

# **PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE TELES PIRES**

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

### **Relatório Semestral**

<b>EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA</b>			
<b>INTEGRANTES</b>	<b>CONSELHO DE CLASSE</b>	<b>CTF IBAMA</b>	<b>ASSINATURA</b>
<b>Biól. Msc. Wilma Maria Coelho</b>	<b>CRBio 08586/88</b>	<b>5053039</b>	
<b>Eng. Quím. Diogo Coelho Crispim</b>	<b>CRQ XII 12300516</b>	<b>2807095</b>	
<b>Biól. Marly Vânia Leão Gomes</b>	<b>CRBio 70927/04-D</b>	<b>5052849</b>	
<b>Biól. Cleuber Magalhães de Castro</b>	<b>CRBio 087805/04-P</b>	<b>5093001</b>	
<b>Eng. Amb. Thiago Coelho Crispim</b>	<b>CREA 20638/D-GO</b>	<b>5539630</b>	

**01/02/13 a 31/07/13**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>2. METODOLOGIA .....</b>	<b>8</b>
<b>2.1. MÉTODOS DE CAMPO.....</b>	<b>8</b>
<b>2.2. FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM.....</b>	<b>9</b>
<b>2.2.1 Coletas de Amostras de Água – Monitoramento Quadrimestral.....</b>	<b>10</b>
<b>2.2.2 Execução das Leituras de Nível d’água.....</b>	<b>11</b>
<b>2.3. METODOLOGIAS DE TRABALHO.....</b>	<b>11</b>
<b>3. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1. VARIÁVEIS DE CAMPO.....</b>	<b>12</b>
<b>3.2. VARIÁVEIS DE LABORATÓRIO.....</b>	<b>16</b>
<b>3.3. LEITURAS DOS NÍVEIS D’ÁGUA.....</b>	<b>18</b>
<b>4. AMBIENTES AMOSTRAIS .....</b>	<b>23</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>31</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>33</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>34</b>

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Poço de Monitoramento 01 (PM 01) – Retirada de água e medição de nível no poço .....	23
Figura 2 - Poço de Monitoramento 02 (PM 02) – Retirada da água da mangueira no poço.....	24
Figura 3 - Poço de Monitoramento 03 (PM 03) – Medição dos parâmetros <i>in loco</i> com sonda	24
Figura 4 - Poço de Monitoramento 04 (PM 04) – Medição do nível d’água .....	25
Figura 5 – Registro das leituras de nível realizadas no PZ01 .....	25
Figura 6 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ02 .....	26
Figura 7 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ03 .....	26
Figura 8 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ04 .....	26
Figura 9 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ05 .....	27
Figura 10 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ06 .....	27
Figura 11 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ07 .....	27
Figura 12 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ08 .....	28
Figura 13 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ09 .....	28
Figura 14 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ10 .....	28
Figura 15 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ11 .....	29
Figura 16 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ12 .....	29
Figura 17 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ13 .....	29
Figura 18 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ14 .....	30
Figura 19 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ15 .....	30

### LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – pH nos poços de monitoramento em abril de 2013 .....	13
Gráfico 2- Condutividade e STD nos poços de monitoramento em abril de 2013 .....	14
Gráfico 3 – Turbidez nos poços de monitoramento em abril de 2013 .....	14
Gráfico 4 - Nitrito nos poços de monitoramento em abril de 2013 .....	15
Gráfico 5 – Coliformes termotolerantes nos poços de monitoramento em abril de 2013.....	16
Gráfico 6 – Leituras dos níveis dos 4 (quatro) poços de monitoramento da UHE Teles Pires nos meses de abril de 2012 a julho de 2013 .....	20
Gráfico 7 – Curva dos níveis medidos de abril de 2012 a julho de 2013 .....	20
Gráfico 8 – Representação do nível d’água medido nos piezômetros de janeiro a julho de 2013 .....	22

#### 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 - Localização dos pontos de monitoramento do nível d'água (PZ) .....	9
Quadro 3 – Leituras de nível d'água nos piezômetros .....	21

#### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Variáveis obtidas em campo nos PM (Poços de Monitoramento) no mês de abril de 2013.....	12
Tabela 2 - Resultados obtidos em laboratório através das análises da água da UHE Teles Pires.....	16
Tabela 3 – Leituras de nível referentes às campanhas realizadas durante todo o monitoramento.....	19

## **ANEXOS**

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

**ANEXO II – Cronograma de Atividades**

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

### **LISTA DE SIGLAS**

**AID – Área de Influência Direta**

**All – Área de Influência Indireta**

**ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas**

**C.E – Condutividade Elétrica**

**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**

**NKT – Nitrogênio Kjeldahl Total**

**O.D – oxigênio dissolvido**

**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, sendo realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e nível d'água em 4 poços de monitoramento, e avaliação do nível da água em 15 piezômetros, situados na área de influência da UHE Teles Pires, localizada no município de Paranaíta, no estado do Mato Grosso.

O período de coleta corresponde aos meses de *fevereiro a julho de 2013*. 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.

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.

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.

### **1.1. 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.

## 2. METODOLOGIA

### 2.1. 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 e COORDENADAS GEOGRÁFICAS		OBSERVAÇÕES
PM 01	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 02	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 03	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 afluyente da margem esquerda do rio Teles Pires, na sede da Fazenda Pontal do Paranaíta.
PM 04	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

Nas proximidades do reservatório foram instalados 15 poços de observação simples, localizados principalmente em aquíferos porosos rasos / freáticos. Esses pontos foram previamente escolhidos devido à sua localização em áreas com potencial de alta susceptibilidade à instabilização de encostas marginais do reservatório e áreas onde poderão ocorrer maiores elevações do nível d'água em função da topografia. Distribuem-se principalmente nas proximidades das áreas próximas às planícies das drenagens afluentes, bem como nas



proximidades de áreas de vegetação que ocorrem nas cotas mais baixas dos terrenos que compõem a AID. No Quadro 2 é apresentada a localização de todos os pontos de observação de nível d' água, identificados como PZ 01 a PZ 15. Esses pontos de monitoramento do nível d' água foram distribuídos ao longo de todo o eixo do reservatório, tanto ao longo do rio Teles Pires, do rio Paranaíta e afluentes, como a montante e jusante da barragem para avaliar o comportamento da superfície potenciométrica. No Anexo 1 pode ser observada a distribuição de toda a rede de monitoramento de águas subterrâneas proposta para o presente programa.

