
PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE BAIXO IGUAÇU

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO E DA QUALIDADE DA ÁGUA SUBTERRÂNEA DA UHE BAIXO IGUAÇU

Relatório Semestral

**Março
2021**

SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	3
Lista de Tabelas	4
1 APRESENTAÇÃO.....	5
2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO.....	5
3 INTRODUÇÃO.....	6
4 OBJETIVO GERAL.....	7
4.1 - Objetivos Específicos	7
5 – METODOLOGIA.....	8
5.1 Monitoramento do Nível do Lençol Freático	8
5.2 Monitoramento da Qualidade da Água do Lençol Freático	12
6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
7 – CONCLUSÕES	33
8 – EQUIPE EXECUTORA	35
9 – CRONOGRAMA DE COLETAS E RELATÓRIOS	36
10 – REFERÊNCIAS CONSULTADAS	37
ANEXOS.....	39

Lista de Figuras

Figura 1 – Localização do Empreendimento (Fonte: CEBI, 2016).	5
Figura 2 – Posição esquemática para os MNAs e PMs.....	8
Figura 3 – Posição esquemática para os MNAs e PMs.....	8
Figura 4 – Seções representativas dos pontos 1, 2, 4 e 5.	9
Figura 5 – Seção representativa do ponto 3.	9
Figura 6 – Seções representativas dos pontos 6 e 7.	10
Figura 7 - Procedimento de medição da profundidade do lençol freático, na área de influência da UHE Baixo Iguaçu.	12
Figura 8 - Procedimento de coleta da água, com amostrador Bailer 429.	13
Figura 9 - Precipitações acumuladas (barras) e nível do reservatório (linha contínua) mensal, registrado na estação da UHE Baixo Iguaçu Barramento. A seta indica os meses em que foram realizadas a medida de nível do freático (Fonte: ANA, 2020).....	18
Figura 10 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA-1A (a), 1B (b) e 1C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.	19
Figura 11 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA-2A (a), 2B (b) e 2C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.	20
Figura 12 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 3A (a), 3B (b) e 3C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.	21
Figura 13 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 4A (a), 4B (b) e 4C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.	22
Figura 14 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 5A (a), 5B (b) e 5C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.	23
Figura 15 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 6A (a), 6B (b) e 6C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.	24
Figura 16 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 7A (a), 7B (b) e 7C (c), avaliados em maio e agosto de 2020. A cor azul representa o lençol freático.....	24
Figura 17 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 8A (a), 8B (b) e 8C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.	25
Figura 18 - Amostra de água obtida em novembro de 2020 no poço 5C, demonstrando a cor da água.	34

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Características dos poços de monitoramento (nível do freático e qualidade da água), na área de influência da UHE Baixo Iguaçu.....	11
Tabela 2 - Variáveis físicas, químicas e biológicas avaliadas na água subterrânea dos poços situados na Área de Influência Direta da UHE Baixo Iguaçu.	15
Tabela 3 - Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas obtidas das águas subterrâneas, na área de influência da UHE Baixo Iguaçu, em novembro de 2020 (valores em vermelho excederam os limites para consumo humano estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/2008 e/ou da Portaria de Consolidação nº. 5/2017 do Ministério da Saúde) (Nm = não mencionado na legislação) (ND = não detectado).....	32
Tabela 4 - Cronograma de coletas e relatórios do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade da Água subterrânea da UHE Baixo Iguaçu	36

1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório reúne a descrição dos métodos e resultados, obtidos durante o monitoramento do nível (novembro de 2020 e fevereiro de 2021) e qualidade da água do lençol freático (novembro de 2020) na área de influência da UHE Baixo Iguaçu, localizada no Estado do Paraná, referente ao Plano de Trabalho do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e Qualidade das Águas Subterrâneas da UHE Baixo Iguaçu, constante do Plano Básico Ambiental Consolidado (PBA), para integrar as solicitações feitas pelas condicionantes nº 08 da Licença de Instalação nº 17.033/2015 e a nº 09 da Licença de Operação nº 35.980/2019, emitidas pelo Instituto Ambiental do Paraná (IAP).

