



## **PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA**



**SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO  
E DA QUALIDADE DA ÁGUA;  
SUBPROGRAMA DE ADEQUAÇÃO DAS ÁGUAS DO RESERVATÓRIO AOS  
PARÂMETROS ESTABELECIDOS NA RESOLUÇÃO CONAMA N. 357/05.**

Outubro/2009

## SUMÁRIO

<b>PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DE QUALIDADE DAS ÁGUAS .....</b>	<b>4</b>
<b>SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA.....</b>	<b>4</b>
<b>SUBPROGRAMA DE ADEQUAÇÃO DAS ÁGUAS DO RESERVATÓRIO AOS PARÂMETROS ESTABELECIDOS NA RESOLUÇÃO CONAMA N. 357/05 .....</b>	<b>4</b>
APRESENTAÇÃO.....	4
1 JUSTIFICATIVA .....	5
1.1 Parâmetros Físico-Químicos.....	6
1.2 Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton) .....	7
1.3 Macroinvertebrados Bentônicos.....	7
2 OBJETIVOS .....	10
3 METAS .....	11
4 INDICADORES.....	11
5 PÚBLICO ALVO .....	11
6 METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO PROGRAMA .....	11
6.1 Periodicidade e Duração dos trabalhos.....	11
6.2 Pontos de Coleta.....	12
6.3 Procedimentos de Coleta e Processamento das Amostras.....	13
6.4 Parâmetros Físico-químicos .....	13
6.5 Parâmetros Bacteriológicos .....	15
6.6 Fitoplâncton .....	16
6.7 Zooplâncton.....	17
6.8 Zoobênton .....	18
6.9 Malacofauna.....	18
7 ANÁLISE DOS DADOS .....	19
8 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS .....	22

---

9 RECURSOS NECESSÁRIOS .....	22
10 ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS E NORMATIVOS .....	22
11 ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO .....	23
12 ETAPA DE EXECUÇÃO .....	23
13 RESPONSÁVEIS PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA .....	23
13.1 Responsáveis Técnicos .....	24
9 BIBLIOGRAFIA .....	24
<b>ANEXO 1.....</b>	<b>27</b>
<b>ANEXO 2.....</b>	<b>31</b>
CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO .....	31

## **PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DE QUALIDADE DAS ÁGUAS**

### **SUBPROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA**

### **SUBPROGRAMA DE ADEQUAÇÃO DAS ÁGUAS DO RESERVATÓRIO AOS PARÂMETROS ESTABELECIDOS NA RESOLUÇÃO CONAMA N. 357/05**

#### **APRESENTAÇÃO**

A Usina Hidrelétrica Queimado (UHE Queimado) teve sua implementação realizada pelo Consórcio entre a Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG) e a Companhia Energética de Brasília (CEB), o Consórcio CEMIG-CEB, e encontra-se em operação desde abril de 2004. A hidrelétrica localiza-se no alto curso do Rio Preto, Bacia do Rio São Francisco, na divisa dos Estados de Minas Gerais, Goiás e do Distrito Federal. Desta forma, a área do reservatório abrange os municípios de Unaí e Cabeceira Grande (Minas Gerais), Cristalina e Formosa (Goiás) e o Distrito Federal.

O processo de licenciamento ambiental do empreendimento, de responsabilidade do IBAMA/Brasília, e o Projeto Básico Ambiental (PBA), foram implementados em agosto de 2001, para a execução dos programas e projetos previstos por lei, envolvendo três etapas:

- i) Etapa Pré-enchimento;
- ii) Etapa Enchimento/ Pós-Enchimento;
- iii) Etapa de Operação;

Reconhecendo a importância, entre outros, do monitoramento das condições ambientais do reservatório e de sua fauna e flora associadas, o Consórcio CEMIG-CEB deu início aos procedimentos para a execução, em caráter contínuo, dos Projetos de Monitoramento da Fauna na UHE Queimado e área de influência, durante a Fase de Operação do empreendimento.

O presente Projeto de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Água tem por objetivo dar continuidade aos estudos físico-químicos e de comunidades biológicas aquáticas

(Fitoplâncton, Zooplâncton, Zoobênton e Malacofauna) durante toda a Fase de Operação, constituindo agora um programa contínuo, implementado pelo empreendimento.

A adoção desse programa de monitoramento possibilitará um diagnóstico preventivo, na medida em que serão avaliadas quali-quantitativamente as modificações naturais ou em decorrência da transformação do ambiente lótico em lêntico. A partir do diagnóstico, poderão ser definidas medidas mitigadoras para o controle, relacionadas com a dinâmica dos organismos em questão.

## **1 JUSTIFICATIVA**

Os reservatórios são ecossistemas lênticos artificiais, construídos pelo represamento de rios através de barragens, e têm por finalidade principal gerar a energia elétrica demandada em diversas atividades humanas modernas. No Brasil, devido à presença de grande território, bem como de rios extensos, a construção de barragens para fins de hidroeletricidade é uma prática bastante comum, tendo se intensificado nas décadas. As represas trazem como conseqüência, profundas alterações na estrutura das bacias hidrográficas e nas comunidades biológicas a elas associadas. Atualmente, vários dos grandes rios brasileiros estão amplamente aproveitados para a construção de hidrelétricas, com diversas barragens em cascata, que são definidas e implementadas por diretrizes governamentais que visam fundamentalmente suprir a crescente demanda de energia (TUNDISI, 1999).

A opção por construção de barragens como política energética nacional caracteriza-se como uma das atividades antrópicas de maior impacto sobre a fauna aquática, provocando mudanças irreversíveis na dinâmica fluvial das principais bacias hidrográficas do Brasil. Sobre todas as comunidades aquáticas, ocorre uma substituição qualitativa e quantitativa de espécies de ocorrência predominante em rios por espécies que são típicas de lagos (LANSAC-TÔAH *et al.*, 1999).

Os reservatórios transformam a dinâmica de rios, alterando o fluxo natural da água de um ambiente lótico para um ambiente lêntico, e de um ambiente raso para um ambiente profundo (TUNDISI, 1988; NOGUEIRA, 1996). Estas mudanças ocasionam variação na ciclagem de nutrientes, na produtividade do ecossistema e em todos os parâmetros físicos e

químicos da água. Com isso, toda a comunidade biológica adaptada ao ritmo natural dos rios sofre novas pressões ambientais. A busca de alimentos, as condições de oxigenação e temperatura da água e outros fatores físicos e químicos, a procura por condições ideais de reprodução e crescimento das populações, as relações estreitas entre as espécies; tudo se altera, havendo uma desestabilização ecológica no hábito dessas espécies. À medida que as alterações avançam em direção a uma nova e distinta estabilidade, a comunidade se modifica, tornando-se caracterizada por espécies de pequeno porte, *r* estrategistas, altamente reprodutivas e com ciclos de vida curtos (AGOSTINHO, 1996).

