

## 4.2

### Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água



## ÍNDICE GERAL

1	Introdução .....	1
1.1	Ações já realizadas.....	2
2	Justificativa.....	5
3	Objetivos .....	6
4	Área de abrangência .....	6
5	Metodologia.....	7
5.1	Pontos de monitoramento.....	7
5.2	Parâmetros analisados e procedimentos de amostragem.....	7
5.3	Frequência de amostragem.....	9
5.4	Análise dos resultados.....	10
6	Produtos a serem gerados .....	10
7	Equipe técnica.....	11
8	Cronograma .....	13
9	Referências bibliográficas .....	15
10	ART.....	15



## ÍNDICE DAS LEGENDAS

**Quadro 5-1 – Pontos de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água. ....7**



## 1 Introdução

A intervenção antrópica em cursos hídricos, seja com o despejo de efluentes, domésticos, industriais e contaminantes, ou seja com a transformação de ambientes lóticos em lênticos quando da formação de reservatórios de água, neste caso para uma pequena central hidrelétrica, provoca modificações nos ecossistemas naturais, desencadeando uma série mudanças no ambiente aquático que resultam em danos e impactos ambientais.

Nos dias atuais, há como se proceder de maneira adequada visando atenuar os impactos e monitorar os cursos d'água a montante e a jusante do empreendimento para controle da qualidade ambiental.

Dentre as principais ameaças à biodiversidade aquática, podemos citar a poluição e eutrofização dos ambientes aquáticos continentais, além do assoreamento e construção de barragens em rios. No Brasil existem mais de 600 barragens construídas, principalmente para produzir eletricidade, as quais interrompem os movimentos de peixes migratórios e afetam a diversidade e abundância desta comunidade (AGOSTINHO *et al.* 2005). A biodiversidade aquática é também afetada à montante das barragens principalmente pela formação de um ambiente lêntico e a jusante, pela alteração no regime de cheias.

Quando se altera o regime de vazão de um curso d'água são desencadeadas alterações na dinâmica física, química e biológica do ambiente, gerando um novo zoneamento biogeográfico. Com isso, os fatores determinantes da evolução da qualidade do novo sistema, atuam de modo distinto do verificado para a condição de um rio sem barramento. Isso posto, o monitoramento físico-químico, juntamente com o estudo de populações aquáticas permite avaliar as alterações ocorridas.

A PCH Fortuna II está em instalação no rio Corrente Grande, município de Virgíópolis, Minas Gerais desde outubro de 2012. Como parte dos programas

ambientais de monitoramento, de responsabilidade do empreendedor, desde janeiro de 2010 estão sendo realizadas campanhas de monitoramento limnológico e da qualidade das águas na área de influência desta PCH.

Estão sendo monitorados os parâmetros físico-químicos e bacteriológicos e as comunidades fitoplanctônica, zooplanctônica, zoobentônica a fim de observar as modificações biogeográficas ocorridas nas mesmas em função da implantação deste empreendimento. E além destes parâmetros também está sendo monitorada, no contexto do Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade das Águas, a ocorrência do bivalve invasor mexilhão dourado, além da malacofauna em caráter preventivo, com o objetivo de detectar a proliferação destes organismos e propor medidas de controle, caso necessário.

Todo este esforço visa contemplar uma vasta gama de informações acerca das condições físicas e químicas do rio Corrente Grande no trecho de instalação da PCH Fortuna e também da biodiversidade aquática, como abundância e composição de fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e peixes.

A análise da biodiversidade aquática no rio Corrente Grande pode fornecer informações sobre os efeitos da construção desta usina e, por consequência, subsidiar medidas de manejo dos recursos hídricos para minimizar os impactos gerados. Saber a diversidade de espécies numa área é fundamental para a compreensão da natureza e, por extensão, para aperfeiçoar o gerenciamento da área em relação a atividades de exploração de baixo impacto, conservação de recursos naturais ou recuperação de ecossistemas degradados.

## 1.1 Ações já realizadas

Durante o processo de instalação da PCH Fortuna II, o escopo do Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água foi ampliado, visando abordar



também o monitoramento do mexilhão dourado e de planorbídeos vetores da esquistossomose.