2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO

A UHE Baixo Iguaçu, com capacidade instalada de 350 MW, pertence ao Consórcio Empreendedor Baixo Iguaçu – CEBI, constituído pelas empresas Neoenergia S.A. e Copel Geração e Transmissão S.A., é o último aproveitamento hidrelétrico em cascata no rio Iguaçu, afluente do rio Paraná, e está localizada a jusante da UHE Salto Caxias, nas coordenadas 25°30'S e 53°40'W (Figura 1). O eixo do barramento situa-se a 174 km da foz do rio Iguaçu, imediatamente a montante da confluência do rio Gonçalves Dias e do Limite do Parque Nacional do Iguaçu (PNI), entre os municípios de Capanema-PR, na margem esquerda e Capitão Leônidas Marques-PR, na margem direita (CEBI, 2017).

Além dos dois municípios citados, o empreendimento também ocupa parte dos territórios dos municípios paranaenses de Realeza, Nova Prata do Iguaçu e Planalto. O reservatório tem uma área de 31 km², sendo 18 km² formado pela calha natural do rio Iguaçu e 13 km² da área de inundação (CEBI, 2017).



Figura 1 – Localização do Empreendimento (Fonte: CEBI, 2016).

3 INTRODUÇÃO

Um curso d'água superficial recebe alimentação do lençol freático ao longo de suas margens, pelo fato de suas cargas hidráulicas encontrarem-se mais baixas do que aquelas do aquífero livre adjacente. Assim, caso ocorra alteração no nível d'água do rio, seja ela natural, ou artificial, inevitavelmente provocará modificação no movimento da água no aquífero (VAN EVERDINGEN, 1968).

As modificações que ocorrem no regime hidrológico subterrâneo após a construção de uma barragem serão tanto mais significativas, quanto maior se constituir a obra, sua área de inundação e a espessura média da lâmina d'água resultante da formação do reservatório (SILVA et al., 1998; ALBUQUERQUE FILHO et al., 2001).

A superfície da água nos aquíferos livres adjacentes aos reservatórios formados sofre inicialmente ajustes transitórios, entretanto, em longo prazo, tais efeitos podem evoluir para mudanças permanentes nesse sistema hidrogeológico (ALBUQUERQUE FILHO & BOTTURA, 1994; ALBUQUERQUE FILHO et al., 1996).

A água subterrânea pode ser considerada uma das maiores riquezas naturais do nosso planeta, e seu monitoramento é um instrumento fundamental para a avaliação das condições que este meio natural se encontra, e posteriormente permitir tomar medidas preventivas e/ou proativas para a preservação da qualidade e quantidade, buscando promover o uso sustentável junto à uma ação integrada de gerenciamento. Os principais problemas relacionados aos sistemas aquíferos são a poluição, desperdício, bombeamentos excessivos, dificuldades para controle dos poços instalados e exploração desenfreada (IRITANI & EZAKI, 2008). Para que as futuras gerações também possam usufruir deste recurso são necessárias estratégias que visem a sua proteção.

Deste modo, o monitoramento dos padrões de qualidade e da quantidade de água disponível em um aquífero, possibilita diagnosticar o atual estado do aquífero, em relação a estados passados, para tomar as devidas medidas em relação a modificações causadas por efeitos naturais e/ou antrópicos.

4 OBJETIVO GERAL

Em atendimento às condicionantes nº 08 da Licença de Instalação nº 17.033/2015 e a nº 09 da Licença de Operação nº 35.980/2019, emitidas pelo Instituto Ambiental do Paraná, que afirmam que o Programa de Monitoramento do Lençol Freático e Qualidade das Águas Subterrâneas, deverá ter sua continuidade conforme cronograma, e ser apresentado relatório, tendo como objetivo gerar informações que permitam avaliar o comportamento e dinâmica do lençol freático e da qualidade da água na área de influência direta, em função do enchimento do reservatório da UHE Baixo Iguaçu.

Este objetivo será alcançado por meio de medições periódicas, da profundidade do nível da água e do comportamento dos parâmetros de qualidade da água do sistema aquífero livre, em áreas definidas no entorno do reservatório. De maneira que o nível piezométrico ao longo das margens do reservatório, permite a análise e elaboração de medidas mitigadoras, quando necessárias, para fazer frente aos efeitos adversos das variações do nível do freático, caso elas ocorram.

