



UHE IGARAPAVA

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS E DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO

Azurit Engenharia Ltda.
Av. Carandaí, nº 288, sala 201, Funcionários
Belo Horizonte/MG
Tel: (31) 3227 5722



RENOVAÇÃO DA LICENÇA DE OPERAÇÃO

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS E DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO

JUNHO DE 2019

Elaborado para:

Consórcio da Usina Hidrelétrica de Igarapava
Conquista - MG

Elaborado por:

Azurit Engenharia Ltda.
Belo Horizonte - MG

SUMÁRIO

1	JUSTIFICATIVA.....	1
2	OBJETIVOS.....	1
3	METAS.....	2
4	INDICADORES.....	2
5	PÚBLICO DE RELACIONAMENTO.....	3
6	METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO PROJETO.....	3
6.1	Procedimentos de Coleta das Amostras.....	9
6.2	Análises Laboratoriais.....	11
6.3	Análises dos Resultados.....	12
6.3.1	Índices.....	14
6.4	Relatórios Técnicos.....	19
7	INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS.....	19
8	ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS.....	20
9	CRONOGRAMA.....	20
10	LITERATURA CITADA.....	21
11	ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA.....	22

LISTA DE FIGURAS

Figura 6.1 - Pontos de amostragem do Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório.	5
--	---

LISTA DE TABELAS

Tabela 6.1 - Pontos de amostragem do Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório.	4
Tabela 6.2 - Relação de profundidades de coleta de amostras de água em cada ponto amostral.....	6
Tabela 6.3 - Relação de parâmetros e profundidades a serem monitorados com periodicidade trimestral.	7
Tabela 6.4 - Relação de parâmetros e profundidades a serem monitorados com periodicidade anual.	8
Tabela 6.5 - Indicação do rol de parâmetros e profundidades a serem monitorados em cada uma das campanhas amostrais.	9
Tabela 6.6 - Matriz de Qualidade de Água em Reservatórios.	14
Tabela 6.7 - Parâmetros do IQAr com respectivos pesos.....	15
Tabela 6.8 - Classes do IQAr.	15
Tabela 6.9 - Classes de estado trófico, conforme valor de IET.	17
Tabela 6.10 - Classificação da balneabilidade.....	18
Tabela 6.11 - Categorias do IB anual.....	18
Tabela 9.1 - Cronograma físico.....	20

1 JUSTIFICATIVA

Com a formação do reservatório da UHE Igarapava, o ambiente lótico do rio Grande ali presente foi substituído por um ambiente lêntico, caracterizado por águas paradas ou de fluxo bastante reduzido.

Essa modificação do tipo de ambiente tende a promover uma série de alterações nos padrões de qualidade da água, especialmente nos parâmetros físico-químicos e hidrobiológicos, a depender de fatores diversos relacionados à extensão e profundidade do reservatório, ao tempo de residência das águas, da quantidade de tributários, da qualidade da água que aflui no reservatório, do uso e cobertura da terra do entorno, etc.

Em virtude da previsão dessas alterações, a qualidade da água do rio Grande vem sendo monitorada desde 1998, em pontos amostrais a montante e a jusante do barramento da UHE Igarapava.

O monitoramento em questão perdura até o presente momento, sendo que, ao longo desses 20 anos, sofreu algumas alterações, com inclusão de novos pontos de monitoramento e modificação no rol de parâmetros a serem monitorados.

Dessa forma, em virtude da importância do reservatório da UHE Igarapava para a conservação das comunidades biológicas e para a promoção de atividades recreativas, esportivas e de lazer na região do seu entorno, torna-se importante o monitoramento da qualidade de suas águas, justificando assim a manutenção do Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório.

2 OBJETIVOS

O Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório tem como objetivo principal monitorar a qualidade das águas do reservatório em pontos específicos a montante e a jusante, a partir da análise de parâmetros físico, químicos, bacteriológicos e hidrobiológicos, respeitando, para tanto, a sazonalidade climática (períodos de estiagem e de chuvas).

Ainda, como objetivos específicos, citam-se os que seguem.

- Monitorar a qualidade da água do tributário ribeirão Borá, ribeirão Dourados e córrego Santa Rita, pontos propícios ao assoreamento, afluentes do reservatório da UHE Igarapava.
- Avaliar a presença de cianotoxinas no reservatório da UHE Igarapava, sempre que houver concentração de cianobactérias acima de 10.000 células/ml.
- Acompanhar, temporalmente e espacialmente, a qualidade das águas do rio Grande, tributários e reservatório, a partir de índices ambientais específicos, relacionados à qualidade das águas, à eutrofização e à balneabilidade.
- Avaliar a estratificação do reservatório da UHE Igarapava, em cada um de seus pontos amostrais, a partir da mensuração de parâmetros *in loco* na subsuperfície até a maior profundidade.

- Avaliar a importância epidemiológica dos caramujos do gênero *Biomphalaria*, nas situações em que estes moluscos forem registrados no reservatório da UHE Igarapava.

3 METAS

O Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório tem as metas listadas a seguir.

- Executar campanhas de monitoramento da qualidade das águas com periodicidade trimestral, contemplando assim, os períodos de estiagem e de chuvas.
- Monitorar a qualidade das águas nos diferentes trechos/segmentos relacionados à UHE Igarapava, ou seja, a jusante do barramento, no reservatório e tributários.
- Calcular índices ambientais específicos, relacionados à qualidade das águas, à eutrofização e à balneabilidade, em todas as campanhas amostrais, a fim de permitir uma análise temporal e espacial da evolução ambiental do reservatório da UHE Igarapava.
- Elaborar relatórios anuais consolidados, contemplando informações das campanhas amostrais realizadas no período, bem como discussão acerca da variação temporal dos parâmetros analisados.

4 INDICADORES

Para o Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório tem-se os indicadores listados a seguir.

- Número de campanhas amostrais realizadas ao longo de um (1) ciclo hidrológico.
- Número de campanhas amostrais realizadas nas estações chuvosa e de estiagem ao longo de um (1) ciclo hidrológico.
- Número de pontos amostrais avaliados, por campanha amostral, nos diferentes trechos do empreendimento (reservatório, rio Grande a jusante do barramento da UHE Igarapava; e tributários).
- Número de pontos amostrais localizados no reservatório da UHE Igarapava para os quais foi calculado o Índice de Qualidade de Água de Reservatórios (IQAr).
- Número de pontos amostrais localizados no reservatório da UHE Igarapava para os quais foi calculado o Índice do Estado Trófico (IET).
- Número de pontos amostrais localizados no reservatório da UHE Igarapava para os quais foi calculado o Índice de Balneabilidade.
- Número de relatórios técnicos elaborados ao longo de um (1) ciclo hidrológico.

5 PÚBLICO DE RELACIONAMENTO

O Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório tem como público de relacionamento os atores listados a seguir.

- Consórcio da Usina Hidrelétrica de Igarapava, uma vez que cabe ao empreendedor monitorar a qualidade da água do seu empreendimento e tomar medidas cabíveis, quando detectadas quaisquer anormalidades.
- Prefeituras municipais de Igarapava, Rifaina, Conquista e Sacramento, em função da utilização do reservatório da UHE Igarapava, no território destes municípios, para a prática de atividades recreativas, esportivas e de lazer, além da prefeitura municipal de Delta, uma vez que este Município encontra-se imediatamente a jusante do empreendimento.
- Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), uma vez que tributários localizados neste Estado afluem no reservatório da UHE Igarapava.
- Secretaria de Estado de Meio Ambiente de Minas Gerais (SEMAD), uma vez que tributários localizados neste Estado afluem no reservatório da UHE Igarapava.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), devido à incumbência deste órgão em realizar o licenciamento ambiental da UHE Igarapava.

