

# PROJETO BÁSICO AMBIENTAL INDÍGENA - UHE TELES PIRES

## P45. PROGRAMA DE MONITORAMENTO LIMNOLÓGICO E QUALIDADE DA ÁGUA INDÍGENA

**Relatório Semestral de Operação 02  
Fase de Operação da UHE Teles Pires  
Julho a Dezembro de 2015**

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA			
INTEGRANTES	CONSELHO DE CLASSE	CTF IBAMA	ASSINATURA
Eng. Amb. Thiago Coelho Crispim	CREA 20638/D-GO	5539630	
Biól. Msc. Wilma Maria Coelho	Crib 08586/88	5053039	
Eng. Quím. Diogo Coelho Crispim	CRQ XII 12300516	2807095	

**Janeiro – 2016**

P.45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

**Equipe Técnica Responsável pelo desenvolvimento das Atividades do Programa**



---

**Eng. Ambiental Thiago Coelho Crispim**



---

**Biól. Msc. Wilma Maria Coelho**



---

**Eng. Químico Diogo Coelho Crispim**

## ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO .....	5
2. OBJETIVOS.....	5
2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
2.2 METAS.....	6
3. METODOLOGIA.....	6
3.1 ÁREA DE ESTUDO .....	7
3.2. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS E PERIODICIDADE DAS COLETAS .....	8
3.3 MÉTODOS DE CAMPO .....	9
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	14
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	36
6. REFERÊNCIAS .....	37


## ANEXOS

Anexo I – Certificados de Ensaios

Anexo II - Certificados de Acreditação e de Função Técnica

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola	Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> 23/07/15
------------------------------------	-----------------	--	-----------------------------

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Localização geográfica dos pontos de coleta. Fonte: PBAI UHE Teles Pires .....	8
Tabela 2 - Valores de IQA nos pontos amostrados .....	25
Tabela 3 – Resultados de todas as análises realizadas nos pontos amostrais na campanha monitorada em julho de 2015.....	26
Tabela 4 – Resultados de todas as análises realizadas nos pontos amostrais na campanha monitorada em outubro de 2015.....	28
Tabela 5 – Comparação entre o PBA UHE TELES PIRES E PBA COMPONENTE INDÍGENA em julho de 2015 .....	31
Tabela 6 – Comparação o PBA UHE TELES PIRES E PBA COMPONENTE INDÍGENA em outubro de 2015 .....	33
Tabela 7 – Classificação do IQA .....	34
Tabela 8 – Comparação dos valores de IQA em julho e outubro de 2015.....	35

### LISTA DE GRÁFICOS


Gráfico 1 - Valores de Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos nos pontos de amostragem .....	18
Gráfico 2 - Valores do IET dos pontos amostrados nas duas campanhas monitoradas.....	25
Gráfico 3 - Valores de IQA nos pontos amostrados nas duas campanhas monitoradas.....	26

### LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos para análise na água. (*) Variáveis que darão subsídios à aplicação da modelagem matemática de qualidade de água.....	9
Quadro 2 - Classificação do Estado Trófico segundo o Índice de CARLSON (1977) modificado.....	12
Quadro 3 - Classificação do Índice de Qualidade da Água .....	13
Quadro 4 - Dados físico-químicos determinados em campo em Julho de 2015.....	14
Quadro 5 - Dados físico-químicos determinados em campo em Outubro de 2015.....	15

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola	Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
------------------------------------	-----------------	--	------------------------------------

## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

### 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório refere-se ao Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena (PMLQAI), que faz parte do Plano Básico Ambiental indígena - PBAI do Componente Indígena do processo de licenciamento ambiental da Usina Hidrelétrica Teles Pires – UHE Teles Pires e contempla as análises realizadas no período de julho a outubro de 2015, que abrange os monitoramentos realizados em julho a dezembro de 2015.

Este Programa foi elaborado em atendimento ao Ofício nº. 521/2010/PRES-FUNAI-MJ de 10 de dezembro de 2010 e adequação ao Ofício 785/2011 DPDS – FUNAI-MJ de 12 de agosto de 2011 e a Informação Técnica nº 470/COLIC/CGGAM/11 de 15 de agosto de 2011.

O local previsto para a implantação do eixo do barramento da UHE Teles Pires está inserido no baixo curso do rio Teles Pires, a aproximadamente 30 km, a jusante do empreendimento está localizada a TI Kayabi.

É importante mencionar que o monitoramento limnológico permitirá a adoção de medidas de controles emergenciais sobre as eventuais alterações ambientais decorrentes da construção da UHE, possibilitando o aprimoramento das previsões relacionadas à qualidade das águas próximas as Terras indígenas Kayabi, Munduruku e Apiaká do Pontal e Isolados.


A região do monitoramento limnológico e estudo da qualidade de água compreendem os rios Teles Pires, São Benedito, Apiacás, Ximari, Cururu-Açu, Santa Rosa, inseridos na Área de Influência Indireta (AII) do empreendimento.

O monitoramento limnológico irá contribuir com o acompanhamento das possíveis alterações sazonais naturais do rio Teles Pires e daquelas provenientes das diferentes etapas da construção e operação da UHE Teles Pires. O monitoramento será realizado com base no acompanhamento dos parâmetros indicadores da evolução da qualidade ambiental (aspectos físicos, químicos e biológicos), considerando que a instalação do empreendimento poderá modificar as características naturais do rio. Esse Programa será elaborado para as fases do pré e pós-enchimento.

### 2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste Programa é monitorar as variáveis limnológicas e da qualidade de água (aspectos físicos, químicos e biológicos) nos rios Teles Pires, São Benedito, Apiacás, Ximari, Cururu-Açu e Santa Rosa, inseridos na Área de Influência Indireta (AII) da UHE Teles Pires.

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola	Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
------------------------------------	-----------------	--	------------------------------------

## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

### 2.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Contribuir com o conhecimento das características limnológicas e da qualidade de água próximo das terras indígenas Kayabi, Munduruku, Apiaká do Pontal e Isolados das aldeias da TIs Kayabi e Munduruku;
- Caracterizar limnologicamente os rios Teles Pires, São Benedito, Apiacás, Ximari, Cururu-Açu e Santa Rosa antes das obras de implantação do empreendimento e durante as fases de construção e operação;
- Monitorar e classificar continuamente a qualidade de água através da aplicação dos Índices de Qualidade de Água (IQA) e Índices de Estado Trófico (IET);

### 2.2 METAS

O Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água têm como meta caracterizar as condições limnológicas e da qualidade da água na área de entorno das TIs Kayabi, Munduruku e Apiaká do Pontal e Isolados, localizadas na Área de Influência Indireta (AII) da UHE Teles Pires, em escalas espacial e temporal, detectando as principais alterações em função da implantação e operação da UHE.

### 3. METODOLOGIA


O monitoramento limnológico e da qualidade da água inicia-se com o Plano de Amostragem. A coleta das amostras nos ecossistemas aquáticos deve seguir os procedimentos padronizados dada sua importância no resultado final. O resultado de uma análise inicia-se com os trabalhos de campo. Por ser amostral, o procedimento deve ser o mais representativo possível do universo estudado. Assim, sugere-se seguir metodologias reconhecidas oficialmente por guias internacionais ou estabelecidas por instituições e produções de confiança.

A periodicidade amostral para avaliação dos parâmetros físicos, químicos e biológicos neste Programa é trimestral, e idealmente com as campanhas realizadas concomitantemente às coletas do Programa de Monitoramento da ictiofauna.

Os dados gerados no Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade de Água do PBAI serão compartilhados com o Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade de Água (P.12) e Programa de Monitoramento da Ictiofauna (P.25) do PBA da UHE Teles Pires.

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------

## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena


O trabalho de monitoramento da qualidade da água constitui em duas etapas, sendo uma de campo e outra de laboratório.

### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

A TIs, estão localizadas no baixo curso do rio Teles Pires, divisa entre os estados do Mato Grosso e do Pará, nos municípios de Apicás-MT e Jacareacanga-PA. Na Figura 01 são apresentadas as localizações das Aldeias Polo Kururuzinho/Etnia Kayabi, Aldeia Mayrowi/Etnia Apiaká e Aldeia Teles Pires/Etnia Munduruku e estações de coleta para monitoramento limnológico e qualidade da água.



Figura 1 - Localização das aldeias Polo do Programa de Monitoramento Limnológico e Qualidade da Água da UHE Teles Pires

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------



P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

### 3.2. LOCALIZAÇÃO DOS PONTOS E PERIODICIDADE DAS COLETAS


Para atender as exigências do Plano Básico Ambiental Indígena, foram selecionados para o monitoramento limnológico e estudo da qualidade da água 09 (nove) pontos de amostragem, localizados nas terras indígenas Kayabi e Munduruku.

Os pontos de monitoramento foram selecionados durante o estudo complementar para o Componente Indígena, considerando os locais de grande relevância para a comunidade indígena.

A Tabela 1 apresenta a localização das estações de coleta para monitoramento limnológico e qualidade da água.

**Tabela 1 - Localização geográfica dos pontos de coleta. Fonte: PBAI UHE Teles Pires**

Estação de Coleta	Rio	Coordenadas	Localização/Município (MT)	Análise
P01	Apiacás	492178/ 8983696	Rio dos Apiacás, cerca de 500 m da foz.	Em superfície.
P02	São Benedito	504835/ 8993234	Rio São Benedito, localizado a cerca de 10 km da foz, nas proximidades da Aldeia São Benedito.	Em superfície.
P03	Ximari	488641/ 9001502	Rio Ximari, próximo a confluência com o rio Teles Pires, a montante da Aldeia Kururuzinho, localizada na terra indígena Kayabi.	Em superfície.
P04	Cururu-Açu	472453/ 9015946	Rio Cururu-Açu, próximo a confluência com o rio Teles Pires, a montante da Aldeia Kururuzinho, localizada na terra indígena Kayabi.	Em superfície.
P05	Teles Pires	464096/ 9017865	Ponto de coleta localizado a jusante do eixo do barramento e a montante da Aldeia Kururuzinho, próximo ao ponto coleta de água para abastecimento da aldeia.	Em superfície
P06	Santa Rosa	454189/ 9020313	Rio Santa Rosa, próximo a confluência com o rio Teles Pires, a jusante da Aldeia Kururuzinho, localizada na terra indígena Kayabi.	Em superfície.
P07	Teles Pires	463876/ 9017969	Ponto de coleta localizado a jusante do eixo do barramento e a jusante da Aldeia Kururuzinho.	Em superfície.
P08	Teles Pires	423673/ 9097113	Ponto de coleta localizado a jusante do eixo do barramento na terra indígena Munduruku.	Em superfície.
P09	Teles Pires	407840/ 9120495	Ponto de coleta localizado a jusante do eixo do barramento e a montante da aldeia Mairowi, na terra indígena Kayabi.	Em superfície.