O monitoramento do mexilhão dourado (*Limnoperna fortunei*) tem por objetivo propor ações para a prevenção, controle e manejo do mexilhão dourado, a partir da demarcação da rede de amostragem, coleta e análise de amostras planctônicas, bentônicas e de sedimentos, além do monitoramento das instalações da PCH Fortuna II. Acredita-se que dificilmente ocorra a infestação do mexilhão dourado no reservatório desta PCH, entretanto durante as campanhas de monitoramento da qualidade da água na fase de implantação estão sendo realizadas coletas e observações com atenção à referida espécie de crustáceo. Importante ressaltar que até o momento não foram verificados indivíduos de *Limnoperrna fortunei*, tanto em campo como nas análises zoobentônicas.

O monitoramento de planorbídeos vetores da esquistossomose previa a realização de levantamento de planorbídeos pelo menos em duas amostragens durante o período de estiagem, antes do início da obra, para verificação da ocorrência de vetores da esquistossomose. As ações relacionadas ao subprograma estão sendo realizadas durante a execução das campanhas de monitoramento da qualidade da água, sendo verificada também a presença de insetos vetores (mosquitos) de doenças. Importante ressaltar que não foram verificados planorbídeos do gênero *Biomphalaria*, hospedeiro intermediário do parasita causador da esquistossomose, embora se tenha conhecimento de que a região seja endêmica para esta parasitose.

Até o momento foram executadas dez campanhas de monitoramento, conforme descrição a seguir:

- 1ª campanha: .....janeiro de 2010
- 2ª campanha: .....julho de 2010
- 3ª campanha: .....janeiro de 2011

- 4ª campanha: ..... julho de 2011
- 5ª campanha: ..... março de 2012
- 6ª campanha: ..... julho de 2012
- 7ª campanha: ..... outubro de 2012
- 8ª campanha: ..... janeiro de 2013
- 9ª campanha: ..... abril de 2013
- 10ª campanha: ..... julho de 2013

Os resultados obtidos até o momento indicam que o rio Corrente Grande, em geral, possui águas ligeiramente alcalinas e com baixos teores de acidez, alcalinidade e dureza total. Foram registrados teores usuais de turbidez e sólidos em geral, sendo estes influenciados pela incidência de chuvas nos dias que antecederam a realização das coletas, culminando na ocorrência de valores de sólidos suspensos acima do limite estabelecido pela DN COPAM/CERH N.º 01/08 para águas de classe 2, na campanha realizada em janeiro/13.

Foram registrados teores elevados de DBO e DQO em alguns pontos na campanha realizada em março/2012, fato este que não se repetiu nas demais campanhas. Além disso, o rio Corrente Grande apresentou boa capacidade de oxigenação em todos os pontos monitorados e campanhas executadas e, em geral, baixos teores de nutrientes.

Foram registrados teores elevados dos metais monitorados em todos os compartimentos monitorados, sendo um indicativo de que os mesmos ocorram naturalmente na bacia de drenagem do rio Corrente Grande. Destaca-se ainda que as concentrações de ferro e manganês foram fortemente influenciadas pela incidência de chuvas na região.

Durante o período monitorado foram ainda registrados teores elevados de óleos e graxas na campanha realizada em março/2012 e de fenóis na campanha de janeiro/2013, ambas no período de chuvas.

Em relação à comunidade fitoplanctônica, esta foi representada até o momento por classes comumente observadas em ambientes tropicais de águas doces naturais. Já as comunidades zooplanctônicas e zoobentônicas apresentaram até o momento riquezas reduzidas e/ou nulas em determinados pontos.

Conforme o documento de Informações Complementares ao PCA, indicado pela FEAM, foi solicitada a inclusão de três subprogramas no monitoramento de limnológico e qualidade da água, sendo eles:

- Monitoramento e Controle de Espécies Vetores de Doenças de Veiculação Hídrica;
- Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas (etapa de operação);
- Monitoramento do Mexilhão Dourado (*Limnoperna fortunei*).

