

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

**ATENDIMENTO À CONDICIONANTE 2.20 DA LICENÇA DE
INSTALAÇÃO Nº 190/2002.**

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

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

ÍNDICE

1.	JUSTIFICATIVA.....	1
2.	OBJETIVOS.....	3
3.	METAS.....	4
4.	INDICADORES AMBIENTAIS	5
5.	METODOLOGIA ANALÍTICA	7
6.	CONTROLE DE QUALIDADE	8
7.	PÚBLICO-ALVO	9
8.	METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO PROGRAMA	10
9.	INTERRELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS	15
10.	ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS.....	16
11.	CRONOGRAMA FÍSICO	17
12.	BIBLIOGRAFIA	18

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

1. JUSTIFICATIVA

Programas de Monitoramento de Qualidade da Água são usuais em empreendimentos de geração de energia elétrica, sejam usinas hidrelétricas, termelétricas ou nucleares, pois permitem a identificação de eventuais alterações na qualidade do corpo hídrico cujas águas são utilizadas no processo de geração e, eventualmente, dão subsídios para a elaboração e quantificação de medidas corretivas.

Por formar um reservatório de grande porte, em relação às vazões afluentes, são esperadas mudanças na qualidade das águas do rio São Marcos, provocadas pelo enchimento do reservatório e pela operação da Usina Hidrelétrica de Serra do Facão. Esse problema não apresenta grandes implicações do ponto de vista da sociedade uma vez que esse rio e suas águas têm poucos usuários: apenas alguns moradores ribeirinhos, não sendo utilizado como manancial para abastecimento público de nenhum núcleo urbano.

Como normalmente ocorre em aproveitamentos hidrelétricos, os impactos que poderão ser provocados pelo AHE Serra do Facão sobre os recursos hídricos e sua qualidade estão relacionados principalmente com a formação e operação do reservatório.

Nas hidrelétricas, os reservatórios com maior capacidade de regularizar vazões garantem maior segurança na geração de energia, porém exigem volumes acumulados de grande porte em relação às vazões afluentes. As alterações ocorridas referem-se, nestes casos, à disponibilidade hídrica e sua sazonalidade e à qualidade da água, além da modificação no transporte de sedimentos pelo curso d'água. Estas alterações podem ter reflexos no trecho de remanso, no interior e a jusante do reservatório.

No caso do AHE Serra do Facão, a regularização de vazões proporcionada pelo volume de seu reservatório é muito grande em relação à afluência. E é exatamente esta característica que o torna um empreendimento tão valorizado, especialmente no atual momento de crise energética. Basta lembrar que o armazenamento da água nas usinas hidrelétricas funciona, na matriz energética brasileira, que privilegia os recursos naturais renováveis, como uma reserva de energia.

A usina foi projetada para operar com depleção do volume do reservatório, variando seu nível d'água entre as elevações 756,00 e 732,50 m. A área total da superfície do reservatório terá cerca de 214 km². Seu volume total foi avaliado em 5.277 x 10⁶ m³.

Como a vazão média de longo termo no local do aproveitamento é de 175 m³/s, o tempo de residência médio das águas no reservatório de Serra do Facão será de cerca de 350 dias. Este período de tempo, apesar de ser encontrado com frequência em outros empreendimentos hidrelétricos brasileiros, é longo e indica que o regime fluvial do rio São Marcos será profundamente alterado.

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

Assim, apesar do reduzido uso das águas do rio São Marcos no estirão do aproveitamento de Serra do Facão, o monitoramento de suas características físico-químicas e limnológicas se justifica pelas significativas alterações em seu regime fluvial, o que poderá afetar a qualidade da água no interior do reservatório e a jusante do barramento, devido à possibilidade de estratificação e eutrofização do corpo hídrico.

A estratificação pode ocorrer em sistemas lóticos, como no caso de grandes rios. Ela ocorre nos reservatórios devido à criação de ambientes lênticos, com reduzida capacidade de renovação. É a acomodação de camadas de fluido ao longo do eixo vertical, em decorrência de gradientes de densidade, que são provocados por gradientes de temperatura, predominantemente, e de concentração de sólidos dissolvidos e em suspensão. Se não houver mistura vertical através de rápida renovação da água, vento ou precipitação o volume de água do reservatório ficará estratificado.

Reservatórios com grandes volumes aumentam a possibilidade de estratificação e, conseqüentemente, podem alterar de forma negativa a qualidade da água, principalmente a jusante dos empreendimentos. Nos reservatórios de grandes dimensões, onde a profundidade é grande e a velocidade longitudinal é pequena, pode ocorrer estratificação vertical de temperatura, massa específica e qualidade da água.

