

2. PROGRAMA DE MONITORAMENTO E CONTROLE DOS ECOSISTEMAS AQUÁTICOS

2.1. PROJETO DE CONTROLE E MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA

2.1.1. Introdução/Justificativa

Este projeto foi proposto para prevenir, controlar e/ou mitigar os impactos “Fragmentação do Canal Fluvial”, “Alteração na Qualidade das Águas”, “Alterações em Poços e Fontes de Captação de Água” e também a “Proliferação de Algas e Macrófitas”, todos analisados no RAS – Relatório Ambiental Simplificado da PCH Taguá. É importante mencionar que o monitoramento limnológico permitirá a adoção de medidas de controle emergenciais sobre as eventuais alterações decorrentes da construção da PCH, possibilitando o aprimoramento das previsões relacionadas à qualidade das águas.

O local previsto para a implantação do eixo do barramento da PCH Taguá está inserido no curso do rio Jordão, este rio é considerado a Área de Influência Direta do empreendimento no qual serão realizadas as coletas de água em pontos para monitoramento.

De acordo com a Constituição Federal de 1988, em seus artigos 200 e 210, Política Nacional Lei nº 9.433/97, “a água é um recurso natural limitado e constitui bem de domínio público”. Como tal, necessita de instrumentos de gestão que visam assegurar às atuais e futuras gerações, para que a água disponível seja em qualidade e quantidade adequadas mediante seu uso racional e prevenir situações hidrológicas críticas, com vistas ao desenvolvimento sustentável.

Com o represamento da água do rio Jordão poderá ocorrer modificações da qualidade da água decorrentes da diminuição da velocidade da corrente, o que determina alterações de natureza física (temperatura, cor, turbidez, transparência, dureza, entre outros.) química (nitrogênio e fósforo) e biológica (peixes, fitoplâncton e zooplâncton), tanto acima como abaixo do local do barramento.

Essa nova condição, onde um pequeno volume de água represada estará em contato direto com diversos tipos de poluentes e matéria orgânica, causará uma série de alterações na composição físico-químico das águas, que podem comprometer os seus diversos usos, por isso, devem ser monitoradas para que sejam mantidas sob controle, possibilitando medidas preventivas se necessário.

Desse modo, justifica-se o monitoramento das possíveis alterações sazonais naturais do rio Jordão e daquelas provenientes da construção e operação da PCH Taguá, com base no acompanhamento sistematizado de parâmetros indicadores da evolução da qualidade ambiental considerando o potencial modificador que é a instalação do empreendimento. Ponderando essas premissas, este Programa será elaborado para as fases do pré e pós-enchimento do reservatório.

2.1.2.Objetivos

O Objetivo geral deste projeto é monitorar as variáveis limnológicas e da qualidade da água e de sedimentos (físicas, químicas e biológicas) no rio Jordão, em trecho localizado na Área de Influência Direta da PCH Taguá.

Como objetivos específicos, este Projeto apresenta:

- Consolidar o diagnóstico das águas na área de influência do futuro reservatório e o conhecimento dos fatores que condicionam a qualidade das águas e as condições limnológicas do sistema;
- Caracterizar limnologicamente o rio Jordão antes das obras de implantação do empreendimento, e durante as fases de construção e operação;
- Detectar alterações na qualidade da água a montante e a jusante do eixo do futuro reservatório;
- Avaliar as alterações na qualidade da água na área do reservatório na fase de operação;
- Monitorar e classificar continuamente a qualidade da água através da aplicação dos Índices de Qualidade de Água (IQA) e Índices de Estado Trófico (IET);
- Selecionar as variáveis indicadoras deste sistema que possam subsidiar ações corretivas e programas ambientais relacionados aos ecossistemas aquáticos;

2.1.3.Metas

O Projeto tem como meta caracterizar as condições limnológicas e da qualidade da água na Área de Influência Direta da PCH Taguá, em escalas espacial e temporal, detectando as principais alterações em função da implantação e operação da PCH.

