



**MONITORAMENTO DA QUALIDADE DA ÁGUA
DO RIO TIBAGI E BARRA GRANDE, NA ÁREA
DE INFLUÊNCIA DO FUTURO RESERVATÓRIO
DE MAUÁ E MUNICÍPIO DE LONDRINA– PR, NO
PERÍODO DE ABRIL DE 2010 A DEZEMBRO DE
2011**

JUNHO 2012

GOVERNO DO ESTADO DO PARANÁ
SECRETARIA DE ESTADO DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS
IAP – INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ

GOVERNADOR
Carlos Alberto Richa

SECRETARIA DO ESTADO DE MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS
Jonel Nazareno Iurk

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ
Luis Tarcisio Mossato Pinto

DIRETORIA DE ESTUDOS E PADRÕES AMBIENTAIS
Alberto Baccarin

INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ
Diretoria de Estudos e Padrões Ambientais
Rua Engº Rebouças 1206 - DEPAM
Telefone: (041) 3213-3700

FICHA TÉCNICA

ELABORAÇÃO DO RELATÓRIO

Engº Químico Renato Fernando Brunkow
Biól. M.Sc. Christine da Fonseca Xavier
Biól. Dra. Rosana da Graça Nadolny Loyola

DEPARTAMENTO DE PESQUISA E QUALIDADE – DPQ

Seção de Limnologia

Engº Químico Renato Fernando Brunkow
Biól. M.Sc. Christine da Fonseca Xavier
Biól. Dra. Rosana da Graça Nadolny Loyola

ASSESSORIA DE PLANEJAMENTO - ASPLAN

Geoprocessamento

Engº Agrônomo Edson Elvécio Lemke Queluz

DEPARTAMENTO DE APOIO - DEA

Engº Agrônomo Álvaro César de Góes (Chefia)

Coleta de Amostras

Químico Nelson Budel
Tec. Químico Renato de Andrade
Téc. Administrativo Gerolino Vicente Salles
Hidrometrista Rubens Hartmann Castro

Recepção e registro de amostras

Tec. Administrativo Marta Kaiser dos Reis

DEPARTAMENTO DE ANÁLISES AMBIENTAIS (DAA)

Contabilista Emir Bosa (Chefia)

Análises Físico-químicas

Químico Luiz César Zaranski
Tec. Químico Carlos Zampieri
Tec. Químico Carlos Gracyk
Tec. Químico Ayde Ceron
Tec Químico Roberto Manfre
Tec. Químico Neusa Matias dos Santos

Análises de Metais

Química Dirlene dos Santos
Aux. Laboratório Neide de Oliveira

Análises Microbiológicas

Farm. Bioquímica M.Sc. Sumaia Andraus
Biól. Mauro Lanzoni

DEPARTAMENTO DE PESQUISA E QUALIDADE (DPQ)

Biól. M.Sc. Christine da Fonseca Xavier (Chefia)

Análises Limnológicas

Biól. M.Sc. Christine da Fonseca Xavier
Engº Químico Renato Fernando Brunkow

Análises Ecotoxicológicas

Biól. Elenize M. F. Martins da Silva
Tec. Química Márcia Terezinha N. Bosa

SUMÁRIO

I. INTRODUÇÃO	08
II. OBJETIVOS	09
III. METODOLOGIA	10
IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	23
VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
ANEXO	27

Lista de Figuras

Fig. 01 – Localização das estações de amostragem de águas superficiais.

Fig. 02 – Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU1).

Fig. 03 – Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU2).

Fig. 04 – Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Barra Grande (MAU3).

Fig. 05 – Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU4).

Fig. 06 – Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU5).

Fig. 07 – Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU6).

Fig. 08 – Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU7).

Lista de Tabelas

Tab. 01 – Descrição e localização das estações de amostragem monitoradas no trecho compreendido entre os municípios de Telêmaco Borba e Londrina.

Tab. 02 – Variáveis de qualidade das águas monitoradas e limites da Resolução de N°357/2005 do CONAMA para classes 2 e 3.

Tab. 03 – Classes de qualidade de água conforme AIQA.

Tab. 04 – Resultados do AIQA no monitoramento da qualidade de água no trecho em estudo, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Tab. 05 – Classes preponderantes de qualidade de água, para o período monitorado com parâmetros violados para classe 2 da Resolução N°357/2005 do CONAMA.

Tab. 06 – Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 1, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Tab. 07 – Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 2, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Tab. 08 – Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 3, do Rio Barra Grande, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Tab. 09 – Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 4, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Tab. 10 – Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 5, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Tab. 11 – Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 6, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Tab. 12 – Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 7, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

I - INTRODUÇÃO

A Bacia do Rio Tibagi, com área de 24713 km². Nasce nos Campo Gerais, nos municípios de Palmeira e Ponta Grossa, no centro do estado do Paraná, e tem sua foz na margem esquerda do Rio Paranapanema, que faz divisa entre os estado do Paraná e São Paulo. Tem uma extensão de 550 Km (SUDERHSA, 1997).

O IAP - Instituto Ambiental do Paraná realizou no período de abril de 2010 a dezembro de 2011, o monitoramento da qualidade das águas do Rio Tibagi e Rio Barra Grande na região de influência do futuro reservatório de Mauá, entre os municípios de Telêmaco Borba e Londrina – PR.

Os resultados dos parâmetros físicos, químicos, microbiológicos e toxicológicos são apresentados de forma unificada pelo índice AIQA – Avaliação Integrada da Qualidade de Água, sendo que os resultados são apresentados, em gráficos e tabelas. Os critérios de qualidade foram baseados na Resolução CONAMA 357/2005 de 17 de março de 2005. Foram avaliadas também as possíveis violações aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

O monitoramento do trecho em estudo tem particular importância devido aos possíveis impactos na qualidade da água do Rio Tibagi devido a construção da Barragem de Mauá com a formação de um reservatório destinado a geração de energia elétrica. A possibilidade de eutrofização do futuro reservatório com a mudança do regime lótico (águas correntes) para lântico (águas paradas) pode favorecer a ocorrência de processos de floração de algas com impactos negativos sobre a qualidade das águas.

O Monitoramento da qualidade da água tem por finalidade a divulgação, à população, das condições de qualidade dos recursos hídricos e dar subsídios para a gestão destes recursos, bem como, tem como objetivo avaliar programas de saneamento e recuperação ambiental. O monitoramento auxilia as ações do licenciamento e da fiscalização, evidenciando o cumprimento ou não da legislação em vigor, detectando modificações ambientais, servindo como vigilância ou sistema de alerta dos problemas, e avaliando intervenções. O licenciamento por si só não

promove a gestão numa bacia hidrográfica, a qual somente se efetiva pelo tripé: monitoramento, fiscalização e licenciamento.

II – OBJETIVOS

- Gerar dados sobre as características físicas, químicas, microbiológicas e toxicológicas das águas do Rio Tibagi e afluente Barra Grande, em 7 estações de monitoramento localizadas no trecho em estudo, em função da construção da Barragem de Mauá para a formação do futuro reservatório;
- Avaliar a qualidade da água nas 7 estações de monitoramento localizadas no trecho em estudo da Bacia Hidrográfica do Rio Tibagi, por meio do AIQA - Avaliação Integrada da Qualidade da Água;
- Evidenciar o cumprimento ou não da legislação ambiental, detectando possíveis violações aos limites estabelecidos pela legislação vigente, contribuindo para a gestão dos recursos hídricos, com ação conjunta da outorga, do licenciamento e da fiscalização;
- Avaliar os possíveis impactos à qualidade das águas do Rio Tibagi, no trecho em estudo, tendo-se em vista o barramento do Rio Tibagi para a formação do Reservatório de Mauá;
- Disponibilizar às autoridades, ao público, organizações governamentais, instituições públicas e privadas, informações sobre a condição de qualidade das águas dos trechos de rios monitorados;
- Fornecer informações relevantes para subsidiar a tomada de decisões na alocação de recursos visando a conservação e recuperação ambiental.

III – METODOLOGIA

O monitoramento da qualidade da água realizado pelo IAP, foi realizado com base na medição de 28 parâmetros físicos e químicos, 2 microbiológicos e 1 ecotoxicológico, em 7 estações de monitoramento localizadas no trecho em estudo, com frequência trimestral/quadrimestral, sendo destacadas as violações observadas em relação aos limites estabelecidos pela legislação vigente.

O Rio Tibagi, no trecho monitorado neste relatório, e o Rio Barra Grande, foram enquadrados na classe 2, pela Portaria SUREHMA – Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente Nº 003/91 de 21 de Março de 1991 (SUREHMA, 1992).

Após a publicação da Resolução Nº 357/2005 do CONAMA, não foram estabelecidos novos enquadramentos, podendo ser aplicado o Capítulo VI, Artigo 42 desta Resolução, que diz que “enquanto não aprovados os respectivos enquadramentos, as águas doces serão consideradas Classe 2, as salinas e salobras Classe 1, exceto se as condições de qualidade atuais forem melhores, o que determinará a aplicação da classe mais rigorosa correspondente” (CONAMA, 2005). Desta forma, os critérios de estabelecimento e comparação com limites da legislação, o Rio Tibagi foi considerado Classe 2.

A Figura 01 e Tabela 01, por sua vez, apresentam a localização das estações de amostragem monitoradas.

As variáveis monitoradas estão apresentadas na Tabela 02, a qual apresenta ainda os limites estabelecidos para as classes 2 e 3 da Resolução Nº 357/05 do CONAMA, bem como a metodologia de análise utilizada.

No presente trabalho foi utilizado o índice do método AIQA - Avaliação Integrada da Qualidade da Água que é um cálculo baseado no método de Programação por Compromissos – MPC (UNESCO, 1987 descrito em IAP, 2005; IAP, 2009). As classes de qualidade são estabelecidas por critérios da Resolução CONAMA 357/05.

O método do AIQA considera três dimensões analíticas de qualidade: a físico-química, a bacteriológica e a ecotoxicológica. Os resultados nas diferentes dimensões são relacionados entre si, pelo método Multiobjetivo de Programação de Compromisso, que se baseia numa condição Ideal da qualidade de água (Classe 1 da CONAMA 357/05). A classe 1, é a qualidade Muito Boa, solução ideal (E) que é plotada em um espaço cartesiano, cuja distância dos pontos em análise, em relação ao ponto ideal (E), ou a distância (Ln), distância euclidiana, resulta na classe do AIQA. Deve ser destacado, todavia, que no presente trabalho para as variáveis físico-químicas pesquisadas foi adotado um percentil de 95%.