<p><b>Visto por:</b> Arthur Loiola</p>	<p><b>Elaborado por:</b> Alysson Miranda</p>	 <p><b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b></p>
--	--	--



## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

Os 09 pontos terão suas análises realizadas somente na camada superficial da água. A periodicidade amostral dos parâmetros físicos, químicos e biológicos deverá ser trimestral, e idealmente com as campanhas realizadas concomitantemente às coletas do Programa de Monitoramento da Ictiofauna.

### 3.3 MÉTODOS DE CAMPO

As amostragens foram coletadas subsuperficialmente (0-20 cm de profundidade) e armazenadas em frascos de vidro de 1 litro cor âmbar, ou em frascos plásticos de 500 mL e 50 mL, devidamente identificados, contendo ou não preservantes, dependendo do tipo de análise.

As análises de oxigênio dissolvido, saturação de OD, condutividade, temperatura da água, temperatura do ar, pH e transparência da água (disco de *Secchi*) foram medidas *in loco* com o auxílio de uma sonda multi-parâmetros e medidores de campo.


Em cada campanha, serão utilizadas fichas de anotação no campo contendo informações do local da coleta como: data da amostragem, estação do ano, georeferenciamento dos pontos, condições climáticas no momento da coleta e na semana antecede a campanha, as medições de campo realizadas *in situ* e uma breve descrição do ambiente, incluindo o uso da terra no entorno do ponto de coleta.

### 3.4 MÉTODOS NO LABORATÓRIO

O **Quadro 1** apresenta os parâmetros físicos, químicos e biológicos que serão analisados no laboratório, o método amostral, a validade, o método de preparação e de análise para cada um desses parâmetros.


**Quadro 1 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos para análise na água. (\*) Variáveis que darão subsídios à aplicação da modelagem matemática de qualidade de água**

PARÂMETRO	LQ	UNID	Método amostral	Validade	Método de preparação	Método de análise
Alcalinidade Total	1,0	mg/L	SM 21 2320	24 h a 14 dias (c)	SM 21 2320	SM 21 2320
Alumínio Dissolvido	0,004	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3500
Arsênio Total	0,002	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Bário Total	0,005	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Boro Total	0,006	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 4500 B	SM 21 3120 B
Cádmio Total	0,001	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Cálcio Total	0,8	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola	Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
------------------------------------	-----------------	--	------------------------------------

### P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

Cromo Total	0,005	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Chumbo Total	0,005	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Cloreto Total	2,0	mg/L	SM 21 1060 B	28 dias	SM 21 4500 Cl- B	SM 21 4500 Cl- B
Clorofila a	0,01	µg/L	SM 21	Extração imediata	SM 10200 H	SM 10200 H
Cobalto Total	0,006	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Cobre Dissolvido	0,003	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Carbono orgânico Total	0,18	mg/L	SM 21 1060 B	7 a 28 dias (b)	SM 21 5310 B	SM 21 5310
Carbono orgânico dissolvido	0,18	mg/L	SM 21 1060 B	7 a 28 dias (b)	SM 21 5310 B	SM 21 5310
Coliformes Termotolerantes	≥ 1,1	NMP/100mL	SM 21 9060 B	24 h (c)	SM 9221 B	SM 9221 B
Condutividade elétrica	0,7	µS/cm	SM 21 1060 B	28 dias (c)	SM 2510 B	SM 2510 B
Cor Verdadeira	4	mg/L Pt	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 2120 B	SM 21 2120 B
DBO 5	0,3	mg/L	SM 21 1060 B	6 a 48 h(c)	SM 21 5210	SM 21 5210
DQO	0,03	mg/L	SM 21 1060 B	7 a 28 dias (b)	SM 21 5220 D	SM 21 5220 D
Dureza Total	2	mg/L	SM 21 1060 B	6 meses (a)	SM 21 2340 C	SM 21 2340 C
Ferro Dissolvido	0,04	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3500 B	SM 21 3500 B
Fluoreto Total	0,04	mg/L	SM 21 3010 B	28 dias	SM 21 4500 F C	SM 21 4500 F C
Fósforo Total	0,004	mg/L	SM 21 1060 B	28 dias (b)	SM 21 4500 P	SM 21 4500 P
Fósforo Orgânico	0,004	mg/L	SM 21 1060 B	28 dias (b)	SM 21 4500 P	SM 21 4500 P
Lítio Total	0,004	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3500 Li B	SM 21 3500 Li B
Índice de Fenóis	0,001	mg/L		28 dias (b)	SM 5530	SM 5530
Magnésio Total	0,4	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3500 E	SM 21 3500 E
Manganês Total	0,007	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3500 Mn	SM 21 3500 Mn
Materiais flutuantes	-	-	visual	momento	-	visual
Mercúrio Total	0,0001	mg/L	SM 21 3010 B	28 dias (a)	SM 21 3030 B	EPA 7470 A
Níquel Total	0,009	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Nitrogênio amoniacal	0,02	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-3 E	SM 21 4500 NO-3 E
Nitrogênio kjedahl total	0,56	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-3 E	SM 21 4500 NO-3 E
Nitrogênio orgânico	0,6	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-3 E	SM 21 4500 NO-3 E
Nitrato	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-3 E	SM 21 4500 NO-3 E
Nitrito	0,002	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-2 B	SM 21 4500 NO-2 B
OD	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	(d)	SM 21 4500 O G	SM 21 4500 O G
Óleos e graxas	0,0001	mg/L	-	28 dias (b)	SM 5520	SM 5520
Ortofosfato	0,0027	mg/L	SM 21 1060 B	24 h (c)	SM 4500 P D	SM 4500 P D
Ph	00,2 a 14	-	SM 21 1060 B	(d)	POP 05.039 rev. 06	POP 05.039 rev. 06
Potássio Total	0,1	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3120 B
Potencial de oxirredução	0,1	-	SM 21 1060 B	(d)	POP 05.039 rev. 06	POP 05.039 rev. 06

<b>Visto por:</b>		<b>Elaborado por:</b>			<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
Arthur Loiola	Alysson Miranda				

## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

Sódio Total	0,05	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3120 B
Sólidos Totais Dissolvidos	1	mg/L	SM 21 3010 B	7 dias (c)	SM 21 2540	SM 21 2540
Sólidos Totais		mg/L	-	7 dias (c)	SM 2540	SM 2540
Salinidade	0,7		SM 21 1060 B	-	SM 2510 B	SM 2510 B
Saturação de Oxigênio	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	(d)	SM 21 4500 O G	SM 21 4500 O G
Sílica	0,01	mg/L	-	28 dias (c)	SM4500 SiO <sub>2</sub>	SM 4500 SiO <sub>2</sub>
Sulfato total	0,11	mg/L	SM 21 1060 B	28 dias (c)	SM 21 4500 SO <sub>4</sub> -2 D	SM 21 4500 SO <sub>4</sub> -2 D
Temperatura água	0 a 50	°C	SM 21 2550 B	(d)	SM 21 2550 B	SM 21 2550 B
Temperatura do ar	0 a 50	°C	SM 21 2550 B	(d)	SM 21 2550 B	SM 21 2550 B
Transparência (Secchi)	-	m	-	(d)	-	-
Turbidez	0,21	NTU	SM 21 1060 B	24 a 48 h (e)	SM 21 2130 B	SM 21 2130 B
Vanádio total	0,007	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3030 B
Zinco Total	0,007	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 B	SM 21 3030 B

Fonte: PBA UHE TELES PIRES

- (a) Acidificar com HNO<sub>3</sub> até pH < 2 – para dissolvidos filtrar imediatamente após coleta;
- (b) Acidificar com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> até pH < 2 e refrigerar
- (c) Refrigerar
- (d) Medida de campo
- (e) Refrigerar no escuro
- (f) Adicionar 4 gotas de acetato de zinco 2 N por 100 mL e refrigerar; adicionar NaOH até pH > 9
- (g) Adicionar NaOH até pH > 12 e refrigerar no escuro


Para a determinação do índice de bactérias termotolerantes na água foi adotada a técnica do substrato cromogênico, onde < 1,1 NMP/100 mL correspondem ao valor de expressão para ausência de bactérias na amostra examinada.

### 3.5 ANÁLISE DOS DADOS

A caracterização limnológica dos pontos amostrados foi registrada na forma de tabelas e gráficos que são apresentados a seguir como elementos para a análise crítica dos dados.

Segundo os critérios do EIA/RIMA e relatórios anteriores, os resultados foram avaliados segundo recomendações da Resolução CONAMA Nº 357 de 17 de Março de 2005, Classe II.

O Índice de Qualidade da Água (IQA) e o Índice de Estado Trófico (IET) foram determinados segundo as definições da CETESB (2012).

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola	<b>Elaborado por:</b> Alysson Miranda	 <b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
------------------------------------	--	---

P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

O 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 o potencial para o crescimento de macrófitas aquáticas.

O índice adotado será o índice clássico introduzido por CARLSON (1977) modificado por LAMPARELLI (2004) adotado pela CETESB que, através de método estatístico baseado em regressão linear, alterou as expressões originais para adequá-la a ambientes subtropicais. Este índice utiliza três avaliações de estado trófico em função dos valores obtidos para as variáveis: transparência (disco de *Secchi*), clorofila "a" e fósforo total (**Quadro 2**).

**Quadro 2 - Classificação do Estado Trófico segundo o Índice de CARLSON (1977) modificado**


<b>Categoria estado trófico</b>	<b>Ponderação</b>	<b>P-total - P</b>	<b>Clorofila a</b>
Ultraoligotrófico	$IET \leq 47$	$P \leq 13$	$CL \leq 0,74$
Oligotrófico	$47 < IET \leq 52$	$13 < P \leq 35$	$0,74 < CL \leq 1,31$
Mesotrófico	$52 < IET \leq 59$	$35 < P \leq 137$	$1,31 < CL \leq 2,96$
Eutrófico	$59 < IET \leq 63$	$137 < P \leq 296$	$2,96 < CL \leq 4,70$
Supereutrófico	$63 < IET \leq 67$	$296 < P \leq 640$	$4,70 < CL \leq 7,46$
Hipereutrófico	$IET > 67$	$640 < P$	$7,46 < CL$

Fonte: TUNDISI *et al.* (2009)

Das três variáveis citadas para o cálculo do IET foram aplicadas neste relatório apenas duas: clorofila "a" e fósforo total, uma vez que os valores de transparência muitas vezes não são representativos do estado de trofia, pois esta pode ser afetada pela elevada turbidez, decorrente de material mineral em suspensão e não apenas pela densidade de organismos planctônicos. Quando não houver resultados para o fósforo total ou para a clorofila a, o índice será calculado com a variável disponível e considerado equivalente ao IET.

