

# PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE TELES PIRES

## P.09 - PROGRAMA DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

### 1º Relatório Semestral

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA			
INTEGRANTES	CONSELHO DE CLASSE	CTF IBAMA	ASSINATURA
Biól. Msc. Wilma Maria Coelho	CRBio 08586/88	5053039	
Eng. Quím. Diogo Coelho Crispim	CRQ XII 12300516	2807095	
Biól. Marly Vânia Leão Gomes	CRBio 70927/04-D	5052849	
Eng. Amb. Thiago Coelho Crispim	-	5539630	

**Agosto - 2012**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>2. METAS .....</b>	<b>7</b>
<b>2.1. JUSTIFICATIVA.....</b>	<b>7</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>7</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>8</b>
<b>4.1. MÉTODOS DE CAMPO .....</b>	<b>8</b>
<b>4.2. COLETAS DE AMOSTRAS E ACOMPANHAMENTO DOS NÍVEIS D'ÁGUA.....</b>	<b>10</b>
<b>4.3. EXECUÇÃO DAS LEITURAS DE NÍVEL D'ÁGUA.....</b>	<b>11</b>
<b>5. METODOLOGIAS DE TRABALHO.....</b>	<b>14</b>
<b>5.1. ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS.....</b>	<b>14</b>
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>15</b>
<b>6.1. VARIÁVEIS DE CAMPO.....</b>	<b>15</b>
<b>6.2. VARIÁVEIS DE LABORATÓRIO .....</b>	<b>18</b>
<b>7. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....</b>	<b>21</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>22</b>
<b>9. EQUIPE TÉCNICA .....</b>	<b>23</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>24</b>

#### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Poço de Monitoramento 01– (PM 01) - detalhes da coleta de água e frascos utilizados.....	8
Figura 2 - Poço de Monitoramento 02– (PM 02) - detalhes da coleta e medição dos parâmetros <i>in loco</i> .....	9
Figura 3 - Poço de Monitoramento 03 – (PM 03) - detalhes dos equipamentos utilizados na coleta e monitoramento da qualidade da água.....	9
Figura 4 - Poço de Monitoramento 04 – (PM 04) - detalhes do ponto de coleta e do método de armazenamento .....	10

#### LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1- Valores de condutividade e STD nos poços de monitoramento de água .....	16
Gráfico 2 – Leituras dos níveis dos poços de monitoramento da UHE Teles Pires nos quatro meses de monitoramento .....	17

#### LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Localização dos pontos para monitoramento da qualidade da água sem necessidade de sondagem devido à utilização de poços existentes (PM 1 a PM 4) .....	8
Quadro 2 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos para análise na água .....	12
Quadro 3 - Metodologias Analíticas dos Parâmetros Orgânicos Utilizados no Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea .....	14

#### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Dados físico-químicos obtidos em campo nos PM (Poços de Monitoramento).....	15
Tabela 2 - Resultados obtidos através das análises de laboratório da água da UHE Teles Pires	19

**ANEXOS**

**ANEXO I - Mapa dos pontos de monitoramento das águas subterrâneas**

**ANEXO II - Relatórios de Ensaios**

**ANEXO III – Certificado de Acreditação e Função Técnica**

**ANEXO IV – Cronograma de Atividades**

### **LISTA DE SIGLAS**

**AID – Área de Influência Direta**

**All – Área de Influência Indireta**

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas**

**CETESB – Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental**

**COHID – Coordenação de Energia, Hidrelétricas e Transposições**

**CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente**

**DILIC – Divisão de Licenciamento do IBAMA**

**EIA – Estudos de Impacto Ambiental**

**EPE – Empresa de Companhia Energética**

**IBAMA – Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis**

**NBR – Norma Brasileira**

**PBA – Plano Básico Ambiental**

**RIMA – Relatório de Impacto Ambiental**

**UHE – Usina Hidrelétrica**

## **1. INTRODUÇÃO**

O presente relatório refere-se ao Programa de Monitoramento das águas subterrâneas em 4 poços, por meio da avaliação físico-química, microbiológica e do nível da água, situados na área de influência da UHE Teles Pires, localizada no município de Paranaíta, no estado do Mato Grosso. O período de coleta ocorreu nos meses de abril a julho de 2012.

O Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental - EIA da Usina Hidrelétrica Teles Pires – UHE Teles Pires (EPE/LEME-CONCREMAT, 2010), tendo sido referendado como condição de validade 2.1 da Licença Prévia Nº 386/2010, concedida pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA. O presente Programa também segue os itens h e i das exigências relativas aos Programas do Meio Físico do Ofício No 1203/2010/DILIC/IBAMA de 13 de dezembro de 2010, além das recomendações apresentadas no item 9.6.1 do Parecer Técnico Nº 111/2010/COHID/CGENE/DILIC/IBAMA, de 10 de dezembro de 2010.

