

# PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE TELES PIRES

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

**Relatório Semestral  
(JULHO A DEZEMBRO DE 2015)**

EQUIPE TÉCNICA RESPONSÁVEL PELO DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES DO PROGRAMA		
INTEGRANTES	CONSELHO DE CLASSE	CTF IBAMA

**Janeiro - 2016**

## ÍNDICE

<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>6</b>
<b>3. OBJETIVOS.....</b>	<b>7</b>
<b>4. METODOLOGIA .....</b>	<b>7</b>
<b>4.1. ÁREA DE ESTUDO .....</b>	<b>7</b>
<b>4.2. FREQUÊNCIA DE AMOSTRAGEM .....</b>	<b>12</b>
<b>4.3. METODOLOGIAS DE TRABALHO.....</b>	<b>12</b>
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>	<b>14</b>
<b>6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>30</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>31</b>

### LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Pontos para monitoramento da qualidade da água sem necessidade de sondagem devido à utilização de poços existentes (PM01 ao PM04) na área de influência da UHE Teles Pires. A = poço de monitoramento 01 (PM01); B = poço de monitoramento 03 (PM03) e C = poço de monitoramento 04 (PM04).....	9
Figura 2. Pontos de amostragem dos Piezômetros ao longo das campanhas de monitoramento realizadas em 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro). ....	11
Figura 3 - Distribuição dos pontos de amostragem na área de influência da UHE Teles Pires. Fonte: Google®. ....	12
Figura 4. Metodologia utilizada durante o Programa da Qualidade das Águas Subterrâneas na área de influência da UHE Teles Pires. ....	14
Figura 5. Temperatura nos poços de monitoramento ao longo das campanhas realizadas em 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro). ....	17
Figura 6. Valores de pH registrado nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro). ....	18
Figura 7. Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ ) registrados nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro). ....	19
Figura 8. Sólidos totais dissolvidos (mg/L) registrados nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro). ....	20
Figura 9. Turbidez (NTU) registrada nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro). ....	21
Figura 10. Oxigênio Dissolvido (mg/L) registrada nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro).....	22
Figura 11. Progressão das leituras dos níveis nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires.....	29
Figura 12. Nível d'água medidos nos piezômetros ao longo de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro).....	30

### LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Localização dos pontos para monitoramento da qualidade da água sem necessidade de sondagem devido à utilização de poços existentes (PM01 ao PM04) na área de influência da UHE Teles Pires. ....	8
Quadro 2. Localização dos pontos de monitoramento do nível d'água (PZ) na área de influência da UHE Teles Pires. ....	10
Quadro 3. Resultados dos parâmetros realizados mensalmente ao longo das campanhas realizadas em 2015, na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro de 2015). ....	15
Quadro 4. Variáveis obtidas em campo nos PM (Poços de Monitoramento) durante o monitoramento quadrimestral realizado na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro, maio e outubro de 2015). ....	24
Quadro 5. Resultados obtidos através das análises de laboratório da água da UHE Teles Pires durante o monitoramento quadrimestral (janeiro, maio e outubro). ....	26
Quadro 6. Resultados dos Parâmetros Orgânicos obtidos no monitoramento quadrimestral da Qualidade da Água Subterrânea (janeiro, maio e outubro). ....	28
Quadro 7. Medição de nível d'água nos piezômetros durante o Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro de 2015). ....	29

## ANEXOS

### ANEXO I – 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**

## **1. INTRODUÇÃO**

O estudo Hidrogeológico torna-se uma importante ferramenta frente à crescente demanda da exploração das águas subterrâneas como alternativa bastante atraente para abastecimento, em virtude da sua abundância, qualidade e relativo baixo custo de captação, principalmente considerando-se a condição inadequada de qualidade das águas superficiais associada ao elevado custo do tratamento dessas águas para os diversos usos e a escassez verificada em algumas regiões. Assim, o recurso hídrico subterrâneo vem se tornando estratégico para desenvolvimento econômico da sociedade, devendo, portanto ser protegido contra a poluição (CETESB, 2007). Sendo assim, o Monitoramento Hidrogeológico é de grande relevância para avaliar os processos naturais e modificadores do comportamento das águas subterrâneas compreendendo assim os processos como um todo a partir das características específicas da área de estudo, e do comportamento das águas subterrâneas e do ambiente relacionado a estas intervenção propostas ao ambiente, em particular aquelas vinculadas ao lençol freático.

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

## **2. METAS**

As principais metas 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.

## **3. OBJETIVOS**

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

## **4. METODOLOGIA**

### **4.1. Área de estudo**

A área de estudo abrange a área de influência da UHE Teles Pires, localizada no município de Paranaíta, no estado do Mato Grosso. Para avaliação da qualidade das águas subterrâneas foram selecionados três pontos PM pontos sem a necessidade de sondagem devido a utilização de poços existentes (PM01; PM03 e PM04; **Quadro 1 e Figura 1**). O ponto PM 01 corresponde a uma cisterna e localiza-se em lote do assentamento rural São Pedro, próximo à área de remanso do reservatório, a cerca de 2,5 km da margem esquerda do rio Paranaíta. O PM03 localizado na sede da Fazenda Pontal do Paranaíta, próximo ao afluente da margem esquerda do rio Teles Pires, o poço se encontra no meio da cerca. O poço de monitoramento PM04 localizado próximo a balsa do Cajueiro, na margem esquerda do rio Teles Pires. Além desses

---

---

pontos de amostragem foram instalados 15 poços de observação simples (PZ), localizados principalmente em aquíferos porosos rasos/freáticos. Esses pontos foram previamente escolhidos devido à sua localização em áreas com potencial de alta susceptibilidade à estabilização 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 e Figura 2** é apresentada a localização de todos os pontos de observação de nível d'água, identificados como PZ01 a PZ15. 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 potencio métrica. A **Figura 3** apresenta o mapa onde pode ser observada a distribuição de toda a rede piezométrica de monitoramento de águas subterrâneas para o presente programa.

**Quadro 1. Localização dos pontos para monitoramento da qualidade da água sem necessidade de sondagem devido à utilização de poços existentes (PM01 ao PM04) na área de influência da UHE Teles Pires.**

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 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 afluente da margem esquerda do rio Teles Pires, na sede da Fazenda Pontal do Paranaíta.



