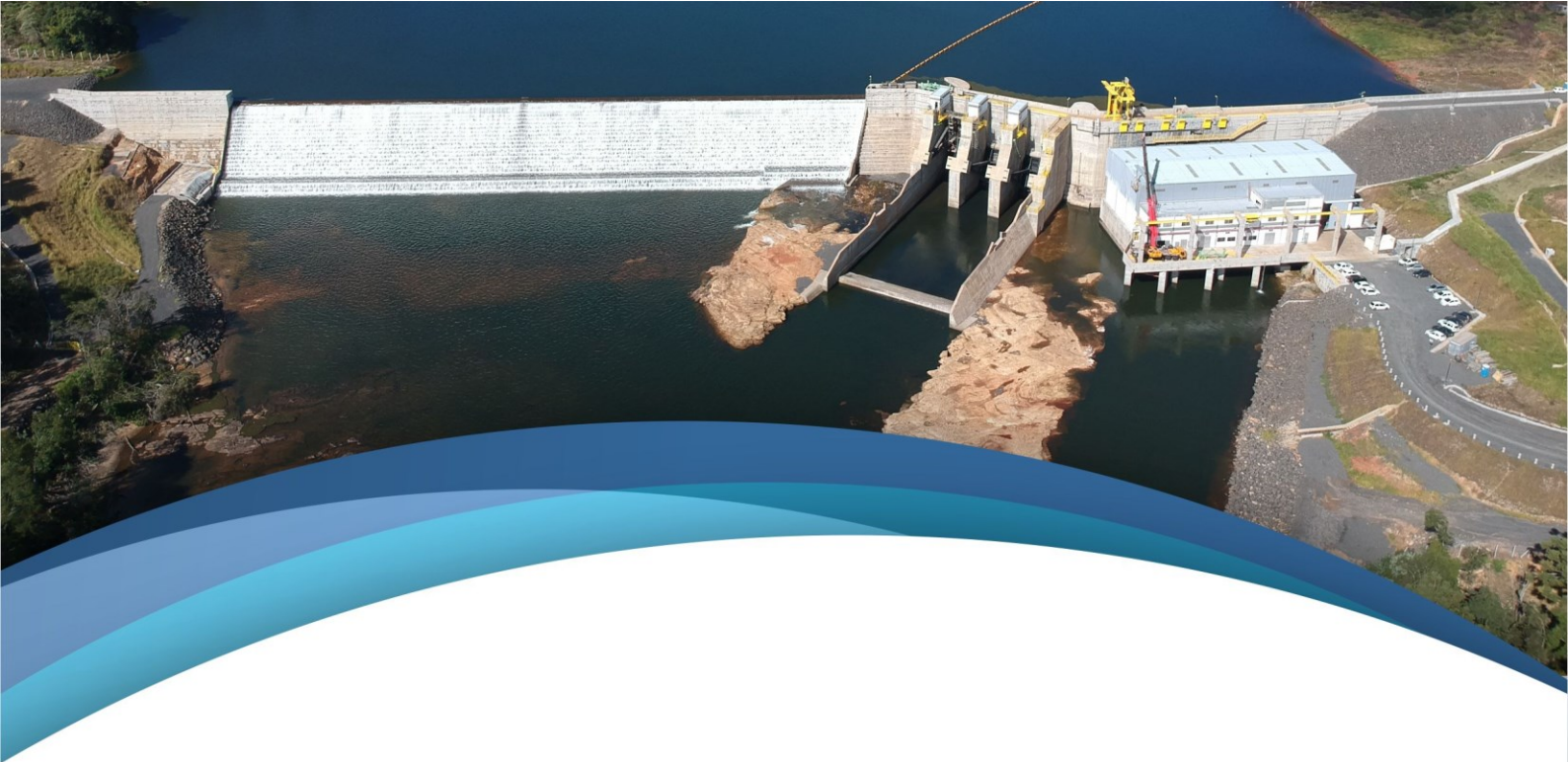




TIBAGI ENERGIA

**UHE TIBAGI
MONTANTE**

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO – 2º Semestre 2024

SPE-TBG-REL-MAM-016-2024				
REVISÕES				
Nº		Prep.	Aprov.	Data
01	Emissão Inicial	VS	RA	AGO-2024

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO – 2º
SEMESTRE 2024**

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	3
2	OBJETIVO.....	3
3	METODOLOGIA.....	3
4	RESULTADOS.....	9
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	15
6	ANEXOS	15
	ANEXO 1 – LAUDOS DE QUALIDADE DE ÁGUA DOS POÇO 1.....	15

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO – 2º SEMESTRE 2024

1 INTRODUÇÃO

A construção de barragens em rios pode gerar impactos decorrentes da inundação de extensas áreas a montante, sendo que os seus efeitos são proporcionais ao tamanho da área inundada e dependentes das condições hidrogeológicas, geomorfológicas e pedológicas da bacia a ser inundada.

