

2.2. PROJETO DE ACOMPANHAMENTO E CONTROLE DE MACRÓFITAS AQUÁTICAS

2.2.1. Introdução/Justificativa

O Projeto de Monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas foi elaborado de forma a atender aos requisitos que fazem parte da análise técnica do EAS e dos documentos correlatos ao licenciamento ambiental prévio da PCH Taguá.

As plantas aquáticas são conhecidas no universo científico como macrófitas aquáticas, *macro*: grande, *fita*: planta. São vegetais que habitam ambientes variados de águas doces, salobras e salgadas de ambientes lênticos e lóticos. Em sua maioria, são capazes de suportar longos períodos de seca.

As macrófitas aquáticas são, em sua grande maioria, vegetais terrestres que ao longo de seu processo evolutivo, se readaptaram ao ambiente aquático, por isso apresentam algumas características de vegetais terrestres e uma grande capacidade de adaptação a diferentes tipos de ambientes (o que torna sua ocorrência muito ampla).

Devido ao fato das macrófitas aquáticas constituírem um grupo muito grande, elas são geralmente classificadas em 5 grupos ecológicos, baseados em seu modo de vida (biótipo) no ambiente aquático:

- Macrófitas aquáticas emersas: enraizadas no sedimento, porém as folhas crescem para fora da água. Ex: Taboa, Junco.
- Macrófitas aquáticas com folhas flutuantes: enraizadas no sedimento e com folhas flutuando na superfície da água. Ex: Vitória-régia, Lírio d'água.
- Macrófitas aquáticas submersas enraizadas: enraizadas, crescendo totalmente debaixo d'água. Ex: Cabomba, Elódea.
- Macrófitas aquáticas submersas livres: permanecem flutuando debaixo d'água. Podem se prender a pecíolos e caules de outras macrófitas. Ex: Utriculária.
- Macrófitas aquáticas flutuantes: flutuam livremente na superfície da água. Ex: alface d'água, Orelha-de-rato, Aguapé.

As plantas aquáticas apresentam ciclo de vida relativamente rápido, a estratégia de reprodução inclui, em alguns casos, tanto a reprodução sexuada quanto assexuada, permitindo maior êxito no

crescimento e propagação. Suas taxas de crescimento variam de acordo com as condições de mistura e turbulência. Nos sistemas lênticos das regiões tropicais, frequentemente as macrófitas aquáticas encontram condições favoráveis para o desenvolvimento o ano todo.

As macrófitas aquáticas desempenham importante papel ecológico, dentre eles, fonte de alimento, local de refúgio para diversas espécies de vertebrados e invertebrados e ainda, a ciclagem de nutrientes tem sido enfatizado em vários ecossistemas aquáticos continentais (ESTEVES, 1998). Acredita-se que estes organismos assumam papel ainda mais importante em ecossistemas rasos, como as planícies de inundação, onde colonizam extensas áreas e apresentam elevadas taxas de produção primária.

As macrófitas exercem influência na qualidade dos habitats. Em riachos e ribeirões de águas rápidas, as plantas enraizadas promovem a redução da velocidade da água e suas raízes ancoram em cascalhos e pedras do leito, tornando-os mais habitáveis por invertebrados, que alimentam os peixes. Em reservatórios, absorvem o impacto das ondas, reduzindo o processo erosivo nas margens e, conseqüentemente, a turbidez, que afeta a produtividade do corpo d'água e a viabilidade dos ovos dos peixes. A invasão do espelho d'água por plantas aquáticas flutuantes, ainda durante a etapa de enchimento, ou mesmo durante os primeiros anos de operação da usina, é fato comum na grande maioria dos reservatórios já construídos em todo o mundo.

A distribuição e a abundância das macrófitas aquáticas são determinadas, entre outros fatores, pela composição dos sedimentos, turbidez das águas, disponibilidade de nutrientes e ação de herbívoros. Nos ambientes aquáticos tropicais, em geral, as condições climáticas tendem a favorecer o crescimento desses organismos, dentre elas citam-se: as altas temperaturas médias e as intensas radiações solares. Além desses fatores, ocorrem ainda, pressões antrópicas que podem induzir o aparecimento das condições adequadas para o desenvolvimento desses vegetais, tais como a construção de reservatórios artificiais e a eutrofização.