O número de Froude densimétrico, utilizado para avaliar a tendência à estratificação de um lago ou reservatório, foi estimado em $2,6 \times 10^{-5}$ para Serra do Facão, o que significa que o sistema tenderá a ficar completamente estratificado. Quando esse valor é próximo de 1, o reservatório pode ser considerado sem tendência à estratificação. Essa estratificação terá como conseqüência a ocorrência, nas camadas inferiores, de reduzidas taxas de oxigênio dissolvido, com ocorrência de processos anaeróbios.

Durante o enchimento do reservatório, o afogamento progressivo de vegetação (fitomassa) e sua conseqüente decomposição poderão provocar uma intensa liberação de nutrientes, principalmente fosfato e compostos nitrogenados, resultando no aumento do nível de eutrofização do ambiente. Com isso, poderá ocorrer uma proliferação exagerada de fitoplâncton e macrófitas aquáticas ("trophic upsurge"), cuja decomposição, por sua vez, provocaria a redução das taxas de oxigênio dissolvido na água, que passa a ser consumido para alimentar as reações bioquímicas de decomposição, afetando a vida aquática, particularmente os peixes e outros seres aeróbios.

Mesmo posteriormente, durante a operação do reservatório, quando esses processos já estiverem estabilizados, a deterioração ambiental associada à eutrofização poderá ocorrer em alguns pontos próximos às margens do reservatório, onde existam condições propícias como pequena profundidade, alta incidência de luz e disponibilidade de nutrientes.

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

O tempo de residência é um fator importante para avaliar a tendência do reservatório a eutrofização, pois as algas necessitam de um determinado período de tempo para atingir seu desenvolvimento ideal. Na série de vazões médias mensais de 1931 a 1995, os valores mensais médios variaram entre 322,4 m³/s (fevereiro) e 59,9 m³/s (agosto), em forma de dispersão significativa. Portanto, o período de 350 dias, estimado como o tempo de residência médio, pode ser considerado apenas como indicador, pois o tempo de residência efetivo do reservatório em estudo irá variar sazonalmente. Apesar dessa variação, os tempos de residência serão longos, de modo que a tendência a eutrofização sempre será alta.

A contribuição dos afluentes no trecho imediatamente a jusante do barramento (córregos Taquara e Fundo) passa a ter um papel extremamente relevante durante o enchimento do reservatório, como redutores ou agravantes do problema. Por isso, o monitoramento deve incluí-los desde o primeiro momento, antes do início das obras.

Como o rio São Bento pode tornar-se um caminho alternativo para as espécies de peixes migradores, o seu monitoramento foi também incluído no Programa.

Desta forma, o monitoramento da qualidade da água do rio São Marcos permitirá a identificação de eventuais alterações na qualidade do corpo hídrico, provocadas ou não pelo AHE Serra do Facão, e poderá subsidiar, caso necessário, a indicação de medidas de correção ou mitigadoras.

2. OBJETIVOS

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água do AHE Serra do Facão tem os seguintes objetivos:

- aprofundar a caracterização físico-química e bacteriológica nas condições atuais, anteriores ao enchimento do reservatório, das águas do rio São Marcos, no estirão onde está prevista a implantação do reservatório e a jusante, e de alguns rios afluentes na Área de Influência do aproveitamento;
- aprofundar o conhecimento sobre o comportamento limnológico do rio São Marcos no estirão do reservatório nas condições anteriores ao enchimento;
- acompanhar a evolução do comportamento da qualidade da água do rio São Marcos no trecho de interesse durante as fases de enchimento do reservatório e operação da usina;
- avaliar as condições tróficas do futuro reservatório e acompanhar a evolução das comunidades planctônica, bentônica e de macrófitas aquáticas, na mesma área, que possam causar danos à população e/ou desequilíbrios nos ecossistemas;

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

- avaliar através de testes ecotoxicológicos a água do rio São Marcos e tributários quanto a possível toxicidade causada por potenciais substâncias tóxicas presentes.
- reunir os dados necessários à alimentação do Modelo Matemático para simulação da qualidade das águas com vistas a estabelecer critérios para o desmatamento da bacia de acumulação;
- subsidiar, caso ocorram situações imprevistas, a proposição de medidas corretivas e mitigadoras.