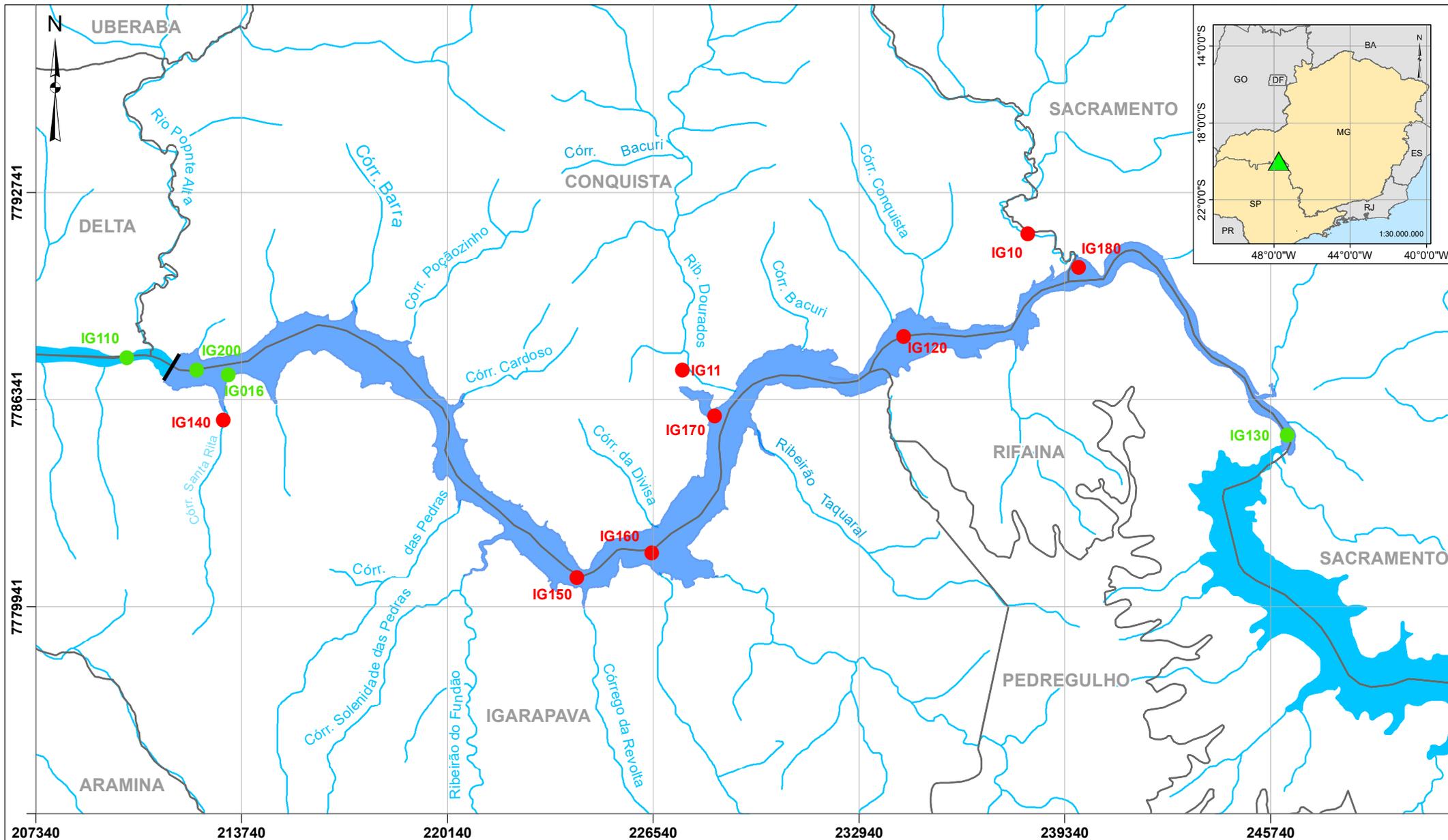
6 METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO PROJETO

Para a execução do Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório serão monitorados 12 pontos amostrais, os quais são especificados a seguir na Tabela 6.1. Por sua vez, a localização destes pontos amostrais é apresentada na Figura 6.1.

Tabela 6.1 - Pontos de amostragem do Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório.

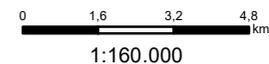
Ponto amostral	Coordenada UTM Fuso 23K datum SIRGAS 2000		Descrição	Ambiente	Propício ao assoreamento
	mE	mN			
IG10	238.191	7.791.459	Ribeirão Borá (depois da ponte)	Lêntico	Sim
IG11	227.449	7.787.246	Ribeirão Dourados	Lêntico	Sim
IG110	210.176	7.787.628	A jusante da barragem da UHE Igarapava	Lótico	Não
IG200	212.340	7.787.252	Reservatório da UHE Igarapava, próximo ao barramento	Intermediário	Não
IG016	213.320	7.787.113	Reservatório da UHE Igarapava, próximo à foz do córrego Santa Rita	Intermediário	Não
IG130	246.256	7.785.239	Reservatório da UHE Igarapava, próximo ao seu remanso	Lótico	Não
IG140	213.166	7.785.713	Córrego Santa Rita (depois da ponte)	Lêntico	Sim
IG150	224.174	7.780.844	Reservatório da UHE Igarapava, próximo à foz do córrego da Revolta	Lêntico	Sim
IG160	226.492	7.781.611	Reservatório da UHE Igarapava, próximo à foz do córrego dos Castelhanos	Lêntico	Sim
IG170	228.451	7.785.837	Reservatório da UHE Igarapava, próximo à foz do ribeirão Dourados	Intermediário	Sim
IG120	234.327	7.788.286	Reservatório da UHE Igarapava, próximo à foz do córrego Conquista	Lêntico	Sim
IG180	239.779	7.790.416	Reservatório da UHE Igarapava, próximo à foz do ribeirão Borá	Lêntico	Sim

Nota: A definição dos pontos propícios ao assoreamento foi embasada no trabalho realizado por Icatu (2012).



Legenda

- UHE Igarapava
- Barragem da UHE Igarapava
- Pontos propícios ao assoreamento: Não
- Pontos propícios ao assoreamento: Sim
- Drenagens
- Rio Grande
- Reservatório UHE Igarapava
- Limite municipal
- Limites dos Estados de Minas Gerais e São Paulo
- Limite estadual



Fonte: IBGE (2013) e UHE Igarapava (2015), Sistema de Coordenadas Planas. Projeção UTM - Datum Sirgas 2000 - Zona 23K.

Projeto:		UHE IGARAPAVA	
Título: Pontos de Amostragem do Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água			
Verificação:		Geoprocessamento:	
Luciano Cota		Felipe Conrado	
Data:	Abri/2019	Figura:	6.1
			Fl.: 01

Dentre os pontos amostrais do presente programa, para alguns deles serão feitas três (3) coletas distintas, contemplando, dessa forma, a subsuperfície, a zona fótica e o fundo do ponto amostral.

A relação de pontos amostrais para os quais é necessária realizar a coleta nas três (3) profundidades distintas é especificada a seguir na Tabela 6.2.

Tabela 6.2 - Relação de profundidades de coleta de amostras de água em cada ponto amostral.

Ponto amostral	Local de amostragem		
	Subsuperfície	Zona Fótica	Fundo
IG10	X	-	-
IG11	X	-	-
IG110	X	X	-
IG200	X	X	X
IG016	X	X	X
IG130	X	X	X
IG140	X	-	-
IG150	X	X	X
IG160	X	X	X
IG170	X	X	X
IG120	X	X	X
IG180	X	X	X

Nota: As marcações com “X” indicam a necessidade de coleta. Já o hífen “-” indica a não necessidade de coleta.

A coleta na subsuperfície equivale à porção localizada a cerca de 20 cm abaixo da lâmina d’água. Já a zona fótica corresponde à sua porção intermediária, ou seja, que a coleta deve ser realizada aproximadamente na metade da zona fótica mensurada em campo. No caso da amostragem do fundo, esta deve ocorrer a cerca de 1 m do local mais profundo do ponto amostral.

Para os pontos amostrais localizados em tributários (IG10, IG11 e IG140), a coleta de amostra de água será realizada somente na subsuperfície. Já no rio Grande, no ponto localizado a jusante do barramento, as coletas serão realizadas na subsuperfície e na porção intermediária da zona fótica. Nos demais pontos, localizados no reservatório da UHE Igarapava, as coletas se darão nos três níveis de profundidade previstos na Tabela 6.2.

