

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	5
4	ÁREA DE ABRANGÊNCIA.....	6
5	METODOLOGIA.....	6
5.1	PONTOS DE MONITORAMENTO	6
5.2	PARÂMETROS ANALISADOS E PROCEDIMENTOS DE AMOSTRAGEM.....	7
5.3	FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM	9
5.4	ANÁLISE DOS RESULTADOS.....	9
6	PRODUTOS A SEREM GERADOS	10
7	EQUIPE TÉCNICA	11
8	CRONOGRAMA	12
9	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
10	ART	14

ÍNDICE DAS LEGENDAS

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

1 Introdução

A biodiversidade das águas continentais brasileiras apresenta enorme significado global para Algae (25% das espécies do mundo), Porifera (Demospongiae, 33%), Rotifera (25%), Cladocera (Brachiopoda, 20%) e peixes (21%). 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 lântico e a jusante, pela alteração no regime de cheias.

No entanto, a geração de energia elétrica é um dos principais impulsionadores do desenvolvimento econômico. Dentre as diferentes matrizes energéticas existentes, a hidroeletricidade é uma das formas menos impactantes de geração de energia, principalmente quando comparada a geração por combustíveis fósseis. Assim, faz-se necessário conciliar os custos e benefícios da geração de energia, tanto econômicos quanto ambientais. Nesse contexto, surgem as Pequenas Centrais Hidrelétricas (PCH's), que são caracterizadas por produzirem até 30MW de energia e apresentarem reservatórios relativamente pequenos (até 3 km²). Sendo a formação de reservatórios e alagamento de grandes áreas um dos principais impactos da hidroeletricidade, as PCH's apresentam impactos ambientais menores que os da construção de grandes usinas hidrelétricas e, conseqüentemente, pode-se dizer que são menos prejudiciais à biodiversidade aquática. Ainda assim, é indispensável a identificação e monitoramento dos impactos ambientais decorrentes da instalação e operação desses empreendimentos para minimizar os danos e viabilizar ações eficientes de manejo da biodiversidade.

O monitoramento dos impactos ambientais é feito através de programas ambientais de responsabilidade do empreendedor, os quais devem contemplar medidas mitigatórias e compensatórias dos impactos identificados. Um programa de monitoramento ecológico pode ser definido como a tentativa de identificar mudanças nas variáveis bióticas e abióticas de maneira a gerar propostas de manejo para viabilizar o uso futuro dos recursos existentes (BARBOSA, 1994). Assim, um Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade das Águas será responsável por acompanhar as alterações na biodiversidade aquática e nos fatores abióticos em decorrência da construção da PCH.

Desde setembro de 2012 está em instalação no rio Guanhanes, em Minas Gerais, a PCH Jacaré. 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 da PCH Jacaré. Estes trabalhos levantaram uma vasta gama de informações acerca das condições físicas e químicas do rio Guanhanes neste trecho e também da biodiversidade aquática, como abundância e composição de fitoplâncton, zooplâncton, macroinvertebrados bentônicos e peixes. 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. Desta forma, a análise da biodiversidade aquática no rio Guanhanes 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.

1.1 Ações já realizadas

Durante o processo de instalação da PCH Jacaré, 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 Jacaré. 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 *Limnoperna 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 indicam que o rio Guanhães, 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. Em março/2012, em razão da alta incidência de chuvas, foram registrados altos teores de matéria orgânica verificados em todos os pontos monitorados e uma tendência de piora da qualidade da água a partir do ponto DDG-E2, devido à presença de metais totais, sólidos e parâmetros microbiológicos. Em janeiro/2013 registrou-se uma elevação nos teores de fósforo total e nitrogênio amoniacal, o que provavelmente foi também influenciado pela incidência de chuvas na região. A mesma tendência foi verificada para os metais monitorados, os quais apresentaram elevação na campanha realizada em abril/2013. 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 Jacaré, protocolado nessa SUPRAM em 11 de setembro 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 Guanhões, no trecho de instalação da PCH Jacaré, a qual se localiza no município de Dores de Guanhões/MG e atualmente está em processo de implantação.

O curso d'água principal é o rio Guanhões, afluente da margem esquerda do rio Santo Antônio, que, por sua vez, é afluente da margem esquerda do Rio Doce. Os principais afluentes do rio Guanhões inseridos na referida área de drenagem são: o ribeirão do Lucas, pela margem direita; e os ribeirões Cipó, Correntinho, do Maia e córregos Corrente e Barreira, pela margem esquerda.

5 Metodologia

5.1 Pontos de Monitoramento

Estão sendo monitorados quatro pontos no rio Guanhões, conforme apresentado no

Quadro 5-1.

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

Código	Coordenadas	
	E	N
JAC-E1	715.988	7.897.574
JAC-E2	715.049	7.898.364
JAC-E3	713.121	7.898.816
JAC-E4	716.408	7.987.227

(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 CaCO₃, Alcalinidade Total em CaCO₃, Dureza Total CaCO₃, 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 fecalis*;
- **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** (*Limnoperna 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 m² 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 e da PCH Senhora do Porto (ambas a jusante). Estas duas PCH's estão sendo instaladas paralelamente pelo mesmo empreendedor da PCH Jacaré no rio Guanhães e a análise conjunta dos resultados irá permitir a avaliação da sinergia e cumulatividade destes empreendimentos.

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.

PCH JACARÉ	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																																							
Relatório da Fase de Instalação																																							
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																																							
Relatório Final Consolidado / Avaliação																																							

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 Jacaré e atualizado a partir do relatório consolidado da LIMIAR Ambiental com, a colaboração do biólogo Ricardo Penna de Magalhães Barbalho, CRBio 57211/04-D.