O represamento de um rio também exerce sua influência nos aquíferos confinados e semiconfinados, e nos livres ou freáticos. Os aquíferos são classificados de acordo com a sua capacidade de armazenar água nas estruturas do material rochoso, seja ele poroso ou fissurado. Alguns aquíferos se localizam em níveis profundos e são acessados por poços tubulares profundos, enquanto outros, os aquíferos livres, estão em contato direto com a superfície, e por isso são mais vulneráveis a contaminações e facilmente acessíveis através de poços rasos.

Quando ocorre a formação artificial de um lago, como é o caso do reservatório da UHE Tibagi Montante pelo barramento do rio Tibagi, o que se espera é que o nível de base local se eleve. Com a nova posição do nível de base, pode ocorrer uma obstrução da descarga da base original do aquífero que, em conjunto com a inversão do fluxo subterrâneo, passam a contribuir para a elevação da superfície piezométrica no entorno do reservatório. Essas modificações podem ter caráter transitório ou permanente, conforme os estágios de elevação do nível d'água do reservatório e do período transcorrido.

2 OBJETIVO

O objetivo geral deste programa é avaliar as modificações da superfície piezométrica e da qualidade das águas subterrâneas, em função da formação do reservatório.

Os objetivos específicos são:

- Identificar as zonas mais susceptíveis aos efeitos da elevação do nível freático nas proximidades do reservatório, por ocasião do enchimento e/ou da operação deste empreendimento; e
- Promover a instalação de uma rede de observação piezométrica para monitoramento do lençol freático.

3 METODOLOGIA

Para a execução do Programa de Monitoramento do Lençol Freático da UHE Tibagi Montante, foram implantados dois (2) poços piezométricos para monitoramento da

qualidade da água (Tabela 1 e Figura 1), um próximo a barragem e outro na porção intermediária do reservatório, na fazenda Caverna.

Tabela 1: Coordenadas geográficas dos poços piezométricos instalados na UHE Tibagi Montante.

Poços	Coordenadas		Descrição
	Latitude	Longitude	
PM01	24°32'15,9" S	50°24'51,5" O	Antigo Canteiro Industrial da UHE Tibagi Montante
PM02	24°33'29,5" S	50°24'28,5" O	Fazenda Caverna



Figura 1: Localização dos poços piezométricos instalados na UHE Tibagi Montante

A campanha de campo ocorreu em 23.07.2024, onde, a aferição do nível do lençol freático foi realizada através de medidas da profundidade do lençol. Para essa leitura, foi utilizado um medidor de nível Solinst® (Water Level Meter), modelo 101B, equipamento elétrico que possui uma fita milimétrica de 10 mm de largura ligada à um sensor, que ao ser introduzido nos piezômetros emite um sinal sonoro quando encontra água, os sensores são feitos com aço inoxidável e revestidos em polietileno, oferecendo resistência e precisão, sendo que seu desenho evita aderência em superfícies molhadas.

O processo de retirada (coleta) de amostras de águas subterrâneas seguiu as recomendações efetuadas pela norma ABNT NBR 15847 – que trata da amostragem de águas subterrâneas, o Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidos (CETESB/ANA, 2011), bem como o Manual de Retirada de Amostras de Água (GERPEL/INEO, 2019), conforme segue:

A coleta de água foi realizada com um amostrador de Inox do tipo Bailer 429, este amostrador é baixado até a profundidade desejada, sendo que durante o processo de descida, as válvulas esféricas são abertas, liberando o fluxo de água pelo amostrador. Ao atingir a profundidade desejada o Bailer é erguido lentamente, e o peso da água manterá as válvulas fechadas, prevenindo para que não haja o vazamento da água. Na superfície o Bailer é esvaziado diretamente no frasco de armazenamento de amostra.