Nesse índice, 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.

Os dados obtidos com as amostras foram usados como subsídios para o cálculo do IQA, que se apresenta como importante ferramenta empregada na avaliação da qualidade da água de rios, córregos e lagos.

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola	Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>

**P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena**

Segundo CETESB (2012), o IQA é calculado pelo produtório ponderado das qualidades de água correspondentes aos parâmetros: temperatura da amostra, pH, oxigênio dissolvido, demanda bioquímica de oxigênio (5 dias, 20°C), coliformes termotolerantes, nitrogênio total, fósforo total, resíduo total (sólido total) e turbidez.

A seguinte fórmula é utilizada:

$$IQA = \prod_{i=1}^n q_i^{w_i}$$

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

**wi:** 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:

em que:

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1$$

**n:** número de parâmetros que entram no cálculo do IQA.


Na ausência de algum dos 9 parâmetros, o cálculo do IQA é inviabilizado.

A partir do cálculo efetuado do IQA, pode-se determinar a qualidade das águas brutas, variando numa escala de 0 a 100, conforme o **Quadro 3**.

**Quadro 3 - Classificação do Índice de Qualidade da Água**

IQA - Parâmetros	
Categoria	Ponderação
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19

Fonte: Cetesb (2014)

Visto por: Arthur Loiola	Alysson Miranda	Elaborado por:		Rev.: 01 23/07/15

P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena


**4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.**

**VARIÁVEIS DE CAMPO**

Os dados registrados em campo nas duas campanhas monitoradas, sendo em julho e outubro de 2015, obtidos na superfície da água estão dispostos nos **Quadros 4 e 5**.

**Quadro 4 - Dados físico-químicos determinados em campo em Julho de 2015**

Data	24/07/2015	25/07/2015	26/07/2015	27/07/2015	28/07/2015	29/07/2015	30/07/2015	31/07/2015	01/08/2015
Hora	08:50	09:30	10:00	10:50	11:20	11:40	12:00	10:00	09:00
Matriz	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta
Chuvras nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Condutividade	8	11	18	11	8	8	9	10	8
Oxigênio Dissolvido	6,31	6,32	7,16	6	6,34	6,28	6,2	6,3	6,27
pH	7,38	7,3	7,16	7,4	7,29	6,82	7,16	7,22	7,52
Temp. da Amostra	27,3	27,3	26,1	27,1	28,4	25,6	28,2	28,4	28,9
Transparência	0,3	2.20	1.43	2.05	2.15	2.0	2.28	1.40	1.50
Turbidez	11,7	14,95	33,15	19,5	10,4	5,85	11,05	10,4	11,05
Ponto de Coleta	P01	P02A	P03	P04	P05A	P06	P07	P08	P09

<p><b>Visto por:</b> Arthur Loiola ..... Alysson Miranda</p>	<p><b>Elaborado por:</b></p> 	<p><b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b></p>
--	--	--

P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

**Quadro 5 - Dados físico-químicos determinados em campo em Outubro de 2015**


Data	25/10/2015	25/10/2015	25/10/2015	25/10/2015	25/10/2015	25/10/2015	25/10/2015	25/10/2015	25/10/2015
Hora	12:17	11:40	10:30	09:20	08:40	08:15	07:40	12:00	09:30
Matriz	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta
Chuvas nas últimas 24h	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não	Não
Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Condutividade	18,5	23,4	50	30,4	16,8	9,3	17,1	16,7	17,4
Oxigênio Dissolvido	6,8	6,86	5,97	6,36	6,94	6,9	6,95	6,21	6,1
pH	7,25	7,3	7,12	7,4	7,25	6,94	7,25	7,65	5,86
Temp. da Amostra	27,8	27,4	27,4	28	28,7	26,5	26,5	32	32
Transparência	0,6	2,2	2	2,2	2,2	2	2,2	1,7	1,7
Turbidez	8,92	1,84	2,16	1,63	0,88	1,47	1,14	0,97	1,19
Ponto de Coleta	P01	P02A	P03	P04	P05A	P06	P07	P08	P09

O oxigênio é um dos mais importantes elementos na dinâmica e caracterização de ecossistemas aquáticos. As principais fontes de oxigênio para a água são a atmosfera e a fotossíntese. Já as perdas são decorrentes da oxidação da matéria orgânica, perda para a atmosfera, respiração de organismos aquáticos e oxidação de íons metálicos (ESTEVES, 1998).

Pisinaras (2007) cita que o oxigênio dissolvido é o componente mais importante na superfície da água que inicia os processos de autopurificação, contribuindo assim para a manutenção dos organismos aquáticos. É o parâmetro mais reativo e confiável em curto prazo do que a maioria dos constituintes químicos na água. E que baixos valores são esperados durante os períodos quentes, devido à alta temperatura das águas.

Para o oxigênio dissolvido todos os pontos nas duas campanhas monitoradas apresentaram valores compatíveis ao determinado na Resolução CONAMA 357/05, que estabelece valores maiores que 5 mg/L O<sub>2</sub>.

A influência do pH sobre os ecossistemas aquáticos dá-se diretamente devido a seus efeitos sobre a fisiologia das diversas espécies. O efeito indireto é também muito importante podendo,

<p><b>Visto por:</b></p> <p>Arthur Loiola                      Alysson Miranda</p>	<p><b>Elaborado por:</b></p> 	<p><b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b></p>
--	--	--



#### P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

em determinadas condições de pH, contribuírem para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; em outras condições podem exercer efeitos sobre a solubilidade de nutrientes (CETESB, 2010).

Para o pH foram apresentados valores variando de 6,82 (P06) a 7,52 (P09) unidades de pH na campanha realizada em julho de 2015, e registros de 5,86 (P09) a 7,65 (P08) em outubro de 2015 caracterizando águas ácidas a alcalinas, atendendo aos limites da legislação (6 a 9 unidade de pH). Excerto no ponto P09 em outubro/2015 que registou um valor abaixo de 6 como já foi supracitado.

A condutividade elétrica fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral. A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2010). Sua determinação está relacionada à decomposição, a compostos dissolvidos e à presença de íons.

Para a condutividade elétrica em julho foram observadas variações de 8  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 18  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Em outubro de 2015 foram registrados valores de 9,3  $\mu\text{S}/\text{cm}$  a 50  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Dessa forma, a condutividade elétrica não sofreu variações muito expressivas entre os pontos amostrados, talvez em decorrência da baixa dissolução de íons do solo.

Segundo BRANCO (1978), a turbidez da água é devida à dispersão dos raios luminosos causada pela presença de partículas em suspensão, tais como: silte, massas coloidais, microrganismos, etc. Já a transparência é determinada primeiramente pelos efeitos combinados da cor das águas, pela turbidez mineral e pela presença de algas (STRASKRABA & TUNDISI, 2008).

Para a turbidez todos os pontos amostrados nas duas campanhas monitoradas apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA 357/05 para rios de Classe II (100 UNT), com valores de variando entre 0,88 NTU a 33,15 NTU nos pontos amostrados.

A transparência estimada através da profundidade da extinção da luz visível aferida com o disco de Secchi esteve entre 0,30 m e 2,28 metros ao longo das campanhas realizadas em julho e outubro 2015.


#### VARIÁVEIS DE LABORATÓRIO

Os resultados das análises realizadas estão dispostas na Tabelas 3 e 4. Os resultados que não atenderam os limites preconizados na legislação estão destacados em vermelho.

A alcalinidade da água é a medida de sua capacidade de neutralizar ácidos. Em águas naturais, esta se deve principalmente a sais de ácidos fracos, bases fracas ou fortes. Os bicarbonatos

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola                      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------

#### P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

representam a forma principal de alcalinidade, por serem formados em quantidades consideráveis pela ação do gás carbônico em materiais básicos no solo (VILLA, 2005).

Os pontos amostrados apresentaram valores de alcalinidade, variando ao longo das campanhas entre 8,0 mg/L a 73 mg/L, sugerindo que não há um processo acentuado de tamponação do meio.

O cálcio é encontrado nas águas principalmente nas formas de carbonato e bicarbonato de cálcio e possui um importante papel no crescimento de algas e plantas aquáticas. Nos processos físicos o cálcio pode modificar os valores de pH de acordo com a sua forma encontrada na água (SOUSA *et al*, 2003). O cálcio apresentou registros de 1,6 mg/L a 4 mg/L em julho de 2015 e 0,45 mg/L a 12,25 mg/L em outubro de 2015. Ocorrendo maiores valores na campanha realizada em outubro/2015.

A dureza das águas é caracterizada principalmente pelo teor de cálcio e magnésio apresentada na mesma, (PEIXOTO, 2008). Os valores de dureza registrados em julho variaram de 2 mg/L a 32 mg/L e em outubro variaram de 8 a 62 mg/L, caracterizando águas muito macias na maioria dos pontos (<60 mg/L CaCO<sub>3</sub>) indicando baixa capacidade de tamponamento do meio. Em relação à qualidade, esses pontos apresentam boa qualidade (<150 mg/L CaCO<sub>3</sub>).


Sólidos na água correspondem a toda a matéria que permanece como resíduo, após evaporação, secagem ou calcinação da amostra a uma temperatura pré-estabelecida durante um tempo fixado. São esses métodos que definem as diversas formas de sólidos presentes na água. A importância de se verificar a concentração de sólidos na água é que esses podem causar danos aos peixes e à vida aquática, podendo sedimentar no leito dos rios destruindo organismos que fornecem alimentos e também podem reter bactérias e resíduos orgânicos no fundo dos rios, promovendo decomposição anaeróbia (CETESB, 2009).

Para os sólidos totais não foram observadas grandes variações nos dois períodos monitorados. Em julho foram observados registros de 0,231 mg/L a 3,19 mg/L e em outubro os valores estiveram entre 0,75 mg/L a 4,77 mg/L, não apresentando valores preocupantes. Para tal parâmetro não há valores de referência na legislação.

Para sólidos totais dissolvidos não se verificaram concentrações significativas nos pontos monitorados nos períodos avaliados, o que indica a ausência de processos erosivos na bacia de drenagem. Os valores apresentados estiveram bem abaixo do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05 (500 mg/L).

