

## 4.3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA

### 4.3.1. Introdução e Justificativa

Represas artificiais, tais como as de Pequenas Centrais Hidrelétricas, são ecossistema aquáticos de extrema importância estratégica, uma vez que, além da base limnológica e ecológica que proporcionam, são utilizadas para diversos e variados usos que interferem com a qualidade da água, assim como nos mecanismos de sucessão das comunidades aquáticas dos rios e bacias hidrográficas (TUNDISI e MATSUMURA-TUNDISI, 2008).

Tendo isto em vista, no processo de licenciamento ambiental destes empreendimentos hidrelétricos praticamente tornou-se regra (embora ainda não houvesse exigências legais explícitas) a proposta de um programa de monitoramento da qualidade da água no reservatório, acrescido ou não de monitoramento adicional de rios de interesse em seu entorno. Tal monitoramento passou a ser requisito de operação, para aproveitamentos com área inundada superior a 3 km<sup>2</sup>, através das condições e procedimentos estabelecidos pela Resolução Conjunta ANEEL/ ANA nº 03, de 10 de agosto de 2010.

Sendo assim, embora a área do reservatório da PCH Lucia Cherobim seja inferior a 3 km<sup>2</sup> (1,47 km<sup>2</sup>), o presente programa de monitoramento limnológico e de qualidade da água procura estabelecer estratégias para detectar eventuais impactos sobre a qualidade da água, a fim de fundamentar ações eficientes de melhoria no desempenho ambiental do empreendimento. O referido programa é elaborado e apresentado como parte integrante do Projeto Básico Ambiental, em atendimento às recomendações e medidas mitigadoras apresentadas no Estudo de Impacto Ambiental do empreendimento.

O monitoramento limnológico e da qualidade da água em empreendimentos hidrelétricos é de grande importância, pois fornece informações acerca de características do meio aquático e quais mudanças sofreram em função do barramento. Para a PCH Lucia Cherobim, a necessidade de execução de tal programa é ressaltada pela sua localização em proximidade à Região Metropolitana de Curitiba, que é responsável pelo aporte de altas cargas poluidoras sobre o Rio Iguaçu, conforme evidenciado no diagnóstico ambiental apresentado no Estudo de Impacto do empreendimento.

Além disso, esse monitoramento colabora no planejamento da operação de geração hidrelétrica, provendo informações para a elaboração de relatórios de acompanhamento e formação de um banco de dados que podem colaborar com estudos futuros e, também, com o diálogo com órgãos ambientais.

### 4.3.2. Objetivos (Gerais e Específicos)

O objetivo geral deste programa é a obtenção de dados sobre a qualidade ambiental das águas superficiais na área de influência da PCH Lucia Cherobim, viabilizando a detecção e avaliação de efeitos do aproveitamento e do entorno sobre os corpos hídricos afetados, subsidiando a adoção de medidas de controle, caso sejam identificados problemas na qualidade da água.

Os objetivos específicos são:

- Produzir dados sobre a condição da qualidade das águas superficiais durante a implantação e operação do empreendimento, mediante monitoramento nos pontos definidos, colaborando assim com o enriquecimento dos bancos de dados hidrológicos da região;
- Avaliar os resultados analíticos, visando identificar alterações e a origem do processo, natural ou antrópico;
- Subsidiar ações de prevenção e correção de atividades impactantes que minimizem os efeitos de alteração da qualidade das águas, prejuízo aos eventuais usos e às condições de suporte dos ecossistemas aquáticos, fauna e flora que se inter-relacionem;
- Sugerir medidas para aproveitamento de oportunidades de melhoria, com parcerias para prevenção da poluição decorrente do uso do solo na área a montante do reservatório.

### 4.3.3. Metas e Indicadores

#### Metas

- Monitorar a qualidade da água (águas interiores superficiais) em 4 pontos amostrais, nas fases pré-implantação, implantação e operação do empreendimento;
- Atendimento aos padrões de qualidade de água estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para águas doces Classe II e;
- Implementação de medidas corretivas sempre que forem identificadas alterações nas características da água dos recursos hídricos na área de influência.

Os indicadores ambientais do programa de monitoramento limnológico e da qualidade da água se basearão diretamente nos resultados analíticos (*in situ* ou laboratoriais) e nos demais resultados calculados mediante aplicação de metodologias constantes no subitem 4.3.5, de compilação de dados (IQA e IQAR).

Conforme discussões deste mesmo subitem, os resultados analíticos serão organizados em planilhas digitais e será construído um gráfico de resultados pelo tempo, por ponto e por parâmetro. Tal estratégia supre o programa com uma ferramenta de análise da evolução temporal dos resultados. De maneira complementar, com base nestes resultados tabulados, será avaliado o atendimento do resultado de cada análise ao padrão de classe, quando existente e aplicável; serão calculados o IQA e o e IQAR para o ponto P02-RES; e serão calculados os seguintes indicadores ambientais, propriamente ditos:

- Índice de atendimento, para cada campanha e por ponto, que consiste na razão (percentual) entre o número de atendimento ao padrão pelo número total de parâmetros com padrão de classe existente e aplicável;
- IQA e IQAR, cujos resultados calculados, por si só, já provêm avaliações globais de qualidade da água para cada campanha e por ponto.

Estes três indicadores de atendimento poderão fundamentar comparações e conclusões para um mesmo ponto e entre pontos diferentes capazes de subsidiar interpretações úteis aos objetivos do programa. Plotados em gráficos contribuirão também a evolução temporal destes indicadores.

#### 4.3.4. Público Alvo

O público alvo é composto pelos órgãos de controle ambiental, estadual e municipal e pela comunidade da área de influência direta, trabalhadores das obras de implantação e futuros funcionários da PCH Lucia Cherobim.

#### 4.3.5. Metodologia

##### Descrição das atividades

O monitoramento da qualidade da água superficial da área do reservatório e entorno será realizado através de coletas periódicas de amostras de água e análise laboratorial de parâmetros indicadores. Visa observar, através dos resultados continuados de monitoramento, a condição de qualidade da água na área do reservatório e a jusante, de maneira associada com os resultados em ponto de aporte (a montante), a fim de que sejam asseguradas a manutenção da vida aquática e os usos da água a montante e a jusante do barramento.

##### Pontos de monitoramento

Os pontos de monitoramento limnológico e de qualidade da água são definidos visando à avaliação da condição da qualidade da água: no reservatório, a montante, a jusante (trecho de vazão reduzida) e a jusante do canal de restituição (da vazão turbinada), no Rio Iguaçu.

