



**TIBAGI ENERGIA**

**UHE TIBAGI  
MONTANTE**

## PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO – 1º Semestre 2025

| SPE-TBG-REL-MAM-006-2025 |                 |       |        |          |
|--------------------------|-----------------|-------|--------|----------|
| REVISÕES                 |                 |       |        |          |
| Nº                       |                 | Prep. | Aprov. | Data     |
| 01                       | Emissão Inicial | VS    | RA     | FEV-2025 |
|                          |                 |       |        |          |
|                          |                 |       |        |          |

---

**PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO – 1º  
SEMESTRE 2025**

**SUMÁRIO**

|          |                                                       |           |
|----------|-------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVO.....</b>                                  | <b>3</b>  |
| <b>3</b> | <b>METODOLOGIA.....</b>                               | <b>3</b>  |
| <b>4</b> | <b>RESULTADOS .....</b>                               | <b>9</b>  |
| <b>5</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                      | <b>15</b> |
| <b>6</b> | <b>ANEXOS .....</b>                                   | <b>16</b> |
|          | ANEXO 1 – LAUDOS DE QUALIDADE DE ÁGUA DOS POÇOS. .... | 16        |

---

## **PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO – 1º SEMESTRE 2025**

### **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 3-1), 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                                   |

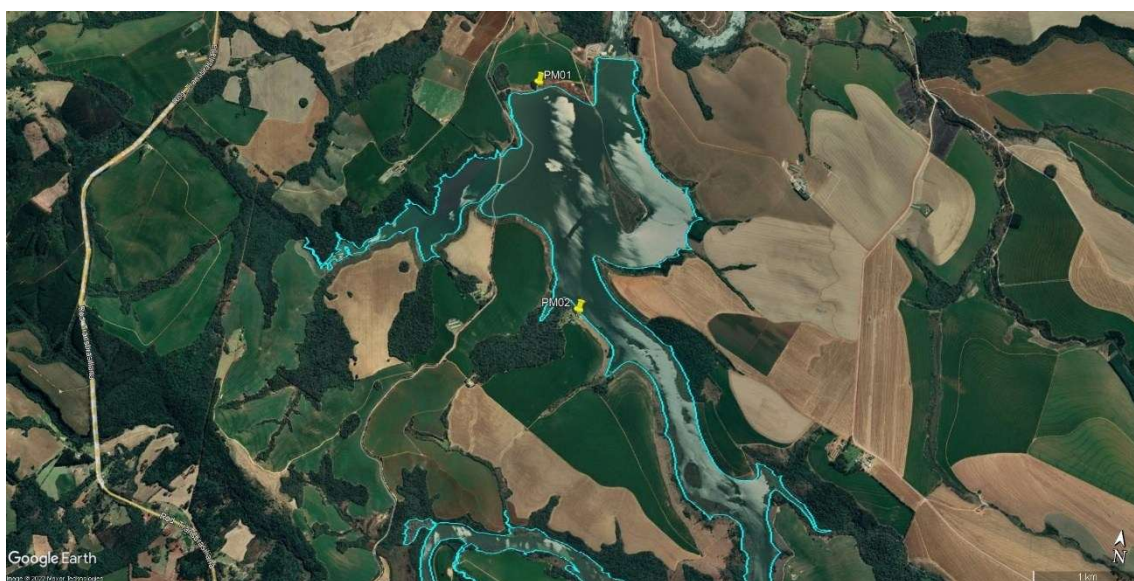


Figura 3-1: Localização dos poços piezométricos instalados na UHE Tibagi Montante

A campanha de campo ocorreu em 22.01.2025, 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 a 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 ( $\text{HCO}_3^-$ ) | 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) |
| <i>6</i> Nitrito                                         | mg/L               | Garrafa        | Refrigerado | Colorimétrico (reação com sulfanilamida) | Espectrofotômetro    | APHA (2017) |



TIBAGI ENERGIA

**UHE TIBAGI  
MONTANTE**

| 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 apresentados a seguir demonstram a flutuação do nível do lençol freático, ou altura piezométrica, durante o monitoramento realizado na área de influência da UHE Tibagi Montante. Foram observadas variações nos níveis d'água dos poços de monitoramento em comparação ao nível estático registrado pela empresa CONSTRUSERV Serviços Gerais LTDA & Tibagi Energia, por ocasião da instalação dos poços em 2019..