Os dados dos subprogramas citados foram incorporados nos relatórios de monitoramento limnológico e qualidade da água, sendo que até o momento não foram registradas a presença de espécies vetores de doenças, macrófitas aquáticas ou mexilhão dourado.

Todas as ações já realizadas estão constantes em detalhes no Relatório de Consolidação das Ações Realizadas e Planejamento das Ações Futuras do Plano de Controle Ambiental da PCH Fortuna II, protocolado nessa SUPRAM em 11 de outubro de 2013 sob nº 1913122/2013.

## 2 Justificativa

A adoção das ações contidas no programa de monitoramento possibilitará um diagnóstico preventivo das mudanças no ecossistema aquático uma vez que serão avaliadas as modificações na qualidade da água e em parâmetros hidrobiológicos

advindos da transformação dos ambientes lóticos em lênticos e suas consequências nas comunidades aquáticas. Além disto, o programa poderá contribuir para o estabelecimento de diretrizes básicas referentes à proteção da bacia do reservatório quanto às potencialidades de interferências nas águas do sistema hídrico.

### 3 Objetivos

O programa tem como objetivos:

- Caracterização do corpo d'água no trecho de interesse em termos de suas características físicas, químicas, bacteriológicas e hidrobiológicas;
- Identificação de tendências e avaliação de riscos para a qualidade das águas;
- Acompanhamento da evolução do corpo d'água;
- Sugestão de ações para o controle e prevenção da poluição.

### 4 Área de abrangência

A área de abrangência compreende ao rio Corrente Grande, no trecho de instalação da PCH Fortuna II, a qual se localiza no município de Virgíópolis/MG e que atualmente está em processo de implantação.

O curso d'água principal é o rio Corrente Grande, afluente da margem esquerda do Rio Doce. Os principais afluentes do rio Corrente Grande inseridos na referida área de drenagem também deverão ser amostrados, seguindo a rede amostral pré-estabelecida.

## 5 Metodologia

### 5.1 Pontos de Monitoramento

Estão sendo monitorados quatro pontos no rio Corrente Grande, conforme apresentado no **Quadro 5-1**.

**Quadro 5-1 – Pontos de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água.**

Código	Coordenadas	
	E	N
FII-E1	743.850	7.909.369
FII-E2	743.850	7.909.369
FII-E3	743.850	7.909.369
FII-E4	743.962	7.909.216
FII-E5	744.124	7.908.817

(Vide mapa de pontos amostrais a limnologia)

### 5.2 Parâmetros Analisados e Procedimentos de Amostragem

Os métodos de coleta, preservação e análises seguidos são os estabelecidos no *STANDARD METHODS for the Examination of Water and Wastewater*, 20th edition – 1998. Em todos os pontos de amostragem estão sendo analisados os seguintes parâmetros:

- **Físicos e Químicos:** Temperatura do Ar, Temperatura da Água, pH (*in loco*), Turbidez, Condutividade Elétrica, Sólidos Sedimentáveis, Sólidos Totais, Sólidos Totais Dissolvidos, Sólidos em Suspensão, Acidez Total em CaCO<sub>3</sub>, Alcalinidade Total em CaCO<sub>3</sub>, Dureza Total CaCO<sub>3</sub>, Oxigênio Dissolvido, Demanda Bioquímica de Oxigênio, Demanda Química de Oxigênio, Nitrogênio Amoniacal em N, Nitratos em N, Nitrogênio Total em N, Óleos e Graxas, Índice de Fenóis, Ortofosfato Total em P, Fosfato Total em P,

Fósforo Solúvel, Sulfetos, Sulfatos, Ferro Solúvel, Ferro Total, Manganês Total;

- **Bacteriológicos:** Coliformes totais, termotolerantes e *Streptococcus* fecais;
- **Hidrobiológicos:** Análises quali-quantitativas do fito e zooplâncton e zoobênton, incluindo as análises de índices de diversidade, riqueza e dominância. Destaca-se que nas amostras de fitoplâncton deverá ser avaliada a presença e densidade de cianobactérias.
- **Perfis verticais:** especificamente no ponto logo à montante da barragem, local que apresentará a maior profundidade do futuro reservatório, deverão ser realizadas medições a cada 10 cm de profundidade, com o auxílio de sonda multiparâmetros, dos seguintes parâmetros: temperatura da água, pH, oxigênio dissolvido, condutividade e turbidez na coluna d'água.