3. METAS

Com base nos objetivos do Programa, foram propostas as seguintes metas:

- realizar amostragens bimestrais com amostragens no estirão do reservatório e a jusante do futuro barramento e em afluentes selecionados, antes do início da execução das obras, através de análises físico-químicas, bacteriológicas e limnológicas da água;
- realizar amostragens mensais, com amostragens no estirão do reservatório, a jusante do barramento e nos afluentes selecionados, com análises físico-químicas e bacteriológicas, durante todo o período de execução das obras, até a entrada em operação da primeira unidade geradora;
- realizar amostragens bimestrais, com amostragens no estirão do reservatório, a jusante do barramento e em afluentes selecionados, com análises das comunidades planctônica, bentônica e de macrófitas aquáticas, além da avaliação ecotoxicológica durante todo o período de execução das obras, até a entrada em operação da primeira unidade geradora;
- realizar amostragens trimestrais, com amostragens no remanso, em diversos pontos do reservatório no reservatório e a jusante do barramento e nos afluentes selecionados, com análises físico-químicas e bacteriológicas, por um período de 3 anos após o início da operação da usina;
- a cada campanha trimestral da Fase Operação realizar o estudo do comportamento do reservatório através de amostragens intensivas (variações nictemeraias) das principais variáveis físico e químicas de toda a coluna de água em 1 ponto do remanso a ser eleito por sua relevância e representatividade.
- realizar amostragens trimestrais, com amostragens em diversos pontos do reservatório, com análises das comunidades

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

planctônica, bentônica e de macrófitas aquáticas e análises ecotoxicológicas, por um período de 3 anos após o início da operação da usina;

- registrar todos os resultados das campanhas e das análises laboratoriais e de escritório, relacionando-os com as condições anteriores ao empreendimento e com os padrões de qualidade de água estabelecidos pelo CONAMA 357/05, e emitir relatórios trimestrais.

4. INDICADORES AMBIENTAIS

Como indicadores ambientais, foram selecionados os parâmetros físico-químicos e biológicos listados no Quadro 2.1, a seguir, que serão avaliados, em sua maioria, de acordo com o artigo 15 da Resolução CONAMA 357/05, cujos padrões da classe 2 são apresentados no mesmo quadro.

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

Tabela 1: Indicadores Ambientais

PARÂMETROS	Padrão
	Classe 2
Clorofila a (µg/L)	30
Cianobactérias (cel/mL)	50.000
Toxicidade Crônica	Ausência
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	500
Sólidos suspensos fixos	
Sólidos suspensos voláteis	
Temperatura ambiente (°C)	-
Temperatura da amostra (°C)	-
Transparência	-
Condutividade (Mmho/Cm)	-
Alcalinidade (Mg Co ₃ /L)	-
Dureza total (Mg Caco ₃ /L)	-
Cloreto total (mg Cl/L)	250
Cor (mg Pt/L)	75
Turbidez (Ut)	100
pH	6 a 9
Oxigênio dissolvido (mg/L)	>5
Demanda bioquímica de oxigênio (mg/L)	5
Demanda química de oxigênio (mg/L)	-
Nitrogênio Kjeldahl total (mg N/L)	-
Nitrogênio amoniacal total (mg N/L)	3,7 para pH ≤ 7,5 2,0 para 7,5 < pH ≤ 8,0 1,0 para 8,0 < pH ≤ 8,5 0,5 para pH > 8,5
Nitrito (mg N/L)	1
Nitrato (mg N/L)	10
Fósforo total (mg P/L) amb. Lênticos	0,030
Fósforo total (mg P/L) tributários diretos de amb. lênticos	0,050
Óleos e graxas	-
Alumínio dissolvido (mg Al/L)	0,1
Cádmio total (mg Cd/L)	0,001
Chumbo total (mg Pb/L)	0,01
Cianeto Livre (mg Cn/L)	0,005
Cloro residual total (combinado + livre)(mg Cl/L)	0,01
Cromo total (mg Cr/L)	0,05

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

Fenóis totais (mg/L) – substâncias que reagem com 4-aminoantipirina	0,003
Ferro dissolvido (mg Fe/L)	0,3
Fluoreto total (mg F/L)	1,4
Manganês total (mg Mn/L)	0,1
Mercúrio total (mg Hg/L)	0,0002
Sulfato total (mg/L)	250
Urânio total (mg U/L)	0,02
Zinco total (mg Zn/L)	0,18
Coliformes termotolerantes (NMP/100ml)	1000
Cianotoxina (ng/L)	<u>Contingencial</u> : a ser amostrada quando a contagem de cianobactérias for maior que 50.000 cél/mL

Todos os metais sem interesse para a interpretação limnológica do ambiente, ou de difícil análise, foram excluídos. A manutenção do Urânio deve-se apenas à presença de uma mina de urânio na região.

No presente monitoramento deverão ser analisados os seguintes parâmetros biológicos:

- feotitina (utilizando as mesmas amostras de clorofila a);
- Comunidade fitoplanctônica (utilizando as mesmas amostras de cianobactérias); aspectos quantitativos e qualitativos destes organismos.
- Comunidade zooplanctônica; aspectos quantitativos e qualitativos destes organismos;
- Comunidade macrobentônica.
- Toxicidade crônica da água para *Ceriodaphnia dubia*. Será realizada segundo norma ABNT – NBR 13373 (ABNT, 2005).
- AIT – Avaliação e Identificação de Toxicidade. Contingencial: caso seja detectada toxicidade será realizado este estudo para identificar o grupo de compostos que causam a toxicidade e proceder com as análises químicas.