2.1.4.Área de Abrangência

A Área de estudo deste Projeto de Controle e Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água compreende o rio Jordão, no trecho inserido na Área de Influência Direta da PCH Taguá.

2.1.5.Base Legal e Normativa

Este Programa atende aos instrumentos legais relacionados com o projeto:

- Resolução N°52, de 9 de dezembro de 2003 da Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, que estabelece os critérios para o enquadramento de aproveitamento hidrelétrico na condição de Pequena Central Hidrelétrica (PCH).
- Resolução do CONAMA N° 357/05, dispõem sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes;
- Resolução CONAMA N° 344/04, estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos mínimos para a avaliação dos sedimentos;
- NBR 9898 – Fixa as condições exigíveis para a coleta e a preservação de amostras e de efluentes líquidos domésticos e industriais e de amostras de água, sedimentos e organismos aquáticos dos corpos receptores interiores superficiais.

2.1.6.Metodologia/atividades a serem desenvolvidas

2.1.6.1.Localização das Estações de Coleta

Durante a elaboração do EAS – Estudo Ambiental Simplificado realizou-se o monitoramento em 02 pontos, sendo estes localizados no futuro barramento e casa de força da PCH Taguá, para avaliar as condições da água do rio Jordão antes da instalação do empreendimento.

Além dos 02 pontos de coleta amostrados no EAS, 03 pontos da área do empreendimento, analisados na utilização do modelo matemático de qualidade de água farão parte da malha amostral do Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água.

Os 03 pontos compreendem:

- 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.

2.1.6.2.Periodicidade das Amostras

A periodicidade amostral dos parâmetros físicos, químicos e biológicos será semestralmente realizado, sendo apresentada ao órgão ambiental responsável – IAP.

As coletas e análises terão início 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 avaliará a necessidade da continuidade da medição de todos os parâmetros limnológicos, bem como da periodicidade dos demais anos da fase de operação.

As coletas devem ser realizadas concomitantemente às coletas para monitoramento da ictiofauna.

2.1.6.3.Procedimentos metodológicos de coleta para qualidade de águas superficiais

As análises de água serão através da metodologia do “Standar Methods for Examinations of Water and Wastewater”, iniciar-se-ão três meses antes da instalação do empreendimento, permitindo assim o acompanhamento dos impactos e alterações na qualidade da água antes, durante e depois da conclusão da obra.

Para a avaliação da qualidade da água selecionou-se parâmetros como mostra a Tabela 2.1, que permitem caracterizar os aspectos referentes à poluição orgânica e química, à biota aquática e ao estado trófico do corpo hídrico.

Tabela 2.1. Parâmetros físicos químicos e microbiológicos para análise da água.

Parâmetros	Unidade de Medida	Limite recomendado na Resolução CONAMA 357/05
Amônia	mg/L	----
Clorofila a	µg/L	30 µg/L
Coliformes Termotolerantes	UFC/100 mL	1.000 UFC
Coliformes Totais	UFC/100 mL	5.000 UFC
Condutividade	µS.cm-1	----
Demanda Bioquímica de Oxigênio	mg/L	5,0 mg/L
Demanda Química de Oxigênio	mg/L	----
Densidade de Cianobactérias	cel/mL	----
Fósforo total	mg/L	0,05 mg/L
Nitratos	mg/L	10 mg/L
Nitritos	mg/L	1 mg/L
Nitrogênio total	mg/L	----
Ortofosfato	mg/L	----
Oxigênio Dissolvido	mg/L	5 mg/L
pH	6 a 9	6 a 9
Profundidade do Disco de Secchi	m	----
Sólidos Sedimentáveis	mg/L	----
Sólidos Suspensos	mg/L	----
Sólidos Totais	mg/L	----
Temperatura Ambiente	°C	----
Temperatura da Água	°C	----
Turbidez	NTU	100 NTU
Vazão	m³/s	----

2.1.6.4. Análise de dados

Para análise da qualidade da água serão determinados, por ponto de coleta, os Índices de Qualidade de Água (IQA) e 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).

