

ANEXO 16 – PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

CAPÍTULO I

DISPOSIÇÕES GERAIS

Cláusula 1. A COMPROMISSÁRIA se obriga a executar as OBRIGAÇÕES DE FAZER ambientais previstas no presente ANEXO e seus respectivos Apêndices, as quais deverão ser implementadas e tratadas de maneira integrada, conforme a Gestão Integrada da Recuperação.

Cláusula 2. Considera-se Gestão Integrada da Recuperação a estruturação e acompanhamento abrangente e integrado das medidas de recuperação ambiental estabelecidas neste ANEXO.

Parágrafo único. A verificação do cumprimento de cada obrigação será individualizada e com base nos critérios e marcos de entregas estabelecidos nos Apêndices deste ANEXO, inclusive para fins de quitação.

Cláusula 3. A COMPROMISSÁRIA se obriga a apresentar Plano de Recuperação Ambiental ("PLANO") que reflita e consolide as obrigações ambientais previstas no presente ANEXO, no prazo de 120 (cento e vinte) dias corridos da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO, prorrogável a pedido da COMPROMISSÁRIA por igual período.

Parágrafo primeiro. O PLANO deverá refletir a consolidação e especificação das obrigações estabelecidas neste ANEXO e seus Apêndices, dele integrantes e indissociáveis, e a delimitação do seu cronograma físico de cumprimento.

Parágrafo segundo. O detalhamento das ações e o cronograma físico das medidas de recuperação ambiental deverão trazer os marcos, entregas e respectivas datas de cumprimento das obrigações definidas e constantes deste ANEXO e seus Apêndices. Deverão ser refletidos no PLANO os indicadores e entregas delimitados neste ANEXO para cada obrigação, os quais constituirão os parâmetros para fins de cumprimento e quitação das obrigações de fazer de recuperação ambiental, previstas

neste ANEXO, respeitadas as quitações já exaradas pelos órgãos competentes e aquelas formalizadas neste ANEXO.

Cláusula 4. A COMPROMISSÁRIA deverá obter aprovação referente às ações do PLANO juntamente à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL de cada obrigação, conforme diretrizes do Capítulo VI das Cláusulas Gerais e Cláusula 10 deste ANEXO.

Parágrafo primeiro. Excetuem-se ao disposto no *caput*, as OBRIGAÇÕES DE FAZER objeto deste ANEXO já em andamento, cujas medidas de transição estão expressamente previstas neste ANEXO, não demandarão nova aprovação para serem executadas e deverão ser continuadas pela COMPROMISSÁRIA e/ou FUNDAÇÃO RENOVA.

Parágrafo segundo. Com a HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO, as OBRIGAÇÕES DE FAZER em andamento passam a ser regidas pelas disposições deste ANEXO e seus Apêndices, inclusive para fins de acompanhamento e quitação.

Parágrafo terceiro. Sem prejuízo de sua continuidade e da não necessidade de nova aprovação, as OBRIGAÇÕES DE FAZER deste ANEXO que estejam em andamento quando da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO serão também refletidas e consolidadas no PLANO, e passarão a ser acompanhadas pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL.

Cláusula 5. As obrigações de fazer deste ANEXO não estão sujeitas ao TETO FINANCEIRO deste ACORDO, conforme previsto nas Cláusulas Gerais.

Cláusula 6. As ações constituintes do PLANO deverão ser elaboradas e executadas por profissionais habilitados com as devidas Anotações de Responsabilidade Técnica (ART), e deverão observar as diretrizes técnicas dos órgãos ambientais competentes, com base nas premissas técnicas definidas no presente ANEXO e seus Apêndices.

Cláusula 7. Atualizações sobre o status da execução das ações do PLANO deverão ser apresentadas pela COMPROMISSÁRIA anualmente à respectiva GOVERNANÇA RESPONSÁVEL de cada obrigação.

Cláusula 8. A(s) GOVERNANÇA(s) poderá(ão) requerer apoio da AUDITORIA AMBIENTAL para o acompanhamento das respectivas OBRIGAÇÕES DE FAZER

objeto deste ANEXO que estiverem a seu cargo, segundo as diretrizes e procedimentos estabelecidos no Capítulo VII das Cláusulas Gerais deste ACORDO e neste ANEXO.

Cláusula 9. Caso qualquer das ações venha a ser acompanhada pela AUDITORIA AMBIENTAL, esta se obriga a apresentar relatório trimestral dos resultados parciais dos capítulos do Plano de Recuperação Ambiental que consolide os avanços das obrigações acordadas, em relação ao planejado, de maneira integrada, a ser apresentado à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL das obrigações auditadas.

Cláusula 10. Ao final da execução das ações previstas para cada subitem das obrigações de fazer previstas neste ANEXO, a COMPROMISSÁRIA deverá emitir relatório técnico conclusivo que indique o seu integral cumprimento, de acordo com os marcos e indicadores de quitação estabelecidos neste ANEXO e seus Apêndices, acompanhado de ART, que seguirá o seguinte fluxo de quitação:

I. No prazo de 10 (dez) dias do recebimento do Relatório Final, o órgão ambiental da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, nos termos da Cláusula 74 das Cláusulas Gerais deste ACORDO, decidirá se deseja o apoio da AUDITORIA AMBIENTAL na verificação do cumprimento das obrigações ali refletidas;

II. Caso o órgão ambiental da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL solicite o apoio da AUDITORIA AMBIENTAL, esta emitirá, no prazo máximo e improrrogável de 30 (trinta) dias do recebimento do relatório final, relatórios técnicos fundamentados e individualizados quanto ao cumprimento das obrigações ali refletidas, conforme Cláusulas 74 e 75 das Cláusulas Gerais deste ACORDO;

III. Caso a AUDITORIA AMBIENTAL identifique falhas ou insuficiência no cumprimento das obrigações, cada opinião desfavorável da AUDITORIA AMBIENTAL deverá ser fundamentada conforme previsto na Cláusula 76 das Cláusulas Gerais deste ACORDO;

IV. A COMPROMISSÁRIA e/ou FUNDAÇÃO RENOVA poderão se manifestar sobre o parecer desfavorável da AUDITORIA AMBIENTAL conforme Cláusula 75, parágrafo primeiro, das Cláusulas Gerais deste ACORDO;

V. No prazo de até 30 (trinta) dias, prorrogável justificadamente por igual período, no caso de obrigações de caráter complexo, após o recebimento do relatório da AUDITORIA AMBIENTAL referido no item II anterior ou da deliberação da desnecessidade de avaliação pela AUDITORIA AMBIENTAL, o órgão ambiental competente integrante da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL das medidas naquela extensão territorial deverá emitir parecer conclusivo e devidamente fundamentado, conforme Cláusula 60, parágrafo primeiro, das Cláusulas Gerais deste ACORDO;

VI. Esse relatório poderá também requerer eventuais informações complementares da COMPROMISSÁRIA para fins de compreensão quanto ao atendimento dos marcos de entrega e quitação previstos neste ANEXO e em seus Apêndices, e, na omissão destes, em referenciais técnicos brasileiros aplicáveis. Será fixado prazo tecnicamente razoável para o atendimento a esse requerimento de informações complementares pela COMPROMISSÁRIA, o qual poderá ser prorrogado justificadamente, mediante requerimento da COMPROMISSÁRIA;

VII. Apresentadas as informações complementares ou alcançado o seu prazo sem que a COMPROMISSÁRIA as apresente, a declaração sobre a quitação pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL se dará em até 45 (quarenta e cinco) dias; e

VIII. Em caso de não aprovação das medidas executadas pela COMPROMISSÁRIA, deverão ser indicadas, pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, no mesmo prazo do inciso anterior, as medidas que entende necessárias ao cumprimento integral da obrigação.

Parágrafo primeiro. Na hipótese de não aprovação do(s) relatório(s) técnico(s) conclusivo(s) pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, deverá esta indicar, de forma objetiva, expressa e específica:

I. Quais aspectos, itens ou obrigações discriminadas no(s) relatório(s) técnico(s) conclusivo(s) não estão aprovados;

II. Os fundamentos técnicos, normativos e legais, considerando:

a. As diretrizes, marcos de entrega e quitação deste ANEXO e seus Apêndices; e

b. A legislação brasileira; ou, na omissão deste ACORDO e da legislação, normas técnicas brasileiras aplicáveis que sustentam a não aprovação.

III. Os parâmetros, diretrizes ou alterações consideradas necessárias ao cumprimento da obrigação; e

IV. Prazo para o atendimento, com base nos requisitos técnicos previstos no presente ANEXO e seus Apêndices.

Parágrafo segundo. O fluxo previsto nesta Cláusula se aplica exclusivamente às obrigações previstas neste ANEXO.

Parágrafo terceiro. As disposições dos Capítulos VII e VIII (Auditoria da Obrigações de Fazer e Quitação) das Cláusulas Gerais deste ACORDO serão aplicáveis naquilo que não conflitarem com o fluxo estabelecido nesta Cláusula.

Cláusula 11. O disposto no presente ANEXO não afasta a necessidade de obtenção pela COMPROMISSÁRIA das eventuais licenças, outorgas, anuências e demais atos autorizativos definidos na legislação ambiental às ações a serem executadas.

Cláusula 12. Os danos e impactos relacionados à permanência parcial dos rejeitos e sedimentos decorrentes do ROMPIMENTO na Bacia do Rio Doce, e região costeira e marinha adjacente serão compensados pelas OBRIGAÇÕES DE FAZER e OBRIGAÇÃO DE PAGAR previstas neste ACORDO, ressalvadas as OBRIGAÇÕES DE FAZER relacionadas ao manejo de rejeitos constantes nos Apêndice 1 - Remoção de Rejeitos/Sedimentos e Apêndice 5 – Premissas do GAC e eventuais novos impactos decorrentes de sua execução, conforme Cláusula 82 das Cláusulas Gerais.

Parágrafo primeiro. As OBRIGAÇÕES DE FAZER e a OBRIGAÇÃO DE PAGAR deste ACORDO constituem medidas acordadas entre as PARTES para a melhoria da qualidade ambiental, compensando os danos e impactos socioambientais da permanência parcial dos rejeitos, com exceção das questões relacionadas a eventuais danos desconhecidos, futuros e supervenientes.

Parágrafo segundo. Eventuais novos impactos causados exclusivamente em razão da realização das atividades de recuperação previstas neste ACORDO poderão ser objeto de compensações com base exclusivamente nas atividades objeto dos

respectivos licenciamentos e conforme previstas na legislação, a serem definidas pelo órgão ambiental competente, sendo vedadas novas compensações por danos conhecidos decorrentes do ROMPIMENTO.

CAPÍTULO II

CAPÍTULOS DO PLANO E RESPECTIVA GOVERNANÇA

Cláusula 13. O PLANO contém os seguintes CAPÍTULOS:

I. Recuperação de Áreas Degradadas, contendo:

a. Recuperação Intracalha e seus subitens:

1. Descomissionamento parcial do Dique S4, previstos nas Cláusulas 18 a 21, o qual ficará sob governança do Comitê Estadual do Estado de Minas Gerais;

2. Manejo de Rejeitos/Sedimentos da UHE Risoleta Neves, previsto nas Cláusulas 22 e 23 e Apêndice 1 - Remoção de rejeitos/sedimentos do reservatório da UHE Risoleta Neves, o qual ficará sob governança do IBAMA;

3. Restauração de Habitats Aquáticos, previsto nas cláusulas 24 a 25 e Apêndice 2 - Restauração de habitats aquáticos (Renaturalização), a qual ficará sob governança do Comitê Estadual do Estado de Minas Gerais.

b. Recuperação Extracalha e seus subitens:

1. Recuperação extracalha dos trechos 1 a 4, previsto na Cláusula 27, a qual ficará sob governança do Comitê Estadual do Estado de Minas Gerais;

2. Intervenções na área do Dique S4 (Trecho 5), previsto na Cláusula 28, a qual ficará sob governança do Comitê Estadual do Estado de Minas Gerais;

3. Recuperação extracalha do trecho 6 a 11, previsto nas Cláusulas 29 a 32 e Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias, a qual ficará sob governança do IBAMA;

4. Recuperação das lagoas marginais, previsto nas Cláusulas 33 a 36 e Apêndice 4 - Lagoas Marginais, a qual ficará sob governança do IBAMA; e

5. Recuperação de APPs e recarga hídrica, previsto nas Cláusulas 37 a 42 e Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias, a qual ficará sob governança do IBAMA.

II. Procedimento de Gerenciamento de Áreas Contaminadas, previsto nas Cláusulas 43 a 58 e Apêndice 5 - Premissas Essenciais para o Termo de Referência do Gerenciamento de Áreas Contaminadas, o qual ficará sob GOVERNANÇA do Comitê Estadual de Minas Gerais, no que diz respeito ao território do ESTADO DE MINAS GERAIS e da UNIÃO FEDERAL no que diz respeito ao território do ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.

a. Sem prejuízo da definição da GOVERNANÇA exclusiva da UNIÃO FEDERAL no território do ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, a UNIÃO FEDERAL contará com o apoio técnico do ESTADO DO ESPÍRITO SANTO para o acompanhamento das medidas do Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

III. Monitoramento Ambiental, contendo:

a. Monitoramento Integrado da Bacia do Rio Doce, previsto nas Cláusulas 60 a 65, o qual ficará sob governança do IBAMA;

b. Monitoramento da qualidade da água da Bacia do Rio Doce, previsto nas Cláusulas 66 a 70 e Apêndice 6 - Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos, o qual ficará sob governança do IBAMA; e

c. Rede de monitoramento da qualidade do ar, previsto nas Cláusulas 71 a 75, o qual ficará sob governança do Comitê Estadual do Estado de Minas Gerais.

CAPÍTULO III – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS DEGRADADAS

Cláusula 14. É responsabilidade da COMPROMISSÁRIA executar as medidas necessárias para a recuperação de áreas degradadas em razão do ROMPIMENTO, inclusive aquelas de uso alternativo do solo, nas localidades e a partir das diretrizes previstas neste ANEXO e seus Apêndices.

Cláusula 15. Será mantida, para o ANEXO de Recuperação de Áreas Degradadas, a divisão da área afetada pelo ROMPIMENTO em 16 (dezesseis) trechos, conforme Plano de Manejo de Rejeitos (PMR) indicação abaixo:

| Trecho | Extensão (km) | Localização | Municípios |
|---------------|----------------------|---|--|
| 1 | 1,1 | Barragem de Fundão até remanso reservatório Santarém | Mariana |
| 2 | 2,5 | Reservatório Santarém | Mariana |
| 3 | 1,2 | Barragem de Santarém | Mariana |
| 4 | 3,9 | Reservatório Dique S3 | Mariana |
| 5 | 1,9 | Dique S3 ao Dique S4 - Bento Rodrigues | Mariana |
| 6 | 7,7 | Rio Gualaxo do Norte, a montante da foz do córrego Santarém | Mariana |
| 7 | 3,2 | Rio Gualaxo do Norte, a jusante da foz do córrego Santarém | Mariana |
| 8 | 9 | PCH Bicas. Rio Gualaxo do Norte | Mariana |
| 9 | 58 | Médio e Baixo Gualaxo do Norte | Mariana e Barra Longa |
| 10 | 25 | Rio do Carmo até confluência com o Rio Piranga (formação do Rio Doce) | Barra Longa, Ponte Nova |
| 11 | 5,8 | Rio Doce, até o Remanso do Reservatório de Candonga | Rio Doce |
| 12 | 11 | Reservatório de Candonga, UHE Risoleta Neves | Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado |
| 13 | 220 | Rio Doce, da barragem de Candonga até a barragem Baguari | Rio Doce, Santa Cruz do Escalvado, Sem-Peixe, Rio Casca, São Domingos do Prata, São José do Goiabal, São Pedro dos Ferros, Raul Soares, Dionísio, Córrego Novo, Pingo-d'Água, Marliéria, Bom Jesus do Galho, Timóteo, Caratinga, Ipatinga, Santana do Paraíso, Ipaba, Belo Oriente, Bugre, Iapu, Naque, Periquito, Sobrália, Fernandes Tourinho, Governador Valadares e Alpercata. |

| | | | |
|----|-----|--|---|
| 14 | 180 | Rio Doce, da barragem de Baguari até a barragem de Mascarenhas | MG: Alpercata, Governador Valadares, Tumiritinga, Galiléia, Conselheiro Pena, Resplendor, Itueta e Aimorés. ES: Baixo Guandu. |
| 15 | 100 | Rio Doce, da barragem Mascarenhas até a cidade de Linhares | ES: Baixo Guandu, Colatina, Marilândia e Linhares |
| 16 | 42 | Rio Doce, da cidade de Linhares até a sua foz até a isóbata de 10 metros (zona costeira) | Aracruz, Linhares e São Mateus |

Cláusula 16. A divisão acima estabelecida não se aplica às demais OBRIGAÇÕES DE FAZER estabelecidas neste ACORDO.

SEÇÃO I – RECUPERAÇÃO DE ÁREAS INTRACALHA

Cláusula 17. As ações de manejo de rejeitos/sedimentos intracalha aqui estabelecidas, em conjunto com as demais ações estabelecidas neste ACORDO, terão por objetivo contribuir para a recuperação ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Doce e da região costeira e marinha do ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.

Subseção I – Descomissionamento Parcial do Dique S4

Cláusula 18. A COMPROMISSÁRIA se obriga a promover o descomissionamento parcial do Dique S4, com o rebaixamento de 2,12 metros do barramento, de forma a manter a função de contenção de sedimentos do trecho 5. Essa obrigação deverá ser atendida mediante as seguintes medidas:

I. No prazo de 180 (cento e oitenta dias) dias da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO, submeter à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL projeto conceitual atualizado de descomissionamento parcial do Dique S4, acompanhado por respectivo plano de controle ambiental, respeitada a legislação de regência, e Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, observando as disposições deste ANEXO;

II. O projeto de que trata esta Cláusula deverá prever as medidas adequadas para a manutenção da segurança, a estabilidade e a eficiência de contenção de sedimentos da estrutura, inclusive durante as atividades de descomissionamento parcial, bem como as alternativas técnicas para o menor impacto ambiental durante as intervenções;

III. O projeto deverá contemplar eventual retirada e destinação ambientalmente adequada do volume de sedimentos a ser removido, a avaliação dos sedimentos que permanecem no Dique S4, bem como a execução de Plano de Recuperação de Áreas Degradadas (PRAD) da área que eventualmente ficará exposta no trecho 5, após a conclusão do descomissionamento parcial do Dique S4 de que trata este item;

IV. Com a aprovação do projeto pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, a COMPROMISSÁRIA executará o plano de controle ambiental, que deverá conter o monitoramento e, quando aplicável, o tratamento dos seguintes impactos: i. Qualidade da água; ii. Resíduos Sólidos; iii. Efluentes; iv. Segurança das estruturas; v. Emissões Atmosféricas; vi. Plano de Afugentamento de Fauna; vii. Ictiofauna;

V. O Plano de Recuperação de Áreas Degradadas a ser executado quando da finalização do descomissionamento parcial do Dique S4 deverá respeitar a definição quanto ao uso futuro da área de Bento Rodrigues estabelecida no ANEXO 1 – MARIANA E REASSENTAMENTOS deste ACORDO; e

VI. Ao final da execução do Plano de Recuperação de Áreas Degradadas, a COMPROMISSÁRIA deverá elaborar relatório de cumprimento nos termos estabelecidos neste ANEXO, a ser aprovado pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL para fins de quitação da obrigação.

Cláusula 19. Mesmo após a conclusão do descomissionamento parcial e a eventual quitação pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, a COMPROMISSÁRIA se obriga a seguir adotando as medidas necessárias à manutenção de sua estabilidade e segurança e a enviar relatório anual das atividades executadas no período, atestando a estabilidade e segurança com respectiva ART ao Município de Mariana.

Cláusula 20. Após a conclusão das obras de descomissionamento parcial do Dique S4, a COMPROMISSÁRIA se obriga a atualizar/complementar o estudo ecotoxicológico e de caracterização dos rejeitos/sedimentos e do substrato natural depositados no Dique S4. O estudo a ser atualizado/complementado é o protocolado pela COMPROMISSÁRIA, junto ao órgão ambiental do ESTADO DE MINAS GERAIS.

Cláusula 21. Caberá ao órgão ambiental da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL emitir Termo de Referência previamente à realização do estudo, conforme as seguintes diretrizes:

I. As espécies a serem ensaiadas para ecotoxicidade aguda e crônica devem ser propostas/definidas com base em normas técnicas brasileiras atualizadas sobre o tema;

II. Deverão ser conduzidas avaliações comparativas da toxicidade medida no rejeito/sedimento e substrato natural do Dique S4 com área de referência a ser definida pelo estudo em comparação com os estudos geoquímicos;

III. Para as amostras coletadas no Dique S4 submetidas a testes de ecotoxicidade, realizar a caracterização química considerando os mesmos parâmetros físico-químicos utilizados na versão anterior do estudo;

IV. Caso os testes de toxicidade apresentem resultados inconclusivos a COMPROMISSÁRIA deverá refazer ou realizar testes adicionais, conforme diretrizes do órgão ambiental;

V. Caso seja detectada ecotoxicidade, as causas possíveis desta ecotoxicidade deverão ser avaliadas por meio de Avaliação de Identificação da Toxicidade (AIT);

VI. Caso haja confirmação da ecotoxicidade, deverão ser propostas medidas para (i) avaliação do risco ecológico; e (ii) eventuais ações de mitigação de tais riscos; e

VII. Não devem considerar como alternativas de mitigação de riscos: (i) novas dragagens, (ii) novo rebaixamento do Dique S4; ou (iii) descomissionamento total do Dique S4.

Subseção II – Remoção de Rejeitos/Sedimentos do Reservatório da UHE Risoleta Neves

Cláusula 22. Além dos 964.051 m³ de rejeitos/sedimentos já removidos, a COMPROMISSÁRIA se obriga a executar ações de dragagem de até 9.150.000 m³ de rejeitos/sedimentos do reservatório da UHE Risoleta Neves, conforme

estabelecido no respectivo procedimento de licenciamento ambiental, nos termos estabelecidos no Apêndice 1 - Remoção de Rejeitos/Sedimentos.

Cláusula 23. As PARTES concordam que a COMPROMISSÁRIA deverá priorizar a disposição de sedimentos decorrentes das atividades de manutenção das condições de operação da UHE Risoleta Neves na Fazenda Floresta, conforme autorizado pela Licença de Operação Corretiva COPAM-MG 1496/2020.

Parágrafo único. Eventuais relatórios de resultados, monitoramentos e estudos relacionados à disposição de material na Fazenda Floresta serão encaminhados à órgão ambiental do ESTADO DE MINAS GERAIS no âmbito do referido processo de licenciamento ambiental.

Subseção III – Restauração de Habitats Aquáticos

Cláusula 24. A COMPROMISSÁRIA se obriga a promover a restauração de habitats aquáticos a partir das seguintes obrigações:

- I. Dar continuidade às obrigações de renaturalização em andamento no Rio Gualaxo do Norte conforme Projeto Piloto de Renaturalização (projeto já em andamento), para atendimento aos indicadores previstos no Apêndice 2 – Restauração de habitats aquáticos (Renaturalização); e
- II. Executar as ações de restauração de habitats aquáticos (renaturalização) em até 4,31km nos trechos 8 e 9, previstas no Apêndice 2 – Restauração de habitats aquáticos (Renaturalização).

Cláusula 25. A quitação das obrigações previstas no presente subtópico se dará mediante alcance dos indicadores finalísticos previstos no Apêndice 2 – Restauração de habitats aquáticos (Renaturalização).

Seção II – Recuperação de Áreas Extracalha

Cláusula 26. A COMPROMISSÁRIA se obriga a promover a recuperação das áreas EXTRACALHA impactadas pelo ROMPIMENTO, nos seguintes termos.

Subseção I – Recuperação Extracalha dos Trechos 1 a 4

Cláusula 27. A COMPROMISSÁRIA se obriga a promover as medidas necessárias à recuperação ambiental das áreas degradadas pelo rompimento nos trechos 1 a 4, seguindo as diretrizes técnicas do órgão ambiental licenciador do ESTADO DE MINAS GERAIS com base na legislação em vigor e mediante a incorporação de todos os planos de recuperação já aprovados na Licença de Operação Corretiva COPAM-MG 020/2019.

Subseção II – Recuperação Extracalha do Trecho 5

Cláusula 28. A COMPROMISSÁRIA se obriga a promover as medidas necessárias à recuperação ambiental das áreas degradadas pelo ROMPIMENTO no trecho 5, respeitando, ainda, as definições relativas ao uso futuro de Bento Rodrigues, previsto no ANEXO 1 – MARIANA E REASSENTAMENTOS, e o disposto no Capítulo III, Seção I, Subseção I - Descomissionamento Parcial do Dique S4 deste ANEXO.

Subseção III – Recuperação Extracalha dos Trechos 6 a 11

Cláusula 29. A COMPROMISSÁRIA se obriga a dar continuidade às ações de recomposição florestal e recuperação da vegetação nativa nas áreas diretamente atingidas em 2.000 ha nos Municípios de Mariana, Barra Longa, Ponte Nova, Rio Doce e Santa Cruz do Escalvado, conforme diretrizes e marcos de entrega estabelecidos no Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias.

Cláusula 30. A COMPROMISSÁRIA se obriga a dar continuidade à regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos nos Rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta Neves, conforme diretrizes e marcos de entrega estabelecidos no Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias.

Cláusula 31. As quitações previstas serão progressivas, com entregas anuais e/ou parciais, e serão dadas mediante comprovação do alcance dos indicadores previstos no Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias.

Parágrafo único. Para a área descrita nos trechos de 6 a 11, após as ações previstas de recuperação e atingidos os indicadores do Apêndice, será mantido,

exclusivamente o monitoramento por 4 (quatro) anos. Os resultados não impactarão na quitação outorgada.

Cláusula 32. Deverão ser observadas as diretrizes previstas no Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias quanto ao pagamento por serviços ambientais (PSA) aos proprietários, elaboração e celebração de Termos de Adesão com proprietários, bem como procedimentos de formalização em caso de desistência pelos proprietários ou inviabilidade técnica de recomposição e as respectivas medidas compensatórias associadas.

Subseção IV – Recuperação das Lagoas Marginais

Cláusula 33. A COMPROMISSÁRIA se obriga a apresentar, à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, proposta específica de recuperação ambiental das lagoas marginais que cumpram ou cumpriam função ecológica, a qual deverá considerar as ações e diagnósticos executados, as funções ecológicas das lagoas marginais, e os impactos decorrentes de eventuais medidas de intervenção, conforme diretrizes e marcos de entrega estabelecidos no Apêndice 4 – Lagoas Marginais.

Cláusula 34. Deverá ser dada continuidade ao projeto piloto de recuperação das lagoas marginais já em andamento, conforme Apêndice 4 – Lagoas Marginais.

Cláusula 35. Deverá ser mantido o monitoramento das lagoas que são escopo do projeto piloto, sendo no mínimo semestral (estação seca e chuvosa), nas lagoas marginais, desde que possuam acesso seguro, e até que sejam concluídas as ações indicadas no Apêndice 4 – Lagoas Marginais.

Cláusula 36. A quitação das obrigações previstas neste subtópico se dará mediante alcance dos indicadores finalísticos previstos no Apêndice 4 – Lagoas Marginais.

Subseção V – Recuperação das áreas de preservação permanentes (APPS) e Recarga Hídrica

Cláusula 37. A COMPROMISSÁRIA se obriga a dar continuidade, a título compensatório, às ações de recomposição vegetal nas APPs e áreas de recarga hídrica degradadas na calha e tributários da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, sendo:

- I. 10.000 ha de recuperação ativa nos tributários, já iniciados;
- II. 30.000 ha de recuperação assistida nos tributários, já iniciados;
- III. 10.000 ha ao longo das propriedades limítrofes à calha principal do Rio Doce a jusante da UHE Risoleta Neves, a serem iniciados; e
- IV. Recuperação de 5.000 nascentes, já iniciadas.

Parágrafo primeiro. Deverá ser observado o estudo de priorização de áreas já realizado na Bacia Hidrográfica do Rio Doce, conforme previsto no Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias.

Parágrafo segundo. As áreas de recomposição florestal e a recuperação da vegetação nativa previstas nesta seção não poderão se sobrepor para fins de quitação às de outras obrigações de fazer estabelecidas neste ANEXO.

Parágrafo terceiro. Não haverá interrupção das atividades já em andamento descritas nos itens I, II e IV, sem prejuízo de eventuais ajustes metodológicos que serão sugeridos pela COMPROMISSÁRIA no PLANO e submetidos para a aprovação pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, inclusive para fins de quitação, os quais, em conjunto com eventuais adequações contratuais que se façam necessárias para continuidade das referidas ações, podem resultar em alterações de cronograma.

Parágrafo quarto. Os indicadores, marcos de entrega e quitação e metodologias a serem empregadas pela COMPROMISSÁRIA no cumprimento desta obrigação são aqueles estabelecidos no Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias.

Cláusula 38. A COMPROMISSÁRIA se obriga a dar continuidade, até 2026, à estruturação, e fortalecimento da rede de sementes e mudas na bacia – a Rede Rio Doce de Sementes e Mudas e deverá atender aos indicadores previstos no Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias para fins de quitação da obrigação.

Cláusula 39. A COMPROMISSÁRIA se obriga a realizar as ações de recomposição florestal e recuperação da vegetação nativa nas áreas prioritárias indicadas na Tabela 1 do Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias.

Parágrafo único. A presente obrigação será contabilizada na meta de 10.000 hectares prevista no Item III.

Cláusula 40. Também para fins de atingir a meta de 10.000 hectares prevista na cláusula anterior, a COMPROMISSÁRIA se obriga a dar continuidade à recomposição florestal e recuperação da vegetação nativa nas APPs de ilhas atingidas na calha principal do Rio Doce a jusante de Candonga.

Cláusula 41. As quitações serão progressivas com entregas anuais e serão dadas mediante a devida comprovação do alcance dos indicadores previstos no Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias.

Parágrafo único. Após as ações previstas de recuperação e atingidos os indicadores do Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias, será mantido exclusivamente o monitoramento por 4 (quatro) anos. Os resultados não impactarão na quitação outorgada.

Cláusula 42. Deverão ser observadas as diretrizes previstas no Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle de Margens e Ações Compensatórias quanto ao pagamento por serviços ambientais (PSA) aos proprietários, elaboração e celebração de Termos de Adesão com proprietários, bem como procedimentos de formalização em caso de desistência pelos proprietários ou inviabilidade técnica de recomposição e as respectivas medidas compensatórias associadas.

SEÇÃO III – GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

Cláusula 43. O Gerenciamento de Áreas Contaminadas deverá seguir o detalhamento previsto no presente tópico e no Apêndice 5 - Premissas do GAC sem prejuízo das demais ações descritas em outros tópicos neste ACORDO.

Cláusula 44. O Gerenciamento de Áreas Contaminadas será realizado exclusivamente nas áreas delimitadas no Apêndice 5 - Premissas do GAC.

Parágrafo primeiro. As áreas delimitadas no Apêndice 5 - Premissas do GAC foram selecionadas com base em critérios técnicos, nos dados científicos coletados nos diversos estudos e análises técnicas já desenvolvidas na área atingida, antes e após o ROMPIMENTO, nas atividades antrópicas, nas medidas reparatórias e compensatórias já realizadas na Bacia e naquelas previstas neste ACORDO, bem como critérios de maior interesse ecológico e/ou densidade populacional.

Parágrafo segundo. Para fins do Gerenciamento de Áreas Contaminadas, não serão exigidas quaisquer medidas adicionais de investigação e remediação da COMPROMISSÁRIA e suas ACIONISTAS para além das áreas definidas no Apêndice 5 - Premissas do GAC.

Parágrafo terceiro. Caso a eventual pluma de contaminação identificada dentro das áreas previstas no Apêndice 5 - Premissas do GAC avancem para áreas contíguas ou limítrofes às poligonais definidas no referido apêndice, poderá haver extensão da respectiva poligonal na dimensão necessária para contemplar a integralidade da pluma de contaminação caracterizada e realização do respectivo GAC. Essa extrapolação será limitada às Substâncias Químicas de Interesse (SQIs) que apresentaram contaminação no limite da área-alvo original e deverá estar diretamente relacionada com a área alvo da investigação.

Cláusula 45. O Gerenciamento de Áreas Contaminadas irá considerar apenas as substâncias químicas estabelecidas no Apêndice 5 - Premissas do GAC.

Cláusula 46. Não será de responsabilidade da COMPROMISSÁRIA a adoção de medidas de intervenção no caso de os estudos constatarem riscos à saúde humana ou ao meio ambiente para as substâncias da Lista que sejam de (i) ocorrência de concentração natural, de acordo com o VRA; e/ou (ii) atribuíveis a uma fonte alternativa antrópica identificada durante a execução do estudo.

Cláusula 47. Os entes do PODER PÚBLICO, no exercício de suas competências, quando considerarem necessário tecnicamente, poderão realizar ações para promover investigação de possíveis contaminações por outras substâncias químicas e em outras áreas da Bacia do Rio Doce.

Parágrafo primeiro. A critério da UNIÃO, recursos do Fundo Ambiental Rio Doce, de que trata o ANEXO 17 - AÇÕES AMBIENTAIS DA UNIÃO, poderão ser utilizados para a realização de eventuais investigações na forma da lei.

Parágrafo segundo. Os resultados de eventuais investigações adicionais realizadas pelo PODER PÚBLICO quanto a outras substâncias ou em áreas adicionais às indicadas neste ANEXO poderão implicar na responsabilização da COMPROMISSARIA e/ou FUNDAÇÃO RENOVA, desde que comprovado o nexo de causalidade com o ROMPIMENTO, na forma da lei.

Cláusula 48. Compete à COMPROMISSÁRIA a contratação e o custeio de empresa(s) especializada(s) para a realização dos estudos e análises para desenvolvimento do Gerenciamento de Áreas Contaminadas, seguindo os termos definidos neste ANEXO e no Apêndice 5 - Premissas do GAC.

Parágrafo único. A(s) empresa(s) contratada(s) terá(ão) porte adequado às atividades a serem desempenhadas e será(ão) independente(s) dos SIGNATÁRIOS. Os profissionais responsáveis pelos trabalhos deverão ter experiência comprovada e qualificação técnica nas atividades a serem desempenhadas e com anotação de responsabilidade técnica para os documentos elaborados, assegurada a interlocução direta com a GOVERNANÇA RESPONSÁVEL com a participação obrigatória da COMPROMISSÁRIA e/ou suas indicadas em todas as etapas do Gerenciamento.

Cláusula 49. O Termo de Referência para a contratação da(s) empresa(s) a ser(em) contratada(s) para o Gerenciamento de Áreas Contaminadas deverá ser expedido pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL em até 90 (noventa) dias da contratação da AUDITORIA prevista neste ANEXO, e deverá refletir necessariamente as premissas do Apêndice 5 - Premissas do GAC, e as definições técnicas, metodológicas e procedimentais deste ANEXO.

Cláusula 50. Os estudos serão desenvolvidos nas áreas definidas e delimitadas no Apêndice 5 - Premissas do GAC. Os estudos desenvolvidos em cada localidade seguirão cronogramas autônomos e independentes entre si, de forma que a evolução dos estudos em uma localidade não dependerá e/ou impactará as demais.

Cláusula 51. A governança estabelecida neste ACORDO será responsável pelo acompanhamento técnico, pela fiscalização e pela aprovação das etapas e dos resultados dos estudos nas 8 (oito) áreas definidas no Apêndice 5 - Premissas do GAC, pela aprovação das medidas de intervenção e/ou de remediação a serem implementadas sob a responsabilidade da COMPROMISSÁRIA, relativas às substâncias constantes da lista do referido apêndice. Também competirá à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL pelos estudos a aprovação do integral cumprimento das intervenções e/ou medidas de remediação apontadas nos estudos de responsabilidade da COMPROMISSÁRIA.

Parágrafo primeiro. A manifestação da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL dos estudos, conforme previsto neste item, se dará mediante a emissão de notas técnicas. A GOVERNANÇA RESPONSÁVEL poderá solicitar a avaliação prévia da Auditoria/Consultoria Ambiental, a seu critério, e promover a oitiva prévia e não vinculante dos órgãos ambientais competentes na respectiva extensão territorial do estudo ou medida a ser objeto da análise/aprovação, conforme necessidade.

Parágrafo segundo. Para a emissão das notas técnicas, a GOVERNANÇA RESPONSÁVEL poderá solicitar, a seu critério, reuniões com a empresa contratada para a realização das etapas do Gerenciamento de Áreas Contaminadas na respectiva área objeto do estudo/medida a ser avaliado. Também poderá participar dessas reuniões a AUDITORIA AMBIENTAL, caso tenha sido demandado o seu acompanhamento dos estudos naquela localidade, e deverá ser convidada a participar a COMPROMISSÁRIA.

Parágrafo terceiro. As notas técnicas serão remetidas, ao mesmo tempo, à empresa contratada para a realização das etapas do Gerenciamento de Áreas Contaminadas na respectiva localidade avaliada, ao órgão ambiental competente na respectiva delimitação territorial objeto da nota técnica e à COMPROMISSÁRIA.

Parágrafo quarto. A aprovação dos relatórios de comprovação de cada etapa aplicável se dará por meio da emissão de nota técnica dentro do prazo de até 2 (dois) meses a partir da apresentação do relatório pela empresa contratada para cada localidade.

Parágrafo quinto. As partes envidarão os melhores esforços para tratar e resolver eventuais divergências técnicas surgidas ao longo da execução dos Estudos durante as reuniões técnicas.

Cláusula 52. As manifestações da AUDITORIA AMBIENTAL poderão ser utilizadas como subsídio pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL na tomada de decisão acerca da adequação dos estudos ao Termo de Referência e às normas aplicáveis ao Gerenciamento de Áreas Contaminadas, na forma prevista neste ACORDO e no Apêndice 5 - Premissas do GAC, se a respectiva GOVERNANÇA RESPONSÁVEL assim desejar, mas não terão caráter vinculante.

Cláusula 53. O procedimento de contratação da(s) empresa(s) que desenvolverá(ão) o Gerenciamento de Áreas Contaminadas seguirá o disposto neste item e os critérios e premissas técnicas do Apêndice 5 - Premissas do GAC.

Parágrafo primeiro. Os documentos comprobatórios da independência, experiência e qualificação técnica nas atividades a serem desempenhadas, da(s) empresa(s) proponente(s), deverão ser entregues à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, juntamente com suas respectivas propostas técnica e comercial.

Parágrafo segundo. No prazo definido no Termo de Referência, a COMPROMISSÁRIA realizará a seleção e apresentação à GOVERNANÇA de propostas de no mínimo três empresas, com capacitação técnica equivalente, que atendam às condições estabelecidas no Termo de Referência para a execução do Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

Parágrafo terceiro. A COMPROMISSÁRIA poderá contratar mais de uma empresa para a execução do Gerenciamento de Áreas Contaminadas nas localidades estabelecidas no Apêndice 5 - Premissas do GAC, visando a maior eficiência para execução dos estudos. A COMPROMISSÁRIA deverá priorizar a contratação de uma única empresa ou do menor número de empresas possíveis, para a realização do GAC, a fim de facilitar o gerenciamento de dados, informações e intervenções.

Parágrafo quarto. A GOVERNANÇA RESPONSÁVEL poderá vetar, com base em critérios de expertise, experiência prévia, independência técnica e/ou porte adequado, a(s) empresa(s) sugerida(s) pela COMPROMISSÁRIA, em até 60 (sessenta) dias da

submissão das propostas pela COMPROMISSÁRIA. As partes envidarão seus melhores esforços para que o procedimento de seleção e contratação da(s) empresa(s) responsável(is) pelo desenvolvimento do Gerenciamento de Áreas Contaminadas seja realizado de forma eficiente e célere, sendo vedados vetos, contestações e divergências imotivadas.

Parágrafo quinto. Caso, como resultado de veto(s) da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, remanesça apenas uma empresa para atuar em determinada localidade, a COMPROMISSÁRIA poderá reiniciar o procedimento concorrencial para a coleta de novas propostas. A COMPROMISSÁRIA terá 30 (trinta) dias para contratar a(s) empresa(s) que não for(am) vetada(s) motivadamente pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL.

Parágrafo sexto. A(s) empresa(s) contratada(s) deverá(ão) protocolar e disponibilizar todos os documentos relativos ao Gerenciamento de Áreas Contaminadas de forma simultânea à COMPROMISSÁRIA e à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL.

Parágrafo sétimo. A(s) empresa(s) contratada(s) poderá(ão) ser substituída(s) pela COMPROMISSÁRIA, ao longo do Gerenciamento de Áreas Contaminadas em razão de falhas, atrasos ou insuficiências técnicas nas entregas dos trabalhos, devendo a justificativa para tal ser aprovada pela GOVERNANÇA, observado o rito do parágrafo quarto.

Parágrafo oitavo. A nova empresa contratada deverá aproveitar os dados e análises já realizados pela empresa substituída e adotar as medidas necessárias para a mitigação de impactos da substituição no cronograma dos estudos naquela localidade.

Cláusula 54. A COMPROMISSÁRIA deverá apresentar, no presente ANEXO, cronograma atualizado para a execução do Gerenciamento de Áreas Contaminadas específico para cada uma das localidades estabelecidas no Apêndice 5 - Premissas do GAC, que deverá ser aprovado pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, sujeito a ajustes posteriores conforme desdobramentos do Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

Cláusula 55. A COMPROMISSÁRIA obriga-se a executar todas as ações de intervenção e/ou remediação estabelecidas nos resultados do Gerenciamento de Áreas Contaminadas quanto às substâncias de sua responsabilidade, observadas as diretrizes constantes neste ANEXO e no Apêndice 5 - Premissas do GAC.

Parágrafo único. A execução das ações será acompanhada na forma da estabelecida pela Cláusula 10.

Cláusula 56. A efetividade e a eficácia das ações previstas no Gerenciamento de Áreas Contaminadas serão avaliadas pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL ao longo de sua execução e a quitação da obrigação de fazer referente a esse capítulo se dará com a emissão do Termo de Encerramento do Processo de Gerenciamento de Área Contaminadas para cada uma das áreas, conforme estabelecido no Apêndice 5 - Premissas do GAC.

Cláusula 57. Qualquer intervenção/remediação a ser estabelecida como resultado do Gerenciamento de Áreas Contaminadas deverá levar em consideração outras ações de recuperação previstas ou em execução no âmbito do Plano de Recuperação Ambiental, bem como todas as medidas reparatórias e compensatórias já executadas pela COMPROMISSÁRIA e pela FUNDAÇÃO RENOVA e as estabelecidas neste ACORDO, inclusive as iniciativas a cargo do PODER PÚBLICO.