5. METODOLOGIA ANALÍTICA

Na identificação do(s) laboratório(s) para a execução das análises previstas neste

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

estudo, serão realizadas avaliações técnicas que permitam constatar:

- a capacidade instalada para receber o volume de amostras geradas;
- o nível e experiência da equipe técnica responsável pelas análises;
- as instalações físicas e aparelhagens a serem utilizadas;
- evidências da aplicação de metodologias formais para o controle da qualidade analítica;
- a experiência progressa na área das matrizes e parâmetros previstos.

6. CONTROLE DE QUALIDADE

Um aspecto fundamental incluído tanto no programa de amostragem como de análise laboratorial se refere aos procedimentos de controle da qualidade. Alguns procedimentos são indispensáveis para assegurar a confiabilidade dos dados gerados:

Seleção de profissional responsável pela checagem das amostras: O primeiro procedimento referente ao controle de qualidade das operações de campo será a seleção de um profissional, cuja atribuição é a checagem dos procedimentos e equipamentos necessários à amostragem, preparação do material de acondicionamento das amostras, montagem dos kits de amostragem e a recepção e checagem das amostras coletadas. Este profissional será responsável por atuar no sentido de se garantir a perfeita execução do Programa de Amostragem planejado;

Identificação e preparação do material de amostragem: um dos procedimentos fundamentais ao controle de qualidade das operações de campo se refere ao acompanhamento da preparação do material de amostragem (equipamentos de amostragem, equipamento de posicionamento, seleção do material de acondicionamento das amostras, reagentes para preservação de amostras) e à checagem da identificação das amostras. Antes das campanhas, todo o material usado para o acondicionamento das amostras será devidamente rotulado. As informações contidas em cada um dos rótulos incluirão: o nome do projeto, o nome do cliente, o código da estação de amostragem, a data de coleta, os parâmetros analisados a partir da amostra coletada, os fixadores adicionados (quando for o caso) e demais condições de preservação;

Elaboração de Fichas e Roteiros de Campo: serão elaboradas fichas de campo, contemplando a descrição dos aspectos necessários à interpretação dos dados, como condições de tempo, descrição do entorno, presença de fontes de contaminação, áreas urbanas, entre outras informações, além da listagem dos parâmetros determinados. Os roteiros de campo servirão como guias para a equipe,

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

contendo as coordenadas dos pontos, melhores formas de acessos, contatos de empresas de ônibus, pousadas, locais de venda de gelo, contatos locais, etc.

Preparação dos kits de amostragem: após a preparação de todo o material para coleta e acondicionamento das amostras, os mesmos serão agrupados em kits de amostragem por ponto de coleta. O material para acondicionamento das amostras será organizado em caixas isotérmicas, devidamente identificadas com os códigos das estações de amostragem às quais a caixa pertence. Será, prevista uma reserva de material para acondicionamento das amostras, contemplando os diversos parâmetros considerados no programa de amostragem;

Checagem nas estações: durante as coletas, o membro da equipe responsável pela checagem realizará uma verificação adicional, preenchendo uma lista de checagem de parâmetros na ficha de campo. Esta checagem adicional assegurará a coleta adequada de amostras, conforme a programação previamente planejada;

Checagem das amostras: na chegada das equipes de coleta à base de operações, o profissional responsável pela checagem final das amostras, de posse de uma lista de checagem, verificará cada uma das amostras coletadas;

Entrega das amostras: o laboratório realizará a checagem final das amostras, conforme a ficha de recebimento de amostras, possibilitando a detecção de quaisquer falhas no programa de amostragem e emitirá protocolo de recebimento das amostras.

As diversas etapas de checagem identificadas acima, objetivam a garantia do cumprimento exato da programação de amostragem. No conjunto, as medidas aplicadas garantem a confiabilidade dos dados gerados a partir das campanhas de amostragem, minimizando a ocorrência de problemas decorrentes da identificação inadequada de amostras, troca de parâmetros, troca de estações de amostragem e outras possíveis interferências.

7. PÚBLICO-ALVO

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água pretende beneficiar a população dos municípios localizados na Área de Influência do empreendimento, em especial da população ribeirinha dos municípios de Catalão, Campo Alegre de Goiás e Davinópolis, tendo em vista sua contribuição para a preservação das boas condições das águas do rio São Marcos.

Ao IBAMA, serão encaminhados os resultados do Programa, em forma de relatórios periódicos de acompanhamento. Além disso, a qualquer momento, todos os resultados parciais das análises estarão disponíveis para consulta pelos interessados, no escritório da coordenação do Programa.