O **monitoramento do mexilhão dourado** (*Limnoperma fortunei*) deve ser realizado através de vistoria em substratos naturais, tais como rochas, galhos e vegetação submersa, em todos os pontos de coleta. As vistorias objetivam localizar possíveis colônias de mexilhão dourado nos trechos de rio de interesse.

O monitoramento dos **planorbídeos vetores da esquistossomose mansônica** deverá ser realizado através de vistorias em ambientes propícios ao desenvolvimento dessa comunidade próximo aos pontos pré-estabelecidos de amostragem.

**Macrófitas aquáticas:** após o enchimento do reservatório, as campanhas de monitoramento limnológico e de qualidade da água deverão incluir a amostragem de macrófitas aquáticas. Durante as coletas, deverão ser identificados os trechos de ocorrência de macrófitas próximos a cada ponto de amostragem. Nos trechos em que houver presença de macrófitas, a área dos estandes de macrófitas aquáticas será mensurada por meio de telêmetro ou determinada por estimativa visual. Em cada estande, as macrófitas serão amostradas por meio de três quadrados de 1 m<sup>2</sup> de área

(1 m x 1 m) e as macrófitas coletadas em cada quadrado serão recolhidas para posterior triagem, identificação e secagem para determinação do peso. Nos pontos de amostragem serão mensuradas: composição das comunidades de macrófitas flutuantes e submersas, cobertura, biomassa de cada espécie presente na comunidade, riqueza e dominância.

### **5.3 Frequência de Amostragem**

As campanhas do monitoramento limnológico e da qualidade das águas da fase de instalação devem continuar sendo realizadas com periodicidade trimestral até, no mínimo, um ano após o enchimento do reservatório.

Importante destacar que deverá haver uma campanha imediatamente antes e outra imediatamente após o enchimento do reservatório, de maneira a ser possível consolidar as análises ambientais de cada fase do empreendimento (instalação e operação).

A campanha a ser realizada após o enchimento será considerada a primeira campanha da fase de operação da PCH. Após esta campanha, o monitoramento deverá se estender por, pelo menos, mais um ano com a mesma periodicidade (trimestrais). É importante acompanhar o ciclo hidrológico local e também manter a periodicidade das campanhas que vêm sendo realizadas para que a avaliação das condições limnológicas e de qualidade da água, antes e após a operação da PCH permitam identificar os impactos e alterações que o empreendimento poderá causar sobre o ambiente.

Após o primeiro ano de monitoramento de operação, deverá ser avaliada a periodicidade do programa, a malha amostral proposta, o conjunto de parâmetros e a continuidade do monitoramento.

## 5.4 Análise dos Resultados

Os resultados das campanhas de monitoramento deverão ser avaliados considerando os padrões de qualidade da água existentes na legislação ambiental brasileira, em especial a Resolução CONAMA Nº 357/2005 e Resolução CONAMA Nº 344/2004. Além disso, a análise deverá buscar identificar padrões temporais e espaciais nas características limnológicas e da qualidade da água na área de influência da PCH, identificar a ocorrência de estratificação térmica próximo ao barramento, prognosticar qualitativamente possíveis alterações ecológicas decorrentes da transição do ecossistema aquático de lótico para lêntico e subsidiar a gestão da qualidade da água do futuro reservatório, propiciando a adoção de ações preventivas. Propõe-se ainda que os resultados existentes e aqueles a serem gerados sejam avaliados numérica e qualitativamente, utilizando-se índices de qualidade da água (IQA) e de estado trófico (IET), e comparando-os com os resultados disponibilizados pelo IGAM (Monitoramento “Águas de Minas”) e com os resultados dos programas de monitoramento da PCH Dores de Guanhães, Senhora do Porto e Jacaré (ambas em fase de implantação pelo mesmo empreendedor). Estas três PCH’s estão sendo instaladas paralelamente pelo mesmo empreendedor da PCH Fortuna II, porém no rio Guanhães e a análise conjunta dos resultados irá permitir a avaliação da sinergia e cumulatividade destes empreendimentos na bacia.