**Quadro 2 - Localização dos pontos de monitoramento do nível d' água (PZ)**

PZ	COORDENADAS UTM		OBSERVAÇÕES
PZ 01	539.908	8.925.651	Próximo ao poço existente – PM 01
PZ 02	538.727	8.937.466	Margem esquerda do rio Paranaíta
PZ 03	530.634	8.946.508	Próximo ao poço existente – PM 02
PZ 04	529.548	8.958.024	Próximo à foz do rio Paranaíta, na margem esquerda do rio Teles Pires
PZ 05	534.923	8.960.703	Próximo ao poço existente – PM 03 (Fazenda Pontal do Paranaíta)
PZ 06	524.765	8.967.915	Margem direita - Central de Concreto
PZ 07	543.390	8.964.017	Margem direita do rio Teles Pires
PZ 08	551.485	8.959.851	Margem direita do rio Teles Pires, entre ilhas Dinorá e Itá e próximo a áreas de garimpo
PZ 09	557.456	8.931.699	Estacionamento Escritório Paranaíta
PZ 10	548.213	8.962.894	Próximo à área de garimpo
PZ 11	548.185	8.956.595	Próximo à área de garimpo
PZ 12	555.687	8.954.867	Próximo à área de garimpo e poço existente – PM 04 (Fazenda Santo Agostinho)
PZ 13	561.660	8.953.793,3	Margem direita do rio Teles Pires, entre ilhas Leia e Lucia e próximo a áreas de garimpo
PZ 14	565.172	8.954.211	Próximo a áreas agrícolas
PZ 15	570.467	8.947.304	Próximo à área de garimpo

## 2.2. FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

A periodicidade amostral dos parâmetros físicos, químicos e biológicos tem ocorrência quadrimestral e medidas de nível são obtidas mensalmente. Neste relatório são apresentados os resultados das análises da qualidade da água dos poços realizadas no mês de abril de 2013, visto que as campanhas são quadrimestrais, sendo realizadas em um ano três campanhas de

análises de água. Também são apresentados os níveis medidos nos meses de fevereiro a julho de 2013.

### 2.2.1 Coletas de Amostras de Água – Monitoramento Quadrimestral

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, são seguidas 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 seguiram as 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.

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

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

Parâmetros que não podem ultrapassar 24 horas do tempo decorrido entre a coleta e a análise foram realizados em campo, garantindo assim, a integridade das amostras. Os demais parâmetros são analisados no laboratório de Goiânia.

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

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.

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

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

Foi instalado um laboratório de campo com todos os critérios de controle da qualidade e confiança para fidelizar os resultados das análises.

### 2.2.2 Execução das Leituras de Nível d'água

O nível d'água foi medido em todos os poços de monitoramento previamente indicados, através de um medidor *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.

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

### 2.3. METODOLOGIAS DE TRABALHO

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 estão avaliados segundo recomendações da Resolução CONAMA Nº 396/2008 e Portaria do Ministério da Saúde 2914 de 2011, referente à potabilidade da água.

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 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.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

#### 3.1. VARIÁVEIS DE CAMPO

A Tabela 1 apresenta os dados registrados em campo obtidos no mês de abril de 2013. Os resultados que não atenderam as legislações estão destacados em vermelho.

**Tabela 1 - Variáveis obtidas em campo nos PM (Poços de Monitoramento) no mês de abril de 2013**

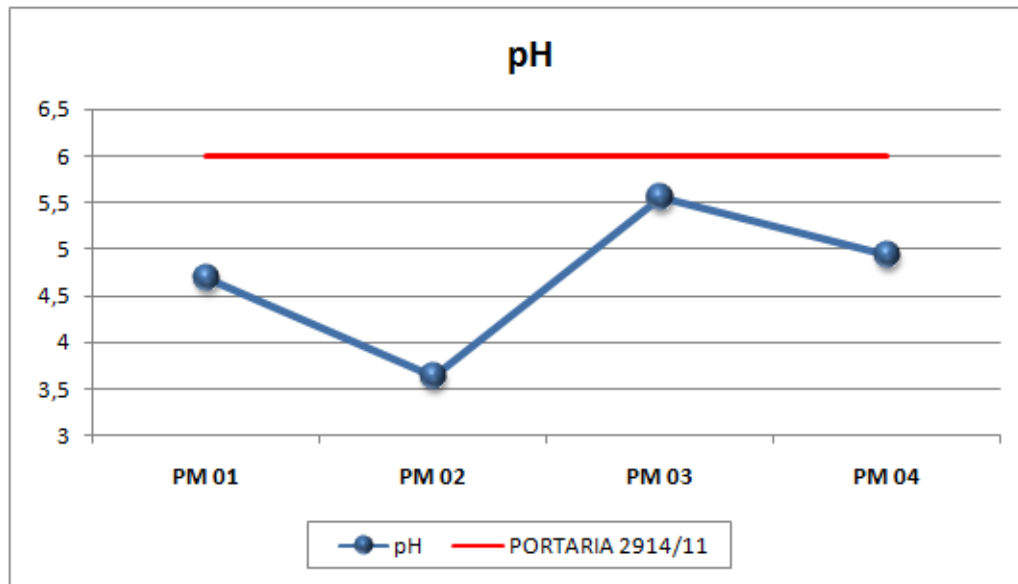
PARÂMETROS	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	LIMITES DA LEGISLAÇÃO	
Data	14/04/2013	15/04/2013	14/04/2013	15/04/2013	VMP	
Hora	13h28min	16h49min	16h20min	12h55min		
Matriz	Água Bruta consumo humano	Água Bruta consumo humano	Água Bruta	Água Bruta consumo humano		
Chuvas nas últimas 24h	Não	Fracas	Fracas	Fracas		
Condição do tempo	Bom	Nublado	Nublado	Bom	396/08	2914/11
pH	4,69	3,63	5,56	4,94	NR	Obs. (a)
Condutividade	17,0	13,0	41,0	48,0	NR	NR
Oxigênio Dissolvido	2,55	2,04	2,93	8,62	NR	NR
Temperatura da Amostra	26,12	25,8	26,75	28,21	NR	NR
Turbidez	0,49	1,84	70,9	0,97	NR	5,0
Sólidos Totais Dissolvidos	11,0	9,0	27,0	31,0	1000,0	1000,0
Nível da água	0,76	3,93	5,12	2,47	NR	NR
Alcalinidade Total	7,2	12,6	19,8	7,2	NR	NR
Cor verdadeira	<2,0	7,0	128,0	<2,0	NR	NR
Nitrito	< 0,001	< 0,001	1,347	< 0,001	1,0	1,0
Nitrato	< 0,01	< 0,01	0,05	0,16	10,0	10,0
Coliformes Termotolerantes	< 1,0x10	8,31x10 <sup>2</sup>	2,0x10 <sup>3</sup>	<1,0x10	NR	< 1,0

Obs. (a) – recomenda-se que o pH deve ser mantido entre 6,0 e 9,5 para sistema de distribuição;  
NR – Não há recomendação na legislação; VMP – Valor máximo permitido.