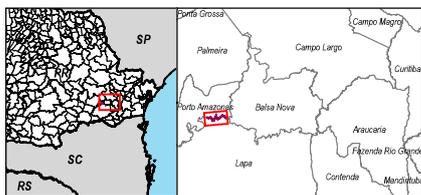
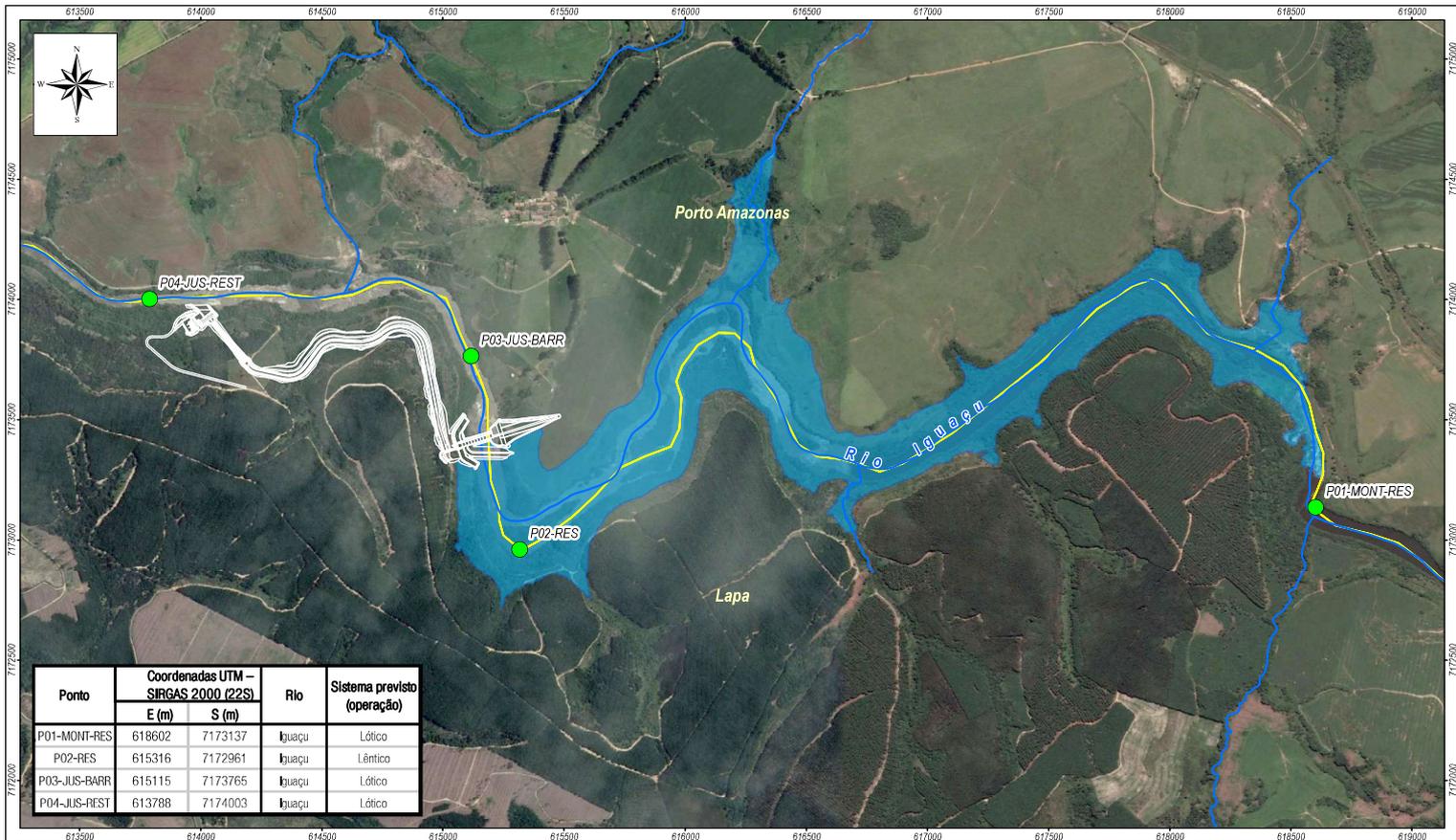
Adicionalmente, foram buscados locais com facilidade de acesso, tendo em vista a necessidade de coletas rápidas e eficientes para transporte ao laboratório, atendendo aos prazos de preservação das amostras.

Na Tabela 4.3.5-1 a seguir constam informações sobre a localização de cada um dos pontos de monitoramento, cuja apresentação se dá na seqüência.

**Tabela 4.3.5-1 – Coordenadas dos pontos de monitoramento da PCH Lucia Cherobim.**

| Ponto        | Coordenadas UTM – SIRGAS 2000 (22S) |         | Rio    | Sistema previsto (operação) |
|--------------|-------------------------------------|---------|--------|-----------------------------|
|              | E (m)                               | S (m)   |        |                             |
| P01-MONT-RES | 618602                              | 7173137 | Iguaçu | Lótico                      |
| P02-RES      | 615316                              | 7172961 | Iguaçu | Lêntico                     |
| P03-JUS-BARR | 615115                              | 7173765 | Iguaçu | Lótico                      |
| P04-JUS-REST | 613788                              | 7174003 | Iguaçu | Lótico                      |

Ainda com relação à localização dos pontos de monitoramento, vale salientar que os mesmos apenas podem ser alterados durante a execução por questões de segurança (à equipe de amostragem) e/ou pela possibilidade de acesso mais fácil/rápido com o uso de novas vias a serem construídas para instalação e operação da PCH (fato que se traduz em ganho de tempo à preservação das amostras). Caso alguma alteração ocorra por estes motivos, a mesma será devidamente justificada em relatório – acrescida da indicação das coordenadas, apresentação em base cartográfica e descrição do novo local.



**Legenda:**

- Malha amostral do programa de monitoramento limnológico e qualidade de água
- Estrutura / Área da PCH Lúcia Cherubim
- Hidrografia
- Limite municipal
- Reservatório

**LJ PCH Lúcia Cherubim - CPFL**  
 Figura 4,3,5-1 Malha Amostral do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade de Água

**Local:** Porto Amazonas / Lapa - Paraná

|  |          |                |                      |
|--|----------|----------------|----------------------|
| Projeto Universal Transversa de Mensurar |          | Escala Gráfica |                      |
| Datum Horizontal: SIRGAS2000 - Fuso 22S  |          |                |                      |
| Área:                                    | Escala:  | Data Edição:   | Executado por:       |
|  | 1:15.000 | 20/03/2019     | Vinícius André Netto |

## Parâmetros de análise

Os parâmetros analisados foram selecionados dentro da grande gama apresentada pela resolução CONAMA nº 357/2005 (e atualizações) como padrões de qualidade para águas superficiais, e com base nas mais prováveis modificações que o represamento pode promover a seu entorno, atuando assim como indicadores destes fenômenos.

Tendo isto em vista, adotou-se um conjunto bastante objetivo de parâmetros físico-químicos e microbiológicos capazes de subsidiar avaliações sobre a garantia da condição da qualidade da água para os usos aos quais se destina, principalmente através do estudo de aporte de nutrientes, matéria orgânica, eutrofização (ocorrência ou possibilidade) e condição aeróbia.