Apesar de diversa e importante como indicadora do estado de preservação de uma área de drenagem, a biota aquática no Brasil, em geral, possui conhecimento muito escasso. O estudo dos organismos que compõem o ecossistema límnic em represas artificiais constitui uma tentativa de se compreender as características ambientais dos novos ecossistemas formados para propor um manejo adequado desses ambientes.

### **1.1 Parâmetros Físico-Químicos**

Em reservatórios artificiais, existem variações espaciais e temporais que alteram as relações bióticas e abióticas, gerando distintos compartimentos dentro da lagoa. Esses ecossistemas são divididos em região litorânea (região adjacente ao meio terrestre e geralmente menos profunda); e região limnética (região profunda, situada no interior do lago). Em cada uma dessas regiões, inúmeras diferenças físicas, químicas e biológicas geram heterogeneidade ambiental. Além disso, o tempo de retenção da água, a profundidade e extensão do ambiente, a trofia, a entrada de pesticidas e herbicidas, as interações biológicas entre as espécies e, além disso, a sazonalidade determinada pelas estações do ano, são todos fatores preponderantes na determinação das condições limnológicas da água e, conseqüentemente, na riqueza e abundância dos organismos que compõem a biota aquática (MATSUMURA-TUNDISI, 1999).

## **1.2 Plâncton (Fitoplâncton e Zooplâncton)**

O plâncton constitui a comunidade de maior distribuição em um lago e pode ser dividida basicamente em fitoplâncton e zooplâncton. As represas exercem um efeito de acréscimo de diversidade e abundância sobre esta comunidade, já que os sistemas lênticos favorecem a reprodução de algas unicelulares, protozoários, microcrustáceos e rotíferos, organismos que mais frequentemente compõem o plâncton. Isso ocorre devido, principalmente, a dois fatores, descritos por Lansac-Thôa *et al.* (1999): 1) a diminuição da velocidade de corrente; e 2) o aumento de heterogeneidade espacial.

Com o represamento de um rio, a coluna de água, habitat dos organismos planctônicos, sofre uma estratificação em relação aos fatores físicos e químicos da água, como nutrientes, oxigênio dissolvido, temperatura, radiação solar. É esta heterogeneidade da coluna de água que permite a coexistência da grande diversidade biológica que compartilha o hábito planctônico (Pinese *et al.*, 2008).

A falta de registros de espécies zooplanctônicas têm limitado o conhecimento mais aprofundado da riqueza em novos reservatórios. Inventários e estudos ecológicos do plâncton devem estar inseridos em iniciativas de monitoramento, para que se possa pensar mais eficazmente nas formas de manejo e conservação dos ecossistemas aquáticos, principalmente os ecossistemas artificiais, ambientes já alterados pelo homem de forma drástica.

## **1.3 Macroinvertebrados Bentônicos**

Os macroinvertebrados bentônicos são organismos encontrados com extrema frequência em ecossistemas aquáticos, tanto lênticos quanto lóticos. A comunidade zoobentônica, composta, por definição, por invertebrados retidos por malhas com mais de 500µm de espessura de trama, têm grande importância ecológica na dinâmica de nutrientes dentro de rios e lagos. Esses organismos agem na particulação de nutrientes orgânicos autóctones e alóctones; constituem a dieta alimentar de vários organismos aquáticos, principalmente peixes; e possibilitam em considerável escala a liberação de partículas sedimentadas no fundo dos sistemas aquáticos, através do biorrevolvimento (ESTEVES,

1998). As espécies de animais bentônicos estão distribuídas entre diversos Filos, como Artropoda, Mollusca, Annelida, Nematoda e Platyhelminthes (WINTERBOURN; TOWNSEND, 1991; HAUER; RESH, 2006).

A qualidade dos corpos de água depende muito dos processos ecológicos realizados pelo bêtos. Devido à exigência por uma alta qualidade ambiental por parte de muitas espécies, o biomonitoramento de corpos hídricos através de espécies indicadoras, em especial Ephemeroptera, Plecoptera e Trichoptera, tem sido uma ação bastante empregada na avaliação da qualidade da água (MARQUES *et al.*, 1999).

Com a transformação do ecossistema aquático, a comunidade bentônica sofre uma previsível substituição de espécies que pode, de um modo geral, ser negativa ou positiva. Novas relações ecológicas são estabelecidas, como competição, predação e seleção. Ambientes lânticos, quando profundos, mostram depleção acentuada dos teores de oxigênio no fundo e por isso, espécies muito exigentes possivelmente acabam sendo substituídas por outras menos exigentes (BRANDIMARTE *et al.*, 1999).

Em seu estudo, Brandimarte *et al.* (1999) verificaram que na fase de pós-enchimento da represa houve um aumento na abundância de organismos bentônicos, mas ocorreu a diminuição na riqueza. Demonstraram que nos rios ocorre um aumento na densidade total e na riqueza em pontos de menor velocidade de corrente. Este fato é atribuído, dentre outros fatores, ao acúmulo de sedimento orgânico e à maior disponibilidade alimentar em ambientes de água mais parada. Essas mudanças também são prováveis em quaisquer outros processos de represamento.

Considerando-se ainda que muitos organismos bentônicos constituam fases larvais de insetos alados adultos, como efêmeras, libélulas, coleópteros, dípteros, entre outros, deve-se também ponderar sobre os ecossistemas terrestres de entorno, nos quais os adultos desses indivíduos estão inseridos. Portanto, a barragem é uma intervenção que pode afetar as comunidades animais e vegetais de matas ciliares ao alterar populações de espécies bentônicas dentro da água (Pinese *et al.*, 2008).

## Malacofauna

Como já foi mencionado, a comunidade bentônica assume grande relevância em reservatórios artificiais, devido ao seu papel estrutural e funcional, participando tanto na reciclagem de materiais como no fluxo de energia. Os moluscos são frequentemente encontrados dentre os grupos formadores desta comunidade, embora sua densidade seja bastante variável de ambiente para ambiente. A composição de espécies e a densidade de moluscos dependem fundamentalmente da combinação de diferentes fatores bióticos e abióticos, particulares a cada localidade, sendo que algumas associações podem ser utilizadas como indicadoras da qualidade da água e da integridade dos habitats (ESTEVEES, 1998).

Algumas espécies de moluscos brasileiros são hospedeiros intermediários de parasitas que transmitem doenças ao homem. Como exemplo principal, podem ser citadas espécies do gastrópodo *Biomphalaria*, um Planorbídeo que atua como hospedeiro intermediário da esquistossomose, transmitida pelos platelmintos do gênero *Schistosoma*. No Brasil, a esquistossomose, apesar dos programas oficiais de controle, ainda é uma endemia em expansão.