De modo geral, a formação de lagos artificiais interfere no comportamento das águas subterrâneas, podendo propiciar o acréscimo da suscetibilidade a processos de instabilização de encostas, criação de áreas úmidas e alagadas, aumento da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação, afloramentos e surgências d'água, acréscimo na disponibilidade das águas subterrâneas, interferências em estruturas enterradas e poços, bem como o afogamento radicular da vegetação adjacente.

Nas áreas do entorno do reservatório os aquíferos passíveis de sofrerem variações de nível e de qualidade da água correspondem aos aquíferos granulares constituídos por depósitos aluvionares e localmente por material de alteração de rochas cristalinas.

O aquífero granular representado pelos aluviões é constituído por sedimentos inconsolidados, apresentando, comumente, elevadas permeabilidades. O aquífero granular superior composto pelo manto de alteração das rochas cristalinas (regolito) aparece conformando quase toda a superfície do relevo. Ressalta-se que os termos mais argilosos do regolito podem funcionar como um aquífero. Desta forma, o regolito, nos domínios das rochas riolíticas, sendo mais argilosos, apresentam um comportamento hidráulico próximo de um aquífero, enquanto no domínio dos granitos, os regolitos mais arenosos funcionam como um aquífero de permeabilidade baixa a média.

A elevação permanente dos níveis d'água/cargas hidráulicas causada pela formação do reservatório terá influência significativa principalmente nos aluviões marginais, onde ocorrerá um acréscimo na disponibilidade das águas subterrâneas e também a formação de novas áreas úmidas. No entorno do futuro reservatório da UHE Teles Pires, as áreas previamente consideradas como de maior suscetibilidade à ocorrência do impacto potencial de formação de áreas úmidas permanentes incluem setores de vertentes próximos ao reservatório e planícies aluviais de córregos tributários.

Com a execução do Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas será possível complementar a caracterização hidrogeológica da área de entorno do reservatório e avaliar as alterações do nível e qualidade das águas subterrâneas. Dessa forma, os resultados do Programa fornecerão dados e subsídios para a adoção de medidas preventivas, mitigadoras e/ou corretivas de problemas surgidos na vegetação, na estabilidade geotécnica das encostas, além daquelas relacionados à quantidade e qualidade da água subterrânea.

## **2. METAS**

As metas principais do Programa são as seguintes:

- Verificar as condições dos poços existentes para monitoramento da qualidade da água;
- Caracterizar a qualidade das águas subterrâneas por meio da determinação de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos;
- Comparar os resultados dos parâmetros analisados com aqueles propostos pela Resolução CONAMA Nº 396/08 e Portaria Nº 2914/11 do Ministério da Saúde, conforme enquadramento das águas subterrâneas e de acordo com usos preponderantes;
- Efetuar o monitoramento do nível do lençol freático antes, durante e após o enchimento do reservatório;
- Monitorar as variações sazonais da qualidade e nível das águas subterrâneas.

### **2.1. JUSTIFICATIVA**

O equilíbrio entre o meio ambiente e o desenvolvimento econômico é de fundamental importância para que haja a coexistência e permanência de ambos.

As águas interiores tendem a ser os primeiros habitats aquáticos a sofrerem degradação antrópica, em decorrência da escolha dos homens em se fixarem nas áreas às margens dos rios e utilizar os recursos hídricos para diversas finalidades. A fragmentação desses habitats, incluindo a construção de barragens e canalização dos rios, provoca perdas ou mudanças em seus ambientes naturais, exigindo adaptações das comunidades às novas condições ambientais, em função das transformações da hidrodinâmica original que afetam diretamente a biodiversidade dos sistemas aquáticos.

## **3. OBJETIVOS**

O Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas tem por objetivo monitorar o nível freático dos aquíferos livres, de forma a avaliar as variações na borda do reservatório e a jusante deste, antes, durante e após o enchimento. Serão monitoradas também possíveis alterações nos padrões de qualidade das águas subterrâneas, notadamente em locais de utilização desse recurso pela população local.

#### 4. METODOLOGIA

##### 4.1. MÉTODOS DE CAMPO

Na AID e proximidades foram identificadas apenas cacimbas ou cisternas, implantadas por meio de escavação manual, com diâmetro entre 0,90 m e 1,20 m e profundidade média de 15 m. No **Quadro 1** são apresentadas algumas informações acerca desses 4 poços existentes na AID e proximidades, os quais estão ilustrados na Figura do (Anexo I).