Adicionalmente, buscou-se também a composição de um conjunto paramétrico cujo resultado possibilita o cálculo e/ou comparação com índices de qualidade da água. Desta forma foram definidos os parâmetros a serem analisados apresentados na Tabela 4.3.5-2 a seguir, na qual constam também os padrões para rios de água doce classe 2, em que se enquadram os rios avaliados (da bacia do Rio Iguaçu), conforme Portaria SUREHMA nº 020/1992.

A análise desses parâmetros tem a finalidade de avaliar a estrutura e funcionamento do ecossistema aquático; documentar a curto e longo prazo a variabilidade na qualidade da água, especialmente por despejos ricos em nutrientes, além de fornecer dados sobre o estado trófico do ecossistema, subsidiando assim a tomada de decisões em programas de monitoramento e gerenciamento do reservatório, caso necessário, minimizando seus impactos.

**Tabela 4.3.5-2 – Parâmetros de análise, por ponto, e padrões de qualidade para rios de água doce Classe 2.**

| Parâmetro  | Pontos               | Limite (classe 2)   |
|--|----------------------|---|
| Clorofila-a ( $\mu\text{g.L}^{-1}$ )   | Todos                | 30 $\mu\text{g/L}$  |
| Coliformes termotolerantes (UFC/100 mL)  | Todos                | (1)   |
| Coliformes totais (UFC/100 mL)   | Todos                | -   |
| Condutividade ( $\mu\text{S/cm}$ )   | Todos                | -   |
| Cor verdadeira ( $\text{mg Pt.L}^{-1}$ ou Hz)  | Todos                | 75 Pt/L (equivalente ao Hz)   |
| DBO ( $\text{mg O}_2\text{.L}^{-1}$ )  | Todos                | $\leq 5,0 \text{ mg/L}$   |
| Déficit de oxigênio dissolvido (%)   | Todos <sup>(2)</sup> | -   |
| DQO ( $\text{mg O}_2\text{.L}^{-1}$ )  | Todos <sup>(3)</sup> | -   |
| Fitoplâncton – incluindo Cianobactérias como subproduto (diversidade, em indivíduos.mL <sup>-1</sup> ) | P02-RES (operação)   | -   |
| Fósforo total ( $\text{mg P.L}^{-1}$ )   | Todos <sup>(3)</sup> | 0,03 $\text{mg/L}^{(4)}$  |
|  |                      | 0,05 $\text{mg/L}^{(5)}$  |
|  |                      | 0,1 $\text{mg/L}^{(6)}$   |
| Nitrato ( $\text{mg N.L}^{-1}$ )   | Todos                | 10,0 $\text{mg/L}$  |
| Nitrito ( $\text{mg N.L}^{-1}$ )   | Todos                | 1,0 $\text{mg/L}$   |
| Nitrogênio amoniacal total ( $\text{mg NH}_4\text{.L}^{-1}$ )  | Todos                | 3,7 $\text{mg/L N}$ ( $\text{pH} \leq 7,5$ )<br>2,0 $\text{mg/L N}$ ( $7,5 < \text{pH} \leq 8,0$ )<br>1,0 $\text{mg/L N}$ ( $8,0 < \text{pH} \leq 8,5$ )<br>0,5 $\text{mg/L N}$ ( $\text{pH} > 8,5$ ) |
| Nitrogênio inorgânico total ( $\text{mg N.L}^{-1}$ )   | Todos <sup>(3)</sup> | -   |
| Nitrogênio total ( $\text{mg N.L}^{-1}$ )  | Todos                | 1,27 ( $\text{mg N.L}^{-1}$ ) <sup>(4)</sup>  |
|  |                      | 2,18 ( $\text{mg N.L}^{-1}$ ) <sup>(6)</sup>  |
| Óleos e graxas minerais ( $\text{mg.L}^{-1}$ )   | Todos                | Virtualmente ausentes   |
| Óleos e graxas vegetais ( $\text{mg.L}^{-1}$ )   | Todos                | Virtualmente ausentes   |
| Oxigênio dissolvido ( $\text{mg O}_2\text{.L}^{-1}$ )  | Todos <sup>(2)</sup> | $\geq 5,0 \text{ mg/L}$   |
| pH (U pH)  | Todos                | entre 6 e 9 U pH  |
| Profundidade de Secchi/ Transparência (m)  | Todos                | -   |

**Tabela 4.3.5-2 – Parâmetros de análise, por ponto, e padrões de qualidade para rios de água doce Classe 2. Cont**

| Parâmetro   | Pontos             | Límite (classe 2)       |
|---|--------------------|-------------------------|
| Profundidade média (m)                              | P02-RES (operação) | -                       |
| Resíduo total/ sólidos totais (mg.L <sup>-1</sup> ) | Todos              | -                       |
| Sólidos dissolvidos totais (mg.L <sup>-1</sup> )    | Todos              | 500 mg.L <sup>-1</sup>  |
| Sólidos dissolvidos voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )  | Todos              | -                       |
| Sólidos totais voláteis (mg.L <sup>-1</sup> )       | Todos              | -                       |
| Temperatura da água (°C)                            | Todos              | -                       |
| Temperatura do ar (°C)                              | Todos              | -                       |
| Turbidez  | Todos              | 100 UNT                 |
| Malation  | Todos              | 0,1 mg.L <sup>-1</sup>  |
| Clomazona   | Todos              | -                       |
| Tebuthiuron   | Todos              | -                       |
| Hexazinona  | Todos              | -                       |
| Atrazina  | Todos              | 2,0 mg.L <sup>-1</sup>  |
| Carbendazim   | Todos              | -                       |
| Diuron  | Todos              | -                       |
| Tebocunazol   | Todos              | -                       |
| Carbofurano   | Todos              | -                       |
| Ametrina  | Todos              | -                       |
| Imidacloprido                                       | Todos              | -                       |
| Alaclor   | Todos              | -                       |
| Fluroxipir  | Todos              | 20,0 mg.L <sup>-1</sup> |
| Imazaquim   | Todos              | -                       |
| Imazetapir  | Todos              | -                       |
| Metolacoloro  | Todos              | 10,0 mg.L <sup>-1</sup> |
| Simazina  | Todos              | 2,0 mg.L <sup>-1</sup>  |

(1) Coliformes termotolerantes: para uso de recreação de contato primário deverá ser obedecida a Resolução CONAMA nº 274, de 2000. Para os demais usos, não deverá ser excedido um limite de

1.000 coliformes termotolerantes por 100 mililitros em 80% ou mais de pelo menos 6 (seis) amostras coletadas durante o período de um ano, com frequência bimestral;

(2) No ponto P02-RES (fase de operação), para temperatura da água, oxigênio dissolvido e déficit de oxigênio serão apresentados resultados da superfície e da média da coluna d'água; (3) No ponto P02-RES (fase de operação), análises dos parâmetros DQO, fósforo total e nitrogênio inorgânico total serão realizadas para amostras das profundidades I e II, definidas no subitem "profundidades de amostragem no reservatório", deste programa; (4) em ambientes lênticos; (5) em ambientes intermediários, com tempo de residência entre 2 e 40 dias, e tributários diretos de ambiente lênticos; (6) para ambientes lóticos.