A periodicidade das campanhas amostrais será trimestral, de tal forma que sejam realizadas quatro (4) campanhas ao longo de um (1) ciclo hidrológico, contemplando assim as estações de estiagem e de chuvas.

O rol de parâmetros a ser monitorado contemplará 58 parâmetros, entre os físico-químicos, bacteriológicos e hidrobiológicos. No entanto, parte desses parâmetros será monitorada uma única vez dentro de um (1) ciclo hidrológico e os demais, monitorados em todas as campanhas amostrais. Ainda, há diferença entre os parâmetros que são monitorados na subsuperfície, na zona fótica e no fundo do ponto amostral.

A relação de parâmetros a serem monitorados em campanhas de periodicidade trimestral é apresentada na Tabela 6.3, enquanto que, os parâmetros a serem amostrados uma única

vez no ano são apresentados na Tabela 6.4, diferenciando, em ambos os casos, em quais profundidades haverá coleta de amostra de água.

Tabela 6.3 - Relação de parâmetros e profundidades a serem monitorados com periodicidade trimestral.

#	Parâmetro	Profundidade		
		Sub.	ZF	Fundo
01	Alcalinidade Total	X	-	-
02	Amônia	-	X	-
03	Cálcio Total	-	X	X
04	Cloretos	-	X	-
05	Clorofila-a	X	-	-
06	Coliformes Termotolerantes (Fecais)	X	-	-
07	Coliformes Totais	X	-	-
08	Condutividade Elétrica	X	X	X
09	Demanda Bioquímica de Oxigênio	-	X	X
10	Demanda Química de Oxigênio	X	X	X
11	<i>Escherichia coli</i>	X	-	-
12	Fitoplâncton	X	-	-
13	Ferro Total	-	X	X
14	Fósforo Total	X	X	X
15	Manganês Total	-	X	X
16	Nitrato	-	X	X
17	Nitrito	-	X	X
18	Nitrogênio Amoniacal	-	X	X
19	Nitrogênio Inorgânico Total	X	X	X
20	Óleos e Graxas Totais	X	-	-
21	Oxigênio Dissolvido	X	X	X
22	Potencial Hidrogeniônico (pH)	X	X	X
23	Profundidade	X	-	-
24	Sólidos Sedimentáveis	X	X	X
25	Sólidos Suspensos Fixos	X	X	X
26	Sólidos Suspensos Totais	X	X	X
27	Sólidos Suspensos Voláteis	X	X	X
28	Sulfato	-	X	X
29	Sulfeto Total	-	X	-
30	Temperatura da Água	X	X	X
31	Temperatura do Ar	X	-	-
32	Transparência	X	-	-
33	Turbidez	X	X	X
34	Zoobentos	-	-	X
35	Zoopâncton	-	X	-

Nota: Sub. (subsuperfície); ZF (porção intermediária da zona fótica); Fundo (porção profunda do corpo d'água).

Tabela 6.4 - Relação de parâmetros e profundidades a serem monitorados com periodicidade anual.

#	Parâmetro	Prrofundidade		
		Sub.	ZF	Fundo
01	Alumínio Total	X	X	X
02	Amônia	-	-	X
03	Antimônio Total	X	X	X
04	Arsênio Total	X	X	X
05	Bário Total	X	X	X
06	Berílio Total	X	X	X
07	Boro Total	X	X	X
08	Cádmio Total	X	X	X
09	Cálcio Total	X	-	-
10	Chumbo Total	X	X	X
11	Cobalto Total	X	X	X
12	Cobre Total	X	X	X
13	Cromo Total	X	X	X
14	Estanho Total	X	X	X
15	Fenóis	-	X	-
16	Ferro Dissolvido	X	X	X
17	Ferro Total	X	-	-
18	Glifosato	X	X	X
19	Lítio Total	X	X	X
20	Manganês Total	X	-	-
21	Mercúrio Total	X	X	X
22	Níquel Total	X	X	X
23	Óleos e Graxas Totais	-	X	X
24	Potássio Total	X	X	X
25	Prata Total	X	X	X
26	Selênio Total	X	X	X
27	Vanádio Total	X	X	X
28	Zinco Total	X	X	X

Nota: Sub. (subsúperficie); ZF (porção intermediária da zona fótica); Fundo (porção profunda do corpo d'água).

Dessa forma, do rol de parâmetros monitorados, 35 serão amostrados trimestralmente, nas profundidades apresentadas anteriormente na Tabela 6.3. Adicionalmente, em uma das quatro (4) campanhas a serem realizadas no período de 1 (um) ciclo hidrológico, além dos parâmetros monitorados com periodicidade trimestral, serão amostrados ainda os parâmetros elencados na Tabela 6.4, nas profundidades especificadas.

A Tabela 6.5 apresenta, de forma esquemática e resumida, a relação de parâmetros e profundidades a serem monitorados em cada uma das campanhas amostrais realizadas dentro de um (1) ciclo hidrológico.

Tabela 6.5 - Indicação do rol de parâmetros e profundidades a serem monitorados em cada uma das campanhas amostrais.

Atividade	Mês											
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez
Parâmetros e profundidades monitorados com periodicidade trimestral (Tabela 6.3)		X			X			X			X	
Parâmetros e profundidades monitorados com periodicidade anual (Tabela 6.4)								X				

Menciona-se ainda que, para os parâmetros Condutividade Elétrica, pH, Oxigênio Dissolvido e Temperatura da Água, além das medições na subsuperfície, na porção intermediária da zona fótica e na porção profunda do corpo d'água, serão realizadas medições a cada 1 m de profundidade, até que se atinja o fundo do corpo d'água. Essas medições serão utilizadas para a elaboração do perfil vertical do ponto amostral, tal como detalhado mais adiante.

6.1 Procedimentos de Coleta das Amostras

A fase de coleta das amostras é primordial na caracterização fidedigna da qualidade da água monitorada. Dessa forma, é imprescindível que os procedimentos de coleta sejam corretamente executados para que não haja distorção nos dados gerados.

As coletas e análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos deverão ser realizadas a partir das diretrizes recomendadas pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), conforme Norma Brasileira (NBR) 9.897, referente ao Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento (ABNT, 1987a) e NBR 9.898, que trata da Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores - Procedimento (ABNT, 1987b). Ainda, a coleta, análise e emissão dos boletins deverão ser de responsabilidade de laboratório acreditado na ISO 17.025.

Quanto aos parâmetros hidrobiológicos (fitoplâncton, zooplâncton e zoobentos), os procedimentos são específicos para cada grupo, conforme apresentado mais adiante.

- **Parâmetros Físico-Químicos**

As determinações de Condutividade elétrica, pH, Oxigênio Dissolvido, Profundidade, Temperatura da Água e Turbidez deverão ser realizadas em campo com a utilização de sonda multiparâmetros. Já a Temperatura do Ar deve ser medida com auxílio de termômetro, enquanto que a Transparência deve ser medida utilizando-se o Disco de Secchi.

Estes parâmetros deverão ser mensurados antes de iniciar a coleta das amostras de água.

Para a amostragem dos demais parâmetros, físico-químicos e bacteriológicos, as coletas deverão ser feitas com submersão de recipiente (caneco de aço inoxidável ou similar), na profundidade indicada para cada parâmetro a ser amostrado, ou seja, na subsuperfície, na porção intermediária da zona fótica ou no fundo, a cerca de 1 m e distância do ponto mais profundo.

Deve-se ter atenção para que a coleta não acarrete alterações nos locais de amostragem, tal como o revolvimento de sedimento do fundo e das margens, o que poderia ocasionar contaminações à massa líquida. Ainda, para os parâmetros cuja amostra não pode

borbulhar, será feito o sifonamento do material coletado, no momento da transferência para o frasco, a partir da caneca.