P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

PONTO	REFERÊNCIA EIA	COORDENADAS UTM e COORDENADAS GEOGRÁFICAS		OBSERVAÇÕES
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



Figura 1. Pontos para monitoramento da qualidade da água sem necessidade de sondagem devido à utilização de poços existentes (PM01 ao PM04) na área de influência da UHE Teles Pires. A = poço de monitoramento 01 (PM01); B = poço de monitoramento 03 (PM03) e C = poço de monitoramento 04 (PM04).

**Quadro 2. Localização dos pontos de monitoramento do nível d'água (PZ) na área de influência da UHE Teles Pires.**

<b>PZ</b>	<b>COORDENADAS UTM</b>		<b>OBSERVAÇÕES</b>
PZ01	540.486,8E	8.925.552,1N	Próximo ao poço existente – PM 01
PZ 02	538.766,4E	8.937.401,2N	Margem esquerda do rio Paranaíta
PZ 03	531.308,5E	8.946.415,9N	Próximo ao poço existente – PM 02
PZ 04	529.320,1E	8.958.057,9N	Próximo à foz do rio Paranaíta, na margem esquerda do rio Teles Pires
PZ 05	535.380,8E	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



P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

---



**Figura 2. Pontos de amostragem dos Piezômetros ao longo das campanhas de monitoramento realizadas em 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro).**



**Figura 3 - Distribuição dos pontos de amostragem na área de influência da UHE Teles Pires. Fonte: Google®.**

#### **4.2. Frequência de amostragem**

A periodicidade amostral de todos os parâmetros físicos, químicos e biológicos é quadrimestral e as medições de nível são obtidas mensalmente, sendo este um relatório semestral abordando dados de janeiro a dezembro de 2015, referente aos parâmetros realizados em campo e às leituras de nível d'água.

#### **4.3. Metodologias de trabalho**

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.

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

---

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. Os resultados das campanhas de medição, previstas para serem 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 CONAMANº 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 são apresentados nos relatórios semestrais 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 permite 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 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.





Figura 4. Metodologia utilizada durante o Programa da Qualidade das Águas Subterrâneas na área de influência da UHE Teles Pires.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1. Poços de Monitoramento

#### ➤ Variáveis de campo

Este relatório consolidado apresenta os dados registrados em campo abrangendo o período de janeiro a dezembro de 2015. Os resultados que não atenderam as legislações estão destacados em vermelho. O poço PM02 foi demolido, não sendo mais monitorado e durante o monitoramento em fevereiro, não ocorreu o monitoramento no ponto PM01 (Tabela 3).

**Quadro 3. Resultados dos parâmetros realizados mensalmente ao longo das campanhas realizadas em 2015, na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro de 2015).**

PARÂMETROS	CAMPANHAS	PM01	PM03	PM04	LIMITES DA LEGISLAÇÃO (VMP)	
					396	2914
pH	jan/15	4,71	6,87	8,2	NR	Obs.(a)
	fev/15	-	5,64	5,22		
	mar/15	6,31	5,64	5,22		
	abr/15	4,79	5,95	4,83		
	mai/15	5,5	6,84	6,57		
	jun/15	6,86	7,44	5,87		
	jul/15	4,74	5,91	5,04		
	ago/15	4,8	6,2	5,06		
	set/15	5,85	5,8	6,75		
	out/15	5,9	6,2	5,8		
	nov/15	4,2	5,9	5,3		
	dez/15	4,59	5,97	4,85		
Condutividade	jan/15	14	53	31	NR	NR
	fev/15	-	38	12		
	mar/15	33	33	52		
	abr/15	15	39	58		
	mai/15	20	64	52		
	jun/15	34	46	37		
	jul/15	19	49	31		
	ago/15	30	19	33		
	set/15	20	61	38		
	out/15	24	54	35		
	nov/15	16	60	16		
	dez/15	20	71	28		
Oxigênio dissolvido	jan/15	2,76	2,81	3,73	NR	NR
	fev/15	-	3,69	2,96		
	mar/15	3,51	4,8	3,51		
	abr/15	2,36	3,95	3,74		
	mai/15	3,11	3,84	3,98		
	jun/15	2,65	1,85	2,89		
	jul/15	2,4	3,41	3,87		
	ago/15	2,7	3,4	3,65		
	set/15	2,76	3,91	2,81		
	out/15	2,6	3,8	3,1		
	nov/15	2,71	2,69	2,89		
	dez/15	3,35	4,98	3,9		
Temperatura da	jan/15	25,43	24,42	29,44	NR	NR