### Procedimentos de amostragem

Para a fase pré-implantação será realizada uma campanha nos 3 meses que antecederem o início das obras (ver capítulo de Produtos e Cronograma). Para as fases de implantação e operação as amostragens serão trimestrais, sendo que a primeira campanha será realizada já no 1 mês da fase de implantação da PCH, devendo-se manter até 24 meses após o enchimento do reservatório e efetiva operação do empreendimento.

As coletas serão realizadas por técnicos qualificados, obedecendo às normas ABNT NBR 9897 (planejamento de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores) e ABNT NBR 9898 (preservação e técnicas de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores).

De maneira complementar, serão empregados também procedimentos de amostragem (tais como definição de volumes, recipientes adequados e métodos de preservação) recomendados por bibliografias reconhecidas, nas suas edições mais recentes, como:

- Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, AWWA-APHA-WPCI;
- Guia nacional de coleta e preservação de amostras, CETESB/ANA;
- Handbook for sampling and sample preservation of water and wastewater, EPA – U.S. Environmental Protection Agency.

Dentre os parâmetros a serem analisados, condutividade, oxigênio dissolvido, pH, transparência (Secchi) temperatura e turbidez serão medidos in loco com os equipamentos apropriados, devidamente calibrados e/ou aferidos. A operação de cada equipamento seguirá as recomendações do manual do fabricante e as demais técnicas que garantam a qualidade da amostra e da medição.

Alguns critérios essenciais à qualidade do processo de amostragem serão seguidos:

- Os profissionais responsáveis pelas coletas serão devidamente treinados para execução dos procedimentos e sempre utilizarão luvas estéreis para os mesmos;
- As amostras não incluirão partículas grandes, folhas, ou qualquer material de presença acidental, procurando refletir as características normais do corpo hídrico e a representatividade da amostra;
- Os frascos e utensílios de coleta serão ambientados à amostra com um triplo enxágue com água do ponto de coleta, previamente à amostragem definitiva (exceto quando preparados em laboratório com procedimentos adequados de lavagem e enxague, e adição de preservantes);
- Sempre que em corpo d'água com fluxo direcional, os frascos serão posicionados para efetuar a coleta de amostras no sentido contracorrente, quando possível a 20 cm da superfície da água;
- As coletas incluirão volumes superiores aos mínimos, como segurança para eventuais necessidades de repetição de análises;
- Determinações de campo serão realizadas em alíquotas de amostra separadas das que serão encaminhadas para análise;
- Os frascos e utensílios de coleta serão avaliados previamente quanto à sua limpeza e higienização;
- A transferência de amostras para os frascos será lenta, com os devidos cuidados para evitar sua aeração;
- As partes internas de frascos, utensílios de coleta e tampas não serão tocadas por pessoas ou ficarão expostas a pó, fumaças, gases e outras fontes de contaminação ambiental;
- Os amostradores não farão uso de cigarros e semelhantes durante os procedimentos de coleta;
- As amostras serão protegidas da luz imediatamente após a coleta;
- Toda coleta será registrada em uma ficha específica;
- Os frascos serão cheios ao máximo de sua capacidade, evitando a presença de oxigênio em seu interior, considerando ainda a necessidade de preservação ou não (exceto amostras para análises de parâmetros cuja preservação seja diferente);
- Os frascos serão acondicionados de forma a evitar sua movimentação e possível quebra durante o transporte, sendo devidamente imobilizados no veículo de transporte;
- Serão empregadas caixas térmicas para acondicionamento dos frascos, as quais serão devidamente identificadas e fechadas/vedadas; Em caso de coleta com fins de análise microbiológica, serão utilizados frascos esterilizados, e esta será a primeira coleta em cada ponto;

As coletas de amostras de água utilizarão como referência para seleção de frascos e estratégias de acondicionamento e transporte as informações apresentadas na Tabela 4.3.5-3, salvo ocasiões em que outra norma ou diretriz reconhecida seja empregada para justificar alteração de procedimento. Estes cuidados objetivam retardar a ação biológica e a hidrólise, reduzir os efeitos de sorção, e outros que alterem os resultados analíticos e sua confiabilidade. Além destas recomendações, serão solicitadas informações complementares quanto à preservação de amostras ao laboratório que as receberá, incluindo assim eventuais particularidades quanto à metodologia de análise utilizada.

**Tabela 4.3.5-3 – Condições de coleta e preservação de amostras de água.**

| Parâmetro                             | Coleta  | Recipiente | Volume de referência (mL) | Preservação   | Armazenamento  | Prazo de validade                               |
|---------------------------------------|---|------------|---------------------------|---|--|---|
| Clorofila A (Filtrada em laboratório) | Diretamente nos frascos ou com balde de aço inox; Garrafa de van Dorn (zona eufótica, profundidade I) no P02-RES (fase de operação) | VA BL      | 1000 <sup>(1)</sup>       | Resfriamento (em gelo) e proteger da luz                            | Refrigeração entre 4°C e 10°C e manter ao abrigo da luz            | 48h   |
| Coliformes termotolerantes;           | Diretamente nos frascos esterilizados (preferencialmente) ou em baldes esterilizados  | P,V,SP LE  | 100                       | Resfriamento (em gelo)  | Refrigeração entre 2°C e 8°C e proteger da luz. Não congelar       | 24h   |
| Coliformes totais                     |   |            |                           |   |  |   |
| Condutividade (em campo)              | -   | -          | -                         | -   | -  | Ensaio imediato                                 |
| Cor verdadeira                        | Diretamente nos frascos ou com balde de aço inox  | P,V        | 250                       | Resfriamento (em gelo)  | Refrigeração a 4°C ± 2°C   | 48h   |
| DBO                                   | Diretamente nos frascos ou com balde de aço inox  | P,V        | 2 x 1000                  | Resfriamento (em gelo)  | Refrigeração a 4°C ± 2°C   | 24h<br>48h <sup>(2)</sup>                       |
| Déficit de oxigênio dissolvido        | -   | -          | -                         | -   | -  | Ensaio imediato ou cálculo                      |
| DQO                                   | Balde de aço inox; Garrafa de van Dorn (profundidades I e II) no P02-RES (fase de operação)   | P,V        | 250                       | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1+1 até pH<2; Resfriamento (em gelo) | Refrigeração a 4°C ± 2°C   | 7 dias<br>28 dias <sup>(2)</sup>                |
| Fitoplâncton                          | Garrafa de van Dorn (zona eufótica, profundidade I)   | VA BL      | 100                       | Lugol <sup>(3)(4)</sup>   | Armazenar em temperatura ambiente, protegido da luz <sup>(3)</sup> | 1 mês   |
| Fósforo total                         | Balde de aço inox; Garrafa de van Dorn (profundidades I e II) no P02-RES (fase de operação)   | P,V        | 250                       | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1+1 até pH<2; resfriamento (em gelo) | Refrigeração a 4°C ± 2°C   | 28 dias   |
| Nitrato                               | Balde de aço inox   | P,V        | 250                       | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1+1 até pH<2; resfriamento (em gelo) | Refrigeração a 4°C ± 2°C   | 7 dias  |
| Nitrito                               |   |            |                           |   |  |   |
| Nitrogênio amoniacal                  |   |            |                           |   |  |   |
| Nitrogênio total                      |   |            |                           |   |  |   |
| Nitrogênio inorgânico total           | Balde de aço inox; Garrafa de van Dorn (profundidades I e II) no P02-RES (fase de operação)   | P,V        | 250                       | H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> 1+1 até pH<2; resfriamento (em gelo) | Refrigeração a 4°C ± 2°C   | Nitrogênio - 7 dias;<br>Fósforo total - 28 dias |
| Óleos e graxas animais e vegetais     | Balde de aço inox   | VA BL      | 1000                      | HCl 1+1 até pH<2; Resfriamento (em gelo)                            | Refrigeração a 4°C ± 2°C   | 28 dias   |
| Óleos e graxas minerais               |   |            |                           |   |  |   |
| Oxigênio dissolvido (em campo)        | -   | -          | -                         | -   | -  | Ensaio imediato                                 |
| pH (em campo)                         | -   | -          | -                         | -   | -  |   |
| Profundidade de Secchi (em campo)     | -   | -          | -                         | -   | -  |   |
| Profundidade média                    | -   | -          | -                         | -   | -  | Obtido do Projeto Básico de Engenharia          |
| Resíduo total/ sólidos totais         | Diretamente nos frascos ou com balde de aço inox  | P,V        | 500                       | Resfriamento (em gelo)  | Refrigeração a 4°C ± 2°C   | 7 dias  |
| Sólidos dissolvidos totais            |   |            |                           |   |  |   |
| Sólidos dissolvidos voláteis          |   |            |                           |   |  |   |
| Sólidos totais voláteis               |   |            |                           |   |  |   |
| Temperatura da água                   | -   | -          | -                         | -   | -  | Ensaio imediato                                 |
| Temperatura do ar                     | -   | -          | -                         | -   | -  |   |
| Turbidez                              | -   | -          | -                         | -   | -  | Ensaio imediato                                 |