O recipiente de coleta deverá ser lavado antes de iniciar as coletas de amostra de água em outro ponto amostral, a fim de evitar contaminações.

Os frascos serão devidamente identificados, especificando o local e data da coleta, bem como o parâmetro a ser analisado.

As amostras serão acondicionadas em caixas térmicas ou de isopor, contendo gelo picado e/ou em pedaços, suficiente para refrigerá-las a, aproximadamente, 4°C, e encaminhadas ao laboratório responsável pelas análises no mesmo dia da coleta ou no mais tardar no dia posterior. Por fim, deverá ser evitado o contato direto das amostras com o gelo.

- Parâmetros Bacteriológicos

A coleta do material para exame bacteriológico deverá ser a primeira a ser realizada em cada ponto amostral, a fim de evitar o risco de contaminação do local de amostragem com amostradores não estéreis.

As amostras serão coletadas manualmente, na profundidade subsuperficial, pela submersão direta dos frascos na água. Os frascos serão devidamente identificados, especificando o local e data da coleta, bem como o parâmetro a ser analisado. A amostra deve ser acondicionada imediatamente em caixa térmica ou de isopor, contendo gelo picado e/ou em pedaços, suficiente para refrigerá-la a, aproximadamente, 4°C.

- Parâmetros Hidrobiológicos

As amostras das comunidades planctônicas serão acondicionadas em frascos devidamente etiquetados, contendo nome do coletor, data e horário de coleta, ponto de amostragem e parâmetro a ser analisado.

Com relação à amostragem das comunidades zoobentônicas, os indivíduos coletados deverão ser armazenados em sacos plásticos ou recipientes que comportem o armazenamento de sedimento e etiquetados com as mesmas informações já mencionadas.

Todas as amostras deverão ser acondicionadas em caixa de isopor, a fim de garantir o seu transporte com segurança até o laboratório responsável pelas análises.

Cada grupo hidrobiológico possui procedimento de coleta específico, bem como materiais e concentração de reagentes utilizados na preservação e coloração das amostras. A seguir, são apresentadas as metodologias específicas que deverão ser utilizadas para cada grupo hidrobiológico.

- Fitoplâncton

Para as análises qualitativas do fitoplâncton, as amostras deverão ser obtidas por meio de rede de plâncton com 25,0 µm de interstício ou similar.

As coletas das análises qualitativas serão realizadas deixando a rede de plâncton com a abertura contra a correnteza por aproximadamente 15 min. No reservatório, serão realizados arrastos horizontais e verticais com a rede de amostragem de plâncton. O material concentrado será preservado com formaldeído, a 4% e conservado sob refrigeração, ou outro preservante que cumpra as mesmas funções deste.

Para a análise quantitativa, será coletado 1 l de água *in natura* a 20 cm da superfície. O material será fixado e corado com cerca de 5 ml de lugol acético ou corante similar, que cumpra as mesmas funções deste.

Todas as amostras são mantidas sob refrigeração a cerca de 4°C, em caixas térmicas com gelo.

- o Zooplâncton

As coletas de amostras para as análises do zooplâncton serão realizadas usando redes de nylon (Monyl) de 35 µm de interstício.

A coleta para a análise qualitativa consistirá em deixar a rede contra a correnteza por aproximadamente 15 min. O material concentrado será corado com o corante vital rosa-de-bengala (ou corante similar) e conservado sob refrigeração até a análise laboratorial.

Para as análises quantitativas serão filtrados 200 l de água coletada a 20 cm da superfície em rede de 35 µm de interstício. O concentrado obtido será corado com 0,2 ml de solução de rosa-de-bengala (ou corante similar), estocado em frascos de polietileno, de pelo menos 100 ml, e após aproximadamente 15 min, fixado com 0,5 ml de solução de formaldeído a 4%, neutralizado, ou outro preservante que cumpra as mesmas funções deste.

- o Zoobentos

As amostragens das comunidades bentônicas serão realizadas com rede de mão tipo puçá, abrangendo todos os possíveis *habitats* bentônicos de cada ponto amostral, ou seja, os diferentes tipos de substratos presentes em cada ponto, tais como trechos rochosos, arenosos ou com folhiços.

Para a amostragem com rede, a coleta deverá ser realizada “varrendo-se” as áreas escolhidas contra a correnteza. O fundo do leito amostrado, preferencialmente na margem do reservatório ou do curso d’água monitorado, deverá ser revolvido com a rede, de forma a filtrar todo o material ali presente.

Ao retirar a rede da água, proceder-se-á à lavagem do material, batendo a rede contra a correnteza de forma a não perder o material coletado pela sua boca. As amostras serão acondicionadas em sacos de plástico, fixadas com cerca de 10 ml de solução de formaldeído a 40% ou outro similar, etiquetadas e armazenadas em caixas de isopor.

6.2 Análises Laboratoriais

As análises laboratoriais ficarão a cargo de laboratório especializado. As análises deverão ser realizadas de acordo com métodos convencionais da *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*, elaborados pela *American Water Works Association* (AWWA), *American Public Health Association* (APHA) e *Water Environment Federation* (WEF).

No caso dos grupos hidrobiológicos, além das normas técnicas e dos procedimentos laboratoriais relacionados à preparação e análise dos indivíduos, será utilizada ainda literatura científica especializada (chaves taxonômicas e artigos científicos), para apoio na identificação dos organismos coletados, até o menor nível taxonômico possível.

Para o fitoplâncton, as análises qualitativas das amostras serão realizadas a partir da visualização de uma série de lâminas, a fresco, até que ocorra o esgotamento dos *taxa*

presentes. Para as análises quantitativas será utilizado o método das câmaras de Utermöhl em microscópio invertido

No caso do fitoplâncton, a análise laboratorial será realizada em microscópio óptico. No caso da análise qualitativa serão visualizadas lâminas, preparadas a fresco, até que haja um esgotamento dos taxa presentes. As análises quantitativas serão feitas utilizando-se da técnica de Sedgewick Rafter, contagem em lâminas padronizadas com volume de 1 ml, utilizando-se do critério de espécie área.

Para o zoobentos, o material biológico será previamente triado em peneiras com diferentes granulometrias. Os indivíduos retidos nestas peneiras serão então identificados e, em caso de dúvidas, analisados sob microscopia estereoscópica. O sedimento mais fino será analisado sob microscopia estereoscópica, a fim de triar e identificar indivíduos da comunidade bentônica de menor tamanho.

Destaca-se que, quando a densidade de cianobactérias foi superior a 10.000 células/ml, proceder-se-á com a análise de cianotoxinas.

A Portaria do Ministério da Saúde (MS) nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011), define que quando a concentração de cianobactérias for superior a 20.000 células/ml em águas em que haja captação superficial para consumo humano, deve-se proceder a com a análise de cianotoxinas.

Já a Deliberação Normativa (DN) do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) e Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG) nº 01, de 05 de maio de 2008 (MINAS GERAIS, 2008), indica que, a concentração máxima de cianobactérias tolerada para águas enquadradas como Classe II, em que haja recreação de contato primário, equivale a 10.000 células/ml.

Dessa forma, prezando pelo princípio da precaução, mesmo que não haja captação de água superficial para consumo humano no reservatório da UHE Igarapava e que a DN COPAM/CERH-MG nº 01/2008 (MINAS GERAIS), não preveja a análise de cianotoxinas nas águas, o presente monitoramento adotará a concentração de 10.000 células/ml de cianobactérias como referência para indicar a necessidade de análise de cianotoxinas. Neste caso, adotar-se-á os procedimentos de coleta, preservação e análise definidos pelo Ministério da Saúde (BRASIL, 2015).

6.3 Análises dos Resultados

Os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos monitorados no âmbito do presente programa serão avaliados à luz da legislação pertinente ao tema, ou seja, conforme Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 2005). Nesta avaliação serão consideradas ainda as peculiaridades e interações com a biota aquática e a qualidade da água, considerando seus usos múltiplos.

