

# PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE TELES PIRES

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

### Relatório Consolidado

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	
Biól. Cleuber Magalhães de Castro	CRBio 087805/04-P	5093001	
Eng. Amb. Thiago Coelho Crispim	CREA 20638/D-GO	5539630	

**01/04/2012 a 01/06/2014**

## 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>10</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>12</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>29</b>
<b>4. AMBIENTES AMOSTRAIS .....</b>	<b>37</b>
<b>5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>44</b>
<b>6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>46</b>

### LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1 - Rede de monitoramento dos piezômetros na UHE Teles Pires. Fonte: Google©...</b>	<b>10</b>
<b>Figura 2 - Registro de coliformes termotolerantes nos Poços de monitoramento da UHE Teles Pires. ....</b>	<b>16</b>
<b>Figura 3 - Valores de alumínio nos poços da UHE Teles Pires.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 4 – Valores de ferro nos poços da UHE Teles Pires.....</b>	<b>26</b>
<b>Figura 5 – Índices de pluviometria na UHE Teles Pires.....</b>	<b>29</b>
<b>Figura 6 - Leituras dos níveis dos 4 (quatro) poços de monitoramento da UHE Teles Pires durante todo o período de estudo. ....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 7 - Representação do nível d'água medido nos piezômetros nos meses de janeiro de 2013 a maio de 2014. ....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 8 – Tendência dos níveis nos piezômetros localizados na UHE Teles Pires. ....</b>	<b>37</b>
<b>Figura 9 - Poço de Monitoramento 01 (PM 01). ....</b>	<b>38</b>
<b>Figura 10 - Poço de Monitoramento 02 (PM 02). ....</b>	<b>39</b>
<b>Figura 11- Poço de Monitoramento 03 (PM 03). ....</b>	<b>40</b>
<b>Figura 12 - Poço de Monitoramento 04 (PM 04). ....</b>	<b>41</b>
<b>Figura 13 – Registro das leituras de nível realizadas nos piezômetros monitorados na UHE Teles Pires. ....</b>	<b>42</b>
<b>Figura 14 – Acesso interditado aos PM01, PZ01 e PZ02 nos meses de março e abril de 2014. ....</b>	<b>43</b>

### 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 - Valores de coliformes termotolerantes .....	15
Quadro 4 – Resultados dos Parâmetros Orgânicos obtidos no Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea em todas as campanhas.....	27
Quadro 5 – Leituras de nível d'água nos piezômetros. ....	30

### LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores de sólidos totais dissolvidos e condutividade obtidos em campo nos PM (Poços de Monitoramento).....	13
Tabela 2 - Valores de pH e turbidez obtidos em campo nos PM (Poços de Monitoramento).....	14
Tabela 3 - Valores de nitrato e nitrito obtidos em campo nos PM (Poços de Monitoramento).....	15
Tabela 4 - Resultados obtidos através das análises de laboratório da água da UHE Teles Pires.....	18

## **ANEXOS**

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

**ANEXO II – Cronograma de Atividades**

**ANEXO III – Certificados de Ensaio**

**ANEXO IV – 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**

**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**

**PZ – Poço Piezométrico**

## **1. INTRODUÇÃO**

O presente relatório refere-se ao Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas, sendo avaliados quatro (4) poços de monitoramento através de análises físico-químicas e microbiológicas, e 15 piezômetros, por meio de avaliação do nível da água, todos situados na área de influência da UHE Teles Pires, localizada no município de Paranaíta, no estado do Mato Grosso. As coletas foram realizadas no período de abril de 2012 a maio de 2014, sendo portanto, apresentada a avaliação de dois (2) anos de monitoramento.

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 No1203/2010/DILIC/IBAMA de 13 de dezembro de 2010, além das recomendações apresentadas no item 9.6.1 do Parecer Técnico Nº111/2010/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 informações acerca desses quatro (4) poços existentes na AID (área de influência direta) 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 (EIA AII)	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 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 estão localizados os 15 poços de observação simples, situados principalmente em aquíferos porosos rasos/freáticos. Eles começaram a ser monitorados a partir de janeiro de 2013, com instalação de um piezômetro, em fevereiro com instalação de seis (6) piezômetros, e a partir de abril de 2013 todos os piezômetros passaram a ser monitorados. Esses pontos de observação 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.

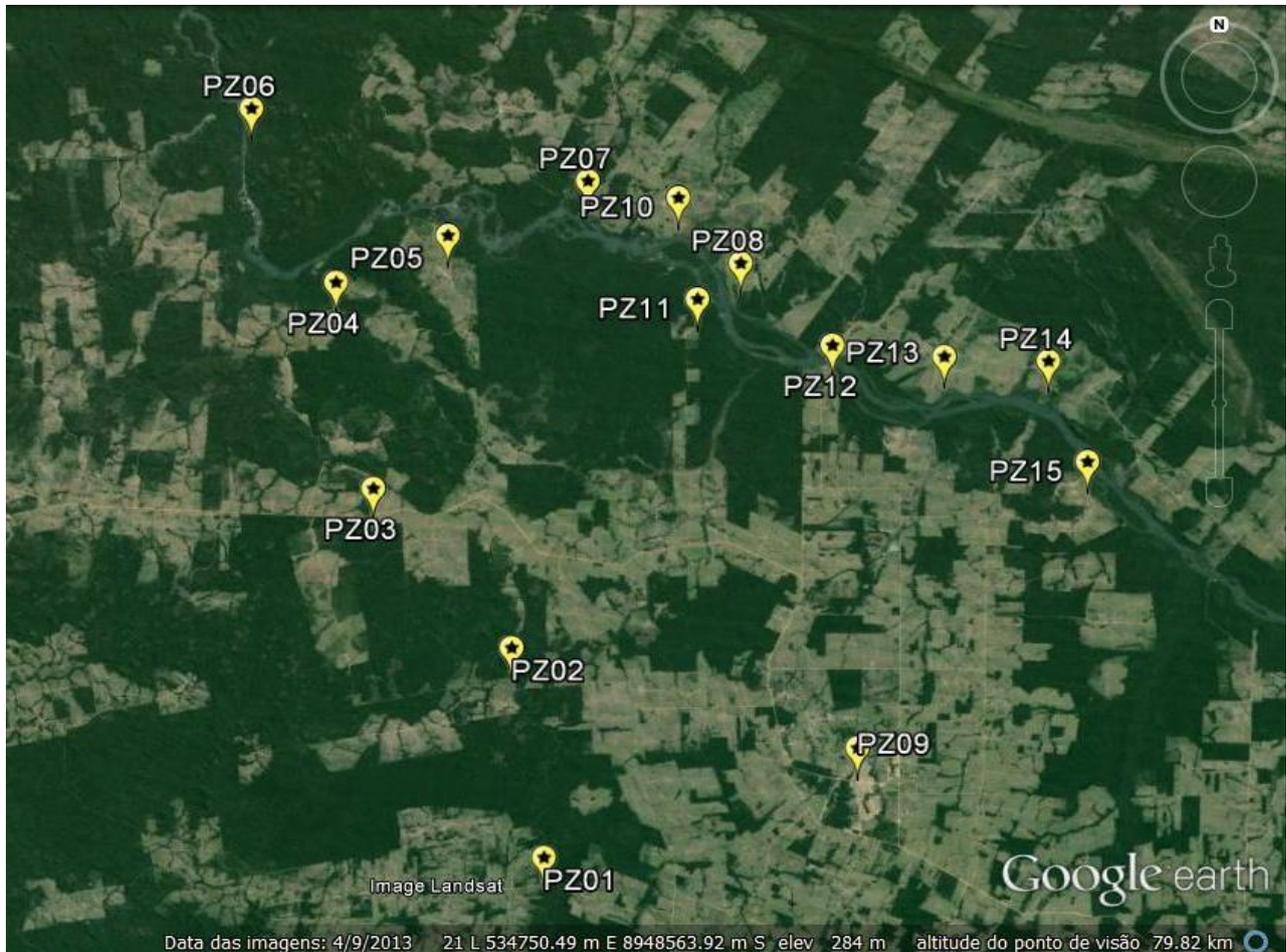
No **Quadro 2** é apresentada a localização de todos os pontos de observação de nível d'água, identificados como PZ 01 a PZ 15.

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

PZ	COORDENADAS UTM		OBSERVAÇÕES
PZ 01	540.486,8 E	8.925.552,1 N	Próximo ao poço existente – PM 01
PZ 02	538.766,4 E	8.937.401,2 N	Margem esquerda do rio Paranaíta
PZ 03	531.308,5 E	8.946.415,9 N	Próximo ao poço existente – PM 02
PZ 04	529.320,1 E	8.958.057,9 N	Próximo à foz do rio Paranaíta, na margem esquerda do rio Teles Pires
PZ 05	535.380,8 E	8.960.691,2 N	Próximo ao poço existente – PM 03 (Fazenda Pontal do Paranaíta)
PZ 06	524.765	8.967.915	Margem direita - Central de Concreto
PZ 07	542956,9 E	8963762,3 N	Margem direita do rio Teles Pires
PZ 08	551206,9 E	8959089,3 N	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	547.848,3E	8.962.796,5N	Próximo a área de garimpo
PZ 11	548.868,1E	8.957.069,9N	Próximo a área de garimpo
PZ 12	556.157,1E	8.954.445,3N	Próximo a área de garimpo e poço existente – PM 04 (Fazenda Santo Agostinho)
PZ 13	562.222,3E	8.953.793,3N	Margem direita do rio Teles Pires, entre ilhas Leia e Lucia e próximo a áreas de garimpo
PZ 14	567.858,5E	8.953.528,6N	Próximo a áreas agrícolas
PZ 15	569.973,3E	8.947.831,9N	Próximo a área de garimpo

Esses pontos de monitoramento do nível d'água estão 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.

A **Figura 1** apresenta a localização e distribuição dos piezômetros ao longo da área monitorada na UHE Teles Pires, onde pode ser observada a distribuição de toda a rede piezométrica de monitoramento de águas subterrâneas. O mapa em formato maior para o presente programa encontra-se em anexo (Anexo I).



**Figura 1 - Rede de monitoramento dos piezômetros na UHE Teles Pires. Fonte: Google®.**

## 2.2. FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM

A periodicidade amostral dos parâmetros físico-químicos e biológicos foi realizada quadrimestralmente, totalizando sete (7) análises. As medidas de nível foram obtidas mensalmente nos poços da UHE Teles Pires, totalizando 25 medições.

### 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.

## P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

---

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.

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.

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 de 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.

É realizado em campo, mensalmente, em tempo real através de sonda multiparamétrica, o monitoramento mensal dos seguintes parâmetros: pH, turbidez, STD, condutividade, oxigênio dissolvido e temperatura da água.