Dentre as outras entidades que poderão se interessar pelos resultados do

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

monitoramento, podem ser citadas como principais os órgãos estaduais responsáveis pela preservação do meio ambiente (em Minas Gerais, Fundação Estadual do Meio Ambiente – FEAM e, em Goiás, a Agência Ambiental de Goiás), as Secretarias de Meio Ambiente e Saúde dos municípios citados anteriormente e a Agência Nacional de Águas – ANA. Caso solicitem, esses órgãos também poderão receber os relatórios de acompanhamento.

8. METODOLOGIA E DESCRIÇÃO DO PROGRAMA

O Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água do AHE Serra do Facão foi elaborado de modo a atender às condicionantes relacionadas com o tema apresentadas na Licença de Instalação N° 190/2002, renovada pelo IBAMA em 29 de setembro de 2006, reavaliando e implementando o Programa de Monitoramento da Qualidade das Águas, devendo o empreendedor incluir em seu escopo propostas de medidas corretivas quando da verificação de alterações da qualidade do reservatório.

Esse monitoramento abrangerá um estirão do rio São Marcos, que vai desde o remanso do futuro reservatório até cerca de 1 km a jusante do canal de fuga da usina, além dos córregos São Domingos (conhecido popularmente como Taquara) e Fundo e do rio São Bento, em trechos próximos aos seus respectivos deságües no rio São Marcos.

A seleção dos parâmetros físico-químicos e biológicos a serem monitorados baseou-se, principalmente, na necessidade de comparação com os padrões de qualidade de água estabelecidos em níveis federal e estadual. Além disso, considerou-se também a representatividade e sensibilidade de cada parâmetro às mudanças previstas com a implantação do empreendimento.

Para efeito de comparação com os padrões de qualidade de água da Resolução CONAMA n° 357 de 2005, o rio São Marcos foi definido como classe 2, o que pressupõe os seguintes usos preponderantes da água:

- abastecimento doméstico após tratamento convencional;
- proteção das comunidades aquáticas;
- recreação de contato primário como natação, esqui aquático e mergulho, conforme Resolução CONAMA n° 274, de 2000;
- irrigação de hortaliças e plantas frutíferas e de parques, jardins, campos de esporte e lazer, com os quais o público possa vir a ter contato direto; e
- aquicultura e à atividade de pesca.

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

Essa classificação é provisória e foi determinada pela própria Resolução, que estabelece essa classe para todos os corpos d'água doce ainda não definitivamente enquadrados.

Foram selecionados, inicialmente, os principais parâmetros físico-químicos e bacteriológicos com padrão definido pelo CONAMA para essa classe. Verificou-se, depois, se haviam sido incluídos nessa seleção todos os parâmetros analisados nas estações de monitoramento existentes no rio São Marcos.

São três os postos fluviométricos existentes no rio São Marcos e operados pela ANEEL, onde foram realizadas diversas campanhas de coleta e análise da água. Nos postos Campo Alegre de Goiás e Ponte São Marcos, essas campanhas abrangeram apenas o período de 1977 a 1978 e ficaram restritas à determinação da temperatura da água, do pH, da condutividade elétrica e do oxigênio dissolvido.

Já no posto Fazenda São Domingos (muito próximo ao local da futura barragem do AHE Serra do Facão), as coletas e análises ocorreram sistematicamente de 1977 a 1988 e em 1993. Além disso, foram determinados outros parâmetros, como DBO, sedimentos, coliformes, metais pesados e organoclorados.

De modo a facilitar estudos futuros, baseados na comparação com rios de outros estados brasileiros, foi verificado ainda se estavam selecionados também os nove parâmetros usados no cálculo do Índice de Qualidade de Água – IQA, usado por outros órgãos de meio ambiente.

De acordo com a fase em que se encontre o aproveitamento, o Programa apresenta diferentes etapas, cada uma focalizando o comportamento limnológico, assim como os parâmetros de qualidade da água, da seguinte forma:

- **Anterior à implantação** – nesta etapa, iniciada em abril de 2002, as avaliações terão como fim principal perceber, no corpo hídrico em seu estado natural, a variação sazonal dos parâmetros selecionados;
- **Durante a implantação** – nesta etapa será observado o impacto gradativo das obras nas características do rio;
- **Enchimento** – nesta etapa serão monitoradas as variações na qualidade da água resultantes da decomposição da matéria orgânica inundada e dos sedimentos retidos. Para isto serão realizadas coletas mensais, objetivando um melhor acompanhamento da qualidade de água nesta fase que é muito dinâmica, compreendendo períodos de perturbações, “trophic upsurge” e estabilização do reservatório. Na fase de enchimento e no início da fase de Operação o monitoramento deverá contemplar o comportamento limnológico do reservatório para compreensão do seu funcionamento regido por forçantes. O monitoramento do comportamento térmico da coluna de água e

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

das demais variáveis limnológicas deverá contemplar estudos intensivos por curtos períodos de tempo para entender-se a dinâmica biogeoquímica entre a coluna de água e o sedimento e suas conseqüências para a qualidade de água do reservatório.