Para os parâmetros Condutividade elétrica, pH, Oxigênio Dissolvido e Temperatura da Água, as medições realizadas a cada 1 m de profundidade subsidiarão a elaboração do perfil vertical do ponto amostral. Este perfil deverá ser apresentado de forma gráfica, de tal forma que seja possível visualizar a variação destes parâmetros ao longo da coluna d'água.

Sugere-se, então, que a representação gráfica do perfil vertical contemple, no eixo X do gráfico, os valores do parâmetro em análise, enquanto que o eixo Y deve conter a variação de profundidade do ponto amostral, o qual deve iniciar com 1 m e terminar na maior profundidade observada no ponto amostral, no momento da mensuração dos parâmetros.

Já os parâmetros hidrobiológicos serão analisados de acordo com as riquezas taxonômicas e densidades, bem como a partir dos índices de diversidade e de equitatividade. No caso específico dos dois (2) índices citados, estes podem ser calculadas a partir de *softwares* bioestatísticos, tais como, DivES, PAST e EstimateS.

Destaca-se que todos os dados obtidos, no âmbito deste monitoramento, serão incorporados ao Sistema de Informação de Qualidade da Água dos Reservatórios da CEMIG (Siságua), o qual dispõe de uma série história de dados inter-relacionados que permitem aquisição, armazenamento, manipulação, integração e exposição de dados. Este banco de dados permite a interpretação de eventos inesperados, dando suporte às novas ações que reflitam em contínuas melhorias na qualidade da água e no controle e manejo da fauna aquática dos reservatórios artificiais mantidos pela CEMIG ou por empresas do seu grupo societário.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H'), proposto por Magurran (1988), fornece uma relação entre o número de espécies e suas abundâncias relativas e pode ser calculado conforme Equação 6.1.

$$H' = -\sum_{i=1}^S p_i \ln p_i \quad \text{Equação 6.1}$$

Em que,

H' = diversidade de espécies;

S = número de espécies; e,

p_i = (n_i/N) proporção de cada espécie na amostra, sendo que, n_i é o número de indivíduo da espécie i e N é o número total de indivíduos.

Já o índice de equitatividade, proposto por Pielou (1984), varia de 0 a 1 (quando todas as espécies são igualmente abundantes) e mostra o grau de uniformidade ou o grau de dominância de algumas espécies, sendo calculado a partir da Equação 6.2.

$$J' = \left(\frac{H'}{H_{\max}} \right) \times 100 \quad \text{Equação 6.2}$$

Em que,

H' = diversidade de espécies; e,

H_{\max} = logaritmo da riqueza (S), que demonstra quanto a diversidade representa dentro da diversidade máxima.

Além da riqueza, densidade, diversidade e equitatividade, deverá ser estimada ainda as condições ecológicas dos pontos de amostragem, a fim de avaliar, por meio da biota aquática, o estado de preservação do ponto em questão.

Destaca-se que, no caso específico de registro de moluscos do gênero *Biomphalaria*, deve-se proceder com análise laboratorial que permita a definição da espécie amostrada em campo. Tal situação decorre da existência de espécies deste gênero que são hospedeiras intermediárias do platelminto *Schistosoma mansoni*, parasito causador da esquistossomose.

Caso as espécies de *Biomphalaria* registradas sejam hospedeiras naturais de *S. mansoni*, deve-se proceder, em laboratório, com a análise que permita a avaliação da sua infestação pelo referido platelminto. A confirmação da existência de formas larvais, denominadas cercarias, será utilizada como indicativo da ocorrência do ciclo da esquistossomose no local de captura dos moluscos.

6.3.1 Índices

Dentre o rol de parâmetros monitorados, alguns deles, entre físico-químicos, bacteriológicos e hidrobiológicos, serão analisados de forma integrada, a partir do cálculo de indicadores de qualidade das águas, tal como detalhado na sequência.

- Índice de Qualidade de Água em Reservatórios (IQAr)

O IQAr foi criado pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP) e visa verificar a degradação da qualidade da água em reservatórios. Por este motivo, este índice será calculado apenas para os pontos amostrais localizados no reservatório da UHE Igarapava, tal como indicado anteriormente na Tabela 6.1.

Para tanto, serão analisados, de forma integrada, nove (9) parâmetros, quais sejam, Déficit de Oxigênio Dissolvido, Fósforo Total, Nitrogênio Inorgânico Total, DQO, Transparência, Clorofila-a, Cianobactérias, Tempo de Residência e Profundidade Média, conforme proposto por IAP (2017).

Com base nestes parâmetros, têm-se então uma matriz, na qual é possível estabelecer seis (6) diferentes classes de qualidade para os reservatórios, conforme Tabela 6.6, as quais foram estabelecidas a partir do cálculo dos percentis 10%, 25%, 50%, 75% e 90% de cada uma das variáveis selecionadas.

Tabela 6.6 - Matriz de Qualidade de Água em Reservatórios.

Variável	Unidade	Classe I	Classe II	Classe III	Classe IV	Classe V	Classe VI
Déficit de Oxigênio	%	≤5	6-20	21-35	36-50	51-70	>70
Fósforo Total	mg/l	≤0,010	0,011-0,025	0,026-0,040	0,041-0,085	0,086-0,210	>0,210
Nitrogênio Inorgânico Total	mg/l	≤0,15	0,16-0,25	0,26-0,60	0,61-2,00	2,00-5,00	>5,00
Clorofila a	µg/l	≤1,5	1,5-3,0	3,1-5,0	5,1-10,0	11,0-32,0	>32
Transparência	m	≥3,0	3,0-2,3	2,2-1,2	1,1-0,6	0,5-0,3	<0,3
DQO	mg/l	≤3	3-5	6-8	9-14	15-30	>30
Tempo de Residência	dia	≤10	11-40	41-120	121-365	366-550	>550
Profundidade Média	m	≥35,0	34,0-15,0	14,0-7,0	6,0-3,1	3,0-1,1	<1,0
Cianobactérias	células/ml	≤1.000	1.001-5.000	5.001-20.000	20.001-50.000	50.001-100.000	>100.000

Fonte: IAP (2017).

Para o cálculo do IQAr, cada um dos parâmetros recebeu um peso distinto, conforme a sua contribuição na manutenção ou degradação da qualidade ambiental do reservatório. Os pesos em questão são apresentados na Tabela 6.7.

Tabela 6.7 - Parâmetros do IQAr com respectivos pesos.

Variável	Unidade	Peso (w_i)
Déficit de Oxigênio	%	17
Clorofila a	$\mu\text{g/l}$	15
Fósforo Total	mg/l	12
Transparência	m	12
DQO	mg/l	12
Tempo de Residência	dia	10
Nitrogênio Inorgânico Total	mg/l	8
Cianobactérias	células/ml	8
Profundidade Média	m	6

Fonte: IAP (2017).

No caso do parâmetro Déficit de Oxigênio, o valor a ser utilizado no cálculo do IQAr deve corresponder à média da coluna d'água. Já para os parâmetros Fósforo Total, Nitrogênio Inorgânico Total e DQO, o valor a ser utilizado no cálculo do IQAr deve corresponder à média das coletas realizadas na subsuperfície e na porção intermediária da zona fótica. Já as cianobactérias devem ser aquelas mensuradas na subsuperfície.

O IQAr deve ser então calculado, conforme IAP (2017), pela Equação 6.3 a seguir.

$$IQAr = \frac{\sum (w_i \times q_i)}{\sum w_i} \quad \text{Equação 6.3}$$

Em que,

w_i = pesos calculados para as variáveis "i"; e,

q_i = classe de qualidade de água em relação a variável "i", q pode variar de 1 a 6

Por fim, a partir do valor mensurado pelo cálculo do IQAr, tem-se então seis (6) possível classes para o reservatório, conforme exposto na Tabela 6.8.

Tabela 6.8 - Classes do IQAr.