A temperatura da água (termômetro), pH (pHmetro), oxigênio dissolvido (mg/L e % saturação) e condutividade elétrica (Condutivímetro) foram analisados *in situ*, os demais foram encaminhados para o laboratório de qualidade de água do GERPEL/INEO, CRL 1356 e IAPCCL 089. A lista completa dos parâmetros analisados e o método de análise pode ser observada na Tabela 2.

Após a retirada das amostras, elas foram preservadas em gelo para a realização do transporte até o laboratório para análises. Tendo em vista que para alguns parâmetros o tempo entre a amostragem e a análise é mais reduzido que em outros casos, a preservação das amostras é de fundamental importância para que as análises gerem resultados confiáveis e dentro dos padrões de qualidade.

Para a preservação, os frascos de armazenamento de amostras foram estocados em caixas térmicas e posteriormente colocado gelo, de maneira que a temperatura seja mantida em $4 \pm 2^\circ\text{C}$ por períodos curtos, conforme recomendam as normas ISO 5667-4 e ISO 5667-6.

Visando garantir a qualidade dos resultados produzidos pela análise, bem como identificar riscos de contaminação de amostras, segundo a DICLA 057-02 (INMETRO, 2017), devem ser adotados procedimentos que consigam detectar interferências que possam ocorrer no processo de amostragem. Estes procedimentos são descritos abaixo:

Branco de Campo e de Viagem: é usado para a verificação de contaminações ambientais que podem ser adicionadas às amostras durante os procedimentos de retirada da amostra. São preparados no laboratório três frascos de branco (A, B e C) com água deionizada. O frasco A é encaminhado imediatamente para análise e os demais vão a campo. No poço o frasco B permanece na caixa de transporte, enquanto o frasco C é retirado, aberto e exposto ao ambiente durante todo o procedimento de coleta. Ao final, o frasco C é fechado, armazenado na caixa de transporte juntamente com as demais amostras coletadas e o frasco B, sendo todos submetidos ao processo analítico requerido. Deve ser realizado pelo menos um controle (três frascos) para cada viagem realizada. Os resultados de cada controle são obtidos conforme descrito a seguir:

$$(B - A) = \text{Branco de viagem}$$

$$(C - B - A) = \text{Branco de Campo}$$

Branco de equipamento: é um procedimento utilizado para verificar possíveis contaminações mediante contato da amostra com o equipamento de amostragem. Primeiramente, antes de inserir o equipamento na amostra, deve-se enxaguar o mesmo com água deionizada, e o enxágue final deve ser coletado para posterior análise. A água deionizada coletada na lavagem do eletrodo ou equipamento introduzido na amostra não deve demonstrar qualquer alteração em sua composição, devendo apresentar resultados semelhantes ao da água deionizada original.

Duplicata de campo: é usada para medir a precisão e repetitividade dos procedimentos de coleta, através da comparação dos resultados da análise de duas amostras coletadas de um mesmo local, que são encaminhadas ao laboratório como amostras "cegas". São retiradas duas amostras ao mesmo tempo de um local (R1 e R2), as quais são encaminhadas ao laboratório e analisadas. A variação entre os resultados das duplicatas (RPD) é calculada de acordo com a fórmula a seguir (INMETRO, 2017). Segundo a DICLA 057-2, são consideradas "normais" variações no resultado na ordem de 20%.

$$RPD = \left[\frac{(R1 - R2)}{\frac{(R1 + R2)}{2}} \right] * 100$$

Temperatura de Transporte e Armazenamento: é utilizada para garantir que o sistema de refrigeração adotado é eficiente. A temperatura das amostras deve ser avaliada no momento de chegada ao laboratório, pela medida da temperatura do frasco controle, e o valor obtido deve ser relacionado à temperatura da água e do ambiente no momento da coleta e ao tempo de armazenamento.

Destaca-se que as análises dos parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos, foram realizadas pelo Laboratório de Qualidade da Água do GERPEL/INEO, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, acreditação ISO/IEC 17025, CRL nº 1356, que segue os padrões estabelecidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO), e é cadastrado no Instituto Ambiental do Paraná sob o no IAPCCL 089.

Os resultados serão expressos graficamente e os padrões de qualidade da água subterrânea serão estabelecidos conforme a Portaria de GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde (substituiu a Portaria de Consolidação nº 5/2017), considerando-se como uso preponderante o consumo humano.