Parágrafo primeiro. As partes concordam que a definição de eventuais medidas de intervenção/remediação a serem definidas como resultado do Gerenciamento de Áreas Contaminadas deverá priorizar alternativas que eliminem ou mitiguem os riscos identificados na Avaliação de Risco à Saúde Humana e Ecológico, evitando-se ações adicionais de dragagem de reservatórios e/ou remoção de sedimentos/rejeitos.

Parágrafo segundo. As medidas deverão considerar ainda a continuidade da operação de empreendimentos de aproveitamento hidrelétrico existentes na Bacia do Rio Doce, evitando-se a interrupção de atividades das usinas nas áreas objeto de estudo, conforme delimitação territorial do Apêndice 5 - Premissas do GAC.

Parágrafo terceiro. O Plano de Intervenção deverá considerar a viabilidade técnica, ambiental e social das possíveis intervenções.

Cláusula 58. Todos os envolvidos no Gerenciamento de Áreas Contaminadas devem zelar pela gestão consciente e adequada dos dados técnicos e divulgação dos resultados definitivos de forma adequada, transparente e responsável, nos termos vigentes da Resolução CONAMA nº 420, na forma do Apêndice 5 - Premissas do GAC, na medida em que adequada, e em conformidade com a Lei Federal nº 13.709, de 14 de agosto de 2018 - Lei Geral de Proteção de Dados, suas posteriores alterações e demais leis em vigor quando da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO.

SEÇÃO IV - MONITORAMENTO AMBIENTAL

Cláusula 59. A COMPROMISSÁRIA se obriga a promover o monitoramento ambiental da Bacia do Rio Doce, a partir das obrigações descritas nos itens a seguir.

Parágrafo primeiro. Considerando que, no momento de HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO, não haverá alteração quanto às diretrizes atualmente adotadas pela FUNDAÇÃO RENOVA para realização dos monitoramentos tratadas na presente seção, as PARTES concordam que, até a aprovação do PLANO, não haverá interrupção das ações de monitoramento atualmente executadas pela FUNDAÇÃO RENOVA ou COMPROMISSÁRIA.

Parágrafo segundo. Os dados referentes aos monitoramentos previstos neste Capítulo serão encaminhados à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, e poderão ser utilizados por esta exclusivamente para fins de subsídio a políticas públicas, não servindo para impor eventuais obrigações adicionais à COMPROMISSÁRIA, às ACIONISTAS e/ou à FUNDAÇÃO RENOVA.

Subseção I – Monitoramento Integrado da Bacia do Rio Doce

Cláusula 60. As ações do Monitoramento da Bacia do Rio Doce a serem inseridas no PLANO deverão seguir o detalhamento previsto no presente tópico, sem prejuízo das demais ações de monitoramento descritas em outros tópicos deste ANEXO.

Cláusula 61. No Capítulo, será apresentada, pela COMPROMISSÁRIA, a revisão do plano de trabalho para monitoramento integrado (PMI) intracalha e para o monitoramento de transporte de sedimentos com o objetivo de subsidiar a atualização

do modelo hidrossedimentológico de grandes bacias com módulo de sedimentos (MGB-SED), já calibrado para os trechos, que é considerado adequado para a finalidade deste ACORDO.

Cláusula 62. O monitoramento integrado intracalha (PMI) deverá ser realizado anualmente durante o período seco (1 campanha), nos trechos 6 a 16 e terá como objetivo a caracterização química e granulométrica dos sedimentos dos transectos.

Parágrafo único. A partir da análise dos dados da primeira campanha, a COMPROMISSÁRIA poderá propor a otimização da malha amostral.

Cláusula 63. Deverá ser realizado o monitoramento do transporte de sedimentos em suspensão e do transporte de sedimentos de fundo, com o objetivo de subsidiar a calibração adequada do modelo hidrossedimentológico, conforme previsto no parágrafo sexto.

Parágrafo primeiro. Os métodos de coleta deverão seguir os procedimentos apresentados no Guia de Práticas Sedimentométricas (2000) da ANEEL.

Parágrafo segundo. Procedimentos alternativos de medição poderão ser aceitos, desde que tecnicamente justificados, para viabilizar a coleta de informações durante eventos de cheias.

Parágrafo terceiro. As estações a serem monitoradas são: RGN08, RCA02, RDO01, Faz. Cach D'Antas (56425000), ROD04, RDO06, RDO08, RDO09, RDO 012 e RDO15.

Parágrafo quarto. Para fins de atualização do modelo hidrossedimentológico, deverá ser prevista anualmente a verificação dos dados modelados com os dados mensurados no monitoramento considerando as vazões constatadas ao longo do ano hidrológico.

Parágrafo quinto. A atualização dos cenários futuros do modelo hidrossedimentológico será realizada caso observado um desvio superior a 25% do transporte anual de sedimentos estimado para o cenário mais provável previsto e do cenário observado atualizado.

Parágrafo sexto. A recalibração do modelo deverá ocorrer a cada 3 (três) anos ou sempre que a análise referida no parágrafo quarto indicar queda de performance da modelagem em relação à calibração anterior.

Cláusula 64. O Plano de Monitoramento Integrado deverá ser executado nos termos previstos nesta Subseção por 15 anos da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO.

Cláusula 65. O Monitoramento Integrado da Bacia do Rio Doce não tem como objetivo definir ações a serem adotadas pela COMPROMISSÁRIA em adição àquelas expressamente previstas neste ACORDO e em seus Apêndices.

Subseção II – Monitoramento da Qualidade da Água da Bacia do Rio Doce

Cláusula 66. A SAMARCO se obriga a dar continuidade ao Plano de Monitoramento Quali- Quantitativo Sistemático – PMQQS por 15 anos a partir da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO, submetendo-se seus resultados à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL.

Parágrafo único. A partir do alcance do prazo estabelecido no item anterior, a COMPROMISSÁRIA poderá requerer quitação referente à obrigação.

Cláusula 67. O escopo do PMQQS deverá seguir o escopo aprovado pelo poder público conforme Apêndice 6 - Programa de Monitoramento Quali-quantitativo Sistemático de Água e Sedimentos.

Cláusula 68. Os parâmetros do PMQQS poderão ser revisados a cada 2 (dois) anos, ou se identificada necessidade pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL.

Cláusula 69. O PMQQS consiste em um monitoramento de tendência e as informações geradas servirão de subsídio ao poder público para acompanhamento da revitalização da Bacia do Rio Doce. O PMQQS não terá como objetivo e não poderá ser utilizado, direta ou indiretamente, para definir ações a serem adotadas pela COMPROMISSÁRIA em adição àquelas expressamente previstas neste ACORDO, neste ANEXO e em seus Apêndices.

Cláusula 70. A COMPROMISSÁRIA se obriga a dar continuidade ao Portal do PMQQS, enquanto se mantiver a obrigação prevista nesta Seção.

Subseção III – Rede de Monitoramento da Qualidade do Ar

Cláusula 71. A COMPROMISSÁRIA fica obrigada a manter o monitoramento automático e contínuo da qualidade do ar nas estações de Barra Longa Centro, Volta da Capela e Paracatu de Baixo; enviando os dados ao centro supervisor da SEMAD-DQMA/NQA até finalização das obras de reparação nos municípios de Barra Longa e Mariana, com base nas análises de estudo de dispersão apresentados pela FUNDAÇÃO RENOVA e estudo comparativo das estações dentro e fora da ADA.

Cláusula 72. As estações poderão ser desativadas mediante comprovação do término das obras junto ao órgão ambiental por meio de relatório fotográfico e demais documentos comprobatórios.

Cláusula 73. O término das obras será considerado como a finalização das etapas que contemplem o trânsito de máquinas pesadas e movimentação de terra.

Cláusula 74. Os resultados dos monitoramentos a serem realizados até o descomissionamento total das estações será apresentado à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL para compilação de dados e utilização em políticas públicas, não servindo para se exigir complementações ao PLANO ou ações adicionais pela COMPROMISSÁRIA.

Cláusula 75. As estações de monitoramento automático e contínuo da qualidade do ar de Gesteira serão desmobilizadas imediatamente após a HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO, diante do acordo homologado em 30/05/2023 pelo Juízo da 4ª Vara Federal Cível e Agrária da Subseção Judiciária de Belo Horizonte/MG nos autos do Ação de Cumprimento de Sentença, Autos nº 1000321-98.2020.4.01.3800 e da conversão de realização das obras em obrigação de pagar estabelecidas neste ACORDO.

SEÇÃO V – MEDIDAS AMBIENTAIS RELACIONADAS À ENSECDEIRA DE LINHARES

Cláusula 76. Considerando que na Ação Civil Pública, processo nº 1012064-42.2019.4.01.3800 ("ACP Linhares"), atualmente em trâmite perante a 4ª Vara Federal Cível e Agrária da Subseção Judiciária de Belo Horizonte/MG, listada no ANEXO 23 – AÇÕES JUDICIAIS E PROCEDIMENTOS ADMINISTRATIVOS A SEREM EXTINTOS POR ESTE ACORDO, proposta pelo Município de Linhares, são discutidos os impactos das ensecadeiras implantadas em Linhares, a COMPROMISSÁRIA e/ou a FUNDAÇÃO RENOVA se obrigam a executar as ações dos respectivos Planos de Recuperação de Área Degradada – PRAD, na forma aprovada pelos órgãos ambientais competentes.

Cláusula 77. A FUNDAÇÃO RENOVA e/ou a COMPROMISSÁRIA executará os Planos de Recuperação de Áreas Degradadas – PRADs aprovados pelos órgãos ambientais competentes.

Cláusula 78. A FUNDAÇÃO RENOVA e/ou a COMPROMISSÁRIA realizará o monitoramento da água superficial e de sedimentos para os rios Bananal, Doce e Pequeno, bem como para as Lagoas Nova, Juparanã e Terra Altinha, conforme definido no âmbito da ACP Linhares até outubro de 2028.

Cláusula 79. A FUNDAÇÃO RENOVA e/ou a COMPROMISSÁRIA realizará o monitoramento trimestral da ictiofauna para os rios Bananal e Pequeno e para as Lagoas Nova e Juparanã até outubro de 2028, conforme diretrizes técnicas constantes na decisão proferida nos autos da ACP Linhares (ID 1411315854) e cronograma apresentado pela FUNDAÇÃO RENOVA.

Cláusula 80. As melhorias e demais medidas relacionadas à Estação de Tratamento de Água de Linhares estão previstas no ANEXO 19 - TRANSIÇÃO E DO ENCERRAMENTO DOS PROGRAMAS, MEDIDAS, RESPONSABILIDADES E OBRIGAÇÕES DECORRENTES DO ROMPIMENTO E SEUS DESDOBRAMENTOS.

APÊNDICE 1 – REMOÇÃO DE REJEITOS/SEDIMENTOS

Cláusula 1. A COMPROMISSÁRIA se obriga a executar ações de dragagem de até 9.150.000 m³ de rejeitos/sedimentos do reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Risoleta Neves, conforme estabelecido no respectivo procedimento de licenciamento ambiental.

Parágrafo único. O montante indicado nesta Cláusula foi calculado para equivaler ao quantitativo de rejeitos originalmente aportado no reservatório da UHE Risoleta Neves em razão do ROMPIMENTO, subtraído o volume já retirado do reservatório.

Cláusula 2. Será considerado, como valor base da atividade, para fins da obrigação deste Apêndice, o montante de R\$ 450,00/m³ (quatrocentos e cinquenta reais por metro cúbico), calculado a partir do custo real despendido com a dragagem e disposição já realizada pela COMPROMISSÁRIA.

Cláusula 3. O licenciamento ambiental da atividade de dragagem e disposição do rejeito/sedimento prevista neste Apêndice será realizado pelo Ibama, sendo vedada a avocação da competência e demais insurgências quanto a escolha.

Cláusula 4. O projeto de dragagem e disposição final deverá incluir:

- I. As soluções de engenharia disponíveis;
- II. As metodologias e as alternativas tecnológicas e locacionais para a disposição ambientalmente correta do material retirado; e
- III. Os aspectos ambientais, sociais e econômicos da atividade.

Parágrafo primeiro. As soluções previstas nesta Cláusula não incluirão a construção de barragens para fins de disposição dos rejeitos/sedimentos dragados.

Parágrafo segundo. Os projetos tratados nesta Cláusula deverão considerar como diretrizes:

- I. A manutenção da operação da UHE Risoleta Neves; e

II. Evitar a disposição do material dragado em territórios não impactados pelo ROMPIMENTO.

Cláusula 5. O licenciamento ambiental previsto neste Apêndice observará as seguintes etapas:

I. Apresentação do pedido de licenciamento ao IBAMA contendo o projeto básico de dragagem e pedido de elaboração do Termo de Referência: até 365 (trezentos e sessenta e cinco) dias contados a partir da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL do ACORDO;

II. Emissão pelo IBAMA do Termo de Referência que embasará o Estudo Ambiental para avaliação da viabilidade e impactos do projeto de dragagem e disposição final: até 90 (noventa) dias contados a partir do protocolo do pedido de licenciamento;

III. Apresentação do Estudo Ambiental acompanhado do projeto conceitual de dragagem e disposição final: até 730 (setecentos e trinta) dias contados a partir do recebimento do Termo de Referência pela COMPROMISSÁRIA;

IV. Solicitação pelo IBAMA de complementação do Estudo Ambiental: até 365 (trezentos e sessenta e cinco) dias contados a partir do protocolo do Estudo Ambiental;

V. Apresentação da complementação ao Estudo Ambiental: até 180 (cento e oitenta) dias contados a partir do recebimento do pedido de complementação;

VI. Caso necessário, solicitação, pelo IBAMA, de correção da complementação do Estudo Ambiental apresentada pela COMRPOMISSÁRIA: até 120 (cento e vinte) dias contados a partir do protocolo da complementação ao Estudo Ambiental; e

VII. Apresentação pela COMPROMISSÁRIA de resposta ao pedido de correção: até 180 (cento e oitenta) dias contados a partir do recebimento do pedido de correção.

Parágrafo primeiro. Os prazos previstos nesta Cláusula poderão ser suspensos caso o IBAMA entenda pertinente a realização de reunião pública para apresentação do projeto sob licenciamento à(s) comunidade(s) potencialmente atingida(s).

Parágrafo segundo. O licenciamento ambiental previsto neste Apêndice será realizado em um único procedimento pelo IBAMA, que emitirá, no caso de viabilidade, de uma única licença.

Cláusula 6. Caberá ao IBAMA decidir motivadamente pelo licenciamento do volume considerado viável para a atividade de dragagem e disposição final dos rejeitos/sedimentos ou pela sua inviabilidade.

Parágrafo primeiro. Na hipótese de o IBAMA concluir pela inviabilidade parcial ou total da remoção de rejeitos/sedimentos, o volume tido como inviável ambientalmente será objeto de conversão da obrigação de fazer em obrigação de pagar com base na métrica da Cláusula 2 - de R\$ 450,00/m³ (quatrocentos e cinquenta reais por metro cúbico) considerado inviável ambientalmente pelo órgão licenciador.

Parágrafo segundo. No caso de inviabilidade parcial, o valor será pago em até 90 (noventa) dias após emissão da quitação pela GOVERNANÇA do cumprimento da obrigação de remoção do volume licenciado ou na próxima parcela do CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO, o que ocorrer por último.

Parágrafo terceiro. No caso de inviabilidade total, o valor será pago em até 90 (noventa) dias após a notificação da decisão proferida pelo órgão licenciador ou na próxima parcela do CRONOGRAMA DE DESEMBOLSO, o que ocorrer por último.

Parágrafo quarto. Os recursos dessa obrigação convertida em obrigação de pagar serão revertidos para o desenvolvimento de medidas compensatórias, pelo PODER PÚBLICO, na bacia hidrográfica do Rio Doce, sendo priorizada a destinação para investimentos no Plano de Reestruturação da Gestão da Pesca e Aquicultura (PROPECA) previsto na Capítulo II do Anexo 9 - Da Pesca até o valor de R\$ 900.000.000,00 (novecentos milhões de reais). Caso o valor objeto da conversão em obrigação de pagar seja superior ao referido valor máximo que será destinado ao PROPECA, o montante excedente a tal valor máximo deverá ser igualmente dividido em três partes e cada fração de um terço deverá ser direcionada para o “Fundo Ambiental Rio Doce”, previsto no Capítulo III do ANEXO 17 – AÇÕES AMBIENTAIS DA UNIÃO; para as “Iniciativas Socioambientais do ESTADO DE MINAS GERAIS na Bacia Hidrográfica do Rio Doce”, previsto na Cláusula 5 do Capítulo II do ANEXO 12 – INICIATIVAS ESTADUAIS; e para as “Iniciativas Socioambientais do ESTADO DO

ESPÍRITO SANTO na Bacia Hidrográfica do Rio Doce”, previsto na Cláusula 11 do Capítulo III do ANEXO 12 – INICIATIVAS ESTADUAIS.

Cláusula 7. Caso a COMPROMISSÁRIA e/ou a FUNDAÇÃO RENOVA não cumpra, exclusivamente por sua responsabilidade, o prazo final de dragagem indicado no cronograma do licenciamento ambiental, a GOVERNANÇA imporá multa compensatória de R\$ 1.000,00/m3 (mil reais por metro cúbico) não removidos.

Parágrafo primeiro. Ao longo do planejamento e/ou execução das atividades, a COMPROMISSÁRIA e/ou a FUNDAÇÃO RENOVA poderá submeter motivadamente ajustes ao cronograma no âmbito do processo de licenciamento ambiental, sujeitos à aprovação do órgão ambiental licenciador.

Parágrafo segundo. O procedimento para a imposição da sanção será aquele definido no Capítulo IX das Cláusulas Gerais do ACORDO.

Parágrafo terceiro. A sanção de que trata esta cláusula não desobriga a COMPROMISSÁRIA e/ou a FUNDAÇÃO RENOVA de realizar a remoção de rejeitos/sedimentos estabelecida pelo órgão licenciador.

Parágrafo quarto. À sanção prevista nesta cláusula não se aplica o limite de R\$ 7.500.000,00 (sete milhões e quinhentos mil reais) de que trata o parágrafo primeiro da Cláusula 95, parágrafo primeiro, das Cláusulas Gerais.

Parágrafo quinto. A sanção prevista nesta Cláusula incidirá exclusivamente para o caso de não remoção do volume de rejeitos/sedimentos previsto no licenciamento ambiental.

Parágrafo sexto. A imposição da sanção desta Cláusula não importará em cancelamento de penalidades impostas pela GOVERNANÇA com fundamento no Capítulo IX das Cláusulas Gerais do ACORDO para eventual descumprimento, pela COMPROMISSÁRIA, de outras obrigações assumidas neste ACORDO, relacionadas ao processo de licenciamento ambiental.

Parágrafo sétimo. As penalidades previstas neste ACORDO não substituem as sanções previstas na legislação ambiental.

Cláusula 8. A elaboração do projeto e dos estudos ambientais a serem submetidos no licenciamento ambiental ficará a cargo de empresa(s) de notória especialização, com comprovada experiência em empreendimentos de grande porte relacionados à atividade de dragagem, mineração e/ou atividades similares contratada(s) e remunerada(s) pela COMPROMISSÁRIA.

Cláusula 9. O licenciamento ambiental junto ao IBAMA deverá considerar o conjunto de compromissos (como programas, compensações, contrapartidas) e condicionantes de natureza socioeconômica executadas pela COMPROMISSÁRIA ou convertidas em obrigação de pagar no âmbito do processo administrativo referente à Licença de Operação Corretiva COPAM-MG 1496/2020, de modo a prever compromissos e condicionantes de natureza ambiental pelos impactos identificados no licenciamento previsto neste Apêndice.

Parágrafo primeiro. Considerando que a correlação entre as atividades que serão objeto do licenciamento ambiental previsto neste Apêndice e aquelas licenciadas pelo órgão ambiental do ESTADO DE MINAS GERAIS na Licença de Operação Corretiva COPAM-MG 1496/2020, as PARTES reconhecem a perda do objeto das condicionantes de nºs 2, 6, e 38 da referida LOC, que autoriza a disposição de material na Fazenda Floresta.

Parágrafo segundo. Com a HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL do presente ACORDO, a COMPROMISSÁRIA poderá requerer no âmbito da Licença de Operação Corretiva COPAM-MG 1496/2020, o (i) reconhecimento formal da perda do objeto das condicionantes de nºs 2, 6, e 38 da referida LOC; e (ii) pedido de conversão das condicionantes 11, 12, 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 23, 24, 26, 29, 31, 55, 63 e 67 em obrigação de pagar, cabendo ao órgão licenciador do ESTADO DE MINAS GERAIS avaliar detalhada e motivadamente o pedido previsto nesta cláusula.

Parágrafo terceiro. Na concordância do órgão licenciador do ESTADO DE MINAS GERAIS, a conversão de condicionantes referenciadas no parágrafo anterior em obrigação de pagar será realizada com base em valores adequados à respectiva obrigação convertida e será feita em instrumento próprio entre os interessados.

Cláusula 10. Será obtida quitação pela COMPROMISSÁRIA quando o seguinte indicador for alcançado, no âmbito do presente ACORDO:

| Índice de retirada de rejeitos/sedimentos – IRet | | |
|---|--|--|
| Área de abrangência: Trecho 12 | | |
| Tipo | Resultados esperados | |
| Quitação | Mensurar a quantidade de rejeitos/sedimentos retirada pela operação de dragagem da UHE Risoleta Neves e dispostos de forma ambientalmente correta. | |
| Unidade | Polaridade | Meta |
| Quantidade de rejeitos/sedimentos (m3) | Maior melhor | Retirar 100% da quantidade de rejeitos/sedimentos aprovados pela licença ambiental |
| Frequência de medição | Data de início da medição | Data fim da medição |
| Semestral | Início da execução | Será dada quitação quando a meta for alcançada. |
| Fórmula de cálculo | | |
| $\frac{\text{Quantidade (m3) de rejeitos/sedimentos retirada do reservatório da UHE Risoleta Neves}}{\text{Quantidade de rejeitos/sedimentos aprovados pela licença ambiental}} \times 100$ | | |

APÊNDICE 2 - RESTAURAÇÃO DE HABITATS AQUÁTICOS

Cláusula 1. As ações de renaturalização de habitats aquáticos previstas no ANEXO 16 – PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL deverão observar as seguintes disposições e as Tabelas 1 e 2 ao final do documento:

I. As ações de renaturalização previstas neste ACORDO preveem a instalação de estruturas de madeira no leito do rio, confeccionadas com árvores e outros recursos de origem local (e.g. troncos submersos, feixes de capim elefante) visando a criação de remanso para deposição de sedimentos. Etapas previstas:

a. Levantamento de campo – realizar vistorias em campo nos trechos 8 e 9 do manejo de rejeitos e identificar até 4,31 km que possuem viabilidade ambiental de implantação das ações de renaturalização;

b. Apresentação do levantamento de viabilidade das ações de renaturalização para aprovação da GOVERNANÇA;

c. Elaborar projeto – elaborar projeto executivo para cada trecho (segmento) para definir as estruturas a serem implantadas;

d. Implantar estruturas – instalar estruturas de madeira conforme projeto executivo específico a ser elaborado;

e. Monitoramento – executar duas campanhas de monitoramento por trecho (segmento) (logo após e 12 meses após a implantação) para avaliar a integridade das estruturas implantadas;

II. As obrigações de renaturalização em andamento no Rio Gualaxo do Norte conforme Projeto Piloto de Renaturalização atualmente se encontram em fase de monitoramento (item 'e' acima); e

III. Em relação às ações de restauração de habitats aquáticos (renaturalização) em até 4,31km nos trechos 8 e 9, os trechos com as respectivas coordenadas aproximadas que serão examinados para avaliar a viabilidade técnica e ambiental da implantação da renaturalização são descritos na Tabela 1 deste Apêndice.

Tabela 1 – Identificação dos trechos que serão objeto de expansão da renaturalização (coordenadas em SIRGAS2000).

| Identificação do ponto | Extensão aproximada (m) | Trecho do Manejo de Rejeitos | Latitude (Y) (Início) | Longitude (X) (Início) | Latitude (Y) (Fim) | Longitude (X) (Fim) |
|------------------------|-------------------------|------------------------------|-----------------------|------------------------|--------------------|---------------------|
| TG11 | 482 | 08 | -20.2544 | -43.3778 | -20.2520 | -43.3750 |
| RGN-D | 733 | 08 | -20.2517 | -43.3269 | -20.2556 | -43.3296 |
| RGN-C | 1018 | 09 | -20.2410 | -43.3438 | -20.2393 | -43.3358 |
| TG16 | 162 | 09 | -20.2464 | -43.3272 | -20.2474 | -43.3278 |
| RGN-B | 781 | 09 | -20.2569 | -43.3649 | -20.2580 | -43.3605 |
| TG-29 | 357 | 09 | -20.3064 | -43.2502 | -20.3042 | -43.2484 |
| RGN-A | 777 | 09 | -20.2880 | -43.1947 | -20.2942 | -43.1941 |

Tabela 2 – Indicador de execução da renaturalização

| 102. Execução da renaturalização | | |
|---|---|--|
| Descrição: | | |
| Indicador para avaliar o quantitativo de trechos de renaturalização que serão implementados. | | |
| Área de abrangência: | | |
| Aproximadamente em 4,31 km em trechos (segmentos) no rio Gualaxo do Norte e seus tributários dos trechos 8 e 9 do manejo de rejeitos conforme Tabela 1. | | |
| Premissas: | | |
| Somente serão implantadas as técnicas de renaturalização nos trechos indicados, após visita de campo, for constatada viabilidade de implantação. | | |
| Tipo | Resultados esperados | |
| Eficácia. | Recuperar trechos de ambientes fluviais nos quais as técnicas de renaturalização se mostraram viáveis técnica e ambientalmente. | |
| Unidade: | Polaridade: | Meta: |
| % de técnicas de renaturalização implantadas. | Maior, melhor. | Implantar 100% das estruturas de renaturalização cuja viabilidade for demonstrada. |
| Frequência de medição: | Data de início da medição: | Data fim da medição: |
| Semestral. | 2025. | 2026. |
| Forma de cálculo: | | |
| $102 = \frac{\text{Extensão de renaturalização executada}}{\text{Extensão de renaturalização prevista}}$ | | |

APÊNDICE 3 – REFLORESTAMENTO, CONTROLE DE MARGENS E AÇÕES COMPENSATÓRIAS

CAPÍTULO I

DIRETRIZES METODOLÓGICAS

Cláusula 1. As ações de Recomposição Florestal e Recuperação da Vegetação Nativa são divididas em etapas de execução, cada qual com a relação de ações a serem executadas e as respectivas metodologias que as suportam, as quais devem ser previstas durante etapa de planejamento e execução:

- I. mobilização ativa;
- II. apoio a inscrição ou atualização no CAR;
- III. fomento à cadeia de viveiros e de mudas;
- IV. elaboração de projetos individuais por propriedade;
- V. acompanhamento técnico de operações (ATO);
- VI. implantação e manutenção;
- VII. pagamento por serviços ambientais – PSA sobre as APPs das propriedades aderidas que são alvo das ações previstas neste Apêndice;
- VIII. pesquisa e desenvolvimento; e
- IX. gestão e controle da qualidade na recuperação florestal.

Cláusula 2. As ações de monitoramento sob responsabilidade do proprietário ou possuidor do imóvel, a serem executadas após o alcance dos indicadores de quitação, deverão ser estabelecidas mediante contratos justos e equitativos com cronograma prevendo o encerramento da obrigação de fazer pela COMPROMISSÁRIA em casos de desistência, descumprimento ou rescisão, sem prejuízos por parte dos proprietários.

Cláusula 3. Poderão ser implementadas pela COMPROMISSÁRIA medidas de reconhecimento ao proprietário ou possuidor que atingir indicadores de desempenho superiores aos previstos neste Apêndice.

Cláusula 4. O pagamento pelos serviços ambientais (PSA) considerará o valor anual de R\$ 300,00 por hectare (referência Agosto/2024) durante 05 (cinco) anos, vinculado à proteção da área. O valor será atualizado pelo IPCA no momento do pagamento.

Cláusula 5. Em caso de não adesão ou desistência dos proprietários ou possuidores dos imóveis ou em casos de eventos externos ao controle da COMPROMISSÁRIA que configurem inviabilidade técnica para a recomposição florestal, a COMPROMISSÁRIA documentará a situação incluindo dados das ações já implementadas e, após análise e aprovação da GOVERNANÇA, as áreas correspondentes passam a ser realocadas ou compensadas.

Parágrafo único. A comprovação de desistência e/ou não adesão dos produtores, proprietários e/ou posseiros com a execução de ações de reflorestamento compensatório previstas neste Apêndice, dar-se-á com a apresentação, à compromitente responsável pela GOVERNANÇA, de (i) termo de recusa/desistência assinado pelo produtor, proprietário ou posseiro; ou (ii) em caso de recusa de assinatura do termo por parte do responsável pela área, por documento assinado por profissional técnico envolvido nas ações de recuperação, devendo conter ainda a assinatura de duas testemunhas.

Cláusula 6. Os termos de adesão e contratos de prestação de produtos/serviços celebrados com os proprietários ou possuidores dos imóveis aderidos seguirão as diretrizes dispostas no **Sub-Apêndice 2**.

Cláusula 7. Serão observados os estudos de priorização realizados pela UFV-UFMG: Estudo UFV/UFMG: FUNDAÇÃO RENOVA, UFV, UFMG. "Metodologia de Priorização - Definição de Critério de Priorização de Áreas para Recuperação Ambiental na Bacia do Rio Doce"¹ (julho de 2018); e pela Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável (FBDS), Instituto Internacional para Sustentabilidade.

¹ Disponível em:

<https://www.fundacaorenova.org/wp-content/uploads/2020/02/MetodologiadepriorizarecuperacaoambientalUFVUFMG.pdf>

"Relatório Final - Apresentação das Prioridades Espaciais para Conservação e Restauração da Bacia do Rio Doce".

Cláusula 8. As ações de que trata este Apêndice podem ter por objeto áreas de uso restrito, áreas de reserva legal e áreas de passivo ambiental de supressão de vegetação.

CAPÍTULO II

ÁREAS PRIORITÁRIAS RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL E RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA À JUSANTE DA UHE RISOLETA NEVES

Cláusula 9. Para cumprimento das obrigações de recuperação de APPs, nascentes e recarga hídrica previstas no ANEXO 16 – PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL, a COMPROMISSÁRIA deverá priorizar as ações de recomposição florestal e recuperação da vegetação nativa na porção terrestre dos pontos apresentados na Tabela 1 ao final deste Apêndice, localizados na calha do Rio Doce e tributários a jusante de Candonga.

CAPÍTULO III

INDICADORES

Cláusula 10. Os indicadores aplicados para as avaliações das ações de recomposição florestal e recuperação da vegetação nativa em todas as áreas são:

- I. Indicadores de quitação (efetividade)
 - a. I00.1 - APPs e áreas de recarga hídrica recuperadas;
 - b. I00.2 - Nascentes recuperadas;
 - c. I00.3 - Recuperação de faixas marginais e remanescentes impactados passíveis de restauração florestal;
 - d. I00.4 - Cumprimento das compensações e/ou conversões das ações de reflorestamento;
 - e. I01.1 - Riqueza de espécies nativas (restauração assistida);

- f. I01.2 - Riqueza de espécies nativas (restauração ativa);
- g. I01.3 - Riqueza de espécies nativas (Áreas ≤ 2 ha; áreas estreitas ≤ 8 m de largura; áreas em monodominância; e, áreas com elevada incidência de invasão por animais de criação);
- h. I01.4 - Riqueza de espécies nativas (Sistemas Agroflorestais – SAF e APPs hídricas com faixa de cobertura vegetal ≤ 5 m de largura);
- i. I02.1 - Densidade total de espécies nativas (mudas + regenerantes) (restauração assistida);
- j. I02.2 - Densidade total de espécies nativas (mudas + regenerantes) (restauração ativa); e
- k. I03 - Cobertura de solo por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas.

II. Parâmetros de monitoramento

- a. I04 - Controle da qualidade do plantio/semeadura;
- b. I05 - Controle da qualidade da manutenção;
- c. I06 - Controle de espécies exóticas invasoras (matocompetição);
- d. I07 - Controle da qualidade da proteção florestal; e
- e. I08 - Pagamento por serviços ambientais (PSA).

Cláusula 11. Os parâmetros de cada um dos indicadores/parâmetros serão ajustados conforme a necessidade de cada cenário e suas variações, mediante proposição da COMPROMISSÁRIA e aprovação da GOVERNANÇA.

Cláusula 12. As áreas alvo das intervenções serão classificadas conforme os seguintes cenários:

- I. C1 - Restauração Assistida
- a. Áreas com alto potencial de regeneração; e

b. Áreas com médio potencial de regeneração.

II. C2 - Restauração Ativa

a. Áreas com baixo potencial de regeneração

b. Áreas com implantação de sistemas agroflorestais – SAF

c. APPs hídricas com faixa de cobertura vegetal ≤ 5 m de largura

III. C3 - Restauração Assistida e Ativa

a. Áreas isoladas ≤ 2 ha ou estreitas ≤ 8 m de largura

b. Áreas em monodominância

c. Áreas com elevada incidência de invasão por animais de criação

d. C4 - Restauração Passiva: Fragmentos em estágio médio e avançado de regeneração

IV. C5 - Impedimentos

a. Áreas atingidas por rejeito:

1. com confirmação formal de não adesão/desistência/desligamento pelo proprietário

2. com constatação formal de inviabilidade técnica para recomposição florestal; ou

3. não atingimento das metas por motivos que não sejam de responsabilidade da COMPROMISSÁRIA num prazo de seis anos.

b. Áreas não atingidas por rejeito:

1. com confirmação formal de desistência/desligamento do proprietário; ou

2. não atingimento das metas por motivos que não sejam de responsabilidade da COMPROMISSÁRIA num prazo de seis anos.

Parágrafo único. Outros tipos de áreas não descritas nos cenários acima poderão ser adicionados mediante proposição da COMPROMISSÁRIA e aprovação do órgão competente.

Cláusula 13. Para as ações de isolamento (cercamento e aceiramento) de fragmentos em estágios médio e avançado (restauração passiva - áreas enquadradas no Cenário C4), no âmbito das ações compensatórias, aplica-se a conversão na proporção de 10 (dez) ha de áreas protegidas para 1 (um) ha de área contabilizada no programa, considerando apenas o alcance do indicador I07 como indicador de quitação depois de transcorrido o prazo de 06 (seis) anos. De forma análoga, também se aplica a conversão na proporção de 10 (dez) nascentes protegidas para 01 (uma) nascente contabilizada para quitação.

Cláusula 14. Considerando a possibilidade da descontinuidade do processo de recuperação ambiental por desistência/desligamento do proprietário ou possuidor do imóvel, constatação de inviabilidade técnica ou por outros motivos (Cenário C5), o déficit gerado por estas áreas será compensado/convertido em ações alternativas ao longo de toda a Bacia do Rio Doce com as devidas proporcionalidades, compreendendo, mas não se limitando a:

- I. Recuperação de áreas degradadas em Unidades de Conservação ou Unidades Demonstrativas;
- II. Proteção ambiental (isolamento e proteção de matas nativas);
- III. Adequação ambiental de propriedades rurais;
- IV. Implantação de sistemas agroflorestais – SAFs;
- V. Fomento, fortalecimento, estruturação e/ou criação de UCs;
- VI. Fomento, fortalecimento, estruturação de viveiros;
- VII. Produção, aquisição e distribuição de mudas voltadas para agricultura familiar (sustentabilidade), com atendimento prioritário às propriedades aderidas aos programas de reflorestamento;
- VIII. Fomento a ações de educação ambiental;

IX. Pagamento por serviços ambientais; e

X. Outras modalidades de conversão/compensação, mediante projetos aprovados pelo órgão competente, considerando a proporcionalidade baseada em valoração ambiental do dano e da reparação do dano.

Parágrafo primeiro. As proporcionalidades referentes as ações acima deverão ser detalhadas pela COMPROMISSÁRIA no PLANO a ser apresentado pela COMPROMISSÁRIA e aprovado pela GOVERNANÇA, e deverão ser implementados ao longo do prazo de 6 (seis) anos, previstos para atingimento dos indicadores, ou assim que constatada a descontinuidade do processo de recuperação, por motivos que não sejam de responsabilidade da COMPROMISSÁRIA.

Parágrafo segundo. Aliado aos casos das ações compensatórias extraordinárias mencionadas acima, a proporcionalidade também deverá considerar os casos em que a desistência/desligamento do proprietário seja formalizada após execução das ações e atingimento parcial dos indicadores de quitação (I01, I02, I03 e I04). Poderá ser solicitada pela COMPROMISSÁRIA a quitação proporcional e equivalente destes indicadores, a ser refletido também nos indicadores I001, I002 e I003, da recuperação ambiental pretendida.

Cláusula 15. As ações de compensação/conversão atinentes às ações de recuperação ambiental serão contabilizadas nas metas dos indicadores I00.1, I01.2 ou I01.3 com a devida proporcionalidade considerando a valoração ambiental e priorização das ações originárias propostas para áreas objeto da compensação.

Cláusula 16. Estão incluídas nos programas a implantação de técnicas de controle de erosão, quando necessárias, como barraginhas, caixas secas, sulcos, curvas de nível e outras. Como forma de estímulo à adesão e ao engajamento, podem ser empregadas outras ações adicionais que beneficiem proprietários ou possuidores de imóveis que se destacarem quanto ao avanço no processo de recuperação ambiental (áreas modelos).

Cláusula 17. Os indicadores serão aplicados conforme os cenários propostos na classificação de enquadramento da Tabela 2, e nos termos da Tabelas 3 e 4, aplicando-se a estratificação das áreas conforme a Tabela 5.

Cláusula 18. A GOVERNANÇA poderá autorizar a redução em até 20% (vinte por cento) das metas do cenário C3 após 4 (quatro) anos do início do plantio, caso o inventário técnico especializado demonstre o não atingimento das metas inicialmente previstas, observando-se as ações compensatórias alternativas descritas neste Apêndice.

Cláusula 19. Quanto às ações de fortalecimento e estruturação da rede de sementes e mudas, a produção de mudas e sementes pode contemplar, além de espécies nativas, outras com potencial de negócio, como agroflorestais e exóticas. O sistema de produção e distribuição de sementes e mudas será avaliado como metodologia para o alcance dos indicadores diretamente relacionados com o plantio e semeadura.

Cláusula 20. Os indicadores aplicados para as avaliações das ações relacionadas à rede de sementes e mudas são:

- I. I09.1 - N° de campanhas de Assistência Técnica/ N° de Núcleos ativos
- II. I09.2 - N° de boletins de análises de sementes/ N° de lotes formados
- III. I09.3 - N° de espécies coletadas anualmente/ N° espécies do ecossistema de referência
- IV. I09.4 - N° Governanças formalizadas/ N° de Núcleos Coletores ativos
- V. I09.5 - N° de visitas técnicas/ N° de viveiro
- VI. I09.6 - N° CNPJ apto/N° CNPJ ativos

Parágrafo primeiro. O projeto da rede de sementes e mudas será encerrado quando atendidos os indicadores de efetividade (indicadores I09.4 e I09.5), com a devida comprovação de auditoria independente e aprovação pelo Órgão Competente.

Parágrafo segundo. A estratificação da Rede de Sementes e Mudas seguirá o disposto nas Tabelas 6 e 7.

Cláusula 21. As ações de regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos nos Rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta Neves terão os seguintes indicadores e seguirão o disposto na Tabela 8.