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

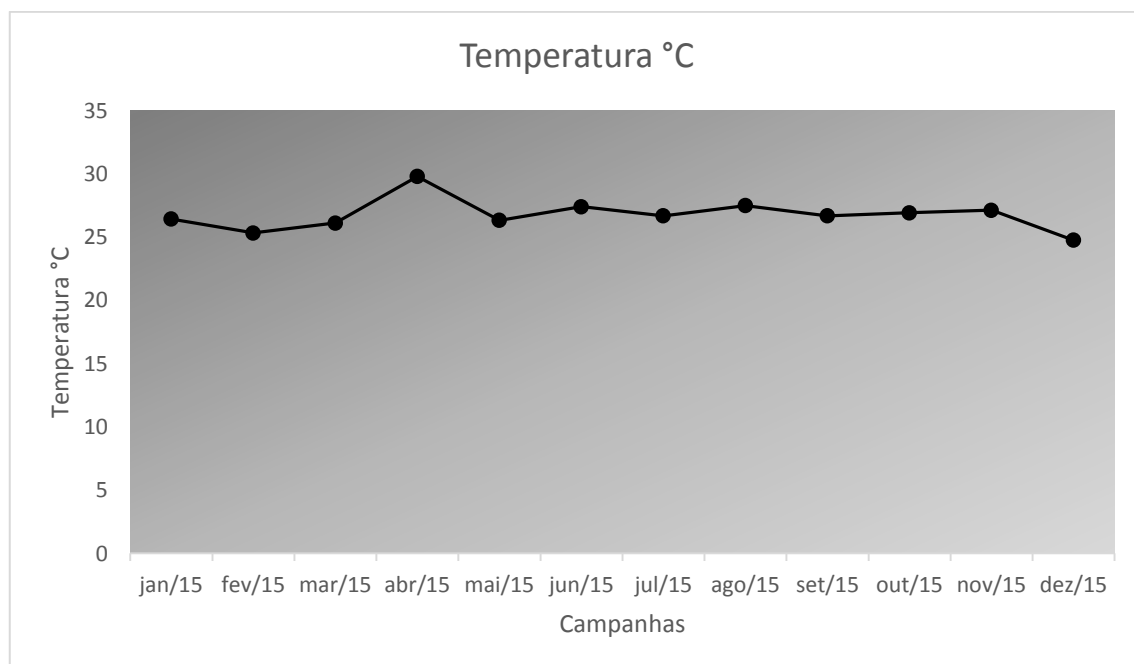
PARÂMETROS	CAMPANHAS	PM01	PM03	PM04	LIMITES DA LEGISLAÇÃO (VMP)	
					396	2914
amostra	fev/15	-	25,44	25,21		
	mar/15	25,93	22	30,34		
	abr/15	30,1	30,1	29,2		
	mai/15	25,7	26,81	26,5		
	jun/15	27,31	26,15	28,76		
	jul/15	25,5	26,78	27,81		
	ago/15	25,6	27,51	29,41		
	set/15	26,8	26,17	27,1		
	out/15	27	26,5	27,3		
	nov/15	27,2	26,7	27,5		
	dez/15	20,19	25,69	28,42		
Turbidez	jan/15	2,9	30,2	9,3	NR	5
	fev/15	-	38,9	0		
	mar/15	2,06	39,4	2,99		
	abr/15	<LQ	2,84	2,36		
	mai/15	<LQ	8,67	7,7		
	jun/15	<LQ	25,8	1,13		
	jul/15	<LQ	9,7	2,8		
	ago/15	<LQ	9,5	3,5		
	set/15	<LQ	11	4		
	out/15	<LQ	10	4,5		
	nov/15	<LQ	11	4,5		
dez/15	<LQ	12	5			
Sólidos totais dissolvidos	jan/15	7,7	29,15	20	1000	1000
	fev/15	-	25	8		
	mar/15	21	21	34		
	abr/15	10	25	38		
	mai/15	13	41	34		
	jun/15	22	30	24		
	jul/15	12	32	20		
	ago/15	18	30	21		
	set/15	13	40	14		
	out/15	15	35	19		
	nov/15	11	39	11		
dez/15	13	46	18			

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. - Não foi realizada coleta



➤ **Temperatura da amostra**

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 nos aquíferos freáticos pouco profundos, onde a temperatura pode ser um pouco superior à da superfície. A média na variação da temperatura nas campanhas realizadas durante o ano de 2015 não apresentaram muita variação, onde a média encontrada ao longo das campanhas foi: janeiro = 26,43; fevereiro = 25,33°C; março = 26,12°C; abril = 29,8°C; maio = 26,33°C, junho = 27,40°C, julho = 26,69°C; agosto = 27,50°C; setembro = 26,69°C, outubro = 26,93°C, novembro = 27,13°C e dezembro = 24,76°C. Foi observado que em abril e junho foram encontrados os maiores valores para a temperatura das águas subterrâneas (**Figura 5**).



**Figura 5. Temperatura nos poços de monitoramento ao longo das campanhas realizadas em 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro).**

➤ **pH**

Ao longo das campanhas o pH variou de 4,2 no ponto PM01 em nov/15 a 7,44 no ponto PM03 em jun/15, nota-se uma tendência a valores menores de pH no ponto PM01, onde apenas nas campanhas realizadas em março e junho foi possível observar valores de pH dentro do limite estabelecido pela portaria 2914/11. Já os maiores valores foram observados no ponto PM03 (Figura 6). De acordo com Feitosa & Filho (2000) a maioria das águas subterrâneas tem pH entre 5,5 a 8,5. A Portaria 2914/11 que recomenda valor de pH entre 6,0 a 9,0 considerando que para o pH esse valor é apenas uma recomendação da legislação, e não uma exigência como os demais parâmetros. O efeito indireto do pH é muito importante podendo, em determinadas condições, contribuir para a precipitação de elementos químicos tóxicos como metais pesados; outras condições podem exercer efeitos sobre as solubilidades de nutrientes (CETESB, 2013). No entanto, as águas atendem ao CONAMA 396/08, na qual não há limites de pH.