No piezômetro PM01 (Figura 4-1), o nível estático do lençol freático, registrado em 2019 durante a instalação do poço, foi de 6,41 metros em relação à superfície do solo. Ao longo do monitoramento, foram observadas oscilações no nível do lençol, variando entre 2,30 metros na primavera de 2020 e 4,35 metros no outono do mesmo ano. No inverno de 2024, o nível atingiu 2,87 metros, enquanto na campanha mais recente, realizada em janeiro de 2025, foi registrado um nível de 2,35 metros.

No piezômetro PM02 (Figura 4-2), o nível estático registrado no momento da instalação do poço foi de 5,71 metros. Durante o monitoramento, o menor nível do lençol freático foi observado no verão de 2022, com 8,00 metros, enquanto o maior nível ocorreu no verão de 2024, com 3,20 metros. Na campanha de inverno, o piezômetro encontrava-se seco, impossibilitando a coleta de dados. Na campanha mais recente, realizada em janeiro de 2025, o nível do lençol freático foi registrado em 4,10 metros.

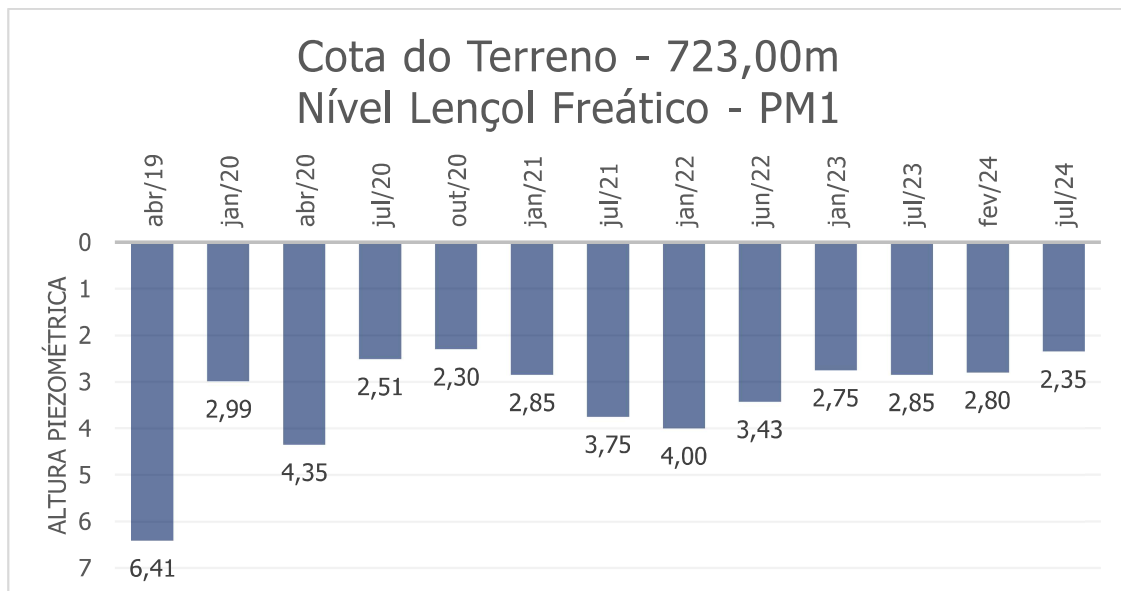


Figura 4-1: Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PM01 localizado na área de influência da UHE Tibagi Montante, rio Tibagi