2.1.6.5. Índice de Qualidade das Águas (IQA)

O Índice de Qualidade das Águas que incorpora nove variáveis consideradas relevantes para a avaliação da qualidade das águas. Os parâmetros e seus pesos encontram-se no gráfico a seguir:



Figura 2.1. Parâmetros e Pesos para determinação do IQA

O resultado obtido da equação do IQA está relacionado com a seguinte tabela de classificação, variando de 0 a 100:

Tabela 2.2. Nível de Qualidade da Água

Nível de Qualidade	Faixa
Excelente	90 < IQA < ou = 100
Bom	70 < IQA < ou = 90
Médio	50 < IQA < ou = 70
Ruim	25 < IQA < ou = 50
Muito Ruim	0 < IQA < ou = 25

Para determinar o IQA, são utilizados os seguintes parâmetros, com seus respectivos pesos, através do produto:

$$\text{Fórmula (1): } IQA = \prod_{i=1}^9 q_i^{w_i}$$

onde:

IQA: Índice de Qualidade das Águas, um número entre 0 e 100;

qi: qualidade do i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 100, obtido da respectiva “curva média de variação de qualidade”, em função de sua concentração ou medida e,

w_i: peso correspondente ao i-ésimo parâmetro, um número entre 0 e 1, atribuído em função da sua importância para a conformação global de qualidade, sendo que:

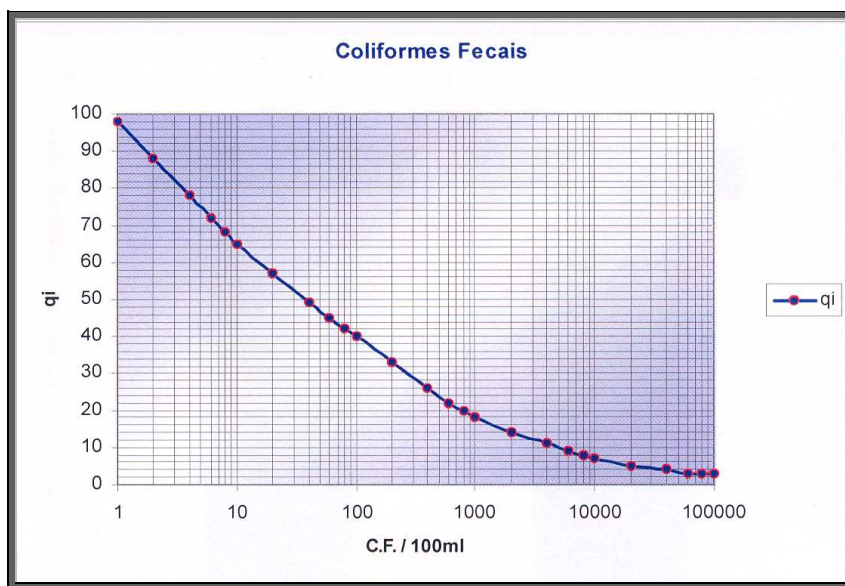


Figura 2.2. Curva de Coliforme Fecais.