Classe	Valor do IQAr	Definição
I	$IQAr \leq 1,5$	Não Impactado a Muito Pouco Degradado
II	$1,5 < IQAr \leq 2,5$	Pouco Degradado
III	$2,5 < IQAr \leq 3,5$	Moderadamente Degradado
IV	$3,5 < IQAr \leq 4,5$	Criticamente Degradado a Poluído
V	$4,5 < IQAr \leq 5,5$	Muito Poluído
VI	$< IQAr > 5,5$	Extremamente Poluído

Por fim, a definição de cada uma das classes, conforme apontado por IAP (2017) é expressa na sequência.

- Classe I: Corpos d'água saturados de oxigênio, baixa concentração de nutrientes, concentração de matéria orgânica muito baixa, alta transparência das águas, densidade de algas muito baixa, normalmente com pequeno tempo de residência das águas e/ou grande profundidade média. Qualidade de água excelente a ótima;
- Classe II: Corpos d'água com pequeno aporte de matéria orgânica e de nutrientes orgânicos e inorgânicos, pequena depleção de oxigênio dissolvido, transparência das águas relativamente alta, baixa densidade de algas, normalmente com pequeno tempo de residência das águas e/ou grande profundidade média. Qualidade de água muito boa a boa;
- Classe III: Corpos d'água que apresentam um déficit considerável de oxigênio dissolvido na coluna de água, podendo ocorrer anóxia na camada de água próxima ao fundo, em determinados períodos. Médio aporte de nutrientes e matéria orgânica, grande variedade e/ou densidade de algas, sendo que algumas espécies podem ser predominantes, tendência moderada a eutrofização, tempo de residência das águas, considerável. Qualidade de água regular a aceitável;
- Classe IV: Corpos d'água com entrada de matéria orgânica capaz de produzir uma depleção crítica nos teores de oxigênio dissolvido da coluna de água, aporte considerável de nutrientes, alta tendência a eutrofização, ocasionalmente com desenvolvimento maciço de populações de algas. Ocorrência de reciclagem de nutrientes, baixa transparência das águas associada principalmente à alta turbidez biogênica. Qualidade de água crítica a ruim;
- Classe V: Corpos d'água com altas concentrações de matéria orgânica, geralmente com supersaturação de oxigênio dissolvido na camada superficial e depleção na camada de fundo. Grande aporte e alta reciclagem de nutrientes. Corpos de água eutrofizados, com florações de algas que frequentemente cobrem grandes extensões da superfície da água, o que limita a sua transparência. Qualidade de água muito ruim;
- Classe VI: Corpos d'água com condições bióticas seriamente restritas, resultantes de severa poluição por matéria orgânica ou outras substâncias consumidoras de oxigênio dissolvido. Ocasionalmente ocorrem processos de anóxia em toda a coluna de água. Aporte e reciclagem de nutrientes muito altos. Corpos de água hipereutrificados, com intensas florações de algas cobrindo todo o espelho d'água. Eventual presença de substâncias tóxicas. Qualidade de água péssima.

- Índice de Estado Trófico (IET)

Para o cálculo do IET, deverá ser utilizada a metodologia adotada por Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB, 2017) e Instituto Mineiro de Gestão de Águas (IGAM, 2018), a qual contempla os parâmetros Fósforo Total e Clorofila-a.

Para tanto, torna-se necessário calcular o Índice de Estado Trófico para o Fósforo, denominado IET(PT) e o Índice de Estado Trófico para a Clorofila-a, denominado IET(CL). O cálculo desses índices varia conforme o ambiente amostral, diferenciando em rios e reservatórios, conforme expresso nas Equações 6.4 a 6.7.

- Rio

$$IET(PT) = 10 \times \frac{6 - (0,42 - 0,36 \times (\ln PT))}{\ln 2} - 20 \quad \text{Equação 6.4}$$

$$IET(CL) = 10 \times \frac{6 - (-0,7 - 0,6 \times (\ln CL))}{\ln 2} - 20 \quad \text{Equação 6.5}$$

- Reservatório

$$IET(PT) = 10 \times \frac{6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln PT))}{\ln 2} \quad \text{Equação 6.6}$$

$$IET(CL) = 10 \times \frac{6 - (0,92 - 0,34 \times (\ln CL))}{\ln 2} \quad \text{Equação 6.7}$$

Em que:

PT = concentração de Fósforo Total medida à superfície da água;

CL = concentração de Clorofila-a medida à superfície da água; e,

ln = logaritmo natural.

Posteriormente, para obter o IET deve-se proceder com o cálculo da média aritmética simples dos índices calculados anteriormente, como apresentado na Equação 6.8.

$$IET = \frac{IET(PT) + IET(CL)}{2} \quad \text{Equação 6.8}$$

A partir do valor de IET, o corpo d'água pode ser classificado em seis (6) diferentes estados de trofia, conforme apresentado a seguir na Tabela 6.9.

Tabela 6.9 - Classes de estado trófico, conforme valor de IET.

Valor do IET	Classes de Estado Trófico
$IET \leq 47$	Ultraoligotrófico
$47 < IET \leq 52$	Oligotrófico
$52 < IET \leq 59$	Mesotrófico
$59 < IET \leq 63$	Eutrófico
$63 < IET \leq 67$	Supereutrófico
$IET > 67$	Hipereutrófico

Fonte: CETEST (2017) e IGAM (2018).

O IET será calculado para todos os pontos amostrais que compõem a rede de monitoramento limnológico da UHE Igarapava, contemplando assim o reservatório e o trecho a jusante do empreendimento, além de seus tributários.

- Índice de Balneabilidade (IB)

Com vistas a avaliar a balneabilidade do reservatório da UHE Igarapava, em conformidade com a Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000 (BRASIL, 2001), será calculado o IB, tal como proposto por CETESB (2017), que visa avaliar a qualidade da água para fins de recreação de contato primário, sendo aplicado em praias de águas interiores, localizadas em rios e reservatórios.

Sendo assim, o IB será calculado para todos os pontos amostrais localizados no rio Grande, conforme apontado anteriormente na Tabela 6.1, excluindo assim, dessa análise, os pontos amostrais localizados nos tributários.

A avaliação da balneabilidade dos pontos amostrais localizados no rio Grande será realizada a partir da análise dos parâmetros bacteriológicos Coliformes Termotolerantes e *E. coli*, conforme apontado na Tabela 6.10.

Tabela 6.10 - Classificação da balneabilidade.

Categoria	Coliformes Termotolerantes (UFC/100 ml)	<i>E. coli</i> (UFC/100 ml)	
Própria	Excelente	Máximo de 250 em 80% ou mais tempo	Máximo de 150 em 80% ou mais tempo
	Muito Boa	Máximo de 500 em 80% ou mais tempo	Máximo de 300 em 80% ou mais tempo
	Satisfatória	Máximo de 1.000 em 80% ou mais tempo	Máximo de 600 em 80% ou mais tempo
Imprópria	Superior a 1.000 em mais de 20% do tempo	Superior a 600 em mais de 20% do tempo	
	Maior que 2.500 na última medição	Maior que 1.500 na última medição	

Fonte: CETESB (2017).

Nota: UFC (Unidades Formadoras de Colônias).

Uma vez que o monitoramento da qualidade das águas da UHE Igarapava ocorre com periodicidade trimestral, a cada trimestre a balneabilidade será atualizada para cada ponto amostral, considerando, para tanto, apenas os resultados de Coliformes Termotolerantes e *E. coli* da campanha em curso. Visa-se, dessa forma, seguir a mesma forma de análise adotada por CETESB (2017), a qual, para praias com monitoramento superior à periodicidade semanal, adota-se para a classificação da balneabilidade apenas os resultados dos parâmetros bacteriológicos obtidos na campanha.

Posteriormente, o IB será obtido a partir da síntese das classificações ao longo das campanhas realizadas ao longo de um (1) ciclo hidrológico, ou seja, distribuídas ao longo de um (1) ano. As especificações que determinam a qualidade anual são apresentadas a seguir na Tabela 6.11.

Tabela 6.11 - Categorias do IB anual.

Categoria	Classificação
Ótima	Praias classificadas como Excelentes em 100% do tempo
Boa	Praias próprias em 100% do tempo, exceto as classificadas como Ótima
Regular	Praias classificadas como Impróprias em até 25% do tempo
Ruim	Praias classificadas como Impróprias entre 25% e 50% do tempo
Péssima	Praias classificadas como Impróprias em mais de 50% do tempo

Fonte: CETESB (2017).