Outra preocupação em relação aos moluscos em ambientes lênticos se deve à introdução de espécies não nativas, invasoras ou exóticas, caracterizadas pela rápida maturação sexual e grande capacidade reprodutiva e adaptativa aos ambientes que colonizam, sejam eles naturais, artificiais, duciaquícolas ou salobros. O monitoramento de espécies não nativas torna-se cada vez mais importante e atualmente há uma grande preocupação por parte das instituições de pesquisa, órgãos governamentais e empresas geradoras de energia em relação à disseminação e proliferação de determinadas espécies da malacofauna, principalmente *Limnoperna fortunei* (mexilhão dourado) e *Corbicula fluminea*, dois bivalves originários do sudeste asiático. Os principais danos causados por esses moluscos é o entupimento de tubulações e o comprometimento do funcionamento dos mecanismos de abertura de comportas, influenciando na segurança das barragens. Em 1991, o mexilhão dourado foi registrado na foz do rio da Prata, e hoje está presente no Pantanal e avança pelas usinas hidrelétricas brasileiras na bacia do rio Paraná.

## 2 OBJETIVOS

O presente Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade das Águas tem como objetivo principal:

- Monitorar, em caráter contínuo, a qualidade ambiental, biológica e sanitária dos corpos hídricos da sub-bacia do alto rio Preto, na área diretamente afetada pela Usina Hidrelétrica Queimado (UHE Queimado), em sua Fase de Operação, incluindo o reservatório e seus tributários.

Os objetivos específicos consistem em:

- Gerar informações sazonais a respeito das características limnológicas, indicadoras da qualidade ambiental e sanitária do reservatório e dos corpos hídricos associados à UHE Queimado;
- Complementar os diagnósticos limnológicos e de qualidade das águas gerados pelos estudos anteriormente realizados pelo empreendimento: Estudos de Impacto Ambiental (EIA); Relatório de Impacto no Meio Ambiente (RIMA); Estudos Complementares de Limnologia e ainda aos Estudos de Limnologia e Qualidade das Águas durante as Fases de Pré-enchimento, Enchimento, Pós-Enchimento e Operação (anos iniciais) do reservatório;
- Acompanhar as comunidades aquáticas (Fitoplâncton, Zooplâncton e Macroinvertebrados Bentônicos, incluindo a Malacofauna) de forma contínua durante a operação do reservatório a fim de analisar a sua dinâmica no reservatório e diagnosticar alterações importantes do ponto de vista ambiental, biológico e sanitário;
- Acompanhar e avaliar os impactos aos quais o Trecho de Vazão Reduzida (TVR) e o Trecho de Vazão Reestabelecida estão submetidos.
- Sugerir ações para o controle biológico e manutenção da qualidade ambiental a partir da detecção de anormalidades ambientais, biológicas e sanitárias.

### **3 METAS**

As metas a serem alcançadas ao final dos trabalhos consistem em ampliar os conhecimentos sobre o estado limnológico e da qualidade das águas do reservatório da UHE Queimado, Trecho de Vazão Reduzida (TVR) e o Trecho de Vazão Restabelecida e apresentar propostas para as eventuais adequações de monitoramentos futuros.

### **4 INDICADORES**

A estrutura das comunidades biológicas que se estabelece no reservatório em resposta aos parâmetros físico-químicos observados servirá de indicadora do grau de estabilidade ambiental alcançado no novo ecossistema em formação.

### **5 PÚBLICO ALVO**

Os resultados obtidos nos estudos Limnológicos e da qualidade das águas do reservatório da UHE Queimado poderão ser disponibilizados, mediante solicitação, para especialistas da comunidade científica.

## **6 METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO PROGRAMA**

### **6.1 Periodicidade e Duração dos trabalhos**

Os trabalhos do presente Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade das Águas compreenderão 12 campanhas de monitoramento a serem realizadas trimestralmente ao longo de três anos, compreendendo tanto períodos de seca, quanto períodos chuvosos. As coletas terão início em data a ser definida pelo empreendedor e o monitoramento poderá ser prorrogado por maior período, definido a posteriori. Cada

campanha tem previsão de realização por um período de 3 a 5 dias, totalizando o mínimo de 36 e o máximo de 60 dias de efetivo trabalho de campo.

## **6.2 Pontos de Coleta**

Dando continuidade ao Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade das Águas já realizado em fases anteriores do empreendimento, deverão ser utilizadas no presente monitoramento uma maior quantidade de pontos no corpo do reservatório em relação aos pontos situados em tributários. Isto se justifica pelo caráter permanente que será estabelecido para o presente estudo.

Desta forma, a descrição dos pontos a serem amostrados encontra-se a seguir, com os respectivos dados de georeferenciamento:

1. Ponto QM-1: Corpo do reservatório, foz do ribeirão do Arrependido, margem direita, próximo à barragem (coordenadas UTM 23 K 251149 8206557);
2. Ponto QM-2: foz do ribeirão da Vereda, margem direita do reservatório, em seu terço proximal (coordenadas UTM 23 K 250067 8210470);
3. Ponto QM-3: Corpo do reservatório, em sua porção mediana, foz do ribeirão Estiva (coordenadas UTM 23 K 247940 8217306);
4. Ponto QM-4: Corpo do reservatório, em sua porção mais distal à barragem, na confluência dos braços dos rios Preto e Bezerra (coordenadas UTM 23 K 252789 8225509);
5. Ponto QM-5: Foz do ribeirão São Bernardo, margem direita do reservatório em seu terço final (coordenadas UTM 23 K 253064 8223405);
6. Ponto QM-6: Rio Preto, situado logo a jusante do Trecho de Vazão Reduzida, na área de restituição das vazões turbinadas (coordenadas UTM 23 K 254973 8205853).

Caso haja necessidade de inserções ou exclusões de pontos de amostragem no decorrer da execução do Projeto de Monitoramento Limnológico da Qualidade da Água, estas serão realizadas e devidamente justificadas em relatórios técnicos.

### **6.3 Procedimentos de Coleta e Processamento das Amostras**

A coleta das amostras será realizada com o uso de técnicas adequadas e distintas para cada componente biológico e ambiente analisado e a sua correta execução é um fator fundamental para a fidelidade dos resultados.

### **6.4 Parâmetros Físico-químicos**

Para as amostras dos parâmetros físico-químicos, serão seguidas as determinações de coleta e preservação estabelecidas no “Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater”, 20 th ed. (APHA - American Public Health Association, 2005). As amostras serão tomadas na superfície, meio e fundo da coluna d'água, através de um amostrador de profundidade, como garrafa de Van Dohr ou semelhante (ver Pinese, 2008). Imediatamente, as amostras serão divididas em frascos preparados para cada parâmetro, tomando-se o máximo cuidado para não borbulhar e nem deixar aparecer bolhas de ar, sendo então transportadas para o laboratório em caixas de isopor contendo gelo picado e em pedaços, em quantidade suficiente para refrigerá-las (em hipótese alguma as amostras deverão ser congeladas).