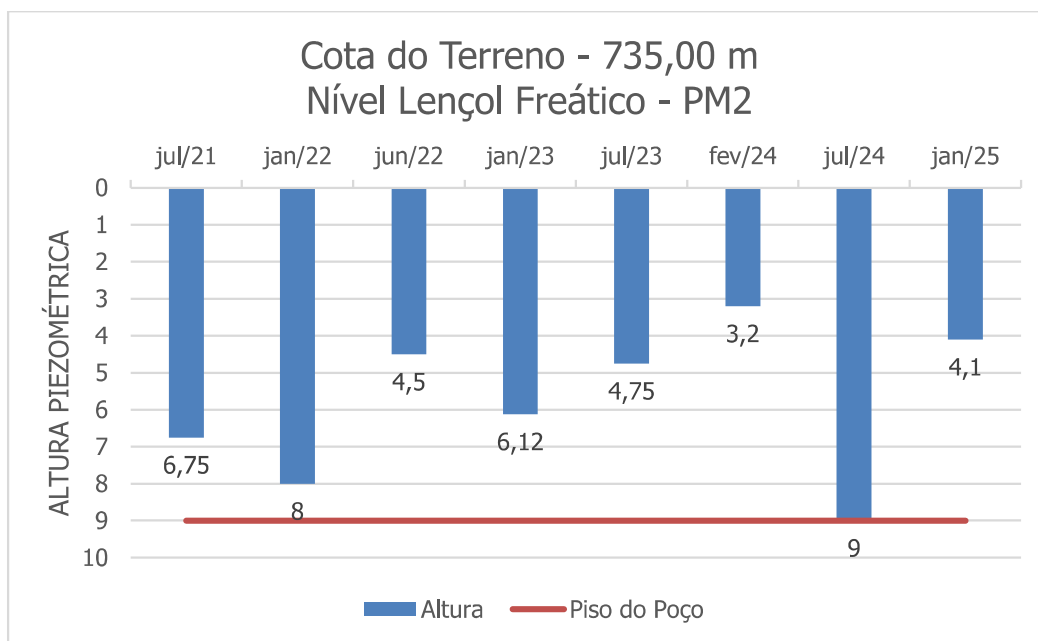


Figura 4-2: Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PM02 localizado na área de influência da UHE Tibagi Montante, rio Tibagi.

Durante o período avaliado, o piezômetro PM01 apresentou desvios em relação aos padrões estabelecidos na Portaria GM/MS nº 888/2021 (Tabela 3) nos seguintes parâmetros: coliformes totais (379 NMP/100 mL), nitrato (36,99 mg/L), ferro (28,2 mg/L) e turbidez (327 NTU).

No piezômetro PM02, também foram identificadas inconformidades quanto aos limites da mesma Portaria (Tabela 3) para os parâmetros: coliformes fecais (3,1 NMP/100 mL), coliformes totais (39,8 NMP/100 mL), ferro (2,09 mg/L) e turbidez (10,1 NTU).

Coliformes totais são frequentemente encontrados em fezes de animais de sangue quente, em material vegetal em decomposição e no solo. Dentre eles, a *Escherichia coli* (*E. coli*) é amplamente utilizada como indicador direto de contaminação fecal, pois sua presença está diretamente associada à introdução de fezes no ambiente.

A turbidez elevada pode estar relacionada à presença de partículas em suspensão, como argila, silte, matéria orgânica e inorgânica finamente particulada, compostos orgânicos solúveis coloridos, plâncton e outros organismos microscópicos.

Quanto à concentração elevada de ferro total, trata-se de um elemento abundante na natureza, cuja mobilização pode ser intensificada pela infiltração das águas das chuvas, promovendo a dissolução do ferro e de outros elementos no solo e, consequentemente, sua incorporação às águas subterrâneas.