## 6 Produtos a serem gerados

Após cada campanha de monitoramento deverá ser produzido um relatório descritivo e analítico contendo os resultados da campanha realizada.

Ao final da fase de instalação deverá ser elaborado um relatório final consolidando os resultados do período de obras e, após 01 ano de operação, deverá ser elaborado um relatório consolidado do Programa, contendo avaliação objetiva dos resultados do monitoramento e proposição de continuidade, incluindo, se necessário, alterações na frequência e malha amostral.



Considerando as atividades a serem realizadas neste programa, após a realização das campanhas correspondentes, prevê-se os seguintes produtos:

- 08 (oito) relatórios trimestrais, até 60 dias após a realização das campanhas;
- 01 (um) relatório consolidado da fase de instalação, até 60 dias após a obtenção da licença de operação.
- 01 (um) relatório consolidado da fase de operação (01 ano), até 60 dias após completar um ano de enchimento do reservatório.

Destaca-se que todos os relatórios deverão conter os certificados de análises e a discussão dos resultados de maneira que seja possível identificar a ocorrência de impactos e realizar a proposição de medidas mitigadoras sempre que necessário.

## **7 Equipe técnica**

Este programa deverá ser coordenado por um profissional especialista em limnologia e a equipe executora deverá conter profissionais com experiência em química ambiental, comunidades fitoplânctônicas, zooplânctônicas e macroinvertebrados bentônicos, além de técnicos especialistas em coletas e logística de campo.



## 8 Cronograma

PCH FORTUNA II	2010	2011	2012	2013												2014												2015											
				Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12	Mês 1	Mês 2	Mês 3	Mês 4	Mês 5	Mês 6	Mês 7	Mês 8	Mês 9	Mês 10	Mês 11	Mês 12
1ª campanha – pré-obras – realizada	■																																						
2ª campanha – pré-obras – realizada		■																																					
3ª campanha – pré-obras – realizada			■																																				
4ª campanha – pré-obras – realizada				■																																			
5ª campanha – pré-obras – realizada					■																																		
6ª campanha – pré-obras – realizada						■																																	
7ª campanha – fase de instalação – realizada							■																																
8ª campanha – fase de instalação – realizada								■																															
9ª campanha – fase de instalação – realizada									■																														
10ª campanha – fase de instalação – realizada										■																													
11ª campanha – fase de instalação											■																												
12ª campanha – fase de instalação												■																											
13ª campanha – fase de instalação													■																										
14ª campanha – fase de instalação														■																									
15ª campanha – fase de instalação															■																								
<b>Relatório da Fase de Instalação</b>																■																							
16ª campanha – fase de operação (enchimento)																	■																						
17ª campanha – fase de operação																		■																					
18ª campanha – fase de operação																			■																				
19ª campanha – fase de operação																				■																			
20ª campanha – fase de operação																					■																		
<b>Relatório Final Consolidado / Avaliação</b>																																						■	



## **9 Referências Bibliográficas**

AGOSTINHO, A., THOMAZ, S., GOMES, L. 2005. Conservação da biodiversidade em águas continentais do Brasil. Megadiversidade, v.1, n.1., 70:78.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Standard methods for the examination of water and wastewater. 20 ed. Washington: APHA/WEF/AWWA, 1998.

BARBOSA F. A. R. 1994. Programa brasileiro para conservação e manejo de águas interiores: síntese das discussões. Acta Limnologica Brasiliensia, Botucatu, v.5, n.1, 211:222.

## **10 ART**

Este programa foi adaptado do programa elaborado para o PCA da PCH Fortuna II e atualizado a partir do relatório consolidado da LIMIAR Ambiental com, a colaboração do biólogo Ricardo Penna de Magalhães Barbalho, CRBio 57211/04-D.