### 2.3. METODOLOGIAS DE TRABALHO

Os resultados das campanhas de medição, realizadas mensalmente, são 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 CONAMAN<sup>o</sup> 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, 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 é apresentada nos relatórios consolidados por meio de gráficos e mapas. Esses resultados permitem o acompanhamento da qualidade das águas subterrâneas e a identificação de ocorrências de parâmetros em desacordo com os limites propostos pela Resolução CONAMA N<sup>o</sup> 396/2008 e Portaria 2914/11.

## 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 3.1. VARIÁVEIS DE CAMPO

As tabelas a seguir apresentam dados registrados em campo obtidos nos meses de abril de 2012 a abril de 2014. Os resultados que não atenderam as legislações estão destacados em vermelho.

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 apresenta-se mais elevada no PM03, seguido do PM04.

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, o ponto PM03 apresentou maior condutividade e conseqüentemente maior quantidade de sólidos, como observado na **Tabela 1**.

**Tabela 1 - Valores de sólidos totais dissolvidos e condutividade obtidos em campo nos PM (Poços de Monitoramento).**

	SÓLIDOS TOTAIS DISSOLVIDOS				CONDUTIVIDADE			
	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04
abr/12	11	6	21	20	16	9	33	134,2
mai/12	8	9	23	160	13	14	35	25
ago/12	16	8	25	15	24	13	39	23
set/12	8	9	-	13	13	14	-	23
out/12	9	8	34	16	14	13	52	24
nov/12	12	9	30	15	19	14	46	23
dez/12	9	9	25	18	13	14	38	27
jan/13	10	8	20	23	15	12	30	35
fev/13	11	8	27	37	17	13	42	56
mar/13	8	8	20	30	16	12	31	46
abr/13	11	9	27	31	17	13	41	48
mai/13	10	9	26	8	19	13	40	12
jun/13	10	10	35	17	15	15	54	26
jul/13	10	18	70	25	16	28	108	38
ago/13	10	12	36	18	16	19	55	28
out/13	8	9	34	13	12	12	52	20
nov/13	12	9	38	18	18	15	59	28
dez/13	7,6	7,37	20,4	9,49	13,8	13,4	37,1	17,3
jan/14	10	9	27	15	16	15	42	20
fev/14	10	10	22	24	15	15	33	37
mar/14	-	11	28	32	-	17	42	49
abr/14	12	11	25	26,4	19	17	39	42,6

O pH registrado nos poços monitorados apresenta-se ácido em todas as campanhas. De acordo FEITOSA & FILHO (2000), a maioria das águas subterrâneas tem pH entre 5,5 e 8,5. 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. Sendo assim, as águas atendem ao CONAMA 396/08, no qual não há limites para pH.

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. A turbidez registrada em todo o monitoramento mostrou-se de baixa a moderada, com exceção do PM03, no qual a turbidez é sempre elevada, e não atende ao preconizado na legislação, sendo que o

valor máximo permitido na legislação para consumo humano é de 5 NTU. A **Tabela 2** apresenta os resultados de pH e turbidez na UHE Teles Pires.

**Tabela 2 - Valores de pH e turbidez obtidos em campo nos PM (Poços de Monitoramento).**

	pH				TURBIDEZ			
	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04
abr/12	5,83	5,96	7,11	6,09	2,6	26,1	19,3	9,3
mai/12	7,34	5,42	6,57	5,78	1,6	4,55	8,1	0,94
ago/12	5,47	5,44	6,35	5,42	1,34	4,96	28,2	0,8
set/12	5,07	4,29	-	4,49	5,63	1,66	-	12,4
out/12	4,97	4,49	5,62	4,71	6,64	4,3	41,9	7,1
nov/12	5,07	4,8	5,56	4,86	0,5	1,79	20,8	29,3
dez/12	4,84	4,88	5,69	4,83	0,14	2,76	48,2	6,34
jan/13	4,76	4,95	5,52	4,73	0,83	3,96	26,6	0,87
fev/13	5,14	5,35	6,01	5,14	1	2,19	47,5	1,13
mar/13	4,88	4,89	5,51	5,08	4,31	1,56	98,8	4,42
abr/13	4,69	3,63	5,56	4,94	0,49	1,84	70,9	0,97
mai/13	4,96	4,68	5,5	5,27	1	1,42	42,5	1,11
jun/13	5,03	5,2	5,88	5,15	0,88	0,5	13,8	10
jul/13	4,56	5,3	5,61	5,11	0,55	2,38	10,6	0,69
ago/13	5,27	5,22	5,48	6,3	3,5	0,74	22,9	1,69
out/13	4,66	4	5,92	5,82	1	1	6,26	1
nov/13	3,84	3,87	5,77	4,96	1	2,66	3,81	3
dez/13	5,38	5,45	6,04	5,53	4,86	1,18	4,47	1,58
jan/14	5,5	5,7	5,5	4,48	1	1	15,5	0,7
fev/14	4,21	5,2	5,39	4,79	1	1	14,4	1
mar/14	-	4,56	5,62	3,17	-	2,31	30,1	4,58
abr/14	4,74	5,17	5,7	5,88	0,7	1,25	57,4	0,67

O nitrato é um dos íons mais encontrados em águas naturais, geralmente ocorrendo em baixos teores nas águas superficiais, mas podendo atingir altas concentrações em águas profundas, de acordo com ALABURDA & NISHIHARA (1998). Nas amostras monitoradas nos poços, durante todo o monitoramento, o nitrato atendeu a legislação.

O nitrito em abril de 2014 apresentou um valor acima do permitido pela Portaria 2914 apenas no PM04 (2,9 mg/L), o que pode ter relação com as chuvas fortes que caíram na região nesse período. As chuvas podem dissolver substâncias e arrastá-las para os aquíferos.

De acordo com ALABURDA & NISHIHARA (1998) o nitrito, quando presente na água de consumo humano, tem um efeito mais rápido e pronunciado 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. A **Tabela 3** registra os valores de nitrato e nitrito medidos nos poços de monitoramento.

**Tabela 3 - Valores de nitrato e nitrito obtidos em campo nos PM (Poços de Monitoramento).**

	NITRATO				NITRITO			
	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04
abr/12	0,4	0,3	0,05	0,15	0,001	0,01	0,028	0,116
ago/12	0,01	0,01	0,01	0,14	0,001	0,001	0,001	0,001
dez/12	0,02	0,04	0,03	0,01	0,003	0,001	0,015	0,002
abr/13	0,001	0,001	1,347	0,001	0,01	0,01	0,05	0,16
ago/13	0,01	0,01	0,04	0,09	0,001	0,001	0,786	0,013
dez/13	0,01	0,01	0,05	0,01	0,001	0,001	0,021	0,001
abr/14	0,2	0,3	0,05	2,9	0,2	0,3	0,05	2,9

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 pode ser um indicativo da presença de organismos patogênicos. Do total de amostras analisadas, 62,3% apresentaram contaminação. A maior contaminação por coliformes termotolerantes foi registrada nos poços PM02 e PM03, conforme o **Quadro 3** e a **Figura 2**. SILVA & ARAÚJO (2003) encontraram 90,8% de contaminação em amostras de água subterrânea utilizada para consumo humano em duas áreas urbanas na cidade de feira de Santana (BA).

Vários fatores podem ser responsáveis pela contaminação da água de poços, como a falta de manutenção do reservatório, localização do poço, lançamento de esgotos sanitários, ou mesmo pela ação de precipitações pluviométricas, afetando a qualidade das águas. A Portaria do Ministério da Saúde 2914/11 recomenda ausência (<1,0) desses organismos na água para consumo humano.

**Quadro 3 - Valores de coliformes termotolerantes**

Campanhas	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04
abr/12	0	2	47,8	0
mai/12	1	13	7,5	47
ago/12	0	0	0	0
dez/12	0	42,9	200	40,6
abr/13	0	831	200	0
ago/13	0	200	200	0
dez/13	0	75	73,8	31
abr/14	3,1	2	9,9	12,4

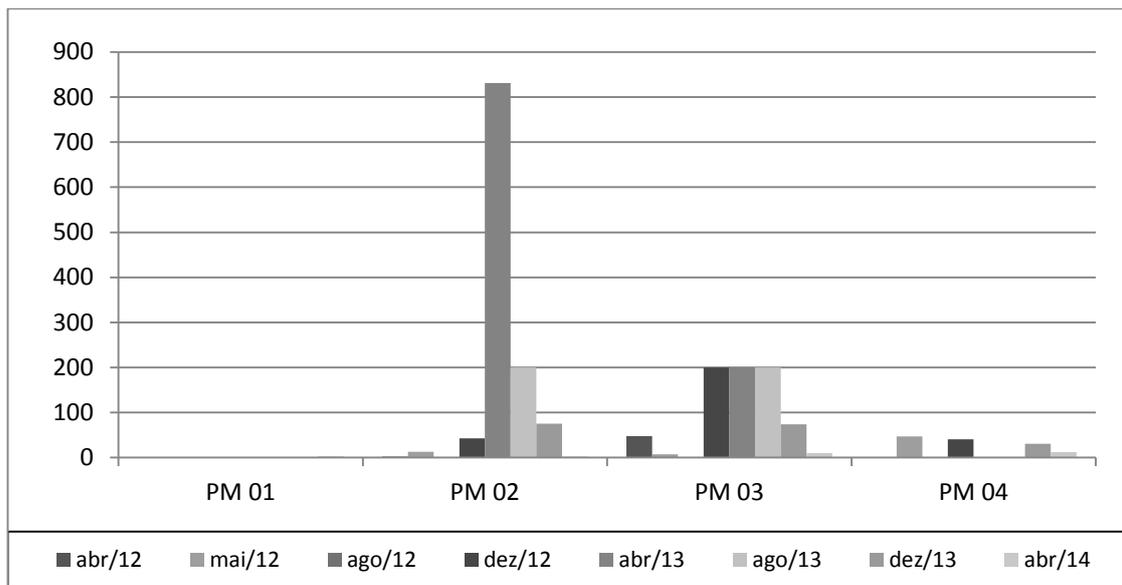


Figura 2 - Registro de coliformes termotolerantes nos Poços de monitoramento da UHE Teles Pires.

### 3.2. VARIÁVEIS DE LABORATÓRIO

A **Tabela 4** a seguir apresenta todos os resultados das análises realizadas em laboratório durante o período de estudos. Os resultados que não atenderam a legislação estão destacados em vermelho.