Tabela 3: Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas obtidas das águas subterrâneas, na área de influência da UHE Tibagi Montante, no verão de 2025 (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<br>GM/MS<br>Nº<br>888/2021 |
| Alcalinidade de Bicarbonato (mg/L)               | 4,04   | 5,05   | Nm                                  |
| Alcalinidade de Hidróxido (mg/L)                 | 0      | 0      | Nm                                  |
| Alcalinidade Total (mg/L)                        | 4,04   | 5,05   | Nm                                  |
| Cálcio (mg/L)                                    | 4,25   | 2,2    | Nm                                  |
| Cloretos (mg/L)                                  | 26,99  | 11,6   | ≤250                                |
| Coliformes Fecais ( <i>E. coli</i> ) (NMP/100mL) | <1,00  | 3,1    | Ausentes                            |
| Coliformes Totais (NMP/100mL)                    | 379    | 261,3  | Ausentes                            |
| Condutividade Elétrica (µS/cm)                   | 116,4  | 62,65  | Nm                                  |
| Dureza total (mg/L)                              | 23,6   | 136    | ≤300,0                              |
| Ferro Total (mg/L)                               | 28,201 | 2,096  | ≤0,30                               |
| Manganês (mg/L)                                  | 0,0144 | 0,0398 | ≤0,1                                |
| Nitrato (mg/L)                                   | 36,99  | 2,03   | ≤10,0                               |
| Nitrito (mg/L)                                   | 0,02   | 0,005  | ≤1,0                                |
| Ortofosfato (mg/L)                               | 0,006  | <0,001 | Nm                                  |
| Oxigênio Dissolvido (mg/L)                       | 4,36   | 4,34   | Nm                                  |
| Oxigênio dissolvido (Saturação) (%)              | 53,8   | 48,5   | Nm                                  |
| pH (-)                                           | 8,22   | 8,6    | 6,0-9,0                             |
| Sólidos Totais Dissolvidos (mg/L)                | 378,5  | 45,75  | ≤500,0                              |
| Temperatura da Água (oC)                         | 20,2   | 22,1   | Nm                                  |
| Turbidez (NTU)                                   | 327    | 10,1   | ≤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)      | Cloreto (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           |
| jan/25               | PM01  | 4,04                               | 0                                | 4,04                      | 4,25               | 26,99                      | Ausente                                          | 379                           | 116,4                             | 23,6                     | 28,2               | 0,0144          |
| 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<br>(mg/L) | Nitrito (mg/L) | Nível do<br>Freático (m) | Ortofosfato<br>(mg/L) | Oxigênio<br>Dissolvido<br>(mg/L) | Oxigênio<br>dissolvido<br>(Saturação)<br>(%) | pH (-) | Sólidos<br>Totais<br>Dissolvidos<br>(mg/L) | Temperatura<br>da Água (oC) | Turbidez<br>(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                |
| jan/25               | PM01  | 36,99             | 0,02           | 2,35                     | 0,006                 | 4,36                             | 53,8                                         | 8,22   | 378,5                                      | 20,2                        | 327               |
| 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<br>de<br>Bicarbonato<br>(mg/L) | Alcalinidade<br>de Hidróxido<br>(mg/L) | Alcalinidade<br>Total (mg/L) | Cálcio (mg/L) | Cloretos<br>(mg/L) | Coliformes<br>Fecais<br>(Escherichia<br>coli)<br>(NMP/100mL) | Coliformes<br>Totais<br>(NMP/100mL) | Condutividade<br>Elétrica<br>(µS/cm) | Dureza total<br>(mg/L) | Ferro Total<br>(mg/L) | Manganes<br>(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            |



TIBAGI ENERGIA

## UHE TIBAGI MONTANTE

|                      |       |                |                |                       |                    |                            |                                     |         |                                   |                          |                |        |
|----------------------|-------|----------------|----------------|-----------------------|--------------------|----------------------------|-------------------------------------|---------|-----------------------------------|--------------------------|----------------|--------|
| fev/24               | PM02  | 8,06           | 0              | 8,16                  | 1,08               | 9,9                        | Ausente                             | 39,8    | 63,5                              | 8,8                      | 4,57           | 0,0618 |
| jan/25               | PM02  | 5,05           | 0              | 5,05                  | 2,2                | 11,6                       | 3,1                                 | 261,3   | 62,5                              | 13,6                     | 2,09           | 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                        | 47,0                                | 5,18    | 36,0                              | 22,5                     | 259            |        |
| Jan/25               | PM02  | 2,03           | 0,005          | 4,1                   | < 0,0001           | 4,34                       | 48,5                                | 8,6     | 45,75                             | 22,1                     | 10,1           |        |
| Portaria MS 888/2021 |       | 10             | 1              | NM                    | NM                 | NM                         | NM                                  | 6-9     | 500                               | NM                       | 5              |        |

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quanto ao nível do lençol freático, observa-se que o poço PM01 manteve estabilidade nas amostragens realizadas nas últimas campanhas (Figura 5-1), apresentando valores bastante semelhantes. Considerando a cota de instalação do poço, situada a 723 metros, verifica-se que o nível piezométrico permanece próximo à cota do reservatório, que é de 721 metros.