**Quadro 1 - Localização dos pontos para monitoramento da qualidade da água sem necessidade de sondagem devido à utilização de poços existentes (PM 1 a PM 4)**

Ponto	Referência EIA	Coordenadas UTM		Observações
PM 1	Poço 2 (EIA - AID)	538.163E (56° 39' 9" W)	8.925.444N (9° 43' 16" S)	Cisterna em lote do Assentamento Rural São Pedro, próximo à área de remanso do futuro reservatório na calha do rio Paranaíta, a cerca de 2,5 km da margem esquerda deste rio.
PM 2	Ponto 3 (EIA - AII)	530.725E (56°40'41" W)	8.946.507N (9°24'23" S)	Cisterna perfurada no saprolito, próximo à margem esquerda do rio Paranaíta.
PM 3	Fazenda Pontal do Paranaíta (sede), montante do Ponto 4 (EIAAII)	535.335E (56°40'71" W)	8.960.192N (9°24'41" S)	Próximo a afluente da margem esquerda do rio Teles Pires, na sede da Fazenda Pontal do Paranaíta.
PM 4	Balsa Cajueiro, jusante do Poço 1 (EIA – AID)	555.785E (56°29'53" W)	8.954.736N (9° 27'3 9" S)	Localizado próximo à balsa do Cajueiro, na margem esquerda do rio Teles Pires

Esses 4 poços foram previamente definidos como pontos de monitoramento da qualidade da água, identificados como PM, conforme descrição e ilustrações a seguir:



**Figura 1 - Poço de Monitoramento 01– (PM 01) - detalhes da coleta de água e frascos utilizados**

O ponto PM 01 corresponde a uma cisterna e localiza-se em lote do Assentamento Rural São Pedro, próximo à área de remanso do futuro reservatório, a cerca de 2,5 km da margem esquerda do rio Paranaíta. Apesar de estar localizado fora da AID do empreendimento e distante do reservatório, o monitoramento deste poço segue determinação (item i das

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

---

determinações relativas aos Programas do Meio Físico) disposta no Ofício N° 1203/2010/DILIC/IBAMA, de 13 de dezembro de 2010.



**Figura 2 - Poço de Monitoramento 02– (PM 02) - detalhes da coleta e medição dos parâmetros *in loco***

O ponto PM 02 localiza-se próximo à intersecção da MT 206 com o rio Paranaíta, em área da propriedade Estância Rio Paranaíta.



**Figura 3 - Poço de Monitoramento 03 – (PM 03) - detalhes dos equipamentos utilizados na coleta e monitoramento da qualidade da água**

O ponto PM 03 localiza-se na sede da Fazenda Pontal do Paranaíta, próximo ao afluente da margem esquerda do rio Teles Pires.



**Figura 4 - Poço de Monitoramento 04 – (PM 04) - detalhes do ponto de coleta e do método de armazenamento**

O ponto PM 04 localiza-se próximo à balsa do Cajueiro, na margem esquerda do rio Teles Pires. Como a retirada da água pode alterar o nível d'água, serão implantados poços de monitoramento do nível d'água (piezômetros), identificados como PZ. Os piezômetros serão construídos com esse objetivo, e serão localizados a uma distância em que as medições sofram mínima alteração dos poços atualmente em uso.

#### 4.2. COLETAS DE AMOSTRAS E ACOMPANHAMENTO DOS NÍVEIS D'ÁGUA

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.

O procedimento para a realização da coleta, armazenamento, transporte e análise das amostras de água seguirão às recomendações do *Standard Methods* 22ª edição, Norma ABNT/NBR 9897/87, segundo as diretrizes da IT. 05.102 que descreve o detalhamento do plano de amostragem para coleta da água.

O nível de água foi medido através de um medidor marca *Hidrosuprimentos modelo hsna-300*. Os trabalhos de campo foram acompanhados de procedimentos para o controle de qualidade cuja finalidade é identificar possíveis contaminações ambientais, no manuseio, na análise em campo, no transporte. Foram utilizados recursos de comparação a fim de validar os procedimentos de amostragem que são: branco de campo, branco de equipamento e branco de transporte.

Para análise da água foram da mesma forma, adotados procedimentos padrões do *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* 22ª edição e outras referências aceitas na comunidade científica.