Tabela 2: Parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos avaliados nas águas subterrâneas da Área de Influência da UHE Tibagi Montante

PARÂMETRO	UNIDADE	COLETA	PRESERVAÇÃO	MÉTODO DE ANÁLISE	APARELHO	REFERÊNCIA
Alcalinidade total e de Bicarbonato (HCO_3^-)	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Gran	pHmetro	APHA (2017)
Cálcio Total	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico	Microbureta de Bang	APHA (2017)
Cloretos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico	Microbureta de Bang	APHA (2017)
Coliformes totais e fecais	NMP/100mL	Frasco	Refrigerado	Colorimétrico/tubos múltiplos	Lâmpada UV	APHA (2017)
Condutividade elétrica	$\mu\text{S/cm}$	<i>in situ</i>	-	Potenciométrico	Sonda multipamétrica	APHA (2017)
Dureza	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Titulométrico	Microbureta de Bang	APHA (2017)
Fenóis	mg/L	Garrafa	Refrigerado	colorimétrico	Destilador	APHA (2017)
Ferro total	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico	Cromatografia	APHA (2017)
Hidróxidos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Gran	pHmetro	APHA (2017)
Mangânes	$\mu\text{g Mn/L}$		Refrigerado	SMEWW - 22nd. 2012, Method 3030 F/3120 B	ICP	APHA (2017)
Nitrato	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (redução pelo cádmio)	Espectrofotômetro	APHA (2017)
6 Nitrito	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (reação com sulfanilamida)	Espectrofotômetro	APHA (2017)

PARÂMETRO	UNIDADE	COLETA	PRESERVAÇÃO	MÉTODO DE ANÁLISE	APARELHO	REFERÊNCIA
Ortofosfato	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Colorimétrico (digestão ácida)	Espectrofotômetro	APHA (2017)
Oxigênio dissolvido	mg/L	<i>in situ</i>	-	Potenciométrico	Oxímetro/Sonda	APHA (2017)
Oxigênio dissolvido	% de Sat.	<i>in situ</i>	-	Potenciométrico	Oxímetro/Sonda	APHA (2017)
pH	-	<i>in situ</i>	-	Potenciométrico	pHmetro/Sonda	APHA (2017)
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	Garrafa	Refrigerado	Gravimétrico/Sonda	Estufa/Mufla	APHA (2017)
Sulfatos	mg/L	Garrafa	Refrigerado	turbidimétrico	Turbidímetro	APHA (2017)
Temperatura da água	°C	<i>in situ</i>	-	-	Oxímetro/Sonda multiparamétrica	APHA (2017)
Temperatura do ar	°C	<i>in situ</i>	-	-	Termômetro de bulbo	Esteves (2011)
Turbidez	NTUs	<i>in situ</i>	-	Potenciométrico	Turbidímetro/Sonda	APHA (2017)

4 RESULTADOS

Os resultados abaixo apresentam a flutuação do nível do lençol freático durante o monitoramento realizado na área de influência da UHE Tibagi Montante, onde foram observadas variações entre o nível da água nos poços de monitoramento em relação ao nível estático mensurado pela CONSTRUSERV Serviços Gerais LTDA & Tibagi Energia (2019), no momento de instalação dos poços.

No piezômetro PM01 (Figura 2) o nível estático do lençol freático mensurado pela CONSTRUSERV Serviços Gerais LTDA & Tibagi Energia (2019) na instalação do poço foi de 6,41 m da superfície do solo, enquanto que durante o monitoramento o nível do lençol apresentou oscilações entre 2,30 m (Primavera de 2020) e 4,35 m (outono/2020), sendo que no inverno de 2024 apresentou nível de 2,87 m. No piezômetro PM02 (Figura 3), o nível estático no momento da instalação do poço foi de 5,71 m, apresentando o menor nível na coleta do verão de 2022 (8,00 m) e o maior nível do lençol nessa coleta do verão 2024 (3,20 m). Na amostragem de inverno o PM02 estava sem água, não sendo possível realizar a coleta nesse local.