Os frascos de coleta destinados ao material de parâmetros físico-químicos deverão ser etiquetados anteriormente às coletas em campo. As etiquetas adotadas deverão indicar, além da identificação prevista, o parâmetro a ser analisado, bem como o modo e o tipo de preservação a serem empregados. Deve-se atender aos prazos máximos decorridos entre a amostragem e o início das análises. As análises das amostras coletadas serão processadas por laboratórios reconhecidamente capacitados.

Se disponíveis equipamentos eletrônicos de aferição em campo, alguns parâmetros poderão ser determinados através deles, como, por exemplo, medidores multiparâmetros, como o Horiba U-22, o que geraria grande economia na análise química da qualidade de água.

Uma recomendação importante a ser seguida durante as coletas físico-químicas é que o motor do barco seja desligado a uma distância de cerca de 10 metros do ponto amostral, continuando o percurso a remo, onde o barco deverá ser ancorado.

Abaixo, segue a lista de parâmetros físico-químicos a serem analisados:

- Alcalinidade total em  $\text{CaCO}_3$ ;
- Cloretos;
- Cobre total;
- Condutividade elétrica;
- Cor;
- Demanda bioquímica de oxigênio - DBO;
- Demanda química de oxigênio - DQO;
- Dureza de cálcio em  $\text{CaCO}_3$ ;
- Dureza de magnésio em  $\text{CaCO}_3$ ;
- Dureza total em  $\text{CaCO}_3$ ;
- Ferro solúvel;
- Ferro total;
- Fosfato total;
- Manganês total;
- Nitratos;
- Nitrogênio amoniacal;
- Nitrogênio total;

- Organoclorados e organofosforados
- Óleos e graxas;
- Ortofosfato;
- Oxigênio dissolvido;
- pH;
- Potássio;
- Sódio;
- Sólidos em suspensão;
- Sólidos dissolvidos totais;
- Sólidos totais;
- Sulfatos;
- Temperatura da água e do ar;
- Transparência (Secchi);
- Turbidez;
- Zinco total.

### **6.5 Parâmetros Bacteriológicos**

A coleta de amostras para exame bacteriológico será sempre a primeira a ser realizada, a fim de evitar o risco de contaminação do local. As amostragens serão manuais, na profundidade subsuperficial, pela submersão direta dos frascos ou de sacos estéreis na água. Todas as amostras deverão ser imediatamente acondicionadas em caixas de isopor, contendo gelo picado e enviadas para o laboratório.

Abaixo, segue a lista de parâmetros bacteriológicos a serem analisados:

- Coliformes fecais;

- Enterococos;
- *Escherichia coli*;
- Estreptococos fecais;

## 6.6 Fitoplâncton

Para as análises do fitoplâncton, as amostras qualitativas serão obtidas por meio de rede de plâncton com 25 µm de interstício, tanto nos pontos situados no corpo do reservatório, quanto nos pontos dos tributários, e serão efetuadas através de arrastos horizontais e verticais. Já as amostras quantitativas serão realizadas de forma distinta no corpo do reservatório e nos tributários associados. No reservatório, a coleta deverá ser realizada por meio de amostrador de profundidade, em três profundidades (sub-superfície; meio – limite da zona eufótica; e fundo), padronizando-se um volume de 10 litros de água coletada em cada profundidade, que será posteriormente filtrado conjuntamente em malha de 25 µm de interstício e armazenado em um frasco único. As amostras quantitativas nos tributários serão realizadas por meio de amostrador de profundidade aplicado à profundidade de sub-superfície e filtrado em malha de 25 µm de interstício, totalizando um volume de 30 litros por ponto amostral.

Todo o material filtrado nas amostragens qualitativas e quantitativas será armazenado em frascos com respectiva identificação e enviado ao laboratório. A preservação será feita em campo pela adição de 0,5 mL de solução de lugol acético ou pela adição de solução de formaldeído previamente preparada a 4%. A identificação e quantificação do fitoplâncton será realizada por microscopia óptica simples, utilizando-se lâminas simples para amostras qualitativas e microscopia óptica invertida, utilizando-se de "câmaras de sedimentação" para amostras quantitativas (5 ou 20 ml). A densidade total dos organismos será expressa em indivíduos por unidade de volume, através da fórmula:

$$D = \frac{Ni}{V}$$

Onde:

D = densidade de indivíduos

N<sub>i</sub> = número de indivíduos na amostra

V = volume de água filtrado (litro ou m<sup>3</sup>)

Os dados serão resumidos em tabelas e gráficos. O material deverá ser identificado por meio de chaves especializadas atualizadas.

### **6.7 Zooplâncton**

As amostragens qualitativas do zooplâncton serão realizadas por meio de arrastos horizontais e verticais com tempo ou volume padronizados, utilizando-se rede de plâncton de 60 µm de interstício. As amostras quantitativas no reservatório serão realizadas por meio de filtragem de 90 litros de água na coluna d'água, através de um amostrador de profundidade, em três profundidades (sub-superfície, meio e fundo), padronizando-se um volume de 30 litros em cada profundidade, que serão posteriormente filtrados em malha de 60 µm de interstício. As amostras quantitativas nos tributários também serão realizadas por meio de amostrador de profundidade, porém aplicado somente à sub-superfície, e o material será filtrado em malha de 60 µm de interstício. O material filtrado será armazenado em frascos com respectiva identificação e enviado ao laboratório. A preservação será feita com a adição de formol 4% ou álcool etílico 70%.

A identificação qualitativa do zooplâncton será realizada sob microscopia estereoscópica e óptica, utilizando-se placas de petri quadriculadas e lâminas simples, respectivamente. Será determinada uma subamostra de 5 mL através de pipeta de Hensen-Stempel para a padronização quantitativa de cada amostra. A densidade total dos organismos será expressa da mesma maneira que para fitoplâncton, adequando-se a uma unidade de volume (litro ou m<sup>3</sup>).

Os dados serão resumidos em tabelas e gráficos. O material será identificado por meio de chaves especializadas atualizadas.

## **6.8 Zoobênton**

A metodologia utilizada para as coletas da comunidade bentônica será variável, em função do ponto amostral e do respectivo tipo de substrato observado. Isto acontecerá porque os métodos de amostragem do zoobênton são específicos para cada tipo de substrato.

A rede de bênton, do tipo “D”, deverá ser empregada no revolvimento de substratos compostos por seixos, galhos e folhas imersos nos córregos e margens do reservatório, sempre a pouca profundidade. Já a draga de Petersen, metodologia empregada na coleta de sedimento de fundo arenosos e/ou lodosos, será utilizada tanto para pontos mais profundos como mais rasos, e o volume de material coletado poderá ser estimado. O método de Dipping ou Conchadas será empregado para o sedimento e vegetação, próximos às margens dos córregos e do reservatório.