Por fim, destaca-se que, conforme exposto no § 3º do Art. 2º da Resolução CONAMA nº 274/2000 (BRASIL, 2001), os Enterococos aplicam-se apenas à análise da balneabilidade de águas marinhas. Por este motivo, no presente programa, serão adotados apenas os parâmetros Coliformes Termotolerantes e *E. coli*.

6.4 Relatórios Técnicos

Ao final de cada ciclo hidrológico será elaborado um relatório técnico, o qual consolidará todas as análises realizadas ao longo do período de um (1) ano.

Ainda, sempre que possível, os relatórios técnicos devem trazer uma análise crítica temporal e especial do monitoramento da qualidade das águas realizados na UHE Igarapava, considerando, para tanto, os dados históricos monitorados ao longo dos anos anteriores e os diferentes ambientes amostrais, tais como, os diferentes trechos do reservatório, o remanso do reservatório, os tributários e o rio Grande a jusante do empreendimento.

Os relatórios apresentarão, como escopo mínimo, os itens elencados a seguir.

- Ficha de Identificação da Empresa.
- Sumário.
- Introdução.
- Objetivo.
- Metodologia Aplicada.
- Resultados e Discussões.
- Referências Bibliográficas.
- Anexos.

7 INTERFACE COM OUTROS PROGRAMAS

O Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório possui interface com outros programas socioambientais executados pelo Consórcio da Usina Hidrelétrica de Igarapava, os quais são elencados a seguir.

- Programa de Comunicação Social e Educação Ambiental, o qual poderá promover a divulgação dos resultados do monitoramento da qualidade da água, especialmente no que diz respeito ao Índice de Balneabilidade.
- Programa de Gestão dos Recursos Sólidos, Efluentes Domésticos e Industrial na Área da Usina, o qual, se executado conforme os procedimentos operacionais previstos, contribuirá para a não contaminação do rio Grande e do reservatório da UHE Igarapava, visto que os resíduos e efluentes serão tratados em conformidade com a legislação específicas e normas técnicas aplicáveis.
- Programa de Monitoramento de Processos Erosivos, dado que a manutenção da estabilidade das margens do reservatório da UHE Igarapava é fator preponderante para a manutenção da qualidade da água deste corpo d'água.
- Programa de Controle de Proliferação de Macrófitas Aquáticas, o qual poderá utilizar dos resultados do monitoramento da qualidade da água para explicar a dinâmica de colonização destas plantas no reservatório da UHE Igarapava.

- Programa de Recuperação de Áreas de Preservação Permanente do Entorno do Reservatório, o qual contribui de forma preponderante para a manutenção da qualidade da água do reservatório da UHE Igarapava, a partir da proteção das margens e do solo, agindo na atenuação de fatores de degradação ambiental.
- Programa de Monitoramento da Ictiofauna, uma vez que, os resultados do monitoramento da qualidade da água, podem contribuir para elucidar possíveis adversidades constatadas na comunidade íctica.

8 ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS

- Resolução CONAMA nº 274, de 29 de novembro de 2000 (BRASIL, 2001) - Define os critérios de balneabilidade das águas brasileiras.
- Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005 (BRASIL, 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.
- Portaria do Ministério da Saúde nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011 (BRASIL, 2011) - Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
- Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008 (MINAS GERAIS, 2008) - 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.

9 CRONOGRAMA

Para a execução do Programa de Monitoramento das Características Limnológicas e de Qualidade da Água do Reservatório, prevê-se o cronograma físico apresentado a seguir na Tabela 9.1.

Tabela 9.1 - Cronograma físico.

Atividade	Mês												
	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	
Campanha amostral * (rede de parâmetros e profundidades trimestral)		X			X							X	
Campanha amostral ** (rede de parâmetros e profundidades trimestral e anual)								X					
Relatório Técnico (protocolo no IBAMA)										X			

Nota: * campanha amostral na qual haverá a amostragem apenas dos parâmetros e profundidades de monitoramento com periodicidade trimestral. ** campanha amostral na qual haverá a amostragem dos parâmetros e profundidades de monitoramento com periodicidade trimestral e anual.

10 LITERATURA CITADA

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9.897: Planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 30 jun. 1987a. 14 p.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. NBR 9.898: Preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores. Rio de Janeiro, 30 jun. 1987b. 22 p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 274, de 29 de novembro de 2000. Define os critérios de balneabilidade das águas brasileiras. Brasília: Diário Oficial da União, 25 jan. 2001. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=272>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução nº 357, de 17 de março de 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. Brasília: Diário Oficial da União, 18 mar. 2005. Disponível em: <<http://www2.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Cianobactérias/Cianotoxinas: Procedimentos de Coleta, Preservação e Análise. Ministério da Saúde, Secretaria de Vigilância em Saúde, Departamento de Vigilância em Saúde Ambiental e Saúde do Trabalhador. Brasília: Ministério da Saúde, 2015. 106 p. Disponível em: <<http://portalarquivos2.saude.gov.br/images/pdf/2015/janeiro/19/cianobacterias-cianotoxinas-2...pdf>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Portaria nº 2.914, de 12 de dezembro de 2011. Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília: Diário Oficial da União, 14 dez. 2011. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/gm/2011/prt2914_12_12_2011.html>. Acesso em: 1 abr. 2019.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO - CETESB. Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo: Apêndice D - Índices de Qualidade das Águas. São Paulo, 2017. 32 p. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/aguas-interiores/wp-content/uploads/sites/12/2017/11/Ap%C3%AAndice-D-%C3%8Dndices-de-Qualidade-das-%C3%81guas.pdf>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

ICATU. Estudos Batimétricos e Limnológicos no Reservatório da Usina Hidrelétrica de Igarapava (Usina). Revisão 000. Belo Horizonte set, 2012. 161 p.

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP. Qualidade das Águas dos Reservatórios do Estado do Paraná. Curitiba, 2017. Disponível em: <http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Qualidade_das_aguas/RElatoriofinal.pdf>. Acesso em: 1 abr. 2019.

INSTITUTO MINEIRO DE GESTÃO DAS ÁGUAS - IGAM. Portal InfoHidro: Informações Sobre Recursos Hídricos. Índice de Estado Trófico – IET. Belo Horizonte, 2018. Disponível em: <<http://portalinfohidro.igam.mg.gov.br/sem-categoria/322-indice-de-estado-trofico-iet>>. Acesso em: 1 abr. 2019.

MAGURRAN, A. E. Ecological diversity and its measurement. Princeton: Princeton University, 1988. 179 p.

MINAS GERAIS, Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM); Conselho Estadual de Recursos Hídricos de Minas Gerais (CERH-MG). Deliberação Normativa nº 01, de 05 de maio de 2008. 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.

PIELOU, E. C. The interpretation of ecological data: a primer on classification and ordination. Nova York: John Wiley & Sons, 1984. 263 p.

11 ANOTAÇÕES DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA

Na sequência são apresentadas as Anotações de Responsabilidade Técnica (ARTs) dos profissionais Luciano Cota (Coordenador Geral da elaboração do programa), Joana Cruz (Coordenadora Geral da elaboração do programa) e Marcelo Xavier (Responsável pela elaboração do programa).