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

**Tabela 4 - Resultados obtidos através das análises de laboratório da água da UHE Teles Pires.**

PARAMETROS	CAMPANHAS	PONTOS				Legislações (VMP)	
		PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11
Alumínio total (mg/L)	Abril/2012	0,511	0,142	1,551	0,086	0,2	0,2
	Agosto/2012	0,258	0,153	1,263	0,046		
	Dezembro/2012	0,423	0,497	0,437	0,463		
	Abril/2013	1,294	1,194	0,461	0,083		
	Agosto/2013	2,098	0,087	7,689	7,677		
	Dezembro/2013	1,104	0,123	0,579	0,085		
	Abril/2014	1,02	0,011	0,026	0,016		
Arsênio Total (mg/L)	Abril/2012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01	0,01	0,01
	Agosto/2012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
	Dezembro/2012	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
	Abril/2013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
	Agosto/2013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
	Dezembro/2013	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
	Abril/2014	< 0,01	< 0,01	< 0,01	< 0,01		
Cádmio Total (mg/L)	Abril/2012	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001	0,005	0,005
	Agosto/2012	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
	Dezembro/2012	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
	Abril/2013	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
	Agosto/2013	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
	Dezembro/2013	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

PARAMETROS	CAMPANHAS	PONTOS				Legislações (VMP)	
		PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11
	Abril/2014	< 0,001	< 0,001	< 0,001	< 0,001		
Cálcio Total (mg/L)	Abril/2012	2,596	3,221	6,903	4,916	NR	NR
	Agosto/2012	4,94	11,24	9,381	10,93		
	Dezembro/2012	29,58	30,27	22,95	32,19		
	Abril/2013	20,16	19,19	13,67	12,35		
	Agosto/2013	48,24	0,553	10,53	10,88		
	Dezembro/2013	9,962	14,3	16,28	11,57		
	Abril/2014	5,2	<0,05	3,20	4,0		
Cromo Total (mg/L)	Abril/2012	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,05	0,05
	Agosto/2012	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
	Dezembro/2012	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
	Abril/2013	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
	Agosto/2013	0,009	0,007	0,005	< 0,005		
	Dezembro/2013	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
	Abril/2014	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
Chumbo Total (mg/L)	Abril/2012	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	0,01	0,01
	Agosto/2012	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
	Dezembro/2012	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
	Abril/2013	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
	Agosto/2013	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
	Dezembro/2013	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		
	Abril/2014	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005		

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

PARAMETROS	CAMPANHAS	PONTOS				Legislações (VMP)	
		PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11
Cloreto Total (mg/L)	Abril/2012	3	3	2	3	250,0	250,0
	Agosto/2012	9,2	9,2	8,8	9,2		
	Dezembro/2012	7,56	8,82	6,3	8,82		
	Abril/2013	13,4	15,2	11,7	14,7		
	Agosto/2013	7,5	9,0	9,5	6,5		
	Dezembro/2013	9	10,5	9	6,6		
	Abril/2014	15,5	11,0	10,5	11,5		
Cobalto Total (mg/L)	Abril/2012	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006	NR	NR
	Agosto/2012	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006		
	Dezembro/2012	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006		
	Abril/2013	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006		
	Agosto/2013	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006		
	Dezembro/2013	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006		
	Abril/2014	< 0,006	< 0,006	< 0,006	< 0,006		
Cobre total (mg/L)	Abril/2012	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003	2,0	2,0
	Agosto/2012	<0,003	<0,003	<0,003	<0,003		
	Dezembro/2012	<0,003	<0,003	<0,003	0,004		
	Abril/2013	<0,003	0,013	<0,003	<0,003		
	Agosto/2013	0,027	0,006	0,03	0,029		
	Dezembro/2013	0,012	0,013	0,012	0,011		
	Abril/2014	<0,003	0,005	0,007	0,008		
	Abril/2012	4	2	8	6		

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

PARAMETROS	CAMPANHAS	PONTOS				Legislações (VMP)	
		PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11
Dureza Total (mg/L)	Agosto/2012	10	10	18	18	NR	500,0
	Dezembro/2012	8	6	6	14		
	Abril/2013	10,0	10,0	16,0	20,0		
	Agosto/2013	7,2	3,6	9,0	12,6		
	Dezembro/2013	20	23,5	33,3	16		
	Abril/2014	2,0	2,0	18,0	14,0		
Ferro total (mg/L)	Abril/2012	0,359	0,193	0,584	0,176	0,3	0,3
	Agosto/2012	0,180	0,237	0,270	0,035		
	Dezembro/2012	0,065	0,111	0,398	0,078		
	Abril/2013	2,942	2,745	0,334	0,053		
	Agosto/2013	0,367	0,027	0,340	0,169		
	Dezembro/2013	0,467	0,201	0,351	0,059		
	Abril/2014	<0,001	0,35	0,22	0,02		
Manganês Total (mg/L)	Abril/2012	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007	0,1	0,1
	Agosto/2012	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007		
	Dezembro/2012	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007		
	Abril/2013	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007		
	Agosto/2013	0,079	0,009	0,142	0,149		
	Dezembro/2013	0,046	0,064	0,061	0,045		
	Abril/2014	< 0,007	< 0,007	< 0,007	< 0,007		
	Abril/2012	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	0,001	0,001
	Agosto/2012	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001		

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

PARAMETROS	CAMPANHAS	PONTOS				Legislações (VMP)	
		PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11
Mercúrio Total (mg/L)	Dezembro/2012	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001		
	Abril/2013	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001		
	Agosto/2013	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001		
	Dezembro/2013	0,004	0,005	0,003	0,005		
	Abril/2014	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001	< 0,0001		
Níquel Total (mg/L)	Abril/2012	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009	0,02	0,07
	Agosto/2012	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009		
	Dezembro/2012	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009		
	Agosto/2013	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009		
	Dezembro/2013	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009		
	Abril/2014	< 0,009	< 0,009	< 0,009	< 0,009		
Nitrogênio amoniacal (mg/L)	Abril/2012	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56	NR	NR
	Agosto/2012	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56		
	Dezembro/2012	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56		
	Abril/2013	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56		
	Agosto/2013	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56		
	Dezembro/2013	< 0,56	< 0,56	1,26	< 0,56		
	Abril/2014	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56		
Nitrogênio kjeldahl total (mg/L)	Abril/2012	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56	NR	NR
	Agosto/2012	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56		
	Dezembro/2012	< 0,56	< 0,56	< 0,56	< 0,56		
	Abril/2013	< 0,56	< 0,56	1,397	< 0,56		

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

PARAMETROS	CAMPANHAS	PONTOS				Legislações (VMP)	
		PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11
	Agosto/2013	< 0,56	< 0,56	0,826	0,103		
	Dezembro/2013	< 0,56	< 0,56	1,331	< 0,56		
	Abril/2014	< 0,56	< 0,56	1,397	< 0,56		
Potássio Total (mg/L)	Abril/2012	1,457	1,152	6,122	1,412	NR	NR
	Agosto/2012	0,421	0,315	2,476	0,329		
	Dezembro/2012	0,055	0,045	0,164	0,051		
	Abril/2013	0,024	0,017	0,052	0,015		
	Agosto/2013	2,316	0,892	8,978	2,407		
	Dezembro/2013	1,777	0,99	3,802	0,991		
	Abril/2014	1,56	0,852	3,226	1,018		
Sódio Total (mg/L)	Abril/2012	4,336	5,708	8,877	6,801	200,0	200,0
	Agosto/2012	2,974	4,62	14,15	5,263		
	Dezembro/2012	19,71	21,06	13,19	21,18		
	Abril/2013	2,513	2,343	3,533	3,351		
	Agosto/2013	19,59	1,508	26,78	20,52		
	Dezembro/2013	3,34	5,498	4,999	4,017		
	Abril/2014	3,32	6,004	5,237	4,730		
Sólidos Totais (mg/L)	Abril/2012	35	48	91	41	NR	NR
	Agosto/2012	6	9	40	20		
	Dezembro/2012	33	56	47	48		
	Abril/2013	18,0	21,0	2184,0	42,0		
	Agosto/2013	29,0	31,0	26,0	54,0		

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

PARAMETROS	CAMPANHAS	PONTOS				Legislações (VMP)	
		PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11
	Dezembro/2013	58	43	113	33		
	Abril/2014	24,0	28,0	51,0	55,0		
Sulfato total (mg/L)	Abril/2012	< 0,11	< 0,01	3	< 0,11	250,0	250,0
	Agosto/2012	< 0,11	< 0,11	1	< 0,11		
	Dezembro/2012	< 0,11	< 0,11	1	< 0,11		
	Abril/2013	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11		
	Agosto/2013	1,0	< 0,11	6,0	< 0,11		
	Dezembro/2013	< 0,11	< 0,11	< 0,11	< 0,11		
	Abril/2014	< 0,11	2,0	< 0,11	< 0,11		