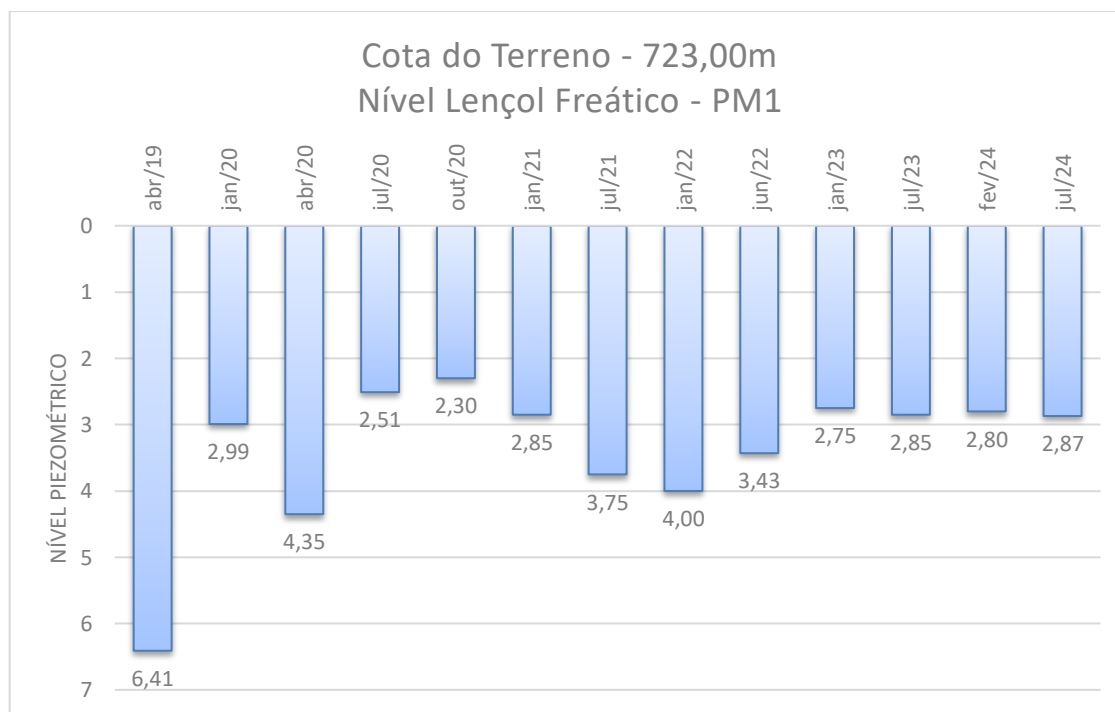


Figura 2: Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PM01 e as respectivas cotas do terreno, na área de influência da UHE Tibagi Montante, rio Tibagi

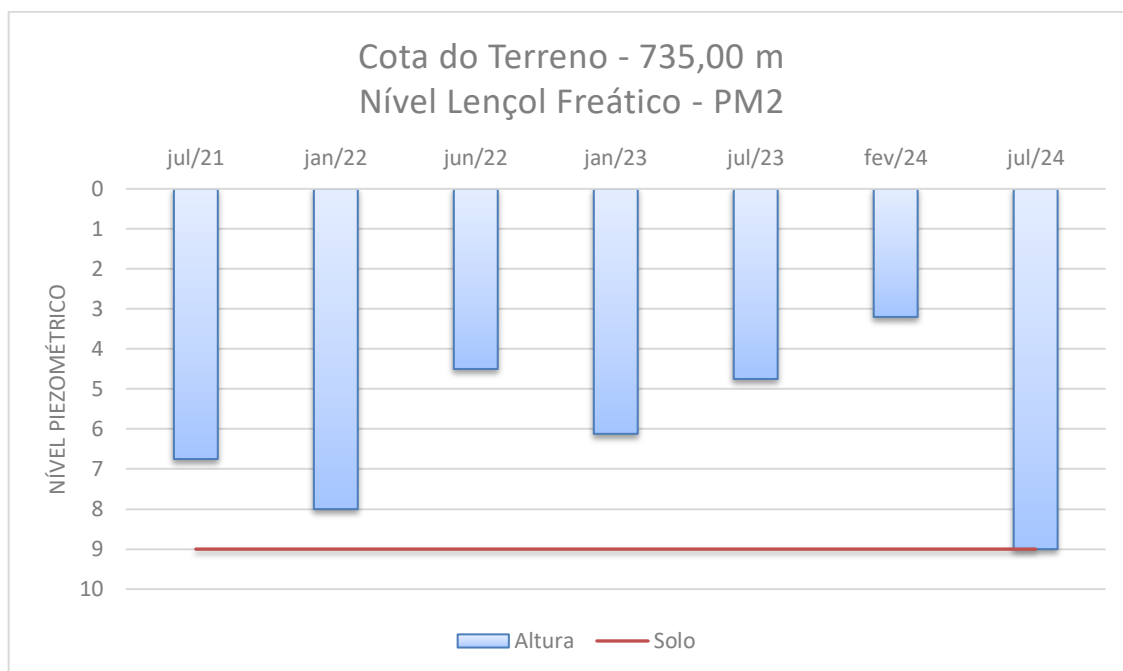


Figura 3: Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PM02 e as respectivas cotas do terreno, na área de influência da UHE Tibagi Montante, rio Tibagi.