4.1 - Objetivos Específicos

- Efetuar o monitoramento do nível do lençol freático após o enchimento do reservatório;
- 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. 396/2008, conforme enquadramento das águas subterrâneas e de acordo com os usos preponderantes, com enfoque no povoado de Marmelândia;
- Monitorar as variações sazonais da qualidade e nível das águas subterrâneas;
- Identificar as áreas sensíveis à desestabilização de encostas, vulneráveis à contaminação das águas subterrâneas, passíveis de maior disponibilidade de água, e locais que sofrerão outras interferências resultantes da elevação do nível da água (perda de estruturas, desmoronamento de poços, afogamento radicular da vegetação adjacente, criação de áreas úmidas e alagadas, etc.);
- Identificar possíveis áreas/ações/atividades que sejam fontes de contaminação da água subterrânea, notadamente aquelas relacionadas ao empreendimento;
- Auxiliar na tomada de decisão quanto à implementação de ações e medidas de prevenção, mitigação, controle e potencializadoras, relacionadas aos impactos ambientais nas águas subterrâneas resultantes do empreendimento;

5 – METODOLOGIA

5.1 Monitoramento do Nível do Lençol Freático

O monitoramento do nível do lençol freático foi realizado nos 08 (oito) pontos, conforme apresentado nas Figuras 2 a 6. Em cada um dos oito pontos de monitoramento, foram estabelecidas três posições (a, b, c) de medição, em cada seção (Figura 2 e Figura 3). Assim, entre Monitoramento do Nível da Água (MNA) e Poços de Monitoramento (PM), foram instalados 24 (vinte e quatro) locais de monitoramento (Tabela 1). Destaca-se que apenas um dos pontos está localizado à jusante do barramento (Ponto 8), na margem esquerda do rio Iguaçu. Os demais estão localizados a montante, conforme figuras 3, 4 e 5.

O ponto de número 8 foi instalado em uma seção onde o rio já tenha recuperado a sua configuração natural (aproximadamente um quilômetro a jusante da barragem) e terá por objetivo avaliar a flutuação do lençol resultante da variação das vazões do Rio Iguaçu.

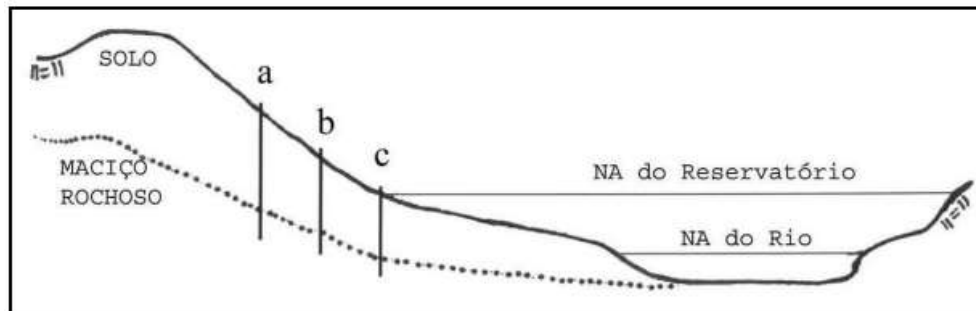


Figura 2 – Posição esquemática para os MNAs e PMs.