Tabela 1- Áreas Prioritárias

| TRECHO | CÓDIGO | Projeção Geográfica (CRS: 4326) | |
|--------|--------|---------------------------------|-----------|
| | | L (WGS84) | N (WGS84) |
| 14 | R01 | -40,9364 | -19,4998 |
| 14 | R02 | -40,9429 | -19,5005 |
| 15 | R03 | -40,8806 | -19,5058 |
| 15 | R04 | -40,8817 | -19,5039 |
| 15 | R05 | -40,8243 | -19,5253 |
| 15 | R06 | -40,7999 | -19,528 |
| 15 | R07 | -40,4663 | -19,5429 |
| 15 | R08 | -40,4748 | -19,529 |
| 15 | R09 | -40,325 | -19,4979 |
| 15 | R10 | -40,3058 | -19,5094 |
| 15 | R11 | -40,2366 | -19,4766 |
| 15 | R12 | -40,1752 | -19,4453 |
| 15 | R13 | -40,1529 | -19,4491 |
| 15 | R14 | -40,1289 | -19,4234 |
| 15 | R15 | -40,1269 | -19,4224 |
| 15 | R16 | -40,1137 | -19,4303 |
| 16 | R17 | -40,0497 | -19,4188 |
| 16 | R18 | -40,0418 | -19,4101 |
| 16 | R19 | -40,0303 | -19,4153 |
| 16 | R20 | -40,0134 | -19,4188 |
| 16 | R21 | -39,8838 | -19,5372 |
| 16 | R22 | -39,8527 | -19,5626 |
| 16 | R23 | -39,8398 | -19,573 |
| 16 | R24 | -39,7993 | -19,5732 |
| 16 | R25 | -39,8 | -19,576 |
| 16 | R26 | -39,8 | -19,6085 |

| | | | |
|----|-----|----------|----------|
| 16 | R27 | -39,7934 | -19,5954 |
| 16 | R28 | -39,8011 | -19,6124 |
| 16 | R29 | -39,8083 | -19,6253 |
| 16 | R30 | -39,8088 | -19,6306 |
| 14 | M1 | -41,3005 | -19,252 |
| 13 | M2 | -42,4249 | -19,3689 |
| 13 | M3 | -42,4916 | -19,6163 |
| 13 | M4 | -42,4771 | -19,7479 |
| 14 | I1 | -41,3996 | -19,2017 |
| 14 | I2 | -41,0569 | -19,491 |
| 14 | I3 | -41,5934 | -18,9888 |
| 14 | I4 | -41,8452 | -18,8612 |
| 13 | I5 | -42,8463 | -20,1922 |
| 14 | D1 | -41,6469 | -18,9723 |
| 14 | D2 | -42,0924 | -18,9936 |

Tabela 2 – Descrição dos cenários de enquadramento

| Cenário | Descrição do cenário | Indicadores aplicáveis | Indicadores de quitação | Contabilização nas ações de reflorestamento | Aplicação |
|---|--|---|--|---|-------------------------------------|
| C1 Restauração Assistida (fragmentos em estágio inicial) | Fragmento inicial de regeneração (Resolução CONAMA MG 392/2007 e Resolução CONAMA-ES 29/1994) ou áreas com médio e alto potencial de regeneração | I00.1, I00.2, I00.3, I01.1, I02.1, I03, I04 e I07 | I00.1, I00.2, I00.3, I01.1, I02.1, I03 | Sim | Ações compensatórias e reparatórias |
| C2 Restauração Ativa | Áreas com baixo potencial de regeneração | I00.1, I00.2, I00.3, I01.2, I02.2, I03, I04, I05, I06 e I07 | I00.1, I02.2, I00.2, I00.3, I03 | Sim | Ações compensatórias e reparatórias |
| | Áreas com implantação de sistemas agroflorestais – SAF APPs hídricas com faixa de cobertura vegetal ≤ 5 m de largura | I00.1, I00.2, I00.3, I01.4, I03, I04, I05 e I07 | I00.1, I00.2, I00.3, I01.4, I03 | | |
| C3 Restauração Assistida e Ativa | Áreas ≤ 2 ha ou estreitas ≤ 8 m de largura | I00.1, I00.2, I00.3, I01.3, I02.2, I02.2, I03, I04, I05 e I07 | I00.1, I00.2, I00.3, I01.3, I02.2, I03 | Sim | Ações compensatórias e reparatórias |
| | Áreas em monodominância | | | | |
| | Áreas com elevada incidência de invasão por animais de criação | | | | |

| | | | | | |
|---------------------------------------|---|---|---|---------------------------|----------------------|
| C4 Restauração Passiva | Fragmentos em estágio médio e avançado de regeneração conforme resolução Resolução CONAMA MG 392/2007 e Resolução CONAMA-ES 29/1994 | I07 | I07 | Sim, na proporção de 10/1 | Ações compensatórias |
| C5 Impedimentos | Áreas atingidas por rejeito: i) com confirmação formal de não adesão/desistência/desligamento pelo proprietário; ii) com constatação formal de inviabilidade técnica para recomposição florestal; e iii) não atingimento das metas por motivos que não sejam de responsabilidade da COMPROMISSÁRIA num prazo de seis anos | Conforme termo aprovado para compensação da reparação do reflorestamento | I00.4 e outros conforme termo aprovado para compensação da reparação do reflorestamento | Sim, na proporção de 5/1 | Ações reparatórias |
| | Áreas não atingidas por rejeito: i) com confirmação formal de desistência/desligamento do proprietário; e ii) não atingimento das metas por motivos que não sejam de responsabilidade da COMPROMISSÁRIA num prazo de dez anos | Conversão da compensação em áreas aprovadas (UCs, UD's e outras não se limitando às áreas prioritárias) com aplicação dos indicadores conforme o cenário classificado | Conforme o cenário classificado | Sim, na proporção de 1/1 | Ações compensatórias |

Tabela 3 – Descrição dos indicadores de quitação. Maiores detalhes são apresentados nas fichas dos indicadores.

| INDICADORES DE QUITAÇÃO | | | | |
|--|---------|---------|--|---|
| Indicador | Unidade | Meta | Frequência de Medição | Campanhas de Monitoramento* |
| I00.1 - APPs e áreas de recarga hídrica recuperadas | % | 100% | Entregas progressivas até o atingimento da meta (Obs: A contar da implantação (plantio/semeadura o prazo é de 6 anos para ações compensatórias e reparatórias | |
| I00.2 - Nascentes recuperadas | % | 100% | | |
| I00.3 - Recuperação de faixas marginais e fragmentos impactados passíveis de restauração florestal | % | 100% | | |
| I00.4 - Cumprimento das compensações e/ou conversões | % | 100% | Conforme definido pelo órgão competente | |
| I01.1 - Riqueza de espécies nativas (restauração assistida) | % | ≥ 30%** | No fim | 1 (uma) campanha de quitação para conclusão do programa/Cláusula por sub-bacia ou fração de sub-bacia |
| I01.2 - Riqueza de espécies nativas (restauração ativa) | % | ≥ 20%** | | |
| I01.3 - Riqueza de espécies nativas (Áreas estreitas ≤ 8 m de largura; áreas em monodominância; áreas com elevada incidência de invasão por animais de criação; e áreas ≤ 2 ha) | Spp/ha | ≥ 30 | | |
| I01.4 - Riqueza de espécies nativas em Sistemas Agroflorestais – SAF e APPs hídricas com faixa de cobertura vegetal ≤ 5 m de largura | Spp/ha | ≥ 10 | | |

| | | | | |
|--|---------|-------------|--------------------|---|
| I02.1 - Densidade total de espécies nativas (mudas + regenerantes) (restauração assistida) | Ind./ha | ≥ 1.500 *** | | |
| I02.2 - Densidade total de espécies nativas (mudas + regenerantes) (restauração ativa) | Ind./ha | ≥ 1.333*** | | |
| I03 - Cobertura de solo por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas | % | ≥ 80% | No início e no fim | Registro diagnóstico no início da implantação do Projeto Individual por Propriedade com base em registro fotográfico e 1 (uma) campanha de quitação no fim do processo de recuperação |

* Considera-se o prazo de 06 (seis) anos de implantação para quitação dos indicadores I01, I02 e I03 para as ações compensatórias e 6 (seis) anos para as ações reparatórias, podendo a quitação ocorrer em prazo inferior mantendo, até completar o prazo final, o monitoramento e manutenção. Considera-se ainda o pagamento por serviços ambientais (PSA em valor integral) durante 05 (cinco) anos, vinculado ao processo de alcance, monitoramento e manutenção dos indicadores I05, I06 e I07. Para o indicador I01.4 deve ser considerada a inclusão de mínimo 10 espécies, lenhosas, perenes, de ciclo longo por hectare ou fração.

** Percentual comparado com o ambiente referência extraído a partir do inventário florestal.

*** Ponderado com base no espaçamento 3x2 metros de plantio (Planaveg), resultando em 1.667 mudas/ha, considerando 80% de pagamento resultando em 1.333 ind./ha. O replantio é estimado em um acréscimo de 10% ao número estipulado.

Tabela 4 – Descrição dos parâmetros de monitoramento. Maiores detalhes são apresentados nas fichas dos parâmetros.

| PARÂMETROS DE MONITORAMENTO | | | | |
|--|---------|--|---|---|
| Parâmetro | Unidade | Meta | Frequência de Medição | Campanhas de Monitoramento** |
| I04 - Controle da qualidade do plantio/semeadura | % | ≥ 80% da área com a densidade desejada (indicadores I02.1 e I02.2) | 1ª Fase Até 180 dias após o plantio/semeadura 2ª Fase Até o segundo ano de manutenção (plantio de mudas e semeadura) OBS: Replante e ressemeadura devem ser aplicados sempre que necessário | Durante o prazo definido no programa a contar do primeiro plantio/semeadura, considerando o ciclo chuvoso para replanteio Amostragem em 100% das propriedades participantes do programa, em ao menos uma unidade de trabalho |
| I05 - Controle da qualidade da manutenção | % | ≥ 80% de efetividade das manutenções e controle | Anual até completar 3 anos | |
| I06 - Controle de espécies exóticas invasoras (matocompetição) | % | | | |
| I07 - Controle da qualidade da proteção florestal | % | ≥ 80% das áreas efetivamente protegidas | Bianual até o quarto ano após o cercamento/isolamento | Durante o prazo definido no programa a contar da implantação do isolamento (proteção/cercamento/aceiro) |

| | | | | |
|--|--|--|--|--|
| | | | | Amostragem em 100% das propriedades participantes do programa, em ao menos uma unidade de trabalho |
|--|--|--|--|--|

Tabela 5 – Estratificação dos cenários.

| Cenário | Modalidade/técnica | Parâmetros/indicadores de quitação | Resultados esperados no prazo definido |
|-----------------------------------|--|--|--|
| C1 - Restauração Assistida | Fragmento inicial de regeneração (Resolução CONAMA MG 392/2007 e Resolução CONAMA-ES 29/1994) ou áreas com médio e alto potencial de regeneração Plantio de espécies nativas conjugado com a condução da regeneração natural de espécies nativas (enriquecimento, adensamento, nucleação) | I01.1 - Riqueza de espécies | ≥ 30% da riqueza de espécies nativas com relação ao ecossistema de referência |
| | | I02.1 - Densidade de regenerantes (indivíduos ≥ 50 cm de altura a < 5 DAP) | ≥ 1.500 indivíduos nativos (mudas+regenerantes)/ha |
| | | I03 - Cobertura por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas. | ≥ 80% da área coberta por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas. |
| C2 - Restauração Ativa | Áreas com baixo potencial de regeneração: plantio total de espécies nativas | I02.2 - Densidade de regenerantes (indivíduos ≥ 50 cm de altura a < 5 DAP) | ≥ 1.333 indivíduos nativos (mudas+regenerantes)/ha |
| | | I01.2 - Riqueza de espécies | ≥ 20% da riqueza de espécies nativas com relação ao ecossistema de referência (Floresta em estágio secundário médio) |
| | | I03 - Cobertura de solo por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas. | ≥ 80% da área coberta por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas. |
| | Sistemas Agroflorestais: conforme o PIP - projeto individual da propriedade. | I01.4 - Riqueza de espécies | ≥ 10 espécies lenhosas, perenes, de ciclo longo por hectare |

| | | | |
|---|---|--|--|
| | | I03 - Cobertura de solo por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas. | ≥ 80% da área coberta por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas. |
| C3 - Restauração Assistida e Ativa | Áreas ≤ 2 ha ou estreitas ≤ 8 m de largura Áreas em monodominância Áreas com elevada incidência de invasão por animais de criação | I01.3 - Riqueza de espécies | ≥ 20 espécies nativas |
| | | I02.2 - Densidade de regenerantes (indivíduos ≥ 50 cm de altura a < 5 DAP) | ≥ 1.333 indivíduos nativos (mudas+regenerantes)/ha |
| | | I03 - Cobertura de solo por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas. | ≥ 80% da área coberta por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas. |
| | APPs hídricas com faixa ≤ a 5 m de largura | I01.4 - Riqueza de espécies | ≥ 10 espécies lenhosas, perenes, de ciclo longo por hectare |
| | | I02.2 - Densidade de regenerantes (indivíduos ≥ 50 cm de altura a < 5 DAP) | ≥ 1.333 indivíduos nativos (mudas+regenerantes)/ha |
| | | I03 - Cobertura de solo por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas. | ≥ 80% da área coberta por espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas. |
| C4 - Restauração Passiva | Fragmentos em estágio médio e avançado de regeneração: proteção/isolamento (Resolução CONAMA MG 392/2007 e Resolução CONAMA-ES 29/1994) | I07 - Controle da qualidade da proteção ambiental | ≥ 80% das áreas efetivamente protegidas/isoladas |
| C5 Impedimentos | Áreas atingidas por rejeito: i) com confirmação formal de não adesão/desistência/desligamento pelo | I00.4 - Cumprimento das compensações conforme termo | Conforme termo aprovado pela governança competente |

| | | | |
|--|--|--|--------------------------------------|
| | proprietário; ii) com constatação formal de inviabilidade técnica para recomposição florestal; e, e iii) não atingimento das metas por motivos que não sejam de responsabilidade da COMPROMISSÁRIA num prazo de seis anos. Compensação conforme termo aprovado pelo órgão competente; | aprovado pela governança competente | |
| | Áreas não atingidas por rejeito: i) com confirmação formal de desistência/desligamento do proprietário; e, ii) não atingimento das metas por motivos que não sejam de responsabilidade da COMPROMISSÁRIA num prazo de seis anos. Conversão (destinação das ações para outras áreas definidas, como UCs e UD's) | Aplicação dos indicadores conforme Cenários C1 a C4. O pagamento do PSA restante será contabilizado e redistribuído conforme definição da governança competente. | Resultados conforme Cenários C1 a C4 |

Tabela 6 – Indicadores da Rede de sementes.

| CLASSE | INDICADOR | UNIDADE | META |
|-------------|---|------------|------|
| Eficiência | I09.1 – N° de campanhas de Assistência Técnica/ N° de Núcleos ativos | Ano/núcleo | 2 |
| Eficácia | I09.2 - N° de boletins de análises de sementes/ N° de lotes formados | % | 100 |
| | I09.3 - N° de espécies coletadas anualmente/ N° espécies do ecossistema de referência | % | 40 |
| Efetividade | I09.4 - N° Governanças formalizadas/ N° de Núcleos Coletores ativos | % | 100 |

Tabela 7 – Indicadores da Cadeia produtiva de mudas.

| CLASSE | INDICADOR | UNIDADE | META |
|-------------|--|-----------------|------|
| Eficiência | I09.5 - N° de visitas técnicas/ N° de viveiros | Visitas por ano | 4 |
| Efetividade | I09.6 - N° CNPJ apto/N° CNPJ ativos | % | 100 |

Tabela 8 – Indicadores das ações de regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos.

| INDICADORES DE QUITAÇÃO | | | | |
|--|---------|--------|---|-----------------------------|
| Indicador | Unidade | Meta | Frequência de Medição | Campanhas de Monitoramento* |
| I10.1 - Índice de Solo Exposto | % | ≤ 20 % | Entregas progressivas até o atingimento da meta | |
| I10.2 - Índice de Estabilização de Margem | % | ≥ 90% | | |
| INDICADOR DE MONITORAMENTO | | | | |
| I10.3 - Índice de Redução de Perda do Solo | % | ≥ 80% | Entregas progressivas até o atingimento da meta | |

SUB-APÊNDICE 1

FICHAS DOS INDICADORES DAS AÇÕES DE RECOMPOSIÇÃO FLORESTAL E RECUPERAÇÃO DA VEGETAÇÃO NATIVA

Indicadores de quitação (efetividade)

- **I00.1** - APPs e áreas de recarga hídrica recuperadas
- **I00.2** - Nascentes recuperadas
- **I00.3** - Recuperação de áreas atingidas por rejeito e passíveis de restauração florestal
- **I00.4** - Compensações e/ou conversões
- **I01.1** - Riqueza de espécies nativas (restauração assistida)
- **I01.2** - Riqueza de espécies nativas (restauração ativa)
- **I01.3** - Riqueza de espécies nativas (Áreas ≤ 2 ha; áreas estreitas ≤ 8 m de largura; áreas em monodominância e; áreas com elevada incidência de invasão por animais de criação)
- **I01.4** - Riqueza de espécies nativas (Sistemas Agroflorestais – SAF e APPs hídricas com faixa de cobertura vegetal ≤ 5 m de largura)
- **I02.1** - Densidade total de espécies nativas (mudas + regenerantes) (restauração assistida)
- **I02.2** - Densidade total de espécies nativas (mudas + regenerantes) (restauração ativa)
- **I03** - Cobertura de solo com espécies arbustivas e/ou arbóreas nativas.

I00.1 – APPs e Áreas de Recarga Hídricas Recuperadas

| I00.1 – APPs e recarga hídricas recuperadas | | | |
|--|---|-------------------|---|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Áreas de APP e de recarga hídrica recuperadas | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| ha | Maior melhor | Cumulativo | 43.950 ha (incluindo a área de 5.000 nascentes) |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| I00.1 = <i>Hectares recuperados + Hectares compensados/convertidos conforme proporção definida</i> | | | |

| Hectare Recuperado | |
|---|---|
| Definição | Áreas onde os indicadores I01, I02 e I03 acusam trajetória satisfatória de recuperação (acumulativo) |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Dados do monitoramento das áreas bem como análises via sistema de informação geográfica Os resultados do monitoramento dos indicadores ecológicos e de efetividade serão registrados no webgis da executora assim que atingirem a suas metas conforme suas metodologias. |

I00.2 – Nascentes Recuperadas

| I00.2 – Nascentes recuperadas | | | |
|---|--------------------------|-------------------|---------------------|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Áreas de APP recuperadas | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| Unidade | Maior melhor | Cumulativo | 5.000 nascentes |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| I00.2 = Nascentes recuperadas + Nascentes compensadas/convertidas conforme proporção definida | | | |

| Nascentes Recuperadas | |
|---|---|
| Definição | Áreas onde os indicadores I01, I02 e I03 acusam trajetória satisfatória de recuperação (acumulativo) |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Dados do monitoramento das áreas bem como análises via sistema de informação geográfica Os resultados do monitoramento dos indicadores ecológicos e de efetividade serão registrados no webgis da executora assim que atingirem a suas metas conforme suas metodologias. |

I00.3 – Recuperação de faixas marginais e fragmentos impactados passíveis de restauração florestal

| I00.3 – Recuperação de faixas marginais e fragmentos impactados passíveis de restauração florestal | | | |
|--|--|-------------------|--|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Áreas de APPs e remanescentes florestais recuperadas com efetividade no controle de processos erosivos | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| ha | Maior melhor | Cumulativo | Atendimento à totalidade das APPs e áreas de remanescentes florestais de faixas marginais e fragmentos impactados, atendendo aos indicadores I00.4; I01, I02 e I03 |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| I00.3 = Áreas recuperadas + Áreas compensadas/convertidas conforme proporção definida | | | |

| Hectare Recuperado | |
|---|--|
| Definição | Áreas onde os indicadores I01, I02 e I03 acusam trajetória satisfatória de recuperação (acumulativo). |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Dados do monitoramento das áreas bem como análises via sistema de informação geográfica. Os resultados do monitoramento dos indicadores ecológicos e de efetividade serão registrados no webgis da executora assim que atingirem a suas metas conforme suas metodologias. |

I00.4 – Compensações e/ou conversõescon

| I00.4 – Compensações e/ou conversões | | | |
|---|--|-------------------|--|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Cumprimento das compensações e/ou conversões | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| Nº de ações/obrigações | Maior melhor | Cumulativo | Cumprimento de todas as ações/obrigações assumidas de compensação/conversão conforme escopo aprovado para cada uma das situações |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| I00.4 = Cumprimento das ações de compensação/conversão conforme escopo aprovado | | | |

| Definição | Compensações/conversões conforme o escopo definido (acumulativo) |
|---|---|
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Os resultados do monitoramento dos indicadores ecológicos e de efetividade serão registrados no webgis da executora assim que atingirem a suas metas conforme suas metodologias. Relatórios de cumprimento dos termos de compensação/conversão |

I01 – Riqueza de espécies nativas

| | | | |
|---|---|-------------------|---|
| I01.1 - Riqueza de espécies nativas (restauração assistida) | | | |
| I01.2 - Riqueza de espécies nativas (restauração ativa) | | | |
| I01.3 - Riqueza de espécies nativas (Áreas ≤ 2 ha; áreas estreitas ≤ 8 m de largura; áreas em monodominância e; áreas com elevada incidência de invasão por animais de criação) | | | |
| I01.4 - Riqueza de espécies nativas (Sistemas Agroflorestais – SAF e APPs hídricas com faixa de cobertura vegetal ≤ 5 m de largura) | | | |
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Percentual da diversidade de espécies nativas com relação ao ecossistema de referência (Floresta em estágio secundário médio) | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | I01.1: ≥ 30% da riqueza do ambiente referência extraído a partir do inventário florestal por sub-bacia |
| % | Maior melhor | Cumulativo | I01.2: ≥ 20% da riqueza do ambiente de referência extraído a partir do inventário florestal por sub-bacia |
| Nº de espécies/ha | Maior melhor | Cumulativo | I01.3: ≥ 20 espécies/ha |
| Nº de espécies/ha | Maior melhor | Cumulativo | I01.4: ≥ 10 espécies/ha |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $I01 = \frac{\text{Riqueza de espécies nativas no sexto ano de intervenção} \times 100}{\text{Riqueza de espécies nativas do ecossistema de referência}}$ | | | |

| | |
|---|--|
| Definição | Riqueza de espécies nativas das áreas em restauração. |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Os dados virão do monitoramento ecológico realizado no sexto ano pós-implantação através de um inventário florestal, estratificado por projeto, que terá como área amostral 5% do total em restauração ou limitado a suficiência amostral, proporcionalmente ao estrato do ecossistema de referência, preferencialmente da sub-bacia. As medições terão como base em coletas de dados integrais referentes ao total de cada parcela (100 m2) obtidos na totalidade das parcelas. Dentre as espécies deverão estar presentes espécies de cobertura (crescimento rápido, ciclo de vida curto) e de diversidade (crescimento lento, ciclo de vida longo). |

I02 – Densidade de regenerantes

| I02.1 - Densidade total de espécies nativas (mudas + regenerantes) (restauração assistida) | | | |
|---|--|-------------------|--|
| I02.2 - Densidade total de espécies nativas (mudas + regenerantes) (restauração ativa) | | | |
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Densidade de regenerantes (indivíduos com altura igual ou superior a 0,5 m e diâmetro a altura do peito - DAP inferior a 5 cm) | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| Nº de indivíduos/ha | Maior melhor | Cumulativo | I02.1: ≥ 1.834 indivíduos nativos (mudas+regenerantes)/ha |
| Nº de indivíduos/ha | Maior melhor | Cumulativo | I02.2: ≥ 1.333 indivíduos nativos (mudas+regenerantes)/ha |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| I01 = <u>Número de indivíduos considerando mudas + regenerantes</u> Total da área amostral em ha | | | |

| Definição | Quantidade de espécies de indivíduos nativos de menor porte ($H \geq 0,5$ m e $DAP < 5$ cm) arbustivos e arbóreos. |
|---|---|
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Os dados virão do monitoramento ecológico realizado no sexto ano pós-implantação através de um inventário florestal, estratificado por projeto, que terá como área amostral 5% do total em restauração ou limitado a suficiência amostral, proporcionalmente ao estrato do ecossistema de referência, preferencialmente da sub-bacia. As medições terão como base em coletas de dados integrais referentes ao total de cada parcela (100 m ²) obtidos na totalidade das parcelas. Dentre as espécies deverão estar presentes espécies de cobertura (crescimento rápido, ciclo de vida curto) e de diversidade (crescimento lento, ciclo de vida longo). |

I03 – Cobertura de solo por meio de espécies arbustivas e ou arbóreas nativas

| I03 – Cobertura de solo por meio de espécies arbustivas e ou arbóreas nativas | | | |
|--|--|-------------------|--|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Aumento da cobertura do solo por meio de espécies arbustivas e ou arbóreas nativas | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | I03: ≥ 80% da área coberta por espécies arbustivas e ou arbóreas nativas |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $I03 = \frac{\text{Total de área amostral com cobertura de espécies arbustivas e ou arbóreas nativas}}{\text{Total das áreas em recuperação florestal considerando os cenários C1 + C2 + C3}}$ | | | |

| Definição | Área total coberta no solo por espécies arbustivas e ou arbóreas nativas |
|---|--|
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Projetos de recuperação florestal nos cenários C1, C2 e C3 analisados via sistema de informação geográfica e/ou imageamento e/ou parcelas. |

- ***Parâmetros de monitoramento***
 - **I04** - Controle da qualidade do plantio/semearura
 - **I05** - Controle da qualidade da manutenção
 - **I06** - Controle de espécies exóticas invasoras (matocompetição)
 - **I07** - Controle da qualidade da proteção ambiental
 - **I08** - Pagamento por serviços ambientais (PSA)

I04 – Controle da qualidade do plantio/semearura

| I04 – Controle da qualidade do plantio/semeadura | | | |
|---|---|-------------------|-------------------------|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Aumento da densidade de indivíduos de espécies nativas nas áreas em recuperação florestal | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | I04: ≥ 80% de pegamento |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $I04 = \frac{\text{Quantidade de mudas sobreviventes após plantio e/ou semeadura}}{\text{Quantidade de berços avaliados}} \times 100$ | | | |

| Definição | Quantidade de mudas sobreviventes após plantio e/ou semearura |
|---|--|
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | <p>Dados do monitoramento das áreas bem como análises via sistema de informação geográfica. A amostragem acontecerá em 100% das propriedades participantes do programa, em ao menos uma unidade de trabalho.</p> <p>Parâmetros observados: % de mortalidade ou falha na germinação e sobrevivência; % de mudas quebradas; % de mudas com sintomas de doenças e/ou deficiência nutricional; % de mudas com danos severos por herbívora.</p> |

I05 – Controle da qualidade da manutenção

| I05 – Controle da qualidade da manutenção | | | |
|--|---|-------------------|---|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Controle dos fatores de degradação nas áreas em recuperação florestal | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | I05: ≥ 80% de efetividade das manutenções |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| I05 = $\frac{\text{Quantidade de Unidades de Trabalho com manutenção efetiva}}{\text{Quantidade de Unidades de Trabalho Avaliadas}}$ x 100 | | | |

| Definição | Qualidade das manutenções e controle das áreas |
|---|--|
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Dados do monitoramento das áreas bem como análises via sistema de informação geográfica Necessidade de coroamento; necessidade de roçada; nível de infestação por formigas cortadeiras; nível de infestação de bambus e taquaras; nível de infestação de lianas e trepadeiras |

I06 - Controle de espécies invasoras (matocompetição)

| I06 - Controle de espécies exóticas invasoras (matocompetição afetando a recuperação) | | | |
|--|--|-------------------|--|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Diminuição da presença de espécies exóticas e da matocompetição áreas em recuperação florestal | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | I06: ≥ 65% de efetividade das manutenções e controle |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| I06 = $\frac{\text{Quantidade de Unidades de Trabalho com controle efetivo de matocompetição}}{\text{Quantidade de Unidades de Trabalho Avaliadas}}$ x 100 | | | |

| Definição | Controle da matocompetição de espécies exóticas invasoras nas áreas de restauração florestal |
|---|---|
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Dados do monitoramento das áreas bem como análises via sistema de informação geográfica % de ocupação de espécies exóticas invasoras |

I07 - Controle da qualidade da proteção ambiental

| I07 - Controle da qualidade da proteção ambiental | | | |
|--|--|-------------------|--|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Proteção/isolamento (cercamento e aceiramento quando for o caso) efetivo contra ameaças externas | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | I07: ≥ 80% de efetividade do isolamento/proteção |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| I07 = $\frac{\text{Quantidade de Unidades de Trabalho protegidas}}{\text{Quantidade de Unidades de Trabalho Avaliadas}}$ x 100 | | | |

| Definição | Qualidade do isolamento/proteção das áreas |
|---|---|
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Dados do monitoramento das áreas bem como análises via sistema de informação geográfica Avaliação da cerca em relação ao cumprimento de sua função (proteger a área); avaliação de eventual aceiro em relação ao cumprimento de sua função (proteger a área); avaliação do isolamento/proteção das áreas considerando possíveis ameaças externas |

I08 - Pagamento por serviços ambientais (PSA)

| I08 - Pagamento por serviços ambientais (PSA) | | | |
|---|--|-------------------|--|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Incentivo para aumento do engajamento dos beneficiários dos programas de restauração florestal | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor da meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | Cumprimento de 100% dos pagamentos de PSA devido |
| Frequência de medição | Data início de medição* | | Data fim de medição |
| Anual | 12/2025 | | 12/2030 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| I08 = | <div><div><div><div><div></div></div><div><div></div></div></div><div><div><div><div></div></div><div><div></div></div></div><div><div><div></div></div><div><div></div></div></div></div><div><div><div><div></div></div><div><div></div></div></div><div><div><div></div></div><div><div></div></div></div></div><div><div><div></div></div><div><div></div></div></div></div><div><div><div></div></div><div><div></div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><div></div></div></div> <div><div><div></div></div><div><</div></div> | | |

| Definição | Pagamento por Serviços Ambientais como forma de engajamento e fortalecimento das ações de recuperação ambiental |
|---|---|
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Dados do monitoramento das áreas e relatórios de pagamentos realizados validados por auditoria independente |

- ***Indicadores da Rede de Sementes e Mudás***
 - **I09.1** - N° de campanhas de Assistência Técnica/ N° de Núcleos ativos
 - **I09.2** - N° de boletins de análises de sementes/ N° de lotes formados
 - **I09.3** - N° de espécies coletadas anualmente/ N° espécies do ecossistema de referência
 - **I09.4** - N° Governanças formalizadas/ N° de Núcleos Coletores ativos
 - **I09.5** - N° de visitas técnicas/ N° de viveiros
 - **I09.6** - N° CNPJ apto/N° CNPJ ativos

I09.1 – N° de campanhas de Assistência Técnica/ N° de Núcleos ativos

| I09.1 – N° de campanhas de Assistência Técnica/ N° de Núcleos ativos | | | |
|---|---|-------------------|------------------|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Eficiência | Todos os Núcleos Coletores ativos de cada comunidade receberão assistência técnica para seus coletores estarem aptos a coletar e manejar sementes florestais para fins de restauração. Cada Núcleo receberá pelo menos 2 visitas por ano. | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor meta |
| Ano Núcleo | Maior melhor | 12 meses | 2 |
| Frequência de medição | Data início medição | | Data fim medição |
| Anual | Dez/2023 | | Dez/2026 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $I09.1 = \frac{\text{Número de campanhas de assistência técnica}}{\text{Número de núcleos ativos}}$ | | | |
| Nome do numerador: Número de campanhas de assistência técnica | | | |
| Definição | A campanha é o número de vezes que a equipe técnica capacitada fornece assistência a um Núcleo Coletor. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Termo de capacitação assinado pelo Núcleo Coletor. As informações ficarão disponíveis no Sharepoint no site Rede Rio Doce. | | |
| Nome do denominador: Número de Núcleos ativos | | | |
| Definição | Os Núcleos ativos são os que foram mobilizados, seus coletores assinaram o Termo de adesão e coletaram sementes no ciclo anterior. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Termo de mobilização do Núcleo Coletor com assinaturas dos participantes. Relatório técnico e fotográfico. As informações ficarão disponíveis no Sharepoint no site Rede Rio Doce. | | |

109.2 – N° de boletins de análise de sementes/ N° de lotes formados

| 109.2 – N° de boletins de análise de sementes/ N° de lotes formados | | | |
|--|--|-------------------|------------------|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Eficácia | Confiabilidade da qualidade das sementes coletadas para serem utilizadas na restauração. Garantir que todas as sementes sejam avaliadas quanto à sua capacidade de germinar e virar uma árvore. | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | 100 |
| Frequência de medição | Data início medição | | Data fim medição |
| Anual | Out/2023 | | Dez/2026 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $109.2 = \frac{\text{Números de boletins de análise de sementes}}{\text{Número de lotes formados}} \times 100$ | | | |
| Nome do numerador: Número de boletins de análises de sementes | | | |
| Definição | Boletim de análise de sementes avalia a taxa de germinação e a pureza das sementes por lote. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Boletins de análise de qualidade. As informações ficarão disponíveis no Sharepoint no site Rede Rio Doce | | |
| Nome do denominador: Número de lotes formados | | | |
| Definição | Um lote é formado por uma determinada espécie, coletada em uma determinada Área de Coleta de Sementes, em um dado período. O peso de um lote é definido de acordo com as características da espécie. O lote recebe um código que é único e intransferível, através dele é possível rastrear a semente. As Áreas de Coleta de Sementes é o local onde o Núcleo Coletor realiza as atividades de colheita, áreas descontínuas distantes mais de 200 metros serão consideradas Áreas de Coleta de Sementes distintas. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Mapa das áreas de coleta de sementes por Núcleo Coletor, lista de espécies por área de coleta de sementes. Os mapas e listas ficarão disponíveis na base GIS da Fundação Renova e no site da Rede de Sementes | | |

I09.3 – N° de espécies coletadas pela Rede/ N° espécies do ecossistema de referência

| I09.3 – N° de espécies coletadas pela Rede/ N° espécies do ecossistema de referência | | | |
|--|--|-------------------|------------------|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Eficácia | Atender o indicador riqueza de espécies, para entrega dos programas de restauração | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | 40 |
| Frequência de medição | Data início medição | | Data fim medição |
| Anual | Jun/2024 | | Dez/2026 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $I09.3 = \frac{\text{Números de espécies coletadas pela Rede}}{\text{Número de espécies do ecossistema de referência}} \times 100$ | | | |
| Nome do numerador: Números de espécies coletadas pela Rede | | | |
| Definição | É a quantidade de táxons coletados, identificadas em algum nível taxonômico, preferencialmente a nível de espécie. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Lista de espécies coletadas. As informações ficarão disponíveis no Sharepoint no site Rede Rio Doce | | |
| Nome do denominador: Número de espécies do ecossistema de referência | | | |
| Definição | Análises do processamento de dados do inventário florestal da Bacia do Rio Doce. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Parâmetro fornecidos pelo inventário florestal. | | |

I09.4 - N° Governanças formalizadas/ N° de Núcleos Coletores ativos

| I09.4 - N° Governanças formalizadas/ N° de Núcleos Coletores ativos | | | |
|---|---|-------------------|------------------|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Organização dos Núcleos Coletores em uma estrutura que atenda o mercado de sementes florestais | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | 100 |
| Frequência de medição | Data início medição | | Data fim medição |
| Anual | Dez/2024 | | Dez/2026 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $I09.4 = \frac{\text{Números de governanças formalizadas}}{\text{Número de Núcleos Coletores ativos}} \times 100$ | | | |
| Nome do numerador: Número de governanças formalizadas | | | |
| Definição | Documentação da estrutura organizacional do Núcleo Coletor, com definições de papéis e responsabilidades. CNPJ apto à comercialização de sementes, contendo CNAE vinculado à extração e comércio de sementes florestais nativas e Estatuto ou Contrato Social contendo a atividade. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Documentação da governança para cada Núcleo Coletor. Cartão do CNPJ e cópia do Documento de Constituição do CNPJ. As informações ficarão disponíveis no Sharepoint no site Rede Rio Doce. | | |
| Nome do denominador: Número de Núcleos Coletores ativos | | | |
| Definição | Os Núcleos Coletores ativos são os que foram mobilizados, seus coletores assinaram o Termo de adesão e coletaram sementes no ciclo anterior. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Termos de adesão assinados pelos coletores do Núcleo. As informações ficarão disponíveis no Sharepoint no site Rede Rio Doce. | | |

I09.5 - N° de visitas técnicas/ N° de viveiros

| I09.5 - N° de visitas técnicas/ N° de viveiros | | | |
|--|---|-------------------|------------------|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Eficiência | Todos os viveiros ativos receberão assistência técnica para seus viveiristas estarem aptos para produzir mudas de espécies florestais nativas para fins de restauração. Cada viveiro receberá pelo menos 4 visitas por ano. | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor meta |
| Visitas ano | Maior melhor | Cumulativo | 4 |
| Frequência de medição | Data início medição | | Data fim medição |
| Bimestral | Mar/2023 | | Dez/2026 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $I09.5 = \frac{\text{Números de visitas técnicas}}{\text{Número de viveiros}}$ | | | |
| Nome do numerador: Número de visitas técnicas | | | |
| Definição | Quantidade de vezes que equipe técnica vai até o viveiro para tirar dúvidas, instruir sobre determinada atividade, coletar dados, apresentar resultados e/ou cursos e treinamentos ministrados para trabalhadores do viveiro. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Certificados de cursos e/ou treinamentos. Relatório de visita técnica e relatório fotográfico. As informações ficarão disponíveis no Sharepoint no site Rede Rio Doce | | |
| Nome do denominador: Número de viveiros | | | |
| Definição | Quantidade de viveiros que estão no projeto. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Lista de viveiros e termos de adesão assinados As informações ficarão disponíveis no Sharepoint no site Rede Rio Doce. | | |

I09.6 - N° CNPJ apto/N° CNPJ ativos

| I09.6 - N° CNPJ apto/N° CNPJ ativos | | | |
|--|---|-------------------|------------------|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Viveiros aptos a comercializar mudas | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | 100 |
| Frequência de medição | Data início medição | | Data fim medição |
| Anual | Jun/2024 | | Dez/2026 |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $I09.6 = \frac{\text{Números de CNPJ apto}}{\text{Número de CNPJ ativo}} \times 100$ | | | |
| Nome do numerador: Número de CNPJ apto | | | |
| Definição | Estarão aptos à comercialização de mudas, quando os CNPJ tiverem CNAE vinculado à produção e comércio de mudas de espécies florestais nativas e Estatuto ou Contrato Social contendo a atividade. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Cartão do CNPJ e cópia do Documento de Constituição do CNPJ. As informações ficarão disponíveis no Sharepoint no site Rede Rio Doce | | |
| Nome do denominador: Número de CNPJ ativo | | | |
| Definição | CNPJ ativo junto a Receita Federal. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Cartão do CNPJ. As informações ficarão disponíveis no Sharepoint no site Rede Rio Doce | | |

- ***Indicadores das ações de regularização de calhas e margens e controle de processos erosivos nos Rios Gualaxo do Norte, Carmo e Doce no trecho a montante da UHE Risoleta.***

- **I10.1** – Índice de Solo Exposto
- **I10.2** – Índice de Estabilização de Margens
- **I10.3** – Índice de Redução de Perda do Solo

I10.1 – Índice de Solo Exposto

| I10.1 – Índice de Solo Exposto | | | |
|---|---|-------------------|----------------------------------|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Quantificar as falhas no desenvolvimento da cobertura vegetal total herbácea-arbustiva-arbóreas nas áreas passíveis de revegetação. | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor meta |
| % | Menor melhor | Cumulativo | ≤ 20 |
| Frequência de medição | Data início medição | | Data fim medição |
| Anual | abr/25 | | Concomitante à quitação dos PMRs |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $I02 = \frac{\textit{Área total com solo exposto}}{\textit{Área total passível de revegetação}} \times 100$ | | | |
| Nome do numerador: Área total com solo exposto | | | |
| Definição | Área total com solo exposto nas áreas passíveis de revegetação por meio de espécies herbáceas- arbustivas- arbóreas para fins de reabilitação. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Áreas obtidas por meio da soma das fisionomias do mapeamento de cobertura vegetal em imagens de alta resolução que representem índice de solo exposto. | | |
| Nome do denominador: Área total passível de revegetação | | | |
| Definição | Área impactada subtraída das áreas não passíveis de revegetação (cursos d 'água, afloramentos rochosos, estradas, infraestruturas, agrupamentos urbanos, etc.). | | |
| Fonte e método de edição/coleta do parâmetro | Área impactada mapeada conforme mancha de inundação. | | |

I10.2 – Índice de Estabilização de Margens

| I10.2 - Índice de estabilização de margens | | |
|---|---|--|
| Área de abrangência: Trecho 6 a 11 | | |
| Tipo | Resultados esperados | |
| Quitação | Mensurar a extensão de margens da vazante estabilizadas, considerando como estabilizadas aquelas que sejam capazes de conter a erosão laminar e fluvial, apresentando taxas de erosão equivalentes ou menores que um corpo hídrico de referência. | |
| Unidade | Polaridade | Meta |
| Km de margens | Maior melhor | Estabilizar 90% das margens dos rios Gualaxo e Carmo nos trechos 6 a 11, de forma que estas apresentem taxas de erosão equivalentes ou menores que um corpo hídrico de referência. |
| Frequência de medição | Data de início da medição | Data fim da medição |
| anual, na estiagem | Início da execução | Será dada quitação quando a meta for alcançada. |
| Fórmula de cálculo | | |
| <p>Índice de estabilização de margens –</p> $IEM = \frac{\text{km de margens da vazante estabilizado por técnicas de bioengenharia, por plantio de}}{\text{km total de margens}} \times 100$ <p>Tempo de acompanhamento do indicador:</p> <p>Estabilização com estruturas físicas ou de bioengenharia: 6 anos</p> <p>Estabilização com vegetação: até obtenção dos indicadores de reflorestamento</p> | | |

I10.3 – Índice de Redução de Perda do Solo

| I10.3 – Índice de Redução de Perda de Solo | | | |
|--|---|-------------------|----------------------------------|
| Tipo | Resultados esperados | | |
| Efetividade | Redução dos processos erosivos pluviais e aporte de sedimentos para os cursos de água. | | |
| Unidade | Polaridade | Período associado | Valor meta |
| % | Maior melhor | Cumulativo | ≥ 80% |
| Frequência de medição | Data início medição | | Data fim medição |
| Anual | Abr/22 | | Concomitante à quitação dos PMRs |
| Fórmula de cálculo | | | |
| $I04 = \frac{\text{Perda de solo [t/ha] nas parcelas de monitoramento tratadas por bioengenharia}}{\text{Perda de solo [t/ha] nas parcelas de monitoramento controle}} \times 100$ | | | |
| Nome do numerador: Perda de solo nas parcelas de monitoramento tratadas por bioengenharia | | | |
| Definição | Perda de solo por escoamento superficial nas parcelas tratadas com técnicas de bioengenharia e reflorestamento. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Coleta de amostras de escoamento superficial através de caçambas basculantes instaladas nas parcelas de monitoramento e determinação da concentração de sólidos por meio de análise laboratorial. De posse dos dados de escoamento superficial (volume) e das concentrações (massa/volume) de sólidos solúveis totais das amostras coletadas e conhecendo-se a área de cada parcela (125 m2), é calculado a perda de solo para cada evento: $\text{Perda de solo [massa/área]} (\text{Escoamento superficial})[\text{volume}] \times \text{concentração [massa/volume]} = \text{Área da parcela [área]}$ | | |
| Nome do denominador: Perda de solo nas parcelas de monitoramento controle | | | |
| Definição | Perda de solo por escoamento superficial nas parcelas sem tratamento, solo/rejeito exposto. | | |
| Fonte e método de medição/coleta do parâmetro | Coleta de amostras de escoamento superficial através de caçambas basculantes instaladas nas parcelas de monitoramento e determinação da concentração de sólidos por meio de análise laboratorial. De posse dos dados de escoamento superficial (volume) e das concentrações (massa/volume) de sólidos solúveis totais das amostras coletadas e conhecendo-se a área de cada parcela (125 m2), é calculado a perda de solo para cada evento: | | |

| | |
|--|---|
| | <i>Perda de solo [massa/área] (Escoamento superficial)[volume] x concentração [massa/volume] = Área da parcela [área]</i> |
|--|---|

SUB-APÊNDICE 2

Diretrizes gerais para elaboração dos Termos de Adesão e Contratos de prestação de produtos/serviço com os proprietários ou possuidores de imóveis aderidos aos programas de recomposição florestal e recuperação da vegetação nativa.

Cláusula 1. Aplicam-se os seguintes conceitos para os Termos de Adesão e Contratos tratados neste sub-apêndice:

- I. Provedor: proprietário(a) ou possuidor(a) do imóvel objeto do Termo de Adesão;
- II. Provedor/executor: proprietário(a) ou possuidor(a) do imóvel objeto do contratado para execução de parte das ações previstas no programa; e
- III. Pagador/executor: instituições executoras responsáveis pela fiscalização do termo de adesão, pela execução das ações nos imóveis objeto e pelos pagamentos realizados direto aos proprietários ou possuidores dos imóveis.