Tabela 01 - Descrição e localização das estações de amostragem monitoradas no trecho compreendido entre os municípios de Telêmaco Borba e Londrina.

ESTAÇÃO	RIO	LOCALIZAÇÃO	MUNICÍPIO	CLASSE CONAMA	Coordenadas geográficas	
MAU 1	Tibagi	Montante de Telêmaco Borba	Telêmaco Borba/PR	2	540224	7308892
MAU 2	Tibagi	Jusante da Klabin	Telêmaco Borba/PR	2	537282	7311818
MAU 3	Barra Grande	Ponte na estrada que liga Ortigueira-Lajeado Bonito	Ortigueira/PR	2	523476	7331709
MAU 4	Tibagi	Montante da Barragem do Futuro Reservatório de Mauá	Telêmaco Borba/PR	2	529921	7338871
MAU 5	Tibagi	Jusante da Barragem – Casa de Força	Telêmaco Borba/PR	2	531106	7341960
MAU 6	Tibagi	Captação de Londrina – ETA Londrina	Londrina/PR	2	499991	7415141
MAU 7	Tibagi	Montante de Londrina	Londrina/PR	2	501530	7410367

Tabela 02 - Variáveis de qualidade das águas monitoradas e limites da Resolução de N°357/2005 do CONAMA as para classes 2 e 3.

VARIÁVEIS	Unidade	Limites Conama 357/2005		Técnica para determinação
		Classe 2	Classe 3	
Alcalinidade total	mg.L ⁻¹	N.A	N.A	Titulométrico
Cádmio	mg.L ⁻¹ Cd	0,001	0,01	Absorção atômica de chama
Chumbo	mg.L ⁻¹ Pb	0,01	0,033	Absorção atômica de chama
Cobre dissolvido	mg.L ⁻¹ Cu	0,009	0,013	Absorção atômica de chama
Condutividade	µS/cm	N.A	N.A	Eletrométrico
Cromo total	mg.L ⁻¹ Cr	0,05	0,05	Absorção atômica de chama
Demanda Bioquímica de Oxigênio – DBO _{5 dias}	mg.L ⁻¹ O ₂	≤ 5	≤ 10	Diluição
Demanda Química de Oxigênio – DQO	mg.L ⁻¹ O ₂	N.A	N.A	Refluxo Fechado/ampola
Dureza total	mg.L ⁻¹ P	N.A	N.A	Titulométrico
Fósforo Total	intermediários ^B	mg.L ⁻¹ P	0,05	Ácido Ascórbico
	lóticos ^B	mg.L ⁻¹ P	0,10	
Ortofosfato solúvel	mg.L ⁻¹ P	N.A	N.A	Ácido Ascórbico
Mercurio	mg.L ⁻¹ Hg	0,0002	0,002	Absorção atômica vapor
Nitratos	mg.L ⁻¹ N	10	10	Redução com Cádmio
Nitritos	mg.L ⁻¹ N	1	1	N-naftil
Nitrogênio Amoniacal ^C	pH ≤ 7,5	mg.L ⁻¹ N	3,7	Fenato
	pH 7,5 a ≤ 8	mg.L ⁻¹ N	2	
	pH 8 a ≤ 8,5	mg.L ⁻¹ N	1	
Nitrogênio Total Kjeldahl	mg.L ⁻¹ N	N.A	N.A	Fenato
Oxigênio Dissolvido	mg.L ⁻¹ O ₂	≥ 5,0	≥ 4	Eletrométrico
Potencial Hidrogeniônico – pH	unidades	6,0 a 9,0	6,0 a 9,0	Eletrométrico
Saturação de Oxigênio	% O ₂	N.A	N.A	Eletrométrico
Sólidos Totais	mg.L ⁻¹	N.A	N.A	Gravimétrico
Sólidos suspensos	mg.L ⁻¹	N.A	N.A	Gravimétrico
Surfactantes	mg.L ⁻¹	0,5	0,5	Azul de metileno
Temperatura da Amostra	°C	N.A	N.A	Termômetro/ eletrométrico
Temperatura do Ar	°C	N.A	N.A	Termômetro/ eletrométrico
Turbidez	NTU	≤ 100	≤ 100	Nefelométrico
Zinco	mg.L ⁻¹ Zn	0,18	5	Absorção atômica de chama
Níquel	mg.L ⁻¹ Ni	0,025	0,025	Absorção atômica de chama
Clorofila a	µg.L ⁻¹ Cla	30	60	Etanol a frio
Escherichia coli (coliformes termotolerantes)	NMP.100ml	1000	4000	Enzimático
Coliformes totais	NMP.100ml	NA	NA	Enzimático / fermentação
Toxicidade aguda para D. magna	FTd	Não tóxico crônico	Não tóxico agudo	Imobilidade

Fonte: CONAMA, 2005 e APHA, 1999

Estações de Amostragem de Água Monitoradas

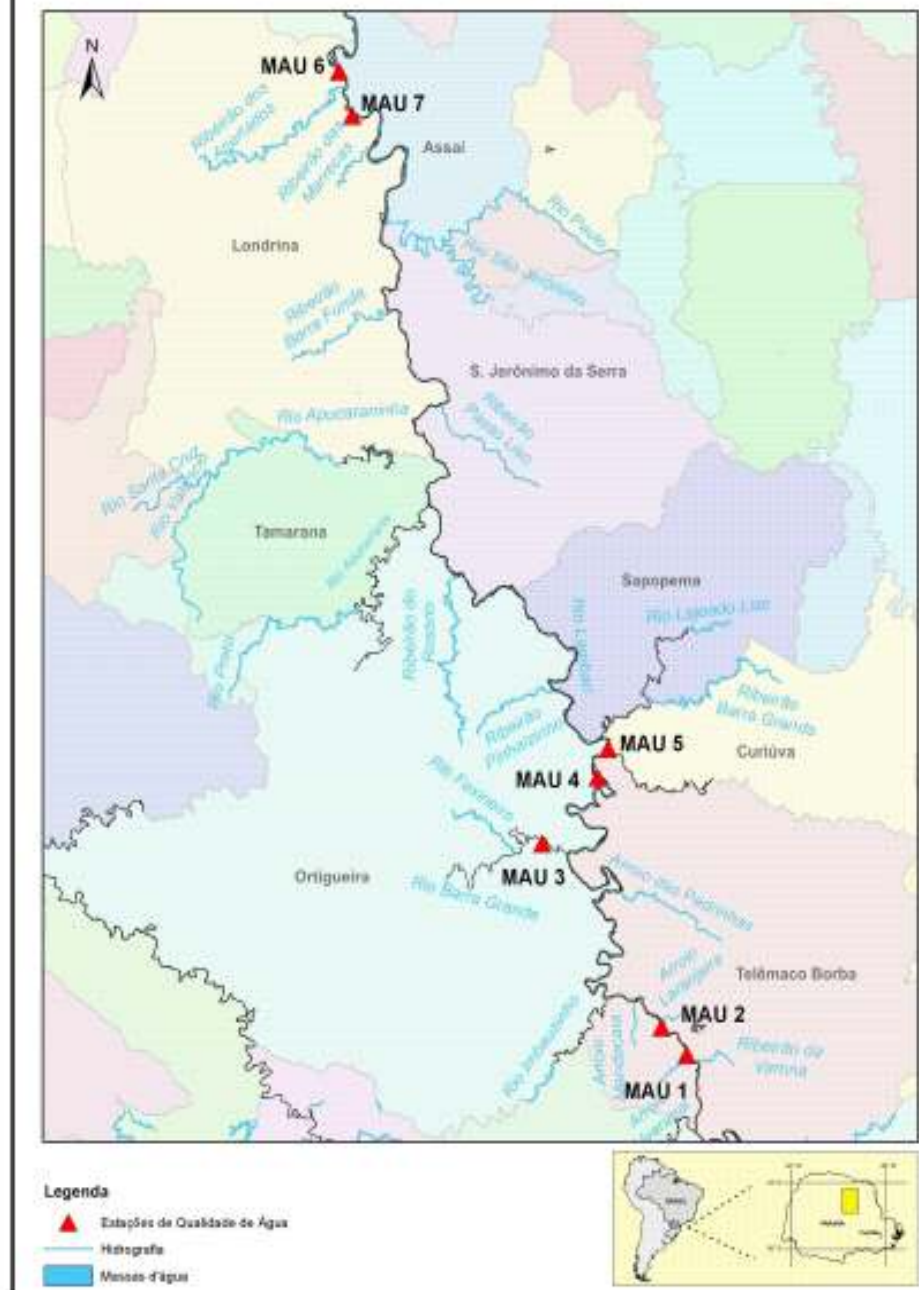


Figura 1 - Localização das estações de amostragem de águas superficiais.

O diagnóstico final permite classificar a qualidade água em 7 classes de cores, comparáveis a classificação proposta pelo CONAMA 357/05, conforme mostra a Tabela 03. Esta tabela apresenta as classes de qualidade de água conforme o índice AIQA - Avaliação Integrada da Qualidade da Água, utilizado neste trabalho.

Tabela 03 – Classes de qualidade de água conforme AIQA.

CLASSE DE QUALIDADE	Compatibilidade Classes Conama 357/2005	COR INDICADORA	Distância L ao ponto E (AIQA)
Muito boa	Classe 1	azul claro	0,00 a 0,20
Boa	Classe 2	verde claro	>0,20a 0,40
Pouco poluída	Classe 3	amarelo	>0,40 a 0,60
Medianamente poluída	Classe 3	laranja claro	>0,60 a 0,80
Poluída	Classe 4	laranja escuro	>0,80 a 1,00
Muito Poluída	Fora de Classe	vermelho	>1,00 a 1,20
Extremamente poluída	Fora de Classe	roxo	>1,20

IV- RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos para o Índice AIQA – Avaliação Integrada da Qualidade da Água, relativos ao monitoramento da qualidade de água no período de abril de 2010 a dezembro de 2011, são apresentados na Tabela 04 e nas Figuras 02 a 08.

Estes resultados evidenciam que, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011, a qualidade das águas nos pontos monitorados variou de “pouco poluída” a “poluída”. Com base nos valores médios do índice de qualidade de água (AIQA) utilizado a qualidade das águas teve a seguinte classificação: “boa” na estação MAU 7, “pouco poluída” nas estações MAU 1, MAU 5 e MAU 6, e “medianamente poluída” nas estações MAU 2, MAU 3 e MAU 4.