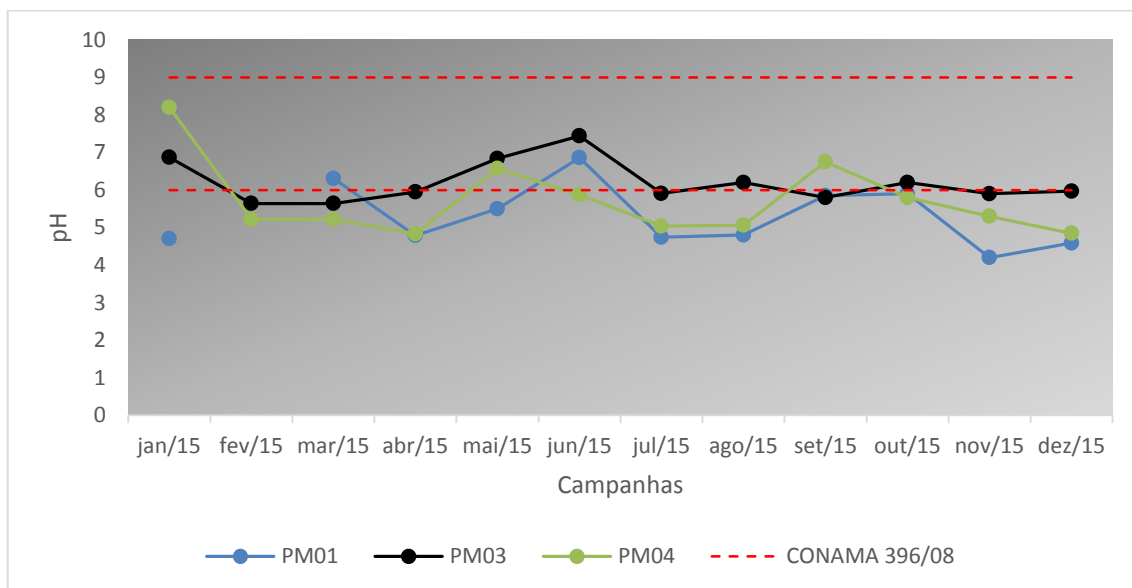
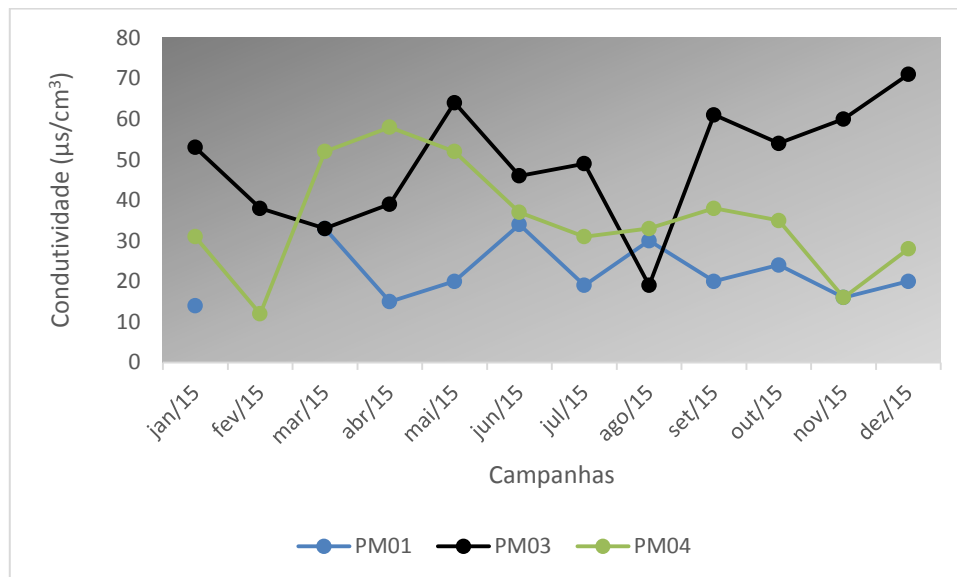


Figura 6. Valores de pH registrado nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro).

➤ Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ )

A condutividade elétrica fornece uma boa indicação das modificações na composição de uma água, especialmente na sua concentração mineral. Há um maior aumento nos valores deste parâmetro à medida que mais sólidos dissolvidos são adicionados. Altos valores podem indicar características corrosivas da água (CETESB, 2010). Sua determinação está relacionada à decomposição, a compostos dissolvidos e à presença de íons. A condutividade elétrica indica a capacidade de condução da corrente elétrica de uma solução que é determinada pela concentração de íons na água (ESTEVES, 2011). Ao longo das campanhas realizadas em 2015 os valores encontrados para condutividades variaram de 12  $\mu\text{S}/\text{cm}^3$  no ponto PM04 em fev/15 a 71  $\mu\text{S}/\text{cm}^3$  no ponto PM03 em dez/15. Nota-se maiores valores de condutividade no ponto PM03 ao longo das campanhas (**Figura 7**).

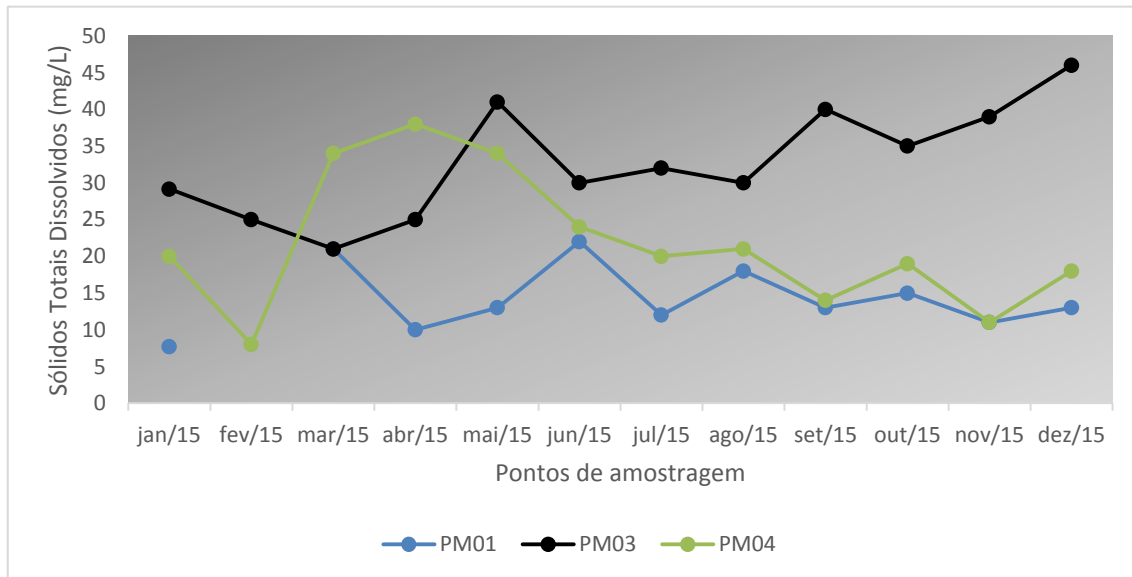


**Figura 7. Condutividade elétrica ( $\mu\text{S}/\text{cm}^3$ ) registrados nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro).**

#### ➤ Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)

Todas as impurezas presentes na água, à exceção dos gases dissolvidos, contribuem para a carga de sólidos. O teor de sólidos dissolvidos representa a quantidade de substâncias dissolvidas na água, que alteram suas propriedades físicas e químicas da água. A Portaria 2914 estipula que o valor máximo de sólidos totais dissolvidos pode ser de até 1.000 mg/L. De maneira geral, os sólidos estiveram baixos nos poços variando de 7.7 mg/L no PM01 em jan/15