As coletas de macroinvertebrados será realizada no reservatório e nos tributários, para todos os pontos amostrais definidos neste monitoramento. A malha de filtragem utilizada será de 500 µm.

O material coletado será acondicionado em potes ou em sacos plásticos, devidamente identificados e fixado em formol 4%. Em laboratório, será realizada a triagem dos organismos através da técnica visual e também da técnica de flutuação salina seguida de filtragem do sobrenadante, para a separação dos organismos do sedimento. As amostras previamente triadas serão analisadas sob estereomicroscópio em placas de petri quadriculada. Para a identificação dos macroinvertebrados serão utilizadas chaves especializadas atualizadas.

## **6.9 Malacofauna**

O estudo da malacofauna será realizado conjuntamente com o estudo de macroinvertebrados bentônicos e do Programa de Monitoramento de Macrófitas e deverá ter como abordagem principal o potencial epidemiológico da esquistossomose e de moluscos invasores, já identificados anteriormente.

Além do aproveitamento das amostragens de macroinvertebrados bentônicos para o monitoramento da malacofauna, também será realizada uma inspeção visual minuciosa ao longo das margens dos pontos de amostragem considerados. A vegetação aquática será ainda verificada visualmente à procura de desovas de moluscos que possam estar aderidas à superfície do caule e das folhas.

Para espécies com potencial epidemiológico, deverá ser realizada a coleta dos indivíduos vivos potencialmente vetores da doença para a realização de testes de liberação de cercárias, a fim de se avaliar o grau de infecção.

## 7 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados ambientais e biológicos deverão ser analisados através de análises de variância, análises multivariadas e correlações com fatores ambientais e sazonalidade.

As comunidades biológicas serão analisadas segundo a variação da riqueza, da densidade e da diversidade. Serão identificados os organismos de interesse científico e sanitário, bem como aqueles que possam servir de indicadores biológicos de alterações ambientais.

Para o cálculo da diversidade de espécies, serão utilizados, por grupos, os índices de diversidade de Shannon-Weaver e de Simpson, descritos pelas equações:

$$1) H = -\sum p_i \log_e p_i$$

$$2) D = \frac{1}{\sum p_i^2}$$

Onde:

$H$  = Índice de Diversidade de Shannon-Weaver;

$D$  = Índice de Diversidade de Simpson;

$p_i$  = proporção do número de indivíduos da espécie  $i$  na amostra (abundância relativa de cada espécie);

$i$  = espécies na amostra.

Para o cálculo da similaridade entre os pontos de coleta, serão utilizados os índices de similaridade de Jaccard, Sorensen e Porcentagem de Similaridade, descritos pelas seguintes equações:

$$3) S_j = \frac{c}{s_1 + s_2 - c}$$

$$4) S_s = \frac{2c}{s_1 + s_2}$$

$$5) PS = \sum \text{mín}(p_{i1} \leftrightarrow p_{i2}) \times 100$$

Onde:

$S_j$  = Coeficiente de Similaridade de Jaccard;

$S_s$  = Coeficiente de Similaridade de Sorensen;

$PS$  = Porcentagem de similaridade;

$c$  = número de espécies comuns entre a área 1 e 2;

$s_1$  = número de espécies na área 1;

$s_2$  = número de espécies na área 2;

$p_{i1}$  = abundância relativa da espécie  $i$  no ponto 1;

$p_{i2}$  = abundância relativa da espécie  $i$  na área 2;

$i$  = espécies na amostra.

A equitabilidade ( $J$  ou  $E$ ), índice que varia entre 0 e 1 (resultado maior que 0,5 é considerado como distribuição uniforme das espécies na amostra e alta equitabilidade) será calculada a partir do índice de Shannon-Weaver ( $H$ ), através da fórmula:

$$6) J = \frac{H}{\log_2 S}$$

Onde:

$J$  = equitabilidade;

$H$  = índice de Shannon-Weaver

$S$  = número total de espécies de cada amostra.

Os cálculos de diversidade, similaridade e equitabilidade serão organizados em tabelas comparativas. A riqueza total das espécies também será organizada em tabelas, como listas de espécies para cada grupo em separado.

Os dados obtidos para os exames bacteriológicos serão analisados no sentido de se identificar a presença ou não de contaminação fecal na água, bem como de sua origem, humana ou animal.

Os resultados ambientais e bacteriológicos serão comparados com os padrões estabelecidos pelo CONAMA 357/2005, para sistemas hídricos de classe 02, para os quais essa legislação define níveis limites.

Os parâmetros limnológicos físico-químicos, bacteriológicos e biológicos aqui indicados neste estudo limnológico e de qualidade das águas da UHE Queimado deverão ser monitorados e avaliados quanto aos valores recomendados pela Resolução CONAMA n. 357/05, sendo que desvios nestes valores terão caráter de alerta, já que medidas de adequação

que mitiguem estes desvios seriam inviáveis técnica e economicamente, já que se tratam de fenômenos de elevada complexidade dentro dos processos de estabilização ambiental em curso no novo ambiente formado a partir do represamento do rio Preto.

## **8 INTER-RELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS**

Os resultados alcançados com os estudos Limnológicos e da qualidade das águas do reservatório da UHE Queimado poderão ser disponibilizados para os programas de Macrófitas, Ictiofauna no reservatório, Trecho de Vazão Reduzida (TVR) e no Trecho de Vazão Restabelecida além de utilizar os resultados destes mesmos programas na elaboração de propostas para monitoramentos futuros. Sendo assim, estes estudos devem ser implementados de forma sincronizada e cooperativa.

## **9 RECURSOS NECESSÁRIOS**

Os gastos com pessoal, deslocamentos e hospedagens, equipamentos e material sugerido para a execução dos trabalhos de continuidade do Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Água na Região da UHE Queimado – Fase de Operação, estão apresentados no anexo 1.

## **10 ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS E NORMATIVOS**

As coletas de campo deverão ser realizadas em embarcações pilotadas por pessoas devidamente portadoras de Carteira de Arrais Amador.

## **11 ACOMPANHAMENTO E AVALIAÇÃO**

Os relatórios parciais serão emitidos semestralmente pela empresa contratada para realização dos serviços de coleta e processamento de amostras. O conteúdo deverá ser feito por ponto de amostragem e deverá conter informações da coleta e os resultados dos parâmetros realizados no período.

Os relatórios anuais abrangerão as coletas dos quatro trimestres anteriores à sua elaboração. As avaliações de qualidade deverão ser realizadas para o conjunto de pontos de amostragem, destacando-se os principais desvios nos parâmetros de estações específicas, sendo interpretados à luz das interferências do empreendimento ou ações antrópicas em curso na região, que possam ter exercido os desvios nos valores dos parâmetros.