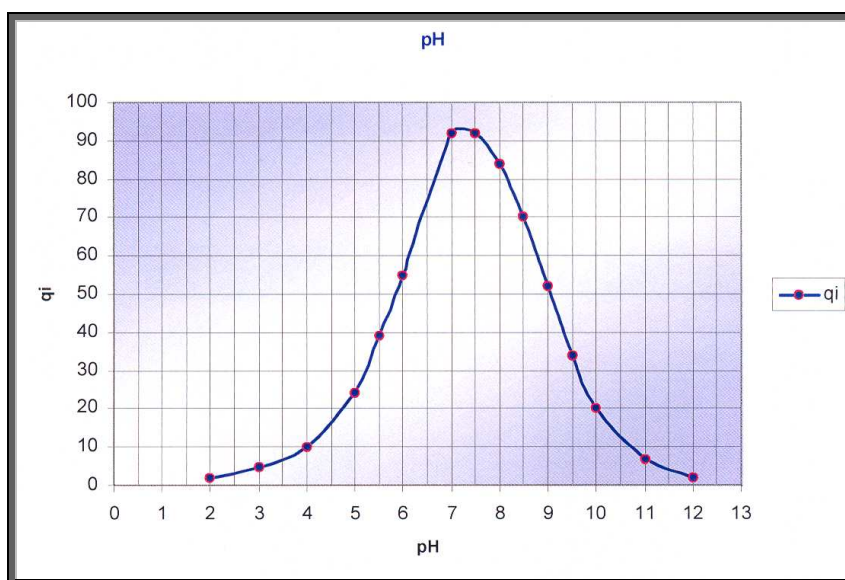


Figura 2.3. Curva de pH.

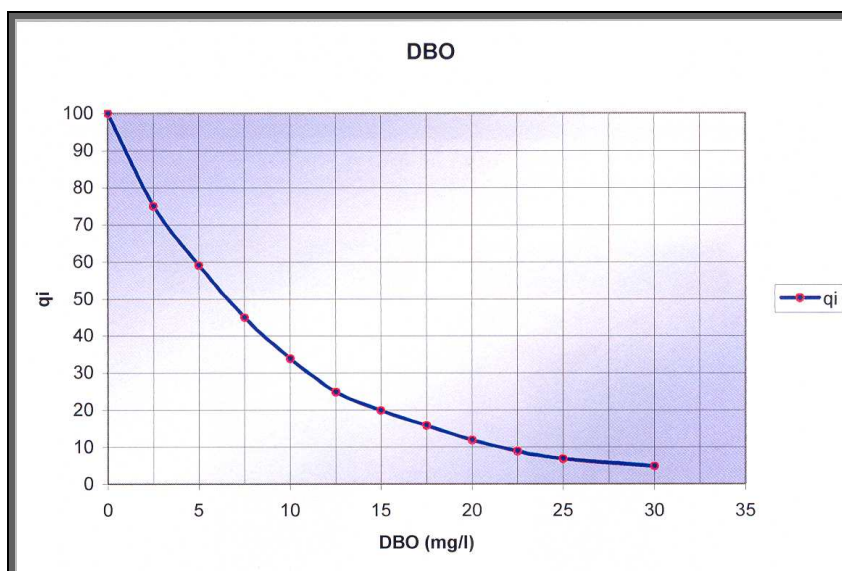


Figura 2.4. Curva de DBO5.

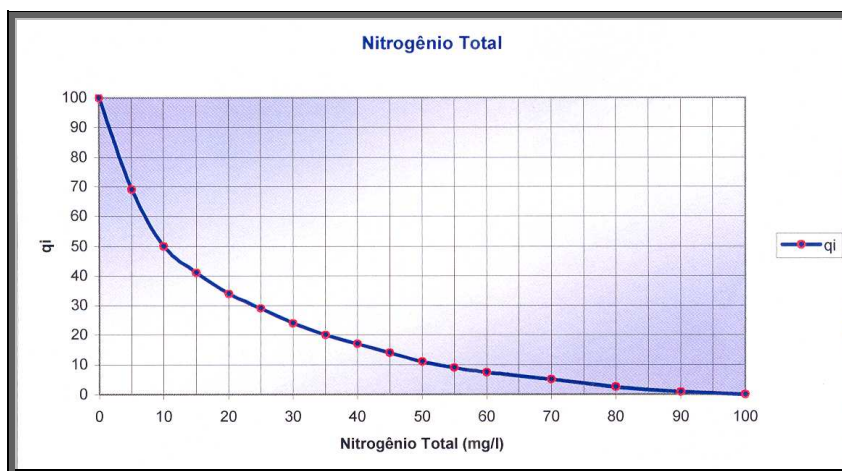


Figura 2.5. Curva de Nitrogênio Total.