Cláusula 2. Os Termos de Adesão, Contratos de PSA, e Contratos de Prestação de Serviços/Produtos referidos no ANEXO 16 – PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL e no Apêndice 3 - Reflorestamento, Controle De Margens E Ações Compensatórias deverão conter as seguintes disposições, sem prejuízo de outras eventualmente aplicáveis:

- I. Identificação das partes envolvidas;
- II. Objeto, com a descrição geral dos serviços que serão realizados no imóvel;
- III. Cronograma do plano de execução;
- IV. Delimitação territorial da área e seu vínculo com o provedor;
- V. Direitos, obrigações do provedor, incluindo as ações de conservação assumidas, os critérios, os procedimentos das ações prestadas, a obrigatoriedade de impedir a invasão das áreas por gado e os meios formais de comunicação entre as partes;

- VI. Direitos e obrigações do pagador/executor, incluindo as ações assumidas relacionadas à recomposição florestal e recuperação da vegetação nativa;
- VII. Preços e forma de pagamento, critérios e procedimentos para reajuste dos pagamentos por serviços ambientais – PSA;
- VIII. Casos de revogação, extinção e prorrogação do Termo de Adesão;
- IX. Disposições gerais.

Cláusula 3. O provedor poderá assumir a execução de parte das ações relacionadas à recomposição florestal e recuperação da vegetação nativa na sua propriedade. Para estes casos será celebrado, adicionalmente ao termo de adesão, o Contrato de Prestação de Serviços/Produtos pelo pagador/executor com o provedor/executor, que deverá contar as seguintes disposições, sem prejuízo de outras eventualmente aplicáveis:

- I. Identificação das partes envolvidas;
- II. Objeto, com a descrição geral dos serviços que serão realizados no imóvel pelo provedor/executor;
- III. Delimitação territorial da área onde serão realizadas as ações pelo provedor/executor;
- IV. Cronograma do plano de execução, incluindo dispositivo de assunção das ações pelo pagador/executor e extinção do Contrato sem ônus para o provedor/executor no caso de descumprimento do cronograma;
 - a. No caso de não cumprimento do cronograma pelo provedor/executor com extinção do Contrato, considera-se a assunção imediata das ações pelo pagador/executor;
 - b. No caso de revogação/extinção do Termo de Adesão serão implementadas as regras do ANEXO 16 – PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL quanto à compensação em outra área.

- V. Direitos, obrigações do provedor/executor, incluindo as ações assumidas relacionadas à recomposição florestal e recuperação da vegetação nativa, os critérios e os indicadores dos serviços prestados;
- VI. Direitos e obrigações do pagador/executor, incluindo as ações assumidas relacionadas à recomposição florestal e recuperação da vegetação nativa, os critérios e os indicadores dos serviços prestados;
- VII. Obrigatoriedade, forma e periodicidade da prestação de contas do pagador/executor ao provedor;
- VIII. Obrigatoriedade, forma e periodicidade da prestação de contas do provedor/executor ao pagador/provedor;
- IX. Preços e forma de pagamento, critérios e procedimentos para reajuste dos pagamentos pelos serviços prestados pelo provedor/pagador;
- X. Casos de revogação, prorrogação e extinção do Contrato; e
- XI. Disposições gerais.

Cláusula 4. Em caso de desistência, será lavrado em comum acordo entre as partes o Termo de Desistência sem ônus para o proprietário ou possuidor do imóvel. Em caso de revogação ou extinção do contrato por outros motivos, será lavrado termo próprio descrevendo os motivos da revogação ou extinção, bem como a forma e medida de conversão das obrigações.

APÊNDICE 4 – LAGOAS MARGINAIS

Cláusula 1. A COMPROMISSÁRIA deverá concluir o projeto piloto de recuperação das oito lagoas marginais listadas na **Erro! Fonte de referência não encontrada.** (ao final deste Apêndice), e continuará seu monitoramento conforme os critérios aqui definidos, até completar dois ciclos hidrológicos em cada lagoa, submetendo à GOVERNANÇA os resultados obtidos.

Parágrafo primeiro. Os monitoramentos a serem continuados são:

- I. Aspectos físicos e químicos da água;
- II. Aspectos físicos e químicos dos sedimentos;
- III. Topobatimetria e nível de água; e
- IV. Grupos faunísticos e florísticos bioindicadores.

Parágrafo segundo. A COMPROMISSÁRIA seguirá o fluxo previsto na Cláusula 3 deste Apêndice com relação à lagoa T09-GN-KM626 (2), Coordenadas X -43.22745e Y -20.29912, diante da recusa já manifestada pelo respectivo proprietário à execução das medidas de recuperação pela FUNDAÇÃO RENOVA.

Cláusula 2. A COMPROMISSÁRIA adotará o seguinte fluxo para definir as ações e a pertinência de recuperação das 92 demais lagoas marginais afetadas pelo ROMPIMENTO, cujas localizações são apresentadas na Tabela 2 (ao final deste Apêndice), e que não foram incluídas no projeto piloto referenciado da Cláusula 1, estando excluídas da iniciativa de recuperação intervenções antrópicas realizadas por terceiros nessas lagoas:

- I. Realizar a identificação de todos os proprietários rurais em cujas propriedades estão localizadas as lagoas marginais e informar a relação de proprietários à GOVERNANÇA, bem como fazer a consulta formal aos proprietários rurais quanto ao interesse de recuperar as lagoas, no prazo de 180 (cento e oitenta) dias da aprovação do capítulo do PLANO;

II. O proprietário rural terá um prazo de até 20 (vinte) dias úteis, contados a partir do recebimento da consulta, para manifestar o interesse em seguir com o processo de recuperação ambiental na forma proposta pela COMPROMISSÁRIA e formalizar o termo de adesão. Em caso de não manifestação pelo proprietário rural, automaticamente este será considerado como um caso NEGATIVO ao processo de recuperação ambiental e a lagoa deverá ser objeto de compensação, conforme a regra deste Apêndice;

III. A COMPROMISSÁRIA se obriga a enviar a relação de casos POSITIVOS e NEGATIVOS à GOVERNANÇA em até 60 (sessenta) dias a partir da consulta a todos os proprietários rurais;

IV. Os proprietários que não tiverem interesse na proposta de recuperação ambiental das lagoas serão considerados como NEGATIVOS. A COMPROMISSÁRIA se obriga a destinar em até 120 (cento e vinte) dias os valores correspondentes aos casos NEGATIVOS, incluindo desistências ou casos de inviabilidade, a contar da confirmação da conversão pela GOVERNANÇA. Tal repasse visará fortalecer a estruturação e fomento de viveiros e bancos de sementes para instituição(ões) a ser(em) indicada(s) pela GOVERNANÇA desta obrigação;

V. Os proprietários que tiverem interesse na recuperação ambiental serão considerados como casos POSITIVOS e a COMPROMISSÁRIA contratará empresa especializada para avaliar o estágio atual de conservação da lagoa e as condições a serem recuperadas, comparando-o com os potenciais impactos advindos da intervenção, bem como com as características ecológicas das áreas do entorno imediato. A empresa especializada deverá emitir parecer conclusivo sobre a avaliação das condições ambientais das lagoas e da viabilidade técnica da intervenção para cada lagoa individualmente, indicando ainda as ações necessárias e os monitoramentos associados. A COMPROMISSÁRIA e/ou FUNDAÇÃO RENOVA terá um prazo de até 360 (trezentos e sessenta) dias, a contar do cumprimento do item IV, para apresentar à GOVERNANÇA relatório indicando as propostas de intervenções e monitoramentos que se fazem necessárias;

VI. A COMPROMISSÁRIA se obriga a obter todos os atos autorizativos para intervenção nas lagoas após aprovação pela GOVERNANÇA dos projetos e ações indicados no relatório final mencionado no item anterior;

VII. A COMPROMISSÁRIA realizará as intervenções nos sistemas lacustres para as quais seja comprovada viabilidade técnica e protocolará na GOVERNANÇA os relatórios de execução das ações de intervenção, conforme cronograma do procedimento de ato autorizativo, em até 90 (noventa) dias após finalização das intervenções.

Parágrafo primeiro. Os prazos acima indicados poderão ser prorrogados, justificadamente, mediante solicitação da COMPROMISSÁRIA e aprovação pela GOVERNANÇA.

Parágrafo segundo. Serão encerradas definitivamente as obrigações de recuperação da lagoa nos casos em que houver desistência do proprietário rural ao longo do processo, devendo ser classificados como NEGATIVOS.

Cláusula 3. Na hipótese de os proprietários rurais em cujas propriedades estão localizadas as lagoas marginais se recusarem e/ou desistirem de autorizar, na forma proposta, a entrada da COMPROMISSÁRIA para as ações e medidas necessárias à recuperação a que se refere a Cláusula 2, caberá à COMPROMISSÁRIA reportar formalmente a recusa/desistência do proprietário em até 30 (trinta) dias à GOVERNANÇA, especificando o status da recuperação em questão e a localização exata da área.

Cláusula 4. Após o recebimento da comunicação da COMPROMISSÁRIA, a GOVERNANÇA informará em até 60 (sessenta) dias sobre as providências adotadas junto ao proprietário para autorizar o acesso à propriedade pela COMPROMISSÁRIA.

Parágrafo primeiro. Caso seja mantida a inércia ou recusa/desistência do proprietário, a área será considerada como um caso NEGATIVO ao processo de recuperação ambiental e a lagoa deverá ser objeto de compensação, conforme a regra deste Apêndice.

Parágrafo segundo. Em caso de nova recusa ou desistência, a COMPROMISSÁRIA se compromete a comunicar novamente à GOVERNANÇA para que esta declare a lagoa como um caso NEGATIVO.

Cláusula 5. Para os casos classificados como NEGATIVOS, incluindo desistências, casos de inviabilidade e casos de recusa de acesso, será realizada a conversão das ações em medida compensatória correspondente ao pagamento monetário por lagoa, cuja valoração será aprovada pela GOVERNANÇA conforme Cláusulas Gerais do ACORDO. O depósito do valor será destinado ao Fundo Rio Doce, de que trata as Cláusulas Gerais deste ACORDO.

Parágrafo primeiro. Para os casos de desistência ou inviabilidade técnica, a valoração da compensação levará em conta os valores liquidados até a aprovação da conversão pela GOVERNANÇA.

Parágrafo segundo. A destinação dos recursos previstos nesta Cláusula é de exclusiva responsabilidade da GOVERNANÇA da UNIÃO, que definirá as especificações referentes à destinação dos recursos de compensação previstos no *caput*.

Parágrafo terceiro. Não haverá qualquer responsabilidade da COMPROMISSÁRIA e/ou das ACIONISTAS em relação às decisões de investimento/intervenções realizadas pelo(s) COMPROMITENTE(S) responsável(is) pela execução das ações, tampouco qualquer compromisso ou obrigação de realizar novos aportes de valores para quaisquer das ações do(s) COMPROMITENTE(S) com recursos deste Apêndice após a quitação.

Cláusula 6. Com o atingimento das metas de encerramento previstas no quadro a seguir e o depósito dos valores referentes à conversão das obrigações de fazer convertidas em obrigações de pagar, nos termos deste Apêndice, os COMPROMITENTES outorgarão à COMPROMISSÁRIA, à FUNDAÇÃO RENOVA e às ACIONISTAS ampla, geral e irrestrita quitação quanto às obrigações aqui tratadas, que fazem parte da reparação e da compensação pelos danos às lagoas marginais objeto deste Apêndice.

Cláusula 7. A quitação das obrigações objeto deste Apêndice à COMPROMISSÁRIA será dada quando do alcance dos seguintes indicadores das Tabelas 3 e 4.

Tabela 1: Relação das 8 Lagoas Marginais

| Identificador da lagoa marginal | Coordenada UTM X Datum: SIRGAS 2000 | Coordenada UTM Y Datum: SIRGAS 2000 |
|--|--|--|
| T09-GN-KM626 (2)* | -43.22745 | -20.29912 |
| T09-GN-KM646 (10) | -43.32529 | -20.25082 |
| T09-GN-KM646 (2) | -43.32764 | -20.24640 |
| T09-GN-KM646 (4) | -43.32621 | -20.24844 |
| T09-GN-KM646 (5) | -43.32601 | -20.24883 |
| T09-GN-KM646 (6) | -43.32598 | -20.25040 |
| T09-GN-KM646 (8) | -43.32531 | -20.24928 |
| T09-GN-KM649 (6) | -43.33670 | -20.23872 |
| T09-GN-KM649 (7) | -43.33607 | -20.23823 |

Fonte: Fundação Renova/Golder. “Caracterização Ambiental e Seleção das Lagoas e Funções Ecológicas para Projeto-Piloto de Recuperação – Recuperação Ambiental de Lagoas Marginais. São Paulo, março de 2021.

* Aplica-se o parágrafo segundo da Cláusula 1 à Lagoa T09-GN-KM626 (2) listada acima.

Tabela 2: Relação das 92 Lagoas Marginais não incluídas no Projeto Piloto

| Identificador da lagoa marginal | Coordenada UTM X Datum: SIRGAS 2000 | Coordenada UTM Y Datum: SIRGAS 2000 |
|---------------------------------|---|---|
| T06-GN-KM663 (4) | -43.41174 | -20.25170 |
| T06-GN-KM665 (3) | -43.42330 | -20.26123 |
| T06-GN-KM666 (2) | -43.42224 | -20.26487 |
| T06-GN-KM669 (1) | -43.42263 | -20.27410 |
| T08-GN-KM654 (1) | -43.36604 | -20.25366 |
| T09-CARA-KM02 (1) | -43.06212 | -20.29681 |
| T09-CAR-KM03 (8) | -43.40509 | -20.26407 |
| T09-GN-KM598 (1) | -43.09232 | -20.27592 |
| T09-GN-KM601 (1) | -43.10047 | -20.26706 |
| T09-GN-KM601 (2) | -43.09848 | -20.26672 |
| T09-GN-KM610 (2) | -43.15461 | -20.27411 |
| T09-GN-KM610 (3) | -43.15412 | -20.27196 |
| T09-GN-KM610 (4) | -43.15175 | -20.27075 |
| T09-GN-KM612 (1) | -43.16737 | -20.27577 |
| T09-GN-KM615 (1) | -43.18540 | -20.27432 |
| T09-GN-KM615 (2) | -43.18062 | -20.27396 |
| T09-GN-KM618 (2) | -43.20155 | -20.27995 |
| T09-GN-KM619 (1) | -43.19776 | -20.28784 |
| T09-GN-KM619 (7) | -43.19456 | -20.28543 |
| T09-GN-KM619 (8) | -43.19447 | -20.28538 |
| T09-GN-KM620 (1) | -43.19366 | -20.29027 |
| T09-GN-KM623 (1) | -43.21488 | -20.29989 |
| T09-GN-KM624 (1) | -43.22056 | -20.30561 |

| | | |
|------------------------|-----------|-----------|
| T09-GN-KM624 (2) | -43.21851 | -20.30583 |
| T09-GN-KM624 (3) | -43.21837 | -20.30566 |
| T09-GN-KM624 (4) | -43.21794 | -20.30492 |
| T09-GN-KM624 (5) | -43.21733 | -20.30454 |
| T09-GN-KM624 (6) | -43.21709 | -20.30444 |
| T09-GN-KM626 (1) | -43.22833 | -20.30036 |
| T09-GN-KM626 (3) | -43.22740 | -20.29969 |
| T09-GN-KM626 (4) | -43.22691 | -20.29941 |
| T09-GN-KM626-1 (1) | -43.23387 | -20.30246 |
| T09-GN-KM626-1 (2) | -43.23153 | -20.30470 |
| T09-GN-KM626-1 (3) | -43.23139 | -20.30445 |
| T09-GN-KM627 (1) | -43.23294 | -20.29779 |
| T09-GN-KM627 (2) | -43.23264 | -20.29715 |
| T09-GN-KM627-1 (4) | -43.23814 | -20.29718 |
| T09-GN-KM627-1 (5) - A | -43.23774 | -20.29691 |
| T09-GN-KM627-1 (5) - B | -43.23808 | -20.29669 |
| T09-GN-KM627-1 (5) - C | -43.23824 | -20.29663 |
| T09-GN-KM627-1 (5) - D | -43.23800 | -20.29649 |
| T09-GN-KM629 (1) | -43.24472 | -20.30439 |
| T09-GN-KM629 (4) | -43.24384 | -20.30346 |
| T09-GN-KM629-1 (1) | -43.24960 | -20.30604 |
| T09-GN-KM630 (1) | -43.25091 | -20.30183 |
| T09-GN-KM630-1 (2) | -43.25081 | -20.29458 |
| T09-GN-KM630-1 (3) | -43.25061 | -20.29456 |
| T09-GN-KM631 (1) | -43.25799 | -20.29415 |
| T09-GN-KM631 (2) | -43.25512 | -20.29257 |
| T09-GN-KM631 (3) | -43.25514 | -20.29280 |

| | | |
|-------------------|-----------|-----------|
| T09-GN-KM631 (4) | -43.25432 | -20.29289 |
| T09-GN-KM631 (5) | -43.25408 | -20.29299 |
| T09-GN-KM637 (1) | -43.29061 | -20.28379 |
| T09-GN-KM637 (2) | -43.29018 | -20.28418 |
| T09-GN-KM638 (6) | -43.29553 | -20.27130 |
| T09-GN-KM638 (7) | -43.29552 | -20.27100 |
| T09-GN-KM641 (1) | -43.31066 | -20.27111 |
| T09-GN-KM641 (2) | -43.30975 | -20.27091 |
| T09-GN-KM641 (3) | -43.30964 | -20.27019 |
| T09-GN-KM641 (4) | -43.30760 | -20.26784 |
| T09-GN-KM642 (1) | -43.31867 | -20.27367 |
| T09-GN-KM642 (2) | -43.31607 | -20.27255 |
| T09-GN-KM642 (3) | -43.31540 | -20.27361 |
| T09-GN-KM642 (4) | -43.31498 | -20.27287 |
| T09-GN-KM642 (5) | -43.31424 | -20.27093 |
| T09-GN-KM642 (6) | -43.31369 | -20.27076 |
| T09-GN-KM643 (1) | -43.32833 | -20.27377 |
| T09-GN-KM643 (2) | -43.32732 | -20.27400 |
| T09-GN-KM643 (3) | -43.32471 | -20.27171 |
| T09-GN-KM645 (3) | -43.33090 | -20.25518 |
| T09-GN-KM645 (4) | -43.32963 | -20.25590 |
| T09-GN-KM645 (5) | -43.32760 | -20.25311 |
| T09-GN-KM645 (6) | -43.32727 | -20.25254 |
| T09-GN-KM645 (7) | -43.32603 | -20.25211 |
| T09-GN-KM646 (1) | -43.32980 | -20.24708 |
| T09-GN-KM646 (11) | -43.32444 | -20.24802 |
| T09-GN-KM646 (3) | -43.32669 | -20.24733 |

| | | |
|------------------|-----------|-----------|
| T09-GN-KM646 (7) | -43.32589 | -20.25080 |
| T09-GN-KM646 (9) | -43.32540 | -20.25001 |
| T09-GN-KM647 (1) | -43.33532 | -20.24510 |
| T09-GN-KM647 (2) | -43.33489 | -20.24689 |
| T09-GN-KM648 (1) | -43.33318 | -20.24158 |
| T09-GN-KM648 (2) | -43.33236 | -20.23903 |
| T09-GN-KM649 (1) | -43.33826 | -20.24045 |
| T09-GN-KM649 (2) | -43.33708 | -20.24050 |
| T09-GN-KM649 (3) | -43.33651 | -20.24075 |
| T09-GN-KM649 (4) | -43.33632 | -20.24044 |
| T09-GN-KM649 (5) | -43.33720 | -20.23949 |
| T09-GN-KM649 (8) | -43.33500 | -20.24123 |
| T09-GN-KM649 (9) | -43.33454 | -20.24073 |
| T11-RD-KM562 (1) | -42.89629 | -20.25935 |
| T06-CAR-KM02 (7) | -43.40802 | -20.25921 |

Fonte: Fundação Renova/Golder. “Caracterização Ambiental e Seleção das Lagoas e Funções Ecológicas para Projeto-Piloto de Recuperação – Recuperação Ambiental de Lagoas Marginais. São Paulo, março de 2021.

Tabela 3: Indicadores de quitação, nos termos da Cláusula 7

| I01. Compensação pelos casos NEGATIVOS | | |
|--|---|---|
| Área de abrangência: lagoas marginais cujos proprietários não tiveram interesse na recuperação ambiental (casos NEGATIVOS, incluindo desistências ou casos de inviabilidade) | | |
| Tipo | Resultados esperados | |
| Quitação | Fortalecer a estruturação e fomento de viveiros e bancos de sementes para instituições indicadas pela governança. | |
| Unidade | Polaridade | Meta |
| Percentual de casos NEGATIVOS que foram compensados. | Maior melhor | Fazer o repasse de 100% do recurso para instituição de viveiros e banco de sementes correspondente aos casos NEGATIVOS, incluindo desistências ou casos de inviabilidade. |
| Frequência de medição | Data de início da medição | Data fim da medição |
| Única | Quando da contabilização dos casos NEGATIVOS | Ao ser realizado 100% do repasse do recurso |
| Fórmula de cálculo | | |
| $I01 = \frac{\text{Quantidade de casos NEGATIVOS compensados}}{\text{Quantidade total de casos NEGATIVOS, desistências ou casos de inviabilidade}} \times 100$ | | |

Tabela 4: indicadores de quitação, nos termos da Cláusula 7

| I02.Execução das ações para os casos POSITIVOS | | |
|--|---|---|
| Área de abrangência: lagoas marginais cujos proprietários têm interesse na recuperação ambiental | | |
| Tipo | Resultados esperados | |
| Quitação | Executar as ações ambientais recomendadas para recuperação ambiental das lagoas marginais | |
| Unidade | Polaridade | Meta |
| Percentual de lagoas recuperadas | Maior melhor | Atingir 100% dos indicadores ambientais previstos nos projetos aprovados pela GOVERNANÇA para as lagoas marginais, considerada cada Lagoa |
| Frequência de medição | Data de início da medição | Data fim da medição |
| Bianual | Quando da obtenção da autorização ambiental de execução das ações | Quando do alcance dos indicadores |
| Fórmula de cálculo | | |
| I02 = $\frac{\text{Quantidade de projetos para lagoas executados com 100\% dos indicadores ambientais previstos atingidos}}{\text{Quantidade total de projetos para recuperação previstos e aprovados pela governança}} \times 100$ | | |

APÊNDICE 5 - PREMISSAS DO GAC

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO

Este apêndice estabelece as etapas do processo de gerenciamento de áreas contaminadas a ser implementado nas áreas selecionadas da Bacia Hidrográfica do Rio Doce, conforme delimitação geográfica constante neste Apêndice. Os temas e definições aqui tratados consistem em premissas essenciais do Termo de Referência a ser emitido para a contratação da(s) empresa(s) responsável(is) pelo desenvolvimento dos estudos.

A COMPROMISSÁRIA se compromete a desenvolver os estudos do Gerenciamento de Áreas Contaminadas (GAC), como obrigação de fazer, nas áreas delimitadas neste Apêndice, com as substâncias químicas de interesse estabelecidas no Capítulo III abaixo e mediante as premissas técnicas e metodológicas aqui pactuadas.

A elaboração dos estudos e intervenções observará as diretrizes e metodologias indicadas neste Apêndice, a fim de contemplar as especificidades pertinentes e, de forma a adaptar a sua aplicação ao caso concreto, conforme estudos técnicos e dados coletados desde o ROMPIMENTO.

A avaliação da possível contaminação nas áreas atingidas pelo rompimento da barragem de Fundão, no escopo do GAC, deverá considerar exclusivamente:

- I. A delimitação geográfica constante do Capítulo II deste Apêndice;
- II. As substâncias químicas já definidas como de interesse, conforme Capítulo III;
- III. A eventual identificação, no estudo do GAC, de outras fontes presentes nas áreas estudadas e não relacionadas ao rompimento;
- IV. A eventual ocorrência natural desses elementos em relação ao VRA;

V. A comparação das concentrações detectadas nas áreas sob investigação aos valores representativos da área e livre de influência da fonte (VRA)¹, que representam as concentrações de *background* das substâncias químicas de interesse, ou seja, de ocorrência natural ou que ocorrem regionalmente em áreas de referência não afetadas. Os VRAs devem ser levantados com base em dados e estudos já obtidos e produzidos pré e pós rompimento para as áreas de interesse, observados os critérios de validação de dados estabelecidos neste Apêndice. Caso não exista representatividade ou suficiência amostral, tais dados deverão ser suplementados durante as etapas de investigação; e

VI. Para a ARE, a existência de bens ecológicos a proteger nas áreas objeto de estudo².

O presente documento estabelece os procedimentos que devem ser seguidos no âmbito deste ACORDO para execução do GAC - Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

CAPÍTULO II

ÁREAS ABRANGIDAS PELO GAC

As 8 áreas a serem investigadas no âmbito do Gerenciamento de Áreas Contaminadas serão as seguintes:

I. Área 01 – Subdistrito de Paracatu de Baixo;

II. Área 02 – Município de Barra Longa;

III. Área 03 – Município de Governador Valadares;

IV. Área 04 – Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Aimorés;

V. Área 05 – Região da cidade de Colatina;

¹ A despeito da recomendação indicada na NBR 16209, que aconselha o uso deste conceito quando as concentrações naturais das SQLs forem anômalas ou quando não dispor de valores representativos para a área, considera-se pertinente o uso do VRA em substituição aos termos *background* e concentração de referência, especialmente quanto ao segundo, no intuito de evitar possíveis sobreposições conceituais em etapas posteriores do GAC.

² A Avaliação de Risco Ecológico será realizada de acordo com a Decisão de Diretoria nº 127/2022/E de 06 de fevereiro de 2022 da CETESB

VI. Área 06 – Região da lagoa do Limão;

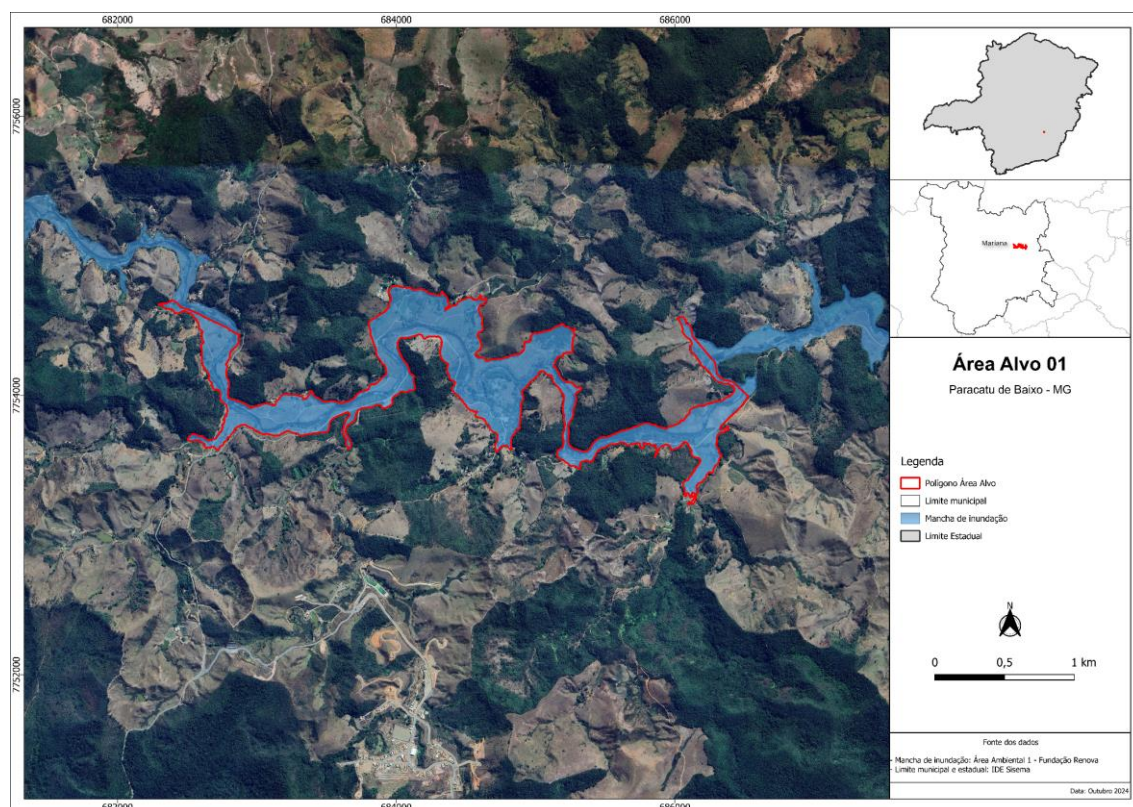
VII. Área 07 –Região de Regência; e

VIII. Área 08 – Região de Povoação.

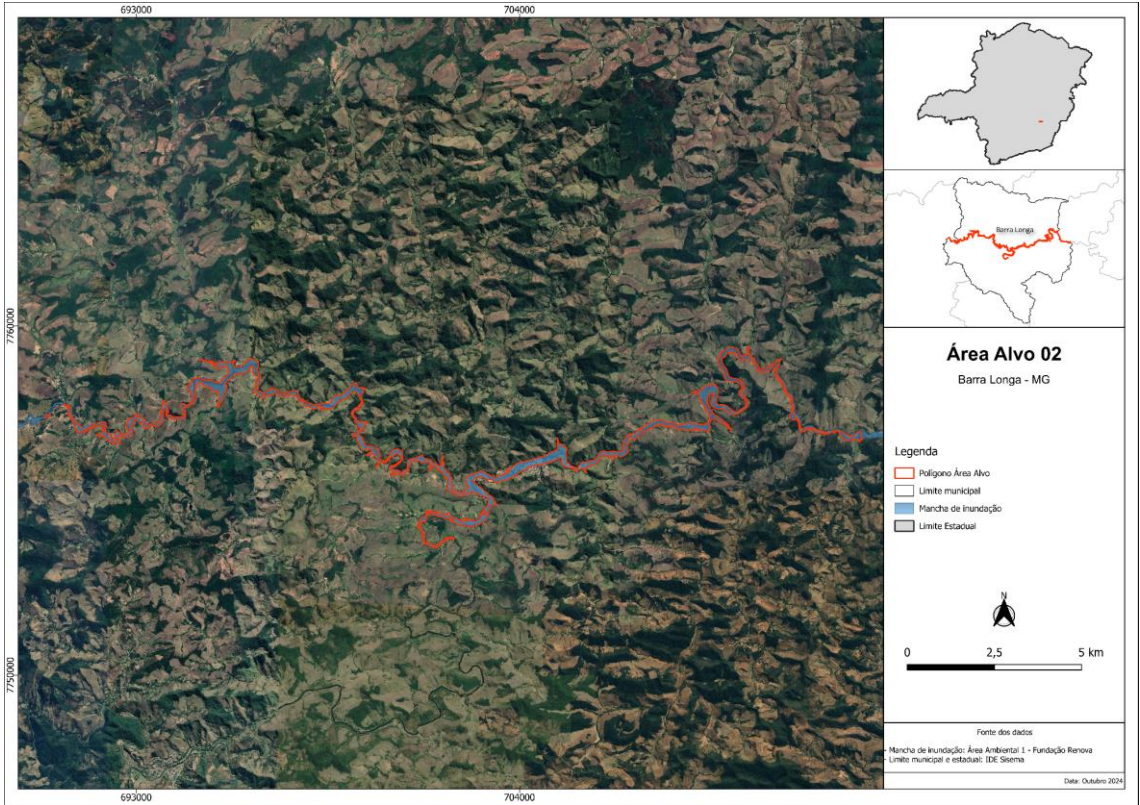
A delimitação da área estuarina será melhor especificada pela COMPROMISSÁRIA e submetida à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL para aprovação. Os resultados das etapas do GAC, obtidos durante os estudos, serão utilizados para delimitar com precisão as áreas 7 e 8.

A seguir são apresentados os mapas das áreas onde será realizado o Gerenciamento de Áreas Contaminadas, devendo a versão digital e arquivos *shapefile* serem encaminhados pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL em até 30 (trinta) dias da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO:

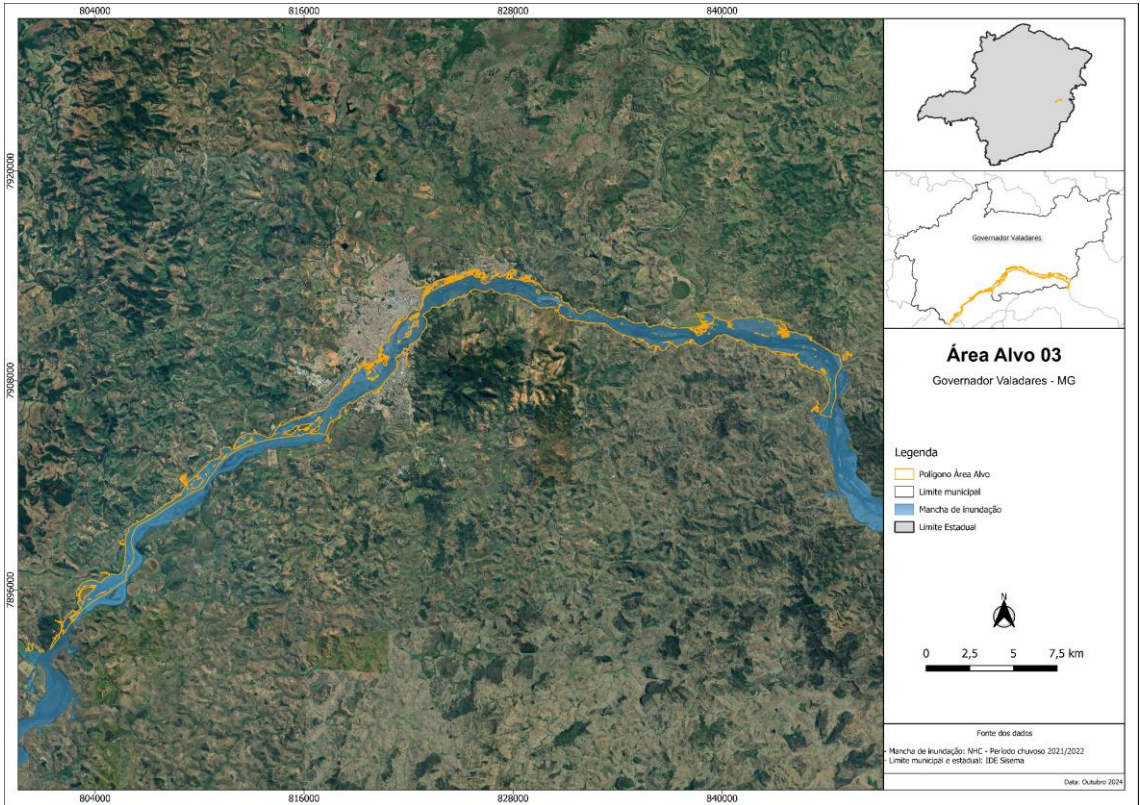
Área 01 – Subdistrito de Paracatu de Baixo



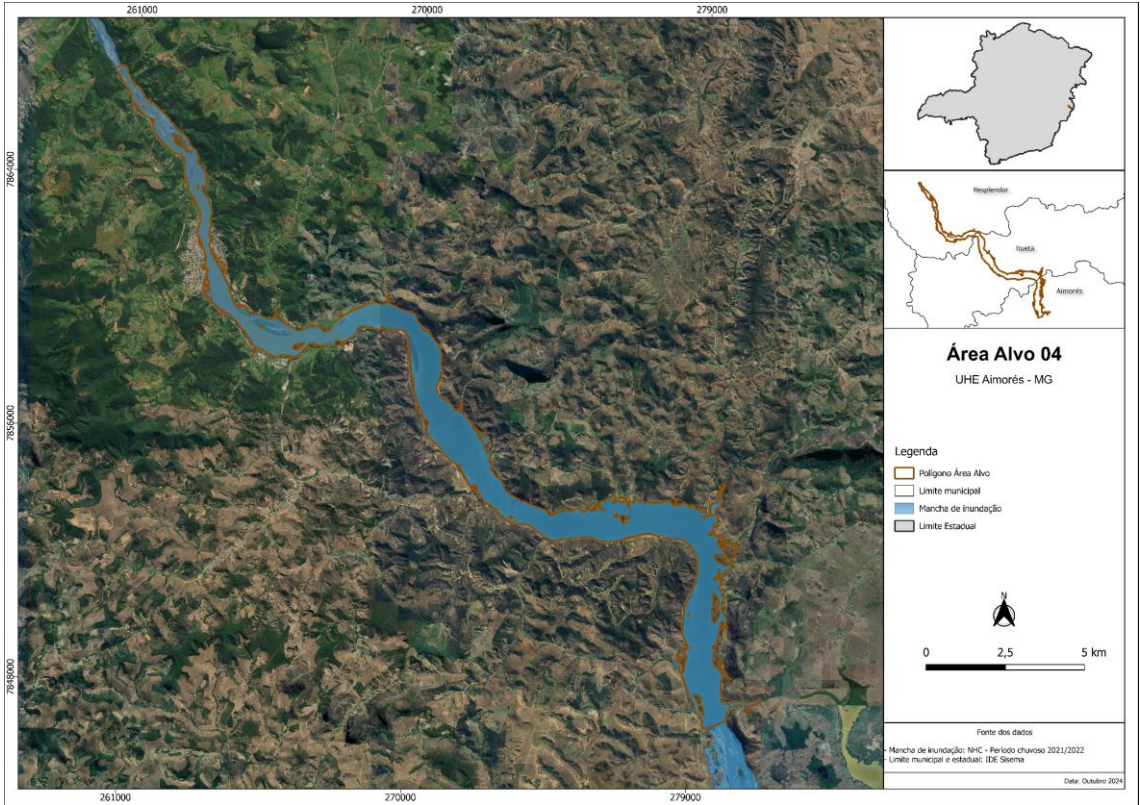
Área 02 – Município de Barra Longa



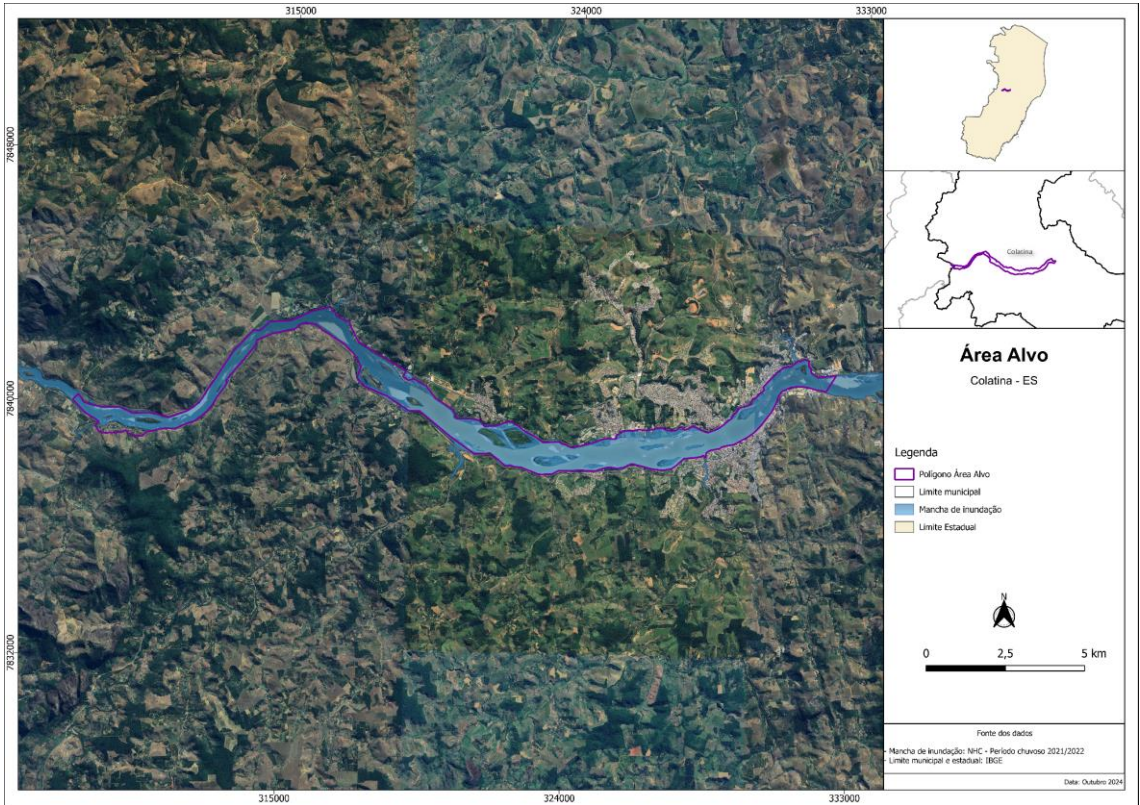
Área 03 – Município de Governador Valadares