Nas formações de reservatórios, as contenções dos cursos d'água determinam profundas alterações, pois atenuam significativamente as velocidades de corrente, aumentando o tempo médio de residência das águas. Nas regiões de remanso dos reservatórios, as condições limnológicas geralmente diferem das dos corpos centrais no que se refere às velocidades de circulação, às profundidades médias e às variáveis físicas, químicas e biológicas. É comum observar, nesses ambientes, a propagação de macrófitas aquáticas. As espécies enraizadas limitam - se a ocupar as regiões litorâneas, onde encontram condições adequadas para fixação e nutrição, as espécies livres e flutuantes podem ocupar áreas mais amplas.

Para Esteves (1988), o acréscimo excessivo de indivíduos de uma população de macrófitas aquáticas deve-se, geralmente, a dois fatores principais; a falta de herbívoros e ao nível elevado de

eutrofização. As aduções de nutrientes, através de lançamentos de efluentes (domésticos e industriais), ou por drenagem de áreas agrícolas (fontes difusas) permitem o aumento de substâncias (fósforo, amônia e nitrato) que, em geral, são encontradas em baixas concentrações nos ambientes aquáticos.

O excesso de macrófitas altera a qualidade da água, especialmente a concentração de oxigênio durante os meses quentes à noite produzindo condições que podem não ser toleráveis pelos peixes e que se assemelha, em seus efeitos, à redução na eficiência do forrageamento e à exacerbação das interações competitivas.

A proliferação das macrófitas aquáticas pode causar ainda, uma aceleração no processo de eutrofização devido à elevada produção de biomassa, induzindo a formação de gases como H_2S , CH_4 , entre outros, e a diminuição do pH da água, com efeitos deletérios sobre as comunidades de fitoplâncton, zooplâncton, bentos e peixes. Outros efeitos nocivos advindos das proliferações descontrolada das macrófitas aquáticas é a concentração de metais pesados e sais e a formação de habitats propícios à reprodução de vetores de doenças de veiculação hídrica (malária, dengue, febre amarela, esquistossomose) com sérios reflexos sobre a saúde pública. Nesses casos, o controle é necessário.

Diante do exposto justifica-se o monitoramento periódico das macrófitas aquáticas que permite avaliar a evolução das comunidades e determinar o potencial de danos associados a essas populações. A identificação de focos iniciais de plantas de alto risco para a produção de energia elétrica é bastante importante na tomada de decisões quanto à erradicação ou não desses focos.

Assim, faz-se necessário identificar as plantas aquáticas e os níveis de infestação de cada espécie, presentes nos reservatórios, visando determinar o potencial (atual e futuro) de dano dessas populações ao meio ambiente.

2.2.2.Objetivos

O objetivo geral deste Programa é monitorar a comunidade de macrófitas aquáticas associadas ao rio Jordão, trecho da Área de Influência Direta (AID) do empreendimento, durante as fases de pré-instalação, instalação e operação da PCH Taguá.

Os objetivos específicos são:

- Acompanhar e controlar a proliferação de macrófitas aquáticas;
- Reduzir o comprometimento das águas do reservatório;

- Preservar as condições de segurança do reservatório;
- Impedir a formação de focos de proliferação de hospedeiros, vetores e agentes de doenças humanas;
- Assegurar condições satisfatórias para o desenvolvimento equilibrado das comunidades planctônicas.

2.2.3. Metas

A meta do presente Projeto é evitar o crescimento excessivo de bancos de macrófitas que possam ser prejudiciais aos usos múltiplos do reservatório da PCH Taguá, como a geração de energia e qualidade da água.

2.2.4. Área de Abrangência

A Área de estudo deste Projeto de Acompanhamento e Controle de Macrófitas Aquáticas compreende o rio Jordão, no trecho inserido na Área de Influência Direta da PCH Taguá.