- **Operação** – nesta etapa serão avaliadas as condições do corpo hídrico em sua nova configuração enfatizando a influência da operação no funcionamento do reservatório e conseqüentemente na qualidade de água.

Os métodos e técnicas definidos para obtenção de cada parâmetro deverão ser os usualmente aplicados nos meios técnico e científico.

Tendo em vista as variações nas características da água que podem ser provocadas por chuvas intensas ocasionais, o cronograma de coleta das amostras deverá ser bem distribuído ao longo do ano, buscando-se assim levantar as características físico-químicas e biológicas em diversas condições.

Em relação aos pontos de coleta, com base nos dados pré-existentes e nos resultados das campanhas realizadas durante o EIA do AHE Serra do Facão, considerou-se a necessidade de diversos pontos de monitoramento, listados a seguir e apresentados em Mapa (Figura 1), que terão coleta ou não em função da fase do empreendimento, conforme indicado em quadro no final deste Programa.

- **Ponto 1** - rio São Marcos a jusante da barragem, próximo à ponte da rodovia GO-210.
- **Ponto 2** - rio São Marcos, cerca de 5 km a jusante da barragem.
- **Ponto 3** - rio São Marcos, cerca de 1 km a montante da barragem, próximo à foz do ribeirão São João da Cruz.
- **Ponto 4** - rio São Marcos, próximo à ponte da rodovia GO-506.
- **Ponto 5** – rio São Marcos, próximo à travessia da balsa Manoel Souto (Porto Salu).
- **Ponto 6** – rio São Marcos, próximo à ponte da rodovia GO-020.
- **Ponto 7** – córrego São Domingos (conhecido como Taquara), cerca de 100 m a montante de sua foz no rio São Marcos.
- **Ponto 8** – rio São Bento, próximo ao posto fluviométrico de Davinópolis.
- **Ponto 9** – córrego Fundo, cerca de 100 m a montante de sua foz no rio São Marcos.

Em função da necessidade de caracterizar a situação do corpo hídrico sem a presença do empreendimento, o monitoramento deverá ser iniciado concomitantemente ao início das obras de construção da UHE Serra do Facão, com

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

a realização de campanhas de amostragem bimestrais.

Com relação ao monitoramento das condições limnológicas, deverá ser realizada a coleta e análise da comunidade planctônica em dois locais no reservatório (Pontos 1 e 2 do Mapa de Pontos de Monitoramento), com a mesma frequência das campanhas para análise físico-química.

Além disso, a partir do enchimento serão realizadas vistorias mensais de todo o reservatório, com registro em fotografias e/ou vídeo. Caso seja identificado algum ponto com proliferação exagerada de algas e macrófitas, deverão ser tomadas as medidas de limpeza e controle adequadas.