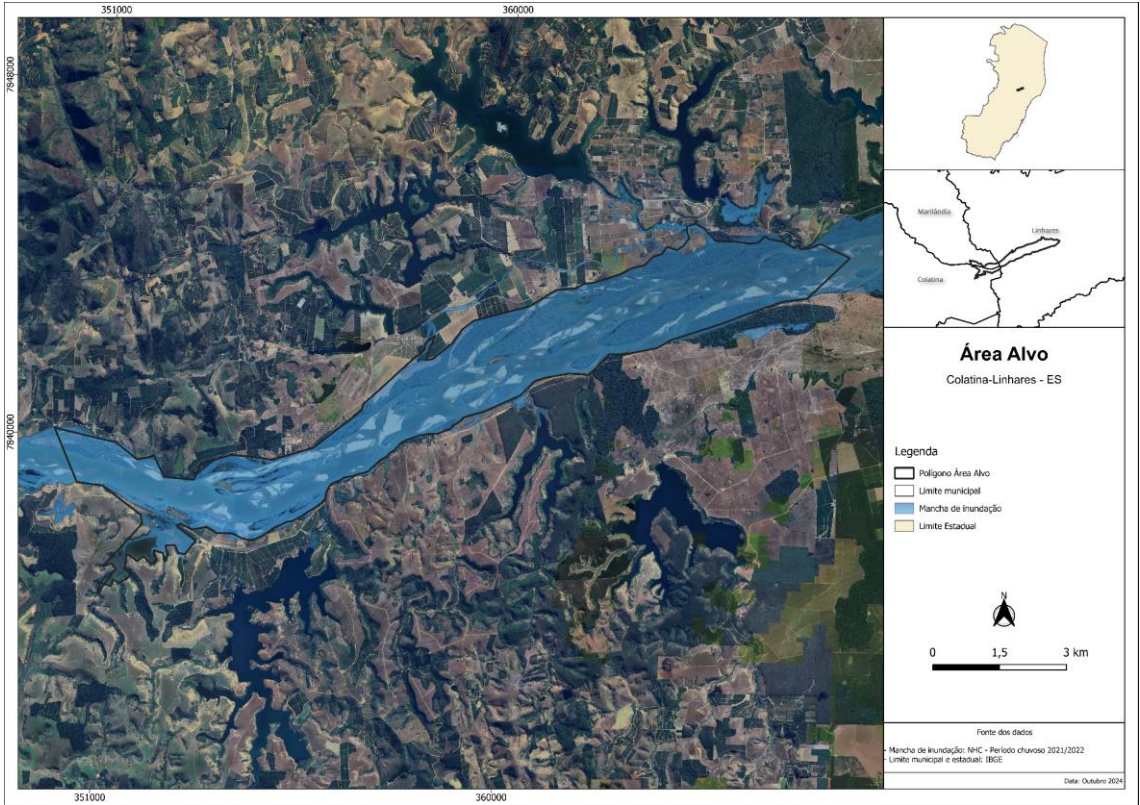
Área 04 – Reservatório da Usina Hidrelétrica (UHE) Aimorés



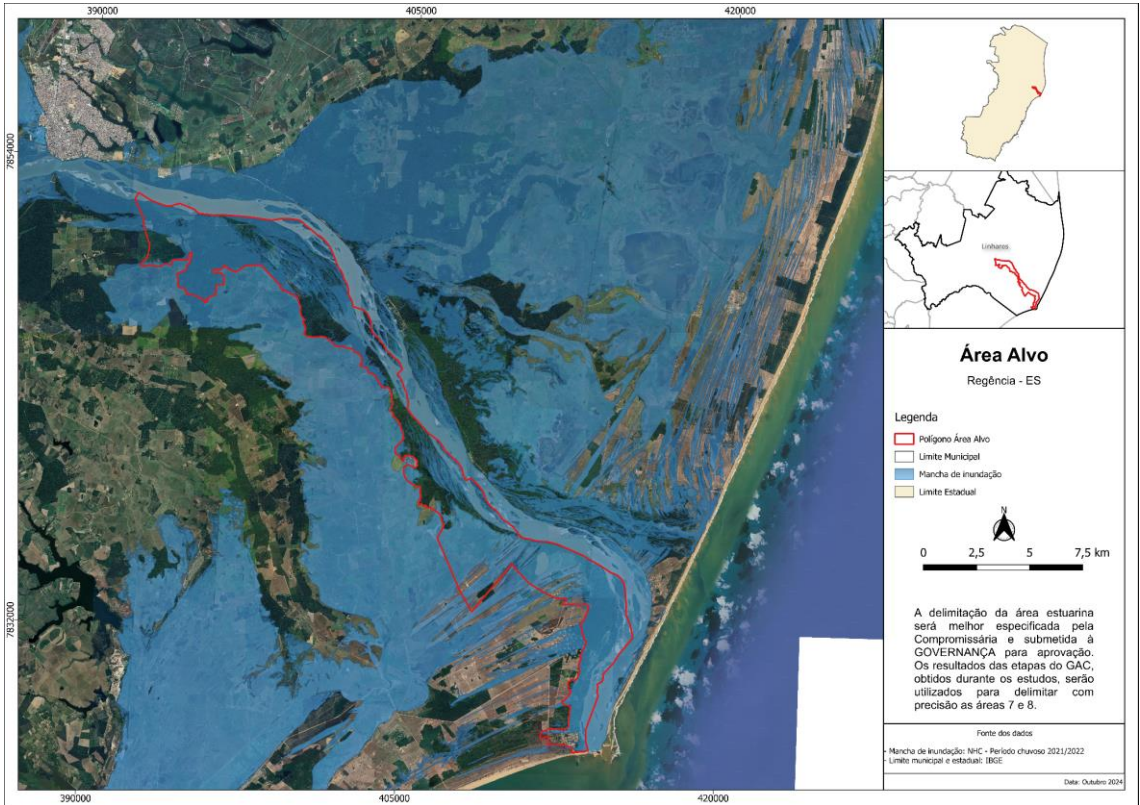
Área 05 – Região da cidade de Colatina



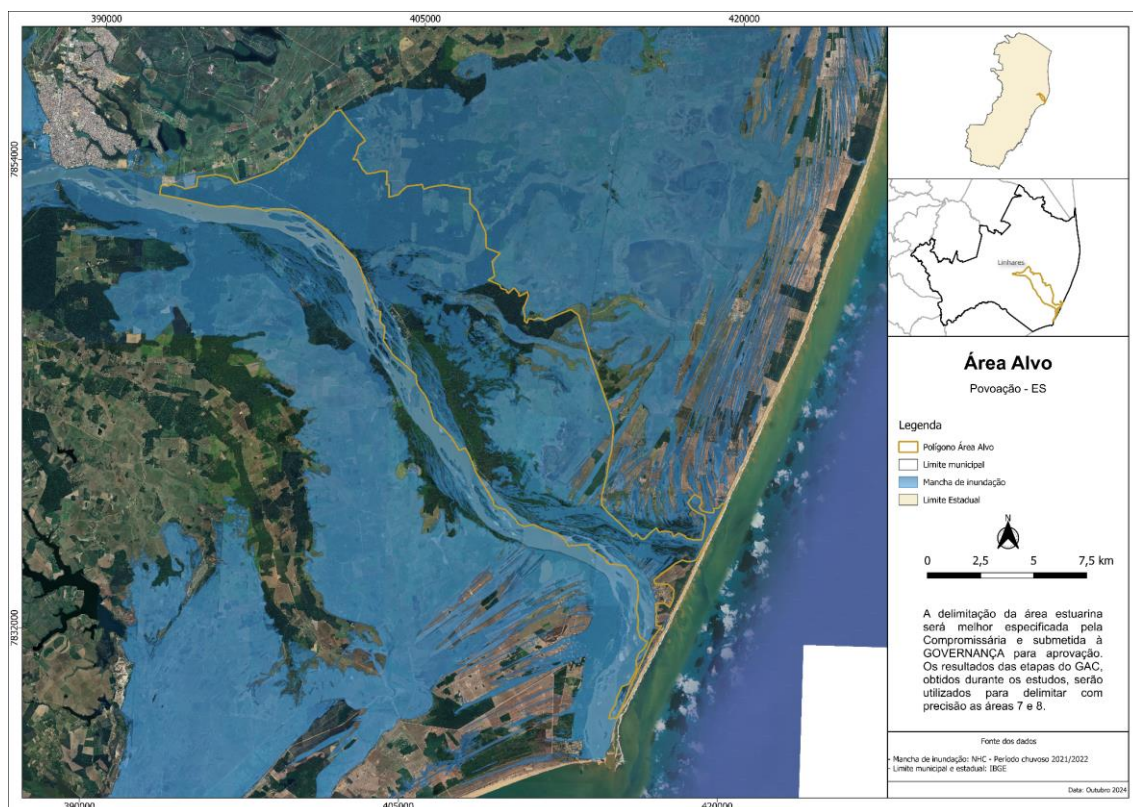
Área 06 – Região da lagoa do Limão



Área 07 –Região de Regência



Área 08 – Região de Povoação



Os estudos de gerenciamento de áreas contaminadas no reservatório de UHE Risoleta Neves serão iniciados somente caso o Licenciamento Ambiental previsto no Apêndice 1 – Remoção de Rejeito/Sedimentos não indique a viabilidade de retirada do volume máximo de sedimentos/rejeitos estabelecido. Nessa hipótese, as medidas de remediação a serem eventualmente estabelecidas como resultado do GAC naquela localidade deverão considerar as conclusões do processo de licenciamento ambiental do Apêndice 1 – Remoção de Rejeito/Sedimentos, especialmente sobre a inviabilidade de se exigir qualquer ação de remoção adicional de sedimentos.

Conforme previsto no artigo 2º da Resolução CONAMA nº 420/2009, nos termos vigentes na data de HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO, as áreas acima listadas não incluem as regiões estuarinas e marinhas, que não serão objeto de GAC.

A definição da malha amostral para a realização do Gerenciamento de Áreas Contaminadas deve ser realizada com base em critérios geoestatísticos, podendo-se priorizar áreas públicas em relação a áreas privadas, desde que a análise geoestatística seja respeitada.

Caso haja a negativa do proprietário para acesso à área selecionada ou ausência de resposta no prazo de 45 (quarenta e cinco) dias após o pedido de acesso pela COMPROMISSÁRIA, a área em questão será excluída do âmbito dos estudos, devendo o Gerenciamento de Áreas Contaminadas utilizar a análise geoestatística para verificação da necessidade de se estabelecer novos pontos amostrais.

Na região intracalha das áreas aqui estabelecidas, o Gerenciamento de Áreas Contaminadas será realizado em localidades a serem mapeadas e definidas no Modelo Conceitual dos respectivos estudos, considerando locais que, conforme evidências técnicas levantadas, possam ser consideradas como de acúmulo de sedimentos. Os estudos hidrossedimentológicos, geomorfológicos, e dados do monitoramento intracalha existentes, e do mapeamento dos depósitos realizados no âmbito dos PMRs elaborados pela FUNDAÇÃO RENOVA fornecem uma base de dados adequada para a avaliação preliminar e identificação de áreas para investigações adicionais.

SEÇÃO I – POTENCIAL EXTRAPOLAÇÃO DA PLUMA PARA ÁREAS CONTÍGUAS ÀS ÁREAS ALVO

A Investigação de Áreas Contaminadas (GAC) poderá avançar para além dos limites das áreas-alvo aqui definidas, exclusivamente para aqueles casos em que sejam identificadas contaminações nas áreas-alvo que extrapolem a sua delimitação.

A investigação em áreas contíguas às poligonais definidas será limitada às Substâncias Químicas de Interesse (SQIs) que apresentaram contaminação no limite da área-alvo original, desde que esta não esteja associada a outras fontes potenciais de contaminação indicadas pelo estudo ou a alterações naturalmente presentes no meio. Essa extrapolação para fins de identificação da integralidade da pluma de contaminação deverá estar diretamente relacionada com a área alvo da investigação e se limitar a buscar a delimitação da pluma.

CAPÍTULO III

SUBSTÂNCIAS QUÍMICAS (SQ) A SEREM INVESTIGADAS

No âmbito do GAC deste ACORDO serão consideradas exclusivamente as seguintes substâncias químicas de interesse: Ferro (Fe); Manganês (Mn), Alumínio (Al), Chumbo (Pb), Cromo (Cr), Vanádio (V); Cádmio (Cd) e as suas respectivas especiações.

Caso os estudos constatem riscos à saúde humana ou ao meio ambiente para as substâncias da Lista que não sejam de (i) ocorrência de concentração natural, de acordo com o VRA; e/ou (ii) atribuíveis a uma fonte alternativa antrópica identificada durante a execução do estudo, a COMPROMISSÁRIA será responsável pela execução de eventuais ações de intervenção considerando o previsto no art. 34 da Resolução CONAMA nº 420/2009, associadas a essas substâncias. A assunção da obrigação de remediação aqui pactuada para as substâncias da Lista pela COMPROMISSÁRIA se limita às obrigações de remediação/gerenciamento de riscos identificados no GAC e não implica em reconhecimento de responsabilidade em relação a tais riscos para nenhum outro fim.

Todas as análises, incluídas as especiações, deverão ser realizadas em laboratórios acreditados, com base na certificação ABNT NBR ISO IEC 17.025, bem como devem ser atendidos procedimentos que garantam o controle e a qualidade da amostragem conforme orientações de referências nacionais e internacionais.

A tabela a seguir apresenta os valores de referência que deverão ser utilizados quando da análise das substâncias químicas. Atualizações da Resolução CONAMA nº 420 serão aplicáveis apenas à tabela abaixo e outras eventuais modificações atinentes a padrões de qualidade, i.e., valores de referência de solo, água subterrânea, água superficial e sedimentos:

Tabela 1 – Valores de referência para análise das substâncias químicas sob investigação

| SQI | Solo | | Água subterrânea | | Água Superficial- Classe I e II | Água Superficial- Classe III | | Sedimento | |
|------------------|-----------------------------------|------------|------------------|-------------|---------------------------------|------------------------------|--------------------------------------|-------------|----------------|
| | Valor | Fonte | Valor | Fonte | Valor | Valor | Fonte | Valor | Fonte |
| Alumínio | 77000 mg/kg | RSL USEPA | 3500 µg/L | CONAMA 420 | 100 µg/L | 200 µg/L | CONAMA 357/2005 | 58000 mg/kg | USEPA Region 4 |
| Cádmio | 3 mg/kg | CONAMA 420 | 3 µg/L | Portaria MS | 1 µg/L | 10 µg/L | CONAMA 357/2005 | 3,5 mg/kg | CONAMA 454 |
| Chumbo | 180 mg/kg | CONAMA 420 | 10 µg/L | CONAMA 420 | 10 µg/L | 33 µg/L | CONAMA 357/2005 | 91,3 mg/kg | CONAMA 454 |
| Cromo | 150 mg/kg | CONAMA 420 | 50 µg/L | CONAMA 420 | 50 µg/L | 50 µg/L | CONAMA 357/2005 | 90 mg/kg | CONAMA 454 |
| Cromo III | 120000 mg/kg | RSL USEPA | 22000 µg/L | RSL USEPA | 570 µg/L | - | Water Quality Criteria (USEPA, 2004) | - | - |
| Cromo VI* | 0,4 mg/kg para áreas agrícolas | DD CETESB | 0,35 µg/L | RSL USEPA | 16 µg/L | - | Water Quality Criteria (USEPA, 2004) | - | - |
| | 3,0 mg/kg para áreas residenciais | RSL USEPA | | | | | | | |
| Ferro | 55000 mg/kg | RSL USEPA | 2450 µg/L | CONAMA 420 | 300 µg/L | 5000 µg/L | CONAMA 357/2005 | 40000 mg/kg | USEPA Region 4 |
| Manganês | 1800 mg/kg | RSL USEPA | 400 µg/L | CONAMA 420 | 100 µg/L | 500 µg/L | CONAMA 357/2005 | 1100 mg/kg | USEPA Region 4 |
| Vanádio | 390 mg/kg | RSL USEPA | 86 µg/L | RSL USEPA | 100 µg/L | 100 µg/L | CONAMA 357/2005 | - | - |

* Parâmetro de Cromo VI será definido a partir do uso predominante da área sob investigação no GAC.

A utilização dos valores de referência da Resolução CONAMA 357/2005 deverá observar o Art. 10 da referida resolução.

CAPÍTULO IV

ETAPAS DE EXECUÇÃO DO GAC

A seguir são apresentadas as etapas para a execução do Gerenciamento de Áreas contaminadas, as quais deverão ser cumpridas, de forma sucessiva. O processo de gerenciamento de áreas contaminadas pode ser encerrado a partir da não identificação de riscos/ contaminação constatadas nas etapas de investigação, com a emissão pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, dos respectivos termos de encerramento para cada área.

Todas as normativas vigentes quando da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO, emitidas pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), Conselho Estadual de Política Ambiental (Copam), e/ou pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos do Estado de Minas Gerais (CERH-MG) serão aplicadas quando tecnicamente adequadas e naquilo que não conflitam com as disposições deste Apêndice. Também serão aplicadas supletivamente, naquilo que for tecnicamente

adequado e não estabelecido de outra forma neste Apêndice, as metodologias indicadas nas normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), bem como, quando aplicáveis e para suprir eventual omissão deste Apêndice e das normativas nacionais sobre o tema, publicações da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA).

Eventuais atualizações às normas vigentes quando da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO serão aplicáveis somente com relação aos padrões de qualidade (i.e. valores de referência de solo, água subterrânea, água superficial e sedimentos), excluída a reabertura de etapas já concluídas do Gerenciamento de Áreas Contaminadas, ainda que estas não tenham sido aprovadas pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, e a possibilidade de aplicação de quaisquer outras atualizações, incluindo, mas não se limitando, quanto a processos, procedimentos, ritos, fluxos e governança.

Tendo em vista a Resolução CONAMA nº 420/2009, conforme redação vigente na data de HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO, as etapas do processo de gerenciamento de áreas contaminadas seguirão as seguintes diretrizes:

SEÇÃO I – AVALIAÇÃO PRELIMINAR

A etapa de Avaliação Preliminar consistirá no levantamento de informações preliminares, como alterações ambientais nas áreas de estudo, ações emergenciais ou de manejo de rejeitos aplicadas pós-rompimento, informações sobre o uso e ocupação do solo no local, bem como informações e dados pretéritos da área, para que, a partir dessas informações, seja possível elaborar o Modelo Conceitual de cada área alvo.

O Modelo Conceitual possibilitará caracterizar preliminarmente as potenciais rotas de exposição às substâncias químicas de interesse, descrevendo:

- I. As fontes primárias e possíveis fontes secundárias existentes na área de estudo;
- II. Os mecanismos de transporte de substâncias químicas;
- III. Os compartimentos ambientais potencialmente afetados; e

IV. Os receptores potenciais aplicáveis (humanos e ecológicos), de acordo com as normas ABNT NBR 15.515-1:2021 e NBR 16.210:2022.

Para fins de determinação da hipótese de ocorrência natural ou de fonte diversa da do rompimento, poderão ser eleitas e definidas, para fins de comparação e de estabelecimento de valores de referência ou baseline, áreas controle específicas para cada área a ser estudada, de forma que cada área controle seja aquela que mais se assemelhe à respectiva área afetada objeto de investigação. A definição de áreas controle deverá considerar premissas técnicas previstas em diretrizes nacionais e internacionais, como a US EPA³. Serão adotados os seguintes critérios para seleção de áreas controle:

- I. Área não afetada pelo ROMPIMENTO.
- II. Características Geológicas e Hidrogeológicas similares – permitir comparações válidas:
 - a. Geológicas: tipo de solo, rochas, estratigrafia, permeabilidade;
 - b. Hidrogeológicas: nível d'água/ freático, direção e taxa do fluxo da água subterrânea, áreas de recarga e descarga, confinamento aquífero;
- III. Uso e Ocupação do solo similares – minimizar a influência de fatores externos e/ou antropogênicos:
 - a. Uso agrícola, pastagem, exploração da flora, garimpo;
 - b. Uso residencial, comercial, centros urbanos, sistema de coleta e tratamento de água, efluentes, resíduos;
 - c. Densidade populacional;
 - d. Reservas naturais e áreas de proteção;
 - e. Uso industrial.

³ Como *Guidance for Comparing Background and Chemical Concentrations in Soil for CERCLA Sites* (EPA, 2022)

IV. Condições climáticas – condições que podem afetar as características do meio ambiente:

- a. Precipitação;
- b. Temperatura, umidade do ar, variações sazonais;
- c. Direção e velocidade do vento;
- d. Pressão atmosférica.

V. Localização - distante o suficiente para que a contaminação não atinja a área, mas que, ao mesmo tempo, seja a mais próxima possível da área afetada.

VI. Características ecológicas similares – ecossistemas naturais que permitam comparações válidas:

- a. Diversidade de espécies - fauna, flora, microorganismos;
- b. Habitats – áreas úmidas, florestas;
- c. Ciclos ecológicos – ciclo de nutrientes e ciclo de água;
- d. Relações tróficas – produtores, consumidores e decompositores;
- e. Espécies migratórias – aves, peixes;
- f. Ciclo de vida das espécies locais – reprodução, migração;
- g. Relações simbióticas entre espécies;
- h. Resiliência ecológica – capacidade de recuperação de perturbações (incêndios, enchentes).

VII. Histórico de contaminação/ alteração conhecido – levantamento de dados pretéritos da área.

A etapa de Avaliação Preliminar também incluirá o levantamento de estudos e dados secundários disponíveis para a área de estudo, que deverão ser utilizados nas etapas posteriores. Dentre os dados secundários, serão considerados aqueles obtidos no

âmbito dos seguintes programas do TTAC, extintos por este ACORDO: Programa de Manejo de Rejeitos, Programa de Monitoramento da Biodiversidade Terrestre (PMBT), Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática (PMBA) e resultados de estudos ecológicos e ecotoxicológicos gerados pelo Programa de Monitoramento Quali Quantitativo da Água e Sedimentos (PMQQS), além de quaisquer outros dados aplicáveis à caracterização dos compartimentos ambientais, desde que validados conforme critérios nacionais e internacionais, e as referências listadas a seguir:

I. MOERMOND, Caroline TA et al. CRED: Criteria for reporting and evaluating ecotoxicity data. Environmental Toxicology and Chemistry, v. 35, n. 5, p. 1297-1309, 2016;

II. Guidance on Environmental Data Verification and Data Validation EPA QA/G-8. Disponível em: < <https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/g8-final.pdf> >;

III. Guidance for Data Useability in Risk Assessment (Part A-4a), Final, April. Disponível em: < 1992 - <https://www.epa.gov/risk/guidance-data-useability-risk-assessment-part-4a-final-april-1992>>;

IV. Guidance for Data Useability in Risk Assessment (Part B). Disponível em: <<https://rais.ornl.gov/documents/USERISKB.pdf>>;

V. QA/QC Guidance for Sampling and Analysis of Sediments, Water, and Tissues for Dredged Material Evaluations. Disponível em <<https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-09/documents/qaqc.pdf>>;

VI. Guidance on Systematic Planning Using the Data Quality Objectives Process. Disponível em <<https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-06/documents/g4-final.pdf>>;

VII. Data Quality Assessment: A Reviewer's Guide. Disponível em <<https://www.epa.gov/sites/default/files/2015-08/documents/g9r-final.pdf>>.

Na Avaliação Preliminar, caso seja constatado que os dados disponíveis não são suficientes para execução dos estudos, o Plano de Investigação Complementar será

executado durante as etapas de Investigação Confirmatória e Investigação Detalhada, descritas a seguir na Seção III.

No que se refere aos receptores ecológicos, o processo de GAC poderá ser encerrado na etapa de Avaliação Preliminar caso os estudos disponíveis sejam validados e considerados suficientes e conclusivos pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, com evidências químicas, ecológicas e toxicológicas que apontem para inexistência de receptores ecológicos suscetíveis e/ou inexistência de caminhos de exposição ou vias de ingresso que exponha os receptores ecológicos a eventual contaminação. Tal procedimento deve ser documentado e devidamente justificado em um relatório contendo as informações levantadas, a caracterização da área de interesse, dos estressores e dos receptores, o modelo conceitual e as hipóteses levantadas, com as respectivas incertezas.

Caso seja constatado que os dados disponíveis não são suficientes, será proposto um Plano de Investigação Complementar a ser executado nas etapas subsequentes à avaliação preliminar, que considerem a coleta de amostras para os compartimentos ambientais que apresentam insuficiência de dados, com o objetivo de complementar a base de dados para cada área em estudo.

A GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, ao avaliar os resultados da Avaliação Preliminar, deverá manifestar-se sobre a validação e suficiência dos dados, com base nos critérios de validação citados e métodos estatísticos e geoestatísticos pertinentes para cada compartimento ambiental.

SEÇÃO II - CRITÉRIOS PARA A DEFINIÇÃO DE ÁREAS NA AVALIAÇÃO PRELIMINAR

I. Para o contexto intracalha, na etapa de avaliação preliminar deverão ser levantadas evidências técnicas da ocorrência de locais de acúmulo de sedimentos. Os estudos hidrossedimentológicos, geomorfológicos, e dados do monitoramento intracalha existentes, e do mapeamento dos depósitos realizados no âmbito dos PMRs elaborados pela FUNDAÇÃO RENOVA fornecem uma base de dados adequada para a avaliação preliminar e identificação de áreas para investigações adicionais.

Também no contexto intracalha, deverão ser consideradas todas as contribuições de cursos d'água a montante da área a ser estudada. Nesse cenário, o levantamento de dados secundários e a proposta de um Plano de Investigação Complementar, quando necessário e tecnicamente justificável, também deverá levar em consideração a complementação da caracterização geoquímica e ecotoxicológica do sedimento, considerando a condição submersa do material, para preenchimento de eventual lacuna de conhecimento e classificação nos termos do art. 19 da Resolução CONAMA nº 454/2012.

II. Para o contexto extracalha, a definição das áreas alvo deverá otimizar a busca por áreas com maior representatividade dos critérios gerais das localidades indicadas neste Apêndice, que considerou fatores como: relevância ambiental, ocupação/antropização, áreas públicas e privadas.

Ao término da etapa de Avaliação Preliminar, a COMPROMISSÁRIA deverá entregar, por trecho:

- a. Relatório da avaliação preliminar;
- b. Modelo Conceitual 1 (MC1)
- c. Cronograma para a investigação confirmatória, quando couber;
- d. Plano de Investigação Confirmatória;

SEÇÃO III – INVESTIGAÇÃO CONFIRMATÓRIA E INVESTIGAÇÃO DETALHADA

As etapas de Investigação Confirmatória e Investigação Detalhada terão como objetivo complementar o propósito do diagnóstico ambiental nas áreas indicadas pela avaliação preliminar, tomando como base o modelo conceitual, a saber:

- I. Confirmar ou não a ocorrência de contaminação, conforme os critérios de avaliação da presença de contaminação nas áreas atingidas; e
- II. Se confirmada a contaminação, o objetivo principal deve ser avaliar detalhadamente a dinâmica da contaminação nos meios afetados, a extensão da contaminação, assim como a identificação dos cenários específicos de uso e

ocupação do solo, dos receptores existentes (humanos e ecológicos), dos caminhos de exposição e das vias de ingresso.

O desenvolvimento dessas etapas tem em comum a geração de dados sobre o meio físico que permitirão concluir sobre a existência ou não de alteração da qualidade dos diversos compartimentos ambientais e possibilitarão caracterizar o meio físico em que a área se localiza, bem como determinar a extensão e a intensidade de eventual contaminação existente e a dinâmica dos contaminantes individuais que poderia possibilitar o atingimento de receptores humanos e ecológicos.

As etapas de investigação confirmatória e detalhada poderão ser realizadas de forma agrupada, desde que tecnicamente justificado, garantindo que ao final da sua execução os resultados forneçam elementos necessários e suficientes para indicar ou não a necessidade da execução das avaliações de risco.

Após a finalização da etapa de Investigação Confirmatória e Detalhada, o modelo conceitual da respectiva área deverá ser atualizado.

Caso as conclusões das etapas citadas anteriormente indiquem que não foi identificada contaminação, o processo de gerenciamento de áreas contaminadas naquela área será encerrado.

Caso seja constatada contaminação de compartimentos ambientais, o processo de gerenciamento de áreas contaminadas na área objeto da investigação passará para a etapa de avaliação de risco, devendo ser desenvolvida a avaliação de risco à saúde humana diante da existência de receptores humanos potencialmente expostos e/ou a avaliação de risco ecológico, diante da existência de receptores ecológicos suscetíveis.

A avaliação de risco à saúde humana seguirá diretrizes técnicas previstas em normativas nacionais e diretrizes técnicas internacionais, quando aplicáveis e para suprir eventual omissão das normativas nacionais sobre o tema⁴.

⁴Normativa Nacional: NBR ABNT 16209:2013; Normativas e diretrizes internacionais aplicáveis: US EPA, "Risk Assessment Guidance for Superfund, Volume 1, Human Health Evaluation Manual (Part A)", 1989; US EPA, "Framework for Metals Risk Assessment", 2007.

A Avaliação de Risco Ecológico seguirá as diretrizes definidas pela Decisão de Diretoria nº 127/2022/E de 06 de fevereiro de 2022 da CETESB.

A Identificação de Risco considerando Padrões Legais Aplicáveis relativa à ingestão das águas subterrâneas, será realizada utilizando os padrões de potabilidade para as substâncias que conferem risco à saúde humana, estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde nº 888/2021 e suas atualizações. A existência de risco para ingestão de águas subterrâneas será confirmada quando for constatado que a concentração das substâncias químicas de interesse nas amostras coletadas em poços de captação de água construídos com base na norma técnica brasileira ABNT NBR 12212:2017 ou em poços de monitoramento, ultrapassam o padrão de potabilidade.

Em se tratando da qualidade dos corpos d'água superficiais, a identificação de risco, se aplicável, deverá ser realizada utilizando os padrões de qualidade estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/2005 e suas atualizações, observando-se o disposto no Art. 10 da Resolução CONAMA 357/2005. A existência de risco à qualidade do corpo d'água será confirmada quando forem observadas concentrações das substâncias químicas de interesse acima dos padrões legais citados, nos pontos de conformidade posicionados junto ao corpo d'água superficial.

Para sedimentos, a identificação de risco, se aplicável, deverá ser realizada utilizando os padrões para Nível 2, estabelecidos pela Resolução CONAMA nº 454/2012 e suas atualizações. Para as SQs não listadas na normativa nacional, serão aplicados os limites indicados na Tabela X desse Apêndice.

Para o cálculo do risco deverão ser adotadas ferramentas consolidadas que utilizam os procedimentos descritos pelo RAGS da US EPA (US EPA, 1989) e parâmetros de exposição do Exposure Factors Handbook da US EPA (US EPA, 2011). Caso a avaliação de risco à saúde humana e/ou risco ecológico indique que há risco acima dos níveis toleráveis, definidos nas normativas nacionais e internacionais supramencionadas, o processo de gerenciamento de áreas contaminadas na área em estudo passa para a etapa de intervenção.

Ao final desta etapa, a COMPROMISSÁRIA deverá apresentar, por trecho:

- I. Relatório de Investigação Confirmatória;
- II. Modelo conceitual 2 (MC2); e
- III. Plano de Investigação detalhada.

Após a investigação detalhada:

- I. Modelo Conceitual 3 (MC3);
- II. Plano de Avaliação de Risco, quando couber; e
- III. Cronograma atualizado.

Será encerrado o processo de gerenciamento de áreas contaminadas, caso os estudos constatem riscos à saúde humana ou ao meio ambiente para as substâncias da Lista que não sejam de (i) ocorrência de concentração natural, de acordo com o VRA; e/ou (ii) atribuíveis a uma fonte alternativa antrópica identificada durante a execução do estudo.

SEÇÃO IV – PLANO DE INTERVENÇÃO

O Plano de Intervenção deverá seguir as diretrizes para a execução de ações descritas no Art. 34 da Resolução CONAMA nº 420/2009, nos termos da redação vigente na data de HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO.

O Plano de Intervenção deverá considerar as demais ações executadas na bacia do Rio Doce, bem como refletir, como premissa das medidas propostas, uma avaliação de viabilidade técnica, ambiental e social. Da mesma forma, os dados resultantes dessa análise poderão ser utilizados em outras ações que estejam em execução na área de estudo. Para a delimitação das medidas de endereçamento de risco à saúde humana e risco ecológico no eventual plano de intervenção, deverão ser consideradas as medidas e intervenções já em curso para a melhoria da qualidade da água e da qualidade ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Doce já pactuadas nos demais anexos deste ACORDO.

Caso os objetivos da etapa de intervenção sejam atingidos, o processo de gerenciamento de áreas contaminadas na área em estudo passará para a etapa de monitoramento para encerramento e posterior reabilitação para o uso declarado.

Ao fim desta etapa, a COMPROMISSÁRIA, seguindo o cronograma apresentado na etapa anterior, deverá apresentar, por trecho:

- I. Relatório de Execução do Plano de Intervenção; e
- II. Modelo Conceitual 5 (MC5).

SEÇÃO V – MONITORAMENTO PARA ENCERRAMENTO

Para a etapa de monitoramento para encerramento, deverão ser consideradas a execução de campanhas sazonais por ano, caso aplicável ao compartimento ambiental, durante 2 (dois) anos. Caso haja histórico de dados suficientes, o período mínimo de monitoramento pode ser reduzido. Confirmada a manutenção das concentrações a níveis toleráveis, a área será declarada pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL como reabilitada, com a emissão de Termo de Encerramento.

Caso não seja confirmada a manutenção das concentrações nos níveis definidos como meta, o processo de gerenciamento de áreas contaminadas na área correspondente deverá ser revisto em conjunto com a GOVERNANÇA RESPONSÁVEL.

A COMPROMISSÁRIA, seguindo o cronograma apresentado na etapa anterior, deverá apresentar, por trecho:

- I. Modelo conceitual 6 (MC6), que descreva as condições atingidas e permanentes das fontes de contaminação primária e secundárias, das SQI, dos caminhos potenciais e reais de exposição e dos bens a proteger, que demonstrem a manutenção da ausência de danos ou riscos acima no nível aceitável; e
- II. Relatório do Monitoramento para encerramento.

Confirmada a reabilitação, será emitido pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL o Termo de encerramento do processo de Gerenciamento de Áreas Contaminadas.

CAPÍTULO V

INDICADORES PARA ACOMPANHAMENTO E QUITAÇÃO DO GAC

A quitação quanto a execução do Gerenciamento de Áreas Contaminadas será dada por área e ocorrerá a partir da Emissão do Termo de Encerramento para cada uma das áreas previstas.

Para fins de acompanhamento da evolução das etapas para o conjunto de áreas, serão considerados os indicadores de investigação concluída (IIC), de plano de intervenção concluído (IPI), para acompanhamento parcial da execução, bem como indicadores de termo de encerramento (ITE), conforme apresentado abaixo:

| 2.1 - Indicador de etapa de investigação concluída (IIC) | | |
|--|---|---|
| Área de abrangência: áreas definidas pelo Capítulo II deste Apêndice | | |
| Tipo | Resultados esperados | |
| Acompanhamento | As áreas de estudo passaram pelas etapas de investigação necessárias do gerenciamento de áreas contaminadas no prazo definido (avaliação preliminar, investigação confirmatória e, conforme o caso, investigação detalhada e ARSH). | |
| Unidade | Polaridade | Meta |
| Percentual de áreas com etapa do GAC aprovada | Maior melhor | 100% das áreas de estudo previstas tiveram a etapa do GAC aprovada pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL. |
| Frequência de medição | Data de início da medição | Data fim da medição |
| Semestral | Início da execução | Quando do alcance da meta prevista. |
| Fórmula de cálculo Número total de áreas com investigação concluída e aprovada pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL / número total de áreas investigadas X 100 Como denominador para o atingimento de 100% de cada Área de estudo, conforme definição prevista neste Apêndice, o qual detalha o fluxo de definição das Áreas, deverão ser consideradas as áreas conforme as Etapas de Execução a seguir: <ol style="list-style-type: none"> 1. A área ter tido relatório da etapa de Avaliação Preliminar concluído e protocolado pelo setor privado e aprovado pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL; 2. Para as áreas que forem encaminhadas para execução da etapa de Investigação Confirmatória, será considerada a conclusão e protocolo, pelo setor privado, e | | |

aprovação, pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL do relatório da etapa de Investigação Confirmatória;

3. Para as áreas que forem encaminhadas para execução da etapa de Investigação Detalhada, será considerada a conclusão e protocolo, pelo setor privado, e aprovação, pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, do relatório da etapa de Investigação Detalhada; e

4. Para as áreas que forem encaminhadas para execução da etapa de Avaliação de Risco à Saúde Humana e Risco Ecológico, será considerada a conclusão e protocolo, pelo setor privado, e aprovação, pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, do relatório da etapa de Avaliação de Risco à Saúde Humana e Risco Ecológico.

2.2 - Indicador de plano de intervenção concluído (IPI)

Área de abrangência: áreas definidas pelo Capítulo II deste Apêndice

| Tipo | Resultados esperados | |
|--|---|---|
| Acompanhamento | As áreas de estudo nas quais se concluiu pela existência de risco na etapa de Avaliação de Risco à Saúde Humana e/ou Risco Ecológico tiveram seu plano de intervenção aprovado pela governança. | |
| Unidade | Polaridade | Meta |
| Áreas com plano de intervenção aprovado | Maior melhor | 100% das áreas de estudo previstas obtiveram plano de intervenção aprovado pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL da respectiva área |
| Frequência de medição | Data de início da medição | Data fim da medição |
| Semestral | Início da execução | Quando do alcance da meta prevista. |
| Fórmula de cálculo | | |
| <p>Número total de áreas com plano de intervenção aprovado pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL / número total de áreas investigadas nas quais se concluiu pela existência de risco na etapa de Avaliação de Risco à Saúde Humana e/ou Risco Ecológico X100</p> <p>Como denominador para o atingimento de 100% de cada Área de estudo, deverão ser consideradas as áreas conforme as Etapas de Execução a seguir:</p> <p>1. Para as áreas que forem encaminhadas para execução da etapa de Avaliação de Risco à Saúde Humana e Risco Ecológico, será considerada a conclusão e protocolo, pelo setor privado, e aprovação, pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL do relatório da etapa de Plano de Intervenção.</p> | | |

2.2 - Indicador do Termo de Encerramento (ITE)

| Área de abrangência: áreas definidas pelo Capítulo II deste Apêndice | | |
|---|--|---|
| Tipo | Resultados esperados | |
| Acompanhamento | As áreas de estudo passaram por todas as etapas necessárias do gerenciamento de áreas contaminadas no prazo definido e obtiveram o Termo de Encerramento | |
| Unidade | Polaridade | Meta |
| Áreas com Termo de Encerramento emitido | Maior melhor | 100% das áreas previstas obtiveram Termo de Encerramento emitidos pela GOVERNANÇA RESPONSÁVEL |
| Frequência de medição | Data de início da medição | Data fim da medição |
| Semestral | Início da execução | Quando do alcance da meta prevista. |
| Fórmula de cálculo | | |
| <p>Número total de áreas com Termo de Encerramento / Número total de áreas investigadas X100</p> <p>Como denominador para o atingimento do indicador de Encerramento para cada área, serão consideradas as etapas a seguir:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Encerramento do processo de Gerenciamento de Área Contaminadas em uma área em estudo a partir das conclusões obtidas na etapa de Avaliação Preliminar, aprovação da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL e emissão do Termo de Encerramento; 2. Encerramento do processo de Gerenciamento de Área Contaminadas em uma área em estudo a partir das conclusões obtidas na etapa de Investigação Confirmatória, aprovação da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL e emissão do Termo de Encerramento; 3. Encerramento do processo de Gerenciamento de Área Contaminadas em uma área em estudo a partir das conclusões obtidas na etapa de Investigação Detalhada, aprovação da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL competente e emissão do Termo de Encerramento; 4. Encerramento do processo de Gerenciamento de Área Contaminadas em uma área em estudo a partir das conclusões obtidas na etapa de Avaliação de Risco e monitoramento para encerramento da área, aprovação da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL e emissão do Termo de Encerramento; 5. Encerramento após execução do Plano de Intervenção de Áreas Contaminadas e monitoramento para encerramento da área, aprovação da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL e emissão do Termo de Encerramento. | | |

CAPÍTULO VI

REQUISITOS E PROCEDIMENTO PARA CONTRATAÇÃO DE EMPRESA(S) PARA A EXECUÇÃO DO GERENCIAMENTO DE ÁREAS CONTAMINADAS

A COMPROMISSÁRIA deverá contratar e custear empresa(s) externa(s) e tecnicamente independente(s) para a execução das etapas do Gerenciamento de Áreas Contaminadas com base nas premissas técnicas e metodológicas estabelecidas neste Apêndice, no ANEXO 16 - PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL e no Termo de Referência para contratação dos estudos, que deverão seguir essencialmente as premissas estabelecidas neste Apêndice.

O procedimento para contratação seguirá as seguintes etapas:

- I. A seleção de empresa(s) para a execução do Gerenciamento de Áreas Contaminadas será realizada através de procedimento concorrencial;
- II. Poderá ser realizado mais de um procedimento concorrencial caso haja a alocação das áreas estabelecidas no Capítulo II deste Apêndice para execução por empresas diferentes, em prol da maior eficiência dos estudos e otimização de esforços;
- III. Para alcançar a prática de valores de mercado aos serviços a serem prestados, cada procedimento concorrencial deverá buscar no mínimo 03 propostas de empresas de comprovada expertise em estudos de gerenciamento de áreas contaminadas e independência técnica em relação às PARTES;
- IV. O(s) procedimento(s) concorrencial(is) deverá(ão) prever o prazo de 100 dias para a submissão das propostas técnica e comercial pelas empresas interessadas em prestar o serviço. A COMPROMISSÁRIA deverá submeter à GOVERNANÇA RESPONSÁVEL as propostas recebidas na coleta em até 05 (cinco) dias do encerramento desse prazo;
- V. A GOVERNANÇA RESPONSÁVEL poderá, em até 15 (quinze) dias do recebimento das propostas, realizar o veto fundamentado de alguma proponente, com base no não atendimento aos critérios de expertise, experiência prévia, independência técnica e/ou porte adequado;
- VI. Caso o procedimento de veto previsto no item anterior leve à subsistência de apenas uma proponente para determinada localidade, poderá ser reaberta, a critério da COMPROMISSÁRIA, a etapa de coleta respectiva àquele procedimento para que

novas empresas sejam chamadas a participar e apresentar propostas, a fim de que se alcance no mínimo 02 proponentes por localidade de execução dos estudos;

VII. Após a manifestação de veto da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL, caso não seja reaberta a fase de coleta da concorrência na forma prevista no item VI, ou na hipótese de não ter sido exercido o veto no prazo estabelecido no item V acima, a COMPROMISSÁRIA selecionará a empresa responsável pela execução do Gerenciamento de Áreas Contaminadas em cada localidade, em até 20 (vinte) dias, e comunicará a decisão da GOVERNANÇA RESPONSÁVEL.