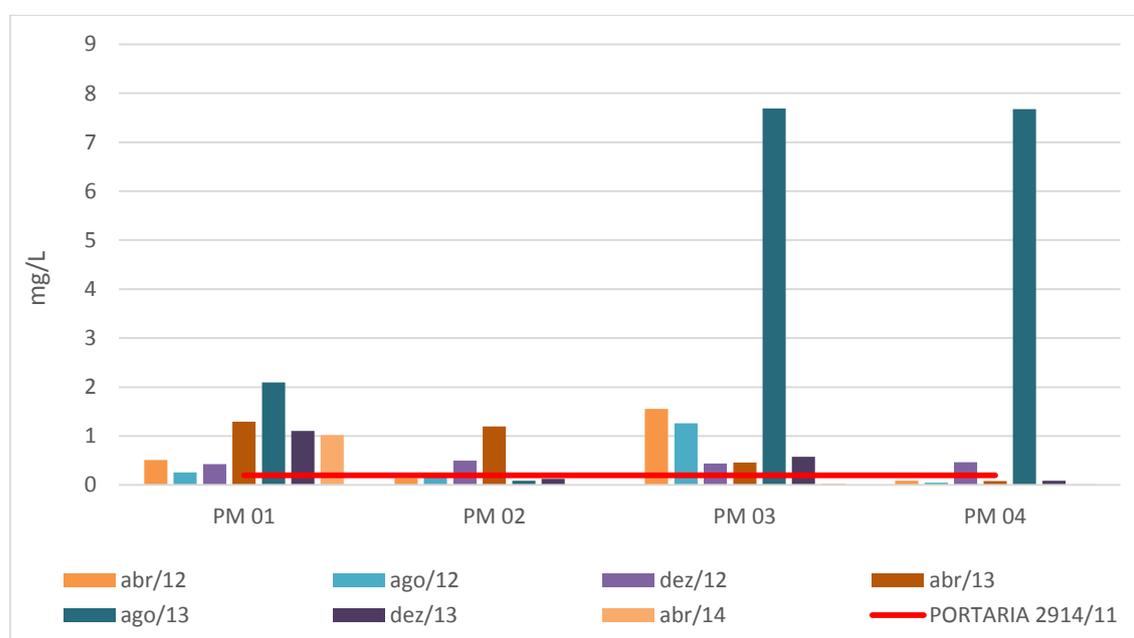
NR – Não há recomendação na legislação

VMP – Valor máximo permitido

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

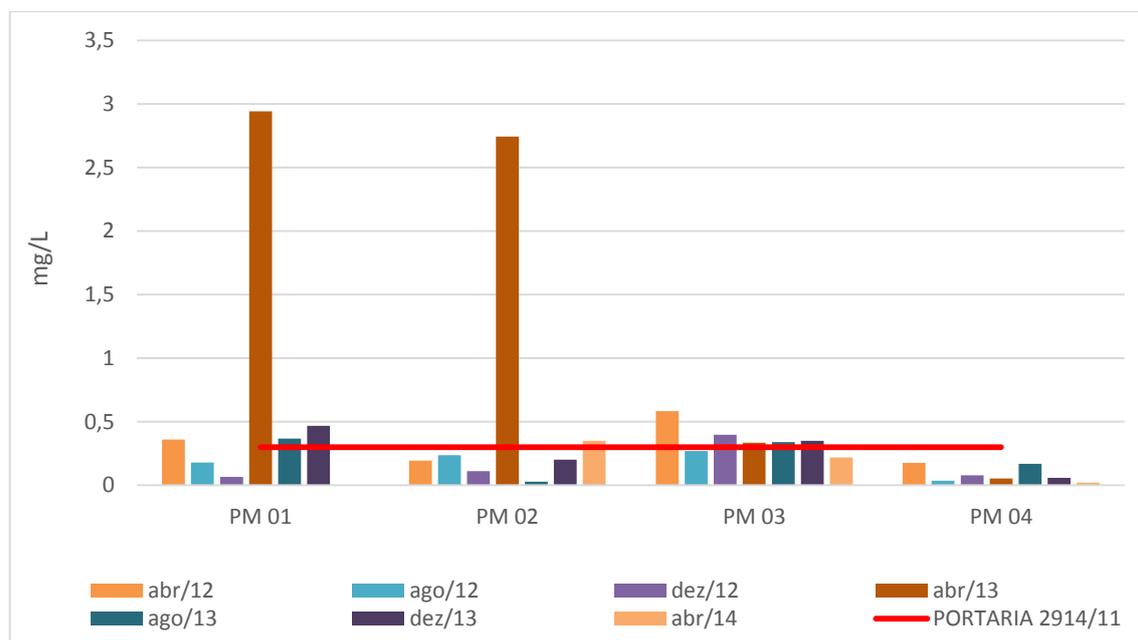
Os elementos alumínio e ferro apareceram desde o início do monitoramento com valores acima do permitido pela legislação em várias campanhas.

O valor máximo permitido para o alumínio nas legislações é de 0,2 mg/L (**Figura 3**). É comum, nesta região, aparecer concentrações de alumínio na água, corroborando 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 sua dissolução nas águas subterrâneas.



**Figura 3 - Valores de alumínio nos poços da UHE Teles Pires.**

O ferro apresentou valor superior ao recomendado pela legislação nos poços PM01, PM02 e PM03 em algumas campanhas (**Figura 4**). 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 a 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).



**Figura 4 – Valores de ferro nos poços da UHE Teles Pires.**

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.

O mercúrio foi registrado nos poços em dezembro de 2013 acima do permitido pela legislação, porém, em abril já não houve registro desse elemento, o que pode ser algum tipo de fonte difusa. O mercúrio é relativamente incomum na crosta terrestre e a sua liberação ocorre por processos naturais (erosão e atividade vulcânica) e mineração. As atividades antropogênicas são as principais fontes de contaminação do ambiente. Uma vez liberado, o mercúrio permanece no ambiente, onde assume diversas formas químicas. As emissões para o ar ocorrem principalmente na forma de mercúrio elementar, que é muito estável e pode permanecer na atmosfera por muito tempo, possibilitando seu transporte a longas distâncias (CETESB, 2012).

O **Quadro 4** a seguir apresenta os resultados das análises realizadas em relação aos parâmetros orgânicos.

**Quadro 4 – Resultados dos Parâmetros Orgânicos obtidos no Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea em todas as campanhas.**

PARAMETROS	CAMPANHAS	PONTOS				LEGISLAÇÕES VMP		
		PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11	UNID
Benzeno *	Abril/2012	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004	5,0	5,0	µg/L
	Agosto/2012	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004			
	Dezembro/2012	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004			
	Abril/2013	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004			
	Agosto/2013	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004			
	Dezembro/2013	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004			
	Abril/2014	< 0,004	< 0,004	< 0,004	< 0,004			
Etilbenzeno *	Abril/2012	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2	200,0	0,2	µg/L
	Agosto/2012	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
	Dezembro/2012	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
	Abril/2013	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
	Agosto/2013	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
	Dezembro/2013	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
	Abril/2014	< 0,2	< 0,2	< 0,2	< 0,2			
Tolueno *	Abril/2012	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17	170,0	0,17	µg/L
	Agosto/2012	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17			
	Dezembro/2012	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17			
	Abril/2013	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17			
	Agosto/2013	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17			
	Dezembro/2013	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17			
	Abril/2014	< 0,17	< 0,17	< 0,17	< 0,17			
Xileno *	Abril/2012	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	300,0	300,0	µg/L
	Agosto/2012	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
	Dezembro/2012	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
	Abril/2013	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
	Agosto/2013	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
	Dezembro/2013	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
	Abril/2014	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
Aldicarbe **	Abril/2012	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0	10,0	10,0	µg/L
	Agosto/2012	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0			
	Dezembro/2012	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0			
	Abril/2013	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0			
	Agosto/2013	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0			
	Dezembro/2013	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0			
	Abril/2014	< 2,0	< 2,0	< 2,0	< 2,0			
	Abril/2012	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0			
	Agosto/2012	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0			
	Dezembro/2012	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0			

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

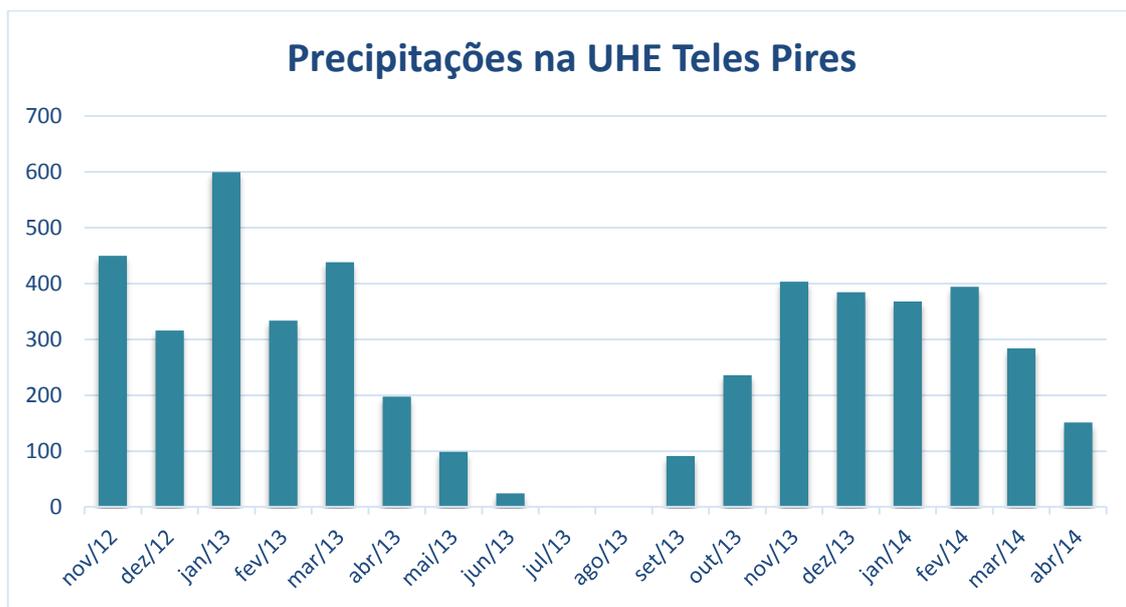
PARAMETROS	CAMPANHAS	PONTOS				LEGISLAÇÕES VMP		
		PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	396/08	2914/11	UNID
Carbofurano **	Abril/2013	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0	7,0	7,0	µg/L
	Agosto/2013	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0			
	Dezembro/2013	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0			
	Abril/2014	< 1,0	< 1,0	< 1,0	< 1,0			
Pentaclorofenol **	Abril/2012	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002	9,0	9,0	µg/L
	Agosto/2012	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
	Dezembro/2012	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
	Abril/2013	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
	Agosto/2013	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
	Dezembro/2013	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			
	Abril/2014	< 0,002	< 0,002	< 0,002	< 0,002			

\*BTEX; \*\*Inseticidas.

Durante todo o monitoramento, 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 nenhuma contaminação das águas subterrâneas por essas substâncias orgânicas durante o período de estudo.

### 3.3. COMPARAÇÃO DOS NÍVEIS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA COM DADOS DO PROGRAMA HIDROSSSEDIMENTOLÓGICO

De acordo com dados do Programa de Monitoramento Hidrossedimentológico da UHE Teles Pires, as maiores precipitações na região ocorrem nos meses de outubro a abril e o período de estiagem se estende de maio a setembro, sendo que nos meses junho a agosto a precipitação é praticamente igual a zero, conforme podemos verificar na **Figura 5**.



**Figura 5 – Índices de pluviometria na UHE Teles Pires.**

A infiltração da água no solo está sujeita a diversos fatores, como o tipo de solo (permeabilidade), o relevo, a umidade do solo, a temperatura do solo que pode favorecer a evaporação diminuindo a infiltração, o tipo de chuva (intensidade e duração).

No geral, as informações acima corroboram com os registros dos níveis de água subterrânea, os quais apresentam decréscimo nos meses de menor precipitação (agosto e setembro), e a partir de outubro os níveis começam a subir. O fluxo da água subterrânea pode sofrer variações no sentido, seja pela oscilação de estações seca e chuvosa, seja pelo rebaixamento do lençol freático por ações antrópicas.

### 3.4. LEITURAS DOS NÍVEIS D'ÁGUA

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 de períodos chuvosos, o nível da água começa a subir.

Na **Figura 6** estão apresentadas as leituras de abril de 2012 a maio de 2014. Verificamos que o nível dos poços apresenta relação direta com o regime pluviométrico, o qual é regulado pela sazonalidade local, e todos os poços apresentaram um comportamento bem semelhante. O PM01 é um poço mais raso e mostra pequena variação no nível da água. Identificamos alguns picos durante o monitoramento do nível da água nos poços, que podem estar relacionados a eventos chuvosos na região. Percebe-se que todos os poços seguem a mesma tendência.