Segundo FEITOSA & FILHO (2000) a amplitude térmica anual das águas subterrâneas em geral é baixa (de 1 a 2 °C) e independe da temperatura atmosférica, a não ser em aquíferos freáticos pouco profundos, onde a temperatura pode ser um pouco superior à da superfície. Nessa campanha a temperatura da água dos poços variou de 25,8 até o máximo de 28,21°C, com média de 26,7 °C.

O pH esteve entre 3,63 e 5,56 unidades de pH, sendo considerado ácido em todos os pontos (Gráfico 1). De acordo FEITOSA & FILHO (2000), a maioria das águas subterrâneas tem pH entre 5,5 e 8,5. O ponto PM02 apresentou o menor valor (3,63). Nenhum dos pontos atendeu a legislação para potabilidade da água que recomenda de 6,0 a 9,5 de pH, considerando que para esse parâmetro existe apenas uma recomendação da Portaria 2914/11, e não uma exigência

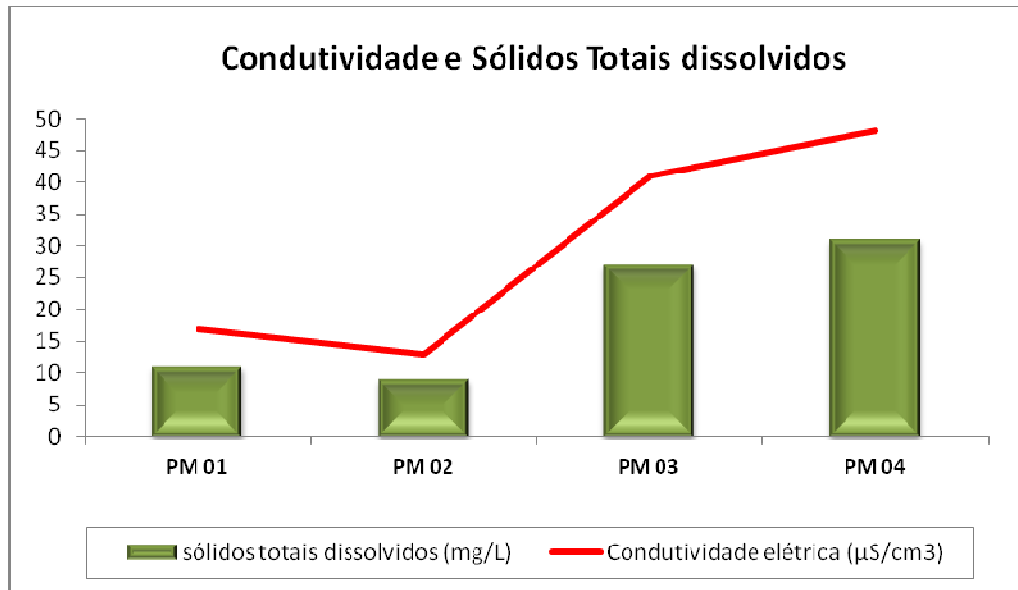
como os demais parâmetros. Porém as águas atendem ao CONAMA 396/08, no qual não há limites para pH.



**Gráfico 1 – pH nos poços de monitoramento em abril de 2013**

A água subterrânea, ao lixiviar os solos e as rochas, enriquece-se em sais minerais em solução, provenientes da dissolução dos seus minerais. Estas reações são favorecidas pelas baixas velocidades de circulação das águas subterrâneas, maiores pressões e temperaturas a que estão submetidas e facilidades de dissolver CO<sub>2</sub> ao percolar o solo não saturado. Por isso as águas subterrâneas em geral têm concentrações de sais superiores às das águas superficiais (FEITOSA & FILHO, 2000). A condutividade no mês de abril esteve entre 13 e 48 µS/cm.

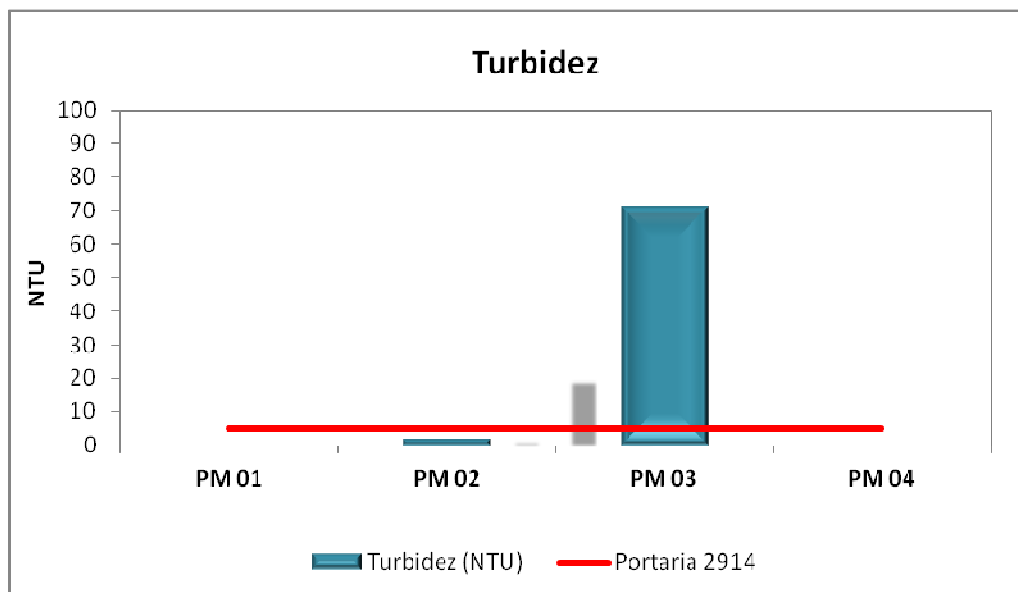
A Portaria 2914 estipula que até 1.000 mg/L de sólidos totais dissolvidos a água pode ser utilizada para consumo humano. Como a condutividade tem relação direta com os sólidos dissolvidos, observado no Gráfico 2, o ponto PM04 apresentou maior condutividade e consequentemente maior quantidade de sólidos com registro de 31 mg/L.