\*P= Frasco plástico descartável (de polímero inerte); V= Frasco de vidro; VA= Frasco de vidro de cor âmbar; SP= Saco plástico; BL= Boca larga; LE= Limpeza especial (estéril); <sup>(1)</sup> O frasco não pode ser totalmente preenchido, a fim de facilitar a homogeneização da amostra antes da filtragem; <sup>(2)</sup> Prazo máximo regulatório segundo o Standard Methods, 21ªed., 2005; <sup>(3)</sup> Adicionar Lugol até obter uma coloração de conhaque (0,3 mL a 0,5 mL/ 100 mL e em casos de floração 0,5 a 1,0/ 100 mL); <sup>(4)</sup> As amostras com Lugol devem ser acondicionadas e transportadas em caixa térmica separadas dos demais ensaios. Fonte: Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras (CETESB/ ANA, 2011).

## Profundidades de amostragem no reservatório

Para o conhecimento da estrutura vertical da coluna d'água (no reservatório, ponto PO2-RES) será realizada uma série de medições (temperatura da água, oxigênio dissolvido e saturação de oxigênio), além da medição da transparência da água através de disco de Secchi. Estas medições determinam as três profundidades a serem amostradas, como segue:

**Profundidade I:** Camada da zona eufótica com 40% da luz incidente, onde é esperada uma produção primária de fitoplâncton representativa da camada trofocênica (SCHÄFER, 1985 apud IAP, 2004).

$$\text{Profundidade I} = Z_{ds} \cdot 0,54$$

onde:

$Z_{ds}$  = profundidade Secchi

0,54 = fator para calcular 40% de luz incidente

**Profundidade II:** metade da zona afótica onde, independentemente da ocorrência de estratificação térmica, a respiração e a decomposição são predominantes sobre a produção autotrófica.

$$\text{Profundidade II} = (Z_{max} + Z_{eu})/2$$

onde:

$Z_{max}$  = profundidade máxima (m), na estação de amostragem;

$Z_{eu}$  = zona eufótica (profundidade em que se espera 1% da luz incidente na superfície da água), obtida através da seguinte equação:

$$Z_{eu} = Z_{ds} \cdot 3$$

**Profundidade III:** quando, durante as medições “in situ”, for detectada zona anóxica, e esta não coincidir com a profundidade II, mais uma amostra é coletada na porção intermediária desta camada.

Tendo isto em vista, associado ao conhecimento da metodologia de cálculo do índice de qualidade da água em reservatórios – IQAR (a ser apresentada no subitem 0 deste programa) é definido que serão coletadas amostras simples (superficiais, Profundidade I) para análises de todos os parâmetros do ponto PO2-RES, em conformidade com as condições gerais de amostragem apresentadas.

As exceções são as análises dos parâmetros listados a seguir, que serão amostrados em profundidades específicas no ponto PO2-RES durante a fase de operação da PCH Lucia Cherobim ou após a formação de seu reservatório.

**Tabela 4.3.5-4 – Condições de coleta e preservação de amostras de água.**

| Parâmetro   | Profundidade de amostragem                              |
|---|---|
| Temperatura da água (°C)                            | Profundidade I e coluna d'água (para obtenção de média) |
| Oxigênio dissolvido (mg.L <sup>-1</sup> )           |   |
| Déficit de oxigênio dissolvido (%)                  |   |
| DQO (mg.L <sup>-1</sup> )                           | Profundidades I e II                                    |
| Fósforo total (mg P.L <sup>-1</sup> )               |   |
| Nitrogênio inorgânico total (mg N.L <sup>-1</sup> ) |   |
| Cianobactérias (nº de células /mL)*                 | Profundidade I  |

## Identificação de amostras e registros de campo

Os frascos com as amostras serão devidamente identificados, no mínimo, quanto ao agente preservante (pelo laboratório), para evitar acidentes, e quanto ao ponto (pelo laboratório e/ou pela equipe responsável pela coleta) para que estas possam ser associadas às informações registradas nas fichas de coleta, tais como data e hora de coleta, forma de preservação e resultados de parâmetros analisados *in situ*.

Informações sobre as coletas e análises *in situ* serão registradas em fichas de coleta contendo minimamente a identificação do empreendimento, tipo de amostra, data e horário de coleta, equipe de coleta, condições climáticas (especialmente pluviométricas), identificação dos pontos, volumes coletados, forma de acondicionamento e preservação, controle de calibração, soluções e reagentes, e resultados de medição em campo. Um campo específico para anotações sobre as condições de entorno que possam interferir na qualidade das águas também será incluído.