2.2.5. Metodologia/atividades a serem desenvolvidas

2.2.5.1. Localização das Estações de Coleta

A análise da composição e estrutura da comunidade de macrófitas aquáticas deverá ser realizada por meio de amostragem em campo, preferencialmente nos mesmos locais estabelecidos pelo Projeto de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água e concomitantemente às campanhas deste Programa. Entretanto, devem ser registradas quaisquer ocorrências de macrófitas entre os percursos utilizados do rio Jordão da AID.

Além dos 02 pontos de coleta amostrados no EAS, as estações de coleta do Monitoramento de Macrófitas Aquáticas abrangerão 03 pontos da área do empreendimento:

- P01: Montante do Reservatório (Barramento);
- P02: Jusante do Barramento (Trecho ensecado);
- P03: Jusante do Canal de Fuga (Casa de Força).

Nesses pontos realizar-se-á a coleta sistemática de amostras de campo na camada superficial da água.

Além das análises de água será realizado o monitoramento visual da AID do empreendimento observando as mudanças que possam vir a ocorrer com o enchimento do reservatório.

2.2.5.2.Periodicidade das Amostras

A periodicidade amostral dos parâmetros físicos, químicos e biológicos será semestralmente concomitantemente ao Projeto de Controle e Monitoramento Limnológico e da qualidade da água, sendo apresentada ao órgão ambiental responsável – IAP.

No caso de ocorrência de macrófitas, será realizado o acompanhamento através de coletas de amostras, para determinar o volume médio da biomassa. Para melhor avaliação e controle, recomenda-se a realização do monitoramento em duas fases, a primeira, três meses antes da implantação do empreendimento através do Índice de Estado Trófico – IET, desenvolvido pela CETESB, e outra durante a fase de desvio do rio e enchimento do lago, utilizando-se a mesma metodologia. Após a conclusão da obra e formação do lago a coletas serão semestrais até a fase de estabilização do lago o que corresponde no mínimo a dois anos de monitoramento do futuro lago. O órgão ambiental avaliará a necessidade da continuidade da medição de todos os parâmetros limnológicos, bem como da periodicidade dos demais anos da fase de operação.

2.2.5.3.Análise de dados

Para análise dos dados levar-se-á em consideração o Índice de estado trófico (IET), de acordo com a metodologia apresentada no Relatório de Qualidade das Águas Interiores do Estado de São Paulo, da CETESB (2007).

2.2.5.4.Índice do Estado Trófico (IET)

Tem por finalidade classificar corpos d'água em diferentes graus de trofia, ou seja, avalia a qualidade da água quanto ao enriquecimento por nutrientes e seu efeito relacionado ao crescimento excessivo das algas ou ao aumento da infestação de macrófitas aquáticas.

Os resultados correspondentes ao fósforo, IET (P), devem ser entendidos como uma medida do potencial de eutrofização, já que este nutriente atua como o agente causador do processo.

A avaliação correspondente à clorofila-a, IET (CL), por sua vez, deve ser considerada como uma medida da resposta do corpo hídrico ao agente causador, indicando de forma adequada o nível de crescimento de algas que tem lugar em suas águas.

Assim, o índice médio engloba, de forma satisfatória, a causa e o efeito do processo. Deve-se ter em conta que num corpo hídrico, em que o processo de eutrofização encontra-se plenamente estabelecido, o estado trófico determinado pelo índice da clorofila-a certamente coincidirá com o estado trófico determinado pelo índice do fósforo. Já nos corpos hídricos em que o processo esteja limitado por fatores ambientais, como a temperatura da água ou a baixa transparência, o índice relativo à clorofila a irá refletir esse fato, classificando o estado trófico em um nível inferior àquele determinado pelo índice do fósforo. Além disso, caso sejam aplicados algicidas, a consequente diminuição das concentrações de clorofila-a resultará em uma redução na classificação obtida a partir do seu índice.

O Índice do Estado Trófico apresentado e utilizado no cálculo do IVA será composto pelo Índice do Estado Trófico para o fósforo – IET (PT) e o Índice do Estado Trófico para a clorofila a – IET (CL), sendo estabelecidos para ambientes lóticos, segundo as equações:

- Reservatórios

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((0,92 - 0,34 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2))$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - (1,77 - 0,42 \times (\ln \text{PT}) / \ln 2))$$

- Onde:

PT: concentração de fósforo total medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

CL: concentração de clorofila a medida à superfície da água, em $\mu\text{g.L}^{-1}$;

ln: logaritmo natural.