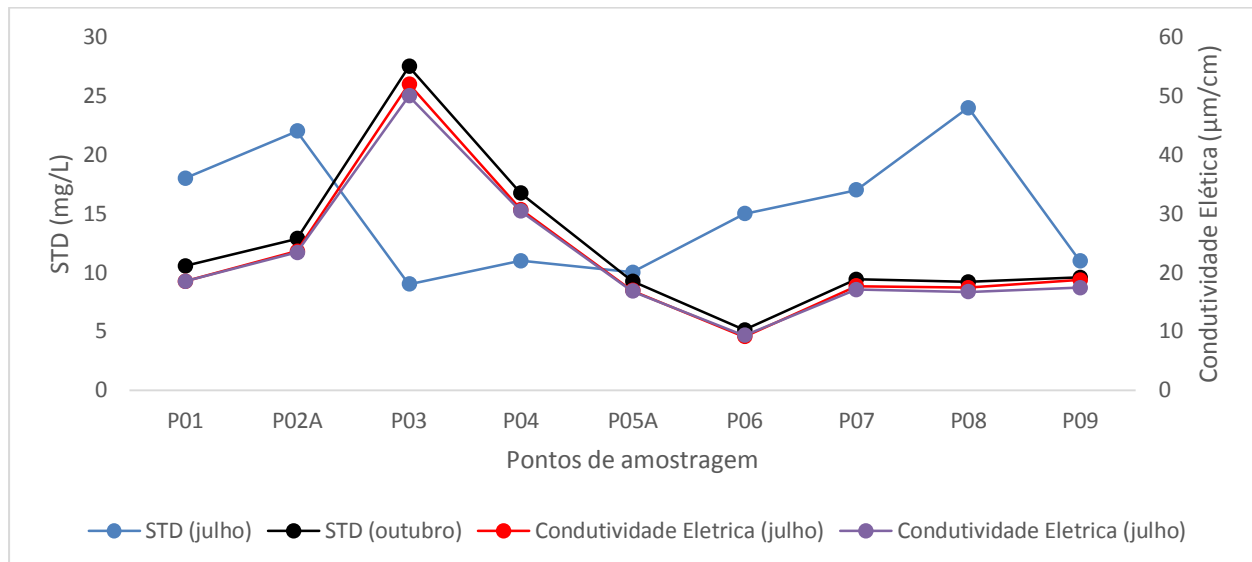
---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola                      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------

P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

O **Gráfico 1** ilustra a relação entre condutividade e sólidos dissolvidos, em que foi possível observar que os maiores valores de condutividade são decorrentes do aumento de sólidos dissolvidos.




**Gráfico 1 - Valores de Condutividade Elétrica e Sólidos Totais Dissolvidos nos pontos de amostragem**

A cor nas águas naturais, geralmente é devida a produtos de decomposição de matéria orgânica do próprio manancial ou do húmus dos solos adjacentes e também por atividades humanas, tais como: irrigação de terras destinadas à agricultura, dragagens de areia, queima de matas, etc. (BRANCO, 1978).

O parâmetro cor verdadeira apresentou valores acima do recomendado na Resolução CONAMA 357/2005 para rios de Classe II (75 mg Pt/L) em todos os pontos no monitoramento realizado em julho de 2015, variando de 135 mg Pt/L a 163 mg Pt/L. Já na campanha realizada em outubro/2015 os valores variaram de 31 mg Pt/L a 89 mg Pt/L. A cor em águas naturais pode ser decorrente da matéria orgânica em decomposição, devido a substâncias dissolvidas ou em suspensão e também pode ser causada pela combinação de ferro com matéria orgânica, resultando em elevados valores de cor. Outro fator que causa valores elevados de cor nas águas naturais é o escoamento superficial, provocado pelas precipitações.

O nitrogênio pode ser encontrado nas águas nas formas de nitrogênio orgânico, amoniacal, nitrito e nitrato. Sendo que a combinação de amônia e nitrogênio orgânico constitui o nitrogênio kjedahl total. Esses compostos são nutrientes para processos biológicos e são

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola ..... Alysson Miranda		<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
--	--	--	------------------------------------

#### P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

caracterizados como macronutrientes, pois, depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas. Quando descarregados nas águas naturais, conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos despejos, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o eutrofizado (CETESB, 2009). Na legislação para o nitrogênio amoniacal são estabelecidos valores de 0,5 a 3,7 mg/L, que variam em função do pH. Para o nitrogênio orgânico e kjedahl não há valores de referência. O nitrogênio amoniacal, o orgânico e o kjedahl total não foram detectados, estando abaixo dos limites de quantificação dos métodos nos dois períodos avaliados.

O nitrato foi apresentado em baixa concentração nas campanhas realizadas, apresentando valores abaixo do limite de quantificação do equipamento, atendendo assim aos limites estabelecidos pela Resolução CONAMA (357/05) para rios de Classe II, que determina a concentração máxima de 10 mg/L. Assim, todos os pontos amostrais atenderam ao recomendado na legislação.

Os coliformes termotolerantes são um grupo de bactérias indicadoras de organismos originários predominantemente do trato intestinal humano e de outros animais (VON SPERLING, 1996). A presença dessas bactérias na água é indicativa da presença de organismos patogênicos.

A *Escherichia coli*, importante indicador da presença de área antropizadas no entorno do corpo hídrico foi presente em baixas concentrações nos pontos amostrais nas duas campanhas, avaliadas com valores dentro dos limites preconizados pela Resolução CONAMA 357/2005, para enquadramento dos rios em águas de Classe 2 - que é de 1.000 NMP/100 mL.


Os elementos traços são formas químicas que ocorrem na natureza, de um modo geral, em pequenas concentrações, da ordem de partes por bilhão (ppb) a partes por milhão (ppm), alguns destes elementos são essenciais aos seres vivos e exercem importância no metabolismo de organismos aquáticos (Mg, Fe, Zn, Mn, Cu, Co, Mo, e B), outros (Cd, Pb e Cr) não têm função biológica conhecida e são geralmente tóxicos a uma grande variedade de organismos (ESTEVES, 1988).

Os rios que deságuam em lagos podem contribuir com a maior parte dos elementos-traço presentes nestes ecossistemas.

Uma das principais fontes para a presença de magnésio nas águas é o intemperismo de rochas que compõem a bacia de drenagem e a erosão dos solos ricos nesse elemento. Os valores de magnésio apresentados foram semelhantes nas duas campanhas avaliadas, com registros de 1,44 a 5,28 em julho e 0,55 a 6,05 mg/L em outubro. Não há referências na legislação para tal elemento.

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola                      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------

#### P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

O cádmio é liberado no ar, águas e solos por meio de atividades antropogênicas. As principais fontes de contaminação são a produção de metais não ferrosos produzidos principalmente pelas indústrias automotivas na forma de pigmentos (tintas automotivas), pigmentos de plástico colorido, baterias para veículos, baterias *nicad* níquel e cádmio (recarregáveis), além do uso na indústria fotográfico e agroquímico (FILHO, 2008). CETESB (2009) ainda cita que este elemento pode ser proveniente da poluição difusa causada por fertilizantes. Este elemento não foi detectado em nenhum dos pontos avaliados, nas duas campanhas monitoradas.

Para o chumbo, a Resolução CONAMA 357/05 estabelece valores de até 0,01 mg/L em ambientes de Classe II. BRANCO (1978) cita que o chumbo é procedente principalmente de minerações e de atividades industriais e que concentrações de 0,1 a 0,4 mg/L desse metal são letais a peixes. Com relação a outros organismos aquáticos, concentrações superiores 0,3 mg/L acarreta em uma grande diminuição tanto do número de espécies, quanto do número de organismos. Esse elemento não foi detectado em nenhum dos pontos amostrados nas duas campanhas avaliadas.

Foram realizadas análises complementares de bário, boro, cobalto, cobre dissolvido, cromo, lítio, mercúrio, níquel e vanádio. Todos esses elementos, com exceção do bário e cobre dissolvido apresentaram concentrações abaixo do limite de detecção do método analítico. Dessa forma, estiveram de acordo com os limites recomendados na Resolução CONAMA 357/05 para rios de Classe II, nos pontos amostrados.


Para o elemento bário foram observados valores variando de 0,015 e 0,032 mg/L, na campanha de julho e e no monitoramento de outubro esse elemento apresentou registros de 0,025 a 0,162 mg/L. Dessa forma, todos os pontos atenderam aos limites estabelecidos na legislação para tal parâmetro (0,7 mg/L). O elemento bário ocorre naturalmente nas águas, sendo seu valor máximo permitido em águas potáveis também 0,7 mg/L (Portaria 518/04), segundo CETESB (2009).

O elemento cobre dissolvido foi detectado apenas no ponto P04 na campanha de julho com valor de 0,017 mg/L respectivamente, apresentando-se acima o limite estabelecido na legislação (0,009 mg/L). Uma das fontes de cobre para o meio ambiente é a utilização de compostos de cobre como algicidas aquáticos e de produtos agrícolas que contenham cobre. Ademais o cobre ocorre naturalmente em todas as plantas e animais e é um nutriente essencial em baixas doses. Concentrações acima de 0,5 mg/L são letais a peixes (CETESB, 2009).

O carbono orgânico dissolvido é uma forma direta de avaliar a concentração de matéria orgânica, originando-se principalmente da decomposição de plantas e animais e a partir de produtos de excreção destes organismos. Está presente nas proteínas, carboidratos, lipídios e

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola                      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------

#### P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

compostos húmicos, tendo como importante fonte para coluna de água a liberação de COD pelo fitoplâncton e macrófitas pela quebra das células, de forma natural ou através da herbivoria da comunidade zooplânctônica sobre o fitoplâncton. Para as campanhas avaliadas foram observados baixos registros, com valores de 0,87 mg/L a 3,52 mg/L. Não há recomendações na legislação para este parâmetro.

Os cloretos encontrados em águas naturais distantes do mar podem ser provenientes de depósitos minerais, efluentes domésticos e resíduos industriais. A concentração recomendada pela Resolução CONAMA N° 357/05 é (250mg/L Cl) aos registrados em alguns cursos d'água citados por SANTOS (2000) sendo 0,5 a 55 mg/L Cl. Nas duas campanhas monitoradas foram observados baixos registros de cloreto, com valores muito abaixo do limite estabelecido pela legislação.

Nas regiões onde se conhece o conteúdo normal em cloretos da água, a determinação desse sal é de valor no julgamento da qualidade sanitária da água, sendo um íon conservativo e presente em efluentes domésticos, pode ser utilizado para caracterizar fontes de poluição por dejetos humanos (HARDENBERGH, 1958; DACACH, 1979 & CARMOUZE, 1994).

Todas as águas naturais apresentam sódio, uma vez que esse elemento é um dos mais abundantes na Terra e seus sais são altamente solúveis em água. O aumento das concentrações de sódio na água pode provir de lançamento de efluentes domésticos e industriais. Grande parte das águas superficiais apresentam concentrações abaixo de 50 mg/L, segundo CETESB (2009). Os valores de sódio apresentados nas duas campanhas variaram de 0,18 mg/L a 4,77 mg/L.


A salinidade mede a concentração de sais dissolvidos nos corpos hídricos. Para os dois monitoramentos, em todos os pontos avaliados a salinidade esteve ausente.