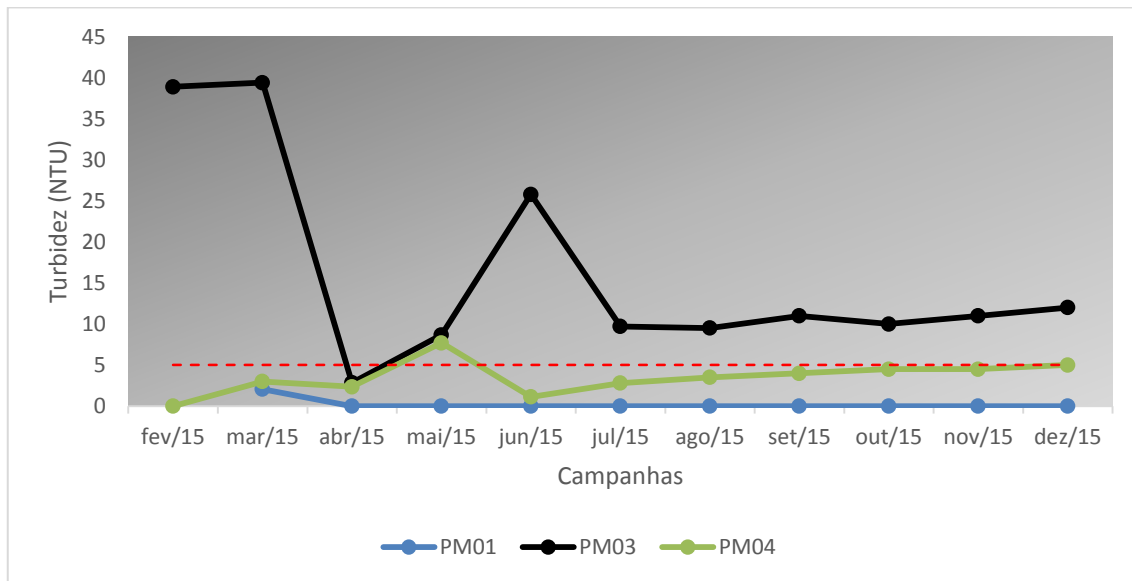
a 46 mg/L no PM03 em dez/15. Foram observados os maiores valores de condutividade no ponto PM03 (Figura 8).



**Figura 8. Sólidos totais dissolvidos (mg/L) registrados nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro).**

#### ➤ Turbidez (NTU)

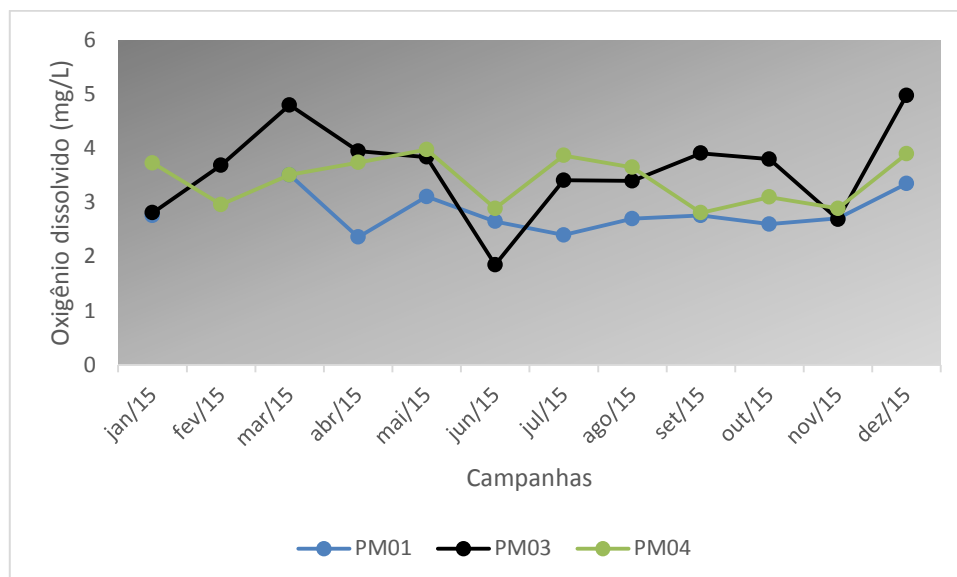
A turbidez da água é a medida de sua capacidade em dispersar a radiação, os principais fatores responsáveis pela turbidez da água, bem como pela dispersão da radiação, são as partículas suspensas na água (ESTEVEZ, 2011). Os valores de turbidez ao longo das campanhas realizadas no ano de 2015 variaram de <LQ a 38,9 NTU, nota-se os menores valores no ponto PM01 e os maiores valores de turbidez foram encontrados no ponto PM03 (jan/15 = 30,2 NTU; fev /15 = 38,9 NTU; mar/15 = 39,4 NTU; jun/15 = 25,8 NTU; jul/15 = 9,7 NTU; ago/15 = 9,5 NTU; set/15 = 11 NTU; out/15 = 10 NTU; nov/15 = 11 NTU e dez/15 = 12 NTU **Figura9**). Considerando a legislação para consumo humano, que recomenda para fins de potabilidade (Portaria 2914 – MS) que o valor de turbidez da água não ultrapasse 5 NTU. Os pontos PM03 e PM04 não atenderam, devendo essa água passar por tratamento para ser consumida. Porém, de acordo com o CONAMA 396/08 a água dos poços pode ser utilizada para outras finalidades.



**Figura 9. Turbidez (NTU) registrada nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro).**

➤ **Oxigênio Dissolvido (mg/L)**

Os valores de oxigênio dissolvidos ao longo das campanhas realizadas em 2015 variaram de 1,85 mg/L no ponto PM03 em jun/15 a 4,98 mg/L no ponto PM03 em dez/15. Os maiores valores obtidos para oxigênio dissolvidos foram encontrados no ponto PM03 exceto na campanha realizada em junho, agosto e novembro (jan/15 = 3,69 mg/L; fev/15 = 3,69 mg/L; mar/15 = 4,8 mg/L; set/15 = 3,91 mg/L; out/15 = 3,8 mg/L e dez/15 = 4,98 mg/L), como se observa na **Figura 10**.