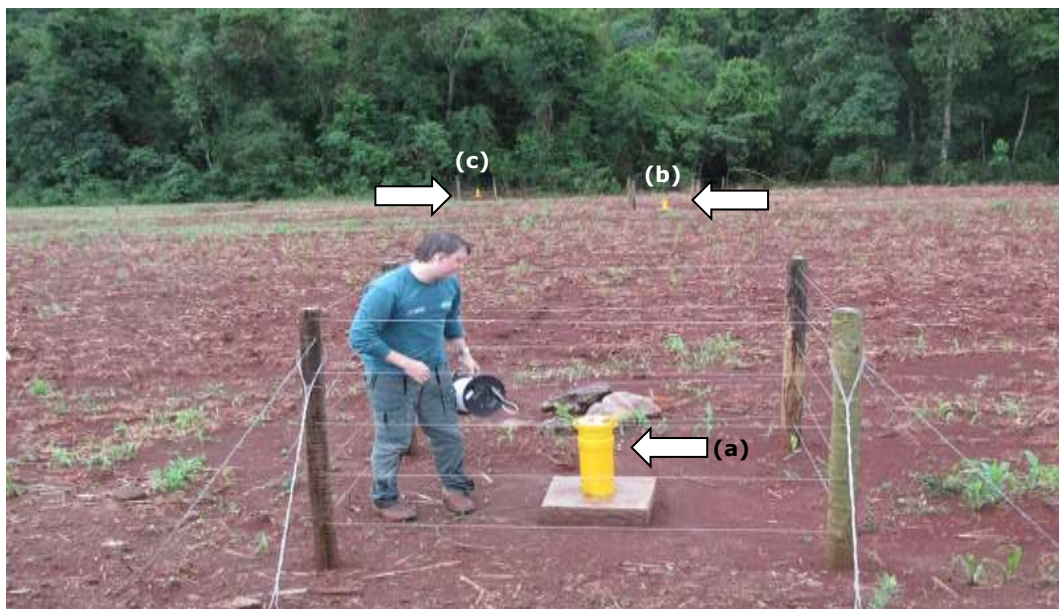


Figura 3 – Posição esquemática para os MNAs e PMs.

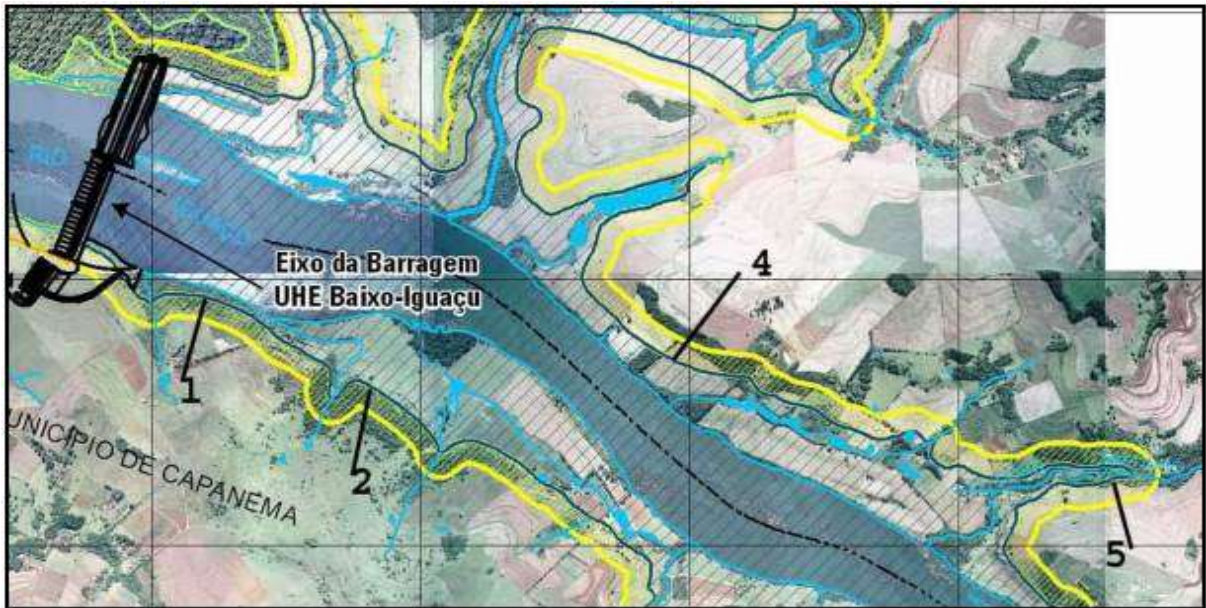


Figura 4 – Seções representativas dos pontos 1, 2, 4 e 5.