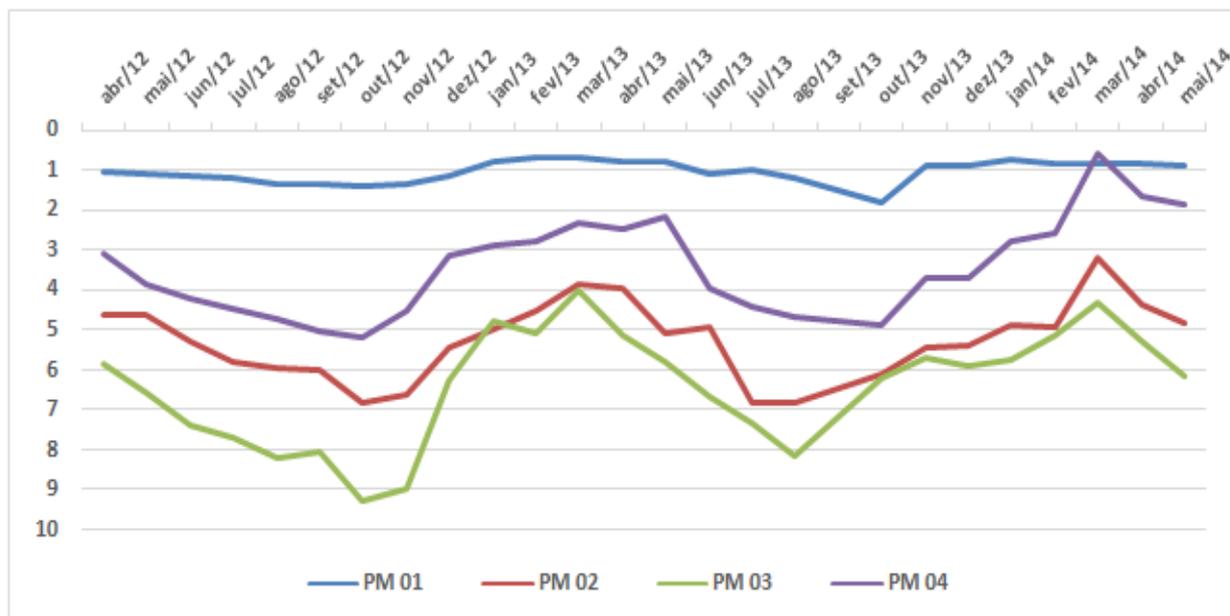


Figura 6 - Leituras dos níveis dos 4 (quatro) poços de monitoramento da UHE Teles Pires durante todo o período de estudo.

## PIEZÔMETROS

A seguir estão apresentadas as informações sobre os níveis medidos nos Piezômetros monitorados na área de influência da UHE Teles Pires. O **Quadro 5** apresenta os níveis medidos nos piezômetros durante todo o monitoramento.

**Quadro 5 – Leituras de nível d’água nos piezômetros.**

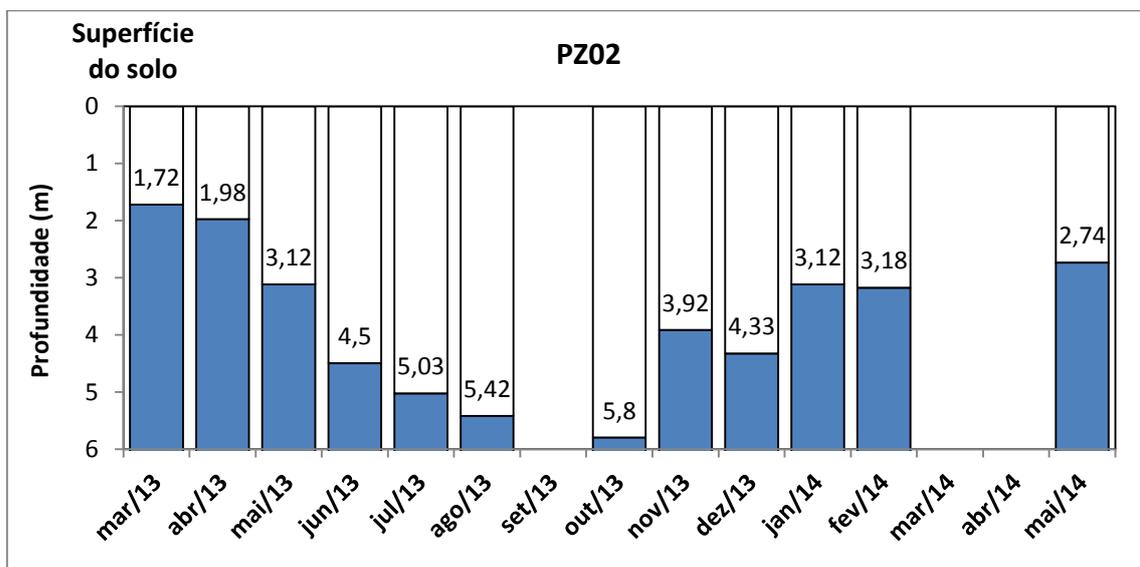
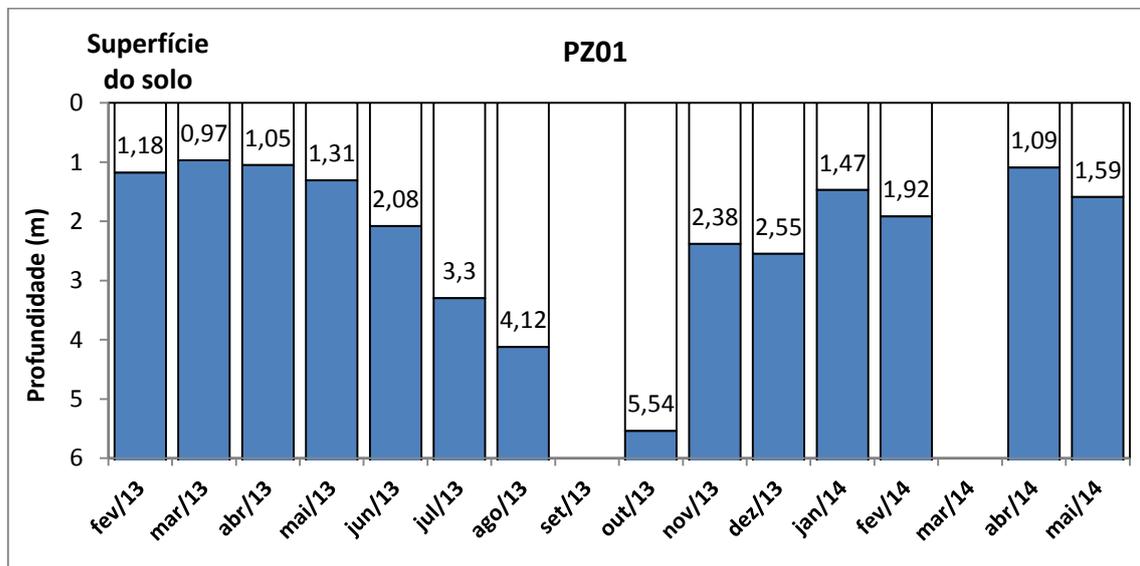
PZ															
	PZ01	PZ02	PZ03	PZ04	PZ05	PZ06	PZ07	PZ08	PZ09	PZ10	PZ11	PZ12	PZ13	PZ14	PZ15
JANEIRO/13	-	-	-	-	0,83	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
FEVEREIRO/13	1,18	2,07	5,16	-	2,6	-	-	-	-	-	-	1,85	-	-	2,18
MARÇO/13	0,97	1,72	4,21	-	1,88	-	-	-	-	-	-	2,36	-	-	2,27
ABRIL/13	1,05	1,98	4,15	6,43	2,41	2,06	3,9	7,35	6,18	5,83	5,72	2,23	5,8	5,27	2,3
MAIO/13	1,31	3,12	4,87	6,8	2,88	2,04	4,35	8,14	6,63	5,89	5,78	2,98	6,21	5,42	2,41
JUNHO/13	2,08	4,5	6,27	-	3,24	2,12	5,06	9,58	7,5	6,57	6,8	3,77	7,43	7,82	3,41
JULHO/13	3,3	5,03	7,1	7,1	3,42	2,18	5,47	10,41	8,14	7,07	7,78	2,82	7,91	8,21	3,81
AGOSTO/13	4,12	5,42	7,88	7,1	3,68	2,63	5,48	11,14	8,62	7,53	9,52	4,47	8,33	8,5	3,22
SETEMBRO/13	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
OUTUBRO/13	5,54	5,8	8,88	7,1	3,29	4,14	6,45	8,98	9,05	7,9	10,12	4,44	8,56	9,03	4,72
NOVEMBRO/13	2,38	3,92	7,3	7,16	2,67	2,59	5,0	10,23	6,0	5,26	5,74	3,45	6,91	6,6	2,89
DEZEMBRO/13	2,55	4,33	7,38	7,3	2,91	2,54	4,47	10,28	6,77	5,79	5,28	3,48	7,15	6,89	3,26
JANEIRO/14	1,47	3,12	6,39	6,84	2,8	2,04	4,08	8,93	5,22	5,79	4,77	2,51	6,98	6,76	3,21