**Figura 10. Oxigênio Dissolvido (mg/L) registrada nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro).**

➤ **Parâmetros Quadrimestrais (físico, Químico e biológico)**

Os parâmetros de campo coletados Quadrimestralmente (janeiro e maio) estão apresentados no **Quadro 4**. Todos os parâmetros apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos nas legislações.

A alcalinidade representa a capacidade de neutralização de ácidos e está associada com a disponibilidade de carbonatos (ESTEVES, 1998). Durante as campanhas de janeiro e maio os maiores valores de alcalinidade foram observados no ponto PM03 (janeiro = 8 mg/L e maio = 12 mg/L). Com relação aos parâmetros nitrito e nitrato, os mesmos apresentaram valores dentro do limite permitido pela Portaria 2914. Segundo 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.

O parâmetro cor verdadeira em sua maioria apresentou valores baixos, os maiores valores foram observados no ponto PM03 (57) e PM04 (36) em janeiro. Nas águas naturais, geralmente a cor é devida a produtos de decomposição de matéria orgânica do próprio manancial ou do húmus dos solos adjacentes e também por atividades humanas (BRANCO, 1978). A água para ser potável não deve apresentar nenhuma cor de considerável intensidade (FEITOSA & FILHO, 2000). O PM3 está localizado próximo ao afluente da margem esquerda do rio Teles Pires.



**Quadro 4. Variáveis obtidas em campo nos PM (Poços de Monitoramento) durante o monitoramento quadrimestral realizado na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro, maio e outubro de 2015).**

PARÂMETROS	PM 01			PM 03			PM 04			LIMITES DA LEGISLAÇÃO	
<b>Data</b>	08/01/2015	31/05/2015	26/09/2015	08/01/2015	31/05/2015	24/09/2015	09/01/2015	31/05/2015	27/09/2015		
<b>Hora</b>	12h00min	12h00min	14h30min	09h00min	09h00min	09h40min	15h30min	19h30min	16h30min	VMP	
<b>Matriz</b>	Água Bruta consumo humano	Água Bruta consumo humano	Água Bruta consumo humano	Água Bruta consumo humano	Água Bruta consumo humano	Água Bruta consumo humano	Água Bruta consumo humano	Água Bruta consumo humano	Água Bruta consumo humano		
<b>Chuvas nas últimas 24h</b>	Fortes	Fraca	Fraca	Fortes	Fraca	Fraca	Fortes	Fraca	Fraca		
<b>Condição do tempo</b>	Chuvoso	Bom	Bom	Chuvoso	Bom	Bom	Chuvoso	Bom	Bom	396/08	2914/11
<b>Alcalinidade Total</b>	7	6	6	8	12	8	8	7	9	NR	NR
<b>Cor verdadeira</b>	19	15	55	57	30	136	36	20	100	NR	NR
<b>Nitrito</b>	<LQ	0,001	<LQ	0,023	0,022	<LQ	<LQ	0,002	<LQ	1,0	1,0
<b>Nitrato</b>	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	10,0	10,0
<b>Coliformes Termotolerantes</b>	6,4 X 10	4,5 x 10	1,45 x 10 <sup>2</sup>	4,2 X 10	4,0 X 10	9,2 x 10	1,92 x10 <sup>2</sup>	1,10 x 10 <sup>2</sup>	8,4 x 10	NR	< 1,0



➤ **Variáveis Bacteriológicas**

A presença de coliformes na água indica poluição, com o risco potencial da presença de microrganismos patogênicos e sua ausência é evidência de uma água bacteriologicamente potável, uma vez que são mais resistentes na água que as bactérias patogênicas de origem intestinal. Como o grupo dos coliformes totais inclui gêneros que não são de origem exclusivamente fecal, isto limita sua aplicação como indicador específico de contaminação fecal. O reconhecimento deste fato levou ao desenvolvimento de métodos de enumeração de um sub-grupo de coliformes denominados coliformes fecais (termotolerantes) os quais são diferenciados dos coliformes totais pela sua capacidade de fermentar a lactose em temperatura elevada ( $44,5 \pm 0,2^\circ\text{C}$ ). 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, em todos os pontos de monitoramentos PM's foram observados coliformes termotolerantes nas águas analisadas: PM01 (jan =  $6,4 \times 10^1$ ; mai =  $4,5 \times 10^1$  e out =  $1,45 \times 10^2$ ), PM03 (jan =  $4,2 \times 10^1$ ; mai =  $4,0 \times 10^1$  e out =  $9,2 \times 10^1$ ) e PM04 (jan =  $1,92 \times 10^2$ ; mai =  $1,10 \times 10^2$  e out =  $8,4 \times 10^1$ ).

➤ **Variáveis de Laboratório**

O **Quadro 5** apresenta todos os resultados das análises realizadas em laboratório. Todos os parâmetros apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos nas legislações.

**Quadro 5. Resultados obtidos através das análises de laboratório da água da UHE Teles Pires durante o monitoramento quadrimestral (janeiro, maio e outubro).**

PARAMETROS	PONTOS									Legislações		UNID
										VMP		
	PM01			PM03			PM04			396/08	2914/11	
	Jan	Mai	Out	Jan	Mai	Out	Jan	Mai	Out			
Alumínio total	0,024	0,025	<LQ	0,078	0,040	0,154	0,103	0,110	<LQ	0,2	0,2	mg/L
Arsênio Total	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,01	mg/L
Cádmio Total	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,005	0,005	mg/L
Cálcio Total	1,110	2,10	4,57	3,099	3,10	3,52	2,23	3,20	4,64	NR	NR	mg/L
Cromo Total	<LQ	<LQ	2,47	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,05	0,05	mg/L
Chumbo Total	<LQ	<LQ	0,009	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,01	0,01	mg/L
Cloreto Total	<LQ	<LQ	2,5	<LQ	<LQ	3,0	<LQ	<LQ	2,5	250,0	250,0	mg/L
Cobalto Total	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	NR	NR	mg/L
Cobre total	0,023	<LQ	0,039	0,045	0,037	0,065	0,028	<LQ	0,051	2,0	2,0	mg/L
Dureza Total	10	9,0	6,0	14	12	14	8,0	8	8,0	NR	500,0	mg/L
Ferro total	<LQ	<LQ	0,143	0,153	0,17	0,081	<LQ	<LQ	0,068	0,3	0,3	mg/L
Manganês Total	<LQ	<LQ	0,016	0,009	<LQ	0,022	0,015	<LQ	0,030	0,1	0,1	mg/L
Mercúrio Total	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,001	0,001	mg/L
Níquel Total	<LQ	<LQ	<LQ	0,035	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	0,02	0,07	mg/L
Nitrogênio amoniacal	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	NR	NR	mg/L
Nitrogênio kjeldahl total	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	<LQ	NR	NR	mg/L
Potássio Total	0,44	0,55	0,952	2,59	3,20	2,57	0,36	0,45	0,357	NR	NR	mg/L