No período avaliado, no piezômetro PM01, os parâmetros coliformes fecais (2,0 NMP/100 mL), coliformes totais (69,6 NMP/100 mL), turbidez (59,0 NTU), pH (5,9) e ferro (9,85 mg/L), apresentaram desvios com relação a Portaria GM/MS nº 888/2021 (Tabela 3).

No piezômetro PM02 não foi possível coletar amostras nessa campanha pois o mesmo encontrava-se sem água. De todo modo, na coleta realizada em fevereiro de 2024 os parâmetros coliformes totais (39,8 NMP/100 mL), ferro total (4,57 mg/L), turbidez (259 NTU) e pH (5,18) apresentaram desvios com relação à Portaria de GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde.

Os coliformes totais são comumente encontrados nas fezes de animais de sangue quente, material vegetal e no solo, por isso a *E. coli* é a mais utilizada como indicador direto de contaminação por fezes, pois sua presença está intimamente ligada à presença de contaminação fecal. Os baixos valores de pH (PM1) podem ser atribuídos à presença de vários fatores, tais como concentrações de CO₂, oxidação da matéria orgânica, temperatura da água, entre outros.

Com relação à turbidez mais elevada, pode ter ocorrido com a introdução de materiais em suspensão como: argila, silte, matéria orgânica e inorgânica finamente dividida, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton e outros organismos microscópicos. Já no que concerne o ferro total, considerando que este elemento é um dos mais abundantes na natureza, a incidência de chuvas causa através da infiltração das águas uma dissolução deste, e outros elementos, fazendo com que este material passe a fazer parte das águas subterrâneas.

Tabela 3: Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas obtidas das águas subterrâneas, na área de influência da UHE Tibagi Montante, no inverno de 2024 (valores em vermelho excederam os limites para consumo humano estabelecido Portaria de GM/MS nº 888/2021 do Ministério da Saúde) (Nm = não mencionado na legislação).

CONSUMO HUMANO			
Parâmetros	PM01	PM02	PORTARIA GM/MS Nº 888/2021
Alcalinidade de Bicarbonato (mg/L)	11,83	-	Nm
Alcalinidade de Hidróxido (mg/L)	0	-	Nm
Alcalinidade Total (mg/L)	<0,98	-	Nm
Cálcio (mg/L)	3,35	-	Nm
Cloretos (mg/L)	1,29	-	≤250
Coliformes Fecais (E. coli) (NMP/100mL)	2,0	-	Ausentes
Coliformes Totais (NMP/100mL)	69,6	-	Ausentes
Condutividade Elétrica (µS/cm)	135,8	-	Nm
Dureza total (mg/L)	18,36	-	≤300,0
Ferro Total (mg/L)	9,85	-	≤0,30
Manganês (mg/L)	0,0133	-	≤0,1
Nitrato (mg/L)	6,41	-	≤10,0
Nitrito (mg/L)	0,016	-	≤1,0
Ortofosfato (mg/L)	0,035	-	Nm
Oxigênio Dissolvido (mg/L)	6,29	-	Nm
Oxigênio dissolvido (Saturação) (%)	69,2	-	Nm
pH (-)	5,9	-	6,0-9,0
Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	70,25	-	≤500,0
Temperatura da Água (oC)	20,1	-	Nm
Turbidez (NTU)	59	-	≤5,0

Nas Tabelas a seguir são apresentados os dados históricos do programa de monitoramento do lençol freático na UHE Tibagi Montante.

Tabela 4: Dados históricos do monitoramento de qualidade de água no PM1.