Foi realizado o monitoramento em tempo real, através de sonda multiparamétrica para determinação dos seguintes parâmetros em campo: pH, salinidade, turbidez, STD, condutividade, oxigênio dissolvido, temperatura da água, percentual de saturação de oxigênio e salinidade.

Para avaliação da qualidade da água, será empregada a Resolução CONAMA Nº 396/08 e Portaria Nº 2914/11 do Ministério da Saúde, cujos dados serão explicados através de tabelas, análises estatísticas multivariadas e recursos gráficos.

Resolução 396/08 que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas - Portaria 2914/11 que dispõe sobre os padrões da potabilidade da água para consumo humano.

#### 4.3. EXECUÇÃO DAS LEITURAS DE NÍVEL D'ÁGUA

Foram medidas as profundidades do nível d'água em todos os poços de monitoramento previamente indicados.

As amostras permaneceram protegidas da luz solar e do calor durante seu transporte e manuseio. Os requisitos específicos para preservação das amostras dependem dos parâmetros a serem determinados (STRASKRABA & TUNDISI, 2008).

Todos os frascos foram refrigerados, inclusive os frascos de vidro com preservantes químicos onde permaneceram mantidos a 4°C.

Os frascos para acondicionamento de quaisquer amostras foram enviados para o campo com rótulo identificador, excluindo a possibilidade de troca de amostras e agilizando a operação de coleta.

Para garantir a integridade das amostras, o tempo decorrido entre a coleta e a análise não ultrapassou 24 horas, e para isso algumas análises foram realizadas em laboratório de campo. Foi instalado um laboratório de campo com todos os critérios de controle da qualidade e confiança para fidelizar os resultados das análises (**Figura 5**).

As amostras de água foram preservadas, conservadas em caixas de isopor, geladeira de campo e transportadas para o laboratório em baixa temperatura.

As coletas de amostras para determinação do índice de bactérias coliformes termotolerantes foram realizadas em frascos estéreis.



Figura 5 - Detalhes de um laboratório montado no campo

#### 4.4. MÉTODOS DE LABORATÓRIO

Os ensaios físico-químicos realizados em laboratório atenderam as metodologias constantes no *Standard Methods*, 22<sup>a</sup> ed., ou outras padronizadas similares.

A periodicidade amostral dos parâmetros físicos, químicos e biológicos será trimestral e medidas de nível serão obtidas mensalmente.

Para a avaliação da qualidade da água deste Programa foram selecionados os parâmetros, listados nos **Quadros 2 e 3**, que permitem caracterizar os aspectos referentes à poluição orgânica e química.

Quadro 2 - Parâmetros físicos, químicos e biológicos para análise na água

PARAMETRO	LQ	UNID	Método amostral	Validade	Método de preparação	Método de análise
Alcalinidade Total	1	mg/L	SM 21 2320	24 h a 14 dias (c)	SM 21 2320	SM 21 2320
Alumínio total	0.05	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3500
Arsênio Total	0,005	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Cádmio Total	0,0005	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
Cromo Total	0,001	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Chumbo Total	0,003	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

continuação						
Cloreto Total	2	mg/L	SM 21 1060 B	28 dias	SM 21 4500 Cl- B	SM 21 4500 Cl- B
Cobalto Total	0,01	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Cobre total	0,001	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
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	(d)	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
Dureza Total	2	mg/L	SM 21 1060 B	6 meses (a)	SM 21 2340 C	SM 21 2340 C
Ferro total	0,04	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3500 B	SM 21 3500 B
Manganês Total	0,004	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3500 Mn	SM 21 3500 Mn
Mercúrio Total	0,0001	mg/L	SM 21 3010 B	28 dias (a)	SM 21 3030 B	EPA 7470 A
Níquel Total	0,01	mg/L	SM 21 3010 B	6 meses (a)	SM 21 3030 K	SM 21 3120 B
Nitrogênio amoniacal	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	48 h (c)	SM 21 4500 NO-3 E	SM 21 4500 NO-3 E
Nitrogênio kjedahl total	0,1	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
Oxigênio Dissolvido	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	(d)	SM 21 4500 O G	SM 21 4500 O G
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
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	1	mg/L	SM 21 3010 B	7 dias (c)	SM 21 2540	SM 21 2540
Sulfato total	0,1	mg/L	SM 21 1060 B	28 dias (c)	SM 21 4500 SO4-2 D	SM 21 4500 SO4-2 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
Turbidez	0,21	NTU	SM 21 1060 B	24 a 48 h (e)	SM 21 2130 B	SM 21 2130 B

- (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

**Quadro 3 - Metodologias Analíticas dos Parâmetros Orgânicos Utilizados no Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea**