Além da coleta propriamente dita, os amostradores realizarão registros fotográficos da água, do corpo hídrico, de seu entorno e de atividades desenvolvidas nas proximidades do ponto (associadas ou não ao empreendimento), descrevendo qualquer situação ou característica que possa contribuir para a interpretação dos resultados.

## Transporte de amostras e análises laboratoriais

O transporte das amostras recém-coletadas ao laboratório será planejado para que tenham seu recebimento pelo prestador de serviço em tempo hábil para a realização das análises dentro dos prazos adequados para análise de cada parâmetro.

Observa-se, entretanto, que não há laboratórios de ensaios certificados em proximidade ao empreendimento. Dessa forma, o transporte deve manter as condições de preservação das amostras, especialmente no que tange à sua refrigeração. Para tanto, o recomendado é o uso de quantidades adequadas de gelo, natural ou artificial (géis especiais em recipientes plásticos), para que o material esteja apto ao transporte, sem riscos de vazamentos e de transpiração dos recipientes. As caixas térmicas, quando necessário, podem, inclusive, ser vedadas com fitas adesivas em toda a extensão do contato com a tampa para garantia da refrigeração.

O laboratório de análises preferencialmente possuirá certificados de gestão como ISO 9.001:2008, ISO 17.025:2005 e ISO 14.001:2004, e licenciamento ambiental, garantindo que o prestador de serviço possui compromissos com a melhoria da qualidade e do desempenho ambiental. Estas certificações serão empregadas como critério de avaliação e seleção do laboratório.

As análises seguirão metodologias reconhecidas, especialmente as a seguir apresentadas, em suas versões mais recentes:

- *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, AWWA-APHA-WPCI* (atualmente na 22ª edição);
- *USEPA test method – physical/chemical methods*.

## Compilação de dados

Os resultados analíticos serão organizados em planilhas digitais, separadas por ponto de amostragem, permitindo uma avaliação em linha dos resultados obtidos para cada parâmetro. A cada relatório, para propiciar o acompanhamento da evolução temporal do monitoramento, os novos resultados serão tabulados junto aos das campanhas anteriores.

Para apresentação dos resultados, serão também elaborados gráficos relacionando os valores das análises pelo tempo (datas das campanhas), por parâmetro e por ponto, acrescidos de uma linha indicativa do valor do padrão de qualidade desejado – o que facilita a interpretação visual acerca do atendimento ao padrão de classe.

Adicionalmente, para enriquecimento das discussões, será calculado o índice de qualidade da água (IQA) e, na fase de operação o índice de qualidade da água em reservatórios (IQAR), metodologias amplamente reconhecidas para avaliação quali-quantitativa dos corpos hídricos e/ou reservatórios, a serem mais bem detalhadas a seguir.

### Índice de qualidade da água (IQA)

A partir de um estudo realizado em 1970 pela “National Sanitation Foundation” dos Estados Unidos, a CETESB adaptou e desenvolveu o Índice de Qualidade das Águas - IQA, que incorpora nove parâmetros considerados relevantes para a avaliação da qualidade das águas, tendo como determinante principal a utilização das mesmas para abastecimento público.

A criação do IQA baseou-se numa pesquisa de opinião junto a especialistas em qualidade de águas, que indicaram os parâmetros a serem avaliados, o peso relativo dos mesmos e a condição com que se apresenta cada parâmetro, segundo uma escala de valores “rating”. Dos 35 parâmetros indicadores de qualidade de água inicialmente propostos, somente nove foram selecionados. Para estes, a critério de cada profissional, foram estabelecidas curvas de variação da qualidade das águas de acordo com o estado ou a condição de cada parâmetro. Estas curvas de variação, sintetizadas em um conjunto de curvas médias para cada parâmetro, bem como seu peso relativo correspondente, são apresentados na Tabela 4.3.5-5 a seguir.

**Tabela 4.3.5-5 – Peso dos parâmetros de qualidade das águas para o IQA.**

| Parâmetro           | Peso (w <sub>i</sub> ) |
|---------------------|------------------------|
| Coliformes fecais   | 0,15                   |
| pH                  | 0,12                   |
| DBO                 | 0,10                   |
| Nitrogênio total    | 0,10                   |
| Fósforo total       | 0,10                   |
| Temperatura         | 0,10                   |
| Turbidez            | 0,08                   |
| Sólidos totais      | 0,08                   |
| Oxigênio dissolvido | 0,17                   |

O IQA é calculado pelo produto ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total e turbidez. A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

Onde o IQA é o Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100,  $q_i$  é a qualidade do  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida. O parâmetro  $w_i$  é peso correspondente ao  $i$ -ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

$$\sum_{i=q}^n w_i = 1$$

Em que  $n$  é o número de parâmetros que entram no cálculo do IQA. No caso de não se dispor do valor de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado. A partir do cálculo efetuado, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, que é indicada pelo IQA, variando numa escala de 0 a 100. A CETESB emprega categorias para faixas de valores do IQA, a fim de facilitar a classificação da amostra da água, conforme Tabela 4.3.5-6 a seguir.

**Tabela 4.3.5-6 – Peso dos parâmetros de qualidade das águas para o IQA.**

| Valores de IQA             | Classificação |
|----------------------------|---------------|
| $79 < \text{IQA} \leq 100$ | Ótima         |
| $51 < \text{IQA} \leq 79$  | Bom           |
| $36 < \text{IQA} \leq 51$  | Aceitável     |
| $19 < \text{IQA} \leq 36$  | Ruim          |
| $0 < \text{IQA} \leq 19$   | Péssima       |

### Índice de qualidade da água em reservatórios (IQAR)

O IQAR foi criado pelo Instituto Ambiental do Paraná - IAP para verificar a degradação da qualidade da água dos reservatórios. Este índice, assim como o IQA, pondera a relevância de cada um dos parâmetros que considera para a avaliação da qualidade da água do reservatório através de pesos, em função de seu nível de importância:

**Tabela 4.3.5-7 - Peso dos parâmetros de qualidade das águas para o IQAR.**

| Parâmetro  | Peso ( $w_i$ ) |
|--|----------------|
| Déficit de oxigênio dissolvido (%) <sup>(1)</sup>                    | 17             |
| Clorofila a ( $\mu\text{g/L}$ )                                      | 15             |
| Fósforo total ( $\text{PO}_2\text{-mg/L}$ ) <sup>(2)</sup>           | 12             |
| Profundidade Secchi (m)  | 12             |
| Demanda química de oxigênio – DQO ( $\text{mg/L}$ ) <sup>(2)</sup>   | 12             |
| Tempo de residência (dias)   | 10             |
| Nitrogênio inorgânico total ( $\text{N-mg/L}$ ) <sup>(2)</sup>       | 8              |
| Cianobactérias ( $n^\circ$ de células / $\text{mL}$ ) <sup>(3)</sup> | 8              |
| Profundidade média (metros)  | 6              |

<sup>(1)</sup> média da coluna d'água; <sup>(2)</sup> média das profundidades I e II; e <sup>(3)</sup> concentração da profundidade I (subproduto da análise de fitoplâncton).