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

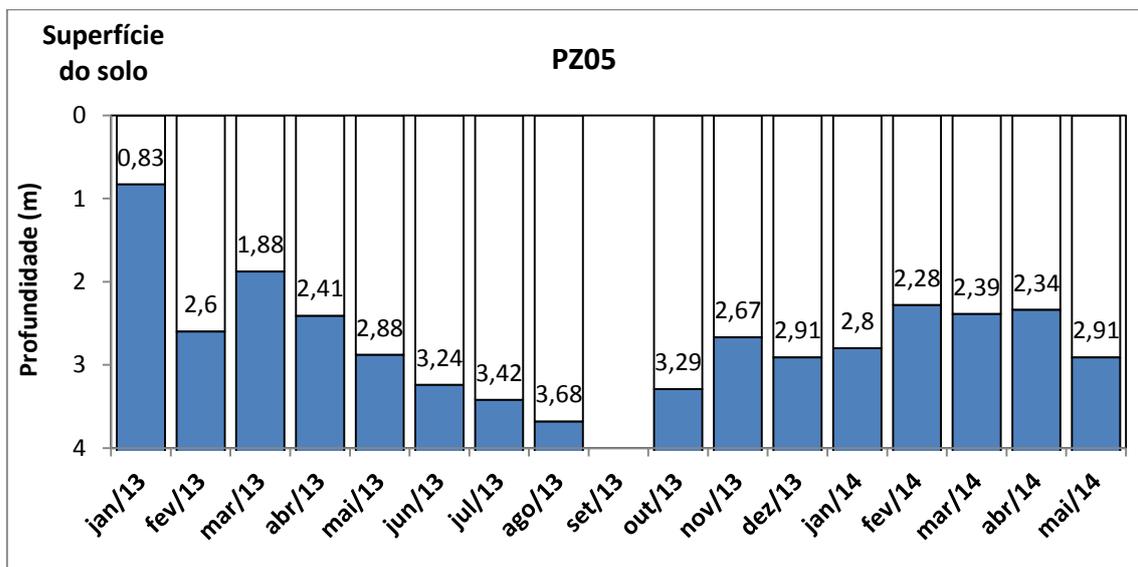
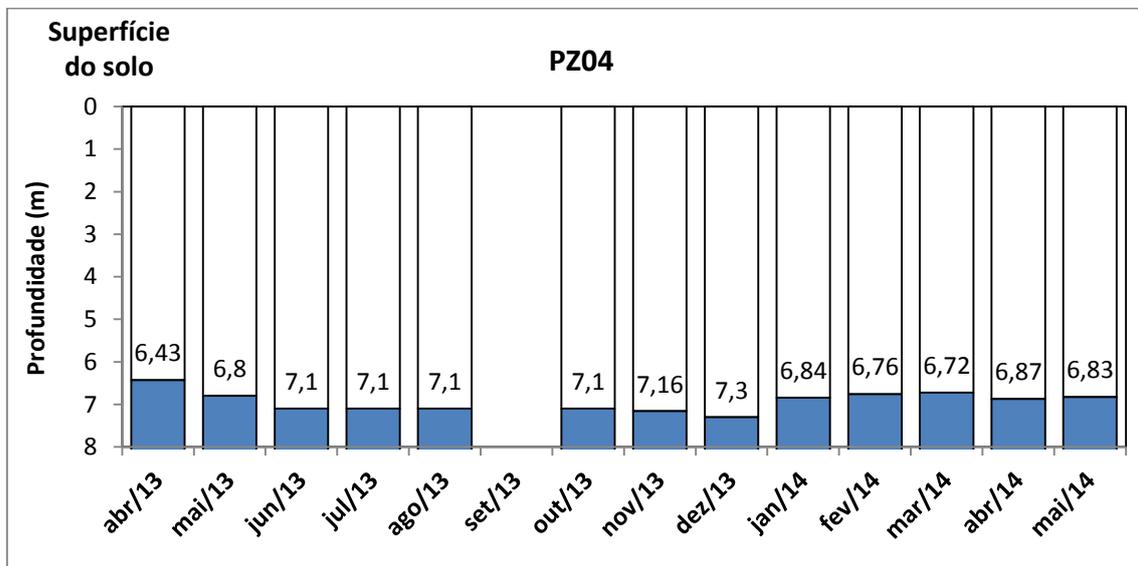
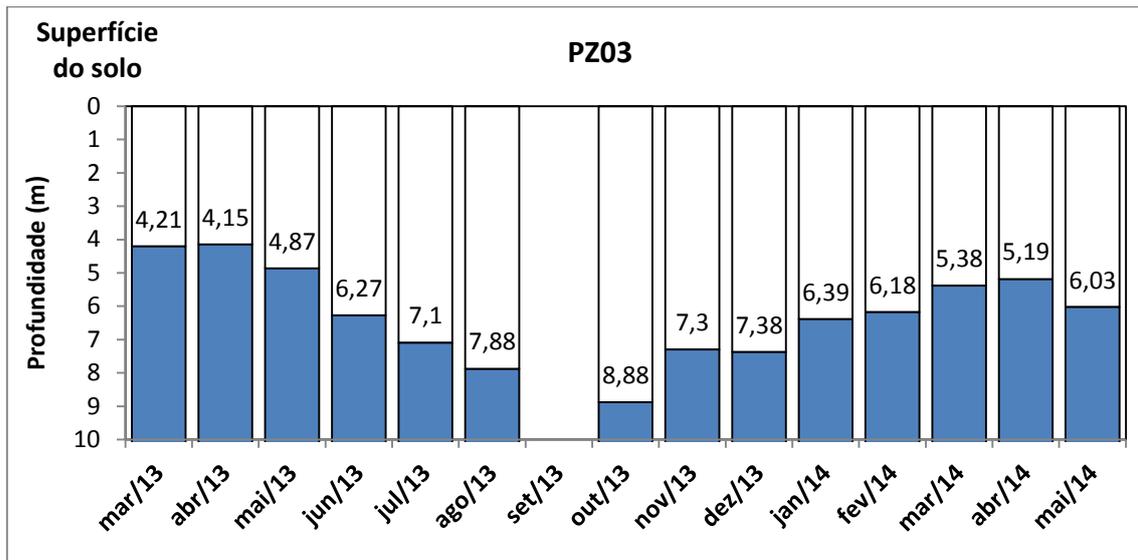
PZ	PZ01	PZ02	PZ03	PZ04	PZ05	PZ06	PZ07	PZ08	PZ09	PZ10	PZ11	PZ12	PZ13	PZ14	PZ15
	FEVEREIRO/14	1,92	3,18	6,18	6,76	2,28	2,27	4,02	8,65	5,21	5,47	5,19	2,19	5,29	6,13
MARÇO/14	-	-	5,38	6,72	2,39	2,64	3,81	7,39	5,92	4,76	4,08	0,12	4,52	4,32	2,91
ABRIL/14	1,09	-	5,19	6,87	2,34	2,51	3,9	7,34	5,97	5,6	4,16	1,4	4,89	4,66	3,28
MAIO/14	1,59	2,74	6,03	6,83	2,91	2,65	3,8	8,8	5,95	6,16	4,11	1,95	6,8	7,55	3,22

- nível não aferido.

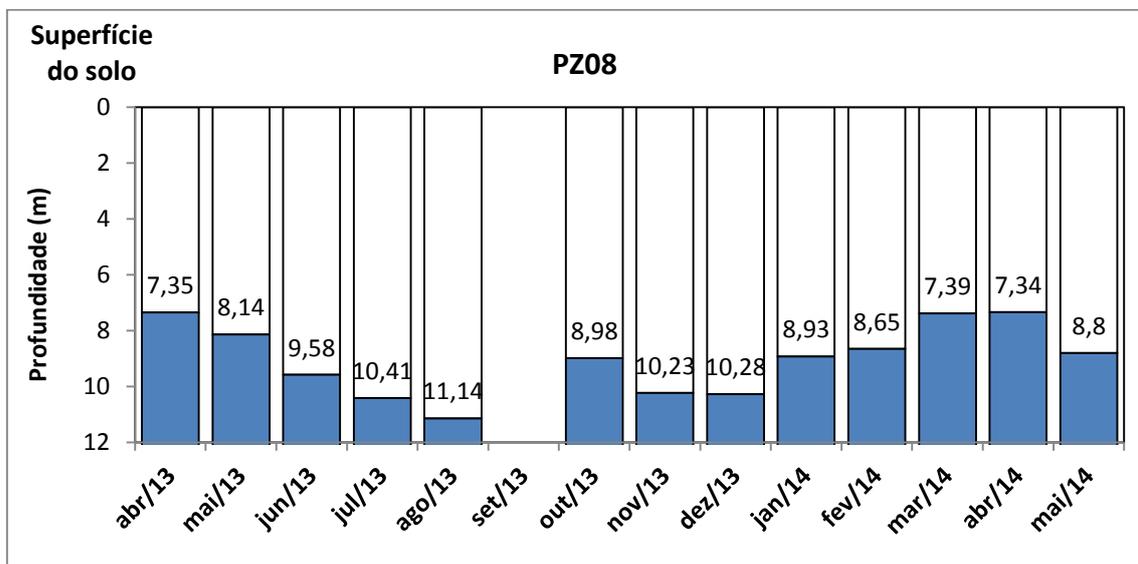
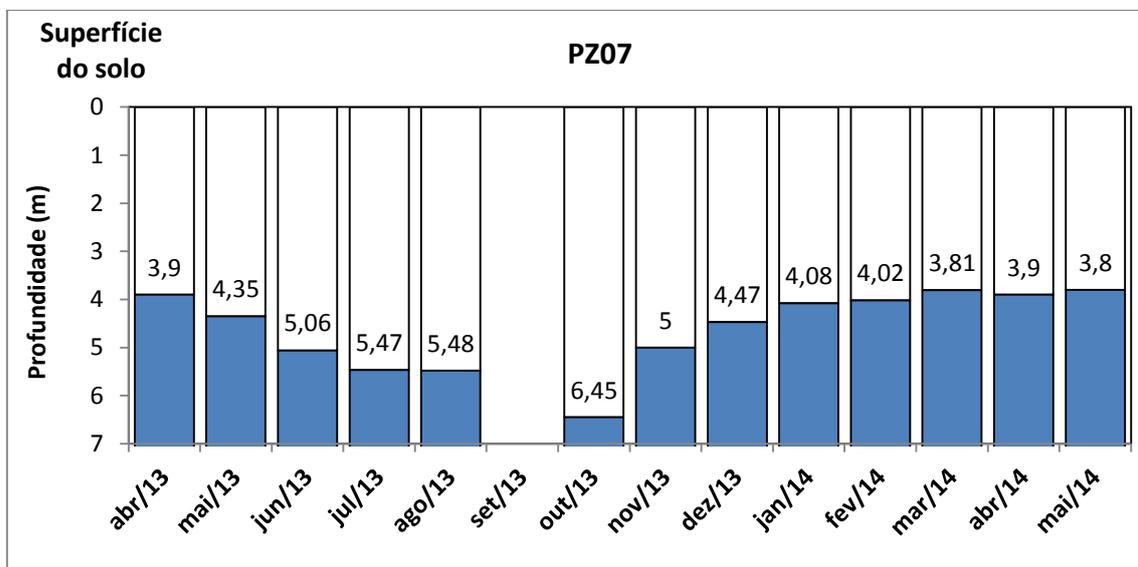
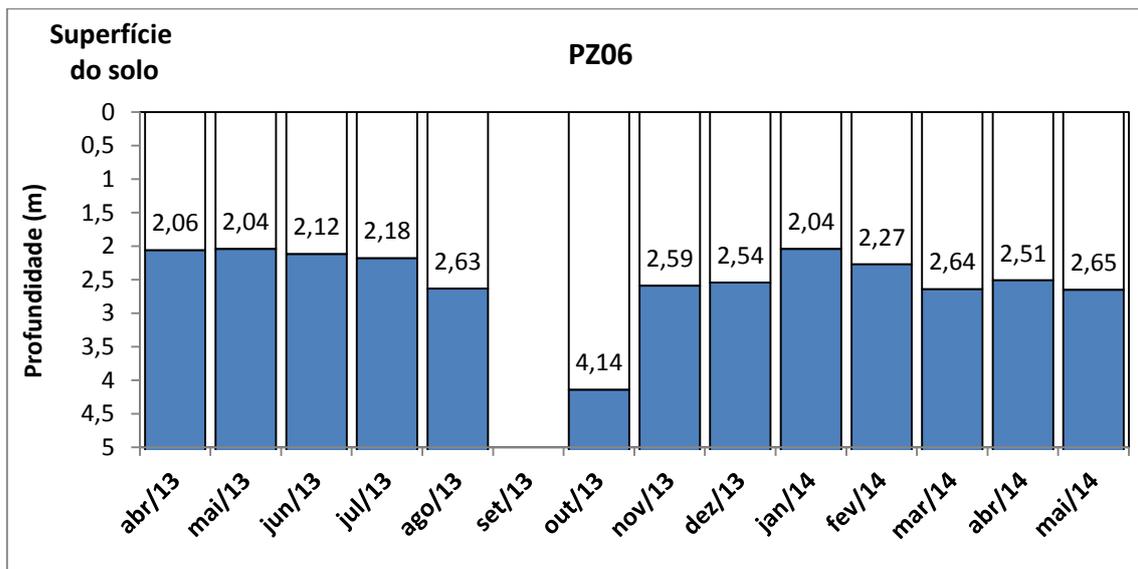
Segue abaixo a representação gráfica de todos os níveis medidos nos piezômetros monitorados no período de janeiro de 2013 a maio de 2014. De uma maneira geral, todos apresentam variações sazonais, com o período de seca registrando rebaixamento do nível da água. O PZ04 apresenta pequenas variações na faixa de 0,9 m. O PZ12 no mês de março mostrou grande elevação do nível, chegando a 0,12 m, o que tem relação com as fortes chuvas desse período, baixando mais de um (1) metro no mês seguinte.