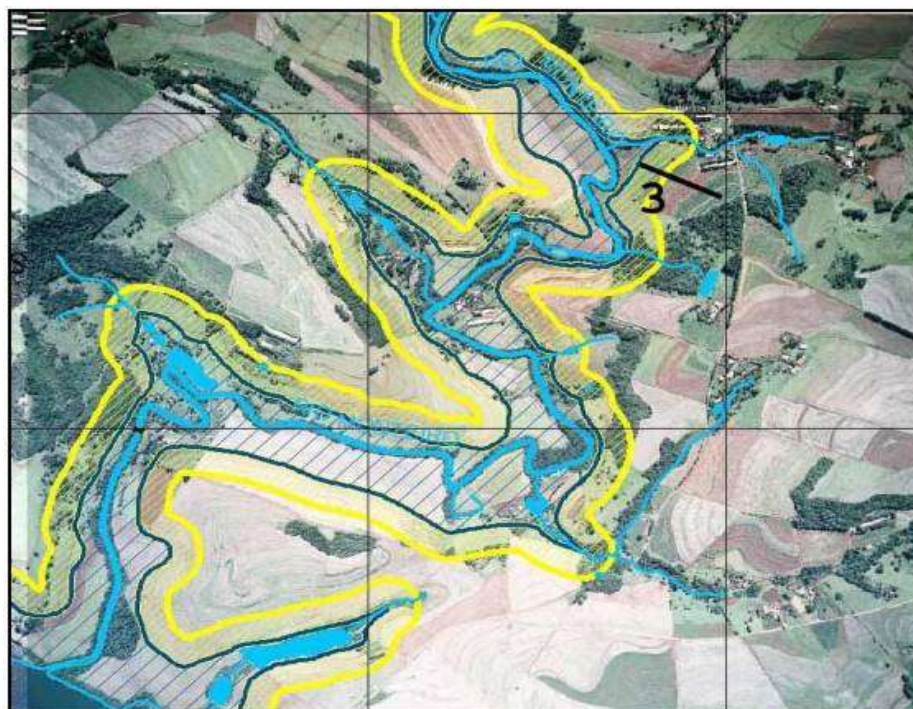


Figura 5 – Seção representativa do ponto 3.



Figura 6 – Seções representativas dos pontos 6 e 7.

Nos pontos 1, 2, 4, 6 e 8, foram instalados MNAs nas três posições “a”, “b” e “c”, já que nestes pontos o interesse foi avaliar a variação do nível do freático, considerando que representam regiões onde ocorre agricultura e pecuária e, onde está em formação a mata ciliar do reservatório.

Nos pontos 3, 5 e 7 foram instalados MNAs em duas posições, “a” e “b”, e PMs na posição “c”, considerando o monitoramento da qualidade da água nos mesmos. Deste modo, o monitoramento do nível de água do freático foi realizado em todos os pontos, incluindo os poços de monitoramento (PMs).

Nos pontos 3, 5 e 7 foi avaliada a qualidade da água em função de serem regiões que drenam áreas urbanas ou rurais de intenso uso agrícola e pecuário, como a área urbana de Capitão Leônidas Marques, e a localidade de Marmelândia, que pertence ao município de Realeza, e onde se encontra o maior aglomerado populacional às margens do Rio Iguaçu e do reservatório.

A Tabela 1 apresenta uma síntese das características dos poços monitorados neste programa.

Tabela 1 – Características dos poços de monitoramento (nível do freático e qualidade da água), na área de influência da UHE Baixo Iguaçu.

Poços	Local	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Altura Boca do Poço (m)	*Profundidade Poço (m)
PMNA-1A	Margem esquerda	25°30'38,71"S	53°40'10,73"O	276	0,40	13,70
PMNA-1B	Margem esquerda	25°30'37,80"S	53°40'11,40"O	272	0,40	10,60
PMNA-1C	Margem esquerda	25°30'36,20"S	53°40'10,90"O	265	0,40	10,80
PMNA-2A	Margem esquerda	25°30'54,11"S	53°39'40,33"O	281	0,40	10,80
PMNA-2B	Margem esquerda	25°30'52,10"S	53°39'40,50"O	277	0,40	24,60
PMNA-2C	Margem esquerda	25°30'50,70"S	53°39'40,40"O	265	0,40	19,60
PMNA-3A	Margem direita	25°29'25,12"S	53°38'11,51"O	262	0,40	12,00
PMNA-3B	Margem direita	25°29'24,50"S	53°38'12,40"O	263	0,40	9,10
PM-3C	Margem direita	25°29'23,90"S	53°38'13,00"O	261	0,50	7,75
PMNA-4A	Margem direita	25°30'44,60"S	53°38'49,80"O	269	0,40	13,55
PMNA-4B	Margem direita	25°30'45,20"S	53°38'50,60"O	265	0,40	13,70
PMNA-4C	Margem direita	25°30'45,50"S	53°38'51,30"O	261	0,40	11,90
PMNA-5A	Margem direita	25°31'08,60"S	53°37'29,10"O	275	0,40	15,90
PMNA-5B	Margem direita	25°31'07,40"S	53°37'30,00"O	274	0,40	12,40
PM-5C	Margem direita	25°31'06,60"S	53°37'30,90"O	272	0,50	7,40
PMNA-6A	Margem esquerda	25°32'31,50"S	53°37'19,80"O	276	0,40	9,30
PMNA-6B	Margem esquerda	25°32'30,30"S	53°37'19,10"O	272	0,40	4,50
PMNA-6C	Margem esquerda	25°32'29,30"S	53°37'18,50"O	265	0,40	6,70
PMNA-7A	Margem esquerda	25°33'51,70"S	53°34'23,60"O	267	0,40	12,50
PMNA-7B	Margem esquerda	25°33'51,30"S	53°34'23,60"O	266	0,40	9,83
PM-7C	Margem esquerda	25°33'50,80"S	53°34'23,60"O	263	0,50	9,00
PMNA-8A	Margem esquerda	25°32'17,74"S	53°42'03,74"O	228	0,40	6,76
PMNA-8B	Margem esquerda	25°32'16,90"S	53°42'04,10"O	231	0,40	7,75
PMNA-8C	Margem esquerda	25°32'15,60"S	53°42'04,60"O	241	0,40	6,55