A Tabela 05 apresenta as classes preponderantes de qualidade de água (situação real), dos trechos de rios monitorados, no período de estudo, e os parâmetros violados para classe 2 da CONAMA 357/05.

Os resultados das análises realizadas estão apresentados nas Tabelas 6 a 12, em anexo, sendo que as violações observadas em relação aos limites estabelecidos foram destacadas em vermelho. Estes resultados mostram que a maioria das variáveis pesquisadas encontra-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente. Foram levados em consideração os limites estabelecidos na Resolução Nº 357/05 do CONAMA para rios de classe “2” na qual os rios monitorados estão enquadrados.

As variáveis que apresentaram maior número de violações em relação ao número de amostras coletadas foram: Fenóis totais (32 violações/40 amostras); cobre dissolvido (22 violações/45 amostras); *E. Coli*, (18 violações/34 amostras); e fósforo total (11 violações/45 amostras).

Tabela 04 – Resultados do AIQA no monitoramento da qualidade de água nos trechos de rios da Bacia do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

	Rio Tibagi MAU 1		Rio Tibagi MAU 2		Rio Barra Grande MAU 3		Rio Tibagi MAU 4		Rio Tibagi MAU 5		Rio Tibagi MAU 6		Rio Tibagi MAU 7	
	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe	AIQA	Classe
Abr/2010	0,82	Med. Poluída	0,75	Med. Poluída	0,82	Poluída	0,82	Poluída	0,76	Med. Poluída	0,82	Poluída	(*)	-
Ago/2010	0,50	Pouco Poluída	0,65	Med. Poluída	0,63	Med. Poluída	0,82	Poluída	0,80	Med. Poluída	0,08	Muito Boa	(*)	-
Nov/2010	0,75	Med. Poluída	0,82	Poluída	0,95	Poluída	0,82	Poluída	0,75	Med. Poluída	0,75	Med. Poluída	0,00	Muito Boa
Abr/2011	0,50	Pouco Poluída	0,50	Pouco Poluída	0,63	Med. Poluída	0,75	Med. Poluída	0,50	Pouco Poluída	0,25	Boa	0,25	Boa
Jul/2011	0,63	Med. Poluída	0,63	Med. Poluída	0,63	Med. Poluída	0,63	Med. Poluída	0,63	Med. Poluída	0,29	Boa	0,05	Muito Boa
Out/2011	0,50	Pouco Poluída	0,52	Pouco Poluída	0,63	Med. Poluída	0,63	Med. Poluída	0,52	Pouco Poluída	0,56	Pouco Poluída	0,76	Med. Poluída
Dez/2011	0,51	Pouco Poluída	0,76	Med. Poluída	0,05	Muito Boa	0,13	Muito Boa	0,00	Muito Boa	0,10	Muito Boa	0,00	Muito Boa
M É D I A	0,60	Pouco Poluída	0,66	Med. Poluída	0,62	Med. Poluída	0,66	Med. Poluída	0,57	Pouco Poluída	0,41	Pouco Poluída	0,21	Boa

* NC = Não Coletado

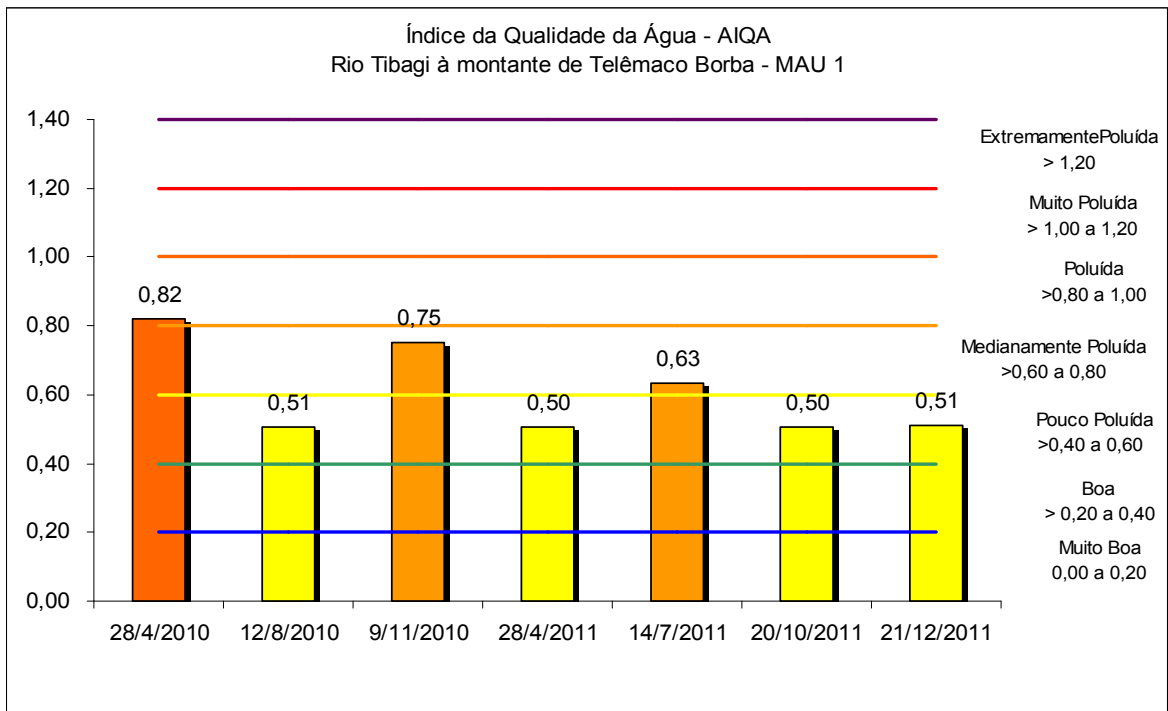


Figura 02 - Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU1).

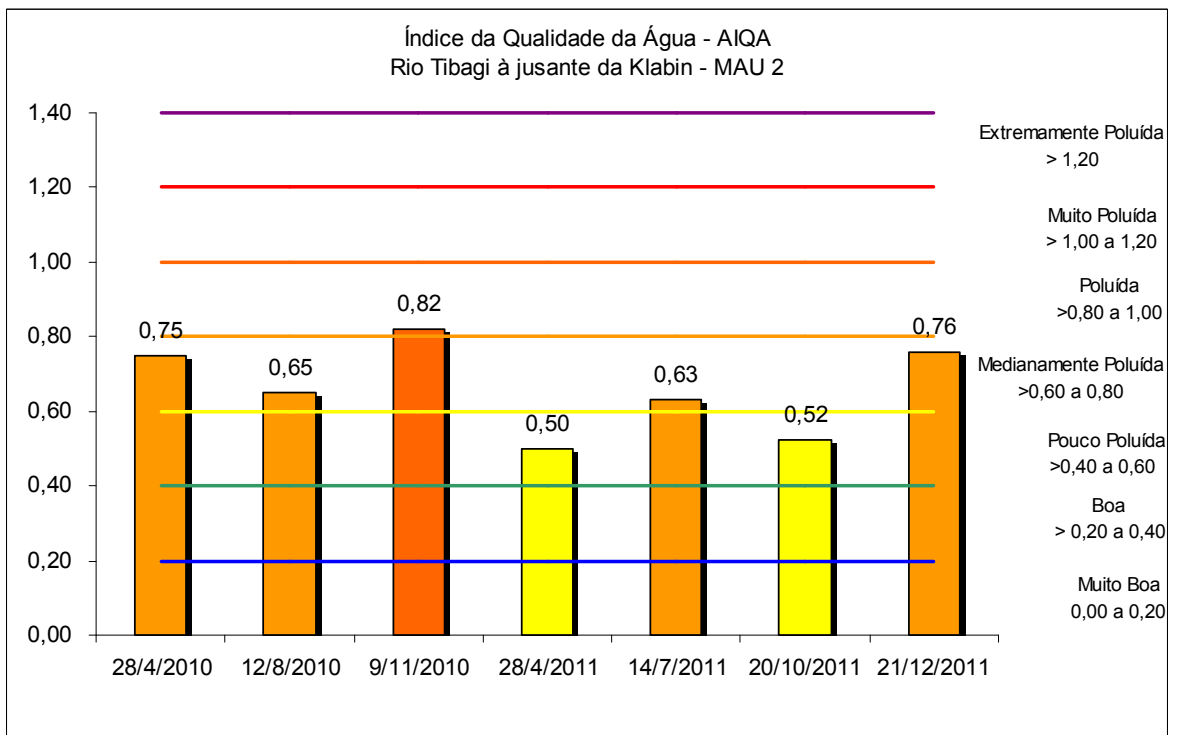


Figura 03 - Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU 2).

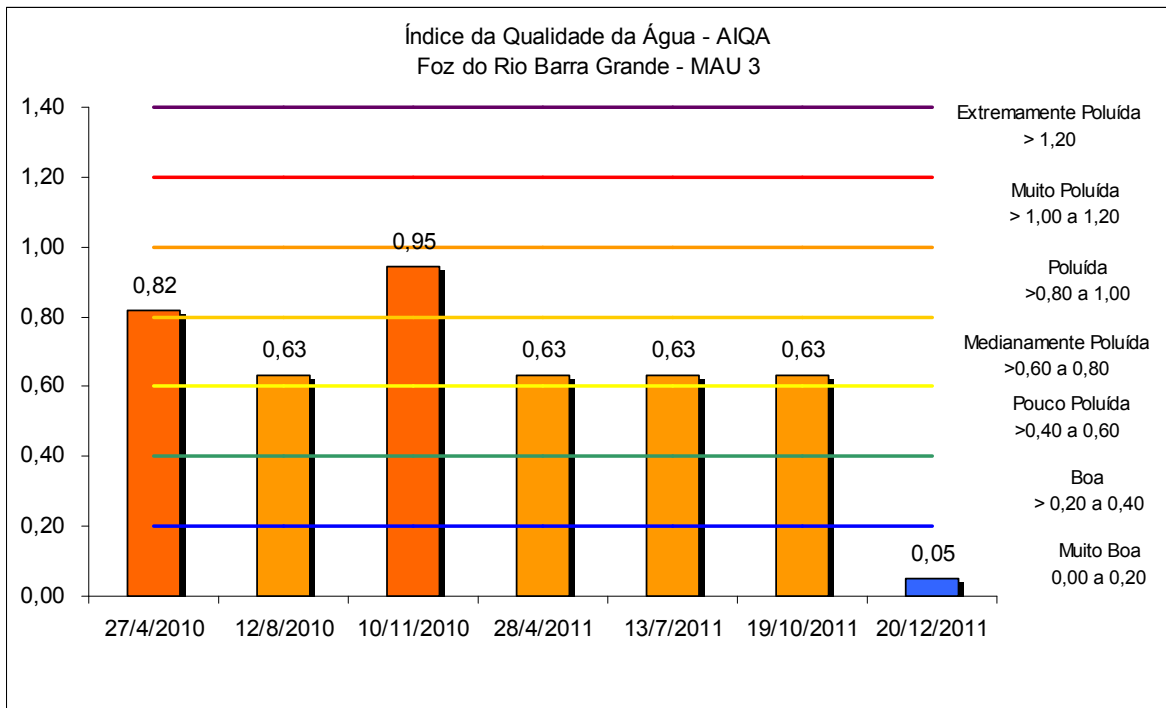


Figura 04 - Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Barra Grande (MAU 3).

