais, atestados por profissional habilitado junto ao Conselho Regional de Química (CRQ) ou ao Conselho Regional de Biologia (CRBio), bem como as memórias dos cálculos analíticos, devem ser arquivados pelo laboratório durante 05 (cinco) anos, de maneira acessível para posteriores avaliações técnicas dos órgãos competentes.

1.5.7.2 - Gerenciamento dos dados

Os dados medidos pelas estações automáticas TIPO I e TIPO II são transmitidos via rede de telefonia celular 3G, 4G ou via satélite (*General Packet Radio Services – GPRS*), a depender da disponibilidade de sinal na localidade, em intervalos de 60 minutos. Os dados medidos pelas estações são então armazenados localmente em *dataloggers* e enviados pela internet para um banco de dados brutos acessível via portal web com acesso mediante apresentação de usuário e senha, distribuídos a diversos órgãos ambientais.

O processo de gestão de dados implementado como parte dos procedimentos de QA/QC deverá ser feito por um sistema de banco de dados que receberá os dados das estações automáticas e das coletas manuais do PMQQS. Os dados medidos pelas estações telemétricas deverão alimentar o sistema de banco de dados de forma contínua. Os dados das coletas manuais deverão ser reportados pelos laboratórios em arquivos no formato CSV, e após passar por um processo de conferência, serão importados para o sistema do banco de dados.

Após a importação com êxito dos resultados para o sistema do banco de dados serão aplicados validadores e qualificadores para garantia e controle da qualidade dos dados. A conferência dos dados validados e qualificados é realizada através da elaboração de planilhas eletrônicas com escopo definido de QA/QC, conforme descrito no **CAPÍTULO 2 – PROGRAMA DE GARANTIA E CONTROLE DE QUALIDADE (QA/QC)**. Para os dados das estações automáticas, sempre que um alerta permaneça pelo período superior a 3 (três) horas, os seguintes atores deverão ser cientificados das violações via e-mail: Governança, Prestadores de serviços responsáveis pelo abastecimento público municipal da localidade em que estiver a estação; Defesas Civas Municipais e Estaduais da localidade em que estiver a estação; Órgãos de Meio Ambiente e Gestão de Recursos Hídricos Estaduais e Federais da localidade em que estiver a estação,. Para os responsáveis pela operação dos sistemas de abastecimento, os alertas deverão ser encaminhados também para os celulares, por *Short Message Service* (SMS), além dos e-mails.

1.5.7.3 - Análise e divulgação dos dados

O banco de dados contendo os resultados validados e qualificados (**CAPÍTULO 2 – PROGRAMA DE GARANTIA E CONTROLE DE QUALIDADE (QA/QC)**) será apresentado em relatórios de QA/QC, com frequência trimestral, de forma a garantir a qualidade dos dados gerados, ficando a análise sobre a qualidade da água na Bacia do Rio Doce e eventuais correlações com usos de recursos hídricos de atribuição dos órgãos competentes.

O encaminhamento à Governança do relatório de QA/QC trimestral, contendo os resultados validados dos parâmetros físicos, químicos, biológicos e ecotoxicológicos, deve ser feito em até 90 dias corridos após o último dia da coleta do terceiro mês do trimestre. A partir da finalização dos protocolos de garantia e controle de qualidade, o banco de dados deverá ser disponibilizado no Portal Monitoramento Rio Doce, que consiste em uma plataforma on-line contendo todos os resultados monitorados pelo PMQQS, com amplo acesso ao público (www.monitoramentoriadoce.org).

Esta plataforma agrega os dados validados gerados, com a possibilidade de visualização gráfica dos principais parâmetros da qualidade da água e sedimentos, bem como de índices de qualidade da água, e a possibilidade de download de toda a base de dados do PMQQS, tanto das coletas convencionais quanto das estações automáticas. Possui uma linguagem clara e acessível para os usuários com diferentes formações e necessidades de informação, bem como para tomadores de decisão e gestores de recursos hídricos. Nela contém as documentações técnicas emitidas por órgãos ambientais relacionadas ao programa de monitoramento e às alterações ocorridas no decorrer do tempo, como também a equipe multidisciplinar envolvida no programa, algumas ações já realizadas e links para assuntos e organizações correlatas ao monitoramento.

Esta plataforma possui um “fale conosco” nomeado como “Dúvidas” para receber reclamações, sugestões e dúvidas, de forma a permitir a elaboração de melhorias do conteúdo levantados pelos usuários.

1.5.8 - Duração do PMQQS e revisões periódicas

O programa de monitoramento implementado deverá ser revisto pela Governança a cada 02 (dois) anos para eventual redução dos pontos de coleta e periodicidade, a partir de proposta do Responsável Designado. O monitoramento será encerrado pelo Responsável Designado quando alcançado o prazo de 15 (quinze) anos da homologação do Acordo de Repactuação, cabendo à Samarco o envio do relatório QA/QC em até 90 dias após a última campanha do PMQQS. O encerramento da obrigação se dará mediante entrega dos resultados

do último ciclo à Governança, não havendo etapa de avaliação dos dados pela Governança para fins desse encerramento e da respectiva quitação da obrigação.

O processo de revisão do PMQQS objetiva o aprimoramento dos procedimentos de amostragens e análises, sem comprometer a qualidade dos dados gerados, para garantir melhor entendimento do ambiente. Para isso, deve-se levar em conta algumas premissas, tais como:

- avaliação de consistência da malha, parâmetros e frequência amostral, a fim de se identificar possíveis redundâncias/similaridades das informações coletadas;
- verificação de possíveis atualizações das normas técnicas utilizadas como referência no processo de amostragem e análise;
- acompanhamento das coletas em campo e verificação da execução das análises laboratoriais, gerando informações que possam subsidiar alterações metodológicas e tomada de decisão.

A proposta revisão do PMQQS deverá ser aprovada pela Governança antes que qualquer alteração seja implementada.

1.6 - Referências bibliográficas

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**, 23rd Edition. Washington, DC, USA. 2017.

ANA & CETESB., Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Organizadores: Renan Lourenço O. Silva [et al.] - 2ª Edição. Brasília: ANA, São Paulo: CETESB, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). **NBR-15.469:2015**. Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-9.898:1987**. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS (ABNT). **NBR-ISO/IEC 17025:2017**. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 2017.

CPRM - Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais. Monitoramento especial da bacia do rio Doce. **Relatório 04: Hidrometria, sedimentometria e qualidade da água nas estações fluviométricas da RHN após a ruptura da barragem de rejeito quarta campanha de campo**. Belo Horizonte/MG, 2016.

MASTROTI, R. Testes de toxicidade com gametas de ouriço do mar (fertilização). In: Nascimento, I.A., Souza, E.C.P.M., Nipper, M.G. Métodos em ecotoxicologia Marinha: aplicações no Brasil, artes gráficas e Indústria Ltda. São Paulo, 515. p.162. 2002.

ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY OF IRELAND (EPA). **Parameters of water quality: interpretation and standards**. Ireland, 2001. Disponível em: https://www.epa.ie/pubs/advice/water/quality/Water_Quality.pdf

MINAS GERAIS. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). **Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH nº 08, de 21 de novembro de 2022** – Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (CERH-MG). 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. Minas Gerais, 2022.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA 357/2005**. 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, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **Resolução CONAMA 454/2012**. Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional, 2012.

RENOVA, 2018. Fundação Renova. Disponível em:

SUGUIO, K. Introdução à sedimentologia. São Paulo. Ed. Edgard Blucher. EDUSP, 317 p. 1973.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., & TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. Revista e Ampliada. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos. Rio de Janeiro, Embrapa. 573p. 2017

2 - CAPÍTULO 2 – PROGRAMA DE GARANTIA E CONTROLE DE QUALIDADE (QA/QC)

2.1 - Apresentação

Neste capítulo é apresentado o Programa de Garantia e Controle da Qualidade (QA/QC) adotado pelo Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos (PMQQS), seguindo os procedimentos adotados por instituições de referência e as diretrizes que constam no Acordo de Repactuação.

2.2 - Objetivo

Este programa de QA/QC tem como objetivo assegurar e garantir a precisão e acurácia dos resultados obtidos no âmbito do PMQQS, assim como garantir a integridade do banco de dados. Para isso, este programa fornece diretrizes gerais de garantia e controle de qualidade a serem observadas nos procedimentos de amostragem, procedimentos e medições de campo, preparação das amostras, e análises químicas, cuja descrição é apresentada no **CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**, bem como informações sobre a gestão das informações geradas nesse processo e a divulgação dos dados.

2.3 - Metodologia

As seguintes referências padrões devem ser utilizadas para validar os procedimentos realizados em campo e os resultados das análises laboratoriais:

Referência	Descrição	Etapa do PMQQS	Matrizes Contempladas
ABNT NBR 12648:2018 (ABNT, 2018)	Método para avaliação da toxicidade crônica de amostras líquidas e substâncias químicas solúveis ou dispersas em água para as microalgas <i>Chlorella vulgaris</i> , <i>Desmodesmus subspicatus</i> , <i>Monoraphidium dybowskii</i> , <i>Raphidocelis subcapitata</i> (sinonímia <i>Pseudokirchneriella subcapitata</i>) e outras algas verdes unicelulares	Análises laboratoriais	Ensaio ecotoxicológicos
ABNT NBR 12713:2016 (ABNT, 2016)	Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com <i>Daphnia</i> spp. (Crustacea, Cladocera); ABNT NBR 13373:2017 (ABNT, 2017b) - método de ensaio para avaliação da toxicidade crônica para <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Análises laboratoriais	Ensaio ecotoxicológicos
ABNT NBR 13373:2017 (ABNT, 2017b)	mMétodo de ensaio para avaliação da toxicidade crônica para <i>Ceriodaphnia dubia</i>	Análises laboratoriais	Ensaio ecotoxicológicos
ABNT NBR 15.469:2015 (ABNT, 2015b)	Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras	Coleta, preservação e preparo das amostras	Ensaio ecotoxicológicos
ABNT NBR 15308:2017 (ABNT, 2017c)	Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com misídeos (Crustacea)	Análises laboratoriais	Ensaio ecotoxicológicos
ABNT NBR 15350:2020 (ABNT, 2020)	Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata: Echinoidea)	Análises laboratoriais	Ensaio ecotoxicológicos
ABNT NBR 15470:2021 (ABNT, 2021)	Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda e crônica – Método de ensaio com <i>Hyalella</i> spp. (Amphipoda) em sedimentos	Análises laboratoriais	Ensaio ecotoxicológicos
ABNT NBR 16181:2013 (ABNT, 2013)	Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com microalgas marinhas	Análises laboratoriais	Ensaio ecotoxicológicos
ABNT NBR 16435:2015 (ABNT 2015a)	Estipula procedimentos para avaliar a qualidade de controle amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas	QA/QC	Geral
ABNT NBR ISO/IEC 17025:2017 (ABNT, 2017a)	Estabelece requisitos gerais para a competência de laboratórios em realizar ensaios e calibrações.	Análises laboratoriais e calibrações	Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos
ANA & CETESB (2023)	Diretrizes para realização de coleta e preservação de amostras de águas brutas, tratadas, residuárias, sedimentos e biota aquática, visando à fiscalização, controle e a caracterização da qualidade ambiental. Compreende orientações sobre validação de métodos analíticos. Assegura que os laboratórios possuem características necessárias à obtenção de resultados com a qualidade exigida, pela validação dos métodos	Coletas e preservação das amostras	Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos
DOQ-CGCRE-008/2011 (INMETRO, 2011)	National functional guidelines for inorganic superfund methods data review: descreve o programa de controle de qualidade (QA/QC) para análise de componentes inorgânicos pela U.S. Environmental Protection Agency (USEPA);	QA/QC	Geral
USEPA-540-R-2017-001 (USEPA 2017)	National functional guidelines for organic superfund methods data review: descreve o programa de controle de qualidade (QA/QC) para análise de compostos orgânicos pela U.S. Environmental Protection Agency (USEPA).	QA/QC	Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos
USEPA-540-R-2017-002 (USEPA 2017)	National functional guidelines for organic superfund methods data review: descreve o programa de controle de qualidade (QA/QC) para análise de compostos orgânicos pela U.S. Environmental Protection Agency (USEPA).	QA/QC	Água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos

2.3.1 - Garantia da qualidade (QA)

A garantia da qualidade (QA) no processo de amostragem manual e análises laboratoriais é assegurada considerando:

- Contratação de laboratório acreditado pela NBR-ISO 17025 para os parâmetros que serão analisados no PMQQS. Quando as análises não são rotineiras nos laboratórios analíticos nacionais e eles não possuírem a certificação pelo INMETRO, este deverá prioritariamente subcontratar a análise com algum laboratório que possua a certificação, ou ao menos, possuir certificação que o qualifique para a respectiva análise, com uma justificativa técnica;
- Capacitação técnica da equipe responsável pelo monitoramento de água e sedimento, incluindo rotina de treinamentos a cada dois anos ou quando houver mudança de contrato;
- Participação rotineira dos laboratórios contratados e subcontratados em ensaios de proficiência (interlaboratoriais). Caso os resultados de participação não sejam positivos, o laboratório tem por obrigação melhorar a qualidade dos ensaios e participar de outro interlaboratorial para a mesma análise;
- Verificação ou ajuste dos instrumentos de medição: operação destinada para que os instrumentos de medição tenham desempenho compatível com o seu uso. O ajuste será realizado diariamente antes de cada campanha de amostragem, com materiais de referência rastreáveis produzidos por laboratório acreditado pelo INMETRO e que possuam certificados de calibração válidos, em local abrigado, sem incidência direta de luz solar e vento sobre os equipamentos e preferencialmente com temperatura estável;

- Descontaminação dos equipamentos e instrumentos de coleta a cada ponto amostral: os materiais de coleta deverão ser descartáveis, fabricados em material de polietileno (PE ou PEAD) ou polipropileno (PP). É vedada a utilização de polietileno de baixa densidade-PEBD, poliestireno-PS ou poliestireno expandido-PES, exceto para os sacos de coleta dos organismos bentônicos. Caso não seja possível a utilização de materiais descartáveis, os equipamentos e instrumentos de coleta deverão passar por uma rotina de descontaminação, a fim de evitar contaminação cruzada. O procedimento mínimo para a limpeza de equipamentos e instrumentos de campo não descartáveis (garrafas, baldes, colheres e bandejas de inox) será: lavagem com detergente não fosfatado e posterior enxágue com água de boa qualidade (mineral, deionizada ou ultrapura). Esses instrumentos deverão ser substituídos em frequência a ser avaliada ou caso apresente evidências de contaminação (manchas, incrustações, sujeira aparente não removida com o processo de limpeza, oxidação). Para as sondas multiparâmetros e demais equipamentos de medição, a limpeza deverá ocorrer conforme orientações do fabricante;
- Não será permitido fumar, consumir alimentos ou bebidas durante a amostragem, a fim de evitar quaisquer outras fontes de contaminação das amostras;
- A amostragem deve seguir a seguinte ordem: microbiológicos → amostras que não podem sofrer aeração → análises químicas (exceto metais) → metais dissolvidos → metais totais → ecotoxicológicos → comunidades biológicas.

A garantia da qualidade (QA) no processo de medição das Estações Telemétricas é assegurada considerando:

- Visitas frequentes para manutenção e calibração das sondas, considerando as intervenções específicas de forma remota ou presencial e o registro das operações de manutenção e demais ocorrências com as estações, conforme especificado no **CAPÍTULO 1 - DOCUMENTO-BASE (Item 1.5.4.2 - Manutenção das estações automáticas)**.

2.3.2 - Controle de qualidade (QC)

O controle de qualidade (QC) se refere às técnicas internas usadas para medir e avaliar a qualidade dos dados. São coletadas amostras específicas para fins de QC (brancos diversos e duplicatas de amostras), as quais serão utilizadas para detectar e reduzir erros sistemáticos e aleatórios que possam ocorrer durante os procedimentos de amostragem e das análises laboratoriais. Além disso, os próprios laboratórios possuem controles de qualidade internos, que serão detalhados adiante.

2.3.2.1 - Controle de qualidade de campo

Abaixo são descritos os requisitos para o controle de qualidade da amostragem de água superficial e sedimento. Todas as descrições de brancos foram retiradas integralmente do Guia Nacional de Coletas e Preservação de Amostras (ANA & CETESB, 2023):

- Branco de campo e de viagem: O branco de campo é usado para a verificação de contaminações ambientais que podem ser adicionadas às amostras durante os procedimentos de coleta. O branco de viagem verifica a ocorrência de contaminação durante o transporte. São preparados no laboratório três frascos de branco (A, B e C) com água deionizada, garantindo que as amostras não sofram qualquer influência de contaminação externa durante o transporte (INMETRO – NIT-DICLA-057, 2018). O frasco A é encaminhado imediatamente para análise e os demais vão a campo. No ponto de coleta, o frasco B permanece na caixa de transporte, enquanto o frasco C é retirado, aberto e exposto ao ambiente durante todo o procedimento de coleta. Ao final, o frasco C é fechado, armazenado na caixa de transporte juntamente com as demais amostras coletadas e o frasco B, sendo todos submetidos ao processo analítico requerido (ANA & CETESB, 2023). Caso a análise seja para substâncias voláteis os brancos de viagem não são aplicáveis (ABNT NBR-16435/2015);

-
- Branco de equipamento: São usados para avaliar a eficiência dos protocolos de limpeza dos equipamentos de coleta em campo, de forma a evidenciar que os equipamentos não são fontes de contaminação para as amostras (ANA & CETESB, 2023). Para sua realização, deve ser preparado um ambiente controlado, utilizando-se água ultrapura ou deionizada para preencher o equipamento com volume de água similar ao volume típico da amostra coletada em campo. Esse volume é, então, distribuído nos frascos de acordo com os ensaios de interesse, preservados e enviados para análise (ANA & CETESB, 2023). As amostras devem apresentar resultados abaixo do LQ. Não há necessidade de analisar parâmetros de campo nos brancos de equipamento. Antes de iniciar as coletas do dia ou ao final do dia de coleta, o procedimento de lavagem do equipamento deverá ser realizado com o uso de água ultrapura ou deionizada e com detergente não fosfatado. Entre os pontos coletados no mesmo dia pela mesma equipe de campo, a lavagem dos equipamentos pode ser feita pelo método de rinsagem com água do próprio ponto de amostragem.
 - Monitoramento de temperatura: tem por objetivo avaliar se as amostras foram devidamente resfriadas na temperatura indicada pelo método de análise. Cada caixa térmica conterá um frasco contendo água deionizada para verificação de temperatura no momento de entrega das amostras ao laboratório, sendo registrada em formulário específico (ficha de campo e/ou cadeia de custódia). A temperatura desta "amostra" é medida quando as amostras são recebidas no laboratório (NIT-DICLA-057, 2018) (ANA & CETESB, 2023). O termômetro utilizado para a medição deverá estar calibrado com certificação de fábrica ou em laboratórios metrológicos que integrem a rede brasileira de calibração (RBC);
 - Duplicata de campo: amostra coletada e tratada nas mesmas condições da amostra original a fim de determinar a precisão do método. Amostras duplicatas também serão utilizadas para avaliar a variabilidade de um ponto de amostragem ou entre profundidades. As duplicatas e amostras originais, seja de água ou sedimento, devem ser encaminhadas ao laboratório para a análise das mesmas substâncias de interesse, com exceção dos parâmetros de campo. A diferença entre o resultado da amostra e sua duplicata de campo não deve exceder 20%. Se a diferença for confirmada, o resultado não é retirado da planilha de banco de dados, mas será destacado no relatório como um indicador da qualidade analítica.

Com o objetivo de identificar variações entre as amostras, o número de duplicatas coletadas se limitará a 10% do total de amostras coletadas em cada campanha do PMQQS. Para brancos, cujo objetivo é avaliar interferências entre os pontos, o número destas amostras será de 10% do total de pontos monitorados no PMQQS, a cada campanha. As amostras QC serão tratadas da mesma forma que as demais amostras e enviadas para o laboratório para serem submetidas às mesmas análises. Para isso, estas serão rotuladas com nomes que não permitam que o laboratório as identifique como brancos ou duplicatas.

As amostras de brancos e duplicatas deverão ser coletadas com alternância de pontos a cada campanha, considerando todos os ambientes amostrados. Diferentes técnicos de campo deverão executar as coletas de controle de qualidade nas diversas campanhas, ou seja, as coletas de QC devem ser alternadas por técnico.