**Gráfico 2- Condutividade e STD nos poços de monitoramento em abril de 2013**

O maior valor de turbidez encontrado foi de 70,9 NTU no PM03, sendo que o valor máximo permitido na legislação para consumo humano é de 5 NTU (Gráfico 3). Portanto o ponto PM03 não atendeu a Portaria 2914.

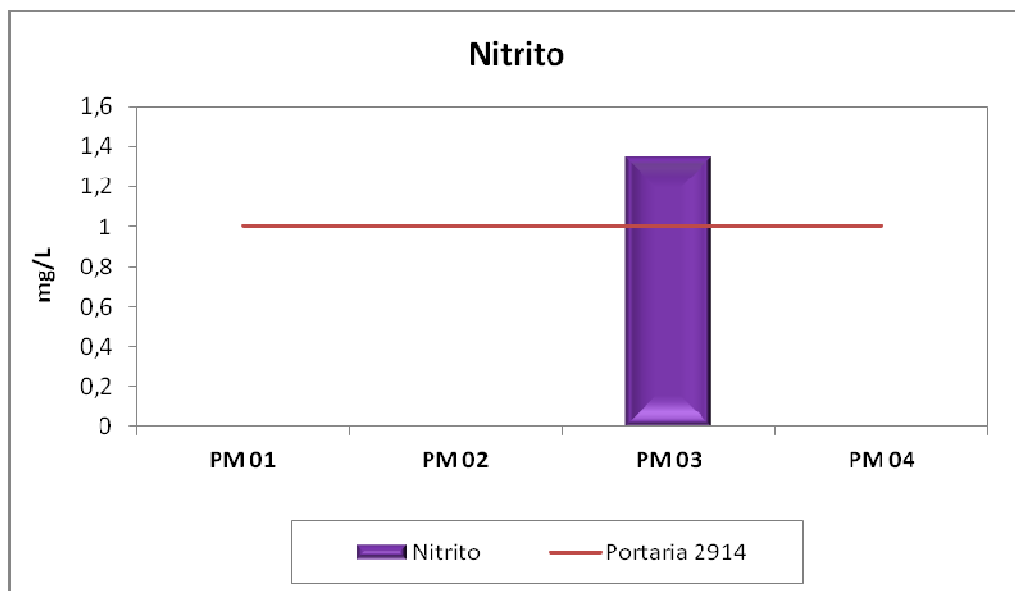
De acordo com CORREIA (2008) as águas subterrâneas geralmente não apresentam problemas devido ao excesso de turbidez, e em alguns casos, águas ricas em íons Fe, podem apresentar uma elevação de sua turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar, sendo registrado nesse poço valor de ferro acima do permitido na legislação.



**Gráfico 3 – Turbidez nos poços de monitoramento em abril de 2013**

A cor variou entre <2,0 e 128,0 mg/L, e no PM03 foi registrado o maior valor, sendo que cor e turbidez estão relacionadas. 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 nitrito nessa campanha apresentou um valor acima do permitido na Portaria 2914 no PM03 (1,347 mg/L). De acordo com ALABURDA & NISHIHARA (1998) o nitrito, quando presente na água de consumo humano, tem um efeito mais rápido e pronunciado do que o nitrato, e se for ingerido diretamente pode ocasionar problemas relacionados ao metabolismo da hemoglobina do sangue, e o nitrito, juntamente com outros compostos nitrogenados são indicadores de contaminação do aquífero e de possíveis condições higiênico-sanitárias insatisfatórias.



**Gráfico 4 - Nitrito nos poços de monitoramento em abril de 2013**

Os coliformes termotolerantes atenderam ao recomendado na Portaria do Ministério da Saúde 2914/11 nos pontos PM01 e PM04, nos quais o resultado foi ausente (<1,0). Os demais apresentaram contaminação fecal, destaque para o PM03 com um valor bastante elevado de  $2,0 \times 10^3$  NMP/100 mL. 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.

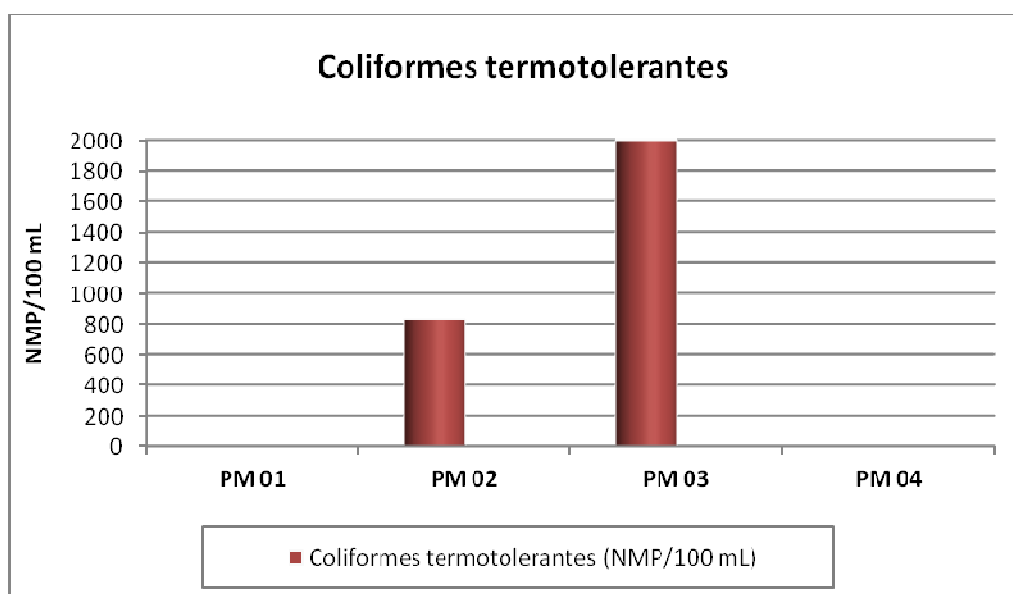


Gráfico 5 – Coliformes termotolerantes nos poços de monitoramento em abril de 2013