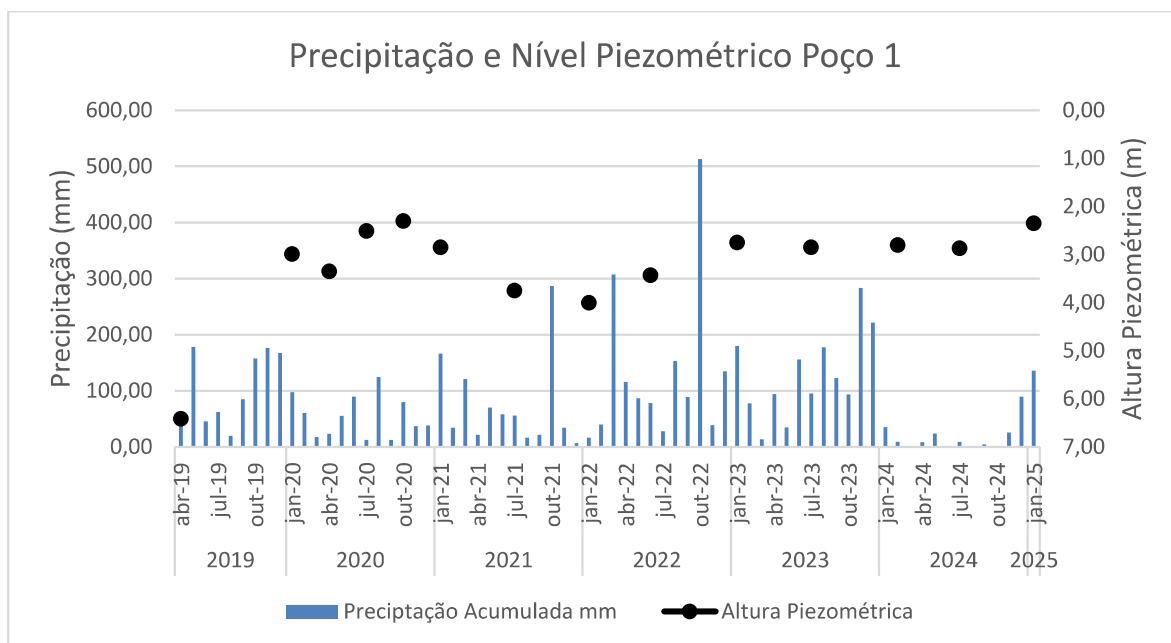


Figura 5-1: Gráfico da Precipitação x o nível piezométrico medido entre as campanhas.

No poço PM02, foi registrado um aumento no nível do lençol freático em relação à campanha de inverno de 2023, enquanto na campanha de inverno de 2024 o poço se encontrava seco, impossibilitando a medição. Observa-se que o nível do lençol freático nesse ponto parece estar diretamente relacionado aos índices pluviométricos: maiores volumes de precipitação correspondem a níveis mais elevados do freático, enquanto períodos de menor intensidade pluviométrica resultam em níveis mais baixos.

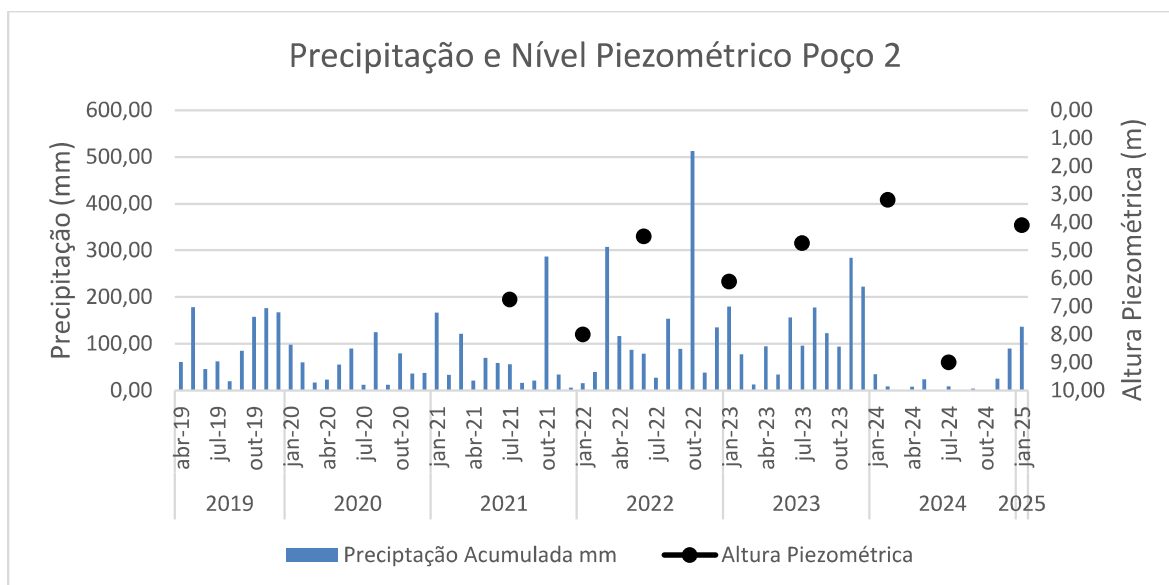


Figura 5-2: Gráfico da Precipitação x o nível piezométrico medido entre as campanhas

No poço de monitoramento PM01, foi identificada a presença de água da chuva no interior da boca do poço. Essa situação, observada visualmente, pode representar uma potencial fonte de contaminação do lençol freático, com possível interferência nos resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas.