## **12 ETAPAS DE EXECUÇÃO**

As etapas do Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Água estão apresentadas dentro de um cronograma de execução apresentado no anexo 2, dependendo apenas da definição pelos Órgãos Ambientais da data para início das atividades.

## **13 RESPONSÁVEIS PELA IMPLEMENTAÇÃO DO PROGRAMA**

A implementação do programa é de responsabilidade do Consórcio CEMIG-CEB, concessionária legal do empreendimento, por meio de equipe técnica própria e ou contratada, em conformidade com a legislação vigente.

Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade de Água deverá ser executado sob a coordenação de um Biólogo Sênior (com experiência em limnologia), um Biólogo Pleno e um auxiliar de campo que pode ser um Biólogo Júnior ou graduando em biologia, além de um barqueiro devidamente habilitado com carteira de Arrais Amador.

### 13.1 Responsáveis Técnicos

#### **Dr. José Fernando Pinese**

Biólogo (UNESP/Rio Claro), Mestre em Oceanografia (USP), Doutor em Ecologia (UFSCAR), Professor Adjunto INBIO/UFU. (COORDENADOR)

#### **MSc. Olívia Penatti Pinese**

Bióloga (UFU), Mestre em Ecologia (UFU), Doutoranda em Ecologia e Evolução (UFG), CRBio 49969/04-D. (RESPONSÁVEL TÉCNICA).

### 9 BIBLIOGRAFIA

A bibliografia aqui apresentada corresponde não somente à literatura utilizada no planejamento do Programa de Conservação da Ictiofauna, mas também à literatura recomendada para a execução do monitoramento.

AGOSTINHO, A.A. 1996. Manejo de Recursos Pesqueiros em Reservatórios. *In.*: AGOSTINHO, A.A. & ZALEWSKI, M. **A planície alagável do alto rio Paraná: importância e preservação = Upper Paraná floodplain river: importance and preservation**. Maringá: EDUEM, 100p.

APHA - American Public Health Association, 2005. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 20 th ed.

BRANDIMARTE, A.L.; ANAYA, M.; SHIMIZU, G.Y. 1999. Comunidades de invertebrados bentônicos nas fases pré-e-pós enchimento em reservatórios: um estudo de caso no reservatório de aproveitamento múltiplo do Rio Mogi-Guaçu (SP). *In.*: HENRY, R. (editor). 1999. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: Fapesp: Fundbio, 800p.

- ESTEVES, F.A. 1998. **Fundamentos de Limnologia**. Rio de Janeiro: Interciência, 602p.
- HAUER, F. R.; RESH, V. H. 2006. Benthic macroinvertebrates. In: HAUER, F. R.; LAMBERTI, G. A. (Eds.). **Methods in stream ecology**. 2.ed. U.S.A: Academic Press. Elsevier Science, 674p.
- LANSAC-TÔHA, F.A.; VELHO, L.F.M.; BONECKER, C.C. 1999. Estrutura da comunidade zooplancônica antes e após a formação do Reservatório de Corumbá – GO. In: HENRY, R. (ed.). 1999. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: Fapesp: Fundbio, 800p.
- MARQUES, M. G. S. M.; FERREIRA, R. L.; BARBOSA, F. A. R. 1999. A comunidade de macroinvertebrados aquáticos e características limnológicas das Lagoas Carioca e da Barra, Parque Estadual do Rio Doce, MG. **Revista Brasileira de Biologia**. v.59, n.2, São Carlos.
- MATSUMURA-TUNDISI, T. 1999. Diversidade de zooplâncton em represas do Brasil. In: HENRY, R. **Ecologia de reservatórios: estrutura, função e aspectos sociais**. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP, p. 39-54.
- NOGUEIRA, M.G. 1996. **Composição, abundância e distribuição espaço-temporal das populações planctônicas e das variáveis físico-químicas na represa de Jurumirim, rio Paranapanema, SP**. São Carlos. 430p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.
- PINESE, O.P.; ALMEIDA, C.G de; RÊGO, A.C.L & PINESE, J.F. 2008. Ecology of a zooplanktonic community in an urban lake in southeastern Brazil (Uberlândia, MG). **Revista Brasileira de Zoociências**, v.10, p.105-114.
- TUNDISI, J.G. 1999. Reservatórios como Sistemas Complexos: Teoria, Aplicações e Perspectivas para Uso Múltiplo. In: HENRY, R. (editor) **Ecologia de Reservatórios: Estrutura, Função e Aspectos Sociais**. Botucatu: FUNDIBIO: FAPESP, 799p.

TUNDISI, J.G. 1988. Impactos ecológicos da construção de represa: aspectos específicos e problemas de manejo. In: TUNDISI J.G. (ed.), **Limnologia e manejo de represas**. São Paulo, Academia de Ciências de São Paulo. v.1., Tomo 1, pp. 1-76 (Série Monografias em Limnologia), 506p.

WINTERBOURN, M. J.; TOWNSEND, C. R. 1991. Stream and rivers: one-way flow systems. In: BARNES, R. S. K.; MANN, K. H. (Eds.). **Fundamentals of aquatic ecology**. 2ed. Blackwell Science Company, 270p.