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 02/05/2019 3:59:03 PM	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART		Nº: 2019/03585	
CONTRATADO			
Nome: LUCIANO ROSA COTA		Registro CRBio: 062038/04-D	
CPF: 03263018604		Tel: 33245504	
E-mail: luciano@azurit.com.br			
Endereço: R PAULO PIEDADE CAMPOS, 315 APT: 304			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: ESTORIL	
CEP: 30494-225		UF: MG	
CONTRATANTE			
Nome: CONSÓRCIO DA USINA HIDRELÉTRICA DE IGARAPAVA			
Registro profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 00.139.155/0003-75	
Endereço: Rodovia BR-050, KM 208, Zona Rural			
Cidade: CONQUISTA		Bairro:	
CEP: 38195-000		UF: MG	
Site:			
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Natureza: Prestação de Serviços - Proposição de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços, Coordenação/orientação de estudo/projetos de pesquisa e/ou outros serviços			
Identificação: GESTÃO AMBIENTAL - ELABORAÇÃO DE PROGRAMAS AMBIENTAIS			
Município do trabalho: BELO HORIZONTE		UF: MG	Município da sede: CONQUISTA
			UF: MG
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: MULTIDISCIPLINAR	
Área do conhecimento: Ecologia		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: COORDENAÇÃO DA ELABORAÇÃO E REVISÃO DE PROGRAMAS AMBIENTAIS DA OPERAÇÃO DA UHE IGARAPAVA, LOCALIZADA NO RIO GRANDE, MUNICÍPIOS DE CONQUISTA E IGARAPAVA, DIVISA DOS ESTADOS DE MINAS GERAIS E SÃO PAULO. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS E DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO; PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA; PROGRAMA DE RECUPERAÇÃO DA ÁREA DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DO ENTORNO DO RESERVATÓRIO; E, PROGRAMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS, EFLUENTES DOMÉSTICOS E INDUSTRIAIS NA ÁREA DA USINA.			
Valor: R\$ 3000,00		Total de horas:30	
Início: 08/04/2019		Término:	
ASSINATURAS			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 02/05/2019 <i>Luciano Rosa Cota</i> Assinatura do profissional		Data: 02/05/2019 <i>Joelma M. S. Ferreira</i> Coordenadora Sócioambiental Consórcio UHE Igarapava Assinatura e carimbo do contratante	
Para verificar a autenticidade desta ART acesse o CRBio-04 Online em nosso site e depois o serviço Conferência de ART			
Solicitação de baixa por distrato		Solicitação de baixa por conclusão	
Data: / /		Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio.	
Assinatura do profissional		Nº do protocolo: 48242/NET	
Data: / /		Data: / / Assinatura do profissional	
Assinatura e carimbo do contratante		Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	

Imprimir ART



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART
Leinº 6.496, de 7 de dezembro de 1977
CREA-MG
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais

ART de Obra ou Serviço
14201900000005190381

1. Responsável Técnico

JOANA CRUZ DE SOUZA

Título profissional:
ENGENHEIRO CIVIL;

RNP: 1404136100

Registro: 04.0.0000084308

Empresa contratada:
AZURIT ENGENHARIA LTDA

Registro: 36760

2. Dados do Contrato

Contratante: **CONSORCIO DA USINA HIDRELETRICA DE IGARAPAVA** CNPJ: 00.139.155/0003-75

Logradouro: **RODOVIA BR 050 - KM 208** Nº: 000000

Cidade: **CONQUISTA** Bairro: **ZONA RURAL** UF: **MG** CEP: **38195000**

Contrato: Celebrado em: **27/02/2019**

Valor: **16.000,00** Tipo de contratante: **PESSOA JURÍDICA DE DIREITO PRIVADO**

3. Dados da Obra/Serviço

Logradouro: **RODOVIA BR 050 - KM 208** Nº: 000000

Cidade: **CONQUISTA** Bairro: **ZONA RURAL** UF: **MG** CEP: **38195000**

Data de início: **27/02/2019** Previsão de término: **27/06/2019**

Finalidade: **AMBIENTAL**

Proprietário: **CONSORCIO DA USINA HIDRELETRICA DE IGARAPAVA** CNPJ: 00.139.155/0003-75

4. Atividade Técnica

1 - COORDENAÇÃO Quantidade: **1.00** Unidade: **un**

ESTUDO, MEIO AMBIENTE, PLANO DE CONTROLE AMBIENTAL-PCA

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

COORDENAÇÃO GERAL DA REVISÃO DE PROGRAMAS AMBIENTAIS DA UHE IGARAPAVA E ELABORAÇÃO DO PROGRAMA DE GESTÃO DOS RESÍDUOS SÓLIDOS, EFLUENTES DOMÉSTICOS E INDUSTRIAIS NA ÁREA DA USINA.....

6. Declarações

7. Entidade de Classe

ASSOCIAÇÃO DOS EX-ALUNOS DA ESCOLA DE ENGENHARIA

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Joana Cruz de Souza de *22* de *maio* de *2019*

Joana Cruz de Souza

JOANA CRUZ DE SOUZA RNP: 1404136100

Jelma M. G. Ferreira

CONSORCIO DA USINA HIDRELETRICA CNPJ: 00.139.155/0003-75

9. Informações

- A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.
- A autenticidade deste documento pode ser verificada no site www.crea-mg.org.br ou www.confex.org.br
- A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional e do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

VALOR DA OBRA: R\$ **RS16.000,00.** ÁREA DE ATUAÇÃO: **MEIO AMBIENTE,**

www.crea-mg.org.br | 0800.0312732

CREA-MG
 Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Minas Gerais



Serviço Público Federal
CONSELHO FEDERAL/CONSELHO REGIONAL DE BIOLOGIA -
4ª REGIÃO

Situação: TRABALHO EM ANDAMENTO		Data: 17/04/2019 1:49:16 PM	
ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART		Nº: 2019/03156	
CONTRATADO			
Nome: MARCELO XAVIER DE OLIVEIRA		Registro CRBio: 080074/04-D	
CPF: 06218463680		Tel: 996595860	
E-mail: warceloxavier@hotmail.com			
Endereço: R. JOAO DE DEUS MATOS, 234, 405			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: IPIRANGA	
CEP: 31160-080		UF: MG	
CONTRATANTE			
Nome: AZURIT ENGENHARIA LTDA. - EPP MATRIZ			
Registro profissional:		CPF/CGC/CNPJ: 07.895.877/0001-37	
Endereço: AV CARANDAI, 288, SALA 201			
Cidade: BELO HORIZONTE		Bairro: FUNCIONARIOS	
CEP: 30130-060		UF: MG	
Site:			
DADOS DA ATIVIDADE PROFISSIONAL			
Natureza: Prestação de Serviços - Execução de estudos, projetos de pesquisa e/ou serviços			
Identificação: UHE Igarapava - Revisão de Programas Ambientais			
Município do trabalho: BELO Horizonte		UF: MG	
Município da sede: Belo Horizonte		UF: MG	
Forma de participação: Equipe		Perfil da equipe: Biólogos, Geógrafos e Engenheiros	
Área do conhecimento: Ecologia		Campo de atuação: Meio ambiente	
Descrição sumária da atividade: REVISÃO DOS PROGRAMAS AMBIENTAIS DA UHE IGARAPAVA, SENDO ELES, PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS CARACTERÍSTICAS LIMNOLÓGICAS E DE QUALIDADE DA ÁGUA DO RESERVATÓRIO; E PROGRAMA DE MONITORAMENTO DA ICTIOFAUNA. O EMPREENDIMENTO EM QUESTÃO LOCALIZA-SE NO RIO GRANDE, NA DIVISA ENTRE OS ESTADOS DE MINAS GERAIS E SÃO PAULO, NOS MUNICÍPIOS MINEIROS DE CONQUISTA E SACRAMENTO E NOS MUNICÍPIOS PAULISTAS DE IGARAPAVA E RIFANIA.			
Valor: R\$ 3000,00		Total de horas: 50	
Início: 18/03/2019		Término:	
ASSINATURAS			
Declaro serem verdadeiras as informações acima			
Data: 02/05/2019 Assinatura do profissional		Data: 02/05/2019 Assinatura e carimbo do contratante	
Solicitação de baixa por distrato Data: / / Assinatura do profissional Data: / / Assinatura e carimbo do contratante		Solicitação de baixa por conclusão Declaramos a conclusão do trabalho anotado na presente ART, razão pela qual solicitamos a devida BAIXA junto aos arquivos desse CRBio. Nº do protocolo: 47732/NET Data: / / Assinatura do profissional Data: / / Assinatura e carimbo do contratante	

[Imprimir ART](#)