Em relação aos dois poços de monitoramento (PM01 e PM02), a comparação com campanhas anteriores indica a manutenção do padrão de qualidade da água. A persistência de parâmetros físicos, químicos e biológicos em desacordo com os limites estabelecidos pela Portaria do Ministério da Saúde como coliformes totais e fecais, ferro total e turbidez, tem sido registrada desde a construção dos poços, sugerindo tratar-se de uma condição regional característica da área onde foram instalados.

Considerando as oscilações observadas no nível do lençol freático, é possível inferir que a qualidade da água subterrânea, especialmente no Poço PM02, sofre influência direta da ocorrência de chuvas na região.

De toda forma, conforme constatado desde a instalação dos poços, o consumo direto dessa água não é recomendado. Para que seja considerada potável e segura ao consumo humano, é imprescindível que seja submetida a tratamento adequado.

## 6 ANEXOS

### ANEXO 1 – LAUDOS DE QUALIDADE DE ÁGUA DOS POÇOS



TIBAGI ENERGIA

**UHE TIBAGI  
MONTANTE**

**[www.tibagienergia.com.br](http://www.tibagienergia.com.br)**

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

---

**ANEXO 1**

LAUDOS DE QUALIDADE DE ÁGUA DOS POÇOS

**Código:** FQA-13

**Revisão:** 07

**Aprovação:** 16/08/2023

**Página:** 1/3

**Data de emissão:** 23/05/2025

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 314/25 – rev 01**

**DADOS DO CLIENTE**

Cliente: TIBAGI ENERGIA SPE S/A - Poços  
Endereço: Rua Estrada Alto da Figueira, S/N  
CEP: 84300000  
Latitude: 24°32'49.70"S

Cidade: Tibagi/PR  
CNPJ: 23.080.281/0002-16  
Fone:  
Longitude: 50°24'02.27"O

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

Código da Amostra: PTIB-019  
Local de Amostragem: PM01  
Data de Amostragem: 22/01/2025  
Horário de Amostragem: 14:00  
Coletor: ( ) Cliente (X) GERPEL/INEO

Chuva nas últimas 24 hs.: ( ) Sim ( ) Não (X) NA  
Data de entrada no laboratório: 23/01/2025  
Horário de entrada: 17:00  
Matriz: água bruta

**RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS**

| Parâmetros                           | Resultado | Unidade   | LQM  | Metodologia               | Data de Realização |
|--------------------------------------|-----------|-----------|------|---------------------------|--------------------|
| Alcalinidade de Bicarbonato          | 4,04      | mg/L      | -    | SMEWW - Método: 2320 - B  | 30/01/2025         |
| Alcalinidade de Hidróxido            | 0         | mg/L      | -    | SMWW - Método: 2320 - B   | 30/01/2025         |
| Alcalinidade Total                   | 4,04      | mg/L      | 0,98 | SMEWW - Método: 2320 - B  | 30/01/2025         |
| Cálcio                               | 4,25      | mg/L      | 1,00 | SMEWW - Método: 3500-Ca-B | 05/02/2025         |
| Cloretos                             | 26,99     | mg/L      | 1,02 | SMEWW - Método: 4500-Cl-C | 06/02/2025         |
| Coliformes Fecais (Escherichia coli) | < 1,00    | NMP/100mL | 1,00 | SMEWW - Método: 9223-B    | 23/01/2025         |
| Coliformes Totais                    | 379       | NMP/100mL | 1,00 | SMEWW - Método: 9223-B    | 23/01/2025         |
| Condutividade Elétrica               | 116,4     | µS/cm     | 1,04 | SMEWW - Método: 2510 B    | 28/01/2025         |

**LABORATÓRIO GERPEL/INEO**

Rua da Faculdade, 645, Jardim Santa Maria, CEP: 85903-000, Toledo/PR.