Parâmetro	Unidade	Métodos Analíticos (baseado em APHA/AWWA/WEF (2005))
Benzeno *	mg/L	SW 846 – Test Methods for Evaluating Solid Waste (1998). EPA Método 8260 A/B Volatile Organics By Gas
Etilbenzeno *	µg/L	
Tolueno *	µg/L	
Xileno *	µg/L	Chromatography / Mass Spectrometry (CG/MS) Ver. 2.
Aldicarb **	µg/L	Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater
Carbofuran **	µg/L	
Pentaclorofenol **	mg/L	

## 5. METODOLOGIAS DE TRABALHO

### 5.1. ANÁLISE CRÍTICA DOS RESULTADOS

Os resultados das campanhas de medição, previstas para serem realizadas mensalmente, serão consolidados em relatórios semestrais contendo as profundidades e as cotas dos níveis d'água de todos os monitores instalados e dos poços existentes, apresentados em tabelas, gráficos e mapas. Seguindo os critérios do PBA e relatórios anteriores, os resultados foram avaliados segundo recomendações da Resolução CONAMA Nº 396/2008 e Portaria do Ministério da Saúde 2914 de 2011 potabilidade da água.

Conforme destacado, serão gerados relatórios consolidados semestrais que apresentarão a interpretação dos resultados obtidos. No caso do monitoramento piezométrico, o acompanhamento do Programa e a interpretação dos resultados serão apresentados na forma de gráficos e mapas potenciométricos, permitindo o acompanhamento da variação do nível do lençol freático no entorno do reservatório. A definição das condições iniciais do nível d'água nas épocas de cheia e de seca, também permitirá uma previsão da variação desses níveis nas unidades aquíferas durante e após o enchimento.

Da mesma forma, a interpretação dos resultados das análises das amostras de água será apresentada nos relatórios consolidados semestrais por meio de gráficos e mapas. Esses resultados permitirão o acompanhamento da qualidade das águas subterrâneas e a identificação de ocorrências de parâmetros em desacordo com os limites propostos pela Resolução CONAMA Nº 396/2008 e Portaria 2914/11.

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 6.1. VARIÁVEIS DE CAMPO

Os dados registrados em campo obtidos na água subterrânea estão dispostos na **Tabela 1**. Foram obtidos dados nos meses de abril. OS resultados que não atenderam as legislações estão destacados em vermelho.

**Tabela 1 - Dados físico-químicos obtidos em campo nos PM (Poços de Monitoramento)**

PARÂMETROS	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	LIMITES DA LEGISLAÇÃO	
Data	25/04/2012	24/04/2012	24/04/2012	21/04/2012	VMP	
Hora	09:00	10:30	08:44	15:00		
Matriz	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta	Água Bruta		
Chuvas nas últimas 24h	Fracas	Fracas	Médios	Fracas		
Condição do tempo	Bom	Bom	Bom	Bom	396/08	2914/11
pH	5,83	5,96	7,11	6,09	NR	Obs(a)
Condutividade	16	9	33	134,2	NR	NR
Oxigênio Dissolvido	4,11	10,33	8,29	9,32	NR	NR
Temperatura Ambiente	32,1	26,1	32,1	33,9	NR	NR
Temperatura da Amostra	24,93	24,55	24,64	26,4	NR	NR
Turbidez	2	26,1	19,3	9,3	NR	5
Sólidos Totais Dissolvidos	11	6	21	134,2	1000,0	1000,0
Nível da água	1,01	4,62	5,81	3,08	NR	NR
Alcalinidade Total	35	17	27	28	NR	NR
Cor verdadeira	11	25	186	16	NR	NR
Nitrito	0,001	0,01	0,028	0,116	1,0	1,0
Nitrato	0,4	0,3	0,05	0,15	10,0	10,0
Coliformes Termotolerantes	< 1,0	2	47,8	< 1,0	NR	< 1,0

NR – Não há recomendação na legislação

Obs (a) – recomenda-se que o pH deve ser mantido entre 6,0 e 9,0, para sistema de distribuição.

A temperatura da água apresentou valores típicos de ambientes tropicais entre 24,55 e 26,4°C, padrão comum a regiões de baixa altitude próximas do Equador. A temperatura do ambiente, durante as coletas, variou entre 26,1 a 33,9°C.

O pH variou de 5,83 a 7,11 unidades de pH. O ambiente em estudo pode ser caracterizado como moderadamente ácido. O ponto PM 01 apresentou o menor valor. Embora seja apenas uma recomendação, os pontos PM01 e PM02 não atenderam a legislação de potabilidade da água, no entanto, essa condição não é relevante, tendo em vista que o poço é de uso individual e não coletivo.