ANEXO 16 – PLANO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

APÊNDICE 16.6 - PROGRAMA DE MONITORAMENTO QUALI-QUANTITATIVO SISTEMÁTICO DE ÁGUA E SEDIMENTOS (PMQQS)

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1 - DOCUMENTO-BASE

1.1 - Apresentação

1.2 - Objetivo

1.3 - Legislação, normas e padrões aplicáveis

1.4 - Programa de monitoramento quali-quantitativo sistemático de água e sedimentos - PMQQS

1.4.1 - Contexto do programa

1.4.2 - Pontos de amostragem na bacia do rio Doce

1.4.3 - Pontos de amostragem em estuários e zona costeira

1.4.4 - Estações de monitoramento automático

1.4.5 - Parâmetros a serem monitorados

1.4.6 - Frequência amostral

1.4.7 - Comunicação e gestão de informações

1.4.8 - Duração do PMQQS e revisões periódicas

1.5 - Referências bibliográficas

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

2.1 - Apresentação

2.2 - Objetivo

2.3 - Metodologia

2.3.1 - Garantia da qualidade (QA)

2.3.2 - Controle de qualidade (QC)

2.4 - Sistema de gestão de dados

2.5 - Validação e qualificação dos dados

2.6 - Relatórios de avaliação e consistência dos dados

2.7 - Considerações finais

2.8 - Referências bibliográficas

CAPÍTULO 3 - DESCRIÇÃO DOS PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM E ANÁLISE

3.1 - Apresentação

3.2 - Procedimentos de amostragem

3.2.1 - Procedimentos gerais de amostragem

3.2.2 - Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas

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

3.3 - Procedimentos de análise

3.3.1 - Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos

3.3.2 - Parâmetros biológicos

3.3.3 - Ensaio ecotoxicológicos

3.4 - Referências bibliográficas

LISTA DE QUADROS

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

Quadro 1-2 – Divisão de trechos da bacia do rio Doce.

Quadro 1-3– Pontos de amostragem manual, municípios, coordenadas e descrição para o monitoramento do rio Doce, tributários e lagoas adjacentes na bacia do rio Doce.

Quadro 1-4– Pontos de amostragem, municípios, descrição e coordenadas geográficas do monitoramento da zona costeira e estuários.

Quadro 1-5 - Parâmetros de qualidade de água monitoradas pelas Estações Automáticas TIPO I e II.

Quadro 1-6 - Descrição das estações automáticas dos Tipos I e II.

Quadro 1-7- Parâmetros para monitoramento da qualidade de água superficial nos pontos amostrais indicados para cada ambiente, com as respectivas metodologias analíticas, bem como procedimento de preservação e armazenamento das amostras. Métodos entre parênteses referem-se a abertura da amostra.

Quadro 1-8 - Parâmetros para monitoramento da qualidade de sedimentos nos pontos amostrais, com as respectivas metodologias analíticas indicada para cada ambiente, bem como procedimento de preservação e armazenamento das amostras. Métodos entre parênteses referem-se a abertura da amostra.

Quadro 1-9 - Bioindicadores a serem avaliados no PMQQS.

Quadro 1-10 – Ensaios ecotoxicológicos definidos por ambiente, organismo e métodos.

Quadro 1-11: Ensaios ecotoxicológicos definidos por ambiente, organismo e métodos aplicáveis ao Reservatório de Aimorés.

Quadro 1-12 – Resumo dos pontos amostrais em que são coletadas amostras para ensaios ecotoxicológicos, por profundidade de coleta de água.

Quadro 1-13 – Frequência de amostragem para qualidade de água e sedimento no rio Doce, tributários, lagoas, estuários e zona costeira, considerando a malha amostral da segunda revisão bianual.

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

Quadro 2-2 – Qualificadores aplicados aos resultados validados.

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

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

Quadro 3-3 - Ensaio ecotoxicológicos propostos.

LISTA DE FIGURAS

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

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

CAPÍTULO I

DOCUMENTO-BASE

1.1. Apresentação

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 deste ACORDO.

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.

Os procedimentos do protocolo de controle e segurança da qualidade dos resultados (QA/QC) que se aplicam aos procedimentos de amostragem e análise de amostras de água e sedimento são apresentados no **Capítulo II**. Os procedimentos detalhados de amostragem e análise são apresentados no **Capítulo III**.

1.2. Objetivo

O objetivo geral e os objetivos específicos do programa são descritos abaixo:

- Escopo da obrigação de manutenção do monitoramento do PMQQS neste ACORDO: Manter o monitoramento dos 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 10 (dez) anos a partir da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO.

1.3. Legislação, normas e padrões aplicáveis

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

Quadro 1-1 – 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, 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, esta resolução será utilizada como referência para avaliar a qualidade do sedimento, uma vez que não existe na legislação brasileira 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.

1.4. Programa de monitoramento quali-quantitativo sistemático de água e sedimentos - PMQQS

1.4.1. 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, 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.

1.4.2. 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, separada por trechos de estudo, é apresentada no **Quadro 1-2**.

Quadro 1-2 – 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) no córrego Santarém, em vertedouros de barramentos, 1 (um) no rio Piranga e 2 (dois) no rio Doce, sendo um deles no reservatório da UHE Risoleta Neves (Candongia). |
| 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 Manhuaçu 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 e outros 12 (doze) pontos em lagoas localizadas nas cidades de Colatina/ES e Linhares/ES. Além de dois pontos no Canal Caboclo Bernardo. |

As alterações de malha amostral em relação à terceira revisão bianual do PMQQS foram:

- Pontos adicionados ao Canal Caboclo Bernardo: um no início do canal, próximo à tomada de água do rio Doce (CCB 01) e um no final do canal, a montante da confluência entre o canal e o rio Riacho (CCB 02);
- Não houve supressão de pontos de monitoramento em relação à segunda revisão bianual do PMQQS.

O **Quadro 1-3** apresenta todos os pontos amostrais com suas descrições e posições geográficas, separados por trechos para os rios e lagoas, contendo as alterações citadas.

Quadro 1-3 - 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 | SITUAÇÃO APÓS 3a. REVISÃO BIANUAL PMQQS | MUNICÍPIO | DESCRIÇÃO DO PONTO DE AMOSTRAGEM | ESTAÇÃO | ESTAÇÃO | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | |
|---|---------|------------------------------|---|------------|---|---------------------|----------------------|-------------------------|-----------|
| | | | | | | DO IGAM COINCIDENTE | DA AGERH COINCIDENTE | LATITUDE | LONGITUDE |
| Trecho 1 - Mina Samarco até UHE Risoleta Neves (Candonga) | | | | | | | | | |
| Córrego Santarém | | | | | | | | | |
| | RVD 03 | Mariana - Dique S3 | Mantido | Mariana/MG | No vertedouro do Dique S3. | - | - | -20,237 | -43,4223 |
| | RVD 04 | Mariana - Dique S4 | Mantido | Mariana/MG | No vertedouro do Dique S4. | - | - | -20,2415 | -43,4107 |
| Rio Gualaxo do Norte | RGN 01 | Mariana - Gualaxo Norte 01 | Mantido | Mariana/MG | Rio Gualaxo do Norte a montante da confluência com o córrego Santarém em local não atingido por rejeito. | - | - | -20,2765 | -43,4317 |
| | RGN 02M | Mariana - Gualaxo Norte 02 M | Mantido | Mariana/MG | Rio Gualaxo do Norte em local atingido pelos rejeitos, a montante da confluência com o pequeno córrego localizado próximo ao ponto. | - | - | -20,25175 | -43,37572 |
| | RGN 04 | Mariana - Gualaxo Norte 04 | Mantido | Mariana/MG | Rio Gualaxo do Norte a montante da foz do TG 21. | - | - | -20,2897 | -43,26549 |
| | RGN 06 | Mariana - Gualaxo Norte 06 | Mantido | Mariana/MG | Ponte em Paracatu. | - | - | -20,30353 | -43,2493 |

| | | | | | | | | | |
|----------------------|---------|----------------------------------|----------|----------------|---|-------|---|-----------|-----------|
| Rio Gualaxo do Norte | RGN 07M | Barra Longa - Gualaxo Norte 07 M | Mantido | Barra Longa/MG | Entre Barretos e Gesteira. No município de Barra Longa/MG. | - | - | -20,26264 | -43,12817 |
| | RGN 08 | Barra Longa - Gualaxo Norte 08 | Mantido | Barra Longa/MG | Em ponte entre Gesteira e Barra Longa, a cerca de 1,0 km da foz no rio do Carmo. | RD011 | - | -20,2861 | -43,0658 |
| Rio do Carmo | RCA 01 | Barra Longa - Carmo 01 | Mantido | Barra Longa/MG | Ponte férrea 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 | Mantido | Barra Longa/MG | Em Barra Longa, após a confluência com o rio Gualaxo do Norte (sobre ponte na saída de Barra Longa). | RD071 | - | -20,28208 | -43,04434 |
| | RCA 04 | Barra Longa - Carmo 04 | Excluído | Barra Longa/MG | Rio do Carmo a montante do tributário TC 04. | - | - | -20,26992 | -42,99406 |
| Rio do Carmo | RCA 05J | Rio Doce - Carmo 05J | Mantido | Rio Doce/MG | Rio do Carmo, próximo à confluência com Piranga, em local onde o proprietário autoriza a entrada para acesso ao rio. No município de Rio Doce/MG. | - | - | -20,2764 | -42,93856 |
| Rio Piranga | RPG 01 | Ponte Nova - Piranga 01 | Mantido | Ponte Nova/MG | Rio Piranga a jusante de Ponte Nova. | RD013 | - | -20,3839 | -42,90241 |
| Rio Doce | RDO 01J | Rio Doce - Doce 01J | Mantido | Rio Doce/MG | A montante da UHE Risoleta Neves, 50 m a jusante do ponto excluído RDO 01, em terreno vizinho, cujo proprietário permite o acesso ao rio. | RD072 | - | -20,25562 | -42,9106 |
| | UHE CAN | Rio Doce - UHE Candonga | Mantido | Rio Doce/MG | A montante do reservatório da UHE Candonga. | - | - | -20,20028 | -42,86561 |

| Trecho 2 - UHE Risoleta Neves (Candonga) até UHE Baguari | | | | | | | | | |
|--|---------|---------------------------|---------|--------------------------|--|-------|---|-----------|-----------|
| Rio Doce | RDO 02J | Rio Doce - Doce 02J | Mantido | Rio Doce/MG | Jusante do vertedouro da barragem UHE Candonga. No distrito de Santana do Deserto. | - | - | -20,20025 | -42,83206 |
| | RDO 03 | São D. do Prata - Doce 03 | Mantido | São Domingos do Prata/MG | Em areal em Sem Peixe, na BR-262. | RD019 | - | -20,0144 | -42,7446 |
| | RDO 04 | Bom J. do Galho - Doce 04 | Mantido | Bom Jesus do Galho/MG | Na ponte perdida sobre o rio Doce em área do Parque do IEF | - | - | -19,5542 | -42,5214 |
| | RDO 05 | Belo Oriente - Doce 05 | Mantido | Belo Oriente/MG | No local da travessia da balsa em Cachoeira Escura. | RD033 | - | -19,3207 | -42,3646 |
| | RDO 06 | Periquito - Doce 06 | Mantido | Periquito/MG | No distrito de Pedra Corrida. | RD083 | - | -19,0956 | -42,155 |
| | UHE BAG | Periquito - UHE Baguari | Mantido | Periquito/MG | No reservatório da UHE Baguari. | - | - | -19,02665 | -42,12755 |
| Rio Matipó | RMA 01J | Raul Soares - Matipó 01J | Mantido | 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 | Mantido | Mariana/MG | Ponte da MG-129. Em local não atingido por rejeito. | - | - | -20,1593 | -43,4192 |
| | RPC 03J | Ipatinga - Piracicaba 03J | Mantido | Ipatinga/MG | Junto à foz do rio Piracicaba, nas proximidades da localidade de Cariru, no município de Ipatinga/MG. Em local não atingido por rejeito. | - | - | -19,50583 | -42,54096 |

| | | | | | | | | | |
|---|---------|---------------------------------|---------|-------------------------|--|-------|---|------------|------------|
| Rio Santo Antônio | RSA 01 | Naque - Santo Antônio 01 | Mantido | Naque/MG | Areal ao lado da ponte BR-381, em Naque/MG. Em local não atingido por rejeito. | RD039 | - | -19,2324 | -42,3271 |
| | RSA 01M | Belo Oriente - Santo Antônio 02 | Mantido | Belo Oriente/MG | Local de medição de vazão em local não atingido por rejeito. | - | - | -19,18967 | -42,4229 |
| Trecho 3 - UHE Baguari até UHE Aimorés | | | | | | | | | |
| Rio Doce | RDO 07 | G. Valadares - Doce 07 | Mantido | Governador Valadares/MG | Ponto entre Baguari e Governador Valadares. | - | - | -18,971744 | -42,087895 |
| | RDO 08 | G. Valadares - Doce 08 | Mantido | Governador Valadares/MG | Ponte na rodovia Rio-Bahia. | RD044 | - | -18,88181 | -41,95283 |
| Rio Doce | RDO 09 | Tumiritinga - Doce 09 | Mantido | Tumiritinga/MG | Em Tumiritinga no porto das balsas na margem esquerda do rio. | RD053 | - | -18,973194 | -41,642006 |
| | RDO 09J | Conselheiro Pena - Doce 09J | Mantido | Conselheiro Pena/MG | Local entre os pontos RDO 09 (29 km jusante) e RDO 10 (35 km montante) | - | - | -19,1492 | -41,4764 |
| | RDO 10 | Resplendor - Doce 10 | Mantido | Resplendor/MG | Na margem direita do rio em Resplendor. | RD059 | - | -19,328575 | -41,251612 |
| | UHE AIM | Aimorés - UHE Aimorés | Mantido | Aimorés/MG | No reservatório da UHE Aimorés. | - | - | -19,43872 | -41,10055 |
| Rio Suaçuí Grande | RSG 01 | G. Valadares - Suaçuí 01 | Mantido | Governador Valadares/MG | No rio Suaçuí Grande. Em local não atingido por rejeito. | RD089 | - | -18,8497 | -41,78549 |

| | | | | | | | | | |
|---|---------|--------------------------------|----------|---------------------|---|-------|----------|------------|------------|
| Rio Caratinga | RCR 01 | C. Pena - Caratinga 01 | Mantido | Conselheiro Pena/MG | Próximo da ETA de Barra do Cuieté. Em local não atingido por rejeito. | RD057 | - | -19,063321 | -41,532155 |
| Rio Manhuaçu | RMH 01 | Aimorés - Manhuaçu 01 | Mantido | Aimorés/MG | Localizada no rio Manhuaçu em Aimorés. Em local não atingido por rejeito. | RD065 | - | -19,483454 | -41,092943 |
| Trecho 4 - UHE Aimorés até a foz | | | | | | | | | |
| Rio Guandu | RGU 01 | Baixo Guandu - Guandu 01 | Excluído | Baixo Guandu/ES | Na ES-165, 15 km a montante de sua foz no rio Doce. | - | - | -19,62278 | -41,01521 |
| | RGU 02 | Baixo Guandu - Guandu 02 | Mantido | Baixo Guandu/ES | Próximo à sua foz no rio Doce, a montante da ponte. | - | - | -19,51572 | -41,01183 |
| Rio Doce | UHE MAS | Baixo Guandu - UHE Mascarenhas | Mantido | Baixo Guandu/ES | No reservatório da UHE Mascarenhas. | - | - | -19,50266 | -40,93363 |
| | RDO 11 | Baixo Guandu - Doce 11 | Mantido | Baixo Guandu/ES | Ponte sobre o rio Doce em Baixo Guandu. | - | RDC1C005 | -19,5061 | -41,01324 |
| | RDO 12 | Colatina - Doce 12 | Mantido | Colatina/ES | No IFES, em Itapina. | - | RDC1E010 | -19,500283 | -40,758407 |
| | RDO 14 | Colatina - Doce 14 | Mantido | Colatina/ES | A jusante de Colatina, ao lado de um areal. | - | - | -19,513103 | -40,558373 |
| | RDO 15 | Linhares - Doce 15 | Mantido | Linhares/ES | Ponte sobre o rio Doce na BR-101 em Linhares. | - | RDC1C025 | -19,410117 | -40,058965 |
| | RDO 16 | Linhares - Doce 16 | Mantido | Linhares/ES | Em Regência, no porto. | - | RDC1E030 | -19,644419 | -39,819295 |

| | | | | | | | | | |
|------------------------|---------|--------------------------------------|----------|-------------|--|---|---|-----------|-----------|
| Canal Caboclo Bernardo | CCB 01 | Linhares – Canal Caboclo Bernardo 01 | Novo | Linhares/ES | No início do Canal Caboclo Bernardo, próximo à tomada de água do Rio Doce, em Linhares | - | - | -19,503 | -39,912 |
| | CCB 02 | Aracruz – Canal Caboclo Bernardo 02 | Novo | 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 | Mantido | Colatina/ES | Na lagoa, próximo ao canal de ligação ao rio Doce. | - | - | -19,552 | -40,3751 |
| | LLM 02 | Colatina - Lagoa do Limão 02 | Excluído | Colatina/ES | Na lagoa, localizada mais ao sul do ponto LLM 1. | - | - | -19,5618 | -40,3873 |
| | LLM 03R | Colatina - Lagoa do Limão 03R | Mantido | Colatina/ES | Confluência dos braços superiores. | - | - | -19,55736 | -40,37811 |
| Lagoa Nova | LVN 01 | Linhares - Lagoa Nova 01 | Mantido | Linhares/ES | Na praia, em área utilizada para recreação pela comunidade. | - | - | -19,4169 | -40,1548 |
| | LVN 02R | Linhares - Lagoa Nova 02R | Mantido | Linhares/ES | Ponto no meio da lagoa, em local mais profundo. | - | - | -19,401 | -40,15759 |
| | LVN 03R | Linhares - Lagoa Nova 03R | Mantido | Linhares/ES | Ponto coincidente ao E19 da cláusula 165. | - | - | -19,38798 | -40,16859 |

| | | | | | | | | | |
|---------------------------|---------|-------------------------------|---------|-------------|---|---|---|------------|------------|
| Lagoa Juparanã | LJP 01 | Linhares - Lagoa Juparanã 01 | Mantido | Linhares/ES | Na lagoa, localizados mais ao norte do ponto LJP 2. | - | - | -19,3533 | -40,0872 |
| | LJP 02R | Linhares - Lagoa Juparanã 02R | Mantido | Linhares/ES | Ponto em área central da lagoa, com maior largura entre as margens. | - | - | -19,29595 | -40,12109 |
| | LJP 03 | Linhares - Lagoa Juparanã 03 | Mantido | Linhares/ES | Na lagoa, na área norte do corpo d'água. | - | - | -19,2199 | -40,1908 |
| Lagoa do Areal | LAL 01 | Linhares - Lagoa do Areal 01 | Mantido | Linhares/ES | Área sem zona morta ou interferência de lançamento de efluentes | - | - | -19,5855 | -39,828 |
| Lagoa do Areão (Pandolfi) | LAO 01R | Linhares - Lagoa do Areão 01R | Mantido | Linhares/ES | Ponto coincidente ao E23 da cláusula 165. | - | - | -19,57162 | -39,84318 |
| Lagoa Monsarás | LMN 01 | Linhares - Lagoa Monsarás 01 | Mantido | Linhares/ES | Próximo ao canal que liga a lagoa ao rio Doce. | - | - | -19,558868 | -39,801404 |
| | LMN 02R | Linhares - Lagoa Monsarás 02R | Mantido | Linhares/ES | Ponto no meio da lagoa. | - | - | -19,5541 | -39,7711 |

Nota: O local de medição de vazão (RSA 01 M) e do ponto RSA 01 é coincidente com estação fluviométrica da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) (Naque Velho - código 56825000).

1.4.3. 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 sul da Foz do rio Doce, a saber:

- Estuários: Corresponde a 14 (quatorze) pontos amostrais localizados em 7 (sete) estuários ao longo da costa central e norte do ESTADO DO ESPÍRITO SANTO, considerando a realocação do ponto do estuário rio Doce, chamado ERD 02, e a inclusão de um ponto no estuário do rio Piraquê Açu, no rio Piraquê Mirim (EPA 03).
- Zona Costeira: Corresponde a 14 pontos amostrais localizados ao longo da isóbata de 10 m (dez metros) na plataforma continental a norte e a sul da Foz do rio Doce, entre os Municípios de Serra e Conceição da Barra, no ESTADO DO ESPÍRITO SANTO.

Os pontos da zona costeira e estuarina são apresentados no **Quadro 1-4**.

Quadro 1-4 – 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 | SITUAÇÃO APÓS 2a. REVISÃO PMQQS | COORDENADAS GEOGRÁFICAS | |
|--------------|-----------------|-----------------------------|-----------------------|--|-------------------------|------------|
| | | | | | LATITUDE | LONGITUDE |
| Estuários | EIT 01 | Estuário Itaúnas 01 | Conceição da Barra/ES | Mantido | -18,534681 | -39,731657 |
| | EIT 02R | Estuário Itaúnas 02R | Conceição da Barra/ES | Mantido | -18,525 | -39,732 |
| | ECR 01R | Estuário Cricaré 01R | Conceição da Barra/ES | Mantido | -18,6 | -39,731 |
| | ECR 02 | Estuário Cricaré 02 | Conceição da Barra/ES | Mantido | -18,597237 | -39,752879 |
| | EBN 01R | Estuário Barra Nova 01R | São Mateus/ES | Mantido | -18,955 | -39,74 |
| | EBN 02R | Estuário Barra Nova 02R | São Mateus/ES | Mantido | -18,86372 | -39,75816 |
| | ERI 01 | Estuário Rio Ipiranga 01 | Linhares/ES | Mantido | -19,102633 | -39,721465 |
| | ERI 02R | Estuário Rio Ipiranga 02R | Linhares/ES | Mantido | -19,16318 | -39,72239 |
| | ERD 01R | Estuário Rio Doce 01R | Linhares/ES | Excluído (Realocado) | -19,6391 | -39,8194 |
| | ERD 02 | Estuário Rio Doce 02 | Linhares/ES | Ponto adicionado - Realocação do ponto ERD 01R | -19,6518 | -39,8197 |
| | ERR 01R | Estuário Rio Riacho 01R | Aracruz/ES | Mantido | -19,787492 | -40,054842 |

| | | | | | | |
|---------------|---------|--------------------------|---------------|------------------|------------|------------|
| | ERR 02 | Estuário Rio Riacho 02 | Aracruz/ES | Mantido | -19,82503 | -40,059012 |
| | EPA 01R | Estuário Piraquê-Açú 01R | Aracruz/ES | Mantido | -19,950567 | -40,156586 |
| | EPA 02R | Estuário Piraquê-Açú 02R | Aracruz/ES | Mantido | -19,92863 | -40,17543 |
| | EPA 03 | Estuário Piraquê-Mirim | Aracruz/ES | Ponto adicionado | A informar | A informar |
| Zona Costeira | ZCS 01 | Refúgio | Aracruz/ES | Mantido | -19,99534 | -40,13492 |
| | ZCS 02 | Padres | Aracruz/ES | Mantido | -19,94143 | -40,11398 |
| | ZCS 03 | Barra do Riacho | Aracruz/ES | Mantido | -19,82618 | -40,05026 |
| | ZCS 04 | Comboios | Aracruz/ES | Mantido | -19,728258 | -39,966213 |
| | ZCS 05 | Regência | Linhares/ES | Mantido | -19,67695 | -39,8812 |
| | ZCS 06 | Regência | Linhares/ES | Mantido | -19,66055 | -39,82539 |
| | ZCS 07 | Jacaraípe | Serra/ES | Mantido | -20,14541 | -40,16949 |
| | ZCS 08 | Manguinhos | Serra/ES | Mantido | -20,20791 | -40,18317 |
| | ZCN 01 | Povoação | Linhares/ES | Mantido | -19,58418 | -39,77687 |
| | ZCN 02 | Vila de Cacimbas | Linhares/ES | Mantido | -19,3712 | -39,69029 |
| | ZCN 03 | Pontal do Ipiranga | Linhares/ES | Mantido | -19,19572 | -39,7012 |
| | ZCN 04 | Urussuquara | São Mateus/ES | Mantido | -19,01171 | -39,72445 |

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

| | | | | | | |
|--|--------|---------|-----------------------|---------|-----------|-----------|
| | ZCN 05 | Guriri | São Mateus/ES | Mantido | -18,72408 | -39,74225 |
| | ZCN 06 | Itaúnas | Conceição da Barra/ES | Mantido | -18,42006 | -39,68565 |

1.4.4. 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. 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 (quatro) 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 parâmetros de qualidade de água (temperatura da água, turbidez, pH, oxigênio dissolvido e condutividade). Além desses parâmetros, nas estações RDO 05, RDO 08 e RDO 12 deverão possuir sensor para medição de clorofila-a e ficocianina.

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 1-5** resume os parâmetros monitorados e a faixa de medição em cada tipo de estação automática.

Quadro 1-5 - 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 $\mu\text{g.L}^{-1}$ | | x** |
| Cianobactérias | 0 até 100 $\mu\text{g.L}^{-1}$ (Ficocianina) | | 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).

* somente em 4 pontos das Estações Tipo I – RGN 01, RGN 06, RGN 08, RCA 01.

** medição somente nas estações RDO 05, RDO 08 e RDO 12.

O **Quadro 1-6** apresenta a descrição das treze estações automáticas do Tipo I e das nove estações automáticas do Tipo II, bem como as suas localizações.

Quadro 1-6 - 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. |
| RDO 07 | Sensor de pressão. Réguas linimétricas. | -18,9708 | -42,0883 | PCD instalada na margem esquerda do rio. |
| RSG 01 | Sensor de pressão. Réguas linimétricas. | -18,84994 | -41,784831 | PCD instalada na margem esquerda, dentro do terreno do DER-MG. |
| RDO 09 | Sensor de pressão. Réguas linimétricas. | -18,9708 | -41,64165 | PCD instalada na margem esquerda do rio, no lado oposto a Tumiritinga. |
| RCR 01 | Radar instalado no canal de aproximação da ETA. Réguas linimétricas. | -19,0636 | -41,5311 | A estação está localizada 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 localizada 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 localizada dentro de uma área de extração de areia 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 localizada dentro de 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. |
| Tipo I com turbidez | | | | |
| RGN 01M | Sensor de pressão a montante da cachoeira. Instalação de réguas linimétricas. | -20,285 | -43,47721 | A estação está localizada próxima a 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 localizada 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 localizada 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 localizada 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 | PCD está na margem direita, 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 foi realocada no município de Santa Cruz do Escalvado |

| | | | | |
|---------|--|-----------|-----------|--|
| 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 pressão a montante da cachoeira. Instalação de réguas linimétricas. | -20,0144 | -42,7446 | Estação localizada 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 PCD está instalada na estrutura da ponte, no Centro de Pesquisa Ponte Perdida do IEF. A sonda de qualidade está instalada em tubo metálico fixado na ponte. |
| RDO 05* | Radar em poste. Réguas linimétricas. | -19,3207 | -42,3646 | Estação localizada 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 pressão. 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 localizada no porto de Regência-ES, instalada em um dos postes de iluminação do porto e sonda de qualidade instalada em boia 250 metros a montante do porto. |

*As estações automáticas RDO 05, RDO 08 e RDO 12 são as únicas que terão sensores específicos para medição de clorofila-a e ficocianina (cianobactéria).

1.4.4.1. 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 ($>150 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$) e oxigênio dissolvido ($<3,5 \text{ mg}.\text{L}^{-1}$). Estes níveis de alerta foram determinados, considerando 10% (dez por cento) acima do máximo (mínimo para o 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. 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 (cinco) 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:

- ESTADO DE MINAS GERAIS: RGN 08, RCA 02, RDO 01J, RDO 03, RDO 05, RDO 06, RDO 07; RDO 08; RDO 09J e RDO 10.
- ESTADO DO 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 ($3,5 \text{ mg}/\text{L}$).

1.4.4.2. 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 (uma hora).

Nas estações TIPO II e TIPO I com turbidímetro, a frequência de visitas para manutenção das sondas será semanal no período chuvoso (de outubro a março) e quinzenal no período seco (de abril a setembro). Durante essas visitas, a calibração

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, para garantir a confiabilidade dos dados monitorados. Especificamente para o parâmetro turbidez, deverá ser considerada a discrepância de 20% (vinte por cento) quando os resultados estiverem abaixo de 50 NTU, 10% (dez por cento) para valores entre 50 e 100 NTU e 5% (cinco por cento) para valores acima de 100 NTU. No caso do sensor de clorofila-a, não há necessidade de verificação semanal de erro. Este deverá ser calibrado juntamente com o sensor de turbidez quando a variação deste indicar.

A calibração da sonda 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.

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 (quarenta e oito) horas. O período sem transmissão de dados não ultrapassará 7 (sete) 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 (sete) dias consecutivos, a COMPROMISSÁRIA deverá reportar 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.

1.4.5. 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 III**. 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 III**.

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 nº 357/2005 e pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 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, pontos LMN 01 e LMN 02R) deverão considerar o LQ do método de análise compatível com os limites estabelecidos para águas doce classe 2. Os pontos localizados na lagoa Monsarás (LMN 01 e LMN 02R), RDO 16 e aqueles localizados nos estuários deverão considerar o LQ do método compatível com os limites estabelecidos para água salobra classe 1. Pontos localizados na zona costeira deverão apresentar LQ compatível com os limites estabelecidos para águas salinas classe 1. Além disso, os limites de quantificação para as análises de metais em sedimentos serão também compatíveis com os níveis de classificação estabelecidos na Resolução CONAMA nº 454/2012.

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

1.4.5.1. Água

O **Quadro 1-7** apresenta a lista de parâmetros que serão avaliados em campo nos 83 (oitenta e três) pontos de monitoramento de água, localizados nos rios, lagoas, zonas costeiras e estuarinas, descritos nos **itens 1.4.2 - Pontos de amostragem na bacia do rio Doce** e **1.4.3 - Pontos de amostragem em estuários e zona costeira**. Os parâmetros de qualidade da água a serem analisados incluem os físicos e químicos, biológicos, nutrientes, metais dissolvidos e totais.

Os limites de quantificação deverão ser iguais ou inferiores aos limites indicados nas legislações vigentes (CONAMA n. 357/2005 para água doce classe 2 ou água salina/salobra classe 1 e Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG n. 08/2022 para água doce classe 2).

Ficaram definidas as técnicas de análises pelas quais os elementos Alumínio (Al), Antimônio (Sb), Arsênio (As), Bário (Ba), Boro (B), Cádmio (Cd), Chumbo (Pb), Cobalto (Co), Cobre (Cu), Cromo (Cr), Estrôncio (Sr), Fósforo (P), 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, qual sejam: utilizando a metodologia de preparo de amostra EPA 3005A ou EPA 200.8/1994 ou metodologias de preparo acreditadas relacionadas à técnica utilizada, e a metodologia de análise, que deve ser a Espectrometria de massas com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-MS) – EPA 6020A.

Nas análises de 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 o Hg poderá ser analisado por técnicas mais atualizadas, visando a redução do LQ.

Quadro 1-7- Parâmetros para monitoramento da qualidade de água superficial nos pontos amostrais indicados para cada ambiente, com as respectivas metodologias analíticas, bem como procedimento de preservação e armazenamento das amostras. Métodos entre parênteses referem-se a abertura da amostra.

| PARÂMETRO (unidade) | LOCAL | RECIPIENTE | PRESERVAÇÃO | ARMAZENAMENTO | VALIDADE DA AMOSTRA | MÉTODO |
|---|---|------------|---------------------------|----------------------------|---------------------|--|
| Alcalinidade total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹) | Rios, lagoas, zona costeira e estuarina (Todos) | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 14 dias | EPA 310.1/SMEWW – 4500 CO ₂ D |
| Alumínio (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Arsênio | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Especiação de As ⁺³ e As ⁺⁵ (mg.L ⁻¹) (*) | Pontos do Trecho 1 e em RDO 11 e RDO 12 | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | FDA 4.11.1 |
| Antimônio (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Bário (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Boro (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Cádmio (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |

| | | | | | | |
|---|---------------|----------------|--|---|----------|-----------------------|
| Cálcio (mg.L ⁻¹) | Rios e lagoas | P | HNO ₃ , para pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A |
| Carbono orgânico dissolvido (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C mais H ₂ SO ₄ | - | 28 dias | SMEWW – 5310/TOC-B |
| Carbono orgânico total (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C, mais H ₂ SO ₄ | - | 28 dias | SMEWW – 5310/TOC-B |
| Chumbo (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Cianeto livre (mg.L ⁻¹) | Rios e lagoas | P ou VdA | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 14 dias | ISO14403-2 |
| Cloreto total (mg.L ⁻¹) | Rios e lagoas | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 28 dias | EPA 9056A/300.1 |
| Clorofila-a e Feoftina (µg.L ⁻¹) | Todos | VdA | Refrigeração ≤6°C, protegida da luz | refrigeração inferior a 4°C sem filtrar ou -20°C filtradas, proteger da luz | 24 horas | SMEWW - 10200H |
| Cobalto (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005) |
| Cobre (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹) | Todos | <i>in situ</i> | | | | SMEWW - 2510B |
| Condutividade elétrica – laboratório (µS.cm ⁻¹) | Todos | P ou Vd | - | refrigeração entre 2 e 6°C | 7 dias | SMEWW 2510 B |
| Cor verdadeira | Rios e lagoas | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 48 horas | SMEWW – 2120 |
| Cromo (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| DBO _{5, 20} (mg O ₂ .L ⁻¹) | Rios e lagoas | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 48 horas | SMEWW - 5210B |

| | | | | | | |
|---|-------------------------------------|-----|--|----------------------------|----------|------------------------|
| Dureza total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ ou H ₂ SO ₄ para pH <2 | - | 6 meses | SMEWW - 2340B |
| <i>Escherichia coli</i> (NMP.100 mL ⁻¹) | Todos | P | Refrigeração ≤6°C | - | 24 horas | SMEWW - 9223B |
| <i>Enterococcus</i> | ZC e estuarina e ponto RDO 16 | P | Refrigeração ≤6°C | - | 24 horas | SMWW 9230 |
| Ferro (mg.L ⁻¹) | Todos | P | Refrigeração ≤6°C HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A, (EPA 3005A) |
| Ferro - Especiação Fe ²⁺ (mg.L ⁻¹) | Todos | VdA | 2 mL HCl | refrigeração entre 2 e 6°C | 24 horas | SMEWW 3500Fe B |
| Ferro – Especiação Fe ³⁺ (mg.L ⁻¹) | Todos | P | 2 mL HCl | refrigeração entre 2 e 6°C | 24 horas | SMEWW 3500Fe B |

| | | | | | | |
|--|---------------|----------------|---|----------------------------|----------|-----------------------------------|
| Fosfato (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 28 dias | EPA 9056A/300.1 |
| Fósforo (mg.L ⁻¹) | Todos | P | Refrigeração ≤6°C, H ₂ SO ₄ para pH <2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Magnésio (mg.L ⁻¹) | Rios e lagoas | P | HNO ₃ , para pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Manganês (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Mercurio (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | - | 28 dias | EPA 7470A ou 7470B (vapor frio) |
| Molibdênio (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Níquel (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Nitrato (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 48 horas | SMWW - 4500NO ₃ -C e E |
| Nitrito (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 48 horas | SMWW - 4500NO ₂ -B |
| Nitrogênio amoniacal total (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | - | refrigeração entre 2 e 6°C | 28 dias | SMEWW - 4500NH ₃ F |
| Nitrogênio Kjeldahl total (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C, H ₂ SO ₄ para pH <2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 28 dias | SMEWW - 4500 Norg |
| Nitrogênio orgânico (mg.L ⁻¹) | Rios e lagoas | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C, H ₂ SO ₄ para pH <2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 28 dias | SMWW – 4500 Norg |
| Oxigênio dissolvido (mg.L ⁻¹ e%) | Todos | <i>in situ</i> | | | | SMWW 4500 OG |

| | | | | | | |
|--|--|----------------|--------------------------------|----------------------------|----------|------------------------|
| pH- <i>in situ</i> | Todos | <i>in situ</i> | | | | SMEWW - 4500 H+B |
| pH-lab (**) | Todos | P | - | refrigeração entre 2 e 6°C | 7 dias | EPA 150.1 |
| Polifosfatos (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | - | refrigeração entre 2 e 6°C | 48 horas | SMEWW 4500P-C |
| Potássio dissolvido (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , para pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Potencial Redox (mV) | Todos | <i>in situ</i> | | | | SMEWW 2580 B - POP 112 |
| Profundidade (m) | Todos | <i>in situ</i> | | | | - |
| Salinidade (PSU) | ZC e estuarina e pontos LMN 02R e RDO 16 | <i>in situ</i> | | | | SMWW 2520 B |
| Selênio (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Sódio dissolvido (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , para pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Sódio total (mg.L ⁻¹) | Rios e lagoas | P | HNO ₃ , para pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Sólidos dissolvidos totais (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 7 dias | SMEWW - 2540C/E |
| Sólidos sedimentáveis (mL.L ⁻¹) | Rios e lagoas | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | - | 48 horas | SMWW - 2540F |
| Sólidos suspensos totais (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 7 dias | SMWW - 2540D |

| | | | | | | |
|---|---------------|----------------|---|---|---------|---|
| Sólidos totais (mg.L ⁻¹) | Rios e lagoas | P ou Vd | - | refrigeração inferior a 4°C sem filtrar ou -20°C filtradas, proteger da luz | 7 dias | SMWW - 2540B/E |
| Sulfato (mg.L ⁻¹) | Todos | P ou Vd | Refrigeração ≤6°C | refrigeração entre 2 e 6°C | 28 dias | EPA 4500 SO4 2-E |
| Sulfeto com H ₂ S não dissociado (mg.L ⁻¹) | Todos | Vd | Refrigeração ≤6°C, NaOH/ZnOAc para pH>9 | refrigeração | 7 dias | SMWW - 4500S2-D,H |
| Sulfeto total (mg.L ⁻¹) | Rios e lagoas | V | Refrigeração ≤6°C, NaOH/ZnOAc para pH>9 | refrigeração | 7 dias | SMWW - 4500S2-D,H |
| Temperatura ambiente (°C) | Rios e lagoas | <i>in situ</i> | | | | SMWW 2550 B |
| Temperatura da água (°C) | Todos | <i>in situ</i> | | | | SMEWW 2550 B |
| Transparência da água (m) | Lagoas | <i>in situ</i> | | | | Profundidade de extinção do disco de Secchi POP 093 |
| Turbidez (NTU) | Todos | <i>in situ</i> | | | | SMWW 2130B |
| Turbidez – laboratório (NTU) | Todos | Vd | - | refrigeração entre 2 e 6°C | 48h | SMEWW 2130 B |
| Vanádio (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |
| Zinco (mg.L ⁻¹) | Todos | P | HNO ₃ , pH < 2 | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6020A (EPA 3005A) |

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.

P = plástico; Vd = vidro; VdA = vidro âmbar; 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 1-7**, e a temperatura ambiente deverá ser avaliada por termômetros, em ambientes sombreados, nos pontos de rios e lagoas. Amostras de água serão coletadas para avaliação dos parâmetros pH e condutividade elétrica também em laboratório, para que em seguida sejam utilizados nos critérios de validação.

Em cada ponto localizado no rio Doce e seus tributários serão realizadas medidas da condutividade ao longo da seção transversal da calha do rio. Nos casos em que for observada homogeneidade dos dados (variação de condutividade menor que 10%), uma amostra simples deve ser realizada. Quando a seção transversal apresentar resultados heterogêneos (variação de condutividade maior que 10%), uma amostragem composta deverá ser realizada (ver detalhes em **Capítulo III**). Os resultados dos perfis de condutividade das seções transversais deverão ser divulgados juntamente com os relatórios do Programa de Garantia e Controle de Qualidade (QA/QC - **Capítulo II**).

Nos pontos localizados nas lagoas onde a profundidade for maior que 10 m (dez metros), serão realizadas perfilagens verticais, com medições a cada 1 m (um metro) 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.

Nas coletas da zona costeira e estuarina (neste último caso, conforme critério de estratificação de condutividade, indicado abaixo) serão realizadas perfilagens verticais a cada 1 m (um metro), utilizando sonda multiparamétrica para medição dos parâmetros salinidade, condutividade elétrica, temperatura da água, profundidade, turbidez e oxigênio dissolvido.

Em estuários cuja profundidade for inferior a 2 m (dois metros), não haverá necessidade de realizar perfilagem e a coleta deverá ocorrer somente na profundidade de 0,5 m (cinquenta centímetros) do fundo (P50). Em estuários com profundidade superior a 2 m (dois metros) deverá ser investigada a variação da condutividade na coluna d'água. Quando a diferença dos resultados de condutividade for superior a $10.000 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, a coleta deverá ser feita na profundidade de 0,15 m (quinze centímetros) abaixo da superfície da água (P15) e a 0,50 m (cinquenta centímetros) acima do fundo (P50). Nesse caso deverá ser feita perfilagem vertical a cada 1 m (um metro). Caso a diferença seja inferior a $10.000 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, a coleta deverá acontecer somente na P50 e não haverá necessidade de realizar perfilagem.

1.4.5.2. Sedimento

Os procedimentos para amostragem de sedimentos deverão seguir as recomendações da ANA & CETESB (2012), e ABNT NBR-15469:2015 e podem ser consultados no **Capítulo III**. As amostragens deverão ser realizadas com um coletor do tipo draga, de preferência em áreas de deposição, identificadas pela presença de sedimento silteoso, argiloso e arenoso mais fino. Para amostragens em pontos da zona costeira e estuarina sugere-se o uso de uma draga que possua janela de inspeção que permita a sub-amostragem de meiofauna sem abrir a draga e desmobilizar o sedimento.

Em trechos de rio e tributários com até 75 (setenta e cinco) metros de largura, será feita amostragem simples a partir de três réplicas, assim como nos ambientes de lagoa. Em pontos localizados nos trechos de rios com largura superior a 75 (setenta e cinco) metros, deve ser realizada a amostragem composta no canal, a partir de duas sub-amostragens (uma em cada margem), com três réplicas em cada margem, ao longo da seção do rio preferencialmente nos locais com depósito de material mais fino. As amostras coletadas serão homogeneizadas e quarteadas previamente à transferência para os frascos.

Os parâmetros analisados nas amostras de sedimento, as unidades de medida e o método para as variáveis medidas em campo e laboratório são apresentados no

Quadro 1-8. Os limites de quantificação dos métodos deverão ser iguais ou inferiores aos limites indicados na Resolução CONAMA n. 454/2012, quando cabível.

Nas matrizes de sedimentos para análise de metais, exceto o elemento Hg, o procedimento de preparo da amostra deve ser na metodologia EPA 3050B ou EPA 3051A. Em relação ao elemento Mercúrio (Hg) nas amostras de sedimento, deve-se seguir o mesmo procedimento utilizado para as amostras de água. 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 6010C, visto que as concentrações desses elementos apresentam valores elevados na matriz sedimento.

As análises de especiação de Arsênio III, V e Metilmercúrio 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) e 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. Todas as análises granulométricas devem ser realizadas utilizando a metodologia de difração a laser, para as frações de tamanho abaixo da última peneira da série tyler.