* Fonte: Consórcio Empreendedor Baixo Iguaçu (CEBI)

Para a leitura da profundidade do lençol freático, foi utilizado um medidor de nível Solinst® (Water Level Meter), equipamento elétrico que possui uma fita milimetrada de 10 mm de largura ligada à um sensor (Figura 7), que ao ser introduzido nos piezômetros emite um sinal sonoro quando encontra água, os sensores são de aço inoxidável e revestidos em polietileno, oferecendo resistência e precisão, sendo que seu desenho evita aderência em superfícies molhadas, como as das paredes dos tubos dos poços.



Figura 7 - Procedimento de medição da profundidade do lençol freático, na área de influência da UHE Baixo Iguaçu.

5.2 Monitoramento da Qualidade da Água do Lençol Freático

Os poços de monitoramento (PMs) abrangem exclusivamente as atuais regiões com influência de processos mais acentuados de ocupação humana (agricultura e aglomerado populacional), embora em nenhum local nas proximidades do reservatório atualmente ocorram processos de urbanização de grande densidade. Destaca-se que para a análise da qualidade da água do lençol freático, foram utilizados três poços de monitoramento conforme destaca o Termo de Referência (3C, 5C e 7C), porém, no poço 7C foi realizado o procedimento de tamponamento, pois o mesmo encontrava-se dentro da área alagada pelo reservatório, o procedimento de tamponamento foi realizado de acordo com as orientações da instrução normativa 002/06 do Instituto das Águas do Paraná.

O processo de retirada 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 Procedimentos para obtenção de amostras de água (GERPEL/INEO, 2017), conforme segue:

A retirada de amostras foi realizada com um amostrador de Inox do tipo Bailer 429. O amostrador Bailer foi baixado até a profundidade do freático, sendo que durante o processo de descida as válvulas esféricas do amostrador são abertas, liberando o fluxo de água pelo amostrador. Ao atingir a profundidade desejada o Bailer é erguido lentamente, e o peso da água mantém as válvulas fechadas, prevenindo para que não haja o vazamento da água. Na superfície o Bailer foi esvaziado diretamente no frasco de armazenamento de amostra (Figura 8).



Figura 8- Procedimento de coleta da água, com amostrador Bailer 429.

A temperatura do ar (termômetro), a temperatura da água, oxigênio dissolvido e porcentagem de saturação (Oxímetro), pH (pHmetro) e condutividade elétrica (Conduvímeter) foram analisados *in loco*, para as demais variáveis a água foi encaminhada ao laboratório. Após a retirada das amostras, as mesmas foram preservadas para a realização do transporte até o laboratório de 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.

Os frascos de armazenamento de amostras foram alojados em caixas térmicas com gelo, de maneira que a temperatura ficasse mantida em $4 \pm 2^\circ\text{C}$ por períodos curtos de tempo e congelada em 18°C negativos para períodos longos, conforme recomendam as normas ISO 5667-4 e 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), foram adotados procedimentos que permitissem detectar interferências que pudessem 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” (USEPA, 2005). 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 é 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.

Os resultados e padrões de qualidade da água subterrâneas relacionados na Tabela 2, foram estabelecidos conforme a Resolução CONAMA nº 396 de 3 de abril de 2008 e a Portaria de Consolidação nº 5 de 28 de setembro de 2017 do Ministério da Saúde (substituiu a Portaria nº 2914/2011), considerando-se como uso preponderante o consumo humano, e conforme proposto no Plano Básico Ambiental. Os métodos utilizados para a análise da qualidade da água foram aqueles constantes no *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater* (2017).