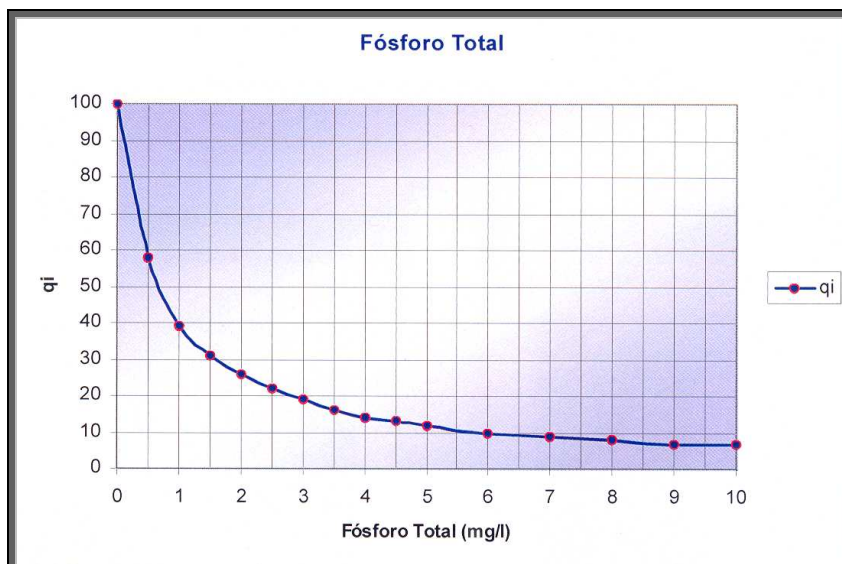


Figura 2.6. Curva de Fósforo Total.

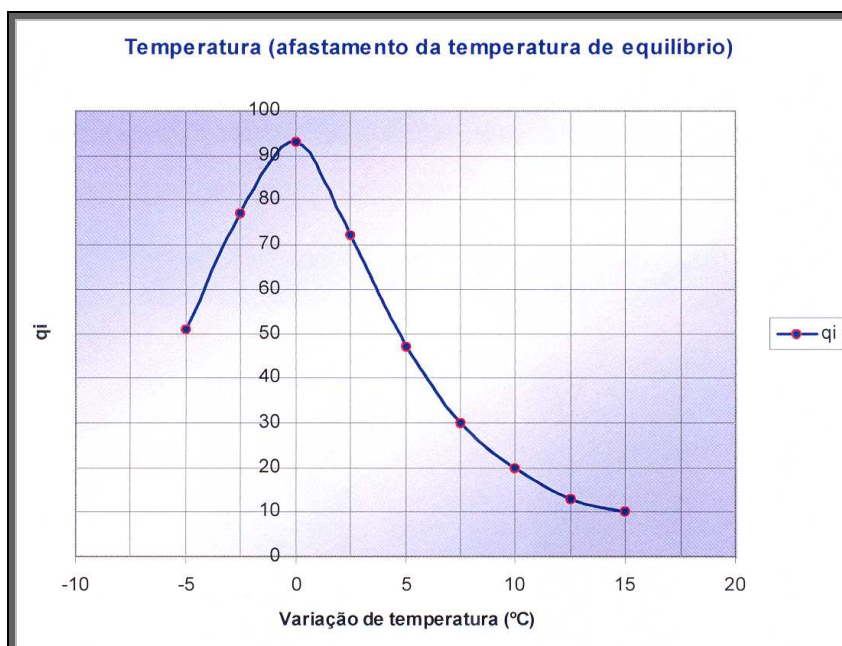


Figura 2.7. Curva de Variação da Temperatura.