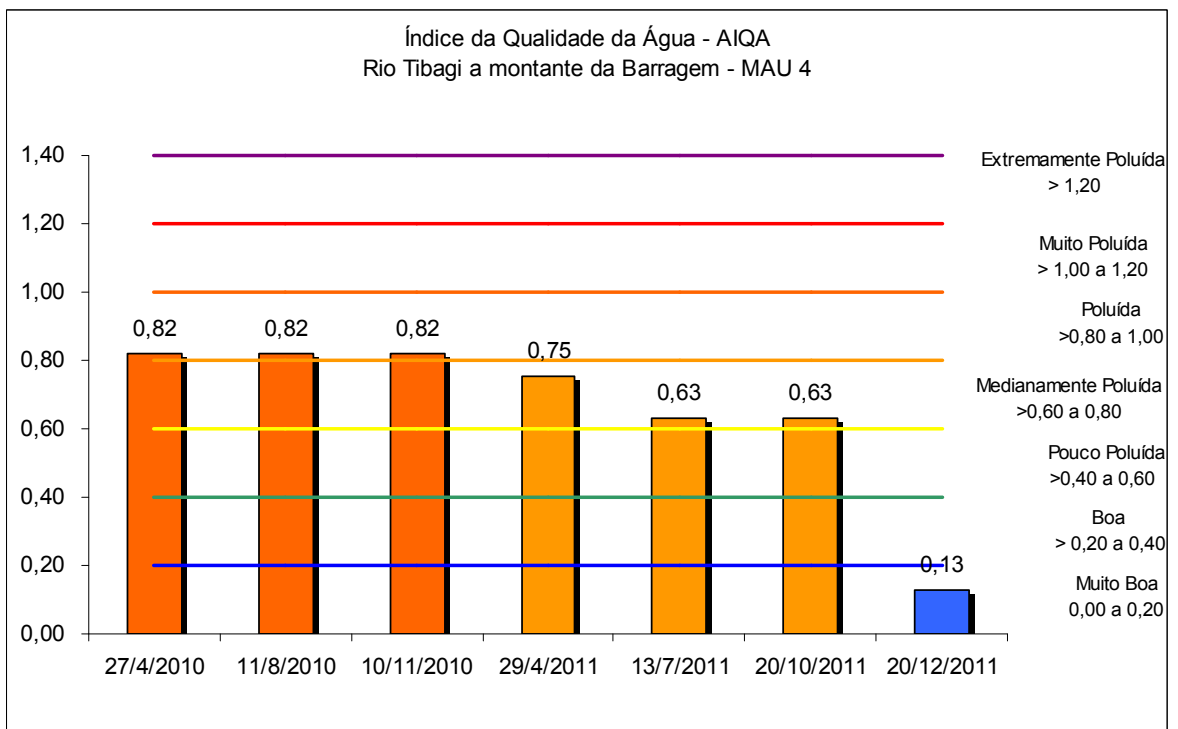


Figura 05 - Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU 4).

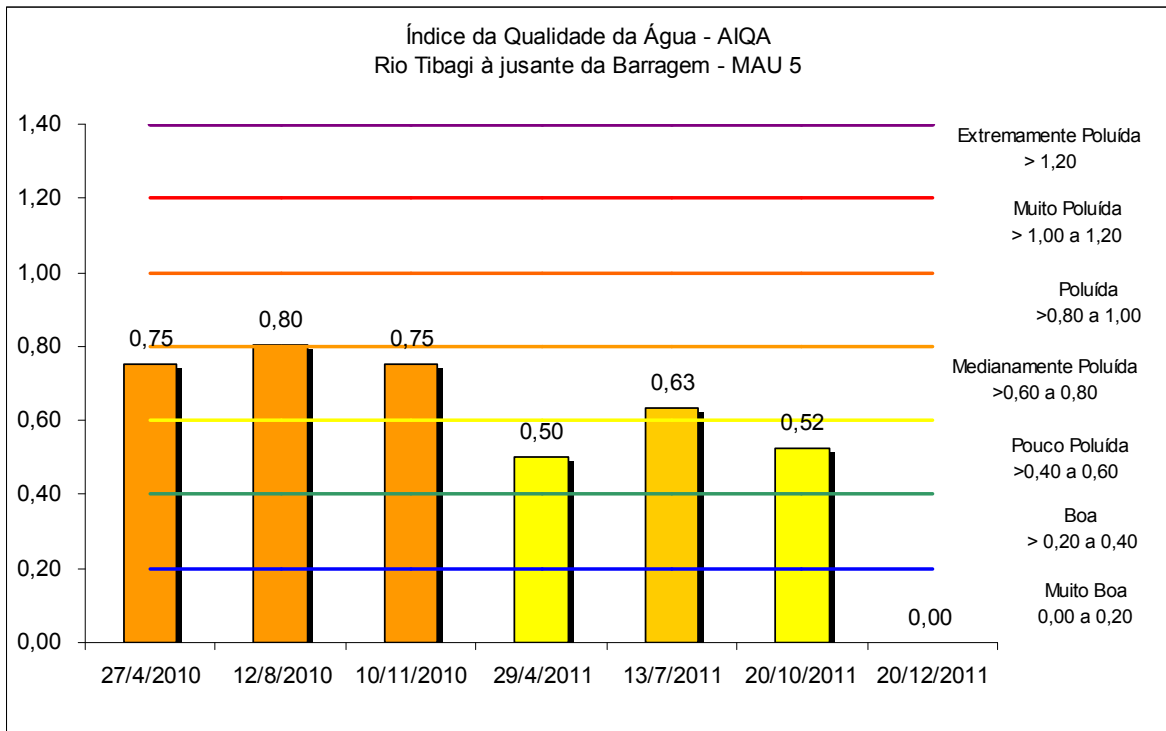


Figura 06 - Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU 5).

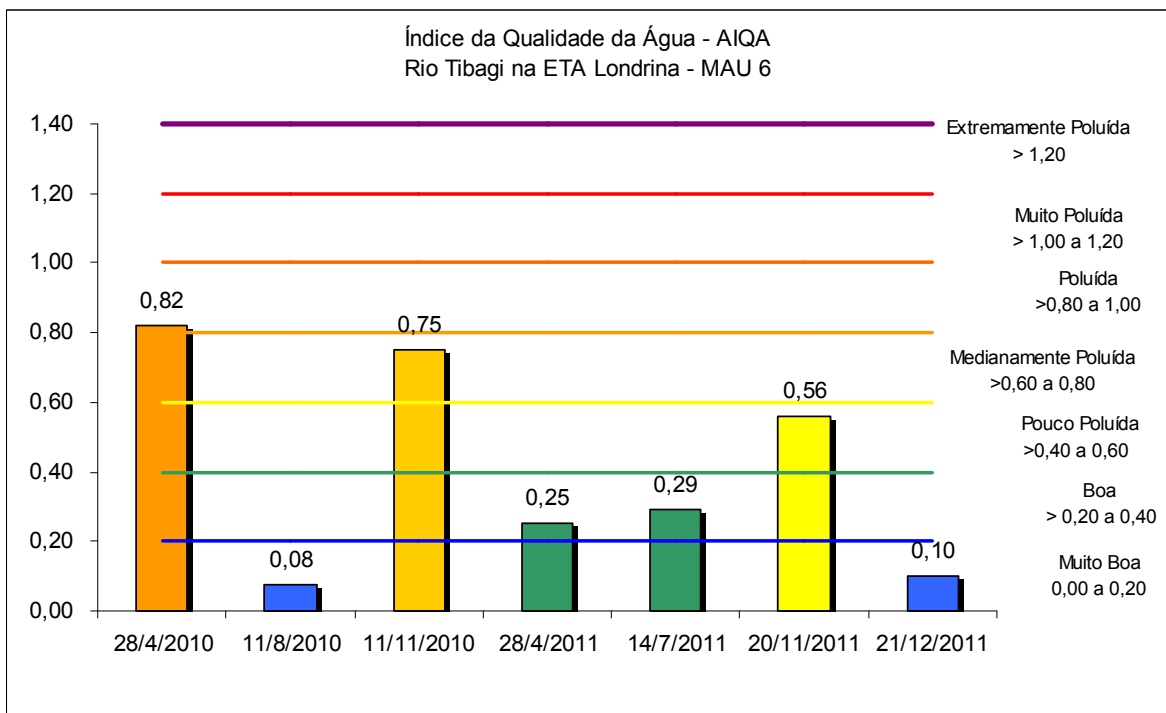


Figura 07- Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU 6).