Destaca-se que as análises dos parâmetros físicos e químicos foram realizadas no Laboratório de Qualidade da Água do GERPEL/INEO, da Universidade Estadual do Oeste do Paraná, acreditação ISO/IEC 17025, CRL nº 1356 (em anexo), cadastro no Instituto Ambiental do Paraná IAPCCL nº 089, que segue os padrões estabelecidos pelo Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (INMETRO). Os metais pesados, organoclorados e organofosforados e alguns parâmetros foram terceirizados para laboratórios FREITAG, acreditado ISO/IEC 17025 (CRL nº 0687) e cadastrado no Instituto Ambiental do Paraná (IAPCCL nº 003), ou para o TECPAR Acreditação ISO 17025, CRL nº 0244 e IAPCCL nº 020.

Os dados de nível (m) foram obtidos através da média mensal das séries históricas da estação de monitoramento telemétrico e hidrometeorológico UHE Baixo Iguaçu Barramento, provenientes da base de dados da ANA (Agência Nacional das Águas). As informações de precipitação (mm) foram obtidas através do site do Instituto das Águas do Paraná – Sistemas de Informações Hidrológicas (SIH), na estação de monitoramento de Capitão Leônidas Marques, sendo utilizada a precipitação correspondente ao mês de amostragem.

Tabela 2 - Variáveis físicas, químicas e biológicas avaliadas na água subterrânea dos poços situados na Área de Influência Direta da UHE Baixo Iguaçu.

Parâmetro	Unidade	Coleta	Preservação	Método de Análise	Aparelho	Referência
Cálcio	mg/L	Bailer	Refrigerado	Titulométrico EDTA SMWW, 23ª ed. 2017, Método 3030 D, E, F, G,H e I, Método 3111 D	Microbureta	APHA (2017)
Potássio*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: Método de plasma indutivamente acoplado (ICP) SMWW, 23ª ed. 2017. Método 3120 B	ICP	APHA (2017)
Sódio*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Espectrometria de Absorção Atômica (EAA)SMWW, 23ª ed. 2017, Método 3030 D, E, F, G,H e I, Método 3111 B	Espectrofotômetro de Absorção Atômica (EAA)	APHA (2017)
Cloretos	mg/L	Bailer	Refrigerado	Titulométrico – Nitrato de Mercúrio SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 4500-Cl-C	Microbureta	APHA (2017)
Coliformes totais e fecais	NMP/100mL	Bailer	Refrigerado	Teste de coliforme de substrato enzimático SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 9223-B	Lâmpada UV	APHA (2017)
Condutividade elétrica	µS/cm	<i>in loco</i>	Refrigerado	Potenciométrico SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 2510 B	Condutímetro/Sonda	APHA (2017)
Ferro Total	mg/L	Bailer	Refrigerado	Colorimétrico Method 8008 - Hach	Espectrofotômetro HACH	APHA (2017)
Fósforo Total	mg/L	Bailer	Refrigerado	Colorimétrico (digestão ácida) SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 4500-P B,E	Espectrofotômetro	APHA (2017)
Magnésio	mg/L	Bailer	Refrigerado	Método de Cálculo SMEWW - 23ª ed. 2017. Método 3500 B - Mg	ICP	APHA (2017)
Nitrato	mg/L	Bailer	Refrigerado	Colorimétrico SMEWW - 23ª ed. 2017. Método 8039	Espectrofotômetro HACH	HACH/ APHA (2017)
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	Bailer	Refrigerado	Colorimétrico (indofenol) SMEWW - 23ª ed. 2017. Método 4500–NH3-F	Espectrofotômetro	HANZEN & ABEL (1999), APHA (2017)
Nitrogênio Orgânico	mg/L	Bailer	Refrigerado	Titulométrico - Digestão ácida SMEWW - 23ª ed. 2017. Método 4500 – Norg B	Microbureta	APHA (2017)
Nitrogênio Total kjeldahl	mg/L	Bailer	Refrigerado	Titulométrico - Digestão ácida SMEWW - 23ª ed. 2017. Método 4500 -Norg B/ Método 4500 – NH3-F	Microbureta	APHA (2017)
Oxigênio dissolvido	mg/L	<i>in loco</i>	-	Potenciométrico – Eletrodo de Membrana	Oxímetro/Sonda	APHA (2017)