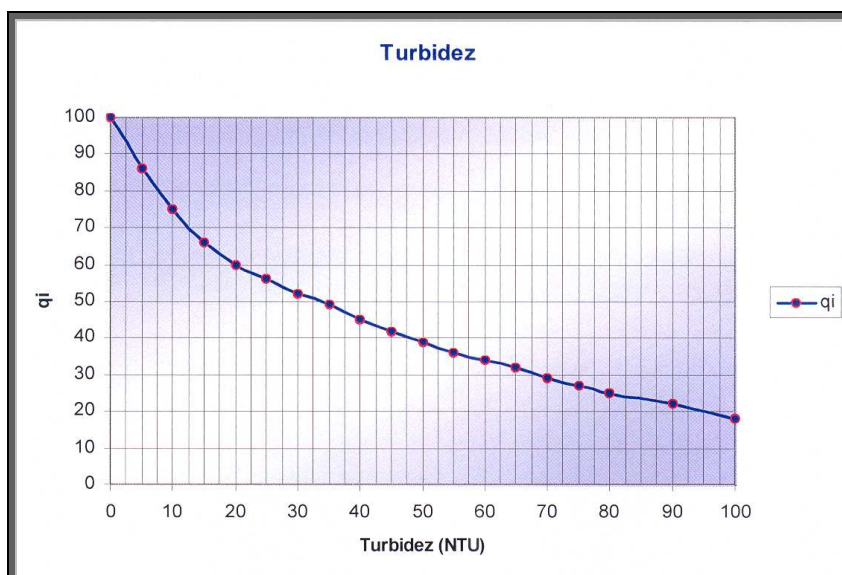


Figura 2.8. Curva de Variação da Turbidez.

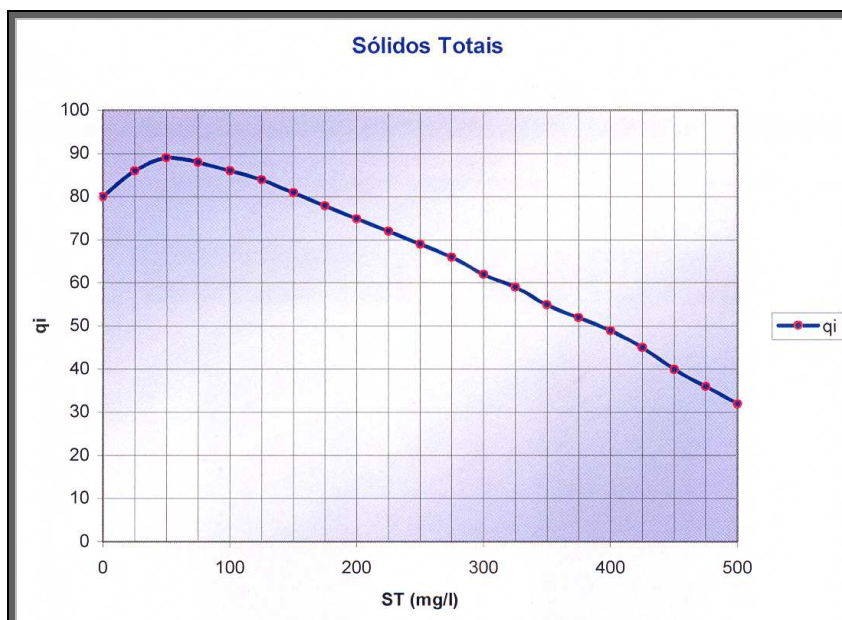


Figura 2.9. Curva de Sólidos Totais.