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

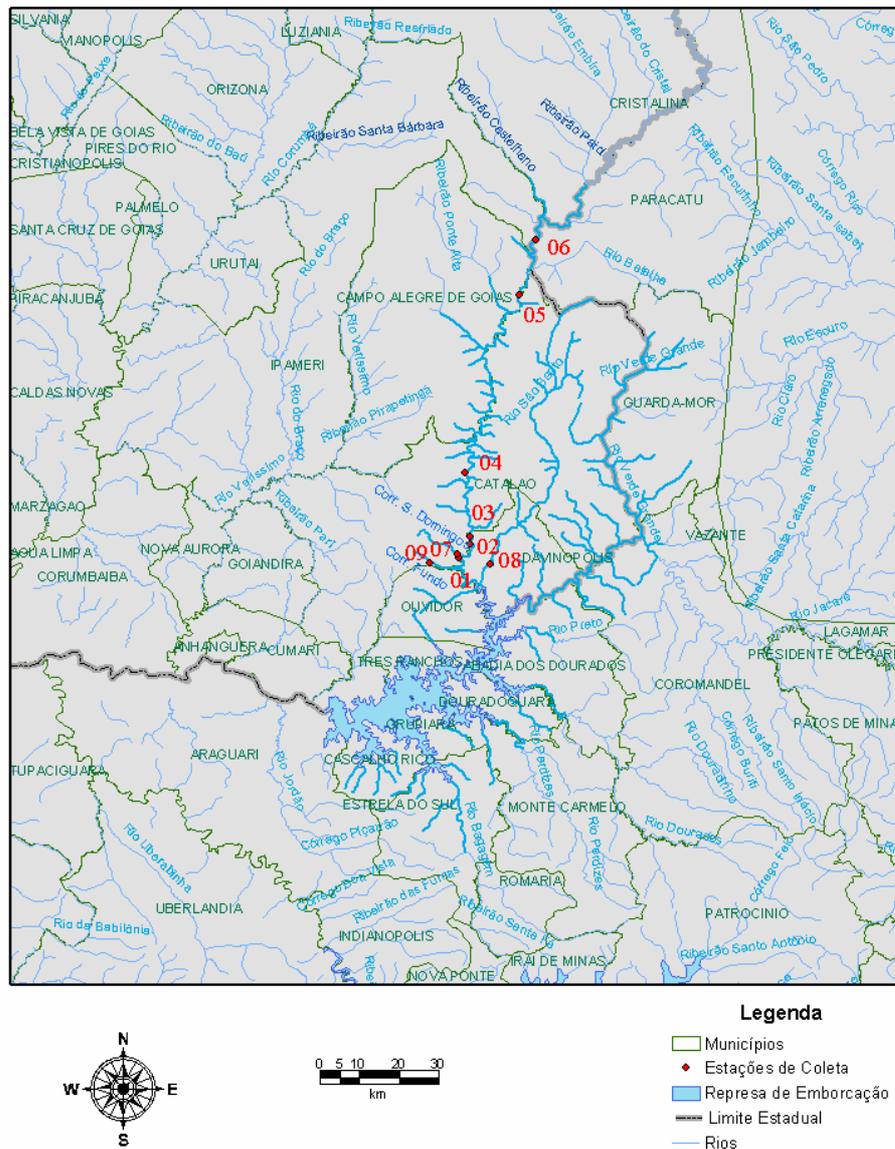


Figura 1: Localização dos pontos de coleta no rio São Marcos e nos tributários (rio São Bento, rio São Domingos e Córrego Fundo).

O Programa de Monitoramento de Qualidade da Água deverá incluir também as leituras de régua e as medições de vazão líquida e descarga sólida nas estações fluviométricas a serem instaladas no rio São Marcos pelo empreendedor, uma no remanso do reservatório e outra a jusante do canal de fuga.

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

O plano anual de coleta de amostras para realização das análises de qualidade das águas será elaborado no primeiro mês de cada ano de monitoramento. Serão, então, definidas as datas das campanhas.

Os relatórios das análises serão documentados a cada campanha; estes relatórios serão periodicamente consolidados e encaminhados ao IBAMA.

Todos os dados e relatórios serão arquivados em banco de dados, e ficarão à disposição dos órgãos de controle ambiental estaduais e municipais.

Por ser um reservatório de grande porte, a proposição de medidas corretivas eficazes é uma questão bastante complexa. Por isso, no decorrer da execução do Programa, serão estudados e detalhados os procedimentos a serem adotados caso ocorram condições críticas de qualidade da água no reservatório ou a jusante do barramento. Eventualmente, poderão ser propostas regras operativas adequadas ao caso. Contudo, algumas medidas que contribuem para minimizar os problemas de qualidade da água já foram introduzidas no projeto da usina.

Em primeiro lugar, serão acoplados dois dispositivos dispersores de energia às duas válvulas borboletas que manterão a vazão a jusante durante o enchimento do reservatório. Estes mecanismos propiciarão a aeração e, conseqüentemente, a oxigenação da água, melhorando sua qualidade.

Além disso, a ensecadeira de montante será mantida após a conclusão das obras, de modo que, após o enchimento do reservatório, ela funcionará como um anteparo, dificultando o acesso da massa líquida do volume morto às turbinas. Dessa forma, os volumes das camadas inferiores do reservatório, de baixa qualidade devido à estratificação, não serão escoados para jusante da barragem.

Como um dos problemas mais comuns e relevantes de qualidade de água dos reservatórios, o crescimento excessivo de plantas aquáticas deve ser identificado o mais rápido possível. A vistoria mensal de todo o reservatório é um procedimento que busca identificar essa situação, ainda que pontual, de modo a permitir a adoção de medidas corretivas.

Dentre as medidas a estudar durante a execução do Programa, para o controle de plantas aquáticas, podem ser citadas: o controle mecânico com a retirada manual ou com auxílio de máquinas e o controle biológico (fungos, peixes, etc).