Óleos e graxas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal. Dificilmente são encontradas em águas naturais e quando presentes são oriundas de despejos industriais e domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas. Na Resolução CONAMA 357/05 a recomendação é de que os óleos e graxas sejam virtualmente ausentes para as classes 1, 2 e 3. Em nenhum dos pontos avaliados nas duas campanhas de monitoramento foi observada a presença de óleos e graxas. Dessa forma, todos os pontos estiveram de acordo com a recomendação da legislação.

Para materiais flutuantes, inclusive espumas não naturais, a legislação recomenda que sejam virtualmente ausentes. Em todos os pontos avaliados nos dois períodos monitoramentos não foi observada a presença de materiais flutuantes, atendendo as recomendações da Resolução CONAMA 357/05.

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------

#### P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

A sílica, presente nos corpos hídricos é proveniente da decomposição de minerais de silicato de alumínio, frequente nas rochas sedimentares. A sílica pode causar turbidez na água. Em sua forma solúvel é utilizada pelas algas diatomáceas na formação de suas carapaças. Devido à abundância de sílica nos solos tropicais, a sílica é encontrada em elevadas concentrações na água (ESTEVES, 1998). Nos pontos monitorados nas duas campanhas avaliadas não foram percebidas variações significantes para a sílica. Nos monitoramentos os valores variaram de 2 mg/L a 9 mg/L. Não há recomendações na legislação para a sílica.

O fósforo é o principal fator limitante da produtividade em ecossistemas continentais e tem sido apontado como principal responsável pela eutrofização desses ambientes, (ESTEVES, 1998). O fósforo orgânico esteve abaixo do limite de quantificação do método em todos os pontos nas duas campanhas monitoradas. Não há referências na legislação para fósforo orgânico. Já para o fósforo total, na Resolução CONAMA 357/05 é preconizado valores de até 0,1 mg/L em ambientes lóticos. Nas duas campanhas monitoradas em julho e outubro de 2015 todos os pontos atenderam aos limites da legislação, uma vez que esse elemento foi detectado apenas nos pontos P01, P03, P05 e P09 na campanha realizada em julho/2015.

O ortofosfato é uma fração rapidamente absorvida pelo fitoplâncton, por isso ocorre em concentrações muito baixas no ambiente aquático. Além disso, em ambientes plenamente oxigenados é capturado por cátions dissolvidos, como Cálcio, Magnésio e Ferro e precipitado no sedimento. O ortofosfato foi detectado apenas nos pontos P01 (0,423 mg/L) e P09 (0,003) na campanha realizada em julho/2015 estando ausente dos demais pontos de amostragem. Não há valores de referência na Resolução CONAMA 357/05 para tal parâmetro.


SAMPAIO (1995), em seus estudos, relata que as medidas de penetração de radiação solar na água e os estudos sobre a ótica dos sistemas aquáticos, tradicionalmente estão relacionados com a avaliação da energia disponível para a fotossíntese, as respostas do fitoplâncton a diferentes intensidades luminosas para a produção de clorofila.

CARLSON (1977) sustenta que a avaliação correspondente à clorofila "a", por sua vez, deve ser considerada como a resposta do corpo hídrico ao excesso de nutrientes disponíveis nas cadeias primárias, indicando o exponencial de crescimento da comunidade planctônica e fornecendo também uma noção do estado trófico do meio.

A clorofila a representa cerca de 1 a 2 % do peso seco do material orgânico em todas as algas planctônicas e é comumente utilizada como um indicador de biomassa algal, considerada a principal variável indicadora de estado trófico dos ambientes aquáticos. Para as duas campanhas avaliadas, todos os pontos atenderam aos padrões aceitáveis pela Resolução

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------



#### P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

CONAMA 357/05, CLASSE II, (30µg/L), com resultados variando de 0,24 µg/L a 0,72 µg/L em julho e 0,96 µg/L a 2,4 µg/L, em outubro.

Os parâmetros DQO (Demanda Química de Oxigênio) e DBO<sub>5</sub> (Demanda Biológica de Oxigênio) são processos de análises que relacionam a presença de matéria orgânica no corpo d'água. Essas análises se destinam a caracterizar a biomassa orgânica presente na água, e que tem implicações nas condições de aerobiose do meio aquático. São indicadores consagrados de poluição por dejetos orgânicos.

A DBO corresponde à quantidade de oxigênio que é consumida pelos microrganismos, na oxidação biológica, quando mantida a uma dada temperatura por um espaço de tempo determinado. Essa demanda pode ser suficientemente grande, consumindo então todo o oxigênio dissolvido da água, o que condiciona a morte de todos os organismos aeróbios de respiração subaquática (BRANCO, 197).

A Resolução CONAMA 357/05 aceita valores até 5,0 mg/L O<sub>2</sub> para DBO em ambientes Classe II, portanto, todos os pontos avaliados nas duas campanhas monitoradas apresentaram baixos registros de carga orgânica, retratado pelos valores de DBO, atendendo ao preconizado na legislação, com variações de 0,5 a 1,8 mg/L O<sub>2</sub> em julho e 0,4 a 0,8 mg/L O<sub>2</sub> em outubro.

Para a DQO foram apresentados valores variando de 2 a 23 mg/L O<sub>2</sub> em julho e 2 a 3 mg/L O<sub>2</sub> em outubro, indicando um baixo consumo de oxigênio nas reações químicas de oxidação da matéria orgânica. Não há valores de referência na Resolução CONAMA 357/05 para o parâmetro DQO.


Os íons metálicos, em geral apresentaram-se em níveis muito baixos, apresentando valores dentro dos limites estabelecidos para o enquadramento de corpos hídricos em águas de Classe 2 (CONAMA 357/2005).

O alumínio dissolvido apresentou alguns valores acima do estabelecido na legislação (0,1 mg/L) na campanha realizada em julho/2015. Para o ferro dissolvido, na campanha realizada em julho alguns pontos apresentaram valores acima do permitido na Resolução CONAMA 357/05 (0,3 mg/L). Nos demais pontos foram observados baixos registros ou até mesmo não foi detectado. A presença de alumínio e ferro nas águas decorre das características litológicas da região.

O potássio é um elemento encontrado em pequenas concentrações na água, pois a sua diluição é prejudicada pela alta resistência das rochas originais ao intemperismo, mesmo assim a presença deste íon indica um alto grau de antropização no ambiente, pois por ser um macro nutriente é largamente utilizado na agricultura. Nos pontos monitorados nas duas campanhas monitoradas foram observadas baixas concentrações deste elemento, que não tem um limite

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola                      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------

#### P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

preconizado na resolução CONAMA 357/2005 para o enquadramento de corpos hídricos em água de Classe 2.

Para o zinco, a Resolução CONAMA 357/05 determina valores de até 0,18 mg/L. Assim, todos os pontos atenderam aos limites estabelecidos na legislação nas duas campanhas monitoradas, com valores variando de 0,006 a 0,071 mg/L nos pontos em que foram detectados. O zinco pode ser encontrado naturalmente na água por meio de erosões, emissões ígneas e também queimadas de florestas. Ademais, uma das fontes antrópicas para a emissão de zinco, é o uso de fertilizantes e agroquímicos que contenham zinco em sua composição (ICZ, 2013).

Foram avaliados, também, os íons não metálicos e os poluentes orgânicos, tais como arsênio, fluoreto, índice de fenóis e sulfato. O elemento arsênio esteve abaixo do limite de detecção dos métodos empregados nas duas campanhas monitoradas.

O fluoreto esteve presente em baixas concentrações em alguns dos pontos monitorados nas duas campanhas, com variações de 0,010 a 0,91 atendendo assim ao recomendado na legislação que estabelece valores de até 1,4 mg/L.

O parâmetro fenóis em julho e outubro não foi detectado nos pontos de amostragem, atendendo aos limites determinados na legislação, que permite valores de até 0,003 mg/L em todos os pontos. Os fenóis podem ser detectados em águas naturais em baixas concentrações, oriundos de plantas aquáticas e da decomposição da vegetação. As fontes antrópicas que favorecem para o surgimento desse composto em água são: refino de óleo, indústrias químicas, destilação de carvão e madeira, oxidação química, dejetos domésticos e de animais, degradação de pesticidas fenólicos, dentre outros. Ademais, concentrações de fenóis até 0,20 mg/L não interferem na biota aquática (Mc Nelly *et al.*, 1979).


O sulfato apresentou baixas concentrações, nas duas campanhas monitoradas, apresentando valores muito abaixo do valor máximo recomendado na Resolução CONAMA 357/05 (500 mg/L).

#### ÍNDICE DE ESTADO TRÓFICO (IET) E ÍNDICE DE QUALIDADE DA ÁGUA (IQA)

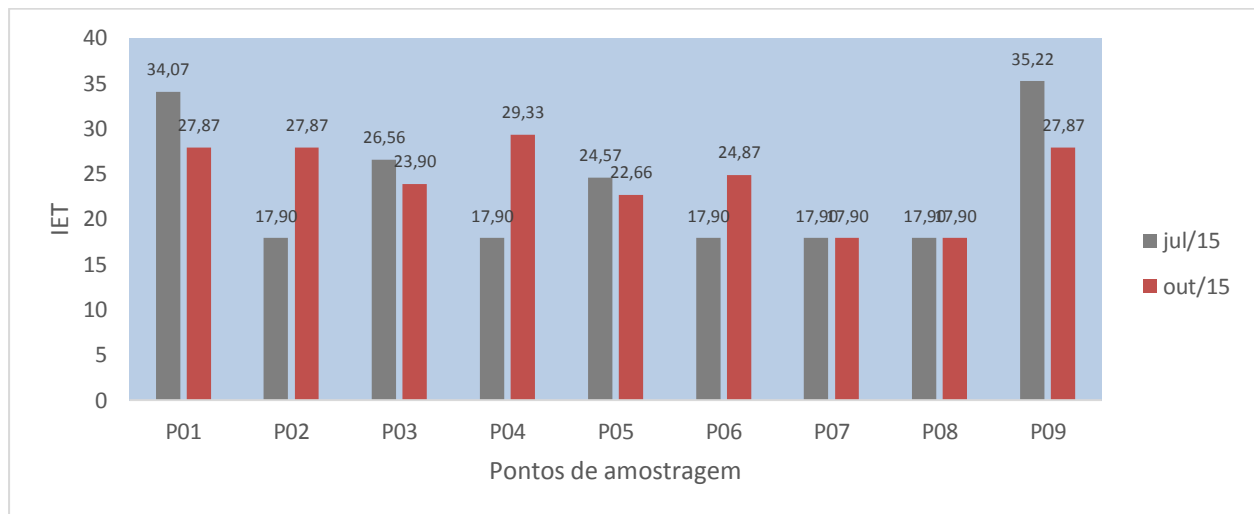
A avaliação do IET com base nos resultados de fósforo total e clorofila “a” classificou o rio Teles Pires como ultraoligotrófico em 100% das análises ( $IET \leq 47$ ), segundo o índice de CARLSON (1977) modificado por LAMPARELLI (2004), (CETESB 2010) nas duas campanhas avaliadas. No período estudado, não foram observadas florações algais, não evidenciando tendências a processos de eutrofização (**Gráfico 2**).