### 3.2. 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 em laboratório através das análises da água da UHE Teles Pires**

PARAMETROS	PONTOS				Legislações		UNID
	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11	
Alumínio total	1,294	1,194	0,461	0,083	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	20,16	19,19	13,67	12,35	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	13,4	15,2	11,7	14,7	250,0	250,0	mg/L
Cobalto Total	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	NR	NR	mg/L
Cobre total	< 0,003	0,013	< 0,003	< 0,003	2,0	2,0	mg/L



P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

Dureza Total	10,0	10,0	16,0	20,0	NR	500,0	mg/L
Ferro total	2,942	2,745	0,334	0,053	0,3	0,3	mg/L
Manganês Total	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	0,1	0,1	mg/L
Mercurio 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	1,397	< 0,56	NR	NR	mg/L
Potássio Total	0,024	0,017	0,052	0,015	NR	NR	mg/L
Sódio Total	2,513	2,343	3,533	3,351	200,0	200,0	mg/L
Sólidos Totais	18,0	21,0	2184,0	42,0	NR	NR	mg/L
Sulfato total	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11	250,0	250,0	mg/L

NR – Não há recomendação na legislação

VMP – Valor máximo permitido

Todos os parâmetros apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos nas legislações, exceto os elementos alumínio e o ferro, o que vem ocorrendo também nas campanhas anteriores. O alumínio esteve acima dos padrões recomendados nos PM01, PM02 e PM03, e 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 apresentadas no EIA/RIMA. A toxicidade aguda por alumínio é baixa se comparada aos metais pesados, porém existem estudos que correlacionam o nível de alumínio das águas de abastecimento ao aumento de casos de demência tipo Alzheimer (CETESB, 2001, *apud* TERRELL, 2007).

Segundo TERRELL (2007) de uma maneira geral, é possível relacionar o alumínio com as condições de pH ácido, que facilitam o desprendimento de íons livres e a dissolução do mesmo nas águas subterrâneas.

O ferro apresentou valor superior ao recomendado na legislação nos pontos PM01, PM02 e PM03. Apesar de o organismo humano necessitar de 19 mg/L de ferro/dia, os padrões de potabilidade exigem que uma água de abastecimento público para consumo humano, não ultrapasse 0,3 mg/litro de ferro. Este limite foi estabelecido em função de problemas estéticos relacionados á presença desse metal na água e do sabor ruim – sabor de ferrugem, que o ferro lhe confere, fazendo o consumidor recusá-la (NASCIMENTO *et al*, 2008). A presença de ferro em águas naturais é devida 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).

De acordo com NASCIMENTO *et al* (2008) o ferro se constitui um problema sério de contaminação dessas águas em virtude de elevado teor, tornando as águas impróprias para o consumo humano. Águas ferruginosas possibilitam o crescimento de ferrobactérias que podem causar problemas para a saúde humana.

Foi verificado que os sólidos totais estiveram muito aumentados no PM03, lembrando que esse poço apresentou água com cheiro forte, alto teor de ferro e alumínio, e elevada contaminação por coliformes termotolerantes. Porém esse poço encontra-se inativo, não sendo, portanto, utilizado.

O Quadro 3 a seguir apresenta os resultados das análises realizadas em relação aos parâmetros orgânicos.

**Quadro 3 – Resultados dos Parâmetros Orgânicos obtidos no Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea**

PARAMETROS	PONTOS				LEGISLAÇÕES		UNIDADE
	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

\*BTEX; \*\*Inseticidas.

Não foram detectados os compostos BTEX (Benzeno, Tolueno, Etilbenzeno e Xileno), que são provenientes de derivados de petróleo. Os inseticidas Carbamatos (Aldicarbe e Carbofurano) e Organoclorados (Pentaclorofenol) estiveram abaixo do limite de detecção do método. Portanto, não foi detectada contaminação das águas subterrâneas por essas substâncias orgânicas durante o período de estudo.

Todos os resultados encontrados durante o monitoramento estão apresentados na forma de Relatórios de Ensaio em anexo (Anexo II).

### 3.3. LEITURAS DOS NÍVEIS D'ÁGUA

A seguir será apresentado um histórico do nível da água dos poços de monitoramento, considerando as campanhas anteriores realizadas no período de abril de 2012 a julho de 2013, totalizando 15 meses de leituras de nível.

Conforme COLLISCHONN & TASSI (2008) a recarga de água subterrânea ocorre por percolação da água da camada superior do solo que normalmente não está saturada. Em geral a recarga de um aquífero não é contínua, mas depende dos eventos de chuva. Durante os períodos de mais chuva e/ou menos evapotranspiração é que ocorre a recarga mais significativa dos aquíferos, corroborando o que tem sido observado nos poços monitorados, nos quais a partir do início do período chuvoso o nível da água apresenta elevação.