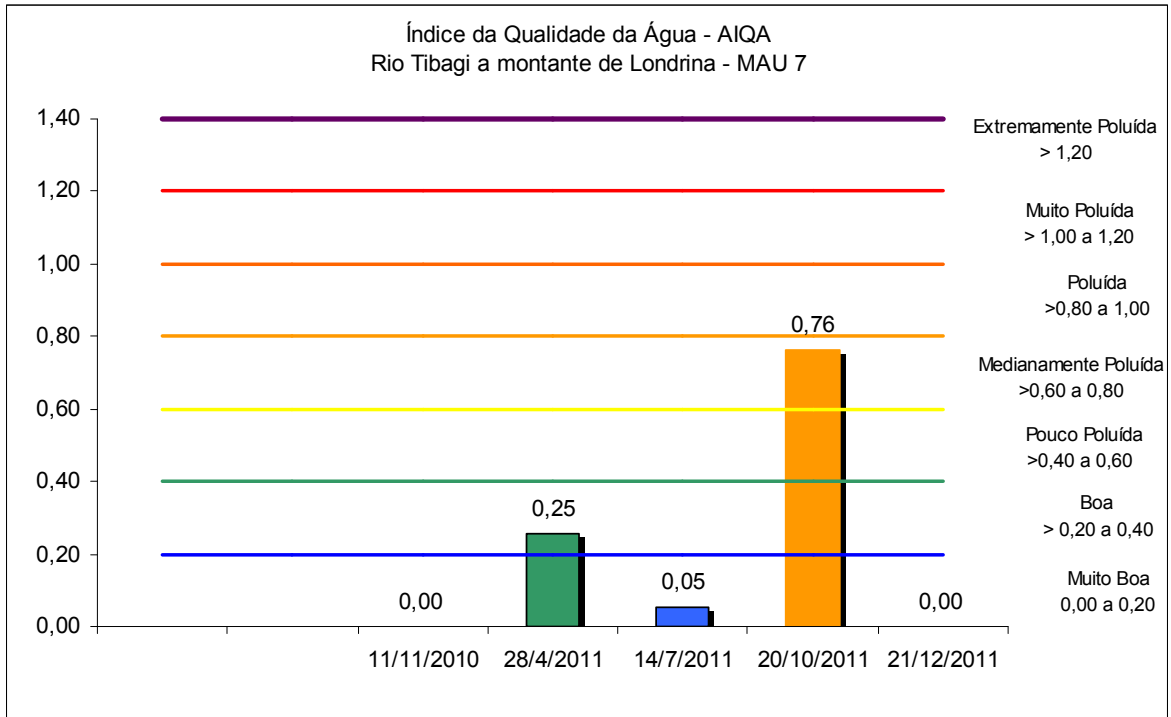


Figura 08 - Evolução da qualidade da água de abril de 2010 a dezembro de 2011 no Rio Tibagi (MAU 7).

Tabela 05 – Classes preponderantes de qualidade de água, para o período de abril de 2010 a dezembro de 2011 dos trechos de rios monitorados, com parâmetros violados para classe 2 da Resolução N°357/2005 do CONAMA.

Rio	Estação	Violações	Valor AIQA	Classe AIQA	Classe preponderante
Tibagi	MAU 1	P. Total, Cobre dissolvido, Fenóis, <i>E. coli</i>	0,60	Pouco Poluída	29% Classe 4 43% Classe 3 29% Classe 2
Tibagi	MAU 2	P. Total, Cobre dissolvido, Fenóis, <i>E. coli</i>	0,66	Medianamente Poluída	29% Classe 4 43% Classe 3 29% Classe 2
Barra Grande	MAU 3	P. Total, Turbidez, Cobre dissolvido, Zinco, Mercúrio, Fenóis, <i>E. coli</i>	0,62	Medianamente Poluída	29% Classe 4 43% Classe 3 29% Classe 2
Tibagi	MAU 4	P. Total, Cobre dissolvido, Zinco, Fenóis, <i>E. coli</i>	0,66	Medianamente Poluída	43 % Classe 4 43 % Classe 3 14 % Classe 2
Tibagi	MAU 5	P. Total, Cobre dissolvido, Fenóis, Zinco, Toxicidade, <i>E. coli</i>	0,57	Pouco Poluída	29% Classe 4 43% Classe 3 29% Classe 2
Tibagi	MAU 6	DBO5, P. Total, Turbidez, Cobre dissolvido, Fenóis, <i>E. coli</i>	0,41	Pouco Poluída	29% Classe 4 14% Classe 3 57% Classe 2
Tibagi	MAU 7	P. Total, Turbidez, Cobre dissolvido, Fenóis	0,21	Boa	20% Classe 4 80% Classe 2

As freqüentes violações observadas para *E. coli* e fósforo total refletem as precárias condições sanitárias dos municípios localizados nesta bacia hidrográfica contribuinte.

Os valores de fósforo total detectados, associados a mudança do regime hidrológico do ambiente, ou seja, de lótico para lântico criam condições favoráveis que estimulam o crescimento de algas e cianobactérias, com a ocorrência ocasional de florações no futuro Reservatório da UHE de Mauá.

Quanto às violações observadas para o cobre dissolvido estas devem ser melhor investigadas, para se determinar se existem, na área em questão, importantes fontes de origem antrópica. Na maioria dos casos os valores encontrados estiveram apenas um pouco acima dos limites estabelecidos para corpos de água de classe 2.

Com relação à presença de compostos fenólicos, segundo Mc NEELY et al. (1979), estes podem ocorrer naturalmente na água em baixas concentrações, provenientes de plantas aquáticas e decomposição da vegetação, sendo que as

principais fontes para o ambiente aquático são normalmente locais. Entre as principais fontes antrópicas citadas pela literatura estão a destilação de carvão e madeira, refino de óleo, indústrias químicas, oxidação química, dejetos domésticos e de animais, e degradação de pesticidas fenólicos.

Apesar do elevado número de violações detectadas para fenóis em águas doces de classe 2, as concentrações detectadas não foram consideradas muito elevadas. De acordo com as bibliografias pesquisadas, estes compostos não são considerados tóxicos nas concentrações detectadas. No Brasil, o limite estabelecido pela Resolução N° 357/05 do CONAMA para fenóis é de 0,003 mg/L, para águas de classe 2.

Estudos sugerem que concentrações de 0,20 mg/L de fenóis não interferem em peixes e na vida aquática (Mc NEELY et. al. 1979).

Ainda segundo este autor, fenóis mesmo em baixas concentrações possuem a propriedade de produzir gosto e odor que são os principais problemas. Águas com compostos fenólicos que são desinfectadas por cloração podem formar clorofenóis que podem conferir cheiro à água mesmo em baixas concentrações. A concentração limite para compostos fenólicos de 0,001 mg/L é baseada principalmente em considerações de gosto e odor, ou ainda, na ocorrência de manchas no músculo de peixes.

As outras variáveis que em algum momento apresentaram violações aos limites estabelecidos foram: DBO₅ (1 violação/41 amostras); Zinco (5 violações/47 amostras); Turbidez (3 violações/45 amostras); Mercúrio (1 violação/47 amostras).

Para estas variáveis, as violações podem ser consideradas esporádicas estando, em muitos casos, associadas a uma maior ocorrência de chuvas no período, que provocam o carreamento de material poluente para estes corpos de água. Fato que pode ser evidenciado pelos maiores valores de turbidez.

Estes resultados mostram que, apesar dos corpos de água monitorados estarem enquadrados na Classe 2, segundo a Resolução N° 357/2005 do CONAMA, apenas o Rio Tibagi, nas estações MAU 6 e MAU 7, próximo a Londrina apresenta-se com características mais compatíveis com as de Classe 2. Nas demais estações monitoradas os corpos de água apresentam-se com características que mais se aproximam com as de Classe 3.

V – CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Os resultados obtidos mostram que a maioria das variáveis pesquisadas encontra-se dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente. Foram levados em consideração os limites estabelecidos na Resolução Nº 357/05 do CONAMA para rios de classe “2” no qual os trechos em questão estão enquadrados. Todavia, ficou evidenciado que os corpos de água monitorados já estão apresentando sinais de poluição em função do grande número de violações detectadas.

As variáveis consideradas “essenciais”, ou seja, aquelas de grande relevância na avaliação da qualidade de água, tais como oxigênio dissolvido, pH e toxicidade, mostram que os trechos monitorados apresentam-se em boas condições, pois durante todo o período de estudo foram observados ótimos níveis de oxigenação das águas com uma porcentagem de saturação próxima a 100 % em todas as estações monitoradas, o pH apresentando-se dentro da faixa ótima para proteção das comunidades aquáticas, que é de 6,0 a 9,0 unidades, e ainda, ausência de toxicidade aguda para o organismo teste *Daphnia magna* (organismo sensível à poluição), sendo observada uma única violação para toxicidade na estação MAU 5, em agosto de 2010.

O Índice de Qualidade de Água denominado AIQA - Avaliação Integrada da Qualidade da Água, utilizado neste relatório, o qual considera o afastamento das condições ideais de qualidade de água com relação às variáveis físico-químicas, bacteriológicas e ecotoxicológicas, mostra que, com base nos valores médios anuais obtidos, a qualidade das águas nas estações monitoradas pode ser considerada boa a moderadamente poluída, tendo sido observada uma melhora da qualidade nas estações localizadas mais a jusante no Rio Tibagi, no município de Londrina.

Corpos de água, nestas condições, apresentam qualidade boa a satisfatória, compatíveis com os usos previstos nas classes 2 e 3 da Resolução CONAMA Nº 357/2005.

Os dados do monitoramento da qualidade de água superficial do Rio Tibagi, no trecho em estudo, são compatíveis com os resultados obtidos no relatório do LACTEC, publicado em Fevereiro de 2011, “Diagnóstico das Condições Limnológicas e da Qualidade da Água Superficial e Subterrânea na Região do Empreendimento UHE Mauá: Relatório Final Fase Rio” relativo ao período de dezembro de 2009 a dezembro de 2010, com relação às mesmas variáveis pesquisadas obtidas nas estações de monitoramento de águas superficiais na área da região do empreendimento de Mauá.

O elevado número de violações para a variável bacteriológica (*E. coli*) e para o fósforo total evidenciam as precárias condições sanitárias na área em estudo. A bacia hidrográfica contribuinte do futuro reservatório de Mauá, conta com um índice de aproximadamente 75% da população servida por tratamento de esgotos, porém com sistemas de tratamento pouco eficientes (tratamento secundário). Nestes tipos de sistemas ocorre uma baixa remoção de carga poluidora em termos de matéria orgânica, e ainda, com uma redução muito baixa de nutrientes, em particular o fósforo total.

Pode-se inferir que esta condição poderá comprometer a qualidade da água do Rio Tibagi e afluentes, em relação aos seus usos múltiplos, e ainda, estimular a ocorrência de florações de algas e cianobactérias no futuro reservatório de Mauá.