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

PARAMETROS	PONTOS									Legislações		UNID
										VMP		
	PM01			PM03			PM04			396/08	2914/11	
	Jan	Mai	Out	Jan	Mai	Out	Jan	Mai	Out			
Sódio Total	0,23	0,40	3,387	0,56	0,50	0,97	1,90	1,10	0,622	200,0	200,0	mg/L
Sólidos Totais	9,0	11	15	33	24	43	24	31	16	NR	NR	mg/L
Sulfato total	1,0	<LQ	1,2	<LQ	<LQ	1,3	1,0	< 0,11	1,0	250,0	250,0	mg/L

NR – Não há recomendação na legislação

VMP – Valor máximo permitido

O **Quadro 6** apresenta os resultados das análises realizadas em relação aos parâmetros orgânicos. 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.

**Quadro 6. Resultados dos Parâmetros Orgânicos obtidos no monitoramento quadrimestral da Qualidade da Água Subterrânea (janeiro, maio e outubro).**

PARAMETROS	PONTOS									LEGISLAÇÕES		UNIDADE
	PM01			PM03			PM04			VMP		
	Jan	Mai	Out	Jan	Mai	Out	Jan	Mai	Out	396/08	2914/11	
Benzeno *	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	5,0	5,0	µg/L
Etilbenzeno *	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	200,0	0,2	µg/L
Tolueno *	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	170,0	0,17	µg/L
Xileno *	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	300,0	300,0	µg/L
Aldicarbe **	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	10,0	10,0	µg/L
Carbofurano **	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	7,0	7,0	µg/L
Pentaclorofenol **	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	< LQ	9,0	9,0	µg/L

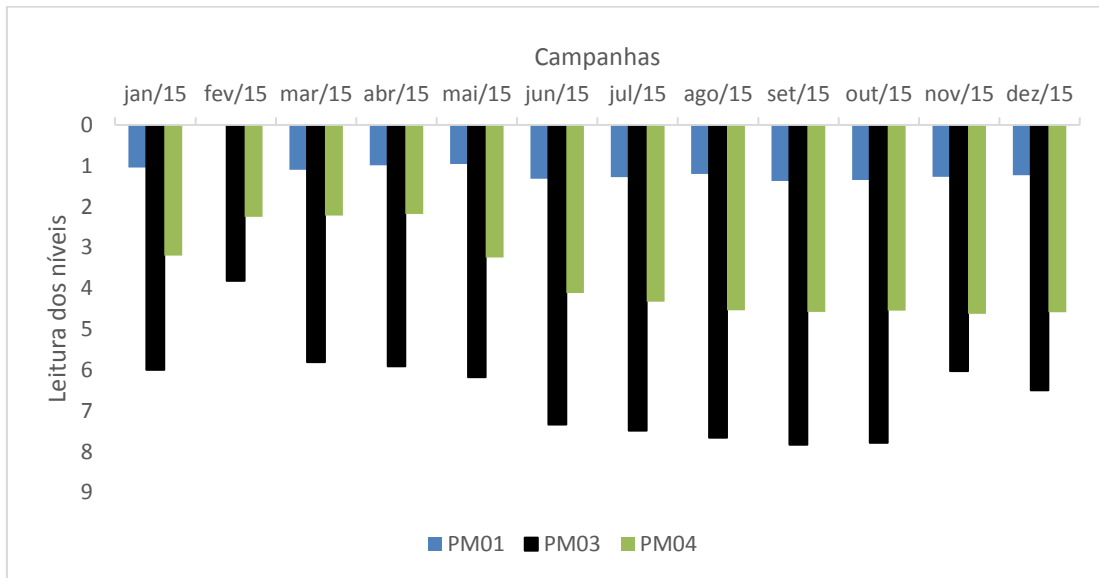
\*BTEX; \*\*Inseticidas.

➤ Leituras dos níveis d'água

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 desde o início do monitoramento, nos quais a partir do início do período chuvoso, o nível da água tende a subir (COLLISCHONN & TASSI, 2008).

Dentre os poços monitoramentos, o poço PM02 foi demolido, não sendo mais monitorado, no mês de fevereiro de 2015 o poço PM01 não foi monitorado, devido à dificuldade ao acesso ao

poço. Ao longo das campanhas realizadas no ano de 2015, os o menores valores obtidos para o nível da água foram registrados no PM03 (**Figura 11**).



**Figura 11. Progressão das leituras dos níveis nos poços de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires.**

## 5.2. Piezômetros

A seguir estão apresentadas as informações sobre os níveis medidos nos Piezômetros monitorados na área de influência da UHE Teles Pires. O **Quadro 7** apresenta os níveis dos piezômetros. Ao longo das campanha vem-se observando que o PZ04 se encontra seco, com relação aos demais pontos de amostragem, os menores valores encontrados dos níveis da água nos piezômetros foram encontrados no PZ08 em janeiro (10,64 m), maio (10,13 m), junho (10,44 m), agosto (11,03 m), setembro (12,24 m), outubro (12,34 m), novembro (12,89 m) e dezembro (13,11 m). Nesse contexto ao longo das campanhas realizadas em 2015 o menores valores obtidos para o nível da água foram atribuídos ao PZ08 (**Figura 12**).