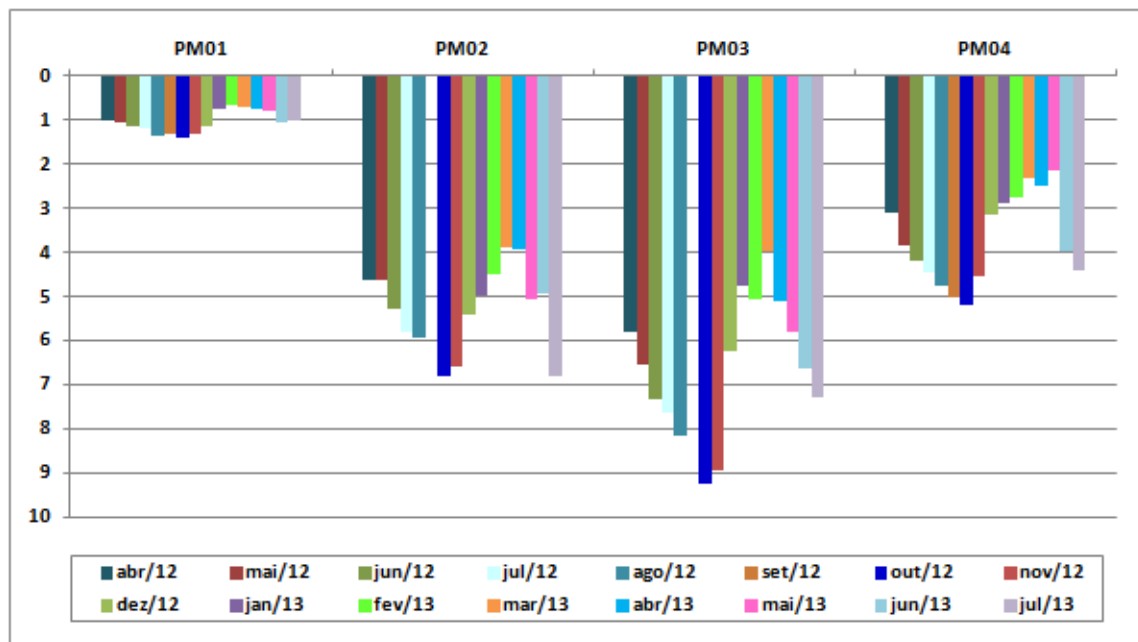
A Tabela 3 apresenta as leituras de nível realizadas nos poços monitorados.

**Tabela 3 – Leituras de nível referentes às campanhas realizadas durante todo o monitoramento**

<b>MESES DE MONITORAMENTO</b>	<b>PM01</b>	<b>PM02</b>	<b>PM03</b>	<b>PM04</b>
Abril/2012	1,01	4,62	5,81	3,08
Maio/2012	1,07	4,62	6,56	3,85
Junho/2012	1,14	5,3	7,35	4,2
Julho/2012	1,19	5,8	7,64	4,47
Agosto/2012	1,34	5,94	8,18	4,75
Setembro/2012	1,32	*	*	5,02
Outubro/2012	1,4	6,79	9,25	5,19
Novembro/2012	1,32	6,59	8,95	4,54
Dezembro/2012	1,15	5,42	6,25	3,14
Janeiro/2013	0,75	4,98	4,75	2,89
Fevereiro/2013	0,67	4,5	5,06	2,77
Marco/2013	0,68	3,93	3,98	2,33
Abril/2013	0,76	3,93	5,12	2,47
Maio/2013	0,78	5,06	5,79	2,16
Junho/2013	1,07	4,93	6,62	3,99
Julho/2013	1,00	6,81	7,30	4,41

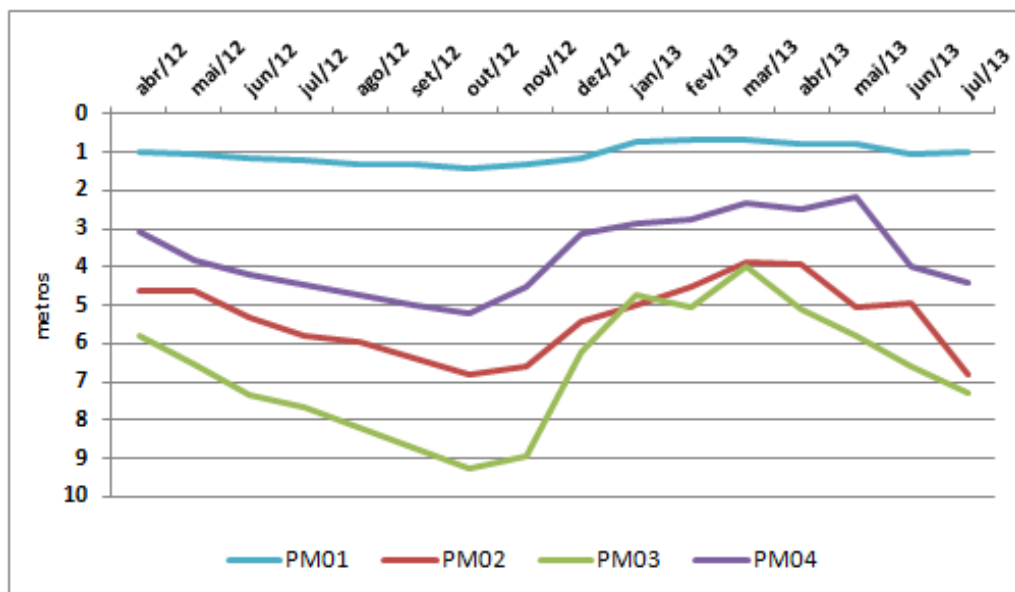
\*Nível não realizado no período

No geral, todos os poços apresentaram um comportamento bem semelhante durante as medições. Percebe-se no Gráfico 6 que todos seguem a mesma tendência, com pequenas alterações, mostrando influência sazonal, com os meses de estiagem apresentando maior rebaixamento.



**Gráfico 6 – Leituras dos níveis dos 4 (quatro) poços de monitoramento da UHE Teles Pires nos meses de abril de 2012 a julho de 2013**

No Gráfico 7 podemos visualizar melhor o comportamento de cada poço através da curva das leituras de nível desde o início do monitoramento. No mês de setembro de 2012 não houve leitura nos PM02 e PM03, e sendo assim foram geradas médias. O PM01 é o poço mais raso e apresentou pouca variação, apresentando pequenas oscilações no nível d'água. O PM03 apresentou o nível mais profundo, e mostrou maior elevação nos meses de chuva (nov/12 a jan/13). Todos apresentaram comportamento similar, mostrando influência sazonal, com os meses de estiagem apresentando maior rebaixamento.



**Gráfico 7 – Curva dos níveis medidos de abril de 2012 a julho de 2013**

A seguir (Quadro 3) estão apresentadas as leituras de nível medidas nos piezômetros monitorados.