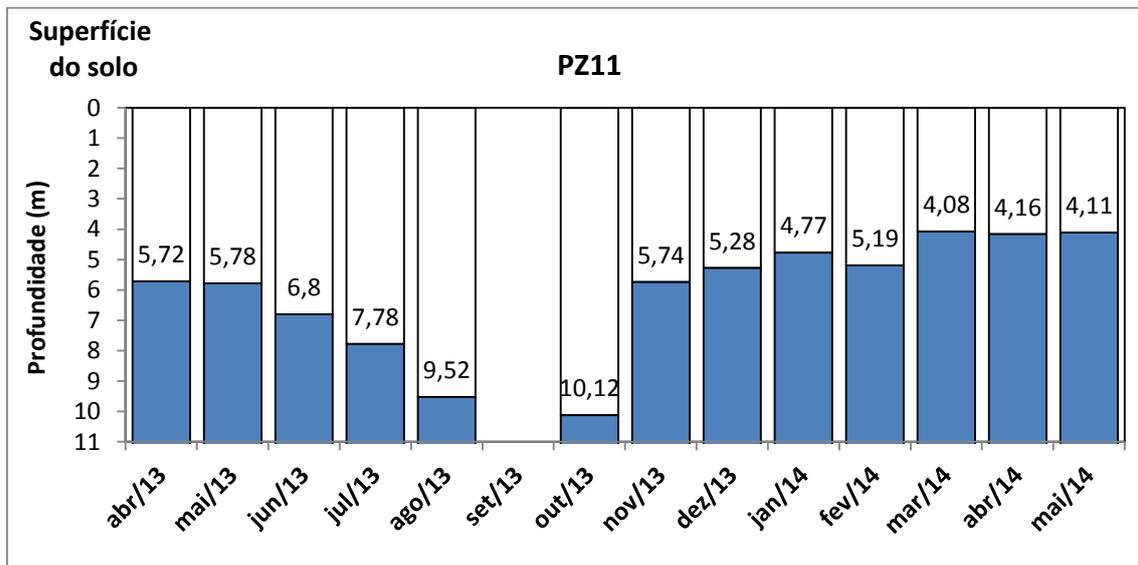
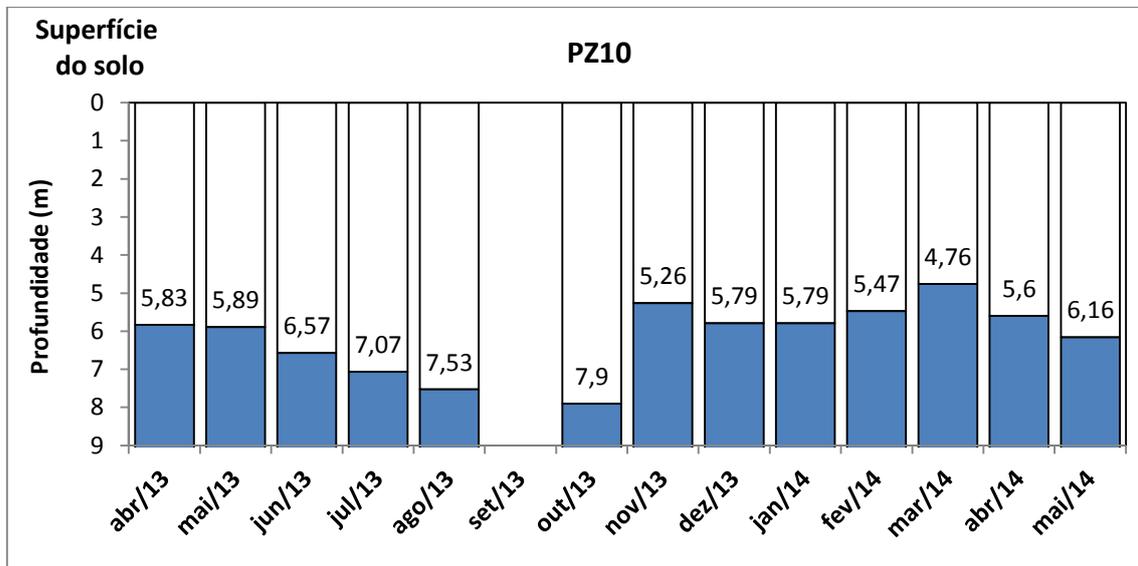
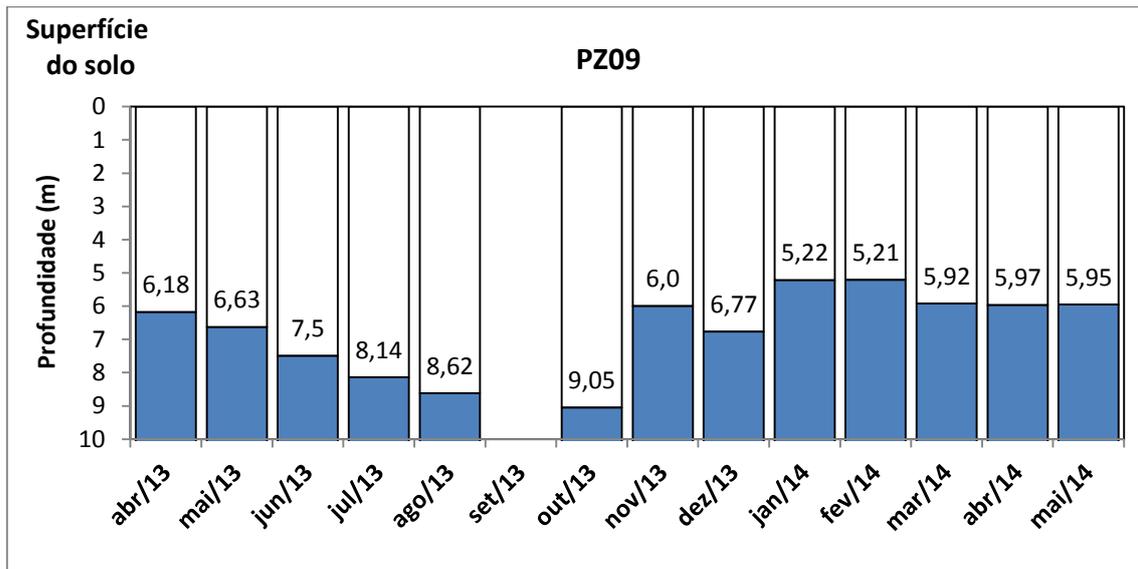
P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