A condutividade apresentou valores entre 9 e 134 µS/cm. A condutividade fornece uma boa indicação das modificações na composição da água, especialmente na sua concentração

mineral. Sua determinação está relacionada à decomposição, a compostos dissolvidos e à presença de íons. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2010). A condutividade da água aumenta à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados, como pode ser observado claramente no Gráfico 1, em que, quanto maior a concentração de sólidos totais dissolvidos maior os valores de condutividade elétrica.

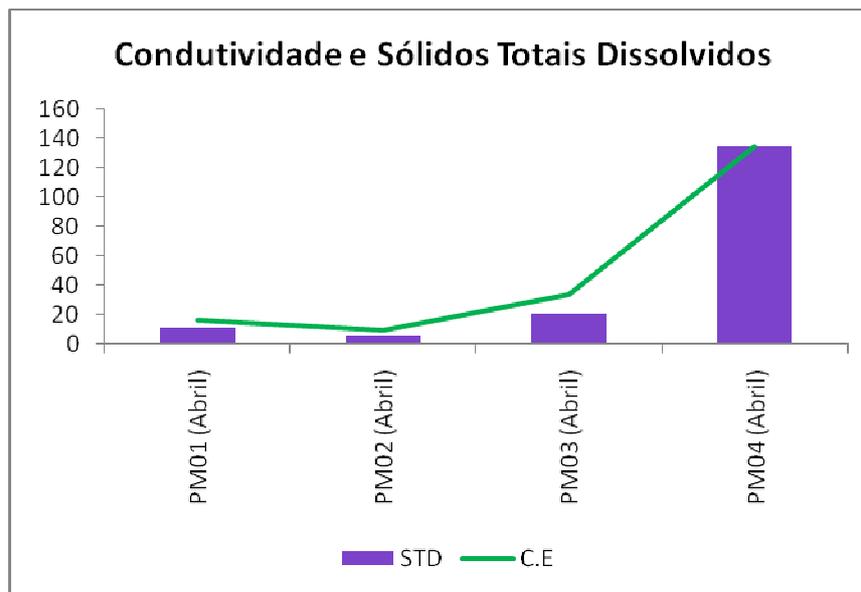


Gráfico 1- Valores de condutividade e STD nos poços de monitoramento de água Subterrânea no mês de abril de 2012

Os valores de turbidez encontrados estiveram entre 2,0 e 26,1 NTU, sendo valor máximo permitido para consumo humano de 5 NTU.

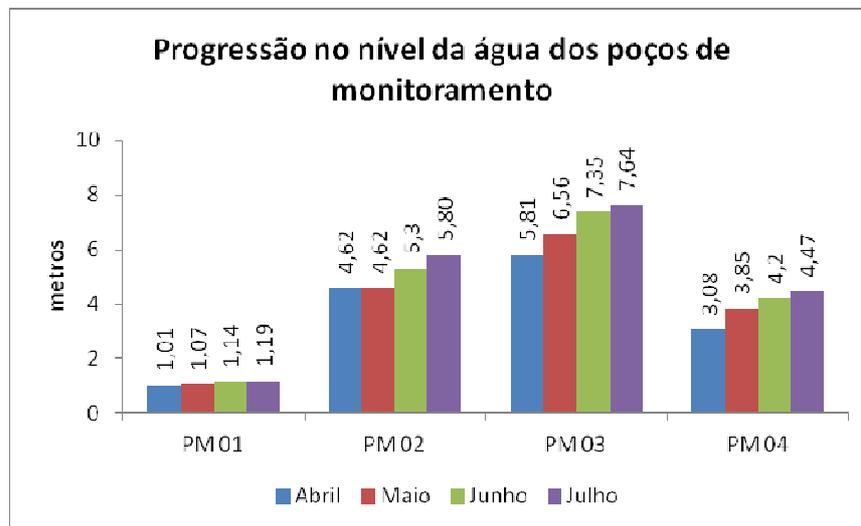
A cor variou entre 11,0 e 186,0 mg/L. Nas águas naturais, geralmente é devida a produtos de decomposição de matéria orgânica do próprio manancial ou do húmus dos solos adjacentes e também por atividades humanas, tais como: irrigação de terras destinadas à agricultura, dragagens de areia, queima de matas, etc. (BRANCO, 1978).

Para coliformes termotolerantes, o ponto PM 02 (2,0) e PM03 (47,8) não atenderam ao recomendado na Portaria do Ministério da Saúde 2914/2011(<1,0). 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.