## ANEXO 1

## Orçamento para implantação de Programas de Monitoramento Limnológico na UHE Queimado

ANO I						
Profissional	Quantidade Dias	Nº de campanhas	Horas p/ dia	Horas Totais	Custo R\$/h	Total (R\$)
<b>CAMPO</b>						
1 Biólogo Sênior	1	1	8	8	100,00	800,00
1 Biólogo pleno	4	2	8	64	60,00	3.840,00
1 Auxiliar de campo	4	2	8	64	15,00	960,00
<b>ESCRITÓRIO</b>						
1 Biólogo Sênior	2	2	8	32	100,00	3.200,00
1 Biólogo Pleno	2	2	8	32	60,00	1.920,00
<b>LABORATÓRIO</b>						
1 Biólogo Sênior	8	1	8	64	100,00	6.400,00
1 Biólogo Pleno	8	2	8	128	60,00	7.680,00
1 Biólogo Júnior	8	2	8	128	30,00	3.840,00
<b>Total (Horas técnicas)</b>						<b>28.640,00</b>
Material	Quantidade	Nº de campanhas			Custo unt. (R\$)	Total (R\$)
<b>Equipamentos</b>						
Barco de alumínio (para 4 pessoas)	2	1			3680,00	0,00
Motor de Popa	2	1			6500,00	0,00
GPS de alta sensibilidade c/ mapa	1	1			1340,00	0,00
Máquina Fotográfica	1	1			890,00	0,00
Medidor multiparâmetro de qualidade de água	1	1			14950,00	0,00
Fluxômetro	2	1			1970,00	0,00
Microscópio biológico trinocular invertido	1	1			12500,00	0,00
Microscópio trinocular	2	1			6900,00	0,00
Microscópio estereoscópico	2	1			4000,00	0,00
Notebook para campo	1	1			3700,00	0,00
Impressora a Laser	1	1			765,00	0,00
<b>Total equipamentos</b>						<b>0,00</b>
<b>Material de Consumo</b>						
Kits de 1º socorros	1	1			230,00	230,00
Redes de plâncton de 35 e 70 µm	4	1			260,00	1.040,00
Rede Delta (D net, malha 250 µm)	2	1			230,00	460,00
garrafa de Van-Dhor	2	1			680,00	1.360,00
Draga de Petersen p/ Bentos	2	1			2550,00	5.100,00
caixas de lâminas	2	1			4,90	9,80
caixas de laminulas	2	1			4,90	9,80
câmara de Sedgewick-Palfer (quadriculada)	2	1			790,00	1.580,00
cuba de sedimentação Uthermoll (5 e 20 ml)	2	1			1785,00	3.570,00
cuba de Doflus (contagem zooplâncton)	2	1			370,00	740,00
Bateria de peneiras p/ triagem de Bentos	1	1			1675,00	1.675,00
coletes salva-vidas	4	1			85,00	0,00
frasco para amostra (250 e 500 ml)	50	1			1,50	75,00
Formol (litro)	12	1			5,00	60,00
Alcool absoluto (litro)	12	1			3,00	36,00
Iugol (litro)	2	1			35,00	70,00
Toner preto para impressora	1	1			299,00	0,00
Toner colorido para impressora	1	1			299,00	0,00
Papel A4 (500 folhas)	1	1			11,00	0,00
Bandeja de polietileno 25x40 cm	2	1			12,50	25,00
Caixa de isopor 120 L	2	1			45,00	90,00
Sacos plásticos de 12x20 cm (Kg)	2	2			14,50	58,00
Impressão de Relatórios	1	2			150,00	300,00
<b>Total (material)</b>						<b>16.488,60</b>
Transporte e alimentação	Quantidade Dias / Kms	Nº de campanhas	Parâmetro		Custo unt. (R\$)	Total (R\$)
<b>Transporte</b>						
Automóvel (aluguel)	5	2	diária	-	150,00	1.500,00
Combustível p/ carro alugado/Km rodado	1200	2	R\$/Km	120	2,70	648,00
Combustível p/ barco	120	2	Lt. gasol + óleo 2T	-	3,20	768,00
Hospedagem	9	2	diária	-	50,00	900,00
Alimentação	9	2	diária	-	30,00	540,00
Barco com motor (aluguel)	1	2	diária	4	150,00	1.200,00
<b>Total (Transporte e alimentação)</b>						<b>5.556,00</b>
<b>Sub Total</b>					<b>50.684,60</b>	
<b>Lucro</b>					<b>0,05</b>	<b>4.247,08</b>
<b>Taxa de administração</b>					<b>0,20</b>	<b>16.988,30</b>
<b>Outras despesas</b>					<b>0,02</b>	<b>1.698,83</b>
<b>Impostos</b>						
PIS					0,65%	
COFINS					3,00%	
ISS					2,00%	
CPMF					0,00%	
IR					4,80%	
CSLL					2,88%	
<b>Sub total</b>					<b>13,33%</b>	
<b>Custo Total</b>						<b>11.322,70</b>
<b>Valor total</b>						<b>R\$ 84.941,51</b>

**Orçamento para implantação de Programas de Monitoramento Limnológico na UHE Queimado**

ANO II						
Profissional	Quantidade Dias	Nº de campanhas	Horas/campanha	Horas Totais	Custo R\$/h	Total (R\$)
<b>CAMPO</b>						
1 Biólogo Sênior	1	1	8	8	100,00	800,00
1 Biólogo pleno	4	2	8	64	60,00	3.840,00
1 Auxiliar de campo	4	2	8	64	15,00	960,00
<b>ESCRITÓRIO</b>						
1 Biólogo Sênior	2	2	8	32	100,00	3.200,00
1 Biólogo Pleno	2	2	8	32	60,00	1.920,00
<b>LABORATÓRIO</b>						
1 Biólogo Sênior	8	1	8	64	100,00	6.400,00
1 Biólogo Pleno	8	2	8	128	60,00	7.680,00
1 Biólogo Júnior	8	2	8	128	30,00	3.840,00
<b>Total (Horas técnicas)</b>						<b>28.640,00</b>
Materials	Quantidade	Nº de campanhas			Custo unt. R\$	Total (R\$)
Barco de alumínio (para 4 pessoas)	2	0			3680,00	0,00
Motor de Popa	2	0			6500,00	0,00
GPS de alta sensibilidade c/ mapa	1	0			1340,00	0,00
Máquina Fotográfica	1	0			890,00	0,00
Medidor multiparâmetro de qualidade de água	1	0			14950,00	0,00
Fluxômetro	2	0			1970,00	0,00
Microscópio biológico trinocular invertido	1	0			12500,00	0,00
Microscópio trinocular	2	0			6900,00	0,00
Microscópio estereoscópico	2	0			4000,00	0,00
Notebook para campo	1	0			3700,00	0,00
Impressora a Laser	1	0			765,00	0,00
<b>Material de Consumo</b>						
Kits de 1º socorros	1	1			230,00	230,00
Redes de plâncton de 35 e 70 µm	4	0			260,00	0,00
Rede Delta (D net, malha 250 µm)	2	0			230,00	0,00
garrafa de Van-Dhor	2	0			680,00	0,00
Draga de Petersen p/ Bentos	2	0			2550,00	0,00
caixas de lâminas	2	1			4,90	9,80
caixas de laminulas	2	1			4,90	9,80
câmara de Sedgewick-Pfalter (quadriculada)	2	0			790,00	0,00
cula de sedimentação Uthermoll (5 e 20 ml)	2	0			1785,00	0,00
cula de Dofus (contagem zooplâncton)	2	0			370,00	0,00
Bateria de peneiras p/ triagem de Bentos	1	0			1675,00	0,00
coletes salva-vidas	4	0			85,00	0,00
frasco para amostra (250 e 500 ml)	50	1			1,50	75,00
Formol (litro)	12	1			5,00	60,00
Álcool absoluto (litro)	12	1			3,00	36,00
lugar (litro)	2	1			35,00	70,00
Toner preto para impressora	1	0			299,00	0,00
Toner colorido para impressora	1	0			299,00	0,00
Papel A4 (500 folhas)	1	1			11,00	0,00
Bandeja de polietileno 25x40 cm	2	0			12,50	0,00
Caixa de isopor 120 L	2	0			45,00	0,00
Sacos plásticos de 12x20 cm (Kg)	2	2			14,50	58,00
Impressão de Felatórios	1	2			150,00	300,00
<b>Total (material)</b>						<b>848,60</b>
Transporte e alimentação	Quantidade Dias / Kms	Nº de campanhas	Parâmetro		Custo unt. R\$	Total (R\$)
Automóvel (aluguel)	5	2	diária	-	150,00	1.500,00
Combustível p/ carro alugado/Km rodado	1200	2	R\$/Km	120	2,70	648,00
Combustível p/ barco	120	2	Lt gasol + óleo 2T	-	3,20	768,00
Hospedagem	9	2	diária	-	50,00	900,00
Alimentação	9	2	diária	-	30,00	540,00
Barco com motor (aluguel)	1	2	diária	4	150,00	1.200,00
<b>Total (Transporte e alimentação)</b>						<b>5.556,00</b>