**Data de emissão:** 23/05/2025**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 314/25 – rev 01**

| <b>Parâmetros</b>                 | <b>Resultado</b> | <b>Unidade</b> | <b>LQM</b> | <b>Metodologia</b>              | <b>Data de Realização</b> |
|-----------------------------------|------------------|----------------|------------|---------------------------------|---------------------------|
| Dureza total                      | 23,6             | mg/L           | 5,00       | SMEWW - Método: 2340-C          | 06/02/2025                |
| Ferro Total                       | 28,201           | mg/L           | 0,02       | Método: FerroVer 8008 - Hach    | 25/02/2025                |
| Manganês*                         | 0,0144           | mg/L           | 0,013      | SMEWW - Método 3030F/3120 B     | 07/02/2025                |
| Nitrato                           | 36,99            | mg/L           | 0,81       | Método: Nitra Ver - 8039 - Hach | 24/01/2025                |
| Nitrito                           | 0,02             | mg/L           | 0,002      | SMEWW - Método: 4500-NO-2       | 24/01/2025                |
| Nível do Freático**               | 2,35             | m              | -          | -                               | 22/01/2025                |
| Ortofosfato                       | 0,006            | mg/L           | 0,001      | SMEWW - Método: 4500-P-E        | 24/01/2025                |
| Oxigênio Dissolvido**             | 4,36             | mg/L           | 1,56       | SMEWW - Método: 4500-O-G        | 22/01/2025                |
| Oxigênio dissolvido (Saturação)** | 53,8             | %              | -          | SMEWW - Método: 4500-O-G        | 22/01/2025                |
| pH**                              | 8,22             | -              | 1,00       | SMEWW - Método: 4500 H+         | 22/01/2025                |
| Sólidos Totais Dissolvidos        | 378,5            | mg/L           | 0,53       | SMEWW - Método: 2540-C          | 28/01/2025                |
| Temperatura da Água**             | 20,2             | oC             | 6          | SMEWW - Método: 2550-B          | 22/01/2025                |
| Turbidez                          | 327              | NTU            | 0,59       | SMEWW - Método: 2130 A, B       | 24/01/2025                |

**Nota:**

- Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório de Qualidade de Água do GERPEL/INEO.
- Os resultados das análises têm seu valor restrito às amostras analisadas no Laboratório de Qualidade de Água do GERPEL/INEO.
- Os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.
- Coleta realizada pelo GERPEL/INEO, segue o PSQ – 09 – Manual de Retirada de Amostras de Água e FSQ – 26 – Plano de Amostragem - SMEWW – Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater, 24ª Edição, 2023.
- MQA – Metodologia Qualidade de Água - LQM – Limite de Quantificação do Método.
- ND – Não detectado.
- NA – Não se aplica.
- (\*) Provedor Externo de Ensaio.
- (\*\*) Análises realizadas nas instalações do cliente."

**Data de emissão:** 23/05/2025

**RELATÓRIO DE ENSAIO N° 314/25 – rev 01**

**Informações complementares:**

O relatório atual substitui o relatório N° 314/25, Rev00, emitido em 14/05/2025.



Adriana da Silva Tronco Johann  
Responsável Técnica  
CRQ - 09100940

**Código:** FQA-13

**Revisão:** 07

**Aprovação:** 16/08/2023

**Página:** 1/3

**Data de emissão:** 14/05/2025

**RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 315/25 – rev 0**

**DADOS DO CLIENTE**

Cliente: TIBAGI ENERGIA SPE S/A - Poços  
Endereço: Rua Estrada Alto da Figueira, S/N  
CEP: 84300000  
Latitude: 24°32'49.70"S

Cidade: Tibagi/PR  
CNPJ: 23.080.281/0002-16  
Fone:  
Longitude: 50°24'02.27"O

**DADOS DE IDENTIFICAÇÃO DA AMOSTRA**

Código da Amostra: PTIB-020  
Local de Amostragem: PM02  
Data de Amostragem: 22/01/2025  
Horário de Amostragem: 09:35  
Coletor: ( ) Cliente (X) GERPEL/INEO

Chuva nas últimas 24 hs.: ( ) Sim ( ) Não (X) NA  
Data de entrada no laboratório: 23/01/2025  
Horário de entrada: 17:00  
Matriz: água bruta