### LEITURAS DOS NÍVEIS D'ÁGUA

Serão apresentados os níveis d'água dos poços de monitoramento nas quatro campanhas de monitoramento realizadas, sendo elas no mês de abril, maio, junho e julho de 2012.

O **Gráfico 2** ilustra a progressão no nível freático dos poços de monitoramento. Observa-se uma pequena diminuição nos níveis de água dos poços. O poço que apresentou maior rebaixamento no nível foi o PM 03, que na primeira leitura, em abril, apresentou 5,81 metros e na última medida realizada, no mês de julho, apresentou o nível de 7,64 metros. Já o PM01 apresentou a menor diferença entre a primeira e a última leitura, com uma diferença mínima de 0,18 m. É possível observar também que as maiores reduções nos níveis de água, aconteceram dos meses de maio para junho. Iritani e Ezaki (2008) citam que as variações nos níveis de água subterrâneas variam ao longo do ano, uma vez que sofrem ações de variações do clima. Dessa forma, nos períodos chuvosos, há uma maior infiltração de água fazendo com que o nível de água se eleve. Já nos períodos de estiagem, há uma menor infiltração, a evapotranspiração é maior, fazendo assim com que o nível de água fique mais profundo. Esse é o fato que ocorreu para o local de estudo, uma vez que no período em que houve maior redução no nível de água, coincidiu com os meses em que há menor precipitação.



**Gráfico 2 – Leituras dos níveis dos poços de monitoramento da UHE Teles Pires nos quatro meses de monitoramento**



Figura 5 – Detalhe da vegetação nas mediações dos poços de monitoramento



Figura 6 - Detalhe da vegetação nas mediações dos poços de monitoramento

## 6.2. VARIÁVEIS DE LABORATÓRIO

A **Tabela 2** a seguir apresenta todos os resultados das análises realizadas em laboratório. Os resultados que não atenderam a legislação estão destacados em vermelho.

**Tabela 2 - Resultados obtidos através das análises de laboratório da água da UHE Teles Pires**

PARAMETROS	PONTOS				VMP Legislações		UNID
	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11	
Alumínio total	0,511	0,142	1,551	0,086	0,2	0,2	mg/L
Arsênio Total	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01	mg/L
Cádmio Total	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	0,005	mg/L
Cálcio Total	2,596	3,221	6,903	4,916	NR	NR	mg/L
Cromo Total	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	0,05	mg/L
Chumbo Total	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,01	mg/L
Cloreto Total	3,0	3,0	2,0	3,0	250,0	250,0	mg/L
Cobalto Total	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	NR	NR	mg/L
Cobre total	< 0,003	< 0,003	< 0,003	< 0,003	2,0	2,0	mg/L
Dureza Total	4,0	2,0	8,0	6,0	NR	500,0	mg/L
Ferro total	0,359	0,193	0,584	0,176	0,3	0,3	mg/L
Manganês Total	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	0,1	0,1	mg/L
Merúrio Total	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,001	0,001	mg/L
Níquel Total	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,02	0,07	mg/L
Nitrogênio amoniacal	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56	NR	NR	mg/L
Nitrogênio kjeldahl total	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56	NR	NR	mg/L
Potássio Total	1,457	1,152	6,122	1,412	NR	NR	mg/L
Sódio Total	4,336	5,708	8,877	6,801	200,0	200,0	mg/L
Sólidos Totais	35,0	48,0	91,0	41,0	NR	NR	mg/L
Sulfato total	< 0,11	< 0,11	3,0	< 0,11	250,0	250,0	mg/L

NR – Não há recomendação na legislação

**Quadro 3 - Metodologias Analíticas dos Parâmetros Orgânicos Utilizados no Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea**

PARAMETROS	PONTOS				VMP Legislações		UNID
	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11	
Benzeno *	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	5,0	5,0	µg/L
Etilbenzeno *	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	200,0	0,2	µg/L
Tolueno *	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	170,0	0,17	µg/L
Xileno *	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	300,0	300,0	µg/L
Aldicarbe **	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	10,0	10,0	µg/L
Carbofurano **	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	7,0	7,0	µg/L
Pentaclorofenol **	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	9,0	9,0	µg/L

Todos os parâmetros apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos nas legislações, exceto os elementos alumínio e o ferro. O alumínio esteve acima dos padrões recomendados nos pontos PM01 (0,511 mg/L) e PM03 (1,551 mg/L), sendo que o valor máximo permitido nas legislações é de 0,2 mg/L. É comum, nesta região, aparecer concentrações de alumínio na água, o que corrobora com as informações do EIA/RIMA. O ferro apareceu com valores ligeiramente superiores ao recomendado na legislação nos pontos PM01 (0,359 mg/L) e PM03 (0,584 mg/L). A presença de ferro em águas naturais são devidas às interações da água com o solo (Barros, 2001). O ferro é um constituinte natural do solo e das rochas. Em águas subterrâneas, o ferro provém dos solos e dos minerais com os quais a água entra em contato (Madeira, 2003).

