

## 4.2

### **Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água**



## ÍNDICE GERAL

1.	Introdução .....	1
1.1.	Ações já Realizadas .....	3
2.	Justificativa .....	5
3.	Objetivos .....	5
4.	Área de Abrangência .....	5
5.	Metodologia .....	6
5.1.	Pontos de monitoramento .....	6
5.2.	Parâmetros Analisados e Procedimentos de Amostragem .....	6
5.3.	Frequência de Amostragem .....	8
5.4.	Análise dos Resultados .....	9
6.	Produtos a Serem Gerados .....	9
7.	Equipe Técnica .....	10
8.	Cronograma do Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água .....	11
9.	Referências Bibliográficas .....	13
10.	ART .....	13



## ÍNDICE DAS LEGENDAS

**Quadro 5-1 – Pontos de monitoramento limnológico e de qualidade da água. ....6**



## 1. Introdução

A biodiversidade das águas continentais brasileiras apresenta enorme significado global para Algae (25% das espécies do mundo), Porífera (Demospongiae, 33%), Rotífera (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 lótico e, à 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), que são caracterizadas por produzirem até 30MW de energia e apresentarem reservatórios relativamente pequenos (até 3 km<sup>2</sup>). Sendo a formação de reservatórios e alagamento de grandes áreas um dos principais impactos da hidroeletricidade, as PCHs 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 de hidrelétricas.

Desde outubro de 2012 está em instalação no rio Guanhães, em Minas Gerais, a PCH Dores de Guanhães, a qual terá aproximadamente 28,78 hectares de reservatório e produzirá 14 MW de energia. 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 Dores de Guanhães. Estes trabalhos levantaram uma vasta gama de informações acerca das condições físicas e químicas do rio Guanhães 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 Guanhães 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.

Vale ressaltar que, durante o processo de instalação da PCH Dores de Guanhães, 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, e até o momento não foram registradas a presença de espécies vetoras de doenças ou do mexilhão dourado.



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 Senhora do Porto. Acredita-se que dificilmente ocorra a infestação do mexilhão dourado no reservatório da PCH Senhora do Porto, 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 não foram verificados indivíduos de *Limnoperna fortunei*, tanto em campo como nas análises zoobentônicas.

O monitoramento de planorbídeos vetores da esquistossomose previu 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 na região monitorada.

## 1.1. Ações já Realizadas

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.

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 Dores de Guanhões, protocolado nessa SUPRAM em 11 de outubro de 2013 sob no 1912949/2013.

## **2. Justificativa**

A adoção do 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 hidrobiológicas advindas 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;
- Sugerir ações para o controle e prevenção da poluição.

## **4. Área de Abrangência**

A área de abrangência compreende o rio Guanhões, no trecho de instalação da PCH Dores de Guanhões. A área de drenagem da PCH Dores de Guanhões corresponde a 2.239 km<sup>2</sup> e abrange os municípios de Santo Antônio do Itambé, Serro, Sabinópolis, Senhora do Porto, Dores de Guanhões, Guanhões, Materlândia e Serra Azul de Minas.

Seu curso d'água principal é o rio Guanhães, 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 Guanhães inseridos na referida área de drenagem são: o ribeirão do Lucas e da Guarda, 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 seis pontos no rio Guanhães, conforme apresentado no **Quadro 5-1**.

**Quadro 5-1 – Pontos de monitoramento limnológico e de qualidade da água.**

Código	Descrição	Localização
DDG-E1	Rio Guanhães, imediatamente a montante do barramento da PCH Dores de Guanhães	722.229 E / 7.890.490 N
DDG-E2	Rio Guanhães, no início do remanso, a montante do reservatório da PCH Dores de Guanhães	723.322 E / 7.891.947 N
DDG-E3	Rio Guanhães, imediatamente a jusante do barramento da PCH Dores de Guanhães	721.967 E / 7.890.235 N
DDG-E4	Rio Guanhães, a jusante da casa de força da PCH Dores de Guanhães, trecho de vazão restituída	723.966 E / 7.889.857 N
DDG-E5	Rio Guanhães, a jusante do barramento da PCH Dores de Guanhães, após confluência com o córrego 3	722.282 E / 7.889.489 N
DDG-E6	Rio Guanhães, a jusante do barramento da PCH Dores de Guanhães, após confluência com o córrego 5	723.465 E / 7.889.302 N

### 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 Estreptococos 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 DDG-E1, 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*) é 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** é 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, uma 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 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 Senhora do Porto e da PCH Jacaré (ambas à montante). Estas duas PCH estão sendo instaladas paralelamente pelo mesmo empreendedor da PCH Dores de Guanhões no rio Guanhões 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 relatório descritivo e analítico contendo os resultados da campanha realizada.

Ao final da fase de instalação deverá ser elaborado relatório consolidando os resultados do período de obras e, após 01 ano de operação, deverá ser elaborado 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 ainda a serem realizadas neste programa, 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 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.









## 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 Dorcas de Guanhões e atualizado a partir do relatório consolidado da LIMIAR Ambiental com a colaboração da bióloga Raphaela Moreira Ferreira, CRBio 49.549/04-D