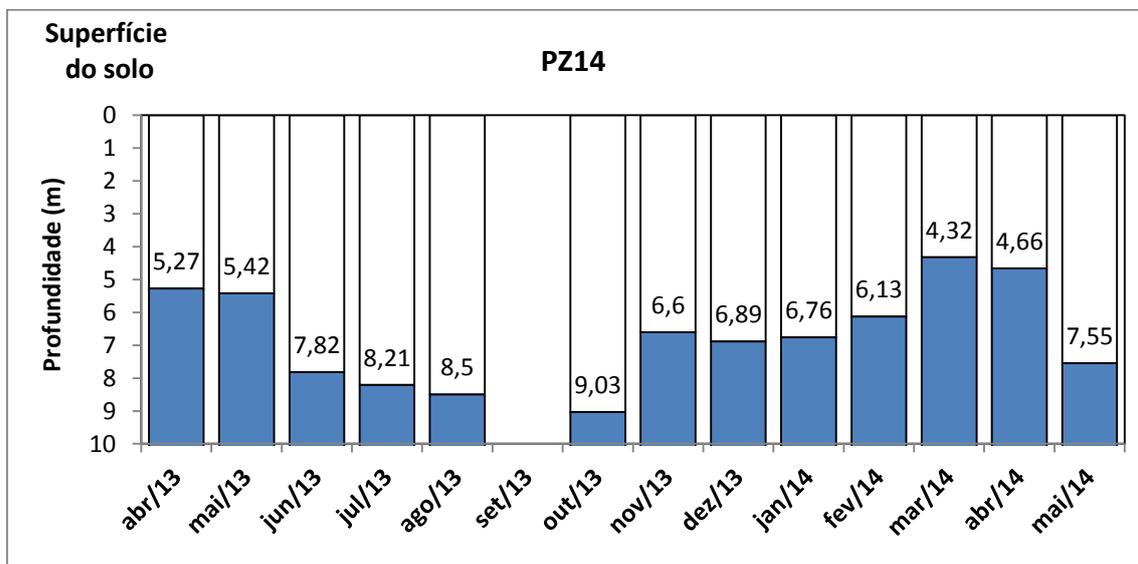
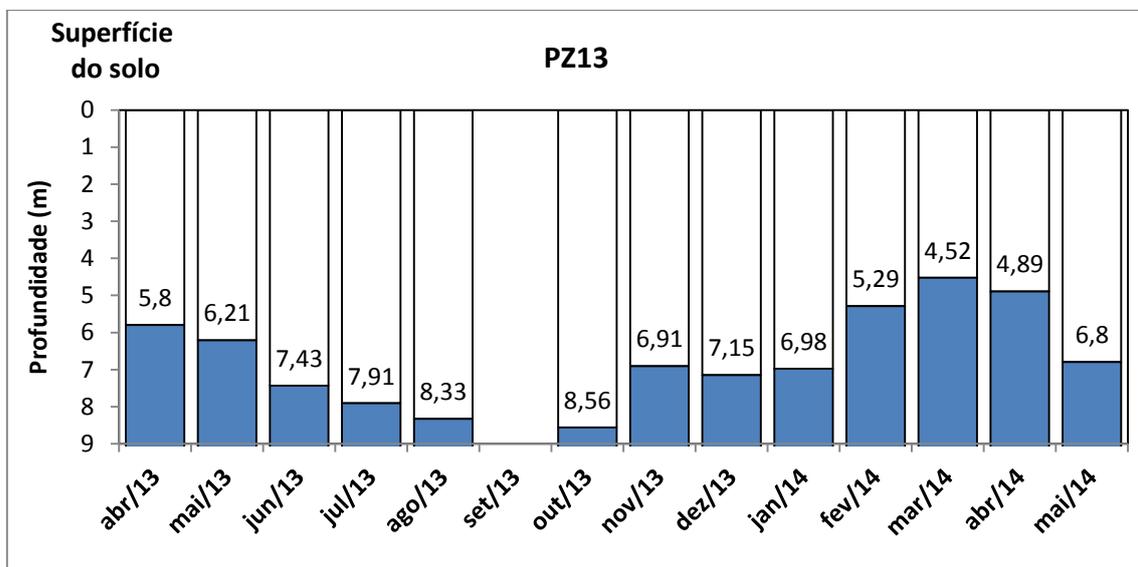
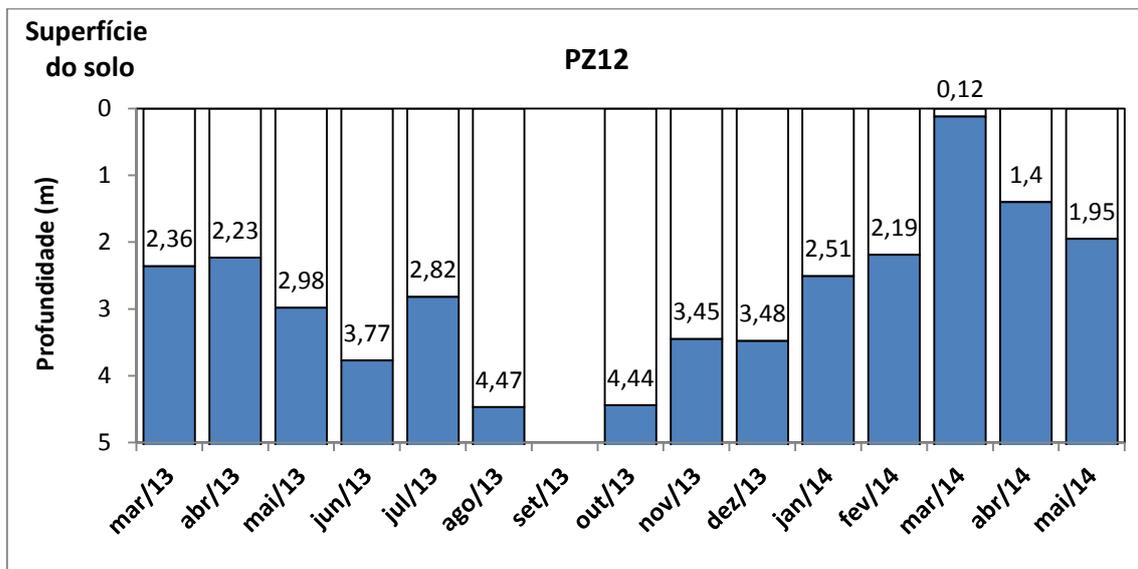


P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas



P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas





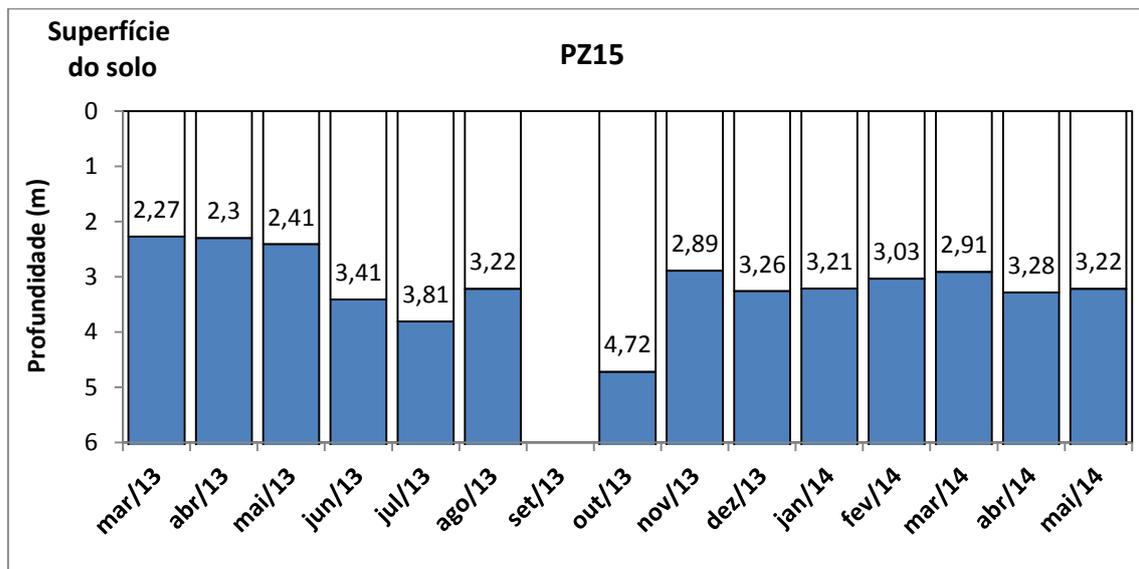


Figura 7 - Representação do nível d'água medido nos piezômetros nos meses de janeiro de 2013 a maio de 2014.

Podemos identificar semelhanças maiores no comportamento do nível de alguns poços (**Figura 8**), como nos PZ01, PZ02, PZ03, PZ06 e PZ09, todos localizados mais próximos um do outro. Os PZ09, PZ10, PZ11, PZ12, PZ13 e PZ14 apresentam grande semelhança na variação dos seus níveis, e também se encontram próximos um do outro, estes mais próximos a calha do rio. O PZ04 apresenta variações muito pequenas no nível.

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas



Figura 8 – Tendência dos níveis nos piezômetros localizados na UHE Teles Pires.

#### 4. AMBIENTES AMOSTRAIS

Seguem descrição e ilustrações dos 4 (quatro) poços já definidos como pontos de monitoramento da qualidade da água e identificados como PM:

##### 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.

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

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 medição de nível no poço PM01 estão apresentadas na **Figura 9**.



Figura 9 - Poço de Monitoramento 01 (PM 01).

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

O ponto PM 02 localiza-se próximo à intersecção da MT 206 com o rio Paranaíba, em área da propriedade Estância Rio Paranaíba. A **Figura 10** ilustra a coleta realizada no poço PM02, no qual a água é retirada da mangueira ligada ao poço.



Figura 10 - Poço de Monitoramento 02 (PM 02).

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

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 11** mostra os trabalhos de campo no poço PM03.



Figura 11- Poço de Monitoramento 03 (PM 03).

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

O ponto PM 04 localiza-se próximo à balsa do Cajueiro, na margem esquerda do rio Teles Pires. A **Figura 12** apresenta o registro de coletas realizadas no poço PM04.



**Figura 12 - Poço de Monitoramento 04 (PM 04).**

## PIEZÔMETROS

A seguir estão apresentados registros fotográficos das leituras de nível realizadas nos Piezômetros monitorados (**Figura 13**), identificados como PZ's:



**Figura 13 – Registro das leituras de nível realizadas nos piezômetros monitorados na UHE Teles Pires.**

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

---

A **Figura 14** apresenta o registro fotográfico da estrada que dá acesso aos PM01, PZ01 e PZ02, que não puderam ser monitorados nas campanhas de março e abril de 2014, em virtude da quantidade de chuva que caiu na região nesse período.



**Figura 14 – Acesso interdito aos PM01, PZ01 e PZ02 nos meses de março e abril de 2014.**

## **5. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O monitoramento da qualidade da água subterrânea e dos níveis da 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. 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, serão 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.

Todos os poços apresentam água com pH ácido. A condutividade elétrica esteve mais elevada nos PM03 e PM04 e conseqüentemente maior concentração de sólidos totais dissolvidos nesses poços. Ressalta-se que o PM03 não é utilizado para consumo humano. A turbidez demonstrou-se mais elevada no PM03, não atendendo ao limite permitido para consumo humano pela Portaria 2914/11 do Ministério da Saúde (< 5,0 mg/L NTU).

O elemento alumínio apresentou valores acima do determinado nas legislações em algumas campanhas. É comum, nesta região, aparecer concentrações de alumínio na água, o que corrobora com as informações do EIA/RIMA.

Assim como o alumínio, o elemento ferro também apresentou valores acima do estabelecido nas legislações em algumas campanhas. 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.

Desde o início do monitoramento, os poços que mais apresentaram contaminação fecal são os PM02 e PM03, e não atendem aos padrões de potabilidade. O PM01 somente registrou coliformes termotolerantes em duas (2) campanhas.

Não foram observadas contaminações por produtos orgânicos em nenhum dos poços monitorados na UHE Teles pires.

O monitoramento dos piezômetros teve início em janeiro de 2013 com a instalação de um (1) piezômetro, e em fevereiro começaram a ser monitorados seis (6) piezômetros, sendo que no mês de abril todos os piezômetros foram instalados e começaram a ser monitorados, um total de 15 Pz's.

Verificamos que o nível dos poços apresenta relação direta com o regime pluviométrico, o qual é regulado pela sazonalidade local, e todos os poços apresentaram um comportamento bem semelhante, o que foi confirmado com os dados de pluviometria do Programa de Monitoramento hidrossedimentológico.

Em março e abril de 2014 caíram fortes chuvas na região, elevando os níveis dos rios e interditando o acesso aos PM01, PZ01 e PZ02, que não foram monitorados nesse período.

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

---

De uma maneira geral, os níveis dos poços apresentam alterações e comportamentos sazonais, estando de acordo com o regime pluviométrico da região.

## 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.

ALABURDA, J.; NISHIHARA, L. **Presença de Compostos de Nitrogênio em Águas de Poços**. Rev. Saúde Pública, vol. 32(n.2), p.531-7, abril de 1998.

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/index.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.

SILVA, R. C. A.; ARAÚJO, T. M. **Qualidade da água do manancial subterrâneo em áreas urbanas de Feira de Santana (BA)**. Ciência & Saúde Coletiva, Rio de Janeiro, v. 8, n. 4, p. 1019-1028, 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.

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

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

---

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 Ensaio**

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