**Quadro 7. Medição de nível d'água nos piezômetros durante o Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro de 2015).**

P. 09 – Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas

Piezômetros	Campanhas de Monitoramento											
	jan/15	fev/15	mar/15	abr/15	mai/15	jun/15	jul/15	ago/15	set/15	out/15	nov/15	dez/15
PZ01	3.3	4.81	3.98	2.34	2.93	3.82	4.15	4.36	5.66	5.55	4.43	4.79
PZ02	3.61	0.9	0.95	1.07	1.41	1.7	1.84	1.85	1.97	0.85	1.89	1.76
PZ03	6.38	3.62	3.12	3.63	3.96	7.5	4.73	5.03	5.17	5.16	5.02	5.15
PZ05	2.68	1.55	2.27	2.74	2.95	3.33	3.45	3.75	2.84	2.91	3.65	3.5
PZ06	3.97	2.29	3.29	2.28	5	6.39	6.55	6.68	6.30	6.27	5.26	4.8
PZ07	7.47	4.2	4.27	4.21	4.66	5.36	5.62	5.88	6.89	6.86	7.09	5.91
PZ08	10.64	4.8	8.98	9.27	10.13	10.44	10.89	11.03	12.24	12.34	12.89	13.11
PZ09	6.92	6.35	6.35	7.36	7.61	8.37	8.58	8.85	9.11	9.1	8.87	8.05
PZ10	5.76	5.86	5.79	4.33	4.81	6.95	7.11	7.23	8.95	9.11	7.97	8.1
PZ11	3.55	8.34	8.25	4.34	4.7	6.15	8.09	8.16	11.33	11.32	11.37	10.26
PZ12	3.03	2.19	1.9	1.95	3.03	3.82	4.01	4.26	4.21	4.17	4.33	4.25
PZ13	7.15	5.76	5.55	5.44	7.2	7.64	7.89	8.09	8.65	8.68	8.97	8.72
PZ14	7.98	6.11	5.86	6.92	8.2	8.11	8.65	8.93	8.58	8.61	8.59	8.3
PZ15	3.21	1.03	0.97	2.67	3.26	4.17	4.58	4.71	4.61	4.58	4.5	3.87

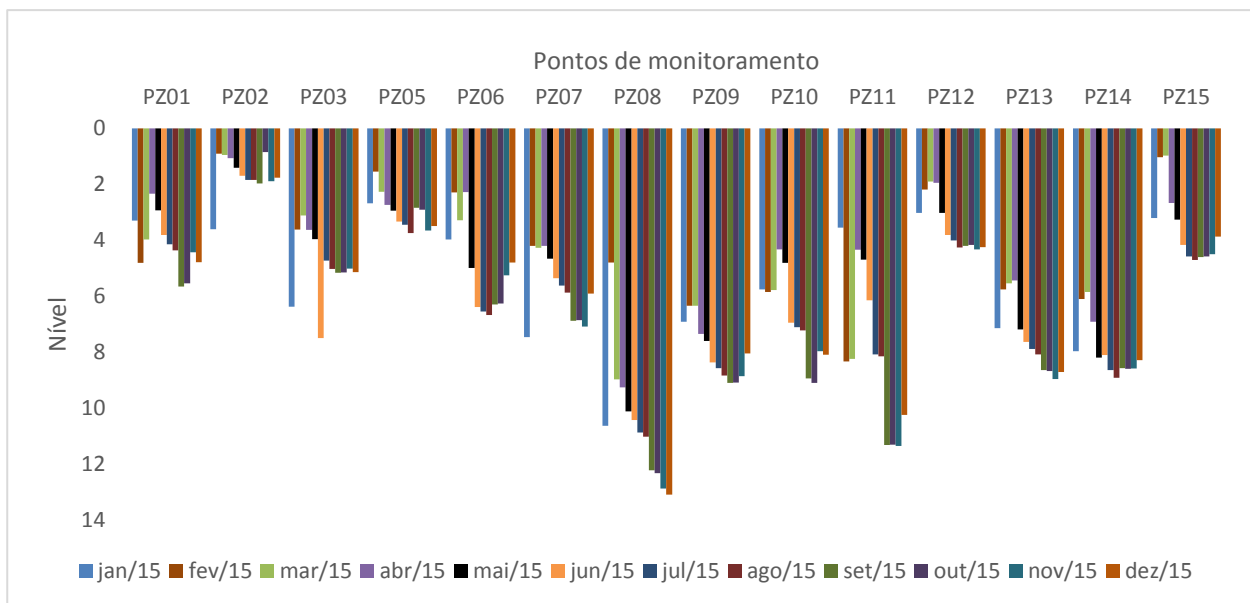


Figura 12. Nível d'água medidos nos piezômetros ao longo de monitoramento durante o ano de 2015 na área de influência da UHE Teles Pires (janeiro a dezembro).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Diante dos dados apresentados ao longo das campanhas de monitoramento em 2015 na área de influência da UHE Teles Pires. Foram observados maiores valores de temperatura em abril e junho de 2015. Com relação ao pH foi possível observar menores valores no ponto PM01 e maiores valores no ponto PM03 ao longo das campanhas. O parâmetro condutividade também

apresentaram os maiores valores no ponto PM03. Já com relação aos sólidos, estes estiveram baixos nos poços monitorados. Para a turbidez foi possível observar que os pontos PM03 e PM04 não atenderam a legislação, onde o valor de turbidez encontradas da água ultrapassaram 5NTU. Porém, de acordo com o CONAMA 396/08 a água dos poços pode ser utilizada para outras finalidades. Os maiores valores obtidos para oxigênio dissolvidos foram encontrados no ponto PM03, excerto na campanha realizada em junho.

Com relação aos dados coletados durante os monitoramentos quadrimestral (janeiro, maio e outubro) todos os parâmetros apresentaram resultados dentro dos limites estabelecidos nas legislações. Com relação aos níveis, o menor valor para o nível da água encontrado foi no poço PM03. E com relação aos piezômetros o menor valor encontrado foi para o ponto PZ08 ao longo das campanhas. Diante disso, 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, onde esses poços estão distribuídos ao longo da área de estudo.

## **7. 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/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.

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. Lagos de Estabilização. Belo Horizonte: Departamento de Engenharia Sanitária e ambiental; UFMG, 1996c.



## ANEXOS

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