**Quadro 3 – Leituras de nível d’água nos piezômetros**

PONTOS	Nível Estático (m)						
	Jan/13	Fev/13	Mar/13	Abr/13	Mai/13	Jun/13	Jul/13
PZ01	-	1,18	0,97	1,05	1,31	2,08	3,30
PZ02	-	2,07	1,72	1,98	3,12	4,50	5,03
PZ03	-	5,16	4,21	4,15	4,87	6,27	7,10
PZ04	-	-	-	6,43	6,80	<b>SECO</b>	<b>SECO</b>
PZ05	0,83 m	2,60	1,88	2,41	2,88	3,24	3,42
PZ06	-	-	-	2,06	2,04	2,12	2,18
PZ07	-	-	-	3,90	4,35	5,06	5,47
PZ08	-	-	-	7,35	8,14	9,58	10,41
PZ09	-	-	-	6,18	6,63	7,5	8,14
PZ10	-	-	-	5,83	5,89	6,57	7,07
PZ11	-	-	-	5,72	5,78	6,80	7,78
PZ12	-	1,85	2,36	2,23	2,98	3,77	2,82
PZ13	-	-	-	5,80	6,21	7,43	7,91
PZ14	-	-	-	5,27	5,42	7,82	8,21
PZ15	-	2,18	2,27	2,30	2,41	3,41	3,81

- Sem operação

O monitoramento dos piezômetros foi iniciado em janeiro de 2013 com leitura apenas no PZ05. Em fevereiro e março foram monitorados os PZ01, PZ02, PZ03, PZ05, PZ12 e PZ15, e somente a partir de abril de 2013 os 15 piezômetros propostos no programa passaram a ser monitorados.

De uma maneira geral os níveis dos piezômetros a partir do mês de abril começaram a baixar, coincidindo com o final do período chuvoso. Em junho e julho o PZ04 apresentou-se seco, sendo medido anteriormente (maio) o nível de 6,80 metros. No PZ06 o nível oscilou pouco e se manteve praticamente constante. O PZ12 foi o único poço que apresentou elevação no nível d’água de junho para julho. O Gráfico 8 representa os níveis medidos nos piezômetros.

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

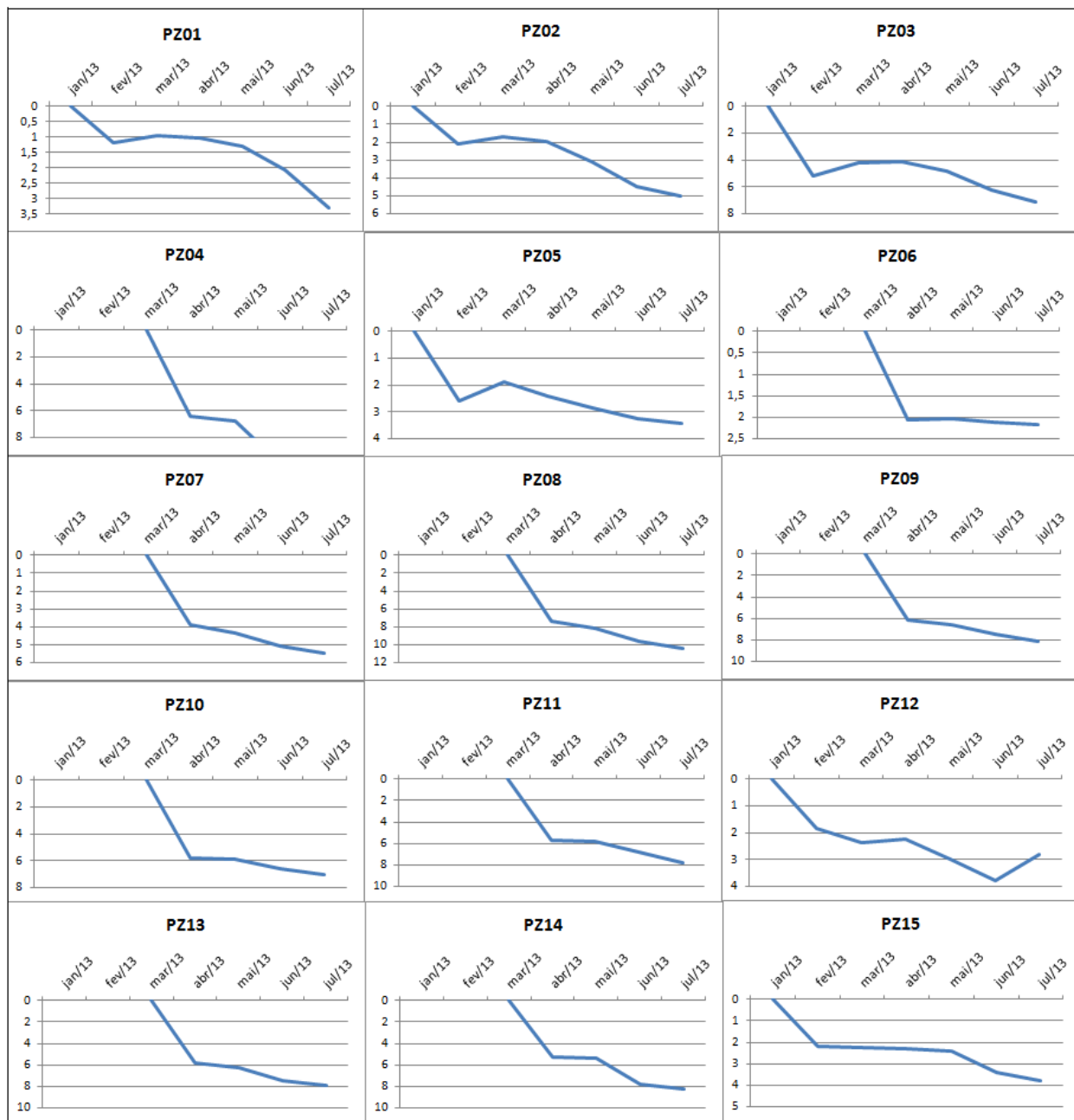


Gráfico 8 – Representação do nível d'água medido nos piezômetros de janeiro a julho de 2013

#### **4. AMBIENTES AMOSTRAIS**

##### **POÇOS DE MONITORAMENTO**

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 determinações relativas aos Programas do Meio Físico) disposta no Ofício N° 1203/2010/DILIC/IBAMA, de 13 de dezembro de 2010. A retirada da água e a medição de nível no poço PM01 estão apresentadas na Figura 1.



**Figura 1 - Poço de Monitoramento 01 (PM 01) – Retirada de água e medição de nível no poço**

O ponto PM 02 localiza-se próximo à intersecção da MT 206 com o rio Paranaíta, em área da propriedade Estância Rio Paranaíta. A Figura 2 ilustra a coleta realizada no poço PM02, no qual a água é retirada da mangueira ligada no poço.