Tabela 2.4 Classe de estado trófico e suas características principais

Valor do IET	Classes de Estado Trófico	Características
47	Ultraoligotrófico	Corpos d'água limpos, de produtividade muito baixa e concentrações insignificantes de nutrientes que não acarretam em prejuízos aos usos da água.
47 < IET = 52	Oligotrófico	Corpos d'água limpos, de baixa produtividade, em que não ocorrem interferências indesejáveis sobre os usos da água, decorrentes da presença de nutrientes.
52 < IET = 59	Mesotrófico	Corpos d'água com produtividade intermediária, com possíveis implicações sobre a qualidade da água, mas em níveis aceitáveis, na maioria dos casos.
59 < IET = 63	Eutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, com redução da transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem alterações indesejáveis na qualidade da água decorrentes do aumento da concentração de nutrientes e interferências nos seus múltiplos usos.
63 < IET = 67	Supereutrófico	Corpos d'água com alta produtividade em relação às condições naturais, de baixa transparência, em geral afetados por atividades antrópicas, nos quais ocorrem com frequência alterações indesejáveis na qualidade da água, como a ocorrência de episódios florações de algas, e interferências nos seus múltiplos usos.
> 67	Hipereutrófico	Corpos d'água afetados significativamente pelas elevadas concentrações de matéria orgânica e nutrientes, com comprometimento acentuado nos seus usos, associado a episódios florações de algas ou mortandades de peixes, com consequências indesejáveis para seus múltiplos usos, inclusive sobre as atividades pecuárias nas regiões ribeirinhas.

Fonte: CETESB, 2007

2.2.6. Indicadores de desempenho

O desenvolvimento deste Programa será aliado através da análise temporal e visual da dinâmica das macrófitas com o enchimento do reservatório e através aplicação do Índice de Estado Tráfico (IET).

2.2.7. Etapas/Prazo

As campanhas de macrófitas devem ocorrer idealmente na mesma época de coleta que as campanhas do Projeto de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água, sendo ambas semestrais.

A periodicidade de campanha proposta é semestral, iniciada três meses antes da implantação do empreendimento seguindo até a fase de conclusão da obra, se estendendo por um período mínimo

de dois anos após o início da geração e seguindo-se a mesma metodologia aplicada. O órgão ambiental, IAP, avaliará a necessidade da continuidade da medição de todos os parâmetros limnológicos, bem como da periodicidade dos demais anos da fase de operação.

2.2.8. Relatórios

Será elaborado 01 relatório semestralmente (2 relatórios/ano) apresentado ao IAP com a descrição de todas as atividades e resultados do período.

2.2.9. Recursos humanos e Materiais necessários

Para a execução das atividades do Projeto de Monitoramento Limnológico e Qualidade de Água a equipe deverá ser formada pelos seguintes profissionais:

- Biólogo – Coordenador das atividades de campo e elaboração de relatórios sobre o monitoramento limnológico;
- Auxiliar de campo – Responsável pelo monitoramento visual da AID do empreendimento;

2.2.10. Interface com outros Planos, Programas e Projetos.

Os dados gerados no Projeto de Acompanhamento e Controle das Macrófitas Aquáticas serão compartilhados com o “Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade de Água”, e o “Projeto de Acompanhamento e Controle de ictiofauna”.

2.2.11.Cronograma

GERENCIAMENTO DA OBRA PCH TAGUÁ - RIO JORDÃO - PR - CRONOGRAMA																							
ATIVIDADES QUE PRECEDEM O INÍCIO DA OBRA	1º Ano												2º Ano										
	Mês																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
Licença Ambiental Prévia - LAP																							
Programa de Acompanhamento e Controle de Macrófitas Aquáticas																							
Coleta de água e análises dos parâmetros IET - estabelecidos no EAS																							
Acompanhamento e controle da proliferação das macrófitas aquáticas																							
Elaboração e entrega do relatório semestral ao IAP																							
Entrega do relatório final de conclusão da obra na fase de (LI)																							