Quadro 1-8 - Parâmetros para monitoramento da qualidade de sedimentos nos pontos amostrais, com as respectivas metodologias analíticas indicada para cada ambiente, bem como procedimento de preservação e armazenamento das amostras. Métodos entre parênteses referem-se a abertura da amostra.

| PARÂMETRO (unidade) | LOCAL | RECIPIENTE | ARMAZENAMENTO | VALIDADE DA AMOSTRA | MÉTODO |
|--|--------------------------|------------|---|---------------------|--|
| Alumínio* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Antimônio* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Arsênio* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Especiação de As ⁺³ e As ⁺⁵ (mg.L ⁻¹) ** | Rios, Lagoas e Estuários | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | Método de plasma indutivamente acoplado / Espectrometria de massa (ICP/MS) /SMWW 3114B |
| Bário* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Berílio (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Cádmio* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Carbono orgânico total* (%) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C/ausência de luz | 28 dias | SMEWW 5310 B |
| Chumbo* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Cobalto (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Cobre* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Cromo* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Estrôncio (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Fenóis (mg.kg ⁻¹) | Todos | Vd | refrigeração entre 2 e 6°C | 14 dias | EPA 8270D |
| Ferro* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Fósforo total* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Manganês* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Mercúrio* (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C, ausência de luz | 28 dias | EPA7471A |
| Molibdênio (mg.kg ⁻¹) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |

| | | | | | |
|---|-------------------------|----------------|---|---------|---------------------------------|
| Metilmercúrio ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) ** | Rios, Lagoas, Estuários | P | refrigeração entre 2 e 6°C, ausência de luz | 28 dias | EPA 3200 |
| Níquel* (mg.kg^{-1}) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Nitrogênio Kjeldahl total* (mg.kg^{-1}) | Todos | P ou Vd | refrigeração entre 2 e 6°C | - | EPA 351.3 |
| pH | Todos | <i>in situ</i> | | | SMWW 4500 H ⁺ B |
| Potencial de oxi-redução (ORP) (mV) | Todos | <i>in situ</i> | | | SMWW 2580 B |
| Sólidos (%) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | SMWW 2540 G |
| Silício (mg.kg^{-1}) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6010D (EPA 3051 e 3052) |
| Teor de Carbonatos (%) | ZC e estuários | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 14 dias | Suguio (1973) |
| Teor de umidade (%) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | SMWW 2540 G |
| Titânio (mg.kg^{-1}) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA 6010D (EPA 3051 e 3052) |
| Selênio (mg.kg^{-1}) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Vanádio* (mg.kg^{-1}) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Zinco* (mg.kg^{-1}) | Todos | P | refrigeração entre 2 e 6°C | 6 meses | EPA6010C (EPA3050B ou EPA3051A) |
| Distribuição granulométrica (%) | Todos | P | - | - | Difração a laser |
| PCB-Bifenilas policloradas ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) | Todos | V | refrigeração entre 2 e 6°C | 14 dias | USEPA 8082 A |
| HPA-Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos ($\mu\text{g.kg}^{-1}$) | Todos | V | refrigeração entre 2 e 6°C | 14 dias | USEPA 8082 A |

Nota: mg.kg^{-1} = miligramas por quilograma; $\mu\text{g.kg}^{-1}$ = microgramas por quilograma; mV = milivolts; - = não aplicável; ZC = Zona costeira;

P = plástico; Vd = vidro.

* Método de análise para sedimento e para MPS (Material Particulado em Suspensão).

** Deverão ser analisados somente no testemunho de sedimento.

1.4.5.2.1. Testemunho de sedimentos

Coletas de testemunhos de sedimentos de fundo serão realizadas apenas nos rios, lagoas e estuários, conforme indicado pelo **Quadro 1-8**. A amostragem será feita pela técnica de “Gravity Core” ou “Kajak Core”, seguindo as premissas descritas em ANA

& CETESB (2012) e EPA (2001). Os testemunhos serão fatiados em camadas de 5 cm (cinco centímetros) até a profundidade de 10 cm (dez centímetros) e em camadas de 10 em 10 cm (dez em dez centímetros) até 1 m (um metro). Cada camada será analisada de acordo com os parâmetros estipulados no **Quadro 1-9**, com destaque para os parâmetros Metilmercúrio e especiação de arsênio (As^{+3} e As^{+5}). Maior detalhamento quanto ao procedimento de amostragem de testemunhos de sedimento pode ser visto no **Capítulo III**. Para o metilmercúrio deverá ser considerada técnica de vapor frio para análise.

1.4.5.3. Descarga líquida

As medições de descarga líquida serão mensais e ocorrerão no mesmo dia em que forem realizadas as determinações dos parâmetros de qualidade em campo e a coleta das amostras de água.

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. As medições serão realizadas em pontos de monitoramento localizados nos rios que atendam aos requisitos hidráulicos específicos, tais como: áreas sem interferência de afluentes e efluentes, trecho retilíneo, características do fundo do rio no trecho (fundo móvel), turbidez, entre outros. Nas situações em que não for possível a medição pelo método acústico, será empregado o método convencional, com molinete. Elevadas concentrações de sólidos em suspensão e/ou baixa profundidade são exemplos de interferências que poderão impossibilitar a utilização do método acústico.

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 (conforme NT nº 56).

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

1.4.5.4. 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. Todas as análises granulométricas devem ser realizadas utilizando a metodologia de difração a laser, para as frações de tamanho abaixo da última peneira da série tyler. Os procedimentos de medição de descarga sólida são apresentados em detalhes no **Capítulo III**.

1.4.5.5. Material particulado em suspensão (MPS)

Nos pontos em que a descarga sólida for avaliada serão realizadas também coleta e análise do Material Particulado em Suspensão (MPS) para os parâmetros marcados (*) no **Quadro 1-8**, considerando-se os métodos de amostragem e análise descritos no **Capítulo III**. Além dos pontos citados acima, a análise de MPS também deverá ser realizada nos pontos RDO 16 e ERD 02 (novo ponto que substituirá o ponto ERD 01R).

1.4.5.6. 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 1-9**). O detalhamento da metodologia de amostragem e análise desses bioindicadores é apresentado no **Capítulo III**.

Quadro 1-9 - 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. |
| Macroinvertebrados bentônicos – quantitativo (org.m ⁻²) | Avalia a diversidade de organismos bentônicos através de índices ecológicos, grupos indicadores, espécies exóticas e de interesse sanitário. |

1.4.5.7. Ensaios ecotoxicológicos

Em pontos localizados em rios e nas lagoas marginais o monitoramento ecotoxicológico será realizado com organismos padronizados para ambientes dulcícolas. Em rios e reservatórios, as amostragens ocorrerão a 0,30 m (trinta centímetros) da superfície. Para os pontos de lagoas com mais de 3 m (três metros) de profundidade, a coleta de água será feita nas profundidades 1 (0,5 m – cinquenta centímetros – abaixo de superfície) e profundidade 3 (0,5 m – cinquenta centímetros – acima do substrato de fundo). Nos pontos de lagoas com profundidade igual ou inferior a 3 m (três metros), somente será coletada uma amostra de água na profundidade 1 (0,5 m – cinquenta centímetros – abaixo da superfície).

Nos rios e lagoas, quase todos os pontos deverão ter coleta de água e sedimento integral para avaliação ecotoxicológica crônica, exceto em RVD03, RVD04, RGN02M, RGN07M, RCA04 e RCA05J. As análises de elutriato de sedimento deverão ser feitas apenas para os pontos UHE CAN, RDO 02J, RDO 16 e ERD 02. Os pontos UHE CAN e RDO 02J serão submetidos às análises com daphnideos (*Ceriodaphnia spp.* e *Daphnia spp.*). O ponto ERD 02 será submetido às análises com *Echinometra lucunter* e Misidáceo. As análises do ponto RDO 16 irão depender da sua classificação de acordo com o resultado da salinidade: daphnideos caso a água esteja doce ou *Echinometra lucunter* e Misidáceo caso a água esteja salobra.

Os ensaios ecotoxicológicos agudos deverão ocorrer somente nos seguintes pontos de rios: RVD 03, RVD 04, UHE AIM, RGN 06, RGN 08, RCA 02, RDO 01J, RDO 11, RGU 01 e RDO 16. Nas lagoas, os ensaios agudos serão realizados nas lagoas do Limão (LLM 01, LLM 03R), do Areão (LAO 01R) e Monsarás (LMN 01 e LMN 02R).

Nos pontos localizados na zona estuarina a avaliação ecotoxicológica crônica e aguda será realizada com organismos padronizados para estes ambientes, nos pontos da foz do rio Doce (ERD 02), para os ensaios de água (somente na profundidade de 0,50 m – cinquenta centímetros – acima do substrato de fundo - P50) e sedimento integral. Os testes com elutriato de sedimento deverão ser feitos somente no ponto ERD 02, com *Echinometra lucunter* e Misidáceo.

Não serão realizados ensaios ecotoxicológicos para a zona costeira.

A periodicidade de coleta nos pontos RDO 16, LMN 01 e LMN 02R deverá ser a mesma prevista para rios e lagoas. A definição dos organismos para os ensaios crônicos e agudos nesses três pontos vai depender do resultado da salinidade e da classificação da água (doce ou salobra).

Na impossibilidade de realização dos ensaios de toxicidade de sedimentos com *Chironomideos* em ambientes dulcícolas em um laboratório acreditado, será justificável a contratação de um laboratório não acreditado, mas que tenha esse tipo de análise em sua rotina.

A relação dos organismos e o método aplicado para cada ensaio e ambiente estão especificadas no **Quadro 1-10** e **Quadro 1-11**.

O detalhamento de frequência amostral por ponto e tipo de ensaio aplicado está explicado no **item 1.4.6 - Frequência amostral** e de maneira resumida no **Quadro 1-12**.

Quadro 1-10 – Ensaios ecotoxicológicos definidos por ambiente, organismo e métodos.

| ENSAIO | ÁGUA | | ELUTRIATO DE SEDIMENTO | | SEDIMENTO INTEGRAL | |
|---------------------------|--|---------------------|--|---------------------|------------------------------------|--|
| | ORGANISMO | MÉTODO | ORGANISMO | MÉTODO | ORGANISMO | MÉTODO |
| Ambiente Dulcícola | | | | | | |
| CRÔNICO | <i>Chlorophyceae</i> (algas verdes) | ABNT/NBR-12648:2018 | <i>Ceriodaphnia</i> spp. (microcrustáceo) | ABNT/NBR-13373:2017 | <i>Hyalella</i> spp (Amphipoda) | ABNT:NBR-15470:2013 |
| | <i>Ceriodaphnia</i> spp. (microcrustáceo) | ABNT/NBR-13373:2017 | | | <i>Chironomídeos</i> | CETESBSQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com <i>Chironomus sancticaroli</i> – sedimento. Versão 13. São Paulo, 2019b |
| AGUDO | <i>Daphnia</i> spp. (microcrustáceo) | ABNT/NBR-12713:2016 | <i>Daphnia</i> spp. (microcrustáceo) | ABNT/NBR-12713:2016 | <i>Hyalella</i> spp (Amphipoda) | ABNT:NBR-15470:2013 |
| | | | | | <i>Chironomídeos</i> | CETESBSQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com <i>Chironomus sancticaroli</i> – sedimento. Versão 13. São Paulo, 2019b |
| Ambiente Salobro e Salino | | | | | | |
| CRÔNICO | <i>Skeletonema costatum</i> (microalgas) | ABNT/NBR-16181:2013 | -x- | -x- | <i>Nitokra</i> sp (microcrustáceo) | Lotufo & Abessa, 2002 |
| | <i>Echinometra lacunter</i> -organismo (ouriço-do-mar) | ABNT/NBR-15350:2020 | <i>Echinometra lucunter</i> -organismo (ouriço-do-mar) | ABNT/NBR-15350:2020 | | |

| | | | | | | |
|---------|--|----------------------|--|----------------------|------------------------------------|-----------------------|
| | <i>Echinometra lacunter</i> -teste de fertilização (ouriço-do-mar) | Mastroti, 2002 | <i>Echinometra lucunter</i> -teste de fertilização (ouriço-do-mar) | MASTROTI, 2002 | | |
| CRÔNICO | <i>Echinometra lacunter</i> -teste com gametas (ouriço-do-mar) | Mastroti, 2002 | <i>Echinometra lucunter</i> -teste com gametas (ouriço-do-mar) | MASTROTI, 2002 | <i>Nitokra</i> sp (microcrustáceo) | Lotufo & Abessa, 2002 |
| AGUDO | Misidáceo (Crustacea) | ABNT/NBR: 15308:2017 | Misidáceo (Crustacea) | ABNT/NBR- 15308:2017 | <i>Nitokra</i> sp (microcrustáceo) | Lotufo & Abessa, 2002 |

Quadro 1-11- Ensaios ecotoxicológicos definidos por ambiente, organismo e métodos aplicáveis ao Reservatório de Aimorés

| ENSAIO | ÁGUA | | ELUTRIATO DE SEDIMENTO | | SEDIMENTO INTEGRAL | |
|--------------------|--|---------------------|--|--|---------------------------------|--|
| | ORGANISMO | MÉTODO | ORGANISMO | MÉTODO | ORGANISMO | MÉTODO |
| Ambiente Dulcícola | | | | | | |
| CRÔNICO | <i>Chlorophyceae</i> (algas verdes) | ABNT/NBR-12648:2018 | <i>Ceriodaphnia</i> silvestre (microcrustáceo) | ABNT/NBR-13373:2017 | <i>Hyalella</i> spp (Amphipoda) | ABNT/NBR-15470:2021 |
| | <i>Ceriodaphnia</i> silvestre (microcrustáceo) | ABNT/NBR-13373:2017 | <i>Hyalella</i> spp. (Amphipoda) | ABNT/NBR-15470:2021 | <i>Chironomídeos</i> | CETESBSQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com <i>Chironomus sancticaroli</i> – sedimento. Versão 13. São Paulo, 2019b |
| | | | <i>Chironomidae</i> sancticaroli | CETESBSQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com <i>Chironomus sancticaroli</i> – sedimento. Versão 13. São Paulo, 2019b | | |
| AGUDO | <i>Daphnia</i> spp. (microcrustáceo) | ABNT/NBR-12713:2016 | <i>Daphnia</i> spp. (microcrustáceo) | ABNT/NBR-12713:2016 | <i>Hyalella</i> spp (Amphipoda) | ABNT:NBR-15470:2013 |
| | | | <i>Hyalella</i> spp. (Amphipoda) | ABNT/NBR-15470:2021 | | |
| | | | <i>Chironomidae</i> sancticaroli | CETESBSQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com <i>Chironomus sancticaroli</i> – sedimento. Versão 13. São Paulo, 2019b | <i>Chironomídeos</i> | CETESBSQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com <i>Chironomus sancticaroli</i> – sedimento. Versão 13. São Paulo, 2019b |

Quadro 1-12 – Resumo dos pontos amostrais em que são coletadas amostras para ensaios ecotoxicológicos, por profundidade de coleta de água.

| ENSAIO/FREQUÊNCIA | PONTOS | PROFUNDIDADE |
|------------------------|--|--|
| Crônicos/Trimestral | 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 | 30 cm abaixo da superfície |
| Crônicos/Quadrimestral | LLM 01, LLM 03R, LNV 01, LNV 02, RLNV 03R, LJP 01, LJP 02R, LJP 03, LAO 01R, LMN 01, LMN 02R, | 50 cm abaixo da superfície (PI) e 50 cm acima do substrato de fundo (PIII) |
| Crônicos/Trimestral | ERD 02* | 50 cm acima do substrato de fundo (P50) |
| Agudos/Semestral | UHE AIM, RGN 06, RGN 08, RCA 02, RDO 01J, RDO 11, RDO 16* | 30 cm abaixo da superfície |
| Agudos/Quadrimestral | LLM 01, LLM 03R, LAO 01R, LMN 01 | 50 cm abaixo da superfície (PI) e 50 cm acima do substrato de fundo (PIII) |
| Agudos/Trimestral | ERD 02* | 50 cm acima do substrato de fundo (P50) |

*Pontos onde serão realizadas coletas para ensaios ecotoxicológicos de elutriato de sedimentos.

Os procedimentos de amostragem e análise para os ensaios ecotoxicológicos em água e sedimentos dos rios, lagoas, zona costeira e estuários são apresentados no **Capítulo III**.

1.4.6. Frequência amostral

Nos pontos de rios do PMQQS, o monitoramento de água terá frequência mensal e de sedimentos, trimestral. Conforme terceira revisão bianual do PMQQS, os parâmetros biológicos monitorados nos rios deverão ter frequência trimestral, como os organismos fitoplanctônicos e a densidade de cianobactérias. Os organismos bentônicos seguirão a frequência trimestral. Os ensaios ecotoxicológicos crônicos também serão realizados trimestralmente, já os ensaios ecotoxicológicos agudos

terão frequência semestral. Os parâmetros com frequência trimestral devem ser monitorados na mesma campanha amostral.

Nas lagoas e estuários e zona costeira a frequência de coletas para todos os parâmetros amostrados será trimestral. A coleta para todos os parâmetros deverá ser executada de forma simultânea. Nos estuários e na zona costeira as campanhas deverão ocorrer em cada região (norte e sul) no mesmo ciclo de marés, preferencialmente. Essas campanhas também deverão considerar a proximidade dos pontos em zona costeira e seu estuário correspondente, sendo as coletas feitas na mesma sequência. Não serão realizados ensaios ecotoxicológicos para a zona costeira.

Caso aconteçam condições metoceanográficas 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 devem ser dado intervalos entre coletas de zona costeira e estuários de uma mesma região (S/N), 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 metoceanográfica 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.

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

A amostragem de testemunhos de sedimento (i.e., perfil de 1,0 m) 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 1-13**.

Quadro 1-13 – Frequência de amostragem para qualidade de água e sedimento no rio Doce, tributários, lagoas, estuários e zona costeira, considerando a malha amostral da segunda revisão bianual.

| Trecho | Curso hídrico | Nome do ponto de monitoramento | Código do ponto | Estação automática tipo i | Estação automática tipo i com turbidez | Estaç ão auto mátic a tipo ii | Físico - quími co água | Físico- químico sedimen to | Físico- químico testemunh o | Descarga líquida | Descarga sólida | Mps | Fitoplâncton | Bentos | Ecotoxicológ icos água* | Ecotoxicológ os elutriato* | Ecotoxicológic os sedimento** |
|--|----------------------------|-----------------------------------|-----------------------|---------------------------------|---|--|------------------------------------|-------------------------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|-----|------------------------------|------------|--|-------------------------------|--|
| Trecho 1 - Mina Samarco até a UHE Risoleta Neves | Córrego Santarém | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | Mariana - Dique S3 | RVD 03 | | | | Mens al | | | | | | | | | | |
| | | Mariana - Dique S4 | RVD 04 | | | | Mens al | | | | | | | | | | |
| | Rio Gualaxo do Norte | Mariana - Gualaxo Norte 01 | RGN 01 M | | 60 minutos | | | | | | | | | | | | |
| | | Mariana - Gualaxo Norte 01 | RGN 01 | | | | Mens al | Trimestr al | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | Crônico – Trimestral | | Crônico – Trimestral |
| | | Mariana - Gualaxo Norte 02 | RGN 02 M | | | | Mens al | | | Mensal | | | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | | | |
| | | Mariana - Gualaxo Norte 04 | RGN 04 | | | | Mens al | | | Mensal | | | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | Crônico – Trimestral | | Crônico – Trimestral |
| | | Mariana - Gualaxo Norte 06 | RGN 06 | | 60 minutos | | Mens al | Trimestr al | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral | | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral |
| | | Mariana - Gualaxo Norte 07 | RGN 07 M | | | | Mens al | | | Mensal | | | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | | | |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|--|--------------------------------|---------------------------------|---------|------------|------------|--------|------------|-------|--------|------------|------------|--|------------|---|----------------------|---|
| | Rio Gualaxo do Norte | Barra Longa - Gualaxo Norte 08 | RGN 08 | | 60 minutos | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | Trimestral | Trimestral | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral | | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral |
| | Rio do Carmo | Barra Longa - Carmo 01 | RCA 01 | | 60 minutos | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Barra Longa - Carmo 02 | RCA 02 | | | 60 minutos | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral | | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral |
| | | Rio Doce - Carmo 05 | RCA 05J | | | | Mensal | | | Mensal | | | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | | | |
| | Rio Piranga | Ponte Nova - Piranga 01 | RPG 01 | | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | Crônico – Trimestral | | Crônico – Trimestral |
| | Rio Doce | Rio Doce - Doce 01 | RDO 01J | | | 60 minutos | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | Trimestral | Trimestral | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral | | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral |
| | | Rio Doce - UHE Candonga | UHE CAN | | | | Mensal | Trimestral | Anual | | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico – Trimestral | Crônico - Trimestral | Crônico – Trimestral |
| | Trecho 02 – UHE Candonga até a UHE Baguari | Rio Doce | Rio Doce - Doce 02 | RDO 02J | | 60 minutos | Mensal | Trimestral | Anual | | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | Crônico - Trimestral | Crônico - Trimestral |
| | | | São Domingos do Prata - Doce 03 | RDO 03 | | 60 minutos | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | Trimestral | Trimestral | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias – trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------|---------------------------------|---------|------------|--|------------|--------|------------|-------|--------|------------|------------|--|------------|----------------------|--|----------------------|
| | | Bom Jesus do Galho - Doce 04 | RDO 04 | | | 60 minutos | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Belo Oriente - Doce 05 | RDO 05 | | | 60 minutos | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Periquito - Doce 06 | RDO 06 | | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | Trimestral | Trimestral | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Periquito - UHE Baguari | UHE BAG | | | | Mensal | Trimestral | Anual | | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Mariana - Piracicaba 02 | RPC 02 | | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Ipatinga - Piracicaba 03 | RPC 03J | | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | Rio Matipó | Raul Soares - Matipó 01 | RMA 01 | 60 minutos | | | | | | | | | | | | | |
| | | Raul Soares - Matipó 01 | RMA 01J | | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | Rio Santo Antônio | Naque - Santo Antonio 01 | RSA 01 | | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Belo Oriente - Santo Antonio 02 | RSA01 M | | | | | | | Mensal | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|---|-------------------|----------------------------------|---------|------------|--|------------|--------|------------|-------|--------|------------|------------|--|------------|---|---|---|
| Trecho 03 – UHE Baguari até a UHE Aimorés | Rio Doce | Governador Valadares - Doce 07 | RDO 07 | 60 minutos | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | Trimestral | Trimestral | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | Rio Doce | Governador Valadares - Doce 08 | RDO 08 | | | 60 minutos | Mensal | Trimestral | | | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias – trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Tumiritinga - Doce 09 | RDO 09 | 60 minutos | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | Trimestral | Trimestral | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias – trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Conselheiro Pena - Doce 09J | RDO 09J | | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias – trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Resplendor - Doce 10 | RDO 10 | | | | Mensal | Trimestral | Anual | | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Aimorés - UHE Aimorés | UHE AIM | | | | Mensal | Trimestral | Anual | | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral | Crônico – Trimestral, Agudo – Semestral |
| | Rio Suaçui Grande | Governador Valadares - Suacui 01 | RSG 01 | 60 minutos | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | Rio Caratinga | Conselheiro Pena - Caratinga 01 | RCR 01 | 60 minutos | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|----------------------------------|------------------------|--------------------------------------|---------|------------|--|------------|--------|------------|-------|--------|------------|------------|--|------------|---|----------------------|---|
| | Rio Manhuaçu | Aimores - Manhuacu 01 | RMH 01 | 60 minutos | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| Trecho 4 - UHE Aimorés até a Foz | Rio Guandu | Baixo Guandu - Guandu 02 | RGU 02 | | | | Mensal | Trimestral | Anual | | | | Fitoplâncton - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | Rio Doce | Baixo Guandu - UHE Mascarenhas | UHE MAS | | | | Mensal | Trimestral | Anual | | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Baixo Guandu - Doce 11 | RDO 11 | 60 minutos | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral, Agudo - Semestral | | Crônico - Trimestral, Agudo - Semestral |
| | Rio Doce | Colatina - Doce 12 | RDO 12 | | | 60 minutos | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | Trimestral | Trimestral | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Colatina - Doce 14 | RDO 14 | 60 minutos | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | | | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Linhares - Doce 15 | RDO 15 | 60 minutos | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | Trimestral | Trimestral | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | | Crônico - Trimestral |
| | | Linhares - Doce 16 | RDO 16 | | | 60 minutos | Mensal | Trimestral | Anual | | | Trimestral | Fitoplâncton - trimestral; Cianobactérias - trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral, Agudo - Semestral | Crônico - Trimestral | Crônico - Trimestral, Agudo - Semestral |
| | Canal Caboclo Bernardo | Linhares - Canal Caboclo Bernardo 01 | CCB 01 | | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | Trimestral | Trimestral | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | Crônico - Trimestral | Crônico - Trimestral | Crônico - Trimestral |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|--------|----------------|-------------------------------------|---------|--|--|--|------------|------------|-------|--------|------------|------------|---------------------------|------------|------------------------------|----------------------|------------------------------|
| | | Aracruz - Canal Cabocio Bernardo 02 | CCB 02 | | | | Mensal | Trimestral | Anual | Mensal | Trimestral | Trimestral | Fitoplâncton - Trimestral | Trimestral | Crônico – Trimestral | Crônico – Trimestral | Crônico – Trimestral |
| Lagoas | Lagoa do Limão | Colatina - Lagoa do Limao 01 | LLM 01 | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo e crônico - trimestral | | Agudo e crônico - trimestral |
| | | Colatina - Lagoa do Limao 03 | LLM 03R | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo e crônico - trimestral | | Agudo e crônico - trimestral |
| Lagoas | Lagoa Nova | Linhares - Lagoa Nova 01 | LVN 01 | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo - trimestral | | Crônico - trimestral |
| | | Linhares - Lagoa Nova 02 | LVN 02R | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo - trimestral | | Crônico - trimestral |
| | | Linhares - Lagoa Nova 03 | LVN 03R | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo - trimestral | | Crônico - trimestral |
| | Lagoa Juparanã | Linhares - Lagoa Juparana 01 | LJP 01 | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo - trimestral | | Crônico - trimestral |
| | | Linhares - Lagoa Juparana 02 | LJP 02R | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo - trimestral | | Crônico - trimestral |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------|----------------|--|---------|--|--|--|------------|------------|-------|--|--|--|------------|------------|------------------------------|--|------------------------------|
| | | Linhares - Lagoa Juparana 03 | LJP 03 | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo - trimestral | | Crônico - trimestral |
| | Lagoa do Areão | Linhares - Lagoa do Areao 01 | LAO 01R | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo e crônico - trimestral | | Agudo e crônico - trimestral |
| | Lagoa do Areal | Linhares - Lagoa do Areal 01 | LAL 01 | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo - trimestral | | Crônico - trimestral |
| | Lagoa Monsarás | Linhares - Lagoa Monsarás 01 | LMN 01 | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo e crônico - trimestral | | Agudo e crônico - trimestral |
| | | Linhares - Lagoa Monsarás 02 | LMN 02R | | | | Trimestral | Trimestral | Anual | | | | Trimestral | Trimestral | Agudo e crônico - trimestral | | Agudo e crônico - 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 | | | |

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

| | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----------------------------|---------------|-------------------------------------|---------|--|--|--|------------|------------|-------|--|--|------------|--|------------|------------------------------|------------------------------|------------------------------|
| | | 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 | | | |
| 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 | | | | Trime stral | Trimestr al | | | | | | Trimestral | | | |
| | | Serra - Manguinhos | ZCS 08 | | | | Trime stral | Trimestr al | | | | | | Trimestral | | | |
| Trecho 4 - UHE Aimorés até a Foz | Zona Costeira | Linhares - Povoação | ZCN 01 | | | | Trime stral | Trimestr al | | | | | | Trimestral | | | |
| | | Linhares - Vila de Cacimbas | ZCN 02 | | | | Trime stral | Trimestr al | | | | | | Trimestral | | | |
| | | Linhares - Pontal do Ipiranga | ZCN 03 | | | | Trime stral | Trimestr al | | | | | | Trimestral | | | |
| | | São Mateus - Urussuquara | ZCN 04 | | | | Trime stral | Trimestr al | | | | | | Trimestral | | | |
| | | São Mateus - Guriri | ZCN 05 | | | | Trime stral | Trimestr al | | | | | | Trimestral | | | |
| | | Conceição da Barra - Itaúnas | ZCN 06 | | | | Trime stral | Trimestr al | | | | | | Trimestral | | | |

* Não serão realizados ensaios ecotoxicológicos para a zona costeira.

1.4.7. Comunicação e gestão de informações

1.4.7.1. Documentação de campo

Os formulários de cadeia de custódia, as fichas e os relatórios de campo devem ser utilizados para relatar as condições de campo identificadas no momento da coleta, registro dos resultados das análises de campo, além de rastrear o transporte das amostras até o laboratório. Os procedimentos de amostragem serão registrados de maneira sistemática em formulários específicos (fichas de campo), preenchidos no momento da amostragem. As fichas devem ser elaboradas por matriz e por ponto de amostragem, contendo, no mínimo: registros das observações sobre as condições de amostragem, equipamentos utilizados, as não conformidades ou anomalias verificadas durante o processo de amostragem, frascos e preservantes utilizados e resultados dos parâmetros físicos e químicos medidos *in situ*. As fichas de campo devem ser validadas pelos fiscais de campo.

As amostras serão entregues ao laboratório respeitando as condições de preservação da amostra recomendadas para cada parâmetro e os prazos mínimos de validade de cada uma das amostras (**Capítulo III**), devidamente identificadas e acompanhadas das cadeias de custódias ou fichas de campo corretamente preenchidas, conforme apresentado no **Capítulo II**.

1.4.7.2. Gestão de Informações no Laboratório

A partir do recebimento das amostras no laboratório, as mesmas devem ser submetidas às respectivas análises conforme descreve o **Capítulo III**.

Todos os resultados das análises de campo e de laboratório serão fornecidos em laudos analíticos em PDF e arquivos com extensão “.CSV”, assim como detalhado no **Capítulo II**.

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 eventuais avaliações técnicas dos órgãos competentes.

1.4.7.3. Comunicação 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 (sessenta) 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 aos órgãos ANA, IGAM, IEMA, IBAMA, ICMBio e AGERH.

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. Os dados das coletas manuais reportados pelos laboratórios no arquivo PDF devem ser digitalizados sem interferência humana para arquivos no formato CSV. Um processo de conferência manual faz parte do fluxo de trabalho do banco de dados. Após todas as etapas, os resultados do arquivo CSV são importados para um banco de dados e ficam disponibilizados aos órgãos ambientais e demais entidades cujo usuário e senha são disponibilizados pela COMPROMISSÁRIA.

Após a importação com êxito dos dados para um banco de dados serão aplicados validadores e qualificadores aos 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 II**. A partir da finalização dos protocolos de garantia e controle de qualidade, o banco de dados é disponibilizado na plataforma on-line do PMQQS (www.monitoramentoriiodoce.org).

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 civis municipais e estaduais da localidade em que estiver a estação; órgãos de meio ambiente e gestão de recursos hídricos estaduais da localidade em que estiver a estação e federais. 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.

1.4.7.4. Análise e divulgação dos resultados

O banco de dados contendo os resultados validados e qualificados (**Capítulo II**) 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 (noventa) dias corridos após o último dia da coleta do terceiro mês do trimestre.

1.4.7.5. Portal Monitoramento Rio Doce

Será mantida a atualização dos dados do PMQQS através do Portal Monitoramento Rio Doce, que contém os dados gerados pelo programa para amplo acesso ao público (www.monitoramentoriodoce.org). Esta plataforma agrega os dados brutos/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. Esta plataforma 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. Também apresenta a equipe multidisciplinar envolvida no programa e algumas ações dele, além de conter links para assuntos e organizações correlatas ao monitoramento e sites relacionados.

Esta plataforma possui um “fale conosco” para receber reclamações, sugestões e dúvidas, de forma a permitir a elaboração de estatísticas relativa aos usuários e melhoria do conteúdo.

1.4.8. 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 da COMPROMISSÁRIA. O monitoramento será encerrado pela COMPROMISSÁRIA quando alcançado o prazo de 10 (dez) anos da HOMOLOGAÇÃO JUDICIAL deste ACORDO. 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.

1.5. Referências bibliográficas

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

ANA, CETESB. Agência Nacional de Águas, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, DF: ANA, São Paulo: CETESB, 2012.

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 08/2022** – 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:
<http://www.fundacaorenova.org/manejo-de-rejeitos/>

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

CAPÍTULO II

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 organismos de referência e orientações contidas na 3ª revisão bianual do PMQQS.

2.1. 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, preparação de amostras, medições de campo e análises químicas, cuja descrição é apresentada no **Capítulo III**, 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 resultados das análises de laboratório:

- ANA e CETESB (2011): Guia nacional de coleta e 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 de O. Silva ... [et al.] . – 2. ed. – São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2023. 456 p.
- ABNT NBR-ISO/IEC 17025:2017 (ABNT, 2017a) - estabelece requisitos gerais para a competência de laboratórios em realizar ensaios e/ou calibrações, incluindo amostragem.
- DOQ-CGCRE-008/2011 (INMETRO, 2011) - 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.
- ABNT NBR 16181:2013 (ABNT, 2013) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com microalgas marinhas.

-
- ABNT NBR 16435:2015 (ABNT 2015a) - estipula procedimentos para avaliar a qualidade de controle amostragem para fins de investigação de áreas contaminadas.
 - ABNT NBR 15.469:2015 (ABNT, 2015b) - Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras.
 - ABNT NBR 12713:2016 (ABNT, 2016) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com *Daphnia* spp. (Crustacea, Cladocera); ABNT NBR 13373:2017 (ABNT, 2017b) - método de ensaio para avaliação da toxicidade crônica para *Ceriodaphnia dubia*.
 - ABNT NBR 13373:2017 (ABNT, 2017b) - método de ensaio para avaliação da toxicidade crônica para *Ceriodaphnia dubia*.
 - ABNT NBR 15308:2017 (ABNT, 2017c) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda – Método de ensaio com misídeos (Crustacea).
 - 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 *Chlorella vulgaris*, *Desmodesmus subspicatus*, *Monoraphidium dybowskii*, *Raphidocelis subcapitata* (sinonímia *Pseudokirchneriella subcapitata*) e outras algas verdes unicelulares.
 - ABNT NBR 15350:2020 (ABNT, 2020) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica de curta duração – método de ensaio com ouriço-do-mar (Echinodermata: Echinoidea).
 - ABNT NBR 15470:2021 (ABNT, 2021) - Ecotoxicologia aquática – Toxicidade aguda e crônica – Método de ensaio com *Hyalella* spp. (Amphipoda) em sedimentos.
 - USEPA-540-R-2017-001 (USEPA 2017) – 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).

- 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).

2.3.1. Garantia da qualidade (QA)

A garantia da qualidade (QA) no processo de amostragem 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 ele não possuir 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.
- Requisitos para os equipamentos de medição em campo nas campanhas de amostragem manual:

-
- ▶ Verificação ou ajuste: operação destinada a fazer com que um instrumento de medição tenha 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. Os registros dessa verificação deverão estar disponíveis nos relatórios de campo ou em relatórios adicionais.

 - ▶ 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, deverão passar pela mesma rotina de descontaminação dos equipamentos, 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 ou deionizada). 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). Para as sondas multiparâmetros e demais equipamentos de medição, a limpeza deverá ocorrer conforme orientações do fabricante.

 - Não será permitido fumar ou o 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.

• Requisitos para os equipamentos de medição automáticos das Estações Telemétricas:

► Nas estações TIPO II e TIPO I com turbidímetro, a frequência de visitas para manutenção das sondas será semanal no período chuvoso (de outubro a março) e quinzenal no período seco (de abril a setembro). Durante essas visitas, a calibração 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, para garantir a confiabilidade dos dados monitorados. Especificamente para o parâmetro turbidez, deverá ser considerada a discrepância de 5% (cinco por cento) apenas quando estiver acima de 100 NTU, de 20% (vinte por cento) para valores até 50 NTU e 10% (dez por cento) para valores entre 50 e 100 NTU. A calibração da sonda ou dos sensores será feita, necessariamente, em local abrigado, sem incidência direta da luz solar e vento sobre os equipamentos e preferencialmente com temperatura estável. No caso do sensor de clorofila-a, não há necessidade de verificação semanal de erro. Este deverá ser calibrado juntamente com o sensor de turbidez quando a variação deste indicar.

► Nas Estações TIPO I sem turbidímetro, a frequência de visitas para manutenção dos equipamentos será trimestral.

► As estações automáticas contarão com intervenções de forma remota ou presencial específicas de manutenção corretiva sempre que houver interrupção na transmissão dos dados por período superior a 48 (quarenta e oito) horas. O período sem transmissão de dados não ultrapassará 7 dias.

► Em caso de eventos extremos e atípicos (enchentes, tempestades, danos aos componentes da estação por furto e/ou vandalismos, por exemplo), a obrigatoriedade de transmissão dos dados ficará suspensa, desde que com justificativa.

► Todas as operações de manutenção ou ocorrências com as estações automáticas deverão ser registradas para acompanhamento e avaliação.

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 laboratório e de amostragem no campo.

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, 2011):

- 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. 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, 2011). Caso a análise não seja para substâncias voláteis os brancos de viagem não são aplicáveis (ABNT NBR-16435/2015).
- Branco de equipamento: Podem ser usados tanto para avaliar a eficiência da lavagem dos equipamentos de coleta em laboratório como em campo (“rinsagem”). No caso da realização em campo, serve para verificar a eficiência da lavagem realizada nos equipamentos entre os pontos de coleta, minimizando a possibilidade de contaminação cruzada. Para sua realização, utiliza-se água deionizada, que ao fim do processo de lavagem é usada como última água de enxágue do equipamento,

devendo ser coletada e analisada para os parâmetros de interesse. As amostras devem apresentar resultados abaixo do LQ (ANA, CETESB, 2011). Não há necessidade de analisar parâmetros de campo nos brancos de equipamento. O intuito desta amostra é verificar se o equipamento utilizado na amostragem foi efetivamente higienizado antes do procedimento de amostragem. Antes de iniciar as coletas do dia, o procedimento de lavagem do equipamento deverá ser realizado com o uso de água isenta das substâncias de interesse 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.

- 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 ou cadeia de custódia). 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 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. 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% (vinte por cento). 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.

A quantidade de amostras de controle (brancos e duplicatas) realizadas por campanha deve representar 10% (dez por cento) do total de amostras monitoradas no PMQQS. 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 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: 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 pano de limpeza ou filtro estéril processado através de procedimento de análise e preparação de amostras adequados. 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 que 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% (vinte por cento). 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 (vinte) 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. Fichas de campo e cadeias de custódia

Os procedimentos de amostragem são registrados de maneira sistemática em formulários específicos que serão preenchidos no momento da amostragem (fichas de campo). 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, 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 e frascos utilizados, as não conformidades ou

anomalias verificadas durante o processo de amostragem 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 estofo). Preferencialmente, as fichas deverão conter código de barras a fim de se rastrear o material desde a sua coleta até o resultado final. Caso o laboratório seja subcontratado, ele deverá apresentar as cadeias de custódia contendo as mesmas informações das fichas de campo.

Para o preenchimento das fichas de campo e das cadeias de custódia devem-se evitar rasuras. Caso ocorra alteração de informações, estas serão claramente marcadas, rubricadas e assinadas. De maneira similar, o laboratório deve fornecer relatórios de campo, contendo as mesmas informações das fichas de campo, porém com clareza nos dados e ilustrados por registros fotográficos do momento da coleta, para cada ponto amostral.

As fichas de campo e cadeias de custódia poderão ser digitalizadas, considerando as mesmas informações registradas acima e incluindo registros fotográficos do momento da coleta.

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. 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 para as equipes de campo para verificação a qualquer tempo as FISPQ (Ficha de Informação de Segurança de Produtos Químicos) 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 III** 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, e resultados dos parâmetros medidos *in situ*. Os laudos deverão incluir os limites de detecção e quantificação por parâmetro.

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 III**). 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 pela COMPROMISSÁRIA. Os resultados oficiais dos laboratórios contratados são reportados em arquivo PDF e são digitalizados sem interferência humana para arquivos no formato CSV, por ser mais adequado para ser processado computacionalmente. Um processo de análise crítica dos dados 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 os órgãos ambientais (IBAMA, ANA, IEMA, AGERH, IGAM e ICMBio) e demais entidades cujo *login* e senha são disponibilizadas pela COMPROMISSÁRIA.

Antes de serem carregados no software de banco de dados, os dados das análises laboratoriais passam por uma verificação manual de integridade e qualificação de resultados. Os laudos recebidos são conferidos por uma equipe de profissionais que identificam as inconsistências evidentes, 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 |
| 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) Ensaios ecotoxicológicos: | Ensaios de toxicidade aguda e crônica | Descartar o dado inválido |

| | | |
|---|--|--|
| <p><u>V8a - <i>Ceriodaphnia dubia</i></u></p> <p>Final do ensaio:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Letalidade dos organismos adultos no controle $\leq 20\%$ - Número médio de neonatos no controle $\geq 15\%$ | <p>Ambiente dulcícola; matriz água e elutriato de sedimento</p> <p>(Ensaio de toxicidade crônica)</p> | <p>Descartar o resultado do ensaio de <i>C. dubia</i> para a amostra</p> |
| <p><u>V8b –Chlorophyceae</u></p> <p>a) o aumento da biomassa algácea média do controle for no mínimo:</p> <ul style="list-style-type: none"> -16 vezes superior à biomassa inicial, para 72 h \pm 2 h de exposição; ou - 100 vezes superior à biomassa inicial, para 96 h \pm 2 h de exposição; ou -30 vezes superior à fluorescência inicial, para 72 h\pm2 h de exposição; <p>b) o coeficiente de variação da biomassa algácea entre as réplicas do controle for menor ou igual a 20 %.</p> | <p>Ambiente dulcícola; matriz água e elutriato de sedimento</p> <p>(Ensaio de toxicidade crônica)</p> | <p>Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8b para a amostra</p> |
| <p><u>V8c – <i>Daphnia similis</i></u></p> <p>Final do ensaio: imobilidade no controle $\leq 10\%$</p> | <p>Ambiente dulcícola; matriz água e elutriato de sedimento</p> <p>(Ensaio de toxicidade aguda)</p> | <p>Descartar o resultado do ensaio de <i>D. similis</i> para a amostra</p> |
| <p><u>V8d – <i>Hyalella</i> spp</u></p> <p>Final da exposição: número de organismos-teste mortos no controle $\leq 20\%$</p> | <p>Ambiente dulcícola; matriz sedimento integral (Ensaio de toxicidade aguda e crônica)</p> | <p>Descartar o resultado do ensaio de <i>Hyalella</i> spp para a amostra</p> |
| <p><u>V8e - <i>Skeletonema costatum</i></u></p> <ul style="list-style-type: none"> - densidade celular do controle for 16 vezes maior (crescimento específico maior que 0,9 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. | <p>Ambiente estuarino e zona costeira; matriz água e elutriato de sedimento (Ensaio de toxicidade crônica)</p> | <p>Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8e para a amostra</p> |

| | | |
|--|---|---|
| | | |
| <u>V8f – Echinometra lacunata</u> Ao final do ensaio a porcentagem de <i>pluteus</i> normais deve ser superior ou igual a 80% | Ambiente estuarino e zona costeira; 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 e zona costeira; 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 – Nitokra sp.</u> Letalidade dos organismos no controle for inferior ou igual a 30 %. | Ambiente estuarino e zona costeira; matriz sedimento integral (ensaio de toxicidade aguda e crônica) | Descartar o resultado do ensaio que não atendeu aos critérios do V8h 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 cinco qualificadores estão indicados no **Quadro 2-2**, bem como a respectiva ação a ser tomada caso o dado não atenda às fórmulas. As NT nº 16 e 80 do GTA-PMQQS definem como deve ser feita a apresentação dos dados que não atenderam os critérios de qualificação em planilhas de banco de dados.