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------

## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena



**Gráfico 2 - Valores do IET dos pontos amostrados nas duas campanhas monitoradas**

A **Tabela 2** ilustra os valores de IQA nos pontos monitorados de água superficial nas duas campanhas monitoradas.

**Tabela 2 - Valores de IQA nos pontos amostrados**

PONTOS	IQA	CATEGORIA	IQA	CATEGORIA
	Julho 2015	Julho 2015	Outubro 2015	Outubro 2015
P01	69,7	BOA	80,01	ÓTIMA
P02	72,49	BOA	81,59	ÓTIMA
P03	67,92	BOA	78,95	BOA
P04	74,78	BOA	75,67	BOA
P05	71,52	BOA	81,42	ÓTIMA
P06	71,4	BOA	83,35	ÓTIMA
P07	70,11	BOA	81,32	ÓTIMA
P08	68,11	BOA	76,25	BOA
P09	69,41	BOA	72,9	BOA

Visto por:  
Arthur Loiola

Alysson Miranda

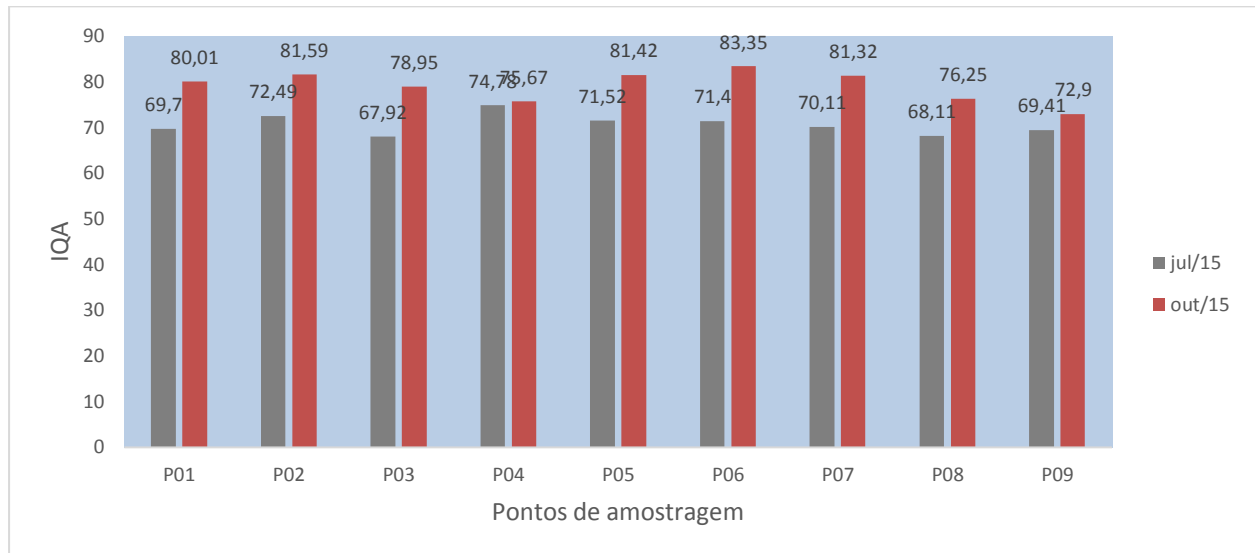
Elaborado por:



Rev.: 01  
23/07/15

#### P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena


Tanto na campanha de Julho quanto na campanha de Outubro, os pontos foram classificados como de BOA e ÓTIMA qualidade. Em julho o maior valor de IQA observado foi no ponto P01 (69,7) e em outubro no ponto P06 (83,35).



**Gráfico 3 - Valores de IQA nos pontos amostrados nas duas campanhas monitoradas**


**Tabela 3 – Resultados de todas as análises realizadas nos pontos amostrais na campanha monitorada em julho de 2015**

Parâmetros	Und. de medida	Pontos de amostragem								
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
Alcalinidade total	mg/L	8	11	18	11	8	8	9	10	8
Alumínio dissolvido	mg/L	0,245	< LQ	0,04	0,043	0,025	< LQ	0,012	0,072	0,122
Arsênio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Boro total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Bário total	mg/L	0,015	0,03	0,04	0,016	0,025	0,015	0,017	0,032	0,016
Carbono Orgânico Total	mg/L	1,734	0,796	1,494	1,322	0,791	1,177	1,036	1,026	0,877
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L	1,505	0,709	1,126	1,081	0,75	1,051	0,904	0,972	0,818
Chumbo total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	0,015	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cloreto Total	mg/L	0,5	< LQ	1	1,5	1	1	0,5	0,5	0,5
Clorofila "a"	µg/L	nd	0,24	nd	0	0,24	nd	0	0,24	0,72
Cobalto total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	0,012	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cobre dissolvido	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	0,017	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Coliformes termotolerantes	NMP/10 OmL	<1X10	<1X10	5,2X10	<1X10	2,0X10	6,3X10	6,1X10	1,06X10 <sup>2</sup>	4,1X10
Cor verdadeira	mgPt-Co/L	135	141	149	137	143	156	149	145	163

Visto por: Arthur Loiola	Alysson Miranda	Elaborado por:		Rev.: 01
				23/07/15

## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

Parâmetros	Und. de medida	Pontos de amostragem								
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
Cromo total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cálcio total	mg/L	1,6	2,4	4	3,2	1,6	1,6	2,4	1,6	1,6
Cádmio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Condutividade elétrica [campo]	µmhos/cm	18,5	23,6	52	30,7	16,9	9,1	17,7	17,4	18,7
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L	1,3	1,2	1,8	1,1	1,2	0,5	0,5	0,7	0,7
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	2	23	6	3	2	3	2	3	2
Dureza total	mg/L	10	24	32	2	10	8	12	14	14
Fenóis	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Ferro dissolvido	mg/L	0,42	< LQ	0,24	< LQ	0,09	0,1	0,15	0,1	0,08
Fluoreto total	mg/L	0,335	0,354	0,323	0,915	0,303	0,329	0,344	0,324	0,228
Fósforo total	mg/L	0,506	< LQ	0,028	< LQ	0,013	< LQ	< LQ	< LQ	0,126
Fósforo Orgânico	mg/L	0,083	< LQ	0,028	< LQ	0,013	< LQ	< LQ	< LQ	0,123
Lítio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Magnésio total	mg/L	1,44	4,32	5,28	2,88	1,44	0,96	1,44	2,4	2,4
Manganês total	mg/L	0,008	0,185	0,006	0,021	0,012	0,003	0,008	0,014	0,006
Materiais Flutuantes	Visual	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Mercurio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitratos	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrito	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio orgânico	mg/L N	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio total [Kjeldahl]	mg/L N	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio amoniacal	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Níquel total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Ortofosfato	mg/L	0,423	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,003
Oxigênio dissolvido	mg/L	6,31	6,32	7,16	6	6,34	6,28	6,2	6,3	6,27
Potencial de Oxirredução	-	298	273	310	291	302	279	276	289	293
Potássio total	mg/L	0,652	0,215	0,662	0,53	0,74	0,24	0,75	0,621	0,532
Salinidade	ppt	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulfato Total	mg/L	1	3	< LQ	< LQ	1	< LQ	< LQ	1	< LQ
Sólidos Totais	mg/L	21	22	9	11	12	18	22	24	11
Sólidos totais dissolvidos - STD	mg/L	18	22	9	11	10	15	17	24	11
Sódio total	mg/L	0,532	0,185	0,823	3,19	3,29	0,421	2,96	0,231	0,852
Sílica total	mg/L	2	5	9	4	8	7	5	4	5
Vanádio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Zinco total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	0,058	0,065	< LQ	0,057	< LQ	< LQ

Visto por:	Elaborado por:			Rev.: 01 23/07/15
	Arthur Loiola	Alysson Miranda		


## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

Parâmetros	Und. de medida	Pontos de amostragem								
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
Óleos e graxas	mg/L	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A
pH	--	7,38	7,3	7,16	7,4	7,29	6,82	7,16	7,22	7,52
Temp. Amostra [campo]	°C	27,3	27,3	26,1	27,1	28,4	25,6	28,2	28,4	28,9
Transparência [campo]	m	0,3	2,2	1,43	2,05	2,15	2	2,28	1,4	1,5
Turbidez [campo]	m	11,7	14,95	33,15	19,5	10,4	5,85	11,05	10,4	11,05

\*<LQ: Limite de Quantificação do método; NR: Não recomendado; VA:Valor ausente, DBO: Demanda Biológica de Oxigênio; DQO:Demanda Química de Oxigênio

**Tabela 4 – Resultados de todas as análises realizadas nos pontos amostrais na campanha monitorada em outubro de 2015**


Parâmetros	Und medida	Pontos de amostragem								
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
Alcalinidade total	mg/L	24	28	73	31	18	13	22	19	20
Alumínio dissolvido	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Arsênio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Boro total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Bário total	mg/L	0,025	0,044	0,162	0,048	0,032	0,032	0,03	0,03	0,03
Carbono Orgânico Total	mg/L	3,236	3,524	2,574	3,235	2,121	2,264	2,119	2,497	2,305
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L	3,091	3,235	2,319	3,022	1,922	2,186	1,997	2,121	2,281
Chumbo total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cloreto Total	mg/L	3	5	3	2,5	2,5	2,5	2,5	3	2
Clorofila "a"	µg/L	2,4	2,4	0,96	3,36	0,72	1,2	ND	ND	2,4
Cobalto total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cobre dissolvido	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Coliformes termotolerantes	NMP/10 0mL	<1X10	<1X10	<1X10	<1X10	<1X10	<1X10	<1X10	<1X10	<1X10
Condutividade elétrica	µmhos/c m	18,5	23,4	50	30,4	16,8	9,3	17,1	16,7	17,4
Cor verdadeira	mgPt- Co/L	89	45	33	48	34	55	39	31	50
Cromo total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cálcio total	mg/L	3,23	8,35	7,652	12,25	1,34	6,532	5,23	4,28	0,45
Cádmio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Condutividade elétrica [campo]	µmhos/c m	18,5	23,4	50	30,4	16,8	9,3	17,1	16,7	17,4
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L	0,6	0,7	0,8	0,8	0,4	0,6	0,7	0,6	0,7
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	3	2	3	3	3	2	2	2	2
Dureza total	mg/L	12	16	62	24	18	8	10	14	8
Fenóis	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Ferro dissolvido	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ

Visto por:	Elaborado por:			Rev.: 01 23/07/15
	Arthur Loiola	Alysson Miranda		

## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

Parâmetros	Und medida	Pontos de amostragem								
		P01	P02	P03	P04	P05	P06	P07	P08	P09
Fluoreto total	mg/L	0,283	0,15	0,351	0,156	0,282	0,109	0,129	0,156	0,113
Fósforo total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Fósforo Orgânico	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Lítio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Magnésio total	mg/L	0,559	2,234	6,055	2,186	0,938	1,135	1,327	0,582	1,034
Manganês total	mg/L	0,013	0,014	0,012	0,011	0,011	0,011	0,007	< LQ	< LQ
Materiais Flutuantes	Visual	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável
Mercurio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitratos	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrito	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio orgânico	mg/L N	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio total [Kjeldahl]	mg/L N	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio amoniacal	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Níquel total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Ortofosfato	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Oxigênio dissolvido	mg/L	6,8	6,86	5,97	6,36	6,94	6,9	6,95	6,21	6,1
pH	--	7,25	7,3	7,12	7,4	7,25	6,94	7,25	7,65	5,86
Potencial de Oxirredução	-	219	215	242	223	0,221	218	240	226	217
Potássio total	mg/L	2,315	0,634	2,07	0,436	0,638	0,568	0,619	0,623	0,635
Salinidade	ppt	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Sulfato Total	mg/L	1,54	1,64	1,54	1,59	1,21	6,61	1,34	1,44	1,24
Sólidos Totais	mg/L	< LQ	14	33	18	10	8	60	11	11
Sólidos totais dissolvidos - STD	mg/L	10,55	12,87	27,5	16,72	9,24	5,11	9,4	9,18	9,57
Sódio total	mg/L	4,774	4,759	4,021	3,893	3,613	4,108	3,006	1,46	0,757
Sílica total	mg/L	4,3	4,9	4,6	2,7	4,2	5,5	3,5	3,5	4,9
Turbidez	NTU	8,92	1,84	2,16	1,63	0,88	1,47	1,14	0,97	1,19
Vanádio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Zinco total	mg/L	0,046	0,071	0,054	0,062	0,046	0,06	0,067	0,053	0,04
Óleos e graxas	mg/L	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A
Temp. Amostra [campo]	°C	27,8	27,4	27,4	28	28,7	26,5	26,5	32	32
Transparência [campo]	m	0,6	2,2	2	2,2	2,2	2	2,2	1,7	1,7

\*<LQ: Limite de Quantificação do método; NR: Não recomendado; VA: Valor ausente, DBO: Demanda Biológica de Oxigênio; DQO: Demanda Química de Oxigênio

Visto por:	Elaborado por:			Rev.: 01 23/07/15
	Arthur Loiola	Alysson Miranda		



P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

**COMPARAÇÃO ENTRE OS MONITORAMENTOS DA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA E INDIRETAMENTE AFETADA DA UHE TELES PIRES E OS RESULTADOS AMOSTRAIS OBTIDOS NA TERRA INDÍGENA.**

Foi realizada uma comparação entre os pontos amostrais do PBA UHE TELES PIRES e do PBAI COMPONENTE INDÍGENA dos monitoramentos realizados em julho e outubro de 2015. Foram comparados apenas os rios em comum e presente nos dois monitoramentos, no caso o Rio Teles Pires. Os resultados estão apresentados nas Tabelas 5 e 6.

O ferro dissolvido foi detectado somente na campanha de julho, já na campanha de outubro esteve abaixo do limite de quantificação do equipamento. A presença desse elemento nas regiões avaliadas corrobora com as características litológicas da região.

O elemento cobre dissolvido foi detectado apenas no ponto P06 (PBA UHE TELES PIRES) no mês de julho de 2015, porém com valor dentro do limite preconizado na legislação. Os valores apresentados não representam riscos à biota aquática.


O parâmetro fenóis não detectado ao longo dos pontos avaliados nos dois monitoramentos (UHE TELES PIRES e TI). Os fenóis podem ser detectados em águas naturais em baixas concentrações, oriundos de plantas aquáticas e da decomposição da vegetação. As fontes antrópicas que favorecem para o surgimento desse composto em água são: refino de óleo, indústrias químicas, destilação de carvão e madeira, oxidação química, dejetos domésticos e de animais, degradação de pesticidas fenólicos, dentre outros. (Mc Nelly *et al.*, 1979). Esses resultados podem ser atribuídos à aplicação de agentes bactericidas e fungicidas nas fazendas no entorno, como por exemplo, os cresóis, que são compostos fenólicos popularmente conhecidos como creolina e comumente utilizados para desinfecção de instalações pecuárias.

A cor verdadeira esteve acima dos limites preconizados na legislação em quase todos os pontos nos dois monitoramentos realizados no mês de julho e outubro de 2015.

Todos os pontos avaliados no monitoramento da UHE TELES PIRES E TI nas duas campanhas realizadas em julho e outubro de 2015 foram classificados segundo o IET como ultraoligotróficos, não evidenciando indícios de eutrofização.

---


---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola                      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------

P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena


**Tabela 5 – Comparação entre o PBA UHE TELES PIRES E PBA COMPONENTE INDÍGENA em julho de 2015**

Parâmetros	Unidade de medida	Rio Teles Pires					
		PBA UHE Teles Pires	PBA Component e Indígena	PBA UHE Teles Pires	PBA Component e Indígena	PBA UHE Teles Pires	PBA Component e Indígena
		P06	P05	P07	P07	P08	P09
Alcalinidade total	mg/L	11	8	6	9	7	8
Alumínio dissolvido	mg/L	0,123	0,025	0,025	0,012	0,145	0,122
Arsênio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Boro total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Bário total	mg/L	0,022	0,025	0,021	0,017	0,024	0,016
Carbono Orgânico Total	mg/L	0,983	0,791	0,952	1,036	0,998	0,877
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L	0,836	0,75	0,891	0,904	0,916	0,818
Chumbo total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cloreto Total	mg/L	1	1	2	0,5	2,5	0,5
Clorofila "a"	µg/L	0,24	0,24	1,68	0	0	0,72
Cobalto total	mg/L	0,014	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cobre dissolvido	mg/L	0,013	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Coliformes termotolerantes	NMP/100m L	2,33X10 <sup>2</sup>	2,0X10	4,73X10 <sup>2</sup>	6,1X10	3,0X10	4,1X10
Cor verdadeira	mgPt-Co/L	183	143	145	149	156	163
Cromo total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cálcio total	mg/L	1,6	1,6	0,8	2,4	0,8	1,6
Cádmio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Condutividade elétrica [campo]	µmhos/cm	15	16,9	15	17,7	15	18,7
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L	1	1,2	1,3	0,5	0,4	0,7
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	5	2	7	2	9	2
Dureza total	mg/L	8	10	6	12	6	14
Fenóis	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Ferro dissolvido	mg/L	0,22	0,09	0,26	0,15	0,28	0,08
Fluoreto total	mg/L	0,122	0,303	0,228	0,344	0,086	0,228
Fósforo total	mg/L	0,136	0,013	0,681	< LQ	0,002	0,126
Fósforo Orgânico	mg/L	0,054	0,013	0,681	< LQ	0,002	0,123
Lítio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Magnésio total	mg/L	0,9	1,44	0,96	1,44	0,96	2,4
Manganês total	mg/L	0,013	0,012	< LQ	0,008	0,042	0,006
Materiais Flutuantes	Visual	Não objetáveis	Não Objetável	Não Objetável	Não Objetável	Não objetáveis	Não Objetável

Visto por:	Elaborado por:			Rev.: 01 23/07/15
	Arthur Loiola	Alysson Miranda		

## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena


Parâmetros	Unidade de medida	Rio Teles Pires					
		PBA UHE Teles Pires	PBA Component e Indígena	PBA UHE Teles Pires	PBA Component e Indígena	PBA UHE Teles Pires	PBA Component e Indígena
		P06	P05	P07	P07	P08	P09
Mercúrio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitratos	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrito	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio orgânico	mg/L N	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio total [Kjeldahl]	mg/L N	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio amoniacal	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Níquel total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Ortofosfato	mg/L	0,082	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	0,003
Oxigênio dissolvido	mg/L	7,2	6,34	7,4	6,2	7,3	6,27
Potencial de Oxirredução	-	178	302	177	276	180	293
Potássio total	mg/L	0,68	0,74	0,756	0,75	0,623	0,532
Salinidade	ppt	0	0	0	0	0	0
Sulfato Total	mg/L	1,4	1	1,7	< LQ	1,5	< LQ
Sólidos Totais	mg/L	23	12	18	22	9	11
Sólidos totais dissolvidos - STD	mg/L	10	10	18	17	9	11
Sódio total	mg/L	3,18	3,29	0,952	2,96	0,742	0,852
Sílica total	mg/L	5	8	4,1	5	3,3	5
Turbidez	NTU	2,75	10,4	3,98	11,05	3,23	11,05
Vanádio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Zinco total	mg/L	0,063	0,065	0,052	0,057	0,052	< LQ
Óleos e graxas	mg/L	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A
pH	--	6,68	7,29	6,54	7,16	6,58	7,52
Temp. Amostra [campo]	°C	27,11	28,4	27,1	28,2	27,2	28,9
Transparência [campo]	m	1,69	2,15	1,63	2,28	1,7	1,5

Visto por:	Elaborado por:			Rev.: 01 23/07/15
	Arthur Loiola	Alysson Miranda		

P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

**Tabela 6 – Comparação o PBA UHE TELES PIRES E PBA COMPONENTE INDÍGENA em outubro de 2015**

Parâmetros	Unidade de medida	PBA UHE Teles Pires	PBA Componente e Indígena	PBA UHE Teles Pires	PBA Componente e Indígena	PBA UHE Teles Pires	PBA Componente e Indígena
		P06	P05	P07	P07	P08	P09
Alcalinidade total	mg/L	2	18	11	22	10	20
Alumínio dissolvido	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Arsênio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Boro total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Bário total	mg/L	0,056	0,032	0,071	0,03	0,064	0,03
Carbono Orgânico Total	mg/L	0,373	2,121	2,447	2,119	1,081	2,305
Carbono Orgânico Dissolvido	mg/L	0,264	1,922	2,106	1,997	0,996	2,281
Chumbo total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cloreto Total	mg/L	6	2,5	1,5	2,5	1,5	2
Clorofila "a"	µg/L	1,2	0,72	1,44	nd	1,2	2,4
Cobalto total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cobre dissolvido	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Coliformes termotolerantes	NMP/100 mL	1,81X10 <sup>2</sup>	<1X10	3,2X10 <sup>2</sup>	<1X10	2,0X10	<1X10
Condutividade elétrica	µmhos/cm	13	16,8	14	17,1	14	17,4
Cor verdadeira	mgPt-Co/L	78	34	52	39	74	50
Cromo total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Cálcio total	mg/L	2,52	1,34	4,54	5,23	0,26	0,45
Cádmio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	mg/L	0,64	0,4	0,97	0,7	0,62	0,7
Demanda Química de Oxigênio (DQO)	mg/L	2	3	4	2	8	2
Dureza total	mg/L	4	18	10	10	4	8
Fenóis	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Ferro dissolvido	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Fluoreto total	mg/L	0,055	0,282	0,055	0,129	0,06	0,113
Fósforo total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Fósforo Orgânico	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Lítio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Magnésio total	mg/L	0,856	0,938	0,536	1,327	0,156	1,034
Manganês total	mg/L	0,02	0,011	0,027	0,007	0,014	< LQ
Materiais Flutuantes	Visual	Não objetáveis	Não Objetável	Não objetáveis	Não Objetável	Não objetáveis	Não Objetável
Mercurio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ


Visto por:	Elaborado por:			Rev.: 01 23/07/15
	Arthur Loiola	Alysson Miranda		

P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

Parâmetros	Unidade de medida	PBA UHE Teles Pires	PBA Component e Indígena	PBA UHE Teles Pires	PBA Component e Indígena	PBA UHE Teles Pires	PBA Component e Indígena
		P06	P05	P07	P07	P08	P09
Nitratos	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrito	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio orgânico	mg/L N	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio total [Kjeldahl]	mg/L N	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Nitrogênio amoniacal	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Níquel total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Ortofosfato	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Oxigênio dissolvido	mg/L	6,76	6,94	6,83	6,95	6,83	6,1
pH	--	6,24	7,25	6,68	7,25	6,63	5,86
Potencial de Oxirredução	-	214	0,221	195	240	265	217
Potássio total	mg/L	0,226	0,638	0,295	0,619	0,299	0,635
Salinidade	ppt	0	0	0	0	0	0
Sulfato Total	mg/L	1,4	1,21	1,4	1,34	1	1,24
Sólidos Totais	mg/L	20	10	26	60	10	11
Sólidos totais dissolvidos - STD	mg/L	8	9,24	9	9,4	9	9,57
Sódio total	mg/L	2,701	3,613	2,96	3,006	2,53	0,757
Sílica total	mg/L	12,5	4,2	12	3,5	13	4,9
Turbidez	NTU	2,23	0,88	2,11	1,14	1,55	1,19
Vanádio total	mg/L	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ
Zinco total	mg/L	0,025	0,046	0,035	0,067	0,018	0,04
Óleos e graxas	mg/L	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A	V,A
Temp. Amostra [campo]	°C	30,8	28,7	31,2	26,5	30,36	32
Transparência [campo]	m	1,98	2,2	1,97	2,2	1,98	1,7

Tabela 7 – Classificação do IQA

Categoria	Ponderação
Ótima	79 < IQA ≤ 100
Boa	51 < IQA ≤ 79
Regular	36 < IQA ≤ 51
Ruim	19 < IQA ≤ 36
Péssima	IQA ≤ 19


Visto por: Arthur Loiola	Alysson Miranda	Elaborado por:		Rev.: 01 23/07/15

**P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena**

Fazendo a comparação dos valores de IQA entre os pontos que apresentam rios em comum, foi possível notar que na campanha de julho todos os pontos apresentaram águas de BOA QUALIDADE. Já em outubro os pontos apresentaram IQA de BOA e ÓTIMA QUALIDADE. Sendo assim, todos os pontos avaliados nos dois monitoramentos registraram qualidade das águas satisfatórias (Tabela 8).

**Tabela 8 – Comparação dos valores de IQA em julho e outubro de 2015**

VALORES DE IQA			
PBA UHE TELES PIRES Julho-2015	TI Julho-2015	PBA UHE TELES PIRES Outubro-2015	TI Outubro-2015
<b>P06</b>	<b>P05</b>	<b>P06</b>	<b>P05</b>
69,29	71,52	71,48	81,42
<b>P07</b>	<b>P07</b>	<b>P07</b>	<b>P07</b>
64,64	70,11	72,11	81,32
<b>P08</b>	<b>P09</b>	<b>P08</b>	<b>P09</b>
76,07	69,41	79,95	72,9

<p><b>Visto por:</b> Arthur Loiola                      Alysson Miranda</p>	<p><b>Elaborado por:</b></p> 	<p><b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b></p>
---	--	--

## P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---


### 5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados das campanhas realizadas em julho e outubro de 2015 na Terra Indígena apresentam um diagnóstico, preliminar, desses corpos hídricos no período estudado.

- As águas próximas às áreas indígenas Kayabi, Munduruku, Apiaká do Pontal e Isolados apresentaram boa oxigenação e baixa carga orgânica, retratada pelos baixos valores de DBO nos dois monitoramentos realizados;
- Foram observados baixos valores de turbidez, condutividade e sólidos dissolvidos, demonstrando a baixa dissolução de íons do solo e ausência de processos erosivos na bacia de drenagem nas duas campanhas monitoradas;
- O parâmetro cor verdadeira apresentou valores acima do recomendado na Resolução CONAMA 357/2005 para rios de Classe II em quase todos os pontos no monitoramento realizado em julho e outubro de 2015. A cor em águas naturais pode ser decorrente da matéria orgânica em decomposição, devido a substâncias dissolvidas ou em suspensão e também pode ser causada pela combinação de ferro com matéria orgânica, resultando em elevados valores de cor. Outro fator que causa valores elevados de cor nas águas naturais é o escoamento superficial, provocado pelas precipitações;
- Os demais parâmetros apresentaram-se dentro dos padrões recomendados na Resolução CONAMA 357/05, Classe II;
- Todos os pontos amostrados apresentaram-se ultraoligotróficos segundo o IET nas duas campanhas monitoradas. Nos períodos avaliados, não foram observadas florações algais, não evidenciando tendências a processos de eutrofização;
- Ao longo das campanhas os pontos foram classificados como de BOA e ÓTIMA qualidade;
- Todos os objetivos propostos no cronograma foram atendidos.

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola                      Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
---	--	------------------------------------




## 6. REFERÊNCIAS

- ABNT. **Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores**. NBR 9897. JUN. 1987.
- APHA.AWWA.WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22th ed. Washington, 2012.
- ARAÚJO, V.S.; SANTOS, J.P.; ARAÚJO, A.L. **Monitoramento das águas do Rio Mossoró/RN, no período de abril/2005 a julho/2006**. (2007).
- BRANCO, S.M. - **Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária e ambiental**. 2ª Ed. São Paulo. CETESB. 1978. 620p.
- CARLSON, R.E., **Limnology and Oceanography**, 22(2), 361 – 80, 1977.
- CARMOUZE, J. P. **O metabolismo dos ecossistemas aquáticos** - Fundamentos teóricos, métodos de estudo e análises químicas: Editora FAPESP. 1994. 253 p.
- CETESB. **Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo**. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>>
- CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 357/2005**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em julho de 2013.
- DACACH, N.G. **Sistemas urbanos de água**. Rio de Janeiro. Editora livros técnicos e científicos. XII, (1979). 490 p.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de limnologia**. Rio de Janeiro. Ed. Interciência/FINEP. 1998.
- HELLER, L.; PÁDUA, V.L. **Abastecimento de Água para consumo humano**. Editora UFMG. 2006.
- INSTITUTO DE METAIS NÃO FERROSOS (ICZ). **O Zinco e o Meio Ambiente**. 2013. Disponível em: <<http://www.icz.org.br/zinco-meio-ambiente.php>>.
- LAMPARELLI, M.C. **Grau de trofia em corpos d'água do Estado de São Paulo: avaliação dos métodos de monitoramento**. 2004. 235f. Tese (Doutorado em Ecologia) - Departamento de Ecologia, Universidade de São Paulo - USP, São Paulo, 2004.
- MARGALEF, R. **Limnologia**. Barcelona. Ed. Omega S.A. 2003.
- McNEELY, R. N.; NEIMANIS, V. P. & DWYER, L.. 1979. A Guide to Water Quality Parameters. Ottawa. 89p.
- PEIXOTO, J. (2008). Análises físico-químicas. Laboratório de Tecnologias Ambientais. MIEB. Documento adaptado das aulas de Elementos de Engenharia do Meio Ambiente.
- RODRIGUES-FILHO, S. (1995). Metais Pesados nas Sub-bacias Hidrográficas de Poconé e Alta Floresta. Série Tecnologia Ambiental, Centro de Tecnologia Mineral, CETEM/MCT, Rio de Janeiro, RJ.

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola	Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
------------------------------------	-----------------	--	------------------------------------

P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

SOUSA *et al.* (2003). Adendo à caracterização da Qualidade da Água e Limnologia. Projeto de Integração do Rio São Francisco com Bacias Hidrográficas do Nordeste Setentrional – Consolidação de Estudos Ambientais.

STRASKRABA, M.; TUNDISI, J.G. **Diretrizes para o Gerenciamento de Lagos: Gerenciamento da Qualidade da Água de Represas.** São Carlos, SP, Brasil: ILEC, IIE, 2ª ed., v.9, 2008.

VILLA, A.T.(2005). **Avaliação Ambiental de Qualidade da Água do Lago do Parque Barigui: Potencial de Poluição Orgânica.** Dissertação de Mestrado.

VON SPERLING, M. **Lagoas de Estabilização.** Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental; UFMG, 1996c.

## EQUIPE TÉCNICA

**Eng. Ambiental Thiago Coelho Crispim**

*Coordenador de equipe de campo*

**Biól. Marly Vânia Leão Gomes**

*Coordenadora Técnica do Laboratório de campo*

**Eng. Quím. Diogo Coelho Crispim**

CRQ XII. 12300516

*Responsável Técnico*


**Msc. Biól. Wilma Maria Coelho**

**CRBio 08586/88**

*Esp. em Tratamento de Resíduos Sólidos e Líquidos*

---

---

<b>Visto por:</b> Arthur Loiola	Alysson Miranda	<b>Elaborado por:</b> 	<b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b>
------------------------------------	-----------------	--	------------------------------------

P45. Programa de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Indígena

---

**Anexo I – Certificados de Ensaio**

---

---

**Visto por:**

Arthur Loiola


Alysson Miranda

**Elaborado por:**



**Rev.: 01  
23/07/15**

**Anexo II - Certificados de Acreditação e de Função Técnica**

<p><b>Visto por:</b> Arthur Loiola      Alysson Miranda</p>	<p><b>Elaborado por:</b></p> 	<p><b>Rev.: 01</b> <b>23/07/15</b></p>
---	--	--