9. INTERRELAÇÃO COM OUTROS PROGRAMAS

Dentre os programas ambientais do AHE Serra do Facão, o Programa de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água terá uma evidente interrelação com:

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

- Programa de Limpeza Seletiva da Bacia de Acumulação, considerando que a eficiente execução desse Programa reduzirá o risco de problemas de qualidade de água na fase imediatamente após o enchimento do reservatório, o que poderá ser avaliado a partir dos resultados do monitoramento da qualidade da água;
- Programa de Monitoramento Climatológico - as informações sobre as variações climáticas poderão subsidiar a compreensão das alterações ocorridas em alguns parâmetros da qualidade da água, inclusive na identificação de forçantes que regerão o funcionamento do futuro reservatório;
- Programa de Monitoramento das Condições de Erosão - os resultados de diversos parâmetros da qualidade da água poderão ser utilizados como elementos de acompanhamento dos processos erosivos;
- Programa de Monitoramento da Ictiofauna – as informações obtidas sobre limnologia e qualidade da água do rio São Marcos serão muito importantes na compreensão de eventuais perturbações na vida aquática;
- Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico – a interação destes dois programas será importante para a compreensão da influência do processo de sedimentação para a qualidade de água do futuro reservatório.
- Programa de Comunicação Social, pois será divulgada a qualidade das águas do rio São Marcos, com base nos resultados consolidados do monitoramento;

10. ATENDIMENTO A REQUISITOS LEGAIS

A classificação dos cursos d'água a serem monitorados e os limites e condições das águas a serem perseguidos deverão atender à Resolução CONAMA nº 357, de 17 de março de 2005, que dispõe sobre a classificação das águas doces, salobras e salinas do Território Nacional.

11. CRONOGRAMA FÍSICO

Fases do Empreendimento		Análises Físico-Químicas e Bacteriológicas	Comunidades Planctônica Bentônica e de Macrófitas	Análises Ecotoxicológicas
Anterior à implantação	Estação de seca	amostragem <u>b</u> imestral nas estações de coleta P1 a P9	amostragem <u>b</u> imestral nas estações de coleta P1 a P9	amostragem semestral de sedimento nas estações de coleta P1 a P9
	Estação de Chuva	amostragem bimestral nas estações de coleta P1 a P9	amostragem <u>b</u> imestral nas estações de coleta P1 a P9	amostragem semestral de sedimento nas estações de coleta P1 a P9
Durante a implantação	Estação de seca	amostragem bimestral nas estações de coleta P1 a P9	amostragem <u>b</u> imestral nas estações de coleta P1 a P9	amostragem trimestral de água nas estações de coleta P1 a P9
	Estação de Chuva	amostragem <u>b</u> imestral nas estações de coleta P1 a P9	amostragem <u>b</u> imestral nas estações de coleta P1 a P9	amostragem trimestral de água nas estações de coleta P1 a P9
Enchimento	Estação de seca	amostragem mensal nas estações de coleta P1 a P9 Variação nictemeral (1 est. no remanso)	amostragem mensal nas estações de coleta P1 a P9	amostragem trimestral de água nas estações de coleta P1 a P9 amostragens semestrais de sedimento nas estações de coleta P1 a P9
	Estação de Chuva	amostragem mensal nas estações de coleta P1 a P9 Variação nictemeral (1 est. no remanso)	amostragem mensal nas estações de coleta P1 a P9	amostragens trimestrais de água nas estações de coleta P1 a P9 amostragem semestral de sedimento nas estações de coleta P1 a P9
Operação/Estabilização (durante 3 anos)	Estação de seca	amostragem trimestral em 1 ponto na área de remanso, 1 ponto a jusante do barramento e nos tributários e em vários pontos do reservatório	amostragem trimestral em 1 ponto na área de remanso, 1 ponto a jusante do barramento e nos tributários e em vários pontos do reservatório	amostragem semestral de sedimento nas estações de coleta P1 a P9
	Estação de Chuva	amostragem trimestral em 1 ponto na área de remanso, 1 ponto a jusante do barramento e nos tributários e em vários pontos do reservatório	amostragem trimestral em 1 ponto na área de remanso, 1 ponto a jusante do barramento e nos tributários e em vários pontos do reservatório	amostragem trimestral de águas nas estações de coleta P1 a P9

Grupo de Empresas Associadas Serra do Facão

R. Alexandre Dumas, 2100 13º andar 04717-004 São Paulo SP Fone (11) 2122.0400 Fax (11) 2122.0440

12. BIBLIOGRAFIA

ABNT. **Ecotoxicologia aquática – Toxicidade crônica – Método de ensaio com *Ceriodaphnia* spp.** NBR 13.373 (*Crustácea, Cladocera*), 2005.

APHA/ AWWA/ WPCF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater.** Washington, 1989.

CHAPMAN, D. **Water Quality Assessments – A guide to use of biota, sediments and water in environmental monitoring.** UNESCO. London, 1996.

CNEC. **Projeto Básico da UHE Serra do Facão.** São Paulo, 2002.

FURNAS/ ABB/ ALTOM/ BIODINÂMICA. **Estudo de Impacto Ambiental do Aproveitamento Hidrelétrico Serra do Facão.** Rio de Janeiro, 2000.

MARGALEF, R. **Limnologia.** Omega, Barcelona, 1983.

TUNDISI, G.J. **Represas e Barragens.** Ciência Hoje. *Edição especial.* São Paulo, p.41-46, 1992.