**Sub Total 35.044,60**

<b>Lucro</b>	<b>Custo Total</b>
0,05	2.936,53

<b>Taxa de administração</b>	<b>Custo Total</b>
0,20	11.746,14

<b>Outras despesas</b>	<b>Custo Total</b>
0,02	1.174,61

<b>Impostos</b>	
PIS	0,65%
COFINS	3,00%
ISS	2,00%
CPMF	0,00%
IR	4,80%
CSLL	2,88%
<b>Sub total</b>	<b>13,33%</b>
<b>Custo Total</b>	<b>7.828,80</b>

<b>Valor total</b>	<b>R\$ 58.730,69</b>
--------------------	----------------------

**Orçamento para implantação de Programas de Monitoramento Limnológico na UHE Queimado**

ANO III						
Profissional	Quantidade Dias	Nº de campanhas	Horas/campanha	Horas Totais	Custo R\$/h	Total (R\$)
<b>CAMPO</b>						
1 Biólogo Sênior	1	1	8	8	100,00	800,00
1 Biólogo pleno	4	2	8	64	60,00	3.840,00
1 Auxiliar de campo	4	2	8	64	15,00	960,00
<b>ESCRITÓRIO</b>						
1 Biólogo Sênior	2	2	8	32	100,00	3.200,00
1 Biólogo Pleno	2	2	8	32	60,00	1.920,00
<b>LABORATÓRIO</b>						
1 Biólogo Sênior	8	1	8	64	100,00	6.400,00
1 Biólogo Pleno	8	2	8	128	60,00	7.680,00
1 Biólogo Júnior	8	2	8	128	30,00	3.840,00
<b>Total (Horas técnicas)</b>						<b>28.640,00</b>
Material	Quantidade	Nº de campanhas			Custo unt. R\$	Total (R\$)
Barco de alumínio (para 4 pessoas)	2	0			3680,00	0,00
Motor de Popa	2	0			6500,00	0,00
GPS de alta sensibilidade c/ mapa	1	0			1340,00	0,00
Máquina Fotográfica	1	0			890,00	0,00
Medidor multiparâmetro de qualidade de água	1	0			14950,00	0,00
Fluxômetro	2	0			1970,00	0,00
Microscópio biológico trinocular invertido	1	0			12500,00	0,00
Microscópio trinocular	2	0			6900,00	0,00
Microscópio estereoscópico	2	0			4000,00	0,00
Notebook para campo	1	0			3700,00	0,00
Impressora a Laser	1	0			765,00	0,00
<b>Material de Consumo</b>						
Kits de 1º socorros	1	1			230,00	230,00
Fedres de plâncton de 35 e 70 µm	4	0			260,00	0,00
Fedre Delta (D net, malha 250 µm)	2	0			230,00	0,00
garrafa de Van-Dhor	2	0			680,00	0,00
Draga de Petersen p/ Bentos	2	0			2550,00	0,00
caixas de lâminas	2	1			4,90	9,80
caixas de laminulas	2	1			4,90	9,80
câmara de Sedgewick-Palfer (quadriculada)	2	0			790,00	0,00
cuba de sedimentação Uthermoll (5 e 20 ml)	2	0			1785,00	0,00
cuba de Dolfus (contagem zooplâncton)	2	0			370,00	0,00
Bateria de peneiras/ triagem de Bentos	1	0			1675,00	0,00
coletes salva-vidas	4	0			85,00	0,00
frasco para amostra (250 e 500 ml)	50	1			1,50	75,00
Formol (litro)	12	1			5,00	60,00
Alcool absoluto (litro)	12	1			3,00	36,00
Iugol (litro)	2	1			35,00	70,00
Toner preto para impressora	1	0			299,00	0,00
Toner colorido para impressora	1	0			299,00	0,00
Papel A4 (500 folhas)	1	1			11,00	0,00
Bandeja de polietileno 25x40 cm	2	0			12,50	0,00
Caixa de isopor 120 L	2	0			45,00	0,00
Sacos plásticos de 12x20 cm (Kg)	2	2			14,50	58,00
Impressão de Relatórios	1	2			150,00	300,00
<b>Total (material)</b>						<b>848,60</b>
Transporte e alimentação	Quantidade Dias / Kms	Nº de campanhas	Parâmetro		Custo unt. R\$	Total (R\$)
Automóvel (aluguel)	5	2	diária	-	150,00	1.500,00
Combustível p/ carro alugado/Km rodado	1200	2	R\$/Km	120	2,70	648,00
Combustível p/ barco	120	2	Lt gasol + óleo 2T	-	3,20	768,00
Hospedagem	9	2	diária	-	50,00	900,00
Alimentação	9	2	diária	-	30,00	540,00
Barco com motor (aluguel)	1	2	diária	4	150,00	1.200,00
<b>Total (Transporte e alimentação)</b>						<b>5.556,00</b>
<b>Sub Total</b>						<b>35.044,60</b>
<b>Lucro</b>						<b>Custo Total</b>
0,05						2.936,53
<b>Taxa de administração</b>						<b>Custo Total</b>
0,20						11.746,14
<b>Outras despesas</b>						<b>Custo Total</b>
0,02						1.174,61
<b>Impostos</b>						
PIS						0,65%
COFINS						3,00%
ISS						2,00%
CPMF						0,00%
IR						4,80%
CSLL						2,88%
<b>Sub total</b>						<b>13,33%</b>
<b>Custo Total</b>						<b>7.828,80</b>
<b>Valor total</b>						<b>R\$ 58.730,69</b>

**Orçamento para implantação de Programas de Monitoramento Limnológico na UHE Queima**

Ano I	R\$ 84.941,51
Ano II	R\$ 58.730,69
Ano III	R\$ 58.730,69
<b>TOTAL PROGRAMA</b>	<b>R\$ 202.402,88</b>

## ANEXO 2

### CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

ATIVIDADES	ANO																																				
	1º												2º												3º												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Contratação de equipe técnica	x	x																																			
Solicitação RLO	x												x																								
Aquisição de material	x	x																																			
Reuniões técnicas	x						x							x						x						x							x				
Campanhas de coleta			x			x			x			x			x			x			x			x			x			x			x			x	
Relatórios parciais							x							x						x						x							x				
Relatório Final																																					