O Rio Tibagi vem tendo, ao longo dos anos, a sua capacidade de assimilação e diluição extrapolada pelo despejo de cargas domésticas, industriais e agrícolas, em particular ao parâmetro fósforo total. Atualmente, apesar destes corpos de água terem apresentado ótimas condições de oxigenação das águas, pH dentro da faixa ótima, baixos teores de matéria orgânica e ausência de toxicidade a organismos sensíveis à poluição, este rio está mais suscetível aos processos de eutrofização, sendo que, em períodos de estiagem, como o ocorrido no início do ano de 2012, vem trazendo problemas ao abastecimento da cidade e Londrina. Além disto, a construção de barragens para a formação de reservatórios, pode comprometer a sua capacidade de depuração das águas e

tornam o corpo d' água represado ainda mais susceptível aos processos de eutrofização, com a possibilidade da ocorrência de florações de algas e cianobactérias. O primeiro reservatório previsto para o Rio Tibagi é o Reservatório da UHE de Mauá.

O uso múltiplo das águas é viável econômica e ambientalmente, mas demanda uma gestão na bacia hidrográfica eficiente e integrada. O zoneamento ecológico econômico e uma adequada operacionalização do comitê da Bacia do Rio Tibagi, dentro da nova legislação de recursos hídricos, serão necessários para compatibilizar os interesses dos usuários, a integração de ações de controle de poluição e a mediação da concessão de outorgas de captação e lançamento.

O programa de monitoramento deverá ter continuidade após o enchimento do Reservatório da UHE Mauá, para acompanhar a evolução da qualidade das águas em função da mudança do regime hidrológico.

VI – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA, AWWA, WEF. **Standard methods for examination of water and waste water**. American Public Health Association, Washington D.C, 16^a .Ed. 1999, 1134 p.

CONAMA. **Resolução n. 357 de 17 de marco de 2005. Classificação de corpos d'água e diretrizes ambientais**. Conselho Nacional do Meio. Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: [Http://http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf](http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res05/res35705.pdf) [Acesso em 02/05/2005].

IAP – Instituto Ambiental do Paraná. **Monitoramento da qualidade das águas dos rios da Bacia do Alto Iguaçu, na Região Metropolitana de Curitiba, no período de 2005 a 2009**. IAP, 2009.

LACTEC – Instituto de Tecnologia Para o Desenvolvimento. **Diagnóstico das condições limnológicas e da qualidade da água superficial e subterrânea na região do empreendimento UHE Mauá – Relatório fase rio**. CECS/2011.

McNEELY, R. N.; NEIMANIS, V. P. & DWYER, L.. 1979. **A Guide to Water Quality Parameters**. Ottawa. 89p.

SUDERHSA. **QUALIDADE DAS ÁGUAS INTERIORES DO ESTADO DO PARANÁ**. Curitiba, 1997.

SUREHMA. **Superintendência dos Recursos Hídricos e Meio Ambiente**. Portaria nº 20, de 12 de maio de 1992. **Enquadra os cursos d'água da BACIA DO RIO IGUAÇU**. Curitiba, 1992.

UNESCO. **Methodological guidelines for the integrated water management environmental evaluation of water resources development**. In: IAP. **Monitoramento da qualidade das águas dos rios da Região Metropolitana de Curitiba, no período de1992 a 2005**. Instituto Ambiental do Paraná, Curitiba, 2005, 75 p.

ANEXO

TABELA 6 - Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 1, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Parâmetros	Limites RES. 357 CONAMA Rios Classe 2	28/4/2010	12/8/2010	9/11/2010	28/4/2011	14/7/2011	20/10/2011	21/12/2011
Nº registro amostra IAP	-	2065	3786	5277	2072	3425	4939	6422
Condição do tempo	-	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Chuvas nas 48H	-	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	-	33	36	39	40	34	32	41
Oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{O}_2$)	$\geq 5,0$	8,9	9,4	8,1	8,9	10,1	9,2	8,0
Saturação de O_2 (%)	-	105	104	98	104	105	107	103
pH (unidades)	6,0 a 9,0	7,0	7,4	7,9	7,5	7,1	7,2	7,2
Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	-	19,8	15,0	23,2	19,6	14,2	18,9	24,2
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	-	20,8	15,0	28,0	17,5	19,0	19,0	26,0
Alcalinidade total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{CaCO}_3$)	-	4,4	10,0	11,6	11,0	6,1	5,2	12,5
DBO ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{O}_2$)	$\leq 5,0$	2	2	2	2	2,7	2	2
DQO ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{O}_2$)	-	21	9	7,3	2,1	3,3	17	18
Dureza total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{CaCO}_3$)	-	11	11	16,4	12	9,9	12	11,7
Fósforo total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{P}$) - ambiente lótico	$\leq 0,100$ (*)	0,130	0,057	0,057	0,048	0,074	0,048	0,041
Nitrito ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	$\leq 1,0$	0,006	0,007	0,006	0,008	0,01	0,009	0,007
Nitrato ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	≤ 10	0,70	0,60	0,68	0,71	0,84	0,81	0,63
Nitrogênio amoniacal ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	(**)	0,054	0,05	0,046	0,065	0,042	0,057	0,069
Nitrogênio kjeldhal ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	-	0,69	0,28	0,40	0,41	0,15	0,66	0,37
Sólidos totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	-	127	51	47	22	68	82	54
Sólidos suspensos ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	-	77	11	13	11	15	36	10
Turbidez (NTU)	≤ 100	51	21	18	17	21	34	9
<i>E. coli</i> (NMP.100ml ⁻¹)	≤ 1000	-	3500	17000	-	2800	1100	1100
Coliformes totais (NMP.100ml ⁻¹)	-	-	23000	17000	-	13000	33000	23000
Toxicidade aguda p/ <i>Daphnia magna</i> (Fator de Toxicidade)	≤ 1	1	1	1	1	1	1	1
Surfactantes ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{LAS}$)	0,5	0,05	0,06	0,159	0,029	0,043	0,034	0,069
Fenóis ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	$\leq 0,003$	0,003	0,049	0,001	0,009	0,009	0,006	
Cádmio ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Cd}$)	$\leq 0,001$	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chumbo ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Pb}$)	$\leq 0,01$	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-
Cobre dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Cu}$)	$\leq 0,009$	0,207	0,008	0,009	< 0,008	0,012	< 0,008	0,014
Cromo ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Cr}$)	$\leq 0,05$	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Mercúrio ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\text{Hg}$)	$\leq 0,2$	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Níquel ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Ni}$)	$\leq 0,025$	0,01	0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Zn}$)	$\leq 0,18$	0,108	0,073	0,016	0,035	0,118	0,071	0,009
Sólidos dissolvidos totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 500	50	40	34	11	53	46	44
Clorofila a ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 30	0	0,89	2,66	0,63	0,59	0,49	1,18

(*) Limite estabelecido para ambientes lóticos.

(**) Limite de 3,7 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em águas com pH $\leq 7,5$; de 2,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em águas com pH entre 7,5 e 8,0; de 1,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ com pH entre 8,0 e 8,5; e de 0,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ com pH > 8,5.

TABELA 7 - Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 2, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Parâmetros	Limites RES. 357 CONAMA Rios Classe 2	28/4/2010	12/8/2010	9/11/2010	28/4/2011	14/7/2011	20/10/2011	21/12/2011
Nº registro amostra IAP	-	2066	3787	5278	2070	3424	4940	6423
Condição do tempo	-	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Chuvoso	bom
Chuvas nas 48H	-	Não	Não	Não	Não	Não	Sim	não
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	37	42	49	52	41	34	59
Oxigênio dissolvido ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	$\geq 5,0$	8,9	8,8	8,0	8,8	10,0	9,2	7,7
Saturação de O_2 (%)	-	104	93	98	103	105	106	100
pH (unidades)	6,0 a 9,0	7,1	7,4	7,9	7,6	7,3	7,2	7,3
Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	-	19,8	15,2	23,4	19,8	14,3	18,9	24,2
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	-	22,1	16	28	17,5	19	19	28
Alcalinidade total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	-	4,05	12	9,7	14	7,4	8,6	15,6
DBO ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	$\leq 5,0$	2	2	2	2	2,1	2	2
DQO ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	-	20	8,5	12	2,2	9,8	19	19,8
Dureza total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	-	11	11	13,2	12	9,5	15,2	12,7
Fósforo total ($\text{mg.L}^{-1} \text{P}$) - ambiente lótico	$\leq 0,100$ (*)	0,130	0,068	0,073	0,048	0,098	0,077	0,043
Nitrito ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	$\leq 1,0$	0,006	0,006	0,005	0,007	0,1	0,008	0,007
Nitrato ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	≤ 10	0,75	0,59	0,66	0,71	0,78	0,77	0,64
Nitrogênio amoniacal ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	(**)	0,047	0,043	0,033	0,018	0,066	0,044	0,045
Nitrogênio kjeldhal ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	-	0,69	0,31	0,5	0,28	0,18	0,68	0,42
Sólidos totais (mg.L^{-1})	-	133	64	56	30	68	80	96
Sólidos suspensos (mg.L^{-1})	-	76	18	20	10	18	34	9
Turbidez (NTU)	≤ 100	51	22	18	17	21	36	12
<i>E. coli</i> (NMP.100ml ⁻¹)	≤ 1000	-	2200	17000	-	1700	790	310
Coliformes totais (NMP.100ml ⁻¹)	-	-	4900	33000	-	7000	7900	7900
Toxicidade aguda p/ <i>Daphnia magna</i> (Fator de Toxicidade)	≤ 1	1	1	1	1	1	1	1
Surfactantes ($\text{mg.L}^{-1} \text{LAS}$)	$\leq 0,5$	0,045	0,058	0,011	0,026	0,044	0,039	0,078
Fenóis ($\text{mg.L}^{-1} \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	$\leq 0,003$	0,003	0,0156	0,004	0,008	0,008	0,005	-
Cádmio ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cd}$)	$\leq 0,001$	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chumbo ($\text{mg.L}^{-1} \text{Pb}$)	$\leq 0,01$	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-
Cobre dissolvido ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cu}$)	$\leq 0,009$	0,050	< 0,008	0,010	0,010	0,009	< 0,008	0,043
Cromo ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cr}$)	$\leq 0,05$	0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,01	< 0,009
Mercurio ($\mu\text{g.L}^{-1} \text{Hg}$)	$\leq 0,2$	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Níquel ($\text{mg.L}^{-1} \text{Ni}$)	$\leq 0,025$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco ($\text{mg.L}^{-1} \text{Zn}$)	$\leq 0,18$	0,010	0,059	0,04	0,009	0,049	0,106	< 0,007
Sólidos dissolvidos totais (mg.L^{-1})	≤ 500	57	46	36	20	50	46	87
Clorofila a (mg.L^{-1})	≤ 30	0,74	0,59	3,26	0	0	0	0,3

(*) Limite estabelecido para ambientes lóticos.