Parâmetro	Unidade	Coleta	Preservação	Método de Análise	Aparelho	Referência
				SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 4500-O-G		
Oxigênio dissolvido	% de Sat.	<i>in loco</i>	-	Potenciométrico – Eletrodo de Membrana SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 4500-O-G	Oxímetro/Sonda	APHA (2017)
pH	-	<i>in loco</i>	-	Potenciométrico SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 4500 H ⁺	pHmetro/Sonda	APHA (2017)
Potencial Redox	mV	<i>in loco</i>	-	Potenciométrico SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 4500 H ⁺	pHmetro/Sonda	APHA (2017)
Sólidos Dissolvidos	mg/L	Bailer	Refrigerado	Gravimétrico SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 2540-C	Estufa	APHA (2017)
Temperatura da água	°C	<i>in loco</i>	-	Método de Laboratório e Campo SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 2550-B	Oxímetro/Sonda multiparamétrica	APHA (2017)
Temperatura do ar	°C	<i>in loco</i>	-	-	Termômetro de bulbo	ESTEVES (2011)
Turbidez	NTUs	<i>in loco</i>	-	Nefelométrico SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 2130 A, B	Turbidímetro	APHA (2017)
Metais Pesados e Agrotóxicos						
Alumínio*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Absorção atômica SMEWW - 23ª ed. 2017 - Método: 3120 B	Cromatógrafo	APHA (2017)
Bário*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Absorção atômica SMEWW - 23ª ed. 2017 - Método: 3120 B	Cromatógrafo	APHA (2017)
Cádmio*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP) SMWW, 23ª ed. 2017, Método 3120 B Absorção atômica	ICP	APHA (2017)
Cobre*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP) SMWW, 23ª ed. 2017, Método 3120 B Absorção atômica	ICP	APHA (2017)
Cromo*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP) SMWW, 23ª ed. 2017, Método 3120 B Absorção atômica	ICP	APHA (2017)
Chumbo*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Espectrometria de emissão de plasma: método de plasma indutivamente acoplado (ICP) SMWW, 23ª ed. 2017, Método 3120 B Absorção atômica	ICP	APHA (2017)
Manganês*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Absorção atômica SMEWW - 23ª ed. 2017. Método 3030 F/3120 B	Cromatógrafo	APHA (2017)
Níquel*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Absorção atômica Absorção atômica SMEWW - 23ª nd. 2017.	Cromatógrafo	APHA (2017)

Parâmetro	Unidade	Coleta	Preservação	Método de Análise	Aparelho	Referência
				Método 3030 F/3120 B		
Prata*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Absorção atômica SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 3120 B	Cromatógrafo	APHA (2017)
Zinco*	mg/L	Bailer	Refrigerado	Absorção atômica SMEWW - 23ª ed. 2017. Método: 3030F/3120 B	Cromatógrafo	APHA (2017)
Organoclorados**	mg/L	Bailer	Refrigerado	LC-MS/MS	Espectrofotômetro	APHA (2017)
Organofosforados**	mg/L	Bailer	Refrigerado	LC-MS/MS	Espectrofotômetro	APHA (2017)

OBS: (*) Parâmetros terceirizados para Freitag Laboratórios Ltda, Acreditação ISO/IEC 17025, CRL nº 0687 e IAPCCL nº 003.

(**) Parâmetros terceirizados para Tecpar, Acreditação ISO 17025, CRL nº 0244 e IAPCCL nº 020.

6 – RESULTADOS E DISCUSSÃO

- **Monitoramento do Nível do Lençol Freático**

A precipitação pluvial (chuva) é a principal forma de retorno de água da atmosfera para a superfície terrestre, após o processo de evaporação e condensação, sendo responsável por retornar a maior parte da água doce ao planeta. Considerando os meses de coleta (setas) a precipitação pluviométrica a partir de agosto de 2020 a região enfrentou uma grande recessão hídrica, não havendo precipitação, porém a partir de janeiro de 2021 foi registrada 34 mm e em fevereiro 11 mm. Quanto ao nível do reservatório da UHE Baixo Iguaçu apresentou pouca oscilação, devido a recessão hídrica (**Erro! Fonte de referência não encontrada.**09).