Todos os dados estão apresentados na forma de relatórios de ensaios no (Anexo II).

## **7. CONSIDERAÇÕES GERAIS**

O monitoramento da qualidade da água subterrânea e dos níveis de água dos poços de monitoramento por um período maior de tempo é de grande importância para que se possa tirar melhores conclusões acerca do ambiente estudado, uma vez que necessita também da avaliação dos poços de monitoramento do nível da água em mais pontos, que são os piezômetros, que ainda serão implantados e que será distribuído ao longo de todo o reservatório em que poderá avaliar o comportamento da superfície potenciométrica. Além dos dados gerados nesse presente programa, deverão ainda ser considerados os resultados obtidos com a execução do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico, tais como os níveis dos rios e do futuro reservatório, bem como aqueles do Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e de Processos Erosivos. Sendo assim, serão apresentadas aqui considerações gerais dos resultados apresentados nas campanhas já realizadas:

- Os poços PM01 e PM02 apresentaram pH moderadamente ácido;
- A condutividade elétrica foi mais pronunciada no PM04 devido a maior concentração de sólidos totais dissolvidos;
- Os poços PM02, PM03 e PM04 apresentaram valores de turbidez acima dos limites permitidos para consumo humano;
- Foi apresentada contaminação de origem fecal nos poços PM02 e PM03;
- Os poços PM 01 e PM 03 apresentaram alumínio e ferro total fora da especificação. É comum, nesta região, aparecer concentrações de alumínio na água, o que corrobora com as informações do EIA/RIMA. A presença de ferro em águas naturais é devida às interações da água com o solo;
- Não foram observadas contaminações por produtos orgânicos nos poços monitorados;
- Houve uma pequena diminuição no nível de água dos poços, sendo que o poço que ocorreu a maior redução no nível da água foi o PM 03 e o PM01 apresentou a menor diferença entre a primeira e a última leitura. É possível observar também que as maiores reduções nos níveis de água, aconteceram nos meses de maio para junho, o que pode ter sido em função das menores taxas de precipitações, que faz com que haja menor infiltração e maior evapotranspiração, diminuindo então o nível das águas subterrâneas.

## **8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- APHA. AWWA.WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 21th ed. Washington, 2005.
- ABNT. **Planejamento de Amostragem de Efluentes Líquidos e Corpos Receptores**. NBR 9897. JUN. 1987.
- BARROS, A. R. B. **Remoção de íons metálicos em água utilizando diversos adsorventes**. Dissertação de Mestrado, UFSC. 2001.
- BRANCO, S.M. - **Hidrobiologia aplicada a engenharia sanitária e ambiental**. 2ª Ed.São Paulo.CETESB.1978.620p.
- CETESB. **Companhia Estadual de Tecnologia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo**. Disponível em: <[http:// www.cetesb.sp.gov.br/ Agua / rios / índice.asp](http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp)> Acesso em dezembro de 2010.
- CONAMA - **Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA 396 de 03 de Abril de 2008**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em Abril de 2008.
- IRITANI M. A.; EZAKI S. **As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo**, Caderno de Educação Ambiental, Instituto Geológico, 104 p. 2008.
- MADEIRA, V.S. **Desenvolvimento de um carvão adsorvente para remoção de íons ferro em águas naturais**. Dissertação de mestrado, UFSC. 2003.
- 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.
- VON SPERLING, M. **Lagoas de Estabilização**. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental; UFMG, 1996c.

## **9. EQUIPE TÉCNICA**

Eng. Ambiental Thiago Coelho Crispim  
*Coordenador de equipe de campo - Amostrador*

Biól. Leandro Baiocchi  
*Amostrador*

Ricardo Protásio Silva  
*Técnicos de Meio Ambiente- Amostrador*

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*

## **ANEXOS**

## **Anexo I – Mapa dos pontos de monitoramento das águas subterrâneas**

## **Anexo II – Relatórios de Ensaios**

## **Anexo III – Certificados de Acreditação e de Função Técnica**

## **Anexo IV – Cronograma de Atividades**