(**) Limite de $3,7 \text{ mg.L}^{-1}$ em águas com $\text{pH} \leq 7,5$; de $2,0 \text{ mg.L}^{-1}$ em águas com pH entre 7,5 e 8,0; de $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$ com pH entre 8,0 e 8,5; e de $0,5 \text{ mg.L}^{-1}$ com $\text{pH} > 8,5$.

TABELA 8 - Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 3, do Rio Barra Grande, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Parâmetro	Limites RES. 357 CONAMA Rios Classe 2	27/4/2010	12/8/2010	10/11/2010	28/4/2011	13/7/2011	19/10/2011	20/12/2011
Nº registro amostra IAP	-	2051	3775	5298	2074	3391	4930	6409
Condição do tempo	-	Bom	Bom	Chuvoso	Bom	Bom	Chuvoso	Bom
Chuvas nas 48H	-	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	-	57	81	51	60	48	43	63
Oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{O}_2$)	$\geq 5,0$	8,5	9,1	8,1	8,8	9,6	8,9	8,5
Saturação de O_2 (%)	-	100	95	98	103	100	101	105
pH (unidades)	6,0 a 9,0	7,7	7,9	7,3	8,1	7,5	7,4	7,6
Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	-	20,9	15,2	20,5	19,8	14,9	18,6	22,3
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	-	23,4	16,0	21,0	17,9	21,0	20,5	22,0
Alcalinidade total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{CaCO}_3$)	-	21,3	39	16	24	17,5	15,1	28,1
DBO ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{O}_2$)	$\leq 5,0$	2,3	2	2,2	2	2	2	3,2
DQO ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{O}_2$)	-	17	8	3,9	2,3	7,1	16	19
Dureza total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{CaCO}_3$)	-	21	29	47,3	21	15,3	15,7	22,9
Fósforo total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{P}$) - ambiente lótico	$\leq 0,100$ (*)	0,052	0,041	0,220	0,043	0,028	0,078	0,039
Nitrito ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	$\leq 1,0$	0,005	0,005	0,011	0,006	0,015	0,005	0,006
Nitrato ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	≤ 10	0,72	0,31	0,36	0,52	0,57	0,85	0,36
Nitrogênio amoniacal ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	(**)	0,052	0,035	0,068	0,037	0,049	0,033	0,055
Nitrogênio kjeldhal ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	-	0,37	0,14	0,10	0,21	0,19	0,43	0,56
Sólidos totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	-	95	86	318	61	72	72	100
Sólidos suspensos ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	-	18	6	240	10	2	12	13
Turbidez (NTU)	≤ 100	38	12	135	19	11	30	17
<i>E. coli</i> (NMP.100ml ⁻¹)	≤ 1000	-	2200	79000	-	1700	-	68
Coliformes totais (NMP.100ml ⁻¹)	-	-	2800	240000	-	11000	-	17000
Toxicidade aguda p/ <i>Daphnia magna</i> (Fator de Toxicidade)	≤ 1	1	1	1	1	1	1	1
Surfactantes ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{LAS}$)	$\leq 0,5$	0,061	0,055	0,05	0,022	0,037	0,036	0,072
Fenóis ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	$\leq 0,003$	0,005	0,006	0,005	0,008	0,008	0,005	
Cádmio ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Cd}$)	$\leq 0,001$	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chumbo ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Pb}$)	$\leq 0,01$	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-
Cobre dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Cu}$)	$\leq 0,009$	0,017	0,011	0,010	0,012	< 0,008	< 0,008	< 0,008
Cromo ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Cr}$)	$\leq 0,05$	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Mercúrio ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\text{Hg}$)	$\leq 0,2$	< 0,10	< 0,10	0,504	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Níquel ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Ni}$)	$\leq 0,025$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Zn}$)	$\leq 0,18$	0,04	0,05	0,285	0,021	0,214	0,060	< 0,007
Sólidos dissolvidos totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 500	77	80	78	51	70	60	87
Clorofila a ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 30	0,99	0,00	4,93	0,42	0,30	0,30	0,00

(*) Limite estabelecido para ambientes lóticos.

(**) Limite de $3,7\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em águas com $\text{pH} \leq 7,5$; de $2,0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em águas com pH entre 7,5 e 8,0; de $1,0\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ com pH entre 8,0 e 8,5; e de $0,5\text{ mg}\cdot\text{L}^{-1}$ com $\text{pH} > 8,5$.

TABELA 9 - Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 4, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Parâmetro	Limites RES. 357 CONAMA Rios Classe 2	27/4/2010	11/8/2010	10/11/2010	29/4/2011	13/7/2011	20/10/2011	20/12/2011
Nº registro amostra IAP	-	2050	3779	5299	2068	3392	4926	6408
Condição do tempo	-	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Chuvas nas 48H	-	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
Condutividade ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}$)	-	38	46	50	55	43	35	53
Oxigênio dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{O}_2$)	$\geq 5,0$	8,2	8,8	8,1	8,2	9,6	8,3	7,6
Saturação de O_2 (%)	-	98	97	98	98	101	97	98
pH (unidades)	6,0 a 9,0	6,9	7,8	7,3	7,4	7,1	7,0	7,2
Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	-	21	16,5	20,5	21,2	14,9	19,8	25,0
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	-	23,4	17	24	20,5	24	23	29
Alcalinidade total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{CaCO}_3$)	-	7,24	14	11,2	15	7,9	5	15,1
DBO ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{O}_2$)	$\leq 5,0$	2	2	2	2	2	2	2,2
DQO ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{O}_2$)	-	4,3	6,0	9,0	2,5	9,3	30,0	23,0
Dureza total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{CaCO}_3$)	-	10	13	44	12	10,5	15,4	12
Fósforo total ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{P}$) - ambiente lótico	$\leq 0,100$ (*)	0,096	0,063	0,066	0,051	0,120	0,110	0,060
Nitrito ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	$\leq 1,0$	0,006	0,008	0,005	0,007	0,012	0,008	0,062
Nitrato ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	≤ 10	0,81	0,64	0,74	0,72	0,74	0,83	0,61
Nitrogênio amoniacal ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	(**)	0,052	0,046	0,05	0,07	0,081	0,045	0,057
Nitrogênio kjeldhal ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{N}$)	-	0,65	0,29	0,56	0,27	0,40	0,74	0,47
Sólidos totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	-	106	76	56	33	96	73	96
Sólidos suspensos ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	-	22	15	25	5	20	58	17
Turbidez (NTU)	≤ 100	42	15	29	17	22	70	20
<i>E. coli</i> (NMP.100ml ⁻¹)	≤ 1000	-	2200	49000	78	1700	-	78
Coliformes totais (NMP.100ml ⁻¹)	-	-	14000	79000	3300	7900	-	4000
Toxicidade aguda p/ <i>Daphnia magna</i> (Fator de Toxicidade)	≤ 1	1	1	1	1	1	1	1
Surfactantes ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{LAS}$)	$\leq 0,5$	0,063	0,053	0,049	0,032	0,048	0,040	0,047
Fenóis ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	$\leq 0,003$	0,003	0,003	0,005	0,008	0,007	0,004	-
Cádmio ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Cd}$)	$\leq 0,001$	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chumbo ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Pb}$)	$\leq 0,01$	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-
Cobre dissolvido ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Cu}$)	$\leq 0,009$	0,057	0,036	< 0,008	0,033	0,013	< 0,008	< 0,008
Cromo ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Cr}$)	$\leq 0,05$	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009
Mercúrio ($\mu\text{g}\cdot\text{L}^{-1}\text{Hg}$)	$\leq 0,2$	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Níquel ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Ni}$)	$\leq 0,025$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}\text{Zn}$)	$\leq 0,18$	0,012	0,05	0,063	< 0,007	0,18	0,527	0,019
Sólidos dissolvidos totais ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 500	84	61	31	28	76	15	79
Clorofila a ($\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$)	≤ 30	3,70	0,00	1,97	0,49	0,00	0,74	1,18

(*) Limite estabelecido para ambientes lóticos.

(**) Limite de 3,7 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em águas com pH $\leq 7,5$; de 2,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ em águas com pH entre 7,5 e 8,0; de 1,0 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ com pH entre 8,0 e 8,5; e de 0,5 $\text{mg}\cdot\text{L}^{-1}$ com pH > 8,5.

TABELA 10- Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 5, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Parâmetro	Limites RES. 357 CONAMA Rios Classe 2	27/4/2010	12/8/2010	10/11/2010	29/4/2011	13/7/2011	19/10/2011	20/12/2011
Nº registro amostra IAP	-	2052	3780	5300	2069	3393	4927	6410
Condição do tempo	-	Chuvoso	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Chuvas nas 48H	-	Sim	Não	Sim	Não	Não	Sim	Não
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	38	46	50	55	44	37	52
Oxigênio dissolvido ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	$\geq 5,0$	8,9	9,3	8,0	8,4	10,0	9,2	8,2
Saturação de O_2 (%)	-	106	99	100	100	104	108	105
pH (unidades)	6,0 a 9,0	7,2	7,5	7,3	7,5	7,1	7,2	7,4
Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	-	21,4	16,8	23,8	21,3	15	20,3	25
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	-	26,5	18	24	21	24,5	23,5	29
Alcalinidade total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	-	7,4	16,0	12,0	15,0	8,5	8,6	14,6
DBO ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	$\leq 5,0$	2	2	2	2	2,9	2	2,4
DQO ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	-	25	6,6	16	2,3	7	31	20
Dureza total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	-	10	15	55	13	10,7	14	11,9
Fósforo total ($\text{mg.L}^{-1} \text{P}$) - ambiente lótico	$\leq 0,100$ (*)	0,120	0,064	0,071	0,055	0,110	0,130	0,043
Nitrito ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	$\leq 1,0$	0,007	0,009	0,005	0,007	0,015	0,009	0,006
Nitrato ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	≤ 10	0,87	0,67	0,59	0,73	0,87	0,91	0,7
Nitrogênio amoniacal ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	(**)	0,059	0,039	0,054	0,041	0,085	0,009	0,049
Nitrogênio kjeldhal ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	-	0,72	0,28	0,50	0,31	0,49	0,66	0,51
Sólidos totais (mg.L^{-1})	-	175	74	80	54	49	115	90
Sólidos suspensos (mg.L^{-1})	-	89	16	30	14	23	94	16
Turbidez (NTU)	≤ 100	50	18	31	19	24	72	21
<i>E. coli</i> (NMP.100 ml^{-1})	≤ 1000	-	1400	23000	78	2200	-	68
Coliformes totais (NMP.100 ml^{-1})	-	-	4900	33000	2200	4900	-	11000
Toxicidade aguda p/ <i>Daphnia magna</i> (Fator de Toxicidade)	≤ 1	1	2	1	1	1	1	1
Surfactantes ($\text{mg.L}^{-1} \text{LAS}$)	$\leq 0,5$	0,055	0,07	0,041	0,028	0,052	-	0,016
Fenóis ($\text{mg.L}^{-1} \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	$\leq 0,003$	0,004	0,005	0,005	0,007	0,008	0,005	-
Cádmio ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cd}$)	$\leq 0,001$	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chumbo ($\text{mg.L}^{-1} \text{Pb}$)	$\leq 0,01$	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Cobre dissolvido ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cu}$)	$\leq 0,009$	0,038	0,009	0,008	0,010	0,011	< 0,008	< 0,008
Cromo ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cr}$)	$\leq 0,05$	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,009	< 0,009
Mercúrio ($\mu\text{g.L}^{-1} \text{Hg}$)	$\leq 0,2$	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Níquel ($\text{mg.L}^{-1} \text{Ni}$)	$\leq 0,025$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco ($\text{mg.L}^{-1} \text{Zn}$)	$\leq 0,18$	0,031	0,012	0,05	0,013	0,209	0,093	0,014
Sólidos dissolvidos totais (mg.L^{-1})	≤ 500	86	58	50	40	26	-	-
Clorofila a (mg.L^{-1})	≤ 30	0,82	0,89	0	0,49	0,42	0	0,59