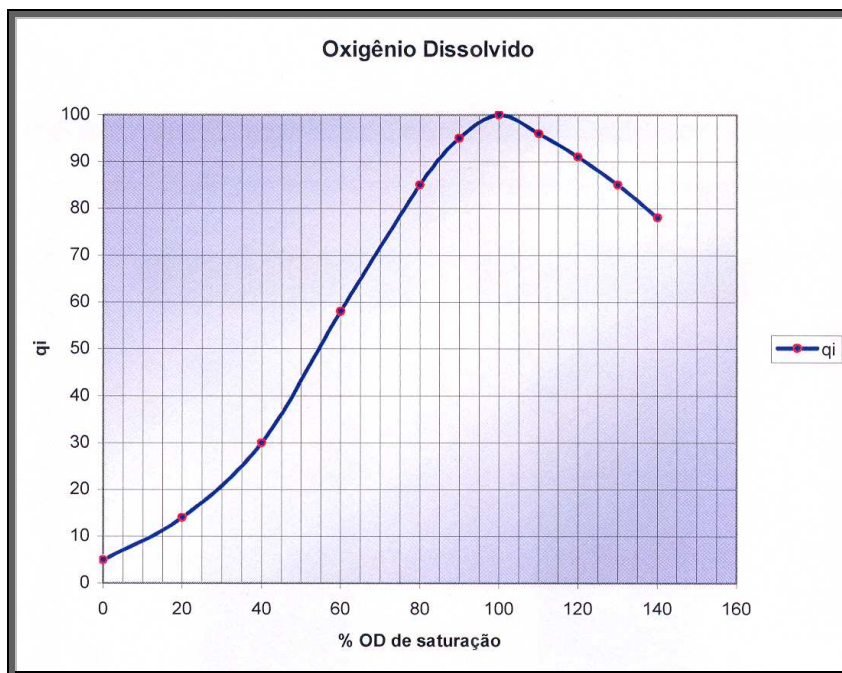


Figura 2.10. Curva de Oxiênio Dissolvido.

2.1.6.6. 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:

- Rios

$$\text{IET (CL)} = 10 \times (6 - ((-0,7 - 0,6 \times (\ln \text{CL})) / \ln 2)) - 20$$

$$\text{IET (PT)} = 10 \times (6 - ((0,42 - 0,36 \times (\ln \text{PT})) / \ln 2)) - 20$$

- Reservatórios

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

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

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 2.3. 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

2.1.7. Indicadores de desempenho

O desenvolvimento deste Programa deve ser aliado através da análise temporal e avaliação contínua da qualidade da água através da aplicação do Índice de Qualidade de Água (IQA) e o Índice de Estado Tráfico (IET).

2.1.8. Etapas/Prazo

As campanhas do Projeto de monitoramento Limnológico e Qualidade de Água devem ocorrer idealmente na mesma época de coleta que as campanhas do Monitoramento da Ictiofauna, sendo ambas semestrais. Sugere-se que as coletas do Projeto de monitoramento e Controle de Macrófitas Aquáticas também ocorram preferencialmente no mesmo período.

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.

2.1.9. Relatórios

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

2.1.10. 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;
- Biólogo – Responsável pela coleta das amostras de campos e medição *in situ*;
- Para as análises de qualidade da água, deverá ser contratado Laboratório especializado e credenciado, regulamentado pelo INMETRO, que fornecerá o material e realizará a análise dos resultados.

2.1.11. Interface com outros Planos, Programas e Projetos

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

Serão compartilhados também com a modelagem matemática de qualidade da água que orientará o desmatamento e limpeza do reservatório.

2.1.12.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 Monitoramento e Controle dos Ecossistemas Aquáticos																							
Coleta de água e análises dos parâmetros IQA																							
Elaboração e entrega do relatório semestral ao IAP																							
Redefinir os pontos de coleta																							
Redefinir a frequência das coletas																							
Estabelecer ações de proteção e recuperação das águas superficiais																							
Avaliar a rede dos dados																							
Avaliar o projeto de monitoramento																							
Entrega do relatório final de conclusão da obra na fase de (LI)																							