DATA	Local	Alcalinidade de Bicarbonato (mg/L)	Alcalinidade de Hidróxido (mg/L)	Alcalinidade Total (mg/L)	Cálcio (mg/L)	Cloretos (mg/L)	Coliformes Fecais (Escherichia coli) (NMP/100mL)	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Dureza total (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	Manganês (mg/L)
abr/19	PM01	11	0	9,06	1,55	1,34	Ausente	2419	88,6	4,38	< 0,02	0,01
set/19	PM01	92,7	0	76	12,7	1,94	Ausente	2419	85,5	31	1,61	0,02
jan/20	PM01	21,49	0,003	21,5	2,08	2,7	Ausente	464	76,8	11,2	35	0,06
abr/20	PM01	15,5	0	15,5	2,57	11	Ausente	9,8	50,2	14	0,33	0,27
jul/20	PM01	18,75	0	18,75	8,34	1,6	Ausente	63	49	25	1	0,048
out/20	PM01	19,99	0,003	20	6,81	1,4	Ausente	521	44,2	24,6	0,44	0,039
jan/21	PM01	37,46	0,005	37,5	8,5	2,8	Ausente	1717	265	34,4	0,52	0,064
jul/21	PM01	14,97	0,001	14,97	6,17	13	801	10	34,3	34	17,66	0,094
jan/22	PM01	0,62	0	< 0,98	40,1	12,6	Ausente	1172	34	140	40,3	0,113
jun/22	PM01	39,01	0,005	39,05	10,34	10,4	20	602	84	40,4	0,3	< 0,013
jan/23	PM01	13,22	0	13,22	3,85	10,4	161	3169	51,4	32	2,92	< 0,013
jul/23	PM01	16,2	0	17,88	5,21	1,9	78,9	2419,6	38,6	15,2	5,3	< 0,013
fev/24	PM01	13,09	0	13,09	2,65	1,5	1299,7	1413,6	36,4	10,8	< 0,02	0,0471
Jul/24	PM01	11,83	0	0,98	3,35	1,29	2	69,6	135,8	18,36	9,85	0,013
Portaria MS 888/2021		NM	NM	NM	NM	250	Ausente	Ausente	NM	300	0,3	0,1
DATA	Local	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nível do Freático (m)	Ortofosfato (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Oxigênio dissolvido (Saturação) (%)	pH (-)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Temperatura da Água (oC)	Turbidez (NTU)	
abr/19	PM01	0,1	-	6,41	0,01	9,04	-	6,26	50,6	20,7	1832	
set/19	PM01	0,1	-	-	1,48	5,5	-	6,53	161	20	83	
jan/20	PM01	1,5	0,202	2,99	0,026	4,18	51,7	5,58	67,5	22	321	
abr/20	PM01	16,3	0,004	4,35	0,019	3,52	39	6,32	466,5	20,4	440	

jul/20	PM01	2,45	0,005	2,51	0,05	5,8	62,4	6,17	15	19,4	368
DATA	Local	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nível do Freático (m)	Ortofosfato (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Oxigênio dissolvido (Saturação) (%)	pH (-)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Temperatura da Água (oC)	Turbidez (NTU)
out/20	PM01	2,2	0,005	2,30	0,009	5,25	62,7	6,24	28,5	24,3	224
jan/21	PM01	65,6	< 0,002	2,85	< 0,001	3,17	33,1	5,78	83,5	21,9	293
jul/21	PM01	8,6	0,028	3,75	0,008	5,83	68	6	71,5	18,7	101
jan/22	PM01	7,34	0,037	4,00	3,216	2,12	23,2	5,22	713	23,7	661
jun/22	PM01	9,3	0,004	3,43	0,14	5,42	64,1	6,96	165	19,7	248
jan/23	PM01	6,95	0,009	2,75	0,196	4,95	51,6	8,61	34,5	26,2	140
jul/23	PM01	< 0,81	0,017	2,85	0,061	7,87	93,6	5,11	88,5	19,9	28,7
fev/24	PM01	5,52	0,016	2,80	0,064	4,28	47,9	8,12	41	22,7	330
Jul/24	PM01	6,41	0,016	2,87	0,035	6,29	69,2	5,9	70,25	20,1	59
Portaria MS 888/2021		10	1	NM	NM	NM	NM	6-9	500	NM	5

Tabela 5: Dados históricos do monitoramento de qualidade de água no PM2.