(*) Limite estabelecido para ambientes lóticos.

(**) Limite de 3,7 mg.L^{-1} em águas com pH $\leq 7,5$; de 2,0 mg.L^{-1} em águas com pH entre 7,5 e 8,0; de 1,0 mg.L^{-1} com pH entre 8,0 e 8,5; e de 0,5 mg/L com pH > 8,5.

TABELA 11 - Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 6, do Rio Tibagi, no período de abril de 2010 a dezembro de 2011.

Parâmetro	Limites RES. 357 CONAMA Rios Classe 2	28/4/2010	11/8/2010	11/11/2010	28/4/2011	14/7/2011	20/10/2011	21/12/2011
Nº registro amostra IAP	-	2067	3767	5315	2036	3397	4929	6420
Condição do tempo	-	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Chuvvas nas 48H	-	Sim	Não	Não	Sim	Não	Não	Não
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	43,7	51,7	55	65,7	45,8	39,7	52,3
Oxigênio dissolvido ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	$\geq 5,0$	8,3	9,3	8,2	8,6	10,3	9,0	7,8
Saturação de O_2 (%)	-	97	102	98	102	108	107	101
pH (unidades)	6,0 a 9,0	7,0	7,3	7,7	7,6	7,8	7,1	7,2
Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	-	21,5	19,6	24,1	21,4	15,7	21,8	26,0
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	-	21,8	21,9	26,2	23,9	24,9	22,9	30,0
Alcalinidade total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	-	12,6	15,04	-	24,43	12,7	11,5	15,06
DBO ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	$\leq 5,0$	4	3	-	3	4	4	9
DQO ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	-	7	11	-	10	16	13	18
Dureza total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	-	18,10	16,04	-	20,13	13,30	11,30	15,06
Fósforo total ($\text{mg.L}^{-1} \text{P}$) - ambiente lótico	$\leq 0,100$ (*)	0,120	0,052	0,085	0,072	0,099	0,140	0,055
Nitrito ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	$\leq 1,0$	0,005	0,004	-	0,004	0,010	0,008	0,004
Nitrato ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	≤ 10	0,92	0,67	-	0,83	0,78	0,80	0,62
Nitrogênio amoniacal ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	(**)	0,026	0,078	0,032	0,059	0,084	0,079	0,130
Nitrogênio kjeldhal ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	-	0,58	0,37	0,33	0,37	0,10	1,00	1,50
Sólidos totais (mg.L^{-1})	-	122	55	-	105	86	191	113
Sólidos suspensos (mg.L^{-1})	-	86	9	-	48	44	103	14
Turbidez (NTU)	≤ 100	78	14	-	37	23	118	21
<i>E. coli</i> (NMP.100ml ⁻¹)	≤ 1000	2100	20	-	460	5,5	490	1,8
Coliformes totais (NMP.100ml ⁻¹)	-	35000	5400	-	46000	5400	54000	9200
Toxicidade aguda p/ <i>Daphnia magna</i> (Fator de Toxicidade)	≤ 1	1	1	1	1	1	1	1
Surfactantes ($\text{mg.L}^{-1} \text{LAS}$)	$\leq 0,5$	0,060	0,047	-	0,015	0,063	0,031	0,084
Fenóis ($\text{mg.L}^{-1} \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	$\leq 0,003$	0,003	0,005	-	0,008	0,007	0,006	0,003
Cádmio ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cd}$)	$\leq 0,001$	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chumbo ($\text{mg.L}^{-1} \text{Pb}$)	$\leq 0,01$	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-
Cobre dissolvido ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cu}$)	$\leq 0,009$	0,018	-	0,019	0,008	0,009	0,012	< 0,008
Cromo ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cr}$)	$\leq 0,05$	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,014	< 0,009
Merúrio ($\mu\text{g.L}^{-1} \text{Hg}$)	$\leq 0,2$	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Níquel ($\text{mg.L}^{-1} \text{Ni}$)	$\leq 0,025$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco (mg/L Zn)	$\leq 0,18$	0,007	0,012	0,024	< 0,007	0,075	0,084	0,017
Sólidos dissolvidos totais (mg/L)	≤ 500	36	46	-	57	42	88	99
Clorofila a (mg/L)	≤ 30	0	0,44	0,9	0	0,85	0,67	0,89

(*) Limite estabelecido para ambientes lóticos.

(**) Limite de 3,7 mg/L em águas com pH $\leq 7,5$; de 2,0 mg/L em águas com pH entre 7,5 e 8,0; de 1,0 mg/L com pH entre 8,0 e 8,5; e de 0,5 mg/L com pH $> 8,5$.

TABELA 12 - Resultados analíticos das variáveis de qualidade de água analisadas na estação MAU 7, do Rio Tibagi, no período de novembro de 2010 a dezembro de 2011.

Parâmetro	Limites RES. 357 CONAMA Rios Classe 2	11/11/2010	28/4/2011	14/7/2011	20/10/2011	21/12/2011
Nº registro amostra IAP	-	5314	2035	3396	4928	6419
Condição do tempo	-	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Chuvas nas 48H	-	Não	Sim	Não	Não	Não
Condutividade ($\mu\text{S.cm}^{-1}$)	-	53	63,8	44,7	39,3	51,7
Oxigênio dissolvido ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	$\geq 5,0$	8,55	8,73	9,95	8,14	8,33
Saturação de O_2 (%)	-	104	102	105	93	104
pH (unidades)	6,0 a 9,0	7,9	7,6	8,1	7,0	7,6
Temperatura da água ($^{\circ}\text{C}$)	-	24,6	20,5	15,6	21	25
Temperatura do ar ($^{\circ}\text{C}$)	-	28,8	21,7	22,4	21,5	28
Alcalinidade total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	-	-	24	11,7	12,86	23,8
DBO ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	$\leq 5,0$	-	3	3	5	3
DQO ($\text{mg.L}^{-1} \text{O}_2$)	-	-	10	13	14	9
Dureza total ($\text{mg.L}^{-1} \text{CaCO}_3$)	-	-	19,6	12,5	12,0	17,6
Fósforo total ($\text{mg.L}^{-1} \text{P}$) - ambiente lótico	$\leq 0,100$ (*)	0,078	0,065	0,096	0,140	0,043
Nitrito ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	$\leq 1,0$	-	0,008	0,010	0,008	0,004
Nitrato ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	≤ 10	-	0,91	0,73	0,84	0,60
Nitrogênio amoniacal ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	(**)	0,030	0,024	0,071	0,110	0,064
Nitrogênio kjeldhal ($\text{mg.L}^{-1} \text{N}$)	-	0,35	0,29	0,10	1,40	0,76
Sólidos totais (mg.L^{-1})	-	-	83	73	182	104
Sólidos suspensos (mg.L^{-1})	-	-	31	33	112	13
Turbidez (NTU)	≤ 100	-	37	26	117	20
<i>E. coli</i> (NMP.100ml ⁻¹)	≤ 1000	-	240	14	700	6,1
Coliformes totais (NMP.100ml ⁻¹)	-	-	11000	3500	54000	35000
Toxicidade aguda p/ <i>Daphnia magna</i> (Fator de Toxicidade)	≤ 1	1	1	1	1	1
Surfactantes ($\text{mg.L}^{-1} \text{LAS}$)	$\leq 0,5$	-	0,02	0,057	0,037	0,08
Fenóis ($\text{mg.L}^{-1} \text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$)	$\leq 0,003$	-	0,007	0,009	0,005	0,003
Cádmio ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cd}$)	$\leq 0,001$	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005
Chumbo ($\text{mg.L}^{-1} \text{Pb}$)	$\leq 0,01$	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	-
Cobre dissolvido ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cu}$)	$\leq 0,009$	0,008	0,008	< 0,008	0,033	< 0,008
Cromo ($\text{mg.L}^{-1} \text{Cr}$)	$\leq 0,05$	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,01	< 0,009
Mercúrio ($\mu\text{g.L}^{-1} \text{Hg}$)	$\leq 0,2$	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10	< 0,10
Níquel ($\text{mg.L}^{-1} \text{Ni}$)	$\leq 0,025$	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01
Zinco ($\text{mg.L}^{-1} \text{Zn}$)	$\leq 0,18$	0,035	< 0,007	0,013	0,100	0,025
Sólidos dissolvidos totais (mg.L^{-1})	≤ 500	-	52	40	70	91
Clorofila a (mg.L^{-1})	≤ 30	1,18	0,34	0	0,67	1,48

(*) Limite estabelecido para ambientes lóticos.

(**) Limite de 3,7 mg.L^{-1} em águas com pH $\leq 7,5$; de 2,0 mg.L^{-1} em águas com pH entre 7,5 e 8,0; de 1,0 mg.L^{-1} com pH entre 8,0 e 8,5; e de 0,5 mg.L^{-1} com pH > 8,5.