**Figura 2 - Poço de Monitoramento 02 (PM 02) – Retirada da água da mangueira no poço**

O ponto PM 03 localiza-se na sede da Fazenda Pontal do Paranaíta, próximo ao afluente da margem esquerda do rio Teles Pires. A Figura 3 mostra a descida da sonda no poço para medição dos parâmetros realizados em campo.



**Figura 3 - Poço de Monitoramento 03 (PM 03) – Medição dos parâmetros *in loco* com sonda**

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. A Figura 4 apresenta o momento da coleta no poço PM04.





**Figura 4 - Poço de Monitoramento 04 (PM 04) – Medição do nível d'água**

### **PIEZÔMETROS**

A seguir estão apresentados os registros fotográficos das leituras de nível realizadas nos piezômetros monitorados, identificados como PZ's:



**Figura 5 – Registro das leituras de nível realizadas no PZ01**



**Figura 6 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ02**



**Figura 7 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ03**



**Figura 8 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ04**

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

---



**Figura 9 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ05**



**Figura 10 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ06**



**Figura 11 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ07**



**Figura 12 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ08**



**Figura 13 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ09**



**Figura 14 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ10**



**Figura 15 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ11**



**Figura 16 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ12**



**Figura 17 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ13**





**Figura 18 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ14**



**Figura 19 - Registro das leituras de nível realizadas no PZ15**

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O monitoramento da qualidade da água subterrânea e dos níveis de água dos poços de monitoramento é de grande importância para conclusões acerca do ambiente estudado, sendo necessária a avaliação dos poços de monitoramento do nível da água em vários pontos, através dos piezômetros. Todos os 15 (quinze) PZs propostos pelo Programa de Monitoramento já estão sendo monitorados. Esses poços estão distribuídos ao longo de todo o reservatório, sendo avaliado também o comportamento da superfície potenciométrica. Além dos dados gerados nesse presente programa, são ainda 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.

Apresentamos aqui considerações gerais dos resultados:

Os poços apresentam pH moderadamente ácido em todos os pontos, estando todos abaixo de 6,0. Os principais fatores que determinam o pH da água são o gás carbônico dissolvido e a alcalinidade. O pH das águas subterrâneas varia geralmente entre 5,5 e 8,5.

O ferro total e alumínio total estiveram acima do permitido na legislação nos PM01, PM02 e PM03. 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. Essa interação é favorecida em períodos chuvosos. Além disso, as características litológicas da região influenciam a presença desse elemento nas águas, o que pode ser confirmado também com o Programa de Monitoramento das Águas Superficiais que também registrou concentrações elevadas desses elementos nos corpos hídricos estudados.

O poço PM03 apresentou valores de turbidez e nitrito acima dos limites permitidos para consumo humano, e conseqüentemente os sólidos totais estiveram muito aumentados. Não foram observadas contaminações por produtos orgânicos nos poços monitorados.

Os poços PM02 e PM03 apresentaram contaminação fecal, estando fora dos padrões de potabilidade. O PM02 apresentou qualidade insatisfatória devido ao registro de coliformes termotolerantes. O PM03 apresentou qualidade insatisfatória, com elevada ocorrência de coliformes termotolerantes, alta turbidez, e nitrito acima do permitido nas legislações adotadas (CONAMA 396/08 e Portaria 2914 MS). Vale ressaltar que esse poço não é utilizado para consumo humano, estando desativado e sem proteção. A contaminação registrada nesses poços pode ter relação com atividades no entorno, como por exemplo pecuária, não tendo relação com o empreendimento. O Poço PM03 apresenta alterações na qualidade da água em virtude estar exposto ao ambiente sem proteção nenhuma.

Os poços PM apresentaram comportamento semelhante, com influência sazonal nos níveis da água, obedecendo aos períodos de seca e chuva. O regime pluviométrico interfere diretamente no escoamento superficial e carreamento de materiais para os corpos d'água. De acordo com o programa de monitoramento climatológico, o mês de maior precipitação foi março, o que pode

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

---

ser verificado nos níveis medidos nos poços. A partir do mês de abril os índices de chuvas já começam a diminuir, coincidindo com os níveis dos poços que começam a rebaixar.

Em junho e julho o PZ04 apresentou-se seco, e segundo o programa climatológico, os registros de precipitação nesses meses diminuem consideravelmente, chegando a algumas estações não apresentar chuvas em julho. No PZ06 o nível se manteve praticamente constante. O PZ12 foi o único poço que apresentou elevação no nível d'água de junho para julho.



## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

APHA. AWWA.WEF. **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater**. 22th ed. Washington, 2012.

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/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.

CORREIA, A.; BARROS, E.; SILVA, J.; RAMALHO, J. **Análise da Turbidez da Água em Diferentes Estados de Tratamento**. VIII ERMAC 8º Encontro Regional de Matemática Aplicada e Computacional, Novembro de 2008. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – Natal/RN.

FEITOSA, F.A.C. & FILHO, J.M. 2000. **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações**. 2ª Ed. Serviço Geológico do Brasil - CPRM.

MADEIRA, V.S. **Desenvolvimento de um carvão adsorvente para remoção de íons ferro em águas naturais**. Dissertação de mestrado, UFSC. 2003.

NASCIMENTO, S.A.M.; BARBOSA, J.S.F.; CRUZ, M.J.M.; LIMA, C.M. **Hidrogeoquímica e índice de saturação dos minerais no sistema aquífero do Alto Cristalino de Salvador, Bahia**. Revista Brasileira de Geociências, junho de 2008.

PINTO, A.L. **Hidrogeologia e Qualidade das Águas Subterrâneas da Cidade de Três Lagoas/MS**. CLIMEP – Climatologia e Estudos da Paisagem. <http://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/climatologia/index> - Rio Claro (SP), Vol.5 – n.2 – julho/dezembro/2010.

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.

TERRELL, D. **Avaliação da Qualidade da água subterrânea em área de mineração de caulim: impactos e perspectivas de remediação, município de Mogi das Cruzes, SP**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-graduação em recursos Minerais e Hidrogeologia. Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo, 2007.

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

# ANEXOS

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

## **Anexo II – Cronograma**

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