**RESULTADOS DOS ENSAIOS REALIZADOS**

| Parâmetros                           | Resultado | Unidade   | LQM  | Metodologia               | Data de Realização |
|--------------------------------------|-----------|-----------|------|---------------------------|--------------------|
| Alcalinidade de Bicarbonato          | 5,05      | mg/L      | -    | SMEWW - Método: 2320 - B  | 30/01/2025         |
| Alcalinidade de Hidróxido            | 0         | mg/L      | -    | SMWW - Método: 2320 - B   | 30/01/2025         |
| Alcalinidade Total                   | 5,05      | mg/L      | 0,98 | SMEWW - Método: 2320 - B  | 30/01/2025         |
| Cálcio                               | 2,2       | mg/L      | 1,00 | SMEWW - Método: 3500-Ca-B | 05/02/2025         |
| Cloretos                             | 11,6      | mg/L      | 1,02 | SMEWW - Método: 4500-Cl-C | 06/02/2025         |
| Coliformes Fecais (Escherichia coli) | 3,1       | NMP/100mL | 1,00 | SMEWW - Método: 9223-B    | 23/01/2025         |
| Coliformes Totais                    | 261,3     | NMP/100mL | 1,00 | SMEWW - Método: 9223-B    | 23/01/2025         |
| Condutividade Elétrica               | 62,65     | µS/cm     | 1,04 | SMEWW - Método: 2510 B    | 28/01/2025         |

**Data de emissão: 14/05/2025****RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 315/25 – rev 0**

| <b>Parâmetros</b>                 | <b>Resultado</b> | <b>Unidade</b> | <b>LQM</b> | <b>Metodologia</b>              | <b>Data de Realização</b> |
|-----------------------------------|------------------|----------------|------------|---------------------------------|---------------------------|
| Dureza total                      | 13,6             | mg/L           | 5,00       | SMEWW - Método: 2340-C          | 06/02/2025                |
| Ferro Total                       | 2,096            | mg/L           | 0,02       | Método: FerroVer 8008 - Hach    | 25/02/2025                |
| Manganês*                         | 0,0398           | mg/L           | 0,013      | SMEWW - Método 3030F/3120 B     | 07/02/2025                |
| Nitrato                           | 2,03             | mg/L           | 0,81       | Método: Nitra Ver - 8039 - Hach | 24/01/2025                |
| Nitrito                           | 0,005            | mg/L           | 0,002      | SMEWW - Método: 4500-NO-2       | 24/01/2025                |
| Nível do Freático**               | 4,1              | m              | -          | -                               | 22/01/2025                |
| Ortofosfato                       | < 0,001          | mg/L           | 0,001      | SMEWW - Método: 4500-P-E        | 24/01/2025                |
| Oxigênio Dissolvido**             | 4,34             | mg/L           | 1,56       | SMEWW - Método: 4500-O-G        | 22/01/2025                |
| Oxigênio dissolvido (Saturação)** | 48,5             | %              | -          | SMEWW - Método: 4500-O-G        | 22/01/2025                |
| pH**                              | 8,6              | -              | 1,00       | SMEWW - Método: 4500 H+         | 22/01/2025                |
| Sólidos Totais Dissolvidos        | 45,75            | mg/L           | 0,53       | SMEWW - Método: 2540-C          | 28/01/2025                |
| Temperatura da Água**             | 22,1             | oC             | 6          | SMEWW - Método: 2550-B          | 22/01/2025                |
| Turbidez                          | 10,1             | NTU            | 0,59       | SMEWW - Método: 2130 A, B       | 24/01/2025                |

**Nota:**

- Este relatório somente poderá ser reproduzido na íntegra. Reprodução de partes requer aprovação escrita do Laboratório de Qualidade de Água do GERPEL/INEO.
- Os resultados das análises têm seu valor restrito às amostras analisadas no Laboratório de Qualidade de Água do GERPEL/INEO.
- Os resultados se aplicam à amostra conforme recebida.
- Coleta realizada pelo GERPEL/INEO, segue o PSQ – 09 – Manual de Retirada de Amostras de Água e FSQ – 26 – Plano de Amostragem - SMEWW – Standard Methods for the Examination of the Water and Wastewater, 24ª Edição, 2023.
- MQA – Metodologia Qualidade de Água - LQM – Limite de Quantificação do Método.
- ND – Não detectado.
- NA – Não se aplica.
- (\*) Provedor Externo de Ensaio.
- (\*\*) Análises realizadas nas instalações do cliente."

**Código:** FQA-13

**Revisão:** 07

**Aprovação:** 16/08/2023

**Página:** 3/3

**Data de emissão:** 14/05/2025

**RELATÓRIO DE ENSAIO Nº 315/25 – rev 0**

**Informações complementares:**

NA



Adriana da Silva Tronco Johann  
Responsável Técnica  
CRQ - 09100940