2.3.2.2 - Controle de qualidade laboratorial

O laboratório deverá apresentar os seguintes controles:

- Branco do método/análise: amostra controle de laboratório que consiste em água de reagente sem contaminação, que passará pelos mesmos procedimentos de uma amostra real. Em certas situações, pode se tratar de um filtro estéril processado com água de reagente, seguindo o procedimento de preparação de amostras adequados e de análise. O laboratório contratado reportará no boletim de análise o branco do método de todos os parâmetros analisados naquele lote específico de amostras analisadas;
- Duplicata de laboratório: amostra controle de laboratório, submetida às mesmas condições de análise de determinada amostra. Avalia a eficiência na metodologia de preparação de amostras. O laboratório contratado reportará no boletim de análise ou em carta técnica o resultado da duplicata de todos os parâmetros analisados naquele conjunto específico de amostras analisadas. A diferença entre o resultado da amostra e sua duplicata não deve exceder 20%. Caso isso ocorra e se a amostra ainda estiver no tempo previsto para análise, o laboratório deverá repeti-la;

- Amostra fortificada (*Matrix Spike*): amostra na qual uma concentração conhecida dos analitos de interesse é adicionada a fim de determinar a interferência da matriz sobre o sistema analítico. Quando dividida em duplicata (i.e., *matrix spike duplicate* - MSD) e analisada pelo mesmo processo analítico, a amostra *spike* pode ser usada para avaliar a precisão analítica associada. Será coletada uma amostra fortificada por matriz, em duplicata, a cada 20 amostras. Estas amostras serão encaminhadas ao laboratório para a análise das mesmas substâncias de interesse;
- Material de Referência Certificado (MRC): são usados para avaliar o desempenho do laboratório. Um MRC tem valor conhecido de concentração e incerteza relativa. O MRC será submetido ao laboratório como se fosse uma amostra; os resultados das análises serão comparados aos dados do material certificado;
- Análise interlaboratorial: tem como objetivo verificar o desempenho do laboratório frente ao método analítico. O laboratório contratado participará de um programa interlaboratorial visando medir a qualidade dos resultados emitidos a partir de amostras devidamente preparadas. O interlaboratorial deverá ser realizado para os métodos contratados, e deverá seguir os procedimentos e cronogramas internos do laboratório, já acreditados pelo INMETRO. Além disso, o laboratório contratado deverá realizar ensaios interlaboratoriais adicionais sempre que solicitado pela contratante.

2.3.2.3 - Cadeias de custódia

Os procedimentos de amostragem são registrados de maneira sistemática em formulários específicos (cadeias de custódia), de forma digital por meio de uma plataforma ou em formulários manuais, durante o processo de coleta. Em situações em que ocorram contratemplos técnicos no preenchimento digital, os registros das cadeias de custódia são completados de forma manual e, posteriormente, submetidos à digitalização.

Os formulários são elaborados por matriz e ponto de monitoramento e conterão, no mínimo: identificação do projeto, empresa responsável pela amostragem, identificação da amostra, data e hora de coleta, analitos de interesse, tipo de amostra (simples/composta), identificação do técnico responsável pela coleta (com a respectiva assinatura), data e horário de entrega e recebimento das amostras no laboratório e temperatura de chegada ao laboratório. Deverá, ainda, conter os registros das observações sobre as condições de amostragem, equipamentos, frascos e preservantes utilizados, as não conformidades ou anomalias verificadas durante o processo de amostragem, condições meteorológicas e resultados dos parâmetros físicos e químicos *in situ*. Nas áreas estuarinas, as fichas de campo deverão conter a condição visual da maré no momento da coleta (enchente, vazante e estofa).

Preferencialmente, as fichas deverão conter código de barras a fim de se rastrear o material desde a sua coleta até o resultado. Deve-se incluir, ainda, fotos de cada ponto de coleta. Caso o laboratório seja subcontratado, ele deverá apresentar as cadeias de custódia contendo as mesmas informações das fichas de campo.

2.3.2.4 - Requisitos de amostragem e identificação das amostras

Os rótulos ou etiquetas das frascarias a serem utilizadas na amostragem serão resistentes à umidade e conterão as seguintes informações: identificação do projeto, da matriz e da amostra, analitos, preservantes, data e horário da amostragem. Preferencialmente, deverão possuir código de barras para garantir a rastreabilidade das amostras, similar às fichas de campo.

Serão utilizadas luvas nitrílicas (ou luvas de látex sem talco) durante a manipulação de todos os materiais utilizados na amostragem. As luvas deverão ser substituídas entre as atividades de coleta de água e de sedimentos e/ou sempre que necessário e, principalmente, na coleta de material para análise de branco de equipamentos. O uso de luvas nitrílicas é opcional durante a execução de procedimentos de amostragem ou manuseio de equipamentos que não apresentem risco de contaminação cruzada da amostra. Exemplos incluem a vedação da caixa de isopor com fita adesiva e o manuseio do disco de Secchi. Os frascos e preservantes utilizados

serão fornecidos pelos laboratórios responsáveis pelas análises físicas, químicas e biológicas, adequados para cada tipo de amostra e parâmetros analisados.

Deverão ser disponibilizados as equipes de campo para verificação a qualquer tempo a FDS (Ficha de Dados de Segurança) e o plano de segurança para produtos controlados, bem como os procedimentos gerais praticados pelo laboratório responsável pelas amostragens, considerando o controle dos processos, os procedimentos de amostragem, o controle da conformidade dos resultados e dos materiais e padrões e os prazos de validade para cada amostra desde sua coleta.

O CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE apresenta condições para preservação e transporte de amostras conforme especificado nos métodos analíticos de cada parâmetro selecionado para o PMQQS.

2.3.2.5 - Laudos analíticos

Serão obedecidos todos os requisitos estabelecidos pela norma ABNT NBR-ISO/IEC 17025, como por exemplo, identificação do projeto, identificação da contratante, identificação do ponto amostral, coordenadas geográficas, identificação da amostra, matriz, unidade de medida coerente com a matriz, métodos de análise, resultados dos parâmetros medidos *in situ*. Os laudos deverão incluir os limites de detecção e quantificação por parâmetro.

O laboratório responsável pelas análises deve emitir laudos individualizados para cada ponto de monitoramento, podendo cada laudo agrupar todos os parâmetros daquele ponto específico.

As informações sobre os controles de qualidade laboratoriais citados no **item 2.3.2.2 - Controle de qualidade laboratorial**, serão apresentadas nos laudos analíticos. Além disso, as amostras serão analisadas dentro do prazo de validade específico para cada parâmetro de interesse (**CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE**). Caso contrário, os resultados deverão ser invalidados. A emissão dos laudos deverá ser imediata à geração dos resultados.

2.4 - Sistema de gestão de dados

A gestão de dados do PMQQS é feita em um software de banco de dados contratado pelo Responsável designado. Os resultados oficiais dos laboratórios contratados são reportados em laudos em arquivos PDF. Esses laudos são transformados digitalmente sem interferência humana para arquivos no formato CSV, por ser mais adequado para ser processado computacionalmente. Um processo de verificação é realizado por uma equipe de gestão do banco de dados, que atuam de forma integrada. Após todas as etapas de análises e conferências, os resultados ficam disponibilizados no sistema de banco de dados para alguns órgãos ambientais e demais entidades cujo *login* e senha são disponibilizados pelo Responsável designado.

Antes de serem carregados no software de banco de dados, os dados das análises laboratoriais passam por uma verificação de integridade e qualificação de resultados. Os laudos recebidos são conferidos por uma equipe de profissionais que identificam as inconsistências, tais como:

- Incompatibilidade entre os dados correspondentes contidos nos arquivos em PDF e CSV;
- Identificação incorreta dos pontos (código, coordenadas geográficas);
- Identificação incorreta da matriz (água, sedimentos, biota, etc);
- Falta de informações, campos incompletos ou em branco;
- Divergência de unidades de medida;
- Formatações de caracteres no arquivo CSV incompatíveis com o banco de dados, como por exemplo, substituição de ponto por vírgula;

Identificadas as inconsistências, elas são notificadas aos laboratórios emissores dos respectivos laudos, que são responsáveis pela correção e emissão de novos laudos revisados.

2.5 - Validação e qualificação dos dados

Validadores e qualificadores pré-definidos devem ser aplicados aos dados das coletas manuais. Os validadores identificam situações não observadas na natureza, indicando erro na obtenção ou na transcrição do dado, enquanto os qualificadores avaliam a consistência do dado a partir de equações de balanço de massa, de cargas, da série histórica e das características do ambiente.

O sistema de banco de dados foi programado para aplicar automaticamente os validadores e qualificadores nos dados do PMQQS importados ao sistema. Os dados que não atendem os critérios de validação permanecem no software, a fim de garantir a integridade dos resultados, mas são removidos da planilha do banco de dados anexa ao relatório QA/QC e consequentemente do Portal Monitoramento Rio Doce. Já os dados que não atendem os critérios de qualificação são mantidos, porém ficam marcados no banco de dados e no Portal, a fim de permitir ao usuário a tomada de decisão quanto a utilização desse dado. No sistema de banco de dados é possível visualizar quais foram os respectivos validadores e qualificadores descumpridos para cada dado do PMQQS.

Foram definidos 8 validadores, indicados no **Quadro 2-1**, e a respectiva ação a ser tomada caso o dado seja considerado inválido.

Quadro 2-1 – Validadores aplicados ao Banco de Dados.

VALIDADOR/EQUAÇÃO	AMBIENTE E/OU MATRIZ	AÇÃO EM CASO DE DADO INVÁLIDO
V1) Limite de quantificação \leq [Parâmetro dissolvido] $\leq 1,2 \times$ [Parâmetro total]	Todos os ambientes; matriz água	Descartar os dados inválidos de concentração do parâmetro dissolvido e do parâmetro total
V2) $ \text{pH}_{\text{campo}} - \text{pH}_{\text{lab}} \leq 1$	Todos os ambientes e matrizes	Descartar o dado inválido de pH_{lab}
V3) $0,85 \leq (\text{CE}_{\text{campo}}/\text{CE}_{\text{lab}}) \leq 1,15$ (*)	Todos os ambientes; matriz água	Descartar o dado inválido de CE_{lab}
V4) $0,92 \leq [(\text{Sólidos totais}/(\text{SST} + \text{SDT}))] \leq 1,12$	Águas interiores; matriz água	Descartar dados de Sólidos dissolvidos totais
V5) $0 \leq \text{pH} \leq 14$	Todos os ambientes e matrizes	Descartar o dado inválido de pH
V6) [Oxigênio Dissolvido] $\leq 15 \text{ mg.L}^{-1}$	Todos os ambientes; matriz água	Descartar o dado inválido de oxigênio dissolvido

VALIDADOR/EQUAÇÃO	AMBIENTE E/OU MATRIZ	AÇÃO EM CASO DE DADO INVÁLIDO
V7) Temperatura da água $\leq 35^{\circ}\text{C}$	Todos os ambientes; matriz água	Descartar os dados de campo de temperatura da água, OD, pH e condutividade elétrica
V8) Ensaio ecotoxicológicos:	Ensaio de toxicidade aguda e crônica	Descartar o dado inválido
<u>V8a - <i>Ceriodaphnia silvestrii</i></u> Final do ensaio: -Letalidade dos organismos adultos no controle $\leq 20\%$ - Número médio de neonatos no controle $\geq 15\%$	Ambiente dulcícola; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaio de toxicidade crônica)	Descartar o resultado do ensaio de <i>C. silvestrii</i> para a amostra
<u>V8b - Chlorophyceae</u> a) o aumento da biomassa algácea média do controle for no mínimo: -16 vezes superior à biomassa inicial, para $72 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ de exposição; ou - 100 vezes superior à biomassa inicial, para $96 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ de exposição; ou -30 vezes superior à fluorescência inicial, para $72 \text{ h} \pm 2 \text{ h}$ de exposição; b) o coeficiente de variação da biomassa algácea entre as réplicas do controle for menor ou igual a 20 %.	Ambiente dulcícola; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaio de toxicidade crônica)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8b para a amostra
<u>V8c - <i>Daphnia similis</i></u> Final do ensaio: imobilidade no controle $\leq 10\%$	Ambiente dulcícola; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaio de toxicidade aguda)	Descartar o resultado do ensaio de <i>D. similis</i> para a amostra
<u>V8d - <i>Hyalella</i> spp</u> Final da exposição: número de organismos-teste mortos no controle $\leq 20\%$	Ambiente dulcícola; matriz elutriato de sedimento e sedimento integral (Ensaio de toxicidade aguda e crônica)	Descartar o resultado do ensaio de <i>Hyalella</i> spp para a amostra
<u>V8e - <i>Skeletonema costatum</i></u> - densidade celular do controle for 16 vezes maior (crescimento específico maior que $0,9 \text{ d}^{-1}$) - o coeficiente de variação das taxas de crescimento do controle não exceder 7 %; - a variação do pH no controle não exceder mais de uma unidade.	Ambiente estuarino; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaio de toxicidade crônica)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8e para a amostra
<u>V8f - <i>Echinometra lucunter</i></u> Ao final do ensaio a porcentagem de <i>pluteus</i> normais deve ser superior ou igual a 80%	Ambiente estuarino; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaio de toxicidade crônica)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8f para a amostra
<u>V8g - Misidáceo</u> Final do ensaio: letalidade no controle for $\leq 10\%$	Ambiente estuarino; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaio de toxicidade aguda)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8g para a amostra
<u>V8h - <i>Nitokra</i> sp.</u> Letalidade dos organismos no controle for inferior ou igual a 30 %.	Ambiente estuarino; matriz sedimento integral (ensaio de toxicidade aguda e crônica)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8h para a amostra
<u>V8i - Chironomus</u> Porcentagem de organismos mortos no sedimento controle deve ser inferior a 30% Porcentagem de deformidade do mento no sedimento controle deve ser inferior a 20%.	Ambiente dulcícola; matriz elutriato de sedimento e sedimento integral (Ensaio de toxicidade aguda e crônica)	Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8i para a amostra

(*) Para aplicação do V3, devem ser utilizados os dados de condutividade obtidos na temperatura de referência de 25°C , ou seja, os dados devem ser corrigidos para esta temperatura.

Os 6 qualificadores estão indicados no **Quadro 2-2**, bem como a respectiva ação a ser tomada caso o dado não atenda às fórmulas.

Quadro 2-2 – Qualificadores aplicados aos resultados validados.

QUALIFICADOR	TIPO DE AMBIENTE E MATRIZ	EQUAÇÃO OU CRITÉRIO APLICADO	AÇÃO EM CASO DE NÃO ATENDIMENTO À FÓRMULA
Q1 – Série Histórica	Rios; matriz água	$[\text{Parâmetro}_{\text{PMQQS}}] < [\text{Resultado Máximo do Parâmetro Série Histórica}]$ ou $[\text{Parâmetro}_{\text{PMQQS}}] > [\text{Resultado Mínimo do Parâmetro Série Histórica}]$	Dado marcado com o respectivo qualificador
Q2 – Balanço de massas	Todos os ambientes; matriz água	$1,2 \times \text{Parâmetro (total)} \geq \Sigma (\text{Parâmetro}_{\text{Fração 1}} + \text{Parâmetro}_{\text{Fração 2}} + \dots)$	Dado marcado com o respectivo qualificador
Q3 – pH (valores encontrados na literatura)	Todos os ambientes e matrizes	$5 \leq \text{pH}_{\text{águas interiores}} \leq 10$ e $6,5 \leq \text{pH}_{\text{estuário e zona costeira}} \leq 8,5$	Dado marcado com o respectivo qualificador
Q4 – Balanço iônico (*)	Águas interiores; matriz água	Diferença percentual (mEq.L^{-1}) < Critério de aceitação (mEq.L^{-1})	Dado marcado com o respectivo qualificador
Q5 – Ensaio interlaboratoriais	Todos os ambientes e matrizes	Resultado do último ensaio de proficiência for QUESTIONÁVEL ou INSATISFATÓRIO	Resultado do parâmetro deve ser marcado no Banco de Dados com “Q” (questionável) ou “I” (insatisfatório), até que seja apresentada evidência de solução da não conformidade ou da participação em novo ensaio de proficiência com resultados confiáveis para o parâmetro.
Q6 - Metodologia	Todos os ambientes; matriz água e sedimento	Observação da técnica ou metodologia empregada	Os dados obtidos com metodologia diferente da indicada no PMQQS recebem um sinalizador no sistema de banco de dados

Tanto para os validadores quanto para os qualificadores, caso não satisfaçam a regra, deve-se verificar as seguintes condições:

- Solicitar ao laboratório responsável para verificar se houve erro de transcrição de dados na elaboração do laudo. Em caso de erro, o laboratório deve revisar o laudo analítico e reenviá-lo, para que se possa atualizar os dados revisados no sistema de banco de dados;
- Havendo tempo hábil considerando o prazo da análise, a amostra deverá ser reanalisada pelo laboratório responsável. Caso o resultado da nova análise seja diferente da anterior, o dado deverá ser atualizado no sistema de banco de dados com o novo valor;
- Em qualquer alteração no resultado, seja por erro de transcrição no sistema ou por reanálise da amostra, todo o processo de validação e qualificação deverá ser repetido;

- Para as estações automáticas, como os dados são em tempo real, ainda não existe um critério de validação. Os resultados são carregados no sistema de banco de dados integralmente, sendo excluídos somente os valores inválidos como: negativos ou pH fora da faixa de 0-14.

2.6 - Avaliação e consistência dos dados

Os documentos de QA/QC serão encaminhados para a Governança, trimestralmente, em planilhas editáveis, contendo a análise de consistência dos dados físicos e químicos (água e sedimento), biológicos, ensaios ecotoxicológicos, descarga líquida, descarga sólida, testemunho de sedimentos e material particulado em suspensão. A planilha será dividida em abas (**Quadro 2-3**), contendo todas as etapas citadas neste documento e caso alguma análise não tenha sido realizada nesse período, deverá ser indicada, incluindo os motivos de sua ausência no banco de dados. Além da planilha, os anexos deverão conter o banco de dados validado e qualificado para o trimestre ao qual se refere, as planilhas de análises de consistências (cálculos dos validadores e qualificadores), resultado de brancos e duplicatas, operação das estações automáticas, lista taxonômica das comunidades biológicas, ofícios e a ART do coordenador responsável pelo documento.

Quadro 2-3 – Divisão da planilha de resultados de QA/QC do PMQQS.