Além disso, há um conceito de classes de qualidade, explorado através de uma matriz que foi desenvolvida com seis classes de qualidade da água, estabelecidas a partir do cálculo dos percentis 10%, 25%, 50%, 75% e 90% de cada uma das variáveis selecionadas:

**Tabela 4.3.5-8: Matriz de qualidade de água em reservatórios.**

| Parâmetro                                | Classes de qualidade ( <i>q</i> ) |             |              |               |                |          |
|--|-----------------------------------|-------------|--------------|---------------|----------------|----------|
|  | 1                                 | 2           | 3            | 4             | 5              | 6        |
| Déficit de oxigênio dissolvido (%)       | ≤5,0                              | 5,1-20,0    | 20,1-35,0    | 35,1-50,0     | 50,1-70,0      | >70,0    |
| Clorofila a (µg/L)                       | ≤1,5                              | 1,5-3,0     | 3,1-5,0      | 5,1-10,0      | 10,1-32,0      | >32,0    |
| Fósforo total (PO <sub>2</sub> -mg/L)    | ≤0,010                            | 0,011-0,025 | 0,026-0,040  | 0,041-0,085   | 0,086-0,210    | >0,210   |
| Profundidade Secchi (m)                  | ≥3,0                              | 2,9-2,3     | 2,2-1,2      | 1,1-0,6       | 0,5-0,3        | <0,3     |
| Demanda química de oxigênio – DQO (mg/L) | ≤3,0                              | 3,1-5,0     | 5,1-8,0      | 8,1-14,0      | 14,1-30,0      | >30,0    |
| Tempo de residência (dias)               | ≤10                               | 11–40       | 41-120       | 121-365       | 366-550        | >550     |
| Nitrogênio inorgânico total (N-mg/L)     | ≤0,15                             | 0,16-0,25   | 0,26-0,60    | 0,61-2,00     | 2,00-5,00      | >5,00    |
| Cianobactérias (nº de células/mL)        | ≤1.000                            | 1.001-5.000 | 5.001-20.000 | 20.001-50.000 | 50.001-100.000 | >100.000 |
| Profundidade média (metros)              | ≥35,0                             | 34,9-15,0   | 14,9-7,0     | 6,9-3,1       | 3,0-1,1        | <1,1     |

O IQAR é calculado pela seguinte fórmula:

$$IQAR = \frac{\sum_{i=1}^n (w_i \cdot q_i)}{\sum_{i=1}^n w_i}$$

sendo,  $w_i$  = peso da variável  $i$ ,  $q_i$  = classe de qualidade em relação a variável  $i$  (pode variar de 1 a 6).

Os valores do IQAR são, então, classificados em 6 faixas:

**Tabela 4.3.5-9: Categorias do índice de qualidade da água em reservatórios.**

| Valores do IQAR | Classificação                                    |
|-----------------|--|
| 0 – 1,50        | Classe I - Não impactado a muito pouco degradado |
| 1,51 – 2,50     | Classe II - Pouco degradado                      |
| 2,51 – 3,50     | Classe III - Moderadamente degradado             |
| 3,51 – 4,50     | Classe IV - Criticamente degradado a poluído     |
| 4,51 – 5,50     | Classe V - Muito poluído                         |
| > 5,51          | Classe VI - Extremamente poluído                 |

Este indicador será calculado para o ponto P02-RES durante a fase da operação e, de maneira mais específica, pode apresentar as seguintes características, de acordo com a classe (IAP, 2004):

### Classe I

Apresenta corpos de 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. A qualidade da água é excelente/ótima.

## Classe II

Apresenta corpos de água com pequeno aporte de nutrientes orgânicos e inorgânicos e matéria orgânica, 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. A qualidade de água é muito boa/boa.

## Classe III

Contém corpos de água com déficit considerável de oxigênio dissolvido na coluna de água, podendo ocorrer anoxia na camada de água próxima ao fundo, em determinados períodos. Apresenta 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. A qualidade da água é regular/aceitável.

## Classe IV

Apresenta corpos de água com entrada de matéria orgânica capaz de produzir uma depleção crítica nos teores de oxigênio dissolvido na 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. A partir desta classe, é possível a ocorrência de mortalidade de peixes em determinados períodos de acentuado déficit de oxigênio dissolvido. A qualidade da água é crítica/ruim.

## Classe V

Contém corpos de água com altas concentrações de matéria orgânica, geralmente com supersaturação de oxigênio dissolvido na camada superficial e depleção na camada de fundo. Apresenta 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. A qualidade da água é muito ruim.

## Classe VI

Contém corpos de água com condições bióticas seriamente restritas, resultantes de severa poluição por matéria orgânica ou outras substâncias consumidoras de oxigênio dissolvido. Ocasionalmente, ocorrem processos de anoxia em toda a coluna de água. Apresenta aporte e reciclagem de nutrientes muito altos, corpos de água hipereutróficos, com intensas florações de algas cobrindo todo o espelho d'água e eventual presença de substâncias tóxicas. A qualidade da água é péssima.

### 4.3.6. Produto

Será realizada uma campanha trimestral na fase de pré-instalação e campanhas trimestrais ao longo da instalação e, nos dois primeiros anos de operação, com emissão de relatórios semestrais.

Tais relatórios terão avaliações completas, apoiadas em gráficos e tabelas, sobre a variação da qualidade das águas, associando os resultados analíticos às etapas e localização das frentes de obra, assim como às observações realizadas nas datas de coleta. Ao final de dois semestres (1 ano) deverá ser apresentado junto com o último relatório semestral um capítulo de análise consolidada, considerando as 4 campanhas realizadas no ciclo anual.

### 4.3.7. Inter-relação com Outros Programas

**Tabela 4.3.7-1 - Inter-relação do programa de monitoramento de limnologia e da qualidade da água com os demais programas propostos.**