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 | $[Parâmetro_{PMQQS}] < [Resultado\ Máximo\ do\ Parâmetro\ Série\ Histórica]$ ou $[Parâmetro_{PMQQS}] > [Resultado\ Mínimo\ do\ Parâmetro\ Série\ Histórica]$ | Dado marcado com o respectivo qualificador |
| Q2 – Balanço de massas | Todos os ambientes; matriz água | $1,2 \times Parâmetro\ (total) \geq \Sigma (Parâmetro_{Fração\ 1} + Parâmetro_{Fração\ 2} + \dots)$ | Dado marcado com o respectivo qualificador |
| Q3 – pH (valores encontrados na literatura) | Todos os ambientes e matrizes | $5 \leq pH_{\text{águas interiores}} \leq 10$ e $6,5 \leq pH_{\text{estuário e zona costeira}} \leq 8,5$ | 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. |

(*) As fórmulas do balanço iônico, que compõe o qualificador Q4, estão detalhadas na NT nº 16 e 80 – GTA – PMQQS.

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

- A COMPROMISSÁRIA deve solicitar ao laboratório responsável para verificar se não houve erro de transcrição de dados na elaboração do laudo. Em caso de erro, o laboratório deve revisar o laudo analítico e reenviar para a COMPROMISSÁRIA, que por sua vez deve 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. Relatórios de avaliação e consistência dos dados

Os relatórios de QA/QC serão encaminhados para a Governança trimestralmente, 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. Deverão informar todas as etapas citadas neste documento e caso alguma análise não tenha sido finalizada nesse período, deverá ser comunicada no relatório, incluindo os motivos de sua ausência no banco de dados.

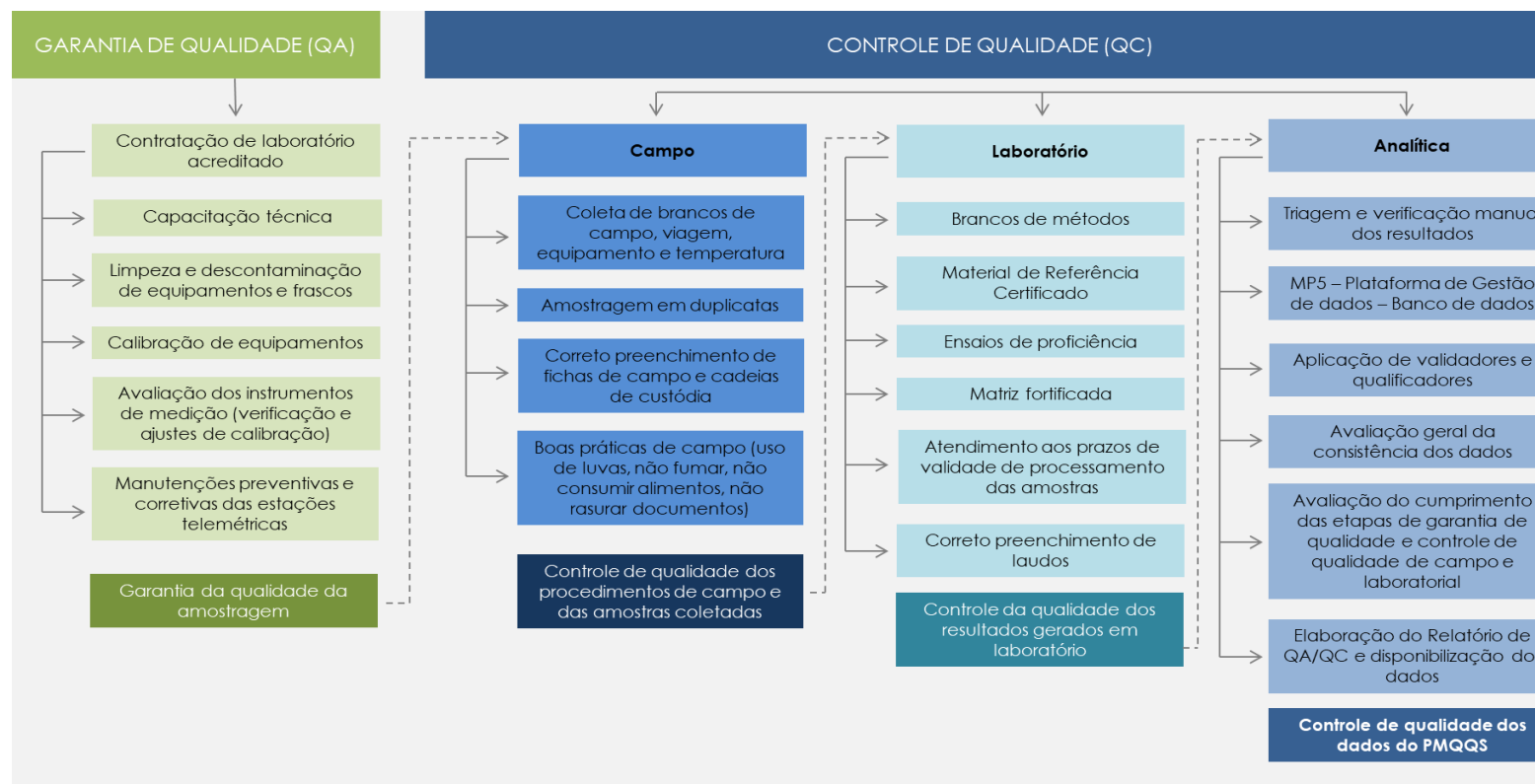
2.7. Considerações finais

Em resumo, o gerenciamento dos dados se inicia ainda nos cuidados de preparo das coletas, com a análise das fichas de campo, dos relatórios de campo 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 extraídos do banco de dados passam por um processo de análise de consistência, onde se realiza a comparação dos dados com a série histórica, como também a avaliação dos brancos e duplicatas. Para garantir a consistência e integridade dos dados, realiza-se também a comparação dos dados extraídos do banco de dados com seus respectivos laudos analíticos. Caso os resultados não estejam congruentes, a COMPROMISSÁRIA deve solicitar ao laboratório a confirmação desses dados. Se houver revisão de resultados, o laboratório fica responsável por corrigir o respectivo laudo analítico e a COMPROMISSÁRIA corrigirá 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 na elaboração dos relatórios, desde as campanhas amostrais até o protocolo deles 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 conferência do funcionamento das estações automáticas deverá ser incluída nos relatórios 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

Guia nacional de coleta e 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 de O. Silva ... [et al.]. – 2. ed. – São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2023. 456 p.

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 *Hyalella* 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.

CAPÍTULO III

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 e lacustre (**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 procedimentos de análise estão detalhados no **item 3.3 - Procedimentos de análise**.

3.2. Procedimentos de amostragem

São apresentados nesta seção 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 Deliberação Normativa COPAM nº 216, de 27 de outubro de 2017.

Os procedimentos técnicos de amostragem e preservação das amostras de água e sedimentos estarão de acordo com as seguintes normas:

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) NBR9898/1987 – Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores.
- Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidas da Agência Nacional das Águas (2ª edição) – ANA e CETESB (2023).
- 23rd Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, APHA (2017).
- Prescrições da USEPA - United States Environmental Protection Agency.

Para a realização das coletas de água superficial e sedimentos, o laboratório irá contar com pessoal qualificado com formação técnica em química ou área correlata, além de apresentar acreditação nos termos da ABNT NBR ISO/IEC 17025/2015 junto ao Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO).

São apresentadas a seguir informações sobre os procedimentos de amostragem que serão 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 a ABNT 9898/1987, 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 II**.

- 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).
- O ajuste intermediário dos equipamentos deve ser feito com uso de materiais de referência certificados.
- Avaliação da acessibilidade aos pontos de amostragem e infraestrutura disponível.
- Avaliação e implantação de adequada logística de armazenamento das amostras, transporte dos equipamentos.
- Uso de condições adequadas de limpeza, de descontaminação, de uso e de manutenção dos equipamentos e recipientes.
- A descontaminação dos equipamentos deve ser feita diariamente, utilizando água isenta de contaminantes e detergentes não fosfatados para a lavagem, embalados após a secagem, objetivando evitar a contaminação oriunda de outra fonte que não a amostra.
- Antes de sair para coleta, os equipamentos (garrafa de *Van Dorn*, draga, colher, balde, caneca e bandejas) deverão ser lavados com escova e sabão neutro e posteriormente embalados em sacos plásticos ou papel filme.

Em campo, lavar novamente os equipamentos com água deionizada ou ultrapura imediatamente antes da realização do branco; antes de iniciar a coleta propriamente, ambientar os equipamentos com a água do próprio corpo hídrico.

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

- Entre os pontos coletados no mesmo dia pela mesma equipe de campo, a lavagem dos equipamentos pode ser feita pelo método de rinsagem.
- Atendimento aos requisitos de Saúde e Segurança da empresa responsável pela coleta.
- Observação frequente dos requisitos de Saúde e Segurança.
- Antes de efetuar a coleta, realizar a verificação das sondas em soluções padrão adequadas (as soluções deverão estar armazenadas em condições adequadas, não expostas a altas temperaturas e luz e não devem ser reutilizadas).
- Os resultados de calibrações/verificações de medidores e qualquer manutenção realizada nos equipamentos de campo deverão ser registrados e mantidos.
- Todas as notas e observações da amostragem serão registradas em fichas de campo e/ou documento equivalente.
- As fichas de campo e os rótulos das amostras serão checados ao final de cada dia de trabalho ou quando as amostras chegam ao laboratório para verificar sua completude e precisão.
- Serão registrados em campo todas as informações pertinentes, incluindo o nome do ponto de monitoramento, data e hora, assim como quaisquer outras observações pertinentes e tarefas não executadas e a razão pela qual elas não foram executadas. Da mesma forma, serão registrados quaisquer incidentes ou condições que possam afetar a integridade ou qualidade das amostras.
- Os formulários de cadeia de custódia serão preenchidos e enviados junto com as amostras (ver Capítulo 2 - QAQC).
- As localizações dos pontos de amostragem estão identificadas pelas coordenadas apresentadas nos **Quadro 1-3** e **Quadro 1-4** do Capítulo 1.

- As atividades de campo e os pontos de amostragem serão registradas com fotos e irão compor os relatórios mensais de monitoramento (relatórios de campo).
- Será certificado que todos os sacos, garrafas e recipientes de amostragem estejam rotulados, com o código da amostra e o ponto de amostragem. Preferencialmente, os rótulos deverão conter códigos de barras, a fim de que sejam rastreáveis.
- 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.
- Será feita limpeza, manutenção, verificação e ajustes de todos os equipamentos de campo antes da primeira amostragem de cada dia de coleta.
- Não será permitido fumo ou consumo de alimentos ou bebidas durante a amostragem. Serão evitadas quaisquer outras fontes de contaminação das amostras.
- 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 trocadas constantemente.
- 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) em cada ponto de amostragem e trocar as luvas entre as atividades de coleta de água e de sedimentos e/ou sempre que necessário.
 - ▶ Usar sacos, garrafas e recipientes fornecidos pelo laboratório.
 - ▶ Não tocar a parte interna dos recipientes, das tampas ou a sua boca.

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 justificado:

- Documentos de referência:
 - ▶ Plano de saúde e segurança.
 - ▶ Fichas de informação de segurança de material (MSDS ou FISPQ) dos preservantes utilizados na amostragem.
 - ▶ Plano de trabalho com orientações sobre amostragem.
 - ▶ Mapa das estações de amostragem com escala adequada às condições do campo.
- Documentos e formulários de trabalho:
 - ▶ Formulário de cadeia de custódia de laboratório e/ou fichas de campo; Documentação exigida pela legislação brasileira de saúde e segurança do trabalho.
- Saúde e segurança:
 - ▶ Kit de primeiros socorros.
 - ▶ Telefone por satélite, telefone celular ou rádio.
 - ▶ Macacões até a altura do peito (jardineira impermeável), quando necessário.
 - ▶ Equipamentos de proteção individual: capacetes, colete de alta visibilidade, óculos de segurança, botas, colete salva-vidas, luvas nitrílicas ou de látex sem talco, calças e jaquetas impermeáveis.
 - ▶ Proteção contra raios solares como protetor solar, uniforme de manga longa, 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).
- ▶ Condutor de barco habilitado e capacitado conforme Legislação vigente.
- Coleta e preparo das amostras:
 - ▶ Barco, 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 - Análises em laboratório**). O quantitativo de frascos a serem levados para cada campanha de amostragem deverá prever um excedente de pelo menos 20% (vinte por cento) em relação ao número de amostras a serem coletadas.
 - ▶ Caixas térmicas para armazenagem de amostras.
 - ▶ Água deionizada (tipo 1) para brancos de campo e limpeza dos equipamentos.
 - ▶ Sabão não fosfatado para limpeza dos equipamentos não descartáveis.
 - ▶ Gelo para a conservação de amostra.
 - 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 dos locais de amostragem, com acessórios adicionais para transporte de equipamentos e embarcação.

- ▶ Corda de nylon em comprimento adequado para uso em ancoragem e equipamentos de coleta como garrafa de amostragem e dragas.
- ▶ Medidor de profundidade portátil.
- ▶ Termômetro de bancada para verificação da temperatura do ar.

3.2.2. Procedimentos específicos para a amostragem nos rios e lagoas

3.2.2.1. Cuidados específicos para coletas de todas as matrizes

- Quando a profundidade do rio for baixa, as coletas deverão ser realizadas com calça bota. Neste caso específico, o técnico de campo deverá entrar no rio com cuidado para não ressuspender o fundo do rio e causar aumento de turbidez na água.
- Quando a profundidade do rio 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 caiaque deve ser feita no ponto de coleta.
- Se não for possível ancorar o barco para a realização da coleta, 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.

3.2.2.2. Amostragem de água

3.2.2.2.1. Lista de documentos, equipamentos e materiais

- Sonda multiparâmetros (temperatura da água, oxigênio dissolvido, pH, condutividade, turbidez e salinidade) calibrada, e verificada diariamente.
- Carta-controle contendo informações diárias sobre a verificação dos eletrodos anteriormente ao início das atividades de amostragem.
- Soluções de calibração e kit de manutenção da sonda multiparâmetro.

- 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 das substâncias de interesse.
- Baldes de aço inox AISI 316L polido em quantidades e de tamanhos adequados às amostragens.
- 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).

3.2.2.2. 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 a frascaria; 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) parâmetros microbiológicos devem ser adicionados aos frascos diretamente pela garrafa de *Van Dorn*, sem passar pela mangueira; 5) demais parâmetros devem ser coletados com auxílio da mangueira da garrafa.

- Em cada ponto de monitoramento de rio deverá ser feita a verificação da homogeneidade da seção para definir o procedimento de coleta a ser adotado – amostragem simples ou composta (cinco 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 (trinta centímetros) 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 3.2.2.2.2.1 - Coleta simples**. Do contrário, serão seguidas as instruções para a coleta de amostras compostas no canal apresentadas no **item 3.2.2.2.2.2 - Coleta composta**. O cálculo do percentual (%) da variação da condutividade é obtido da seguinte forma: $\% \text{ variação} = (\text{condutividade maior} / \text{condutividade menor}) * 100 - 100$.

- 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 3.2.2.2.2.3 - Coleta de amostras em ambientes lênticos**.

3.2.2.2.2.1. Coleta simples em ambientes lóticos

- Antes de introduzir a sonda na água, deve-se realizar a leitura do parâmetro temperatura do ar (*in situ*), posicionando o termômetro portátil à sombra, podendo ser a 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, e na sequência serão realizadas as demais medições de campo através do uso das sondas 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 (trinta centímetros) abaixo da superfície da água. A profundidade aproximada da medição (m) e as demais medições serão registradas na ficha de campo. A sonda permanecerá submersa durante, no mínimo, 5 (cinco) minutos ou durante o tempo necessário para a estabilização dos valores dos parâmetros. 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 (trinta centímetros) de profundidade. Esta é a profundidade considerada limite entre águas superficiais e profundas, segundo ANA e CETESB (2012).
- 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.
- Para variáveis que não podem sofrer aeração (sulfeto e DBO), a amostragem deverá ser realizada com o máximo de cuidado, a fim de evitar bolhas no momento da coleta ou 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 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, quando possível, para sua posterior homogeneização. Antes da coleta dessa sequência de amostras, a garrafa deverá ser homogeneizada com frequência, para evitar acúmulo de sedimentos em suspensão no fundo.

- Nas campanhas completas (com comunidades hidrobiológicas e ecotoxicológicas) a equipe de campo deverá contar com uma garrafa extra para a amostragem, exclusiva para essas análises, tendo em vista que o volume de água necessário para preencher todos esses frascos é praticamente o volume total da garrafa.

- 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 (10-30 mmHg) 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 (cinquenta mililitros) 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 (ensaios ecotoxicológicos, fitoplâncton e organismos bentônicos).

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% (dez por cento), a amostragem deverá ser composta, descrita no tópico a seguir.

3.2.2.2.2. 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 (um quinto) da amostragem total para o ponto, serão

coletadas a uma profundidade de 0,30 m (trinta centímetros). Cada sub-amostra preencherá os frascos, diretamente da garrafa. Os parâmetros que não podem sofrer aeração ou fracionamento (sulfetos e DBO) serão coletados unicamente no ponto central da seção.

Dados de campo também deverão ser medidos em cada um dos 5 (cinco) 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 (trinta centímetros) abaixo da superfície da água. A sonda deverá permanecer submersa durante, no mínimo, 5 (cinco) 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 (duas) amostras a uma distância de 1 a 2 m (um a dois metros) 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 (trinta centímetros) 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 (1 litro) 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 (um quinto) de cada frasco 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.

3.2.2.2.3. Coleta de amostras em ambientes lênticos

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 com equipamento acústico.

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

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

- Profundidade I (Subsuperficial): coleta a 0,5 m (cinquenta centímetros) 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 (cinquenta centímetros) 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 – cinquenta centímetros – 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 (cinquenta centímetros) 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 (cinquenta centímetros) da superfície e 0,5m (cinquenta centímetros) 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 m (cinquenta centímetros) de distância entre si, deverá ser eliminada a coleta na profundidade II e essa condição deverá ser justificada na ficha de campo.

Os aparatos utilizados para a amostragem de água em corpos lânticos 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-profundímetro).
- Termômetro portátil para medição de temperatura do ar.
- Amostradores de fluxo vertical, tipo garrafa de Niskin.

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.
- Desconectar a mangueira da garrafa e desprezar a água contida na mangueira.
- 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 (exceto amostras que não podem sofrer aeração).
- No caso de amostras que não podem sofrer aeração (DBO e sulfetos), a mangueira deve ser introduzida estrangulada até a boca do recipiente, sem ter contato com o frasco, liberando-se lentamente o regulador de 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 **3.2.2.2.2 - Procedimentos técnicos.**

3.2.2.3. Amostragem de sedimentos

3.2.2.3.1. 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).
- Sifão (por exemplo, pedaço de tubo plástico ou frasco de compressão).

3.2.2.3.2. 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 **3.2.2.2.2 - 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 suspensos 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 3.2.2.3.2.1 - Procedimento para coleta de amostra composta única**.
- No caso de pontos de amostragem localizados em rios com largura superior a 75 m (setenta e cinco metros), serão seguidas as instruções para a coleta de amostras compostas no canal apresentadas no **item 3.2.2.3.2.2 - 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 3.2.2.3.2.3 - Procedimento para coleta de amostras em testemunhos de sedimento**.

3.2.2.3.2.1. 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 (cinco centímetros) 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 (agradiação) 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. Como procedimento geral, a água que cobre o sedimento será retirada por sifonamento ou vertendo cuidadosamente o equipamento de coleta. 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, a uma velocidade de aproximadamente 0,5 m/s (cinquenta centímetros por segundo), 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% (sessenta por cento) cheia e apresentar uma superfície homogênea. Se o conteúdo da draga for aceitável, será usado um pedaço de tubo de plástico para formar um sifão e remover suavemente qualquer água remanescente sobre o sedimento, 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 – cinco centímetros – 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 (três) 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 ou sacos plásticos serão cheios por completo, não deixando nenhum espaço vazio.
- 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**.

3.2.2.3.2.2. Procedimento para coleta de amostra composta através do canal

A amostra composta através do canal será formada por duas amostras compostas de sedimento (uma em cada margem), 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 nas margens. Será guardada uma distância mínima de 2 m (dois metros) das margens e massas iguais das amostras individuais irão compor uma amostra única que será analisada.

As amostras serão coletadas de preferência em áreas de deposição identificadas pela presença de sedimento siltoso 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 3.2.2.3.2.1 - Procedimento para coleta de amostra composta única**.
- Seguindo-se para o próximo ponto da coleta de amostra composta, as etapas acima serão repetidas até que tenham sido coletadas de três a cinco sub-amostras.

3.2.2.3.2.3. Procedimento para coleta de amostras em testemunhos de sedimento

Para realização da amostragem dos testemunhos de fundo, as seguintes premissas serão adotadas, baseado em ANA & CETESB (2012) e 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. 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 m (dois metros) e inferior a 20 m (vinte 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 (dois) últimos também usados para profundidades superiores a 20 m (vinte metros).
- Quando da coleta, o amostrador deve causar menor turbulência possível na água, evitando ondas de pressão, bem como deve ser garantido que o amostrador 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 (cinco centímetros) até a profundidade de 10 cm (dez centímetros) e em camadas de 10 cm (dez centímetros) até pelo menos 1 m (um metro). Cada camada será analisada de acordo com os parâmetros estipulados no **Quadro 1-9** do Capítulo I.
- 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**.

3.2.2.4. 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 localizados nos rios, que atendem a requisitos hidráulicos específicos tais como: áreas sem interferência de afluentes e efluentes, trecho retilíneo, características do fundo do rio no trecho, turbidez, entre outros. 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).

3.2.2.5. 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 na **Figura 31**.

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 31 - Amostrador indicado de acordo com as características do curso d'água

| Denominação | | Bicos | Volume | Velocidade (m/s) | | Profundidade | | Peso (kg) |
|-------------|--------|---------------------|-----------------|------------------|--------|----------------|----------|-------------------------|
| EUA | Brasil | | | 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 |
| US DH-81 | | 1/4 | quart | 0,46 | 2,01 | 4,57 | 8,1 | 11,3 |
| 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) |

(Fonte: Manual HidroSedimentos. ANA, 2013)

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.

3.2.2.6. 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 (trinta centímetros), 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 3.3.1.2 - Análises em laboratório**).

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.e. Carbono, Nitrogênio, etc.): Membrana com poro de 0,45µm 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.

3.2.2.7. Amostragem de fitoplâncton

As coletas do fitoplâncton e/ou cianobactérias serão feitas juntamente com a coleta das amostras para análises físico-químicas da água, conforme descrito no **item 3.2.2.2 - Amostragem de água**, tomando o cuidado de distribuir alíquotas da mesma amostragem nos diferentes frascos. Para o estudo quantitativo do fitoplâncton, amostras de um 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 e fixadas com formol a 5% (cinco por cento) ou solução de transeau, ou ainda a possibilidade de a amostra ser enviada viva ao laboratório, mas para isso o tempo em trânsito deve ser inferior a 24h (vinte e quatro horas). Para a coleta de amostras de fitoplâncton em lagoas, o arraste deverá ser vertical, partindo da profundidade máxima, inclusive quando houver medição de água em P1, P2 e P3.

Para amostragem qualitativa de organismos fitoplanctônicos em lagoas, deve-se utilizar a garrafa de *Van Dorn* para coletar água em um igual volume entre as profundidades e fazer a filtração em rede de 20 µm. Ou seja, em cada profundidade amostrada, a garrafa deverá ser lançada tantas vezes quantas forem necessárias para se obter o volume padronizado para todas as amostragens e filtração da água em rede. Os procedimentos de fixação são os mesmos utilizados para ambientes de rios.

3.2.2.8. 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 (trinta centímetros) (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 (trinta centímetros) 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 bicabornato de sódio) entre 4 e 10% (quatro e dez por cento). Para posterior conservação, os organismos podem ser mantidos em formol ou transferidos para álcool 70% (setenta por cento).

3.2.2.9. Amostragem para ensaios ecotoxicológicos

As amostras serão coletadas usando os mesmos procedimentos descritos para coleta de água superficial (**item 3.2.2.2 - Amostragem de água**) e sedimento (**item 3.2.2.3 - Amostragem de sedimentos**), sendo este em sua integralidade ou o elutriato de acordo com a norma NBR15469:2015 (ABNT, 2015), 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.

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 3.2.2.2.1 - 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.
- Baldes de aço inox 316L polido em quantidade e tamanhos adequados às amostragens.
- Canecas de aço inox 316L polido em quantidade e tamanhos adequados às amostragens.
- 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.

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 P50. Para estuários com profundidade superior a 2 m deverá ser feita a investigação de condutividade, para avaliação da estratificação da coluna d'água. 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 $10.000 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, 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 $10.000 \mu\text{S}.\text{cm}^{-1}$, 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.

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-superfície (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;
- 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 32**. A unidade filtrante passará por um pré-condicionamento antes da filtragem, como forma de prepará-la para receber a amostra. O pré-condicionamento deverá seguir os mesmos passos informados no item **3.2.2.2.1 - 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 filtragem 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.

Além da observação das diretrizes detalhadas acima, deverão ser tomados os cuidados necessários ao se coletar água particularmente no ponto ERD 02 durante os períodos secos, de forma a garantir que a integridade dos dados coletados seja mantida mesmo em condições adversas.

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 (2012) e NBR15469:2015.

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 micras, 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.

3.3. 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 que opera adequadamente os métodos normalizados propostos, fornecendo evidência de atendimento às especificações relativas aos parâmetros de

desempenho especificados no método de ensaio de acordo com as matrizes para as quais o método é aplicado. 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.

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 NBRISO 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 31** 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 doce | SMWW 2510 B | 0 a 200.000 µS.cm ⁻¹ |
| | Água salobra/salina | | |
| 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 até o momento, conforme orientações dos documentos elaborados pela Comissão de Química para atendimento aos requisitos de amostragem para a NBRISO/IEC 17025.

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.

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 NBRISO/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:

- Resolução COPAM 01/2008.
- 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 32**, incluindo os ambientes de água e sedimento: doce (rios, lagoas e reservatórios), salobra (pontos LMN 01 e LMN 02R, RDO 16 e 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 32**.

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

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

| PARÂMETRO (unidade) | AMBIENTE | PROCEDIMENTOS DE COLETA (CETESB, 2012) | | | | PROCEDIMENTOS DE ANÁLISE | | |
|--|---|---|------------|--|--|--|---|--|
| | | RECIPIENTE* | QUANTIDADE | PRESERVAÇÃO | ARMAZENAMENTO | PRAZO DE VALIDADE (1) | MÉTODOS | PRINCÍPIO DO MÉTODO |
| Alcalinidade total (mg $\text{CaCO}_3\cdot\text{L}^{-1}$) | Água bruta (doce, salobra, salina) | P, V | 250 mL | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C $\pm 2^\circ\text{C}$ | 24h | USEPA 310.1/SMWW 2320 | Titulação |
| Ânions - cloreto total, fluoreto total, nitrito, nitrato, fosfato, sulfato ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina) | P | 250 mL | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C $\pm 2^\circ\text{C}$ | Cloreto, fluoreto e sulfato-28 dias, 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 4°C $\pm 2^\circ\text{C}$ | 7 dias (máximo 28 dias) | SMEWW 5310-B | Analisador elementar/ Combustão analítica em alta temperatura |
| Carbono orgânico total e dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | Água bruta e filtrada (doce, salobra, salina) | VDBO | 300 mL | H_2SO_4 1:1 até $\text{pH}\leq 2$ (água doce) e HCl 1:1. Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C $\pm 2^\circ\text{C}$ | 7 dias | SMWW 5310-C/D | Método da oxidação com persulfato na presença de calor ou luz UV ou método de oxidação-úmida |
| Cianeto livre ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$) | Água bruta (doce) | P, V | 250 mL | NaOH 10 m até $\text{pH}>12$. Resfriamento (gelo). Manter ao abrigo de luz | Refrigeração 4°C $\pm 2^\circ\text{C}$. Manter ao abrigo de luz | 24h | ISO14403-2 ou SMWW 4500 CN-B, C (preparo) e F (análise) | Método colorimétrico - análise em fluxo segmentado ou Método eletrodo seletivo |

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

| | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|------|-----------------|--|---|----------------------|--|--|
| Cloreto total (mg.L ⁻¹) | Água bruta (doce, salobra, salina) | P | 250 mL | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 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 filtrada (doce, salobra, salina) | VA | 1L | Resfriamento (em gelo). Proteger da luz (4) | Refrigeração entre 4°C e 10°C e manter ao abrigo da luz | 48h | SMEWW - 10200H | Espectrofotometria |
| Clorofila-a e Feoftina (µg.L ⁻¹) (3) | Água filtrada (doce, salobra, salina) | VA | 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. Refrigeração entre 4°C e 10°C | 28 dias | SMEWW - 10200H | Espectrofotometria |
| Condutividade elétrica (µS.cm ⁻¹) | Água bruta (doce, salobra, salina) | P, V | 250 mL | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 48h | SMEWW 2120 C | Espectrofotometria |
| DBO _{5, 20} (mg O ₂ .L ⁻¹) | Água bruta (doce) | P, V | 2 frascos de 1L | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 24h (máximo 28 dias) | 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 |

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

| | | | | | | | | |
|---|--|--------------------|--------|--|--|---------|--|--|
| Dureza total (mg CaCO ₃ .L ⁻¹) | Água bruta (doce, salobra, salina) | P, V | 250 mL | HNO ₃ 1:1 até pH<2. Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 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 entre 2°C e 8°C e proteger da luz. Não congelar | 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 entre 2°C e 8°C e proteger da luz. Não congelar | 24h | SMEWW 9223 B | Técnica do substrato enzimático - presença/ausência em 100 mL |
| 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 4°C ±2°C | 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) | VA (boca estreita) | 1L | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 7 dias | EPA 8270D | Cromatografia gasosa |
| Ferro - Especiação Fe ²⁺ (mg.L ⁻¹) | Água bruta (doce, salobra e salina) | VA | 250 mL | 2 mL HCl. Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 24h | SMWW 3500 Fe B | Análise por ICP |

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

| | | | | | | | | |
|--|---|------|--------------|---|-----------------------|--|--|---|
| Ferro - Especificação Fe ³⁺ (mg.L ⁻¹) | Água bruta (doce, salobra e salina) | P | 250 mL | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 14 dias | USEPA 8082 A | Cromatografia gaspsa (CG/ECF ou CG/ELCD) |
| Mercúrio (mg.kg ⁻¹) | Sedimento (doce, salobra, salina) | P | 250 mL | Resfriamento (em gelo), ausência de luz | Refrigeração 4°C ±2°C | 28 dias | EPA7471 B | 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 4°C ±2°C | 28 dias | EPA7470 A | Técnica de vapor frio e análise direta de mercúrio. |
| Metais e semimetais total e dissolvido (mg.kg ⁻¹) (7) | Sedimento (doce, salobra, salina) | P | 250 g | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 6 meses | Preparo: EPA 3050 e 3052 ou EPA 3051A, Análise: EPA 6010 | Análise por ICP |
| 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 4°C ±2°C | Boro e mercúrio-28 dias, demais: 6 meses | Preparo: EPA 3005, EPA 3010, SMWW 3030; Análise: EPA 6020, SMWW 3120, 3125 | Análise por ICP |
| Metilmercúrio (5) | Sedimento (doce, salobra e salina) | P | 250 mL | Resfriamento (em gelo), ausência de luz | Refrigeração 4°C ±2°C | 28 dias | EPA7471 B ou EPA 3200 | Técnica de vapor frio e análise direta de mercúrio |

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

| | | | | | | | | |
|--|------------------------------------|------|--------|---|-----------------------|--------|---|--|
| Nitrato (mg.L ⁻¹) | Água bruta (doce, salobra, salina) | P | 250 mL | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 48h | SMWW - 4500NO ₃ ⁻ | Espectrofotométrico |
| Nitrito (mg.L ⁻¹) | Água bruta (doce, salobra, salina) | P | 250 mL | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 48h | SMWW 4500P-E/4500 P-B (preparo) | Espectroscopia (colorimetria, fotometria) |

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

| | | | | | | | | |
|--|---------------------------------------|------|--------|------------------------|-----------------------|---------|--|---|
| Potencial de oxidação (ORP) - ensaio em laboratório | Sedimento (todos os ambientes) | P | 250 g | - | - | - | SMWW 2580 B | Diferença de potencial |
| Silício (mg.kg ⁻¹) | Sedimento (doce) | P | 250g | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 6 meses | EPA 6010D (EPA 3051 e 3052) | Digestão ácida em microondas |
| Sílica dissolvida (mgSiO ₂ .L ⁻¹) | Água filtrada (doce, salobra, salina) | P | 250 mL | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 28 dias | SMWW 4500 SiO ₂ B/C | Espectrometria de absorção atômica ou Gravimetria |
| Sólidos (%) | Sedimento (doce, salobra, salina) | P | 250g | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 24h | 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 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 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 4°C ±2°C | 28 dias | EPA 4500 SO ₄ ²⁻ | Espectroscopia (colorimetria, fotometria) |

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

| | | | | | | | | |
|---|------------------------------------|------|---------------|--|-----------------------|---------|--|---|
| 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 4°C ±2°C | 7 dias | SMWW - 4500S ₂ -D,H ou EPA 9030B (preparo) e EPA 9034 (análise) | Espectrofotometria ou Método iodométrico |
| Sulfeto total (mg.L ⁻¹) | Água bruta (doce) | V | 300 mL | Refrigeração ≤6°C, NaOH/ZnOAc para pH>9 - refrigeração entre 2 e 6°C | Refrigeração 4°C ±2°C | 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) | P | 250g | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 7 dias | SMWW 2540 G | Evaporação e peso seco |
| Titânio | Sedimento (doce) | P | 250g | Resfriamento (em gelo) | Refrigeração 4°C ±2°C | 6 meses | EPA 6010D (EPA 3051 e 3052) | 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 4°C ±2°C | 48h | SMWW 2130 B | Método nefolométrico |

(1) Contado a partir da hora de coleta.

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

- (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): Alumínio, antimônio, arsênio, bário, boro, cádmio, cálcio*, chumbo, cobalto, cobre, cromo, ferro, fósforo, magnésio*, manganês, molibdênio, mercúrio, níquel, potássio**, selênio, sódio*, vanádio, zinco. (*) somente ambientes dulcícolas e (**) somente fração dissolvida.
- (7) Metais e semi metais (sedimento): Alumínio, antimônio, arsênio, bário, berílio, cádmio, chumbo, cobalto, cobre, cromo, estrôncio, ferro, fósforo, manganês, mercúrio, molibdênio, níquel, selênio, vanádio, zinco.

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

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 1 (APHA 2017, CETESB 2005):

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

Onde:

E = Erro na contagem, em%;

N = Número unidades constatadas.

**Equação
SEQ**

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

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

- Espécies abundantes e dominantes: considerando espécies dominantes aquelas cujas densidades são maiores do que 50% da densidade total da comunidade e espécies abundantes aquelas cujas densidades superam a densidade média das populações de cada amostra, conforme Lobo & Leighton (1986);
- Frequência de Ocorrência: considerando a relação entre o número de ocorrências de uma dada espécie e o número total de amostras analisadas. As espécies constantes são aquelas onde $F > 50\%$; as comuns, $10\% < F < 50\%$; e as raras, quando $F < 10\%$ (Equação 2):

$$F = \frac{pi * 100}{P}$$

Onde:

F = frequência de ocorrência;

pi é o número de amostras contendo a espécie i;

P corresponde ao número total de amostras

**Equação
2**

- 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 3, 4 e 5 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.

Equação 3

- 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

Equação 4

- Dominância de Simpson (D)

Onde:

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

D = Índice de dominância de Simpson;

Equação 5

n_i = Densidade relativa de cada táxon na unidade amostral;

N = Número total de indivíduos na amostra.

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

- 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 & CAMPOS, 1998; JUNQUEIRA *et al.* 2000; 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);
- Quando pertinente, poderão ser consideradas ainda para discussão dos resultados métricas como percentual de espécies exóticas, percentual de EPT (Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera), percentuais dos grupos tróficos funcionais, entre outros disponíveis na literatura.

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 ($< 63 \mu\text{m}$) 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 $0,25 \text{ cm}^2$ 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 ($> 250 \mu\text{m}$ e $< 1,0 \text{ cm}$) 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); iii) a composição faunística predominante em cada área (e.g., ranque de dominância de grupos) com sua respectiva densidade. Devem ser realizadas também: (iv) comparações entre pontos e períodos amostrais a partir dos dados anteriores, em 2 ou mais áreas e/ou 2 ou mais períodos de tempo; e (v) analisadas relações entre a variação de densidade de organismos com variáveis ambientais.

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 33, tanto para amostras de água quanto para amostras de sedimento, em ambiente dulcícola e salino/salobro. Deverá ser verificada a viabilidade de substituição do método de literatura do *Nitokra* spp. pela ABNT vigente.

Quadro 3-3 - Ensaios ecotoxicológicos propostos.

| MATRIZ | ENSAIOS – ORGANISMO | MÉTODO |
|---|---|---|
| Água - ambiente dulcícola | Toxicidade crônica - Chlorophyceae (algas) | ABNT/NBR12648:2018 |
| | Toxicidade crônica - <i>Ceriodaphnia</i> spp (microcrustáceo) | ABNT/NBR13373:2017 |
| | Toxicidade aguda - <i>Daphnia</i> spp (microcrustáceo) | ABNT/NBR12713:2016 |
| Elutriato de sedimento - ambiente dulcícola* | Toxicidade crônica - <i>Ceriodaphnia</i> spp (microcrustáceo) | ABNT/NBR13373:2017 |
| | Toxicidade aguda - <i>Daphnia</i> spp (microcrustáceo) | ABNT/NBR12713:2016 |
| | <i>Hyalella</i> spp. (Amphipoda) | ABNT/NBR15470:2021 |
| | <i>Chironomidae sancticaroli</i> | CETESBSQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com <i>Chironomus sancticaroli</i> – sedimento. Versão 13. São Paulo, 2019b |
| Sedimento integral - ambiente dulcícola | Toxicidade aguda e crônica - <i>Hyalella</i> spp (Amphipoda) | ABNT/NBR15470:2013 |
| | Toxicidade aguda e crônica - <i>Chironomidae</i> | CETESB SQ PR/LB 153: ensaio ecotoxicológico com <i>Chironomus sancticaroli</i> – sedimento. Versão 13. São Paulo, 2019b |
| Água e elutriato de sedimento – ambiente salobro/salino** | Toxicidade crônica - <i>Skeletonema costatum</i> (microalgas) – somente para água | ABNT/NBR16181 |
| | Toxicidade crônica - <i>Echinometra lacunata</i> -organismo (ouriço do mar) | ABNT/NBR15350:2020 |
| | Toxicidade crônica - <i>Echinometra lacunata</i> -teste de fertilização (ouriço do mar) | MASTROTI, 2002 |
| | Toxicidade crônica - <i>Echinometra lacunata</i> -teste com gametas (ouriço do mar) | MASTROTI, 2002 |
| | Toxicidade aguda - Misidáceo | ABNT/NBR: 15308:2017 |
| Sedimento integral - ambiente salobro/salino | Toxicidade aguda e crônica - <i>Nitokra</i> sp (microcrustáceo) | LOTUFO & ABESSA |

* elutriato de sedimento em ambiente dulcícola – somente nos pontos UHE CAN e RDO 02J.

**elutriato de sedimento em ambiente salobro/salino – somente nos pontos RDO 16 e ERD 02.

Após o período de exposição, que varia de acordo com o organismo e a norma aplicada (**Quadro 33**) 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 CE_{50} (concentração efetiva que pode causar danos a 50% da população), CL_{50} (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), para cada teste correspondente.

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. Agência Nacional de Águas, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, DF: ANA, São Paulo: CETESB, 326p. 2012.

ANA, CETESB. Agência Nacional de Águas, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Guia nacional de coleta de preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos. Brasília, DF: ANA, São Paulo: CETESB, 456p. 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, 23rd Edition. Washington, DC, USA. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR12648:2011. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com algas (Chlorophyceae). 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR12713:2016. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com *Daphnia* spp (Crustacea, Cladocera). 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR13373:2016. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade crônica - Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp (Crustacea, Cladocera). 2016.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR15088:2011. Ecotoxicologia aquática - Toxicidade aguda - Método de ensaio com peixes. 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR15469:2015. Ecotoxicologia - Coleta, preservação e preparo de amostras. 2015.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBR9898:1987. Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. 1987.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBRISO/IEC 17025:2017 Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração. 2017.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICA (ABNT). NBRISO/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.Möllenbauer 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 Colection, Caliration 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° 01/2008 – 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 nº 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 Vervollkomnung der quantitativen Phytoplankton: methodik. Mitteilungen Internationale Vereinigung fur Theoretische und Angewandte. Limnologie v. n. 9, p. 1-38. 1958.