ABA	DESCRIÇÃO
1	Histórico constando eventuais alterações de metodologias laboratoriais e campo, bem como alterações relacionadas à estrutura organizacional do PMQQS
2	Laboratórios subcontratados
3.1	Resumo metodológico da aplicação de validadores
3.2	Resumo metodológico da aplicação de qualificadores
4.1	Resultados da aplicação de validadores
4.2	Resultados da aplicação de qualificadores
4.3	Inconsistências de campo e/ou de laboratório que resultaram em ausência de dados e as ações corretivas que foram adotadas. Item referente ao monitoramento Convencional
4.4	Observações gerais
5	Informações de brancos e duplicatas, com relação dos brancos de equipamentos acima do Limite de Quantificação – LQ, separados por conjunto de parâmetros (e.g. metais, inorgânicos e outros) e relação do quantitativo percentual de duplicatas inconsistentes por conjunto de parâmetros (e.g. metais, inorgânicos e outros)
6	Resultados dos ensaios interlaboratoriais
7	Método de medição de descarga líquida, informações sobre vazão medida, área molhada, velocidade, vazão estimada e desvio-padrão

ABA	DESCRIÇÃO
8	Curvas-chave validadas
9	Parâmetros de entrada e metodologia para cálculo da descarga sólida
10	Contato do responsável pelo preenchimento da planilha para sanar eventuais dúvidas
Observações	
Anexo 1	Banco de Dados validado e qualificado (células vazias marcadas em azul referem-se a resultados que foram excluídos por não atenderem ao critério de validação)
Anexo 2	Planilha de análise de consistência (validadores e qualificadores)
Anexo 3	Ofícios que justificam as falhas nas coletas e/ou análises que eram apresentadas nos Relatórios de QA/QC
Anexo 4	Branco e duplicatas
Anexo 5	Observações sobre operação e manutenção das estações automáticas
Anexo 6	Lista taxonômica das comunidades biológicas amostradas no período
Anexo 7	ART Coordenador

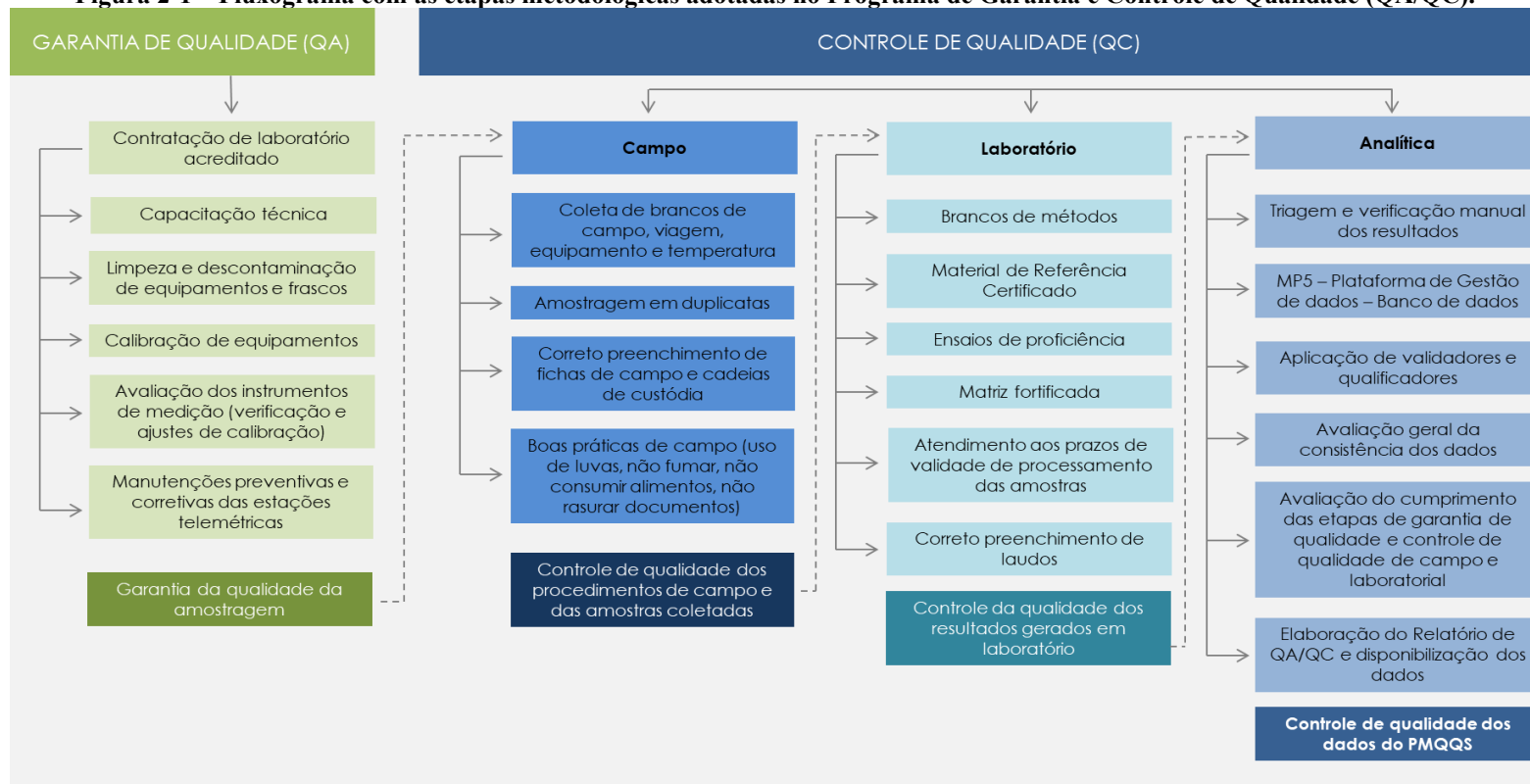
2.7 - Considerações finais

Em resumo, o gerenciamento dos dados se inicia ainda nos cuidados de preparo das coletas, com a análise das cadeias de custódia e dos resultados *in situ* obtidos pelas sondas multiparamétricas. Os resultados das análises laboratoriais passam por critérios de validação e qualificação e, caso algum dado não atenda aos critérios, a reanálise deverá ser procedida pelo laboratório responsável, havendo tempo hábil de análise conforme a recomendação do parâmetro.

Em seguida, os dados recebidos passam por um processo de análise de consistência, onde se realiza a avaliação dos brancos e duplicatas de campo, bem como a comparação dos resultados contidos no banco de dados com seus respectivos laudos analíticos. Caso os resultados não estejam congruentes, deve-se solicitar ao laboratório a confirmação desses dados. Se houver revisão de resultados, o laboratório fica responsável por corrigir o respectivo laudo analítico e retorná-lo para que possa ser corrigido no sistema de banco de dados.

Por fim, para melhor esclarecimento dos trâmites envolvidos no QA/QC, a **Figura 2-1** apresenta um resumo dos procedimentos envolvidos, desde as campanhas amostrais até o protocolo do documento de QA/QC na Governança. Cabe ressaltar que os resultados gerados pelas estações automáticas não possuem um processo de validação e qualificação de dados, sendo gerado apenas os dados brutos. Ainda assim, a verificação do funcionamento das estações automáticas deverá ser incluída nos documentos de QA/QC, indicando eventuais desvios.

Figura 2-1 – Fluxograma com as etapas metodológicas adotadas no Programa de Garantia e Controle de Qualidade (QA/QC).



2.8 - Referências bibliográficas

ANA & CETESB., Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Organizadores: Renan Lourenço O. Silva [et al.] - 2ª Edição. Brasília: ANA, São Paulo: CETESB, 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 16181:2013. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Toxicidade crônica – Método de ensaio com microalgas marinhas. Rio de Janeiro, RJ 27p. 2013.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. ABNT NBR-16435:2015. Controle de qualidade na amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas – Procedimento. Rio de Janeiro, RJ. 10p. 2015a

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR-15469:2015. Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras. 16p. 2015b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 12713:2016. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro, RJ. 27p. 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR-ISO/IEC 17025:2017. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. Rio de Janeiro, RJ. 32p. 2017a.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR-13373:2017 Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera). Rio de Janeiro, RJ. 20p. 2017b.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 13308:2017 Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com misídeos (Crustacea). Rio de Janeiro, RJ. 20p. 2017c.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR-12648/2018 - Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com algas (Chlorophyceae). Rio de Janeiro, RJ. 27p. 2018.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 15350:2020. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata: Echinoidea) Rio de Janeiro, RJ. 31p. 2020.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. ABNT NBR 15470:2021. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda e crônica – Método de ensaio com *Hyaella* spp. (Amphipoda) em sedimentos. Rio de Janeiro, RJ 28p. 2021.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, QUALIDADE E TECNOLOGIA – INMETRO. Orientação sobre validação de métodos analíticos. Documento de caráter orientativo. DOQ-CGCRE-008. 19p. 2011.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. National Functional Guidelines for Organic. Superfund Methods Review. Washington, DC.: USEPA. (EPA-540-R-2017-002). Washington, DC.250p. 2017.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY - USEPA. National Functional Guidelines for Inorganic. Superfund Methods Review. Washington, DC.: USEPA. (EPA-540-R-2017-001). Washington, DC.138p. 2017.

3 - CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE

3.1 - Apresentação

Neste Capítulo são descritos os procedimentos de amostragem e análise dos componentes do PMQQS do Rio Doce, das lagoas adjacentes e da Zona Costeira e Estuários.

No **item 3.2 - Procedimentos de amostragem** são apresentados os procedimentos de amostragem, divididos entre aqueles pertinentes ao sistema fluvial, lacustre, estuarinos e de zona costeira. Os procedimentos de análise estão detalhados no **item 3.3 - Procedimentos de análise**.

3.2 - Procedimentos de amostragem

Nesta seção são apresentados os procedimentos gerais de amostragem (**item 3.2.1 - Procedimentos gerais de amostragem**), empregados nos rios e lagoas (**item 3.2.2 - Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas**) e os que devem ser seguidos para a zona costeira e estuários (**item 3.2.3 - Procedimentos específicos para a amostragem na zona costeira e estuarina**). Os itens estão divididos em amostragens na água e no sedimento e nas demais abordagens específicas a cada ambiente, como descargas, comunidade hidrobiológica e ensaios ecotoxicológicos.

As coletas, análises das amostras e a calibração dos equipamentos serão realizadas por laboratório que possua reconhecimento de competência por meio de acreditação ou homologação (Rede Brasileira de Calibração – RBC ou Rede Brasileira de Laboratórios de Ensaio – RBLE), conforme disposto na NBR ISO/IEC 17025:2017 e na Deliberação Normativa COPAM nº 216, de 27 de outubro de 2017.

Os procedimentos técnicos de amostragem e preservação das amostras de água e sedimentos deste Programa de Monitoramento estão de acordo com as seguintes normas:

- Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidas da Agência Nacional das Águas – ANA & CETESB, 2ª Edição (2023);
- 24rd Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA (2023);
- Prescrições da USEPA - United States Environmental Protection Agency.

Para a realização das coletas de água superficial e sedimentos, o laboratório deve apresentar acreditação nos termos da ABNT NBR-ISO/IEC 17025/2015 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), e contar com profissionais qualificados com formação técnica preferivelmente nas áreas química, biologia ou áreas correlatas.

A seguir, são apresentadas as informações sobre os procedimentos de amostragem a serem adotados. Informações adicionais podem ser encontradas nas referências indicadas acima.

3.2.1 - Procedimentos gerais de amostragem

3.2.1.1 - Garantia de qualidade de amostragem

De acordo com Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (ANA & CETESB, 2023) as práticas listadas abaixo são necessárias para a garantia da qualidade da amostragem. Maiores detalhes sobre o Programa de Garantia e Controle da Qualidade (QA/QC) são apresentadas no **CAPÍTULO 2 – PROGRAMA DE GARANTIA E CONTROLE DE QUALIDADE (QA/QC)**.

- Emprego de pessoal de campo experiente em amostragem de água e sedimento, registro de dados e operação dos equipamentos usados em amostragem de campo;

-
- Discussão e concordância entre todas as partes envolvidas na elaboração do plano de amostragem;
 - Seleção prévia de equipamentos e materiais adequados considerando os aspectos de cada ponto de amostragem e as melhores práticas aplicáveis;
 - Calibração dos equipamentos conduzida por laboratórios da Rede Brasileira de Calibração (RBC);
 - Ajuste intermediário dos equipamentos feito com uso de materiais de referência certificados (soluções padrão) e dentro do prazo de validade, antes do início do dia da amostragem e/ou sempre que necessário (ex. resultado suspeito); as soluções padrão utilizadas deverão estar armazenadas em condições adequadas, ao abrigo da luz e de altas temperaturas e não devem ser reutilizadas;
 - Descontaminação dos equipamentos utilizados na coleta (ex. garrafa de *Van Dorn*, draga, colher, balde, caneca e bandejas) feita diariamente antes de sair para coleta, utilizando escova, água isenta de contaminantes e detergentes não fosfatados para a lavagem, embalados após a secagem em sacos plásticos ou papel filme, objetivando evitar a contaminação oriunda de outra fonte que não a amostra;
 - Avaliação da acessibilidade aos pontos de amostragem e infraestrutura disponível;
 - Avaliação e implantação de adequada logística de armazenamento das amostras e transporte dos equipamentos;

Além dos requisitos acima, as seguintes medidas serão implementadas em campo como parte do sistema de garantia de qualidade do PMQQS:

- Antes da realização do branco, em campo, lavar novamente os equipamentos com água deionizada ou ultrapura imediatamente antes da sua realização.
- Antes de iniciar a coleta da água bruta, lavar (rinsar) os equipamentos com a água do próprio corpo hídrico imediatamente antes da tomada de água do ponto. Este procedimento deverá ser repetido entre os pontos coletados no mesmo dia pela mesma equipe de campo.

- Atender aos requisitos de Saúde e Segurança da instituição responsável pelo monitoramento, bem como do laboratório responsável pela coleta e, também, ao que preconiza a FDS de cada produto químico utilizado (ex: preservantes).
- Registro, manutenção e repassasse de informações dos resultados de calibrações/verificações de medidores e qualquer manutenção realizada nos equipamentos de campo;
- Todas as notas e observações da amostragem deverão ser registradas em fichas de campo e/ou documento equivalente;
- Checagem das fichas de campo e dos rótulos das amostras ao final da coleta em cada ponto e quando as amostras chegam ao laboratório para verificar sua completude e precisão;
- As coletas devem ocorrer nas localizações dos pontos de amostragem identificadas pelas coordenadas geográficas apresentadas no **Quadro 1-4 e Quadro 1-5 do CAPÍTULO 1 - DOCUMENTO-BASE**.
- As atividades de campo e os locais de amostragem, bem como anomalias ou possíveis fontes de interferência nos dados (p. ex. florações de cianobactérias, bancos de macrófitas, animais mortos, despejos de esgoto, turbidez diferente do normal, entre outros) serão registrados com fotos que deverão ser disponibilizadas;
- Será certificado que todos os sacos, garrafas e recipientes de amostragem estejam rotulados, com o código da amostra e o ponto de amostragem. As baterias de todos os dispositivos serão carregadas totalmente antes dos eventos de amostragem de campo e deverão dispor de bateria ou equipamento reserva para uso imediato;
- Todas as medições de campo e amostras de água e de sedimentos serão coletadas voltando-se para montante (direção oposta ao fluxo da água) para evitar leituras imprecisas e/ou contaminação da amostra;
- As amostras de água e comunidades hidrobiológicas serão coletadas antes de coletar as amostras de sedimentos;

- Não será permitido fumo ou consumo de alimentos ou bebidas durante a amostragem. O uso do protetor solar e repelentes de insetos e carrapatos deverá ser evitado durante a amostragem. Sugere-se o uso antes da saída para a coleta;
- O material coletado deverá ser colocado imediatamente no gelo;
- A bancada utilizada como base para coleta de brancos deverá ser higienizada, assim como deve se ter o cuidado com a limpeza da embarcação, diminuindo o risco de contaminação da amostra;
- Mangueiras, cordas, borrachas e outras partes dos equipamentos de coleta suscetíveis a acumular material devem ser avaliadas diariamente e trocadas constantemente e sempre que necessário para evitar a contaminação cruzada;
- O profissional responsável pela coleta irá manter-se o mais limpo possível ao manusear os equipamentos e recipientes de amostragem, seguindo instruções que incluem:
- Usar um novo par de luvas nitrílicas (ou luvas de látex sem talco) entre as atividades de coleta de água e de sedimentos e sempre que necessário (ex. manuseio de partes sujas);
- Usar somente sacos plásticos, garrafas e recipientes fornecidos pelo laboratório;
- Não tocar a parte interna dos recipientes, das tampas ou a boca dos mesmos.

3.2.1.2 - Lista de documentos, equipamentos e materiais

São descritos abaixo os documentos, equipamentos e materiais mínimos necessários para a amostragem de água e sedimentos. Estes poderão ser adaptados pelo Laboratório Acreditado responsável pela amostragem, desde que haja concordância prévia da instituição gestora deste monitoramento.

Documentos de referência:

- Plano de saúde e segurança;

- Fichas de informação de segurança de material (MSDS ou FDS) dos preservantes utilizados na amostragem;
- Plano de trabalho com orientações sobre amostragem;
- Mapa das estações de amostragem com escala adequada às condições do campo.

Saúde e segurança:

- Kit de primeiros socorros;
- Telefone por satélite, telefone celular ou rádio comunicador;
- Macacões impermeáveis até a altura do peito (jardineira impermeável), quando necessário;
- Equipamentos de proteção individual: capacetes, colete de alta visibilidade, óculos de segurança (estes, quando aplicável), botas, colete salva-vidas, luvas nitrílicas ou de látex sem talco, calças, jaquetas impermeáveis, entre outros necessários para realização da atividade;
- Proteção contra raios solares como protetor solar, uniforme de manga longa e proteção UV, chapéus, cobertura no barco, entre outros;
- Repelente para insetos diversos;
- Água potável com temperatura adequada para consumo e em quantidade suficiente para toda a equipe envolvida na amostragem;
- Sinalização de segurança (cones, placas, cavaletes, fitas, entre outros);
- Condutores dos veículos e embarcações habilitados e capacitados conforme Legislação vigente.

Amostragem e preparo das amostras:

- Embarcação com documentação vigente, com características e capacidade adequadas para o ambiente e metodologia de trabalho e, todos os acessórios e equipamentos de coleta e de segurança do barco (por exemplo, âncora, remo, boia, cabo, identificação de capacidade do barco);
- Frascaria adequada para cada tipo de análise ou ensaio (ver **item 3.3.1.2 - Lista de documentos, equipamentos e materiais**) e frascaria reserva para o caso de falta, perdas ou danos de frascaria.
- Caixas térmicas para armazenagem de amostras;
- Água deionizada para brancos de campo e limpeza dos equipamentos;
- Sabão não fosfatado para limpeza dos equipamentos não descartáveis;
- Gelo para a conservação de amostra em quantidade suficiente para manter a temperatura até sua chegada ao laboratório.
- Possuir equipamentos essenciais sobressalentes (ex. sondas).

Outros:

- GPS;
- Cordas e fitas para equipamentos, amarração e tracionamento;
- Câmera digital com pilhas/baterias ou celular com câmera de boa qualidade;
- Material para escrita;
- Veículo compatível com os tipos de acesso aos locais de amostragem, com acessórios adicionais para transporte de equipamentos e embarcação, devidamente mobilizado junto a área de segurança do trabalho.
- Corda de nylon em comprimento adequado para uso em ancoragem e equipamentos de coleta como garrafa de amostragem e dragas;

- Medidor de profundidade portátil acústico;
- Termômetro de bancada para verificação da temperatura do ar.

3.2.2 - Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas

A seguir são apresentadas as diretrizes e orientações específicas para a amostragem em rios, UHEs e lagoas. Serão abordados os procedimentos de coleta de água, sedimento, descarga líquida e sólida, material particulado em suspensão (MPS), biota aquática e ensaios ecotoxicológicos.

3.2.2.1 - Amostragem de água

3.2.2.1.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais

- Sonda multiparâmetros (temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, turbidez e salinidade) verificada diariamente e calibrada quando necessário, com solução padrão;
- Equipamento de filtragem manual para metais dissolvidos;
- Filtros descartáveis com porosidade de 0,45 µm, para filtração em campo de amostras a serem submetidas a análises das frações dissolvidas dos analitos de interesse;
- Baldes de aço inox AISI 316L polido em quantidades e de tamanhos adequados às amostragens, quando aplicável;
- Garrafa de *Van Dorn* de fluxo horizontal em tamanho adequado às amostragens, aproximadamente 10 L (se for de aço inox, utilizar o AISI 316L polido);
- Garrafa de *Niskin* de fluxo vertical em tamanho adequado às amostragens em lagoas (se for de aço inox, utilizar o AISI 316L polido).

3.2.2.1.2 - Procedimentos técnicos

Serão seguidos os procedimentos gerais de amostragem apresentados no **item 3.2.1** - conforme aplicável. Mais especificamente, serão seguidos os seguintes critérios:

- No local de coleta, preferencialmente à sombra, em superfície limpa, deverá ser feito o branco de equipamentos seguindo essas etapas: 1) colocar ou trocar luvas nitrílicas ou de látex sem talco no início do procedimento da coleta de brancos; 2) adicionar água deionizada ou ultrapura aos equipamentos de coleta simulando uma coleta de água, ou seja, deve passar por todos os equipamentos antes de ser adicionada aos frascos, inclusive passar pelo filtro com membrana para análise dos metais dissolvidos. Deve ser utilizada de uma única vez o volume suficiente de água para preencher toda as frascarias; 3) adicionar água ultrapura na garrafa de *Van Dorn*, despejar o conteúdo da garrafa nos frascos; caso sejam utilizados baldes ou canecas, o conteúdo da garrafa deverá passar por estes materiais antes de adicionar nos frascos; 4) os frascos para análise de parâmetros microbiológicos devem ser preenchidos diretamente pelo bico da garrafa de *Van Dorn*, sem auxílio da mangueira; 5) os frascos para análise dos demais parâmetros devem ser coletados com auxílio da mangueira da garrafa;
- Em cada ponto de monitoramento de rio e tributários deverá ser feita a verificação da homogeneidade da seção para definir o procedimento de coleta a ser adotado – amostragem simples ou composta (5 amostras simples igualmente espaçadas na seção transversal do canal). A determinação da homogeneidade será feita através de uma travessia na seção transversal do ponto de monitoramento, determinando continuamente os resultados do parâmetro condutividade elétrica, obtidos com uma sonda multiparamétrica submersa a 0,30 m da superfície. Caso os valores da condutividade elétrica sejam constantes ou apresentem variação igual ou inferior a 10% pode-se considerar a seção homogênea, e neste caso será seguido o procedimento descrito no **item 3.2.2.1.2.1 - Coleta simples**. Do contrário, serão seguidas as instruções para a coleta de amostras compostas no canal apresentadas no **item 3.2.2.1.2.2 - Coleta composta**. O cálculo do percentual (%) da variação da condutividade é obtido da seguinte forma: % variação = (condutividade maior/condutividade menor)*100 -100. No ponto RDO 16, considerando o histórico de variação da condutividade, será assumida a heterogeneidade da seção. Dessa forma, será realizada a amostragem composta, sem a necessidade de

verificar a condutividade na seção transversal. Essa abordagem tem como objetivo reduzir o tempo de exposição dos coletores, minimizando riscos à saúde e à segurança;

- Os dados de condutividade elétrica das seções dos rios monitorados devem ser salvos na memória da sonda, para depois serem disponibilizados no Banco de Dados (BD) que compõe o relatório QA/QC;
- No caso de pontos de amostragem localizados em lagoas, serão seguidas as instruções para amostragem apresentadas no **item 3.2.2.1.2.3 - Coleta de amostras em ambientes lênticos**.
- Quando a profundidade do rio ou lagoa for baixa, as coletas deverão ser realizadas com calça-bota (jardineira impermeável). Neste caso específico, o técnico de campo deverá entrar na água com cuidado para não ressuspender o sedimento de fundo e causar aumento de turbidez na água;
- Quando a profundidade do rio ou lagoa for baixa, mas as condições de entrada do técnico de campo com calça bota forem inviáveis por questões de segurança, deve-se utilizar uma embarcação menor ou caiaque para a realização da coleta e a ancoragem da embarcação ou do caiaque deve ser feita no ponto de coleta.