| Programa   | Sinergia  |
|--|---|
| Programa de gestão ambiental integrada (PGA)   | Troca de informações para monitoramento e acompanhamento do programa, e integração com os demais processos de gestão ambiental do empreendimento.   |
| Programa de educação ambiental e comunicação social                                    | As atividades de educação ambiental podem empregar os resultados do monitoramento da qualidade da água, e questões associadas à sua proteção. O monitoramento pode também ser um dos temas de apresentação dos programas ambientais à comunidade. |
| Programa de cadastramento e indenização das propriedades atingidas                     | A aquisição de terras para área de preservação permanente se reflete como medida em prol da manutenção ou melhoria das condições de qualidade da água.  |
| Programa de gestão ambiental dos resíduos sólidos e efluentes líquidos                 | O cruzamento de dados do gerenciamento de resíduos e monitoramento de efluentes com o monitoramento das águas permite caracterizar modificações decorrentes das obras e subsidia a tomada de ações corretivas e preventivas.                      |
| Programa de desmatamento e limpeza da área inundada                                    | O aporte de material orgânico proveniente da supressão da vegetação pode contribuir na qualidade das águas superficiais, com reflexos nos resultados de monitoramento.  |
| Programa de monitoramento de processos erosivos  | O cruzamento de dados do monitoramento e controle de processos erosivos com o monitoramento das águas permite caracterizar modificações decorrentes das obras e subsidia a tomada de ações corretivas e preventivas.                              |
| Programa de recuperação de áreas degradadas  | A recuperação de áreas degradadas contribui para a manutenção da qualidade das águas superficiais, com reflexo nos resultados de monitoramento.   |
| Programa de revegetação da faixa ciliar  | A recomposição das áreas de preservação permanente contribui para a manutenção da qualidade das águas superficiais, com reflexos nos resultados do monitoramento.   |
| Programa de monitoramento e manejo da fauna terrestre                                  | O monitoramento da fauna pode colaborar em constatações sobre alterações na qualidade nas águas.  |
| Programa de monitoramento e manejo da ictiofauna                                       | O monitoramento de espécies associadas ao ecossistema aquático (ictiofauna) pode colaborar em constatações sobre alterações na qualidade nas águas e neste tipo de ecossistema.   |
| Plano Ambiental de Conservação e uso do entorno de reservatórios artificiais – PACUERA | O PACUERA define as condições de uso do entorno do reservatório e engloba medidas para conservação do reservatório associadas a manutenção da qualidade das águas.  |

### 4.3.8. Atendimento a Requisitos Legais

- **Resolução CONAMA 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.
- **Decreto Federal nº 6.514, de 22 de julho de 2008:** Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações;
- **Instrução Normativa IBAMA nº 14, de 15 de Maio de 2009:** Regula os procedimentos para apuração de infrações administrativas por condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, a imposição das sanções, a defesa ou impugnação, o sistema recursal e a cobrança de multa e sua conversão em prestação de serviços de recuperação, preservação e melhoria da qualidade ambiental no âmbito do IBAMA. Alterações: Instrução Normativa IBAMA nº 27, de 8 de Outubro de 2009. Retificação D.O.U de 16/10/09;
- **Portaria MS 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.
- **Portaria SUREHMA nº 020/1992:** dispõe sobre o enquadramento dos cursos d'água da Bacia do rio Iguaçu.

#### 4.3.9. Recursos

A equipe de coleta contemplará duas pessoas, sendo ao menos uma de nível técnico ou superior, com formação, experiência em área correlata ao tema do programa (meio ambiente, química, biologia etc.) e com o devido registro em Conselho de Classe. A presença de duas pessoas eleva a eficiência dos procedimentos (cuja execução se dará em tempo restrito, dado o tempo de preservação das amostras) e assegura melhores condições de segurança.

Para o desempenho das funções técnicas de campo, os seguintes recursos se fazem minimamente necessários:

- Veículo (carro, preferencialmente com tração 4x4);
- Telefones celulares;
- Equipamentos de proteção individual (botina, bota, capacete, protetor auricular, perneira, óculos, boné estilo árabe) e bloqueador solar, para usos de acordo com a localização e atividade;
- Câmera fotográfica digital com cartão de memória de adequada capacidade de armazenamento (superior a 2Gb);
- Equipamento de posicionamento global (GPS) de mão;
- Materiais e equipamentos de escritório;
- Equipamentos/instrumentos de medição in situ de temperatura (da água e do ar), pH, oxigênio dissolvido (preferencialmente com saturação de oxigênio), condutividade e turbidez;
- Luvas de látex/nitrílicas descartáveis;
- Caixas térmicas, gelo artificial e frascos adequados à análise de cada parâmetro (com ou sem agentes preservantes).

A equipe executora também considerará o uso de embarcação para realização do monitoramento, em especial no ponto PO2-RES (fase de operação/ reservatório formado). Neste caso, barcos e barqueiros deverão seguir os critérios definidos na Norma Regulamentadora 30 (NR-30), bem como demais normas e critérios relacionados às condições de segurança.

Além da equipe de campo, a execução do programa contará com um coordenador de nível superior, formação compatível e experiência comprovada, que permita a interpretação dos parâmetros químicos relacionados a qualidade de água, realizar análises integrada dos resultados, sabendo relacionar os resultados encontrados com os possíveis impactos no ambiente limnológico. Este profissional será responsável pela correta execução do programa como um todo, interpretação dos resultados, emissão de alertas e relatórios, mediante anotação de responsabilidade técnica ou documento equivalente.

**Tabela 4.3.9-1: Equipe técnica mínima para execução deste Programa de Monitoramento:**

| Profissional  | Formação/Experiência Mínima  | Função   |
|---|--|--|
| 1 Profissional nível superior   | O profissional deve ter pelo menos 3 anos de experiência com monitoramento de recursos hídricos continentais | Coordenador Técnico do Programa/Elaboração dos Relatórios Técnicos |
| 1 Técnico (especialidade ambiental) ou biólogo, ou Químico ou Eng.º Ambiental | Mínimo de 2 anos atuando em serviços de coleta de água em programas de monitoramento.                        | Coletor*   |

\*As atividades de coleta também poderão ser executadas pelo Coordenador Técnico.

É importante observar que este programa restringe-se a geração de informações a respeito da qualidade da água na área de influência da PCH Lucia Cherobim. Caso sejam identificadas alterações na qualidade da água pelo presente programa, as medidas de manejo/controle a serem implementadas serão de responsabilidade do empreendedor. Fica também sob responsabilidade deste, a contratação de equipe técnica para realização dos serviços julgados pertinentes, baseados nas orientações contidas nos documentos elaborados durante a execução do presente programa.

### Custo com o Programa

O custo global para a execução das atividades previstas está estimado em R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais).

#### 4.3.10. Cronograma Físico



#### 4.3.11. Acompanhamento e Avaliação

O acompanhamento e avaliação do Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água será executado pelo empreendedor e pelo IAP por intermédio dos relatórios semestrais de monitoramento.

#### 4.3.12. Referências Bibliográficas

ANEEL/ANA (2010). Disponível em: <http://www3.ana.gov.br/portal/ANA/monitoramento/sala-de-situacao/rede-hidrometeorologica-nacional-1/monitoramento-hidrologico-no-setor-eletrico>

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 20th ed. Washington, 1999.

APHA – AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION; AWWA – AMERICAN WATER WORKS ASSOCIATION & WEF – WATER ENVIRONMENT FEDERATION. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. Eaton, A.D.; L.S.Clesceri; A.E.Greenberg (Ed.), 22th ed. Washington, D.C.:[s.n.], 2014.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>

CETESB – COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Guia nacional de coleta e preservação de amostras: água, sedimento, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. Brandão, C.J. [et al.]. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2011.

BRASIL. Resolução CONAMA 357, de 17 de março de 2005. Conselho Nacional de Meio Ambiente. Disponível em: <http://www2.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=459>

TUNDISI, J. G.; MATSUMURA-TUNDISI, T (2008). *Limnologia*. São Paulo: Oficina de Textos. 631p.