DATA	Local	Alcalinidade de Bicarbonato (mg/L)	Alcalinidade de Hidróxido (mg/L)	Alcalinidade Total (mg/L)	Cálcio (mg/L)	Cloretos (mg/L)	Coliformes Fecais (Escherichia coli) (NMP/100mL)	Coliformes Totais (NMP/100mL)	Condutividade Elétrica (µS/cm)	Dureza total (mg/L)	Ferro Total (mg/L)	Manganês (mg/L)
abr/19	PM02	35,6	0	29,2	8	22,2	178,2	2419	929	25,8	0,15	0,32
jul/21	PM02	5,68	0,001	5,68	2,08	50	Ausente	Ausente	57	28	21,24	0,71
jan/22	PM02	0	0	< 0,98	18,4	32,09	Ausente	Ausente	72,2	56	14,12	0,305
jun/22	PM02	0	0	< 0,98	1,2	23	40	256	47,6	7,2	0,46	< 0,013
jan/23	PM02	0	0	< 0,98	2,24	1,95	Ausente	10	79,8	32	2,67	< 0,013
jul/23	PM02	0	0	< 0,98	2,12	10,1	10,6	501,2	62	12	0,73	< 0,013
fev/24	PM02	8,06	0	8,16	1,08	9,9	Ausente	39,8	63,5	8,8	4,57	0,0618
Portaria MS 888/2021		NM	NM	NM	NM	250	Ausente	Ausente	NM	300	0,3	0,1

DATA	Local	Nitrato (mg/L)	Nitrito (mg/L)	Nível do Freático (m)	Ortofosfato (mg/L)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Oxigênio dissolvido (Saturação) (%)	pH (-)	Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)	Temperatura da Água (oC)	Turbidez (NTU)
abr/19	PM02	0,5	-	-	0,01	5,64	-	6,48	5065	21,3	4840
jul/21	PM02	19,7	0,015	6,75	< 0,001	4,26	49	5,16	67,5	19,5	538
jan/22	PM02	21,1	0,014	8	0,007	-	-	4,61	507,75	-	1043
jun/22	PM02	1,98	0,003	4,50	< 0,001	4,72	56,8	4,9	73,25	20,6	2,63
jan/23	PM02	3,97	0,005	6,12	0,002	6,42	77,2	6,98	37	21,1	29,5
jul/23	PM02	1,64	0,005	4,75	< 0,001	6	72,5	4,61	38,75	20,7	4,26
fev/24	PM02	7,16	0,009	3,20	0,003	4,1	47	5,18	36	22,5	259
Portaria MS 888/2021		10	1	NM	NM	NM	NM	6-9	500	NM	5

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto ao nível do lençol freático, nota-se que o poço PM01 apresentou estabilidade em relação a amostragem do inverno de 2023 e verão de 2024. Já no poço PM02 registrou-se um aumento no nível lençol freático em relação a coleta do inverno de 2023 e na coleta de inverno de 2024 ele se encontrava sem água. O nível do lençol freático, para o PM02 parece se correlacionar com os índices pluviométricos, ou seja, quanto maior a disponibilidade hídrica, maior o nível do lençol freático, e o contrário também é observado, quanto menor a intensidade pluviométrica, menor é o nível do freático. Quanto ao PM01 o nível do piezômetro vem apresentando-se estável nas últimas quatro (4) campanhas, muito provável por sua cota está bem próximo à do lago.

No poço de monitoramento PM01, constatou-se a presença de água da chuva dentro da boca do poço monitorado. A presença de água da chuva, como pode ser visualizada, pode representar uma fonte de contaminação do freático, podendo influenciar nas análises físicas, químicas e bacteriológicas.

Em relação aos dois poços de monitoramento PM01 e PM02, quando comparados os resultados com as amostragens anteriores, houve uma pequena melhora na qualidade da água, contudo, foi registrada contaminação por coliformes totais, coliformes fecais e ferro total, além de valores de turbidez e pH que não atenderam a portaria do Ministério da Saúde. Estas alterações na qualidade da água, vem sendo observadas ao longo do monitoramento do lençol freático na área de influência da UHE Tibagi Montante. Considerando que, como supracitado, o nível do lençol freático vem sofrendo oscilações, podemos inferir que a qualidade da água do mesmo, vem sofrendo influência principalmente pela incidência de chuvas na região, uma vez que as maiores concentrações registradas coincidiram com períodos de chuva na região.

De qualquer forma, conforme observado durante a instalação dos poços, não é aconselhável o consumo humano direto dessas águas. Elas precisam passar por um tratamento adequado para serem potáveis e seguras para consumo.

6 ANEXOS

ANEXO 1 – LAUDOS DE QUALIDADE DE ÁGUA DOS POÇO 1.



TIBAGI ENERGIA

**UHE TIBAGI
MONTANTE**

www.tibagienergia.com.br

ESTRADA ALTO DA FIGUEIRA, S/N - ZONA RURAL
RIO TIBAGI - TIBAGI - PARANÁ - BRASIL