3.2.2.1.2.1 - Coleta simples em ambientes lóticos

Caso haja homogeneidade da seção transversal do rio, será realizada uma amostragem simples, seguindo as instruções abaixo:

- Se não for possível ancorar o barco para a realização da coleta em rios, a mesma poderá acontecer com o motor ligado, desde que a proa do barco fique voltada contra a correnteza da água, de modo que a coleta aconteça sem sofrer influência dos óleos que, eventualmente, possam sair do motor do barco.
- Antes ou concomitante a introdução da sonda na água, deve-se realizar a leitura do parâmetro temperatura do ar (*in situ*), posicionando o termômetro portátil à sombra, podendo ser a sombra do próprio corpo e aguardar até a estabilização do valor para realizar a leitura e registro;

-
- Para a leitura dos parâmetros na água, primeiramente será medida a profundidade (m), com uma sonda de profundidade ou equipamento acústico, e na sequência serão realizadas as demais medições de campo através do uso da sonda em um ponto mais próximo do meio da largura do curso d'água, onde esteja localizado o canal central do rio, caso seja seguro fazê-lo. Caso o acesso à parte central do curso d'água não seja seguro, será coletada amostra em um ponto que possa ser acessado com segurança o mais próximo possível ao meio da largura do curso d'água;
 - As medições de campo serão obtidas no mesmo ponto de coleta da amostra superficial, a 0,30 m abaixo da superfície da água. A sonda permanecerá submersa durante, no mínimo, 5 minutos ou durante o tempo necessário para a estabilização dos valores dos parâmetros conforme fabricante. Após a estabilização, as medições deverão ser salvas na memória da sonda e preenchidas na ficha de campo.

O procedimento de coleta das amostras seguirá os seguintes passos:

- Voltando-se para montante, a amostra de água superficial será coletada com garrafa de fluxo horizontal, a 0,30 m de profundidade. Esta é a profundidade considerada limite entre águas superficiais e profundas, segundo ANA & CETESB (2023);
- A amostragem deve seguir a seguinte ordem: microbiológicos → amostras que não podem sofrer aeração → análises químicas (exceto metais) → metais dissolvidos → metais totais → ecotoxicológicos → comunidades biológicas. Após a coleta das amostras que não podem sofrer aeração a homogeneização do conteúdo da garrafa deve ser realizada quantas vezes forem necessárias;
- Para variáveis que não podem sofrer aeração (ex.: sulfeto, DBO, Ferro II e III), a amostragem deverá ser realizada com o máximo de cuidado, a fim de evitar bolhas no momento da coleta ou no fechamento do frasco. Esta amostragem pode ser realizada com o auxílio do batiscafo;
- Para amostras que não podem sofrer aeração, deve-se completar o volume do frasco, não deixando espaço vazio, com cuidado para não vazar o líquido coletado no frasco, para que o preservante/reagente não seja perdido ou a concentração final do preservante seja reduzida;

-
- Para amostras que podem sofrer aeração, o procedimento de enchimento dos frascos será sequencial, até que todos estejam com o volume de água necessário para os ensaios, tomando o cuidado de manter um espaço vazio no frasco, quando possível, para sua posterior homogeneização. Antes da coleta dessa sequência de amostras, a garrafa deverá ser homogeneizada ao menos uma vez, preferencialmente antes da coleta de sólidos, para evitar acúmulo de sedimentos no fundo;
 - Para os metais dissolvidos, a água do local será filtrada em campo. A filtração será realizada com bomba de vácuo (com compressor ou manual, em pressão adequada a passagem da amostra sem rasgar o filtro), considerando pré-condicionar a unidade filtrante a fim de prepará-la para receber a amostra. O pré-condicionamento consiste em:
 - Ambientar o recipiente com água deionizada; dispor uma unidade filtrante (membrana) de 0,45 μm no aparelho filtrante;
 - Passar um volume de 50 mL de água deionizada pelo filtro e eliminar;
 - Em seguida, passar o mesmo volume de água bruta do próprio local de amostragem pelo filtro, retirada da garrafa de coleta e eliminar;
 - Após o pré-condicionamento com água deionizada e água bruta do local de coleta, eliminar qualquer resíduo de água deionizada e de água bruta armazenada para iniciar a filtração e a coleta de amostra de água, como segue:
 - Encher o receptor com o volume necessário de amostra;
 - Filtrar a amostra no filtro pré-condicionado e armazená-la no frasco;
 - Caso ocorra saturação, o filtro será substituído por outro novo, que será condicionado da mesma forma citada acima e o volume necessário para o ensaio será completado;
 - Na ausência de bomba de vácuo manual, uma seringa com suporte de filtração (*swinnex*) poderá ser utilizado como método alternativo, seguindo o mesmo procedimento de pré-condicionamento, com filtro de porosidade 0,45 μm .

-
- Visando minimizar a possibilidade de contaminação, os frascos de amostra serão abertos imediatamente antes do seu enchimento e vedados imediatamente após o enchimento;
 - Os frascos com as amostras serão colocados em caixas térmicas com gelo, e as caixas deverão ser mantidas fechadas durante o trajeto. Não devem ser utilizadas bolsas de gelo;
 - Serão respeitados os procedimentos de preservação e os prazos de validade para todas as amostras coletadas, os quais são descritos no item **3.3 - Procedimentos de análise**.
 - Os passos acima apresentados serão repetidos quando houver a coleta de duplicata, não sendo necessária a duplicata para amostras biológicas (fitoplâncton e organismos bentônicos) e ensaios ecotoxicológicos.

Os reservatórios das UHE's monitorados no PMQQS funcionam a fio d'água e apresentam características de ambientes lóticos, portanto devem seguir as mesmas instruções de coleta de amostra, avaliando a condutividade na seção transversal. Caso seja constatado variação da condutividade acima de 10%, a amostragem deverá ser composta, descrita no tópico a seguir.

3.2.2.1.2.2 - Coleta composta em ambientes lóticos

Caso não haja homogeneidade da seção transversal, será realizada uma amostragem composta. A amostra composta será obtida através da combinação de cinco amostras individuais simples de 1 L (sub-amostras) de água, ou o volume necessário de sub-amostras para encher todos os frascos, coletadas em pontos uniformemente espaçados ao longo da largura do rio, perpendicularmente à sua margem. As sub-amostras, que compreendem 1/5 da amostragem total para o ponto, serão coletadas a uma profundidade de 0,30 m. Cada sub-amostra preencherá os frascos, diretamente da garrafa. Os parâmetros que não podem sofrer aeração ou fracionamento (ex.: sulfetos, DBO, microbiológicos, ferro II e III e fitoplâncton) serão coletados unicamente no ponto central da seção.

Dados de campo também deverão ser medidos em cada um dos 5 pontos sub-amostrados que compuseram a amostra composta. Dessa maneira, os parâmetros serão determinados através do uso das sondas multiparamétricas no mesmo ponto de coleta da

amostra superficial, a 0,30 m abaixo da superfície da água. A sonda deverá permanecer submersa durante, no mínimo, 5 minutos ou durante o tempo necessário para a estabilização dos valores dos parâmetros.

O procedimento de coleta das amostras compostas é descrito abaixo:

- Será feito o planejamento da localização dos pontos de coleta das sub-amostras. Os pontos de coleta de sub-amostras serão uniformemente espaçados através da largura do canal, incluindo 2 amostras a uma distância de 1 a 2 m a partir da margem/linha de água em movimento;
- No primeiro ponto de coleta de sub-amostra, e voltando-se para montante, serão registradas as medições de campo a uma profundidade de 0,30 m abaixo da superfície da água, usando sonda multiparamétrica. Após a estabilização, os dados deverão ser salvos na memória da sonda e preenchidos na ficha de campo;
- Voltando-se para montante, será coletada uma sub-amostra de 1 L na superfície, ou em volume suficiente para todas as sub-amostras preencherem todos os frascos, com garrafa de fluxo horizontal e despejada no respectivo frasco de coleta;
- Para cada ponto de coleta de sub-amostra, deverão ser seguidos os passos descritos nos procedimentos técnicos para coleta de amostra simples, até que tenham sido coletadas as cinco sub-amostras;
- As sub-amostras deverão ser imediatamente transferidas para os frascos de amostras fornecidos pelo laboratório, tomando-se o cuidado para encher 1/5 de cada fraco em cada sub-amostragem. O procedimento será repetido até que todos os frascos estejam com o volume de água necessário para os ensaios, tomando o cuidado de manter um espaço vazio no frasco para sua posterior homogeneização (exceto para amostras que não podem sofrer aeração, que deverão ser coletadas na seção central do ponto amostral). Os frascos deverão ser abertos imediatamente antes do enchimento e fechados logo após, evitando que fiquem abertos sem coleta de água.

3.2.2.1.2.3 - Coleta de amostras em ambientes lânticos

Nos pontos localizados nas lagoas, a profundidade máxima do ponto determinará o número de amostras de água a serem coletadas. A aferição da profundidade total deve ser feita preferencialmente com equipamento acústico.

Para a medição da transparência da água será utilizado o disco de Secchi. As leituras deverão ser feitas com a embarcação ancorada e sempre no mesmo ponto. No lado sombreado da embarcação, o disco de Secchi deverá ser descido lentamente na água até o ponto de seu desaparecimento por completo. Ao retornar com o disco de Secchi pela coluna d'água, o limiar entre sua extinção e seu reaparecimento é a transparência da água que deverá ser medida. Este parâmetro será feito somente nas lagoas.

Para os pontos com profundidade igual ou inferior a 3 m, será coletada apenas uma amostra de água na subsuperfície (profundidade I) a 0,5 m abaixo da superfície.

Para os pontos com profundidades maiores que 3 m, serão realizadas, no máximo, 3 coletas:

- Profundidade I (Subsuperficial): coleta a 0,5 m abaixo da superfície;
- Profundidade II (1% da Radiação Fotossintética Ativa - RFA): determinada pela multiplicação da profundidade de transparência de Secchi por 3 (três);
- Profundidade III (Fundo): 0,5 m acima do fundo. Antes da coleta da amostra na PIII, a profundidade total deverá ser verificada novamente, garantindo que o barco não se locomoveu.

Nas coletas da profundidade I e II a medida indicada deverá ser considerada a partir da boca superior da garrafa (ex. profundidade I, a boca superior da garrafa deverá estar numa profundidade de 0,5m da superfície); nas coletas da profundidade III a medida indicada deverá ser considerada a partir da boca inferior e nesse caso, a boca inferior da garrafa deverá estar numa profundidade de 0,5m do fundo. Para isso as equipes deverão conhecer as dimensões dos equipamentos e considerar estas na determinação da profundidade de coleta.

Caso haja dificuldades de coleta, respeitando as profundidades de 0,5m da superfície e 0,5m do fundo, a mesma deverá acontecer da melhor forma possível e as condições adversas de coleta deverão ser detalhada na ficha de campo.

Quando as profundidades II e III indicadas forem coincidentes ou ficarem até 0,5 metros de distância entre si, deverá ser eliminada a coleta na profundidade II e essa condição deverá ser justificada na ficha de campo.

Nos pontos localizados nas lagoas onde a profundidade for maior que 10 m, serão realizadas perfilagens verticais, com medições a cada 1 m ao longo de toda a profundidade, dos parâmetros temperatura da água, oxigênio dissolvido, percentual de saturação de OD, pH, condutividade elétrica, turbidez e potencial de oxirredução.

Os aparatos utilizados para a amostragem de água em corpos lênticos compreendem:

- Disco de Secchi para avaliação da transparência;
- Sondas multiparamétricas com cabos longos (> 30 m) para determinar os parâmetros pH, condutividade elétrica, oxigênio dissolvido, turbidez, temperatura da água e profundidade ao longo da coluna d'água (*in situ* e perfilagem a cada metro);
- Medidor portátil de profundidade (equipamento acústico);
- Termômetro portátil para medição de temperatura do ar;
- Amostradores de fluxo vertical, tipo garrafa de Ninskin, com corda graduada.

Para a amostragem em profundidade, os seguintes procedimentos serão seguidos:

- Após determinar a profundidade, coletar água com a garrafa no estrato de profundidade de interesse;
- Para o enchimento do primeiro frasco após a coleta microbiológica, desconectar a mangueira da garrafa e desprezar a água contida na mangueira;

-
- Preencher os frascos com água e repetir o procedimento até que todos estejam com o volume de água necessário, tomando o cuidado de manter um espaço vazio para sua posterior homogeneização (exceto amostras que não podem sofrer aeração);
 - No caso de amostras que não podem sofrer aeração (DBO e sulfetos), a mangueira deve ser estrangulada, introduzida até a boca do recipiente, sem ter contato com o frasco e, após, o estrangulamento deve ser liberado lentamente, estabilizando o fluxo da mangueira e preenchendo completamente o volume do frasco, não deixando espaço vazio;
 - Para os metais dissolvidos, a água do local será filtrada em campo, imediatamente após a coleta e antes de adicionar às garrafas de amostra contendo conservantes. Os procedimentos de coleta seguirão conforme indicado no item **3.2.2.1.2 - Procedimentos técnicos**.

3.2.2.2 - Amostragem de sedimentos

3.2.2.2.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais

- Equipamentos calibrados e verificados para as medições de pH e ORP *in situ* em sedimento;
- Carta-controle contendo informações diárias sobre a verificação dos eletrodos anteriormente ao início das atividades de amostragem;
- Soluções de calibração e kit de manutenção dos equipamentos de medição de pH e ORP;
- Draga manual *Van Veen* de aço inoxidável AISI 316L polido ou equivalente;
- Sacos plásticos e/ou recipientes de amostragem pré-rotulados;
- Colher de aço inoxidável;
- Bacias de aço inoxidável AISI 316L (para misturar amostras compostas de sedimento);

3.2.2.2.2 - Procedimentos técnicos

Serão seguidos os procedimentos gerais de amostragem apresentados no **item 3.2.2 - Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas**, incluindo procedimentos de branco dos equipamentos indicados em **3.2.2.1.2 - Procedimentos técnicos**, conforme aplicável. Mais especificamente, serão seguidos os seguintes critérios:

- A coleta de sedimentos ocorrerá somente após os procedimentos de coleta para qualidade de água. Será certificado que o equipamento de coleta de água tenha sido guardado, de modo que ele não seja contaminado por sedimentos durante a amostragem;
- No caso de pontos de amostragem localizados em rios com largura inferior a 75 metros (m) e em lagoas e reservatórios, serão seguidas as instruções para amostragem composta simples apresentadas no **item 3.2.2.2.1 - Procedimento para coleta de amostra composta única**;
- No caso de pontos de amostragem localizados em rios com largura superior a 75 m, serão seguidas as instruções para a coleta de amostras compostas no canal apresentadas no **item 3.2.2.2.2 - Procedimento para coleta de amostra composta através do canal**;
- No caso de amostragem de testemunhos de sedimento de fundo, a mesma será realizada através da técnica de amostragem por gravidade “Gravity Core” ou “Kajak Core”. Maiores detalhes estão apresentados no **item 3.2.2.2.3 - Procedimento para coleta de amostras em testemunhos de sedimento**.

3.2.2.2.2.1 - Procedimento para coleta de amostra composta única

Será coletada uma amostra composta usando uma draga manual *Van Veen* em aço inox ou equipamento equivalente. A amostra composta irá conter os 5 cm superiores da camada de sedimentos de pelo menos três amostras individuais coletadas em um ponto, em cada local de amostragem. As amostras serão coletadas de preferência em áreas de deposição (agradção) identificadas pela presença de sedimento siltoso, argiloso e arenoso mais fino. O volume coletado para cada amostra será a quantidade de sedimento suficiente para encher todos os

frascos, respeitando a capacidade em que foi acreditado segundo o INMETRO. Os métodos de coleta de sedimento usando uma draga são descritos a seguir:

- Os equipamentos de amostragem de sedimento serão enxaguados duas vezes com água ambiente antes da amostragem para a remoção de qualquer material aderente;
- Voltando-se para montante, a draga aberta será baixada lentamente até o fundo do curso d'água, lentamente, (velocidade aproximada de 0,5 m/s), até que ela atinja o fundo;
- Será certificado de que a linha esteja o mais vertical possível e então o coletor procederá com o fechamento da draga;
- A draga será puxada lentamente para a superfície;
- Quando a draga com o sedimento emergir da água, será verificado se as garras estão completamente fechadas. Caso haja alguma planta ou rocha presa nas garras que impeça o seu fechamento completo, a amostra será descartada e o processo será reiniciado. Se persistirem as dificuldades para a coleta de amostras adequadas, pode ser necessário mudar ligeiramente o local da amostragem;
- A draga deverá estar, pelo menos, 60% cheia e apresentar uma superfície homogênea. Se o conteúdo da draga for aceitável, escorrer a água superficial inclinando a draga suavemente com cuidado, procurando não perturbar a camada superior de sedimento;
- Serão medidos imediatamente pH e ORP no sedimento coletado na primeira dragada, a fim de se minimizar os efeitos de oxidação da amostra após exposta ao ambiente;
- Será usada uma colher de aço inoxidável limpa para coletar o sedimento da superfície (minimamente, os 5 cm superiores) de cada amostra e colocar em um recipiente de aço inoxidável limpo para criar a amostra composta única. Buscar-se-á não coletar o sedimento que tenha estado em contato com os lados da draga, para minimizar potencial de contaminação por metal a partir do dispositivo de amostragem;
- Em algumas situações a coleta do material despejado na bandeja poderá ser completa. Isso ocorre quando não são observadas diferentes fases granulométricas e o conteúdo mínimo de 3 dragadas é suficiente para ser homogeneizado na bandeja.

-
- Os passos acima apresentados serão repetidos tantas vezes quanto for necessário para atender a quantidade mínima para a amostra considerando também os ensaios ecotoxicológicos e, quando houver, a duplicata;
 - Será tomado exatamente o mesmo volume de cada sub-amostra. Para evitar a oxidação e contaminação, os volumes das sub-amostras a serem misturados serão mantidos até o momento da homogeneização, em saco plástico ou bandeja de aço inox, de acordo com os ensaios a serem realizados;
 - A amostra de sedimento composta única será misturada até que sua cor e textura fiquem homogêneas;
 - Os recipientes de amostra de sedimento fornecidos pelo laboratório serão preenchidos com a amostra de sedimento composta. Os recipientes não precisam necessariamente ser preenchidos por completo, mas deve ser coletado um volume de amostra suficiente que permita análises e reanálises;
 - Todo o equipamento será lavado com água ambiente entre as dragadas;
 - Devem-se respeitar os procedimentos de preservação e os prazos de validade para todas as amostras coletadas, os quais são descritos no **item 3.3 - Procedimentos de análise**.

3.2.2.2.2 - Procedimento para coleta de amostra composta através do canal

A amostra composta através do canal será formada por duas amostras compostas de sedimento (em locais de deposição), sendo que em cada uma haverá ao menos três sub-amostras. As coletas serão realizadas por uma draga manual do tipo *Van Veen*, ou equipamento equivalente, em locais onde forem observadas zonas de deposição ao longo da largura do curso d'água, perpendicularmente à sua margem. Caso não existam zonas de deposição no canal, a coleta poderá ser realizada em locais representativos nas margens. Será guardada uma distância mínima de 2 m das margens e massas iguais das amostras individuais vão compor uma amostra única que será analisada.

As amostras serão coletadas de preferência em áreas de deposição identificadas pela presença de sedimento silteoso e arenoso mais fino, onde aplicável. O volume de amostras deverá obedecer ao mínimo estabelecido pelo laboratório de análise. Os métodos de coleta de sedimento usando uma draga manual de *Van Veen* são descritos a seguir:

- Será feito o planejamento da localização dos pontos de coleta das sub-amostras, observando o espaçamento e as zonas de deposição;
- Serão seguidos os passos indicados no **item 3.2.2.2.1 - Procedimento para coleta de amostra composta única;**
- Seguindo-se para o próximo local da coleta de amostra composta, as etapas acima serão repetidas até que tenham sido coletadas de três a cinco sub-amostras.

3.2.2.2.3 - Procedimento para coleta de amostras em testemunhos de sedimento

Para realização da amostragem dos testemunhos de fundo, as seguintes premissas serão adotadas, baseado em USEPA (2001):

- Caso a profundidade da água seja inferior a 2 metros ou um mergulhador esteja disponível para realização da amostragem, a coleta dos testemunhos deve ser realizada por meio de tubos (cilindros) de aço inoxidável ou de policloreto de polivinila (PVC) com diâmetro de 70 ou 75 mm. O material do tubo deve ser resistente e inerte;
- Deve ser utilizada, preferencialmente, uma membrana plástica (Polietileno) para revestir a cavidade interna dos tubos coletores de testemunho. Esta membrana dispensa a necessidade de descontaminação do tubo a cada amostragem, preserva a integridade do testemunho em sua abertura, e ainda possibilita seu transporte, caso seja necessário. Para inserir esta membrana no tubo coletor, utiliza-se uma vara onde se tem fixada em sua extremidade uma esfera de diâmetro um pouco inferior à abertura do tubo coletor, de modo que faça a aderência da membrana por toda a parede do tubo. Após inserir a membrana, a extremidade superior é fechada e a inferior é fixada pelo lado de fora do tubo, com fita adesiva resistente (tipo “fita prata”);

- Se a utilização de membrana plástica como revestimento não for possível, a limpeza do tubo deverá ocorrer antes de cada amostragem;
- Caso a profundidade da água seja superior a 2 metros e inferior a 20 metros, a coleta dos testemunhos deve ser realizada através da técnica de mergulho ou utilizando um testemunho por gravidade "Gravity Core" ou "Kajak Core", sendo esses 2 últimos procedimentos também usados para profundidades superiores a 20 metros;
- Quando a coleta, o amostrador deve causar menor turbulência possível na água, evitando ondas de pressão, bem como deve ser garantido que o mesmo seja inserido verticalmente. Quando retornado à superfície, o amostrador estará totalmente fechado;
- Antes de retirar a amostra, o exterior do amostrador será cuidadosamente enxaguado com a água do próprio ponto de amostragem;
- Entre cada evento de amostragem, o equipamento de amostragem será limpo no interior e exterior, seja mergulhando e retirando o equipamento rapidamente da água ou com água coletada do local a ser amostrado;
- Os testemunhos serão fatiados em camadas de 5 cm até a profundidade de 10 cm e em camadas de 10 cm até 1 metro. Cada camada será analisada de acordo com os parâmetros estipulados no **Quadro 1-9 do CAPÍTULO 1 - DOCUMENTO-BASE**;
- Para a medição dos parâmetros *in situ* de cada camada, as amostras não deverão ser homogeneizadas, para que não ocorra aeração do sedimento.
- Serão respeitados os procedimentos de preservação e os prazos de validade para todas as amostras coletadas, os quais são descritos no **item 3.3 - Procedimentos de análise**.

3.2.2.3 - Descarga líquida

A medição de vazão, também chamada de descarga líquida, será realizada utilizando-se o método acústico, conhecido como ADCP – *Acoustic Doppler Current Profiler*, naqueles pontos de monitoramento descritos no **Quadro 1-9** do **CAPÍTULO 1 - DOCUMENTO-BASE**. As medições serão mensais e ocorrerão no mesmo dia em que forem realizadas a determinação dos parâmetros de qualidade em campo e a coleta das amostras de água.

Nas situações em que não for possível a medição pelo método acústico, será empregado o método convencional, com molinete. Altas concentrações de sólidos em suspensão são um exemplo de interferência que poderá impossibilitar a utilização do método acústico.

Para cada uma das determinações efetuadas, uma ficha de medição de descarga líquida será apresentada com as informações utilizadas para o cálculo da medição efetuada, sendo que, para os métodos acústicos, esta ficha já é fornecida automaticamente pelo próprio equipamento. Ainda nos casos das medições dos métodos acústicos, o envio dos arquivos de medição dos equipamentos se faz necessário para atendimento das diretrizes da ANA.

Como referência para os procedimentos metodológicos serão utilizados documentos da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA 2011; 2012; 2014).

3.2.2.4 - Descarga sólida em suspensão

Para a determinação da descarga sólida em suspensão, será utilizada a medição indireta pela amostragem da mistura água-sedimento. Já para a determinação da distribuição granulométrica dos sólidos suspensos será utilizado o método da granulometria a laser.

O amostrador a ser utilizado para a determinação da descarga sólida em suspensão será adequado às características da seção e do escoamento do curso d'água, conforme as especificações recomendadas pelo manual HidroSedimentos (ANA, 2013), reproduzidas **Figura 3-1**.



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQOS

PMQOS

ET-001_24675238-00_00-B

Em campo, poderão ser feitas adaptações do volume do recipiente, desde que não haja perda metodológica. Todas as informações sobre mudanças e adaptações deverão ser indicadas nos relatórios de QA/QC.

Figura 3-1 - Amostrador indicado de acordo com as características do curso d'água

(Fonte: Manual HidroSedimentos. ANA, 2013)

Denominação	EUA	Brasil	Bicos	Volume	Velocidade (m/s)		Profundidade		Peso (kg)
					Mínima	Máxima	Máxima (m)	ho (cm)	
US DH-48	AMS-1	1/4	pint	0,46	2,71	2,74	8,9	1,8	
US DH-59		3/16	pint	0,46	1,52	4,57	11,4	10,0	
US DH-59	AMS-3	1/4	pint	0,46	1,52	2,74	11,4	10,0	
US DH-76		3/16	quart	0,46	2,01	4,57	8,1	11,3	
		1/4	quart						
US DH-81		3/16	liter	0,61	1,89	2,74	10,2	0,5	
US DH-81		1/4	liter	0,46	2,32	2,74	10,2	0,5	
US DH-81		5/16	liter	0,61	2,13	2,74	10,2	0,5	
US DH-95		3/16	liter	0,64	1,89	4,57	12,2	13,2	
US DH-95		1/4	liter	0,52	2,13	4,57	12,2	13,2	
US DH-95		5/16	liter	0,64	2,26	4,57	12,2	13,2	
US DH-2		3/16	liter	0,61	1,83	10,67	8,9	13,6	
US DH-2		1/4	liter	0,61	1,83	6,10	8,9	13,6	
US DH-2		5/16	liter	0,61	1,83	3,96	8,9	13,6	
USD-49	AMS-2	1/8, 3/16 1/4	Pint quarter			5,5	0,10	27,5	
US D-74		3/16	pint quart	0,46	2,01	4,57	10,4	28,1	
US D-74		1/4	pint quart	0,46	2,01	2,74 4,57	10,4	28,1	
US D-74A1		3/16	pint quart	0,46	1,80	4,57	10,4	19,1	
US D-74A1		1/4	pint quart	0,46	1,80	2,74 4,57	10,4	19,1	
US D-95		3/16	liter	0,52	1,89	4,57	12,2	29,0	
US D-95		1/4	liter	0,61	2,04	4,57	12,2	29,0	
US D-95		5/16	liter	0,61	2,04	4,57	12,2	29,0	
US D-96		3/16	3 liters	0,61	3,81	33,53	10,2	59,9	
US D-96		1/4	3 liters	0,61	3,81	18,29	10,2	59,9	
US D-96		5/16	3 liters	0,61	3,81	11,89	10,2	59,9	
US D-96A1		3/16	3 liters	0,61	1,83	33,53	10,2	36,3	
US D-96A1		1/4	3 liters	0,61	1,83	18,29	10,2	36,3	
US D-96A1		5/16	3 liters	0,61	1,83	11,89	10,2	36,3	
US D-99		3/16	6 liters	1,07	4,57	67,06	24,1	124,7	
US D-99		1/4	6 liters	0,91	4,57	36,58	24,1	124,7	
US D-99		5/16	6 liters	0,91	4,57	23,77	24,1	124,7	
US P-61A1		3/16	pint quart	0,46	3,05	54,86 36,58	10,9	47,6	
US P-63		3/16	pint quart	0,46	4,57	54,86 36,58	15,0	90,7	
US P-72		3/16	pint quart	0,46	1,62	21,95 15,55	10,9	18,6	
USP-46	AMS-4	3/16				22	12	91	
De saca	AMS-8	1,8 3/16 1/4				100	variável	14,4 (sem lastro)	

Para a amostragem da descarga sólida de sedimentos em suspensão, a integração vertical será considerada, seja no método de Igual Incremento de Largura (IIL) ou no método de Igual Incremento de Descarga (IID). O método de IID será utilizado nos casos em que houver um bom conhecimento da distribuição de vazões ao longo da seção transversal do curso de água e do histórico de vazões. O método de IIL será utilizado em cursos de água estreitos, que permitem a travessia a vau (atravessa-se andando – baixas profundidades) e /ou em cursos d'água com fundo de leito arenoso, onde a distribuição de vazões ao longo da seção transversal não é homogênea. O método a ser utilizado será mantido ao que vem sendo efetuado para cada estação amostral, que foram definidos a partir da primeira campanha de amostragem, quando foram conhecidas as condições de cada curso d'água.

Os seguintes documentos serão utilizados como referência de procedimentos metodológicos para medição da descarga sólida:

- Carvalho *et al.*, 2000. Guia de Práticas Sedimentométricas da ANEEL, disponível no site da instituição (http://www2.aneel.gov.br/biblioteca/downloads/livros/Guia_prat_port.pdf);
- Carvalho, 2008. Hidrossedimentologia Prática. Ed. Interciência. Rio de Janeiro. 599 p. 2008.
- ANA, 2013. HidroSedimentos: um programa para cálculo de tempo de amostragem de sedimentos em suspensão a partir da medição de vazão com equipamentos acústicos Doppler: versão 2.0 - 07/02/2012. Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina, elaboração dos originais: Álvaro José Back. – Brasília. 2013.

3.2.2.5 - Amostragem de material particulado em suspensão (MPS)

Nos mesmos pontos de medição de descarga sólida, será feita a amostragem de MPS. Deverá ser coletado um volume de água necessário para a amostragem na profundidade de 0,3 m, mergulhando o recipiente diretamente no corpo hídrico, com o objetivo de gerar massa suficiente de material particulado em suspensão para análise química de todos os parâmetros.

A amostra de água bruta deverá ser coletada, preservada e enviada ao laboratório em até 24 h a partir da coleta para início do processo de análise. A amostra, ao chegar no laboratório, será filtrada com o intuito de separar o material particulado em suspensão (ou sólidos totais em suspensão), que será posteriormente seco e analisado, conforme especificado nos respectivos métodos analíticos (**item 3.2.1.2 - Lista de documentos, equipamentos e materiais**).

A filtração das amostras será realizada por meio de filtros tipo cápsulas descartáveis, utilizando-se membranas com as seguintes especificações:

- Para a análise de metais: Membrana com poro de 0,45 μm e 142 mm de diâmetro - Membrana Mista de Ésteres;
- Para as demais análises (p.ex. Carbono, Nitrogênio, etc.): Membrana com poro de 0,45 μm e 47 mm de diâmetro - Membrana em fibra de vidro 85/90 BF.

Um novo filtro descartável será usado a cada filtração de amostra, de modo a evitar a contaminação cruzada. Após a filtração total em que o material particulado ficou retido, o filtro é removido, rotulado e o procedimento de secagem deverá ser iniciado. Durante todo o procedimento deverá ser utilizada pinça para manuseio dos filtros, evitando o contato manual e a contaminação da amostra.

Caso haja obstrução do papel de filtro antes da conclusão da filtração total da amostra, este será substituído e o procedimento continuado em nova membrana. Neste caso, a unidade de filtração não precisa ser substituída (somente o papel filtro). Todos os papéis filtro coletados para cada amostra serão considerados na análise química como uma única amostra.

Caso necessário, pode ser realizada uma pré-filtração da amostra de água em um filtro de 1,2 μm (ou maior) para impedir a colmatação do filtro de 0,45 μm . Contudo, o material retido no filtro utilizado na pré-filtração deve ser usado no cálculo de análise do MPS.

3.2.2.6 - Amostragem de fitoplâncton

As coletas do fitoplâncton e cianobactérias serão feitas juntamente com a coleta das amostras para análises físico-químicas da água, conforme descrito no **item 3.2.2.1 - Amostragem de água**, tomando o cuidado de distribuir alíquotas da mesma amostragem nos diferentes frascos. Para o estudo quantitativo do fitoplâncton, amostras de 1 litro serão acondicionadas fixadas com solução de lugol neutro ou acético. Para as análises qualitativas em rios, um volume suficiente de amostra será filtrado com passagem de rede diretamente na subsuperfície da água, utilizando uma rede com abertura de malha de 20 μm . Recomenda-se que a rede fique no mínimo 5 minutos suspensa na subsuperfície em ambientes com correnteza ou sejam realizados de 5 a 10 arrastes horizontais em ambientes sem correnteza. As amostras deverão ser fixadas com formol a 5% ou solução de transeau, ou ainda há a possibilidade de a amostra ser enviada viva ao laboratório, mas para isso o tempo em trânsito deve ser inferior a 24h.

Para amostragem qualitativa de organismos fitoplanctônicos em lagoas, deve-se fazer 3 arrastos verticais, partindo-se da profundidade máxima (1 metro acima do fundo), garantindo-se, dessa forma, a amostragem integrada de toda coluna d'água do ponto amostral. O executor do procedimento poderá iniciar o arrasto vertical partindo de profundidades menores do que 1 metro acima do fundo, desde que haja segurança e habilidade técnica para que a rede não encoste no fundo da lagoa e provoque ressuspensão dos sedimentos. O material retido no copo em cada arrasto deverá ser recolhido no frasco, de modo que um arraste só terá início quando o material anterior tenha sido totalmente retirado do copo coletor e armazenado na frascaria. Os procedimentos de fixação são os mesmos utilizados para ambientes de rios.

Em lagoas mais rasas (menos de 1,5m de profundidade do ponto), deve-se assumir o mesmo procedimento mencionado para ambientes lóticos sem correnteza, realizando de 5 a 10 arrastes horizontais.

3.2.2.7 - Amostragem de macroinvertebrados bentônicos dulcícolas

A amostragem da comunidade de macroinvertebrados bentônicos será realizada nos mesmos pontos onde ocorre amostragem para análises físico-químicas da água (exceto nos diques). Os habitats para a coleta de amostras devem ser representativos das características físicas e ecológicas do trecho do rio a ser avaliado, sendo dependentes da largura do corpo hídrico e da variabilidade e disponibilidade de habitats.

Deverá ser utilizado um amostrador do tipo Surber (área 0,09 m²), em ambientes lóticos cuja profundidade é menor ou igual a 30 cm (ou equivalente à altura do amostrador). Para tanto deverão ser tomados os seguintes cuidados:

- Posicionar o amostrador Surber em direção contrária ao fluxo da água;
- Evitar a perturbação do ambiente no local em que o amostrador for posicionado;
- O profissional responsável pela amostragem deve se posicionar sempre atrás do amostrador;
- Revolver o sedimento da área delimitada pelo amostrador de tal forma a desalojar todos os organismos;
- Evitar a perda de material pelas laterais da rede e pela face inferior dos delimitadores;
- Concentrar no fundo da rede (ou no copo do amostrador) o conteúdo aprisionado lavando pela parte externa da rede com a água do próprio ambiente e despejar o concentrado em frasco de coleta etiquetado.

Para a coleta em ambientes lênticos ou de profundidade superior a 30 cm deverá ser utilizada uma draga do tipo Petersen (ou similar, com área de pegada mínima de 420 cm²). Para tanto, deverão ser considerados os seguintes critérios e cuidados:

- Amostras nas quais houver perda de material por transbordo ou vazamento serão descartadas;
- As dragadas devem estar preenchidas com no mínimo 3/4 de sua capacidade;
- Evitar a perturbação do substrato durante a amostragem. Caso não seja possível, o aparelho de amostragem deve ter sua descida controlada;
- É desaconselhável que a amostragem de organismos bentônicos seja realizada embaixo de pontes, uma vez que o sedimento sob as pontes pode não ser natural do curso do rio.

Para rios, nas duas situações (Surber ou draga) serão retiradas 9 amostras (réplicas) em cada ponto amostral. O procedimento de coleta das comunidades bentônicas deverá ser feito de tal forma a caracterizar a seção transversal do trecho do rio (margens e leito), contemplando os diferentes tipos de habitats disponíveis. Os coletores deverão tomar o cuidado de perturbar minimamente o ambiente e nunca dragar ou utilizar o Surber em local que já tenha sido perturbado/pisoteado, especialmente nas amostragens feitas “a pé”.

Para lagoas, a equipe se deslocará do ponto de coleta buscando a margem mais próxima do ambiente (área de maior prevalência destes organismos) para a amostragem da fauna bentônica. Serão coletadas 3 (três) réplicas, tomando-se o cuidado de alternar o lado da amostragem e/ou deslocar ligeiramente a embarcação para se evitar lançar a draga exatamente em um ponto já coletado.

Após a coleta os organismos serão acondicionados em sacos plásticos, devidamente identificados por local, data e hora da coleta, e fixados em formalina devidamente neutralizada (com bórax ou bicarbonato de sódio) entre 4 e 10%. Para posterior conservação, os organismos podem ser mantidos em formol ou transferidos para álcool 70%.

3.2.2.8 - Amostragem para ensaios ecotoxicológicos

As amostras serão coletadas usando os mesmos procedimentos descritos para coleta de água superficial (item 3.2.2.1 - Amostragem de água) e sedimento (item 3.2.2.2 - Amostragem de sedimentos), sendo este em sua integralidade ou o elutriato de acordo com a norma NBR-15469:2021 (ABNT, 2021), sempre levando-se em conta as especificidades do ambiente (lagoas ou rios). A amostragem para este estudo ocorrerá juntamente com a coleta das amostras para análises físico-químicas. Para os pontos de lagoas com mais de 3 m de profundidade, a coleta de água será feita nas P1 (0,5 m abaixo de superfície) e P3 (0,5 m acima do substrato de fundo). Nos pontos de lagoas com profundidade igual ou inferior a 3 m, somente será coletada uma amostra de água na P1.

3.2.3 - Procedimentos específicos para a amostragem na zona costeira e estuarina

3.2.3.1 - Amostragem de água

3.2.3.1.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais

Além dos itens indicados no item 3.2.2.1.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais, serão necessários, não limitados a estes:

- Sonda com sensor de profundidade;
- Garrafas de fluxo horizontais de Van Dorn de capacidade suficiente para uma amostragem completa (sem necessidade de compor amostra);
- Equipamento de filtragem manual;
- Filtros descartáveis com porosidade de 0,45 µm, para filtração em campo de amostras a serem submetidas a análises das frações dissolvidas das substâncias de interesse;
- Sonda multiparâmetros adequada para perfilagem em águas salobras e salinas.

3.2.3.1.2 - Procedimentos técnicos

A coleta de água na zona costeira deverá ocorrer a 0,15 m da lâmina d'água (P15), no qual os dados dos parâmetros de campo serão coletados *in situ* na camada superficial, enquanto a de fundo ocorrerá a 0,50 m da profundidade máxima (P50), evitando que o equipamento encoste no fundo, provocando a suspensão de sedimento. A profundidade máxima do ponto de amostragem é verificada em campo, com auxílio do ecobatímetro da embarcação e deverá respeitar a isóbata de 10 m. Nas coletas da zona costeira serão realizadas perfilagens verticais a cada 1 m, utilizando sonda multiparamétrica lastreada para medição dos parâmetros salinidade, condutividade elétrica, temperatura da água, profundidade, turbidez e oxigênio dissolvido.

Em estuários a profundidade total do ponto também será verificada com equipamento acústico portátil, e nos casos em que a profundidade for inferior a 2 metros, não haverá necessidade de realizar perfilagem e a coleta deverá ocorrer somente na profundidade de 0,5 m do fundo (P50). Para estuários com profundidade superior a 2 m deverá ser feita a investigação de condutividade para avaliação de estratificação, obtida pela diferença das medições em P15 e em P50. Neste caso, serão medidas as condutividades em P15 e em P50, sendo que os valores serão anotados no campo de observações da ficha de campo. Quando a estratificação for inferior a $10.000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, a coleta deverá ser realizada somente na profundidade P50 e nesse caso não haverá necessidade de realização da perfilagem. Caso a diferença de condutividade seja superior a $10.000 \mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$, a coleta deverá ser realizada nas profundidades P15 e profundidade P50. Nesse caso deverá ser feita a perfilagem vertical a cada 1 metro.

As medições de parâmetros de campo ocorrerão concomitantemente com as coletas de água, usando garrafas *Van Dorn* horizontais (ou semelhantes) nas mesmas profundidades. As garrafas estarão lastreadas para evitar ao máximo que derivem em função das correntes locais, provocando amostragens em profundidades equivocadas. Caso seja observada uma deriva

excessiva da garrafa, verificada através do ângulo do cabo (45°), será aumentada a quantidade de lastro utilizada.

Nos estuários e na zona costeira as regiões norte e sul deverão ser amostradas no mesmo ciclo de marés, preferencialmente. Também deverá ser considerado a proximidade dos pontos de zona costeira com os pontos de estuário correspondente, sendo as coletas feitas na mesma sequência. Caso aconteçam condições metaoceanográficas que prejudiquem o calendário de coletas na zona costeira, é aceitável que o intervalo da correspondência entre estuários e zona costeira seja maior. Porém, é recomendado que se faça em um primeiro momento os pontos de zona costeira sul (ZCS) seguidos pelos pontos de estuários localizados ao sul da foz do Rio Doce. E em um segundo momento, os pontos de zona costeira norte (ZCN) seguidos pelos estuários ao norte do Rio Doce. Não deve ser dado intervalos entre coletas de zona costeira e estuários de uma mesma região (Sul e Norte), no entanto, importante observar que mesmo que as coletas ao sul ou ao norte sejam prejudicadas e possuam um intervalo maior entre elas, devido à condição metaoceanográfica desfavorável para coleta na zona costeira, as coletas de um mesmo bloco (zona costeira + estuário) devem ocorrer em um mesmo tipo de maré (quadratura/sizígia). Por fim, a sequência de coleta de estuários deverá seguir a mesma sequência/direção das coletas de zona costeira.

A amostragem em estuários deverá ser feita, preferencialmente, na segunda metade do ciclo, na maré enchente, até a preamar. A informação da condição da maré no momento da coleta (vazante/enchente/estofo) deverá ser descrita nas fichas de campo. Tais informações poderão ser obtidas pelas tábuas de marés indicadas pela Marinha do Brasil (<https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>). Não é necessário informar a altura da maré, apenas informar a condição no momento da coleta.

A amostragem de água ocorrerá antes da amostragem de sedimentos, a fim de evitar que a ressuspensão de sedimentos causada pela utilização do amostrador de fundo interfira nos parâmetros de qualidade de água.

Os métodos de coleta são descritos a seguir:

- Confirmada a profundidade (m) local através do ecobatímetro da embarcação, os parâmetros de campo serão medidos usando uma sonda portátil de qualidade de água na sub-superficial (0,15 m abaixo da superfície) e no fundo (0,50 m acima do fundo). Concomitantemente à cada medição *in situ*, serão realizadas as coletas de água. As medidas de profundidade aproximadas (m) e medições de campo deverão ser registradas no caderno de campo e/ou na ficha de campo para eventuais consultas em nível de Controle de Qualidade (QC);
- Todas as amostras de água serão coletadas voltando-se a proa do barco para a direção oposta da corrente superficial, com o motor da embarcação desligado, para evitar leituras imprecisas e/ou contaminação da amostra. A garrafa de *Van Dorn* horizontal será inserida na água e mergulhada a, aproximadamente, 0,15 m abaixo da superfície, considerando o meio da garrafa. Será coletada a amostra de água superficial permitindo que a garrafa se encha completamente;
- Após a garrafa de *Van Dorn* ser trazida de volta à embarcação, desconectar a mangueira da garrafa e desprezar a água contida na mangueira;
- Distribuir seu volume proporcionalmente nos diversos frascos destinados aos ensaios químicos, como forma de garantir a homogeneidade da amostra;
- As primeiras alíquotas de água da garrafa de *Van Dorn* deverão ser para as amostras microbiológicas, que devem ser retiradas direto da garrafa (sem passar pela mangueira);
- Em seguida deverão ser retiradas as amostras que não podem sofrer aeração (oxigênio dissolvido, sulfeto e compostos orgânicos voláteis e fenóis), no qual a mangueira deve ser introduzida estrangulada na boca do recipiente, sem contato com o frasco, liberando-se lentamente o regulador de fluxo da mangueira e preenchendo completamente o volume do frasco, não deixando espaço vazio e nem bolhas;
- Sempre que necessário e após a coleta das amostras que não podem aerar, deve-se buscar homogeneizar a garrafa para evitar a sedimentação de partículas e alteração das características da água coletada;

- Para as amostras que podem sofrer aeração, repetir o procedimento até que todos os frascos estejam com o volume de água necessário, tomando o cuidado de manter um espaço vazio para sua posterior homogeneização;
- Para os metais dissolvidos, a água do local será filtrada em campo imediatamente após a coleta e antes de adicionar nos recipientes de amostra contendo conservantes específicos para cada parâmetro, conforme descritos no **Quadro 3-2**. A unidade filtrante passará por um pré-condicionamento antes da filtração, como forma de prepará-la para receber a amostra. O pré-condicionamento deverá seguir os mesmos passos informados no item **3.2.2.1.2.1 - Coleta simples**;
- Após o pré-condicionamento, o seguinte procedimento será seguido:
 - Posicionar o filtro no local adequado, com o cuidado necessário para não haver contaminação;
 - Preencher a unidade filtrante com água suficiente para passar pelo filtro e encher o frasco destinado à amostra;
 - Proceder com a filtração aplicando a pressão necessária à água para passar sem correr o risco de rompimento da membrana filtrante (entre 10 e 30 mmHg);
 - Repetir o procedimento até obter o volume necessário para o ensaio.
- Caso ocorra saturação, o filtro será substituído por outro novo e o volume necessário para o ensaio será completado;
- Visando minimizar a possibilidade de contaminação, as garrafas de amostra serão abertas somente no momento antes da coleta;
- Os frascos para análise laboratorial serão colocados em caixas térmicas ou isopores com gelo para preservação das amostras;
- Os passos anteriores serão repetidos, enchendo-se uma segunda série de garrafas de amostra de fundo (0,50 m do fundo);

-
- Serão respeitados os procedimentos de preservação e os prazos de validade para todas as amostras coletadas, os quais são descritos no **item 3.3 - Procedimentos de análise**;
 - Os volumes de água necessários para análise de todos os parâmetros serão informados pelo laboratório contratado para realização das análises.

De modo a evitar contaminação cruzada durante a amostragem, os materiais de coleta devem ser lavados em campo com água destilada ou deionizada, após o término da coleta no ponto amostrado.

3.2.3.1.2.1 - Perfilagem

A perfilagem com sonda multiparâmetros será realizada em todos os pontos de monitoramento da zona costeira e deverá ser feito em intervalos de 1 m até o fundo marinho. O procedimento de perfilagem deverá ser realizado depois da amostragem de água e antes da amostragem de sedimentos, a fim de evitar alterações na coluna d'água causadas pela passagem e descarte de sedimentos coletados.

Antes de ter início o cruzeiro, a sonda que será utilizado terá sua calibração verificada e, caso seja necessário, o equipamento será recalibrado. Todos os registros de verificação e calibração serão mantidos e apresentados sempre que solicitados.

A sonda multiparamétrica deverá ser lastreada para evitar ao máximo que derive em função das correntes locais. Caso seja observada uma deriva excessiva, verificada através do ângulo do cabo (45°), será aumentada a quantidade de lastro utilizada.

Após a utilização do equipamento em cada ponto amostral, alguns cuidados devem ser tomados, conforme descrito por NONNATO (2004):

- Os sensores devem ser lavados com água doce, e caso seja observado presença de contaminação por algum tipo de óleo, os sensores deverão ser lavados com detergente não-iônico;

- Permitir que o equipamento seque totalmente antes de colocá-lo em sua embalagem. Deixar o equipamento secar naturalmente à sombra, sem utilizar nenhum tipo de papel absorvente ou pano, evitando a degradação dos sensores e criação de ambiente propício para o crescimento de fungos. Deve-se também evitar a exposição a excesso de calor no convés, onde será realizada a operação;
- Evitar que o instrumento sofra danos por choque mecânico durante o procedimento de perfilagem, transporte e estocagem;
- Verificar o estado dos conectores, sempre os mantendo em sua posição correta e o estado das baterias do equipamento;
- Quando apropriado, lubrificar os conectores dos sensores com o lubrificante indicado pelo fabricante.

3.2.3.2 - Amostragem de sedimento

3.2.3.2.1 - Lista de documentos, equipamentos e materiais

- Amostrador tipo Petersen, ou equivalente, com área amostral mínima de 0,1 m² e janela de inspeção para sub-amostragem da meiofauna;
- Guincho motorizado ou hidráulico para içamento dos amostradores;
- Espátulas e/ou colheres plásticas ou em aço inox descontaminados;
- Bandeja plástica ou em aço inox;
- Peneiras ou redes para separação da fauna bentônica (meiofauna e macrofauna);
- Recipientes plásticos ou de vidro pré-rotulados;
- Água deionizada para lavagem das espátulas.

3.2.3.2.2 - Procedimentos técnicos

Os procedimentos para amostragem de sedimentos seguem as recomendações presentes nos documentos ANA & CETESB (2023) e NBR-15469:2015.

O lançamento do equipamento para coleta de sedimentos será feito após o término da coleta de água e após a perfilagem com sonda multiparâmetros. Por causarem ressuspensão de sedimentos durante a coleta, as amostragens de sedimentos podem afetar a qualidade da água no local.

Poderá ser utilizado um equipamento do tipo *box-corer* para a amostragem de sedimentos, que será manuseado por um profissional experiente e o seu uso exige muita atenção para evitar acidentes. Caso mostre-se inviável a utilização de *box-corer*, será utilizado, alternativamente, o amostrador de Petersen Modificado (e.g., nome comercial *Day Grab*), tendo em vista seu menor tamanho, que permite uso em embarcações menores equipadas com guincho de popa ou de bordo.

Para cada amostra de sedimento serão anotadas data e hora do momento da coleta, além de outras informações pertinentes sobre a coleta no caderno de campo/ficha de coleta.

O aceite das amostras coletadas seguirá alguns princípios básicos de amostragem de sedimentos. A amostra coletada deverá ser representativa do volume interno do amostrador, isto é, deverá representar pelo menos 60% do volume total do amostrador. Em campo deverão ser seguidas as seguintes recomendações para a validação de uma amostra:

- A superfície da amostra sofrerá mínima perturbação possível, evidenciando uma coleta eficiente e não perturbada do fundo submarino;
- Caso a amostra contenha buracos ou apresente sinais de lavagem durante a recuperação, a mesma será descartada e nova tentativa será realizada;
- O sedimento coletado terá, pelo menos, 10 cm de profundidade, a fim de evitar que a sub-amostra tenha entrado em contato com o fundo do amostrador;

-
- Será observado se houve arrasto dos sedimentos finos devido à lavagem da superfície dos sedimentos por vazamentos de água. Caso ocorra a perda dos sedimentos finos e/ou intensa erosão de paredes laterais a amostra deverá ser descartada e uma nova será coletada;
 - Em cada ponto, serão coletadas, pelo menos, três amostras para sua caracterização, formando uma amostra composta ao final. Será observada a característica dos sedimentos coletados dentro do amostrador, levando em consideração o seguinte:
 - Caso seja observada heterogeneidade dos sedimentos coletados dentro do amostrador, será usada uma colher de plástico ou aço inoxidável limpa para coletar o sedimento da superfície (no mínimo 5 cm superiores) de cada amostra e colocar em um recipiente de aço inoxidável limpo para compor a amostra composta;
 - Se o sedimento coletado dentro do amostrador se apresentar totalmente homogêneo, todo seu volume poderá ser aproveitado para compor a amostra composta, desde que a parte coletada não tenha entrado em contato com o fundo do amostrador.
 - Em seguida, as amostras de sedimento serão misturadas até que sua cor e textura fiquem perfeitamente homogêneas e então a amostra será quarteada. Os frascos serão preenchidos preferencialmente com sedimento de um dos quadrantes e a duplicata, quando houver, será preenchida preferencialmente com o sedimento do quadrante oposto. Caso necessário, todo material homogeneizado poderá ser aproveitado;
 - Serão respeitados os procedimentos de preservação e os prazos de validade para todas as amostras coletadas, os quais são descritos no **item 3.3 - Procedimentos de análise**.

3.2.3.3 - Amostragem da fauna bentônica estuarina e costeira

As amostras de fauna bentônica serão obtidas seguindo-se os mesmos procedimentos descritos no item **3.2.3.2 - Amostragem de sedimento**. Após identificação prévia da amostra obtida será realizada a amostragem da macrofauna e meiofauna da seguinte forma:

- Meiofauna bentônica (organismos < 63 μm): Com a draga ainda fechada, amostras para assembléias meiofaunais serão coletadas em cada réplica amostral em uma sub-amostra com tubo de acrílico ou tubo plástico com 5 cm de diâmetro e 3 cm de profundidade. A sub-amostragem da meiofauna se dará através da janela de inspeção da draga, antes da sua abertura. Serão coletadas 3 sub-amostras de meiofauna, uma de cada réplica. As sub-amostras serão diretamente preservadas com formol a 4% e conduzidas ao laboratório, onde serão peneiradas;
- Macrofauna bentônica (organismos entre 250 μm e 1 cm): Após a sub-amostragem da meiofauna, o restante da amostra dentro do amostrador irá constituir a amostra de macrofauna bentônica. A amostra para macrofauna será peneirada a bordo em malha de 250 μm , usando água do próprio local (evitando-se contaminação externa da amostra). Após peneiramento, as amostras retidas em cada peneira devem ser preservadas separadamente em recipientes com formol a 4% ou álcool 70% com rosa de bengala.

3.2.3.4 - Amostragem para ensaios ecotoxicológicos

As amostras para os ensaios de ecotoxicidade em estuários serão coletadas usando os mesmos procedimentos descritos para coleta de água superficial (**item 3.2.3.1 - Amostragem de água**) e sedimento (**item 3.2.3.2 - Amostragem de sedimento**), sendo este em sua integralidade ou o elutriato de acordo com a norma NBR-15469:2021 (ABNT, 2021), sempre levando-se em conta as especificidades do ambiente. A amostragem para este estudo ocorrerá juntamente com a coleta das amostras para análises físico-químicas. A coleta de água para ensaios ecotoxicológicos nos estuários deve ser feita somente em P50.

3.3 - Procedimentos de análise

3.3.1 - Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos

Neste item são apresentados os parâmetros de qualidade determinados em campo e/ou laboratório, tanto para amostras de água (doce, salobra e salina) quanto para amostras de sedimento. Os métodos apresentados são normalizados por referências técnicas especializadas em análises químicas. O laboratório contratado deverá comprovar, através de evidências, que possui competência para performar as análises conforme especificações metodológicas de cada matriz. As evidências se darão por certificações como a ABNT NBR ISO/IEC 17025, ensaios interlaboratoriais, calibrações de equipamentos em laboratórios credenciados pela RBC, entre outros que comprovem o adequado desempenho do laboratório.

3.3.1.1 - Medições em campo

Todas as medições efetuadas durante a realização dos serviços de amostragem serão provenientes do uso de equipamentos e instrumentos de medição com comprovada calibração, que deverá ser realizada por laboratórios externos acreditados à Rede Brasileira de Calibração (RBC). Todo certificado de calibração fornecido deverá ser analisado criticamente pelo responsável pela amostragem, quanto ao atendimento dos requisitos da norma ABNT ISO/IEC 17025 e aos requisitos metrológicos especificados pelo fabricante, assim como deverá estar no prazo de validade de um ano após a data de calibração

Além da calibração, todos os equipamentos e instrumentos de medição deverão ser verificados com Materiais de Referência (MR) ou, quando possível, Certificados (MRC) de acordo com a ABNT NBR-ISO 17034:2017.

3.3.1.1.1 - Faixas de uso

Para os parâmetros físicos e químicos foram estabelecidas faixas de uso, que devem estar de acordo com os certificados de calibração dos equipamentos a serem utilizados. O **Quadro 3-1** apresenta as faixas de uso consideradas aptas a atender o PMQQS proposto e as respectivas metodologias. As medições em campo deverão ser realizadas, preferencialmente, por uma sonda multiparamétrica.

Quadro 3-1 - Faixas de uso para as análises em campo.

MENSURANDO	MATRIZ	MÉTODO	FAIXA DE USO
pH	Água e sedimento	SMWW 4500-H ⁺ B	0 a 14
Condutividade	Água	SMWW 2510 B	0 a 100.000 µS.cm ⁻¹
Oxigênio Dissolvido	Água	SMWW 4500-O G	0 a 15 mg.L ⁻¹ 0 a 100%
Potencial de oxirredução	Água e sedimento	SMWW 2580 B	-2000 a + 2000 mV
Turbidez	Água	SMWW 2130 B	0 a 4.000 NTU
Temperatura	Água	SMWW 2550 B	0 a 55°C
Salinidade	Água	SMWW 2520 D	0 a 70

Para o estabelecimento destas faixas foi realizada consulta em Manuais Técnicos ou de Operação das sondas multiparâmetros comercializadas e o conhecimento adquirido sobre as características do ambiente desde o rompimento da barragem até o momento, conforme orientações dos documentos elaborados pela Comissão de Química para atendimento aos requisitos de amostragem para a NBR-ISO/IEC 17025.

As medições de profundidade deverão ser realizadas com o sensor de profundidade da sonda ou com ecobatímetro. A temperatura do ar deverá ser medida com termômetro ou com o sensor de temperatura da sonda posicionado na sombra, antes da sua utilização para registro de temperatura da água.

3.3.1.2 - Análises em laboratório

As análises em laboratório devem ser realizadas por laboratórios acreditados nos termos da ABNT NBR-ISO/IEC 17025:2005 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Caso a análise de determinado parâmetro não seja rotineira ou nenhum laboratório nacional possua acreditação, será necessário que o mesmo possua certificações que o qualifique para isso, ou esta análise deverá ser subcontratada.

O laboratório deverá manter em arquivo, por 5 (cinco) anos, os documentos pertinentes aos ensaios analíticos, tais como: cartas-controle, cromatogramas e resultados obtidos em ensaios de proficiência.

3.3.1.2.1 - Limites de quantificação

Os limites de quantificação (LQ) praticados pelos laboratórios contratados para as análises propostas no PMQQS deverão ser iguais ou inferiores aos limites previstos nas seguintes resoluções:

- Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG 08/2022;
- Resolução CONAMA 357/2005;
- Resolução CONAMA 454/2012.

Para aqueles parâmetros que não possuem limite nas resoluções do COPAM e da CONAMA, os limites de quantificação devem ser compatíveis com os valores reportados pela literatura científica. Assim, foram consultadas outras diretrizes do Brasil, como o Padrão de Potabilidade (Portaria GM/MS nº 888, de 04/05/2021), além de diretrizes internacionais como, por exemplo, do Canadá, dos Estados Unidos da América e da União Europeia.

3.3.1.2.2 - Procedimentos analíticos

A metodologia de análise para cada parâmetro está disponibilizada no **Quadro 3-2**, incluindo os ambientes de água e sedimento: doce (rios, lagoas e reservatórios), salobra (estuários) e salina (zona costeira). Para os pontos LMN 01, LMN 02R e RDO 16, deve-se primeiro verificar a salinidade para depois ratificar se a classificação da água está como doce ou salobra. Uma avaliação resumida dos procedimentos de coleta e metodologia de todos os parâmetros avaliados em laboratório pode ser acompanhada no **Quadro 3-2**. É importante destacar que o laboratório responsável pelos ensaios poderá ter metodologias divergentes às orientações deste documento e quando isso ocorrer deve prevalecer os requisitos específicos de cada método, conforme orientado no Guia Nacional de coletas de água e sedimento (ANA & CETESB, 2023).

Na matriz água, os elementos Alumínio (Al), Antimônio (Sb), Arsênio (As), Bário (Ba), Cádmiu (Cd), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Estrôncio (Sr), Ferro (Fe), Molibdênio (Mo), Manganês (Mn), Níquel (Ni), Selênio (Se), Vanádio (V) e Zinco (Zn), nas amostras de água doce, salobra e salgada deverão ser analisados na fração total e dissolvida utilizando a metodologia de preparo de amostra EPA 3051A ou metodologias de preparo acreditadas relacionadas à técnica utilizada, que deve ser a Espectrometria de massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS) – EPA 6020B.

Ainda na matriz água, os elementos boro (B), cálcio (Ca), fósforo (P), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na) devem ser analisados pelo método de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP OES) – EPA 6010D, devido às possíveis interferências que podem surgir durante o processamento das análises, a fim de assegurar a qualidade e a confiabilidade das análises.

Nas análises de mercúrio (Hg) para a matriz água, devem ser consideradas técnicas de vapor frio que possuem LQs baixos, de forma a quantificar o elemento e atender a Resolução CONAMA n° 357/2005, ou poderá ser analisado por técnicas mais atualizadas, visando a redução do LQ.

Na matriz de sedimentos, o procedimento de preparo da amostra para análise de metais, exceto para o elemento Hg, deve seguir a metodologia EPA 3051A. O elemento Hg nas amostras de sedimento deve seguir o mesmo procedimento utilizado para as amostras de água, atendendo a metodologia EPA 7071A. A técnica utilizada para análise dos elementos Alumínio (Al), Ferro (Fe), Manganês (Mn), Bário (Ba), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Estrôncio (Sr), Fósforo (P), Níquel (Ni), Vanádio (V), Titânio (Ti), Silício (Si) e Zinco (Zn) deve ser, preferencialmente, a de Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES) – EPA 6010D, visto que as concentrações desses elementos apresentam valores elevados na matriz sedimento.

As análises de especiação de Arsênio III, V e Metilmercúrio, realizadas nos testemunhos de sedimento, devem seguir metodologias de preparo que acompanham a técnica analítica aplicada de forma a eliminar interferências que possam ocorrer. A especiação de arsênio deve ser realizada, preferencialmente, pela técnica de Espectrometria de Massa Indutivamente Acoplado à Cromatografia Líquida de Alta Performance (HPLC-ICP-MS). Para a especiação de Metilmercúrio devem ser consideradas técnicas com baixos limites de quantificação como técnicas de vapor frio ou técnicas melhoradas com LQs menores de forma a quantificar o elemento e atender a legislação em relação ao limite de mercúrio total.

Quadro 3-2 – Resumo dos métodos de coleta e análise dos parâmetros avaliados em laboratório.

PARÂMETRO (unidade)	AMBIENTE	PROCEDIMENTOS DE COLETA (ANA & CETESB, 2023)					PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE		
		RECIPIENTE*	QUANTIDADE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	PRAZO DE VALIDADE (1)	MÉTODOS	PRINCÍPIO DO MÉTODO	
Alcalinidade total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	24h	USEPA 310.1/SMWW 2320	Titulação	
Ânions - cloreto total, fluoreto total, nitrito, nitrato, fosfato, sulfato (mg.L ⁻¹)	Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	Cloreto, fluoreto e sulfato-28 dias, fosfato, nitrato e nitrito-48h	EPA 300:1997	Cromatografia iônica - Supressora e Detector de condutividade	
Carbono orgânico total (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	PVA (com tampa de rosca e septo teflon)	100g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C	7 dias (máximo 28 dias)	SMEWW 5310-B	Analizador elementar/ Combustão analítica em alta temperatura	
Carbono orgânico total e dissolvido (mg.L ⁻¹)	Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina)	VA	100 mL	HCl, H ₃ PO ₄ ou H ₂ SO ₄ 1:1 até pH≤2 (água doce) e HCl 1:1. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias (máximo 28 dias)	SMWW 5310-C/D	Método da oxidação com persulfato na presença de calor ou luz UV ou método de oxidação-úmida	
Cianeto livre (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P, V	250 mL	NaOH 10 m até pH>12. Resfriamento (gelo). Manter ao abrigo de luz	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	24h	ISO14403-2 ou SMWW 4500 CN- B, C (preparo) e F (análise)	Método colorimétrico - análise em fluxo segmentado ou Método eletrodo seletivo	
Cloreto total (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	28 dias	EPA 9056A/300.1 ou SMWW 4500 Cl ⁻	Cromatografia iônica - Supressora e Detector de condutividade ou Titulometria	
Clorofila-a e Feoftina (µg.L ⁻¹) (2)	Água bruta (doce, salobra, salina)	VA BL	1L	Resfriamento (em gelo). Proteger da luz (4)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento e ao abrigo da luz	48h	SMEWW - 10200H	Espectrofotometria	

PARÂMETRO (unidade)	AMBIENTE	PROCEDIMENTOS DE COLETA (ANA & CETESB, 2023)				PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE		
		RECIPIENTE*	QUANTIDADE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	PRAZO DE VALIDADE (1)	MÉTODOS	PRINCÍPIO DO MÉTODO
Clorofila-a e Feoftina ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}$) (3)	Água bruta (doce, salobra, salina)	VA BL	1L	Resfriamento (em gelo). Proteger da luz até o momento da filtração	Após filtração a membrana deve ser colocada em um envelope de papel devidamente identificado. Resfrigeração entre 4°C e 10°C	28 dias	SMEWW - 10200H	Espectrofotometria
Condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração $\leq 6^\circ\text{C}$, sem congelamento	28 dias	SMEWW 2510B	Equipamento (potenciômetro) com célula de condutividade e dispositivo compensador de temperatura
Cor verdadeira	Água bruta (doce)	P, V	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração $\leq 6^\circ\text{C}$, sem congelamento	48h	SMEWW 2120 C	Espectrofotometria
DBO _{5,20} ($\text{mg O}_2\cdot\text{L}^{-1}$)	Água bruta (doce)	P, V	500 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração $\leq 6^\circ\text{C}$, sem congelamento	6h-48h	SMEWW - 5210B	Ensaio em 5 dias - 20°C
Distribuição granulométrica (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P	700 g (aprox)	Não requerida	Temperatura ambiente. Manter ao abrigo de luz	6 meses	ISO 13320:2020	Difração a laser, para as frações abaixo da última peneira da série tyler
Dureza total ($\text{mg CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	HNO ₃ 1:1 até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração $\leq 6^\circ\text{C}$, sem congelamento	6 meses	SMEWW 2340	Titulométrico
<i>Enterococcus</i> (NMP.100 mL ⁻¹)	Água bruta (salobra e salina)	P, V (estéreis)	100 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração <10 °C, sem congelamento	24h	SMWW 9230	Técnica da membrana filtrante- presença/ausência em 100 mL
<i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V (estéreis)	100 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração <10 °C, sem congelamento	24h	SMEWW 9223 B	Técnica do substrato enzimático - presença/ausência em 100 mL

PARÂMETRO (unidade)	AMBIENTE	PROCEDIMENTOS DE COLETA (ANA & CETESB, 2023)					PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE		
		RECIPIENTE*	QUANTIDADE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	PRAZO DE VALIDADE (1)	MÉTODOS	PRINCÍPIO DO MÉTODO	
Especiação de As ⁺³ e As ⁺⁵ (mg.L ⁻¹)	Água doce - Pontos do Trecho 1 e em RDO 11 e RDO 12. Testemunho de sedimento (rios, lagoas, estuários e zona costeira)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	28 dias	FDA 4.11.1 (Kubachka <i>et al.</i> 2012) ou SMWW 3114B	Método de plasma indutivamente acoplado / espectrometria de massa (ICP/MS) acoplado a cromatografia líquida de alta performance (HPLC)	
Fenóis (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra e salina)	PVA	100 g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	14 dias	EPA 8270D	Cromatografia gasosa	
Ferro - Especiação Fe ²⁺ (mg.L ⁻¹) ⁽⁹⁾	Água bruta (doce, salobra e salina)	V	250 mL	2 mL HCl. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	24h	SMWW 3500 Fe B	Análise por ICP	
Ferro - Especiação Fe ³⁺ (mg.L ⁻¹) ⁽⁹⁾	Água bruta filtrada (doce, salobra e salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	24h	SMWW 3500 Fe B/EPA 6010C	Análise por ICP	
HPA-Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	V	100g (aprox)	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	14 dias	USEPA 8082 A	Cromatografia gasosa (CG/ECF ou CG/ELCD)	
Mercúrio (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	PP	250 g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	6 meses	Preparo: EPA 3051A Análise: EPA 7471B (vapor frio)	Técnica de vapor frio e análise direta de mercúrio	
Mercúrio (mg.L ⁻¹)	Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	HNO ₃ 1:1 até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	28 dias	Preparo: EPA 3015A; Análise: EPA 7470A ou EPA 245.1 (vapor frio)	Técnica de vapor frio e análise direta de mercúrio.	
Metais e semimetais total e dissolvido (mg.kg ⁻¹) ⁽⁸⁾	Sedimento (doce, salobra, salina)	P	250 g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	6 meses	Preparo: EPA 3050B ou EPA 3051A; Análise: EPA 6010B ou 6010D	Análise por ICP-OES	
Metais, semimetais e selênio (mg.L ⁻¹) ⁽⁶⁾	Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	HNO ₃ 1:1 até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	6 meses	Preparo: EPA 3005A ou EPA 3015A; Análise: EPA 6020B (ICP-MS)	Análise por ICP-MS	

PARÂMETRO (unidade)	AMBIENTE	PROCEDIMENTOS DE COLETA (ANA & CETESB, 2023)				PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE		
		RECIPIENTE*	QUANTIDADE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	PRAZO DE VALIDADE (1)	MÉTODOS	PRINCÍPIO DO MÉTODO
Metais e semimetais (mg.L ⁻¹) ⁽⁷⁾	Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	HNO ₃ 1:1 até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	Boro: 28 dias. Demais parâmetros: 6 meses	Preparo: EPA 3005A ou EPA 3015A; Análise: EPA 6010B ou EPA 6010D	Análise por ICP-OES
Metilmercúrio (5)	Sedimento (doce, salobra e salina)	PP	250 g	Resfriamento (em gelo),	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	6 meses	EPA7471 B ou EPA 3200	Técnica de vapor frio e análise direta de mercúrio
Nitrato (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	48h	SMWW - 4500NO ₃ ⁻	Espectrofotométrico
Nitrito (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	48h	SMWW - 4500NO ₂ ⁻	Espectrofotométrico
Nitrogênio amoniacal total (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	H ₂ SO ₄ até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	SMEWW - 4500NH ₃ ou ISO11732	Espectrofotométrico ou Método colorimétrico - FIA
Nitrogênio Kjeldahl total (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	H ₂ SO ₄ até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	USEPA 351.3 ou SMWW - 4500 N _{org}	Destilação por potenciometria ou outro procedimento ou Espectrofotométrico
Nitrogênio orgânico (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P, V	250 mL	H ₂ SO ₄ até pH<2. Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	SMWW - 4500 N _{org}	Espectrofotométrico
pH (laboratório)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	Frasco de amostra deve ser cheio completamente e mantido fechado até o momento da análise	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	EPA 150.1 ou SMWW 4500 H+ B	Potenciômetro acoplado com eletrodos padrão e de referência e dispositivo compensador de temperatura
Polifosfatos (mg.L ⁻¹)	Sedimento (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	48h	SMWW 4500P-E/4500 P-B (preparo)	Espectroscopia (colorimetria, fotometria)

PARÂMETRO (unidade)	AMBIENTE	PROCEDIMENTOS DE COLETA (ANA & CETESB, 2023)					PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE		
		RECIPIENTE*	QUANTIDADE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	PRAZO DE VALIDADE (1)	MÉTODOS	PRINCÍPIO DO MÉTODO	
Potencial de oxiredução (ORP) - ensaio em laboratório	Sedimento (todos os ambientes)	P	250 g	-	-	-	SMWW 2580 B	Diferença de potencial	
Silício (mg.kg ⁻¹)	Sedimento (doce)	P	250 g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	6 meses	Preparo: EPA 3051A. Análise: EPA 6010D	Digestão ácida em microondas	
Sílica dissolvida (mgSiO ₂ .L ⁻¹)	Água filtrada (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	28 dias	SMWW 4500 SiO ₂ B/C	Espectrometria de absorção atômica ou Gravimetria	
Sólidos (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	PP	250 g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	SMWW 2540 G	Evaporação e peso seco	
Sólidos dissolvidos totais (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	500 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	SMWW 2540 C/E	Evaporação e peso seco	
Sólidos sedimentáveis (mL.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P, V	1,5 L	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	48h	SMWW 2540 F	Evaporação e peso seco	
Sólidos suspensos totais (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	500 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	SMWW 2540 D	Evaporação e peso seco	
Sólidos totais (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	P, V	500 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	SMWW 2540 B/E	Evaporação e peso seco	
Sulfato (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	28 dias	EPA 4500 SO ₄ ²⁻	Espectroscopia (colorimetria, fotometria)	
Sulfeto com H ₂ S não dissociado (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce, salobra, salina)	V	300 mL	Refrigeração ≤ 6°C, NaOH/ZnOAc para pH>9 - refrigeração entre 2 e 6°C	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	SMWW - 4500S2-D,H ou EPA 9030B (preparo) e EPA 9034 (análise)	Espectrofotometria ou Método iodométrico	

PARÂMETRO (unidade)	AMBIENTE	PROCEDIMENTOS DE COLETA (ANA & CETESB, 2023)					PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE		
		RECIPIENTE*	QUANTIDADE	PRESERVAÇÃO	ARMAZENAMENTO	PRAZO DE VALIDADE (1)	MÉTODOS	PRINCÍPIO DO MÉTODO	
Sulfeto total (mg.L ⁻¹)	Água bruta (doce)	VDBO	300 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	SMWW - 4500S ₂	Espectrofotometria, titulação ou colorimétrico	
Teor de Carbonatos (%)	Sedimentos (salobra, salina)	P	700 g (aprox)	-	-	-	Tessier <i>et al.</i> , 1979 ou Loring e Rantala, 1992	Extração sequencial seletiva ou Diferença de massas	
Teor de umidade (%)	Sedimento (doce, salobra, salina)	PP	250 g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	7 dias	SMWW 2540 G	Evaporação e peso seco	
Titânio	Sedimento (doce)	P	250 g	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	6 meses	Preparo: EPA 3051A. Análise: EPA 6010D	Digestão ácida em microondas, plasma acoplado indutivamente - espectrometria de emissão atômica	
Turbidez (NTU)	Água bruta (doce, salobra, salina)	P, V	250 mL	Resfriamento (em gelo)	Refrigeração ≤ 6 °C, sem congelamento	48h	SMWW 2130 B	Método nefelométrico	

- (1) Contado a partir da hora de coleta.
- (2) Filtrado em laboratório.
- (3) Filtrado em campo.
- (4) Caso o pH da água seja inferior a 6, a amostra pode ser preservada com carbonato de magnésio 1%, caso seja considerado necessário.
- (5) Análise deverá ser realizada somente no testemunho de sedimento.
- (6) Metais e semi metais (água) analisados pelo ICP-MS: Alumínio, antimônio, arsênio, bário, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, ferro, manganês, molibdênio, níquel, selênio, vanádio, zinco. (*) somente ambientes dulcícolas e (**) somente fração dissolvida.
- (7) Metais e semi metais (água) analisados pelo ICP-OES: Boro, cálcio*, fósforo, magnésio*, potássio** e sódio*. (*) somente ambientes dulcícolas e (**) somente fração dissolvida.
- (8) Metais e semi metais (sedimento): Alumínio, antimônio, arsênio, bário, berílio, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, estrôncio, ferro, fósforo, manganês molibdênio, níquel, selênio, silício, titânio, vanádio, zinco.
- (9) Conforme discussão com os órgãos ambientais e de recursos hídricos ao longo do monitoramento do PMQQS, foi acordado que as análises de ferro II e III podem ocorrer fora do prazo de validade, desde que os ensaios sejam feitos em laboratório, com total rigor técnico e em conformidade com as boas práticas para garantir a precisão e rastreabilidade do método.

* Recipientes: P = Plástico, V = Vidro, VA = Vidro âmbar, VDBO = Frasco de vidro para DBO, PVA = Polímero polivinil acetato, BL = Boca larga.

3.3.2 - Parâmetros biológicos

3.3.2.1 - Fitoplâncton

3.3.2.1.1 - Procedimentos laboratoriais

Em laboratório o material coletado deve ser submetido à análise quantitativa com a contagem do fitoplâncton nas amostras que foram acondicionadas em frascos escuros e preservadas em lugol neutro ou acético, utilizando-se microscópio invertido, de acordo a metodologia descrita por Utermöhl (1958). Os organismos devem ser contados sob o aumento de 400 vezes, com o auxílio de retículo de Whipple aferido com régua micrométrica calibrada, com contagem em campos aleatórios ou transectos, garantindo a precisão dos resultados. Durante a contagem deve ser estabelecido um limite de precisão de duas maneiras, através da curva de rarefação das espécies, ou seja, adicionando novas unidades de contagem (campos ou transectos) até a estabilização de ocorrência de espécies na análise, bem como pelo estabelecimento de um número mínimo de 100 indivíduos da espécie dominante contados de modo a se determinar erro padrão de até 20% na contagem, obtido por meio da equação abaixo (APHA 2017, CETESB 2005):

$$E = (2/\sqrt{N}) * 10$$

Onde:

E = Erro na contagem, em%;

N = Número unidades constatadas.

As identificações dos organismos fitoplanctônicos deverão ser feitas em nível específico, sempre que possível. Os sistemas de classificação adotados devem ser: Round (1971) para as classes de Chlorophyta; Round (1990) para Bacillariophyta; Komárek & Anagnostidis (1989, 1998 e 2005) para Cyanobacteria; e Round (1965) para as demais classes.

3.3.2.1.2 - Análise de dados

Quando pertinente, serão calculadas as seguintes métricas da comunidade fitoplanctônica:

- Índices biológicos (nível específico): devem ser calculados índices de diversidade de Shannon (bits.ind^{-1} ; SHANNON & WEAVER, 1963), de equitatividade (LLOYD & GHELARDI, 1964), de dominância (SIMPSON, 1949) e de riqueza (ODUM, 1983). Dessa forma, as equações abaixo apresentam o cálculo para os índices de Diversidade de Shannon, Equitabilidade, e Dominância de Simpson, respectivamente. Além disso, avaliar a associação de espécies bioindicadoras: com base nas análises qualitativas e quantitativas da comunidade e com uso de literatura especializada, como Tucci (2002);

- Diversidade de Shannon (H')

$$H' = -\sum_{i=1}^s (p_i \log_2 p_i)$$

Onde:

H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener;

S é o número total de táxons;

$p_i = n_i / N$;

n_i corresponde ao número de indivíduos da espécie

i presente na amostra;

N representa o número total de organismos na amostra.

- Equitabilidade (J')

$$J' = H' / \log_2 S$$

Onde:

J' = índice de equitabilidade de Pielou;

H' = índice de diversidade de Shannon;

S = número total de táxons presente na amostra

- Dominância de Simpson (D)

$$D = \sum \left(\frac{n_i}{N} \right)^2$$

Onde:

- D** = Índice de dominância de Simpson;
- n_i** = Densidade relativa de cada táxon na unidade amostral;
- N** = Número total de indivíduos na amostra.

- Riqueza (R)

Número total de táxons encontrados em uma amostra.

3.3.2.2 - Macroinvertebrados bentônicos dulcícolas

3.3.2.2.1 - Procedimentos laboratoriais

Em laboratório as amostras de sedimento deverão ser lavadas com água corrente em rede com malha 0,25 mm, reduzindo o volume da amostra ao eliminar partículas orgânicas e inorgânicas finas. Após a lavagem o material será triado sobre bandejas de luz e em seguida identificado com o auxílio de lupa e microscópio óptico até o nível taxonômico de famílias utilizando chaves taxonômicas específicas. Organismos de interesse sanitário (p. ex. *Biomphalaria* sp.) e espécies exóticas (p. ex. *Corbicula fluminea*) deverão ser preferencialmente identificados até a menor resolução taxonômica possível.

3.3.2.2.2 - Análise de dados

De posse dos dados, serão calculadas as seguintes métricas da comunidade bentônica:

- Riqueza taxonômica: número de diferentes táxons presentes nas amostras;
- Densidade de indivíduos: número de indivíduos por metro quadrado (ind.m⁻²);
- Índice de diversidade de Shannon (descrito no **item 3.3.2.1 - Fitoplâncton**);
- Índice de diversidade de Simpson (descrito no **item 3.3.2.1 - Fitoplâncton**);

- Equitabilidade de Pielou;
- Índice BMWP (*Biological Monitoring Working Party*, JUNQUEIRA *et al.* 2018): para o cálculo deste item, cada táxon recebe um escore de acordo com o seu grau de tolerância a impactos. A soma dos escores fornece a pontuação final do BMWP que é categorizada em classes de qualidade de água, sendo excelente (> 81 pontos), boa (entre 80 e 61 pontos), regular (entre 60 e 41 pontos), ruim (entre 40 e 26 pontos) e péssima (< 25 pontos);

3.3.2.3 - Fauna bentônica estuarina e costeira

3.3.2.3.1 - Procedimentos laboratoriais

Em laboratório, o procedimento analítico deve seguir padronizações de triagem e identificação taxonômicas.

As amostras de meiofauna (< 63 μm) preservadas em formol 4% devem ser elutriadas em laboratório seguindo os métodos de extração com sílica coloidal ou Ludox (BURGESS, 2001). O material separado com os animais será colocado em placa de Petri para centrifugação manual, sendo o sobrenadante vertido em placas de Dolffus, composta de 200 quadrados de 0,25 cm^2 cada. Em estereomicroscópio, será realizada a contagem dos grandes grupos zoológicos e separação de Nematoda, Tardigrada e Copepoda Harpacticoidea, com auxílio de estilete. Os espécimes serão quantificados e acomodados em tubos de Eppendorf[®] ou similar, com formol a 4%. A classificação taxonômica deverá ser baseada em referências usuais e chaves padronizadas, preferencialmente a nível taxonômico de gênero (SOMERFIELD & CLARKE, 1995; De LEY, 2006).

As amostras de macrofauna (> 250 μm e < 1,0 cm) preservadas em formol devem ser novamente lavadas em água corrente em laboratório e transferidas para álcool 70%. As amostras serão triadas por estereomicroscópio e os organismos triados e identificados ao nível de família (Filo Annelida e Filo Mollusca) e ordem (Sub-filo Crustacea e outros). Este nível de classificação é suficiente para análises estatísticas convencionais posteriores e elimina grande esforço taxonômico na identificação de espécies (SOMERFIELD & CLARKE, 1995).

Diversos guias e chaves taxonômicas podem ser usadas para a identificação da macrofauna bentônica em nível de família, e muitas referências foram publicadas sob a forma de livro no Brasil ou em jornais especializados (e.g., FAUCHALD, 1977; AMARAL *et al.*, 2006).

Organismos pertencentes a grupos dominantes ou de especial interesse taxonômico, poderão ser encaminhados a especialistas para uma identificação ao menor nível possível, sendo mantidos em suas coleções, ou encaminhados para coleções cadastradas no CRIA (e.g., Museu de Zoologia da USP, UNICAMP).

3.3.2.3.2 - Análise de dados

A análise dos dados de organismos da meiofauna e macrofauna bentônica deve considerar os seguintes parâmetros: i) a densidade e biomassa total de organismos (padronizada por metro quadrado m^2) e desvio padrão das réplicas num determinado sítio ou ponto amostral; ii) índices de diversidade (Simpson e Shannon H') e equitatividade de Pielou J' (e seus erros entre réplicas) (MAGURRAN, 2004).

Os dados de densidade e biomassa total de organismos devem ser obtidos pela contagem e medição de peso úmido de organismos presentes em cada amostra, separados por nível taxonômico (i.e., Família, Ordem). A densidade de cada área amostral (área superficial do amostrador utilizado) é convertida para 1 metro quadrado e a média das réplicas de cada ponto amostral são calculadas juntamente com seu desvio padrão. Ao se estimar a biomassa, deve-se utilizar balança analítica com precisão suficiente, e o peso úmido anotado após um intervalo de tempo pré-definido (e.g. 10 segundos). Tendo em vista que os organismos estarão condicionados em álcool 70%, o peso irá diminuir constantemente pela evaporação do álcool e não é desejável que os animais ressequem no processo. As amostras de meiofauna somente deverão ser quantificadas, sem necessidade de medida de biomassa.

3.3.3 - Ensaios ecotoxicológicos

Os métodos para a realização dos ensaios de ecotoxicidade incluídos no programa de testes estão relacionados no **Quadro 3-3**, tanto para amostras de água quanto para amostras de sedimento, em ambiente dulcícola e salino/salobro.

Quadro 3-3 - Ensaios ecotoxicológicos propostos.

MATRIZ	ENSAIOS – ORGANISMO	MÉTODO
Água - ambiente dulcícola	Toxicidade crônica - Chlorophyceae (algas)	ABNT/NBR-12648:2023
	Toxicidade crônica - <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> (microcrustáceo)	ABNT/NBR-13373:2022
	Toxicidade aguda - <i>Daphnia</i> spp (microcrustáceo)	ABNT/NBR-12713:2022
Elutriato de sedimento - ambiente dulcícola	Toxicidade crônica - <i>Ceriodaphnia silvestrii</i> (microcrustáceo)	ABNT/NBR-13373:2022
	Toxicidade aguda - <i>Daphnia</i> spp (microcrustáceo)	ABNT/NBR-12713:2022
	Toxicidade aguda e crônica - <i>Hyalella</i> sp. e <i>Chironomus sancticaroli</i>	**
Sedimento integral - ambiente dulcícola	Toxicidade aguda e crônica - <i>Hyalella</i> spp (Amphipoda)	ABNT:NBR-15470:2021
	Toxicidade aguda e crônica - <i>Chironomus sancticaroli</i>	CETESB SQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com <i>Chironomus sancticaroli</i> – sedimento. Versão 13. São Paulo, 2019b
Água – ambiente salobro	Toxicidade crônica - <i>Skeletonema costatum</i> (microalgas) – somente para água	ABNT/NBR-16181
	Toxicidade crônica - <i>Echinometra lucunter</i> (ouriço do mar)- organismo, teste de fertilização, teste com gametas	ABNT/NBR-15350:2023
	Toxicidade aguda - Misidáceo	ABNT/NBR-15308:2017
Elutriato de sedimento – ambiente salobro	Toxicidade crônica - <i>Echinometra lucunter</i> -(ouriço do mar)- organismo, teste de fertilização, teste com gametas	ABNT/NBR-15350:2020
	Toxicidade aguda - Misidáceo	ABNT/NBR-15308:2017
Sedimento integral - ambiente salobro	Toxicidade aguda e crônica - <i>Nitokra</i> sp (microcrustáceo)	Lotufo & Abessa, 2002

** Os ensaios de elutriato de sedimento não são comuns para os organismos *Hyalella* sp. e *Chironomus sancticaroli*, visto que são espécies de sedimento. Não existe metodologia para esses ensaios e será necessária a adaptação de normas e metodologias, além da realização de um período de testes para avaliação e estabelecimento de critérios de validação. Além disso, tais ensaios não são acreditados pelo INMETRO.

Após o período de exposição, que varia de acordo com o organismo e a norma aplicada (**Quadro 3-3**) deverá ser registrada a porcentagem de efeito tóxico medido em cada uma das diluições utilizadas para exposição dos organismos, conforme respectivas referências metodológicas. Em seguida, deverá ser calculado o resultado do ensaio ecotoxicológico, o qual deve ser expresso em CE₅₀ (concentração efetiva que pode causar danos a 50% da população), CL₅₀ (concentração letal que pode causar danos a 50% da população), CENO (concentração de

efeito não observado) e CEO (concentração de efeito observado), em percentuais. Deverão ainda ser calculados: a letalidade no controle (%), a imobilidade no controle (%), o coeficiente de variação no controle (%), a taxa de crescimento em biomassa e a reprodução média no controle (número de organismos), a quantidade de larvas pluteus no controle (%) para cada teste correspondente. Nos testes com quironomídeos deverão, ainda, ser identificados a categoria de qualidade do sedimento e o percentual de deformidades no controle.

Estes valores deverão ser utilizados para estimar o potencial efeito tóxico da amostra analisada. Devem ainda serem apresentados os dados brutos referentes a cada ensaio, além dos respectivos dados iniciais e finais de pH e oxigênio dissolvido.

Os organismos utilizados para os ensaios de toxicidade deverão ser do mesmo lote. Caso não seja possível devido a capacidade de cultivo do laboratório, devem ser utilizados organismos-teste do mesmo lote nas amostras de água, elutriato de sedimento e sedimento de mesmo ponto, coletados na mesma data.

3.4 - Referências bibliográficas

ANA – Agência Nacional de Águas. Manual HidroSedimentos 2.0. Brasília: ANA, 2013

ANA - Agência Nacional de Águas. Orientações para Operação de Estações Hidrométricas. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, SGH, 2012.

ANA - Agência Nacional de Águas. Especificações Técnicas - Plataformas de Coletas de Dados – PCDs. Superintendência de Gestão da Rede Hidrometeorológica. Brasília: ANA, SGH, 2011.

ANA - Agência Nacional de Águas. Medição de Descarga Líquida em Grandes Rios – Manual Técnico. 2. ed. Agência Nacional de Águas - ANA, Brasília/DF. 2014.

ANA & CETESB, Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos/Companhia Ambiental do Estado de São Paulo; Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico. Organizadores: Renan Lourenço O. Silva [et al.] - 2ª Edição. Brasília: ANA, São Paulo: CETESB, 2023. AMARAL, A.C.Z., RIZZO, A.E., ARRUDA, E.P. Manual de identificação de invertebrados marinhos da região sudeste-sul do Brasil. EDUSP. 2006.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION (APHA). Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 24th Edition. Washington, DC, USA. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-12648:2023. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com algas (Chlorophyceae). 4ª Edição. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-12713:2016. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com *Daphnia* spp (Crustacea, Cladocera). 5ª Edição. 32p. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-13373:2022. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera). 6ª Edição. 26p. 2022.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-15469:2021. Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras. 3ª edição. 18p. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-15469:2021. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda e crônica – Método de ensaios com *Hyaella* spp (Amphipoda) em sedimentos. 3ª Edição. 28p. 2021.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-15350:2023. Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – Método de ensaios com ouriço do mar (*Echinodermata: Echinoidea*). 4ª Edição. 32p. 2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-9898:1987. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-ISO/IEC 17025:2017. Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 3ª Edição. 32p. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR-ISO/IEC 17034:2017. Requisitos gerais para a competência de produtores de material de referência. 2017.

BURGESS, R. An improved protocol for separating meiofauna from sediments using colloidal silica sols. *Marine Ecology Progress Series*, v. 214, p. 161-165, 2001.

CARVALHO, N. O. *Hidrossedimentologia Prática*. Editora Interciência, Rio de Janeiro; 599 p. 2008.

CARVALHO, N. D. O., FILIZOLA JÚNIOR, N. P., SANTOS, P. D., & LIMA, J. E. F. W. *Guia de práticas sedimentométricas*. Brasília: ANEEL. 2002.

CETESB (COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL). *Fitoplâncton de água doce: métodos qualitativo e quantitativo – Método de ensaio*. São Paulo. Norma Técnica L5. 303. 23p. 2005.

DE LEY, P.A. A quick tour of nematode diversity and the backbone of nematode phylogeny. *In: Workbook: The Online Review of C. elegans Biology*. 2006.

FAUCHALD, K. *The Polychaete worms: Definitions and keys to the orders, families and genera*, Natural History Museum of Los Angeles County. 1977.

INSTITUTO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (INMETRO). *Orientação sobre validação de métodos de ensaios químicos*. DOQ-CGCRE-008 Revisão 05. 31p. 2016.

ISO 13320:2020 - Particle size analysis — Laser diffraction methods, 2020.

JUNQUEIRA, M. V., AMARANTE, M. C., DIAS, C. F. S., & FRANÇA, E. S. Biomonitoramento da qualidade das águas da Bacia do Alto Rio das Velhas (MG/Brasil) através de macroinvertebrados. *Acta Limnologica Brasiliensia*, v. 12, p.73-87. 2000.

JUNQUEIRA, M.V., ALVES, K.C., PAPROCKI, H., DE SOUZA CAMPOS, M., DE CARVALHO, M.D., MOTA, H.R. AND ROLLA, M.E. Índices Bióticos para avaliação de qualidade de água de rios tropicais—Síntese do conhecimento e estudo de caso: Bacia do Alto Rio Doce. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais (Online)*, v. 49, p.15-33. 2018.

JUNQUEIRA, V. M.; CAMPOS, S.C.M. 1998. Adaptation of the “BMWP” method for water quality evaluation to Rio das Velhas watershed (Minas Gerais, Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia* v.10, n.2, p.125-135. 1998.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota 1. Teil Chroococcales. *In* Süßwasserflora von Mitteleuropa (H.Ettl, G.Gärtner, H.Heynig & D.Möllenhauer eds.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. v.19/1. 548 p. 1998.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Cyanoprokaryota 2. Teil: Oscillatoriales. *In* Süßwasserflora von Mitteleuropa (B. Büdel G. Gärtner, L. Krientitz & M. Schagerl eds.). Stuttgart: Gustav Fischer Verlag. v. 19/2. 759 p. 2005.

KOMÁREK, J.; ANAGNOSTIDIS, K. Modern approach to the classification system of cyanophytes, 4: Nostocales. *Algological Studies* v. 56 p.247-345. 1989.

KUBACHKA, K.M., SHOCKEY, N. V., HANLEY, T.A., CONKLIN, S.D., HEITKEMPER, D.T. Arsenic Speciation in Rice and Rice Products Using High Performance Liquid Chromatography Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometric Determination, *In*: Elemental Analysis Manual for Food and Related Products. U.S. Food and Drug Administration. 2012.

LLOYD, M.; GHELARDI, R.J. A table for calculating the equitability component of species diversity. *Journal of Animal Ecology*, v. 33, p. 217–225. 1964.

LOBO, A.E.; LEIGHTON, G. Estruturas de las fitocenosis planctônicas de los sistemas de desembocaduras de rios y esteros de la zona central de Chile. *Revista de Biología Marina* v.22, p.143-170. 1986.

LOTUFO, G.R., ABESSA, D.M.S. 2002. Testes de toxicidade com sedimentos total e água intersticial estuarinos utilizando copépodos bentônicos. *In: Nascimento, I.A. Sousa, E.C.P.M., Nipper, M.G (Ed.), Métodos em Ecotoxicologia Marinha: Aplicações no Brasil. São Paulo: Artes Gráficas e Indústria Ltda, p. 151-162.*

MAGURRAN, A. *Measuring species diversity*. Blackwell Science, Oxford. 2004.

MANCA, B. B.; RUSSO, A. *Handbook of Method Protocols: Procedures on CTD Data Collection, Calibration and Processing*. 11p. 2007.

MILLARD, R. C.; YANG, K. CTD calibration and processing methods used at WHOI. *Technical Report n° 93-44*, p 30. 1993.

MINAS GERAIS. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH n° 08/2022 – Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM), Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (CERH-MG). 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. Minas Gerais, 2008.

MINAS GERAIS. CONSELHO ESTADUAL DE POLÍTICA AMBIENTAL (COPAM). Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH n° 216/2017. Dispõe sobre as exigências para laboratórios que emitem relatórios de ensaios ou certificados de calibração referentes a medições ambientais a serem analisados pelos órgãos e entidades integrantes do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos – SISEMA, 2017.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 357/2005. 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, 2005.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Resolução CONAMA 454/2009. Dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas, 2009.

NONNATO, L. V. CTD – Operação e pre-processamento de dados. Versão 1.1. Laboratório de Instrumentação Oceanográfica, Departamento de Oceanografia Física, Instituto de Oceanografia da Universidade de São Paulo (IOUSP). 2004. Disponível em: <<ftp://ftp.io.usp.br/lado/IOF5850/ApresCTD2005.pdf>>.

ODUM, E.G. Ecologia. Editora Guanabara, Rio de Janeiro. 434 p. 1983.

ROUND, F. E., CRAWFORD, R. M. & MANN, D. G. The diatoms: biology and morphology of the genera. Cambridge: Cambridge University Press. 1990.

ROUND, F.E. The biology of the algae. Edward Arnold, London. 1965.

ROUND, F.E. The taxonomy of the Chlorophyta II. British Phycological Journal v.6, n.2, p.235-264. 1971.

SHANNON, C.E.; WEAVER, W. The mathematical theory of communication. Urbana: Illinois University Press. 177p. 1963.

SIMPSON, E.H. Measurement of diversity. Nature p.163-688. 1949.

SOMERFIELD, P.J., CLARKE, K.R., Taxonomic levels in marine community studies, revisited. Marine Ecology Progress Series v.127, p.113-119. 1995.

SUGUIO, K. Introdução à sedimentologia. São Paulo. Ed. Edgard Blucher. EDUSP, 317 pp. 1973.

TEIXEIRA, P. C., DONAGEMMA, G. K., FONTANA, A., & TEIXEIRA, W. G. Manual de métodos de análise de solo. Revista e Ampliada. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Solos. Rio de Janeiro, Embrapa. 573p. 2017.

TESSIER, A.; CAMPBELL, P. G. C.; BISSON, M. Sequential extraction procedure for the speciation of particulate trace metals. *Analytical Chemistry*, v. 51, n. 7, p. 844–851, jun. 1979.

TUCCI, A. Sucessão da comunidade fitoplânctonica de um reservatório urbano e eutrófico, São Paulo, SP, Brasil. 2002. Tese de Doutorado, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 2002.

UNESCO. The acquisition, calibration and analysis of CTD data. A Report of SCOR Working Grupo 51. *Technical Paper in Marine Science*, 38, 59 p. 1988.

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Handbook for sampling and sample preservation of water and wastewater. Cincinnati, Ohio, 1982. 402 p. (EPA-600/4-82-029).

UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (USEPA). Methods for Collection, Storage and Manipulation of Sediments for Chemical and Toxicological Analyses: Technical Manual. EPA-823-B-01-002. United States Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC, USA. 2001.

UTERMÖHL, H. Zur Vervollkommenung der quantitativen Phytoplankton: methodik. *Mitteilungen Internationale Vereinigung für Theoretische und Angewandte. Limnologie* v. n. 9, p. 1-38. 1958.



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS
PMQQS
ET-001_24675238-00_00-B

Anexo A - Anotação de Responsabilidade Técnica do Coordenador



Serviço Público Federal
Conselho Federal de Biologia
Conselho Regional de Biologia - 4ª Região

Situação: DEFERIDO	Data: 26/08/2024
--------------------	------------------

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART	Nº: 20241000110963
---	--------------------

CONTRATADO(A)

Nome DEBORAH REGINA DE OLIVEIRA E SILVA	Registro CRBio: 087804/04-D
---	-----------------------------

Cpf: 079.429.846-05	Tel: (31) 3486-4112
---------------------	---------------------

E-mail: DEBORAH.UFMG@GMAIL.COM

Endereço RUA CORONEL FABRICIANO, 92 AP 102
--

Cidade: BELO HORIZONTE	Bairro: SANTA INÊS
------------------------	--------------------

CEP: 31.080-340	UF: MG
-----------------	--------

CONTRATANTE

Nome WSP CONSULTORIA E PROJETOS DO BRASIL LTDA
--

Registro	CPF/CGC/CNPJ: 00.636.794/0010-75
----------	----------------------------------

Endereço AVENIDA PRESIDENTE WILSON, 231, 231 SALAS 1301 E 1302
--

Cidade RIO DE JANEIRO	Bairro CENTRO
-----------------------	---------------

CEP: 20.030-905	UF: R
-----------------	-------

Site:

DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL

Natureza Prestação de Serviço - REALIZAÇÃO DE CONSULTORIA/ASSESSORIAS TÉCNICAS
--

Identificação SERVIÇOS TÉCNICOS ESPECIALIZADOS EM ANÁLISE DA CONSISTÊNCIA DE DADOS AMBIENTAIS E PRODUÇÃO DE RELAT

Município do Trabalho: BARRA LONGA, BELO HORIZONTE, MARIANA,	UF :MG	Município da sede: RIO DE JANEIRO,	UF :RJ
--	--------	------------------------------------	--------

--	--	--	--

Forma de participação: EQUIPE	Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR (BIÓLOGOS, OCEANÓGRAFOS, ENGENHEIROS, GEÓGRAFOS).
-------------------------------	--

Área do Conhecimento: ECOLOGIA, LIMNOLOGIA, ZOOLOGIA	Campo de Atuação: MEIO AMBIENTE E BIODIVERSIDADE
--	--

Descrição sumária da atividade: Gerenciamento, coordenação e elaboração de relatórios de garantia e controle de qualidade (QA/QC) dos dados ambientais provenientes dos monitoramentos realizados pela Fundação Renova, bem como a realização de treinamentos, produção e revisão de relatórios técnicos, boletins informativos e outros produtos técnicos de análise de dados relacionados às atividades desenvolvidas pela Gerência Socioambiental. O escopo também inclui visitas técnicas em campo e aos laboratórios contratados, para vistorias e verificação de aderência aos procedimentos previstos em cada plano de monitoramento executado pela Fundação Renova.

Valor: R\$ 211.000,00	Total de horas: 2020
-----------------------	----------------------

Início 19/08/2024	Término
-------------------	---------

ASSINATURAS

Declaro serem verdadeiras as informações acima
--

Data: 28 / 08 / 2024	Data: 28 / 08 / 2024
----------------------	----------------------

DocuSigned by: Deborah Silva Assinatura do(a) Profissional	DocuSigned by: Lucia Felles Assinatura e Carimbo do(a) Contratante
--	--

--	--

verifique a autenticidade



Solicitação de baixa por distrato

Data: / /	Assinatura do(a) Profissional
-----------	-------------------------------

Data: / /	Assinatura e Carimbo do(a) Contratante
-----------	--

--	--

--	--

--	--

Solicitação de baixa por conclusão

Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.

Data: / /	Assinatura do(a) Profissional
-----------	-------------------------------

Data: / /	Assinatura e Carimbo do(a) Contratante
-----------	--

--	--

--	--



PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS - PMQQS
PMQQS
ET-001_24675238-00_00-B

Anexo B - Localização dos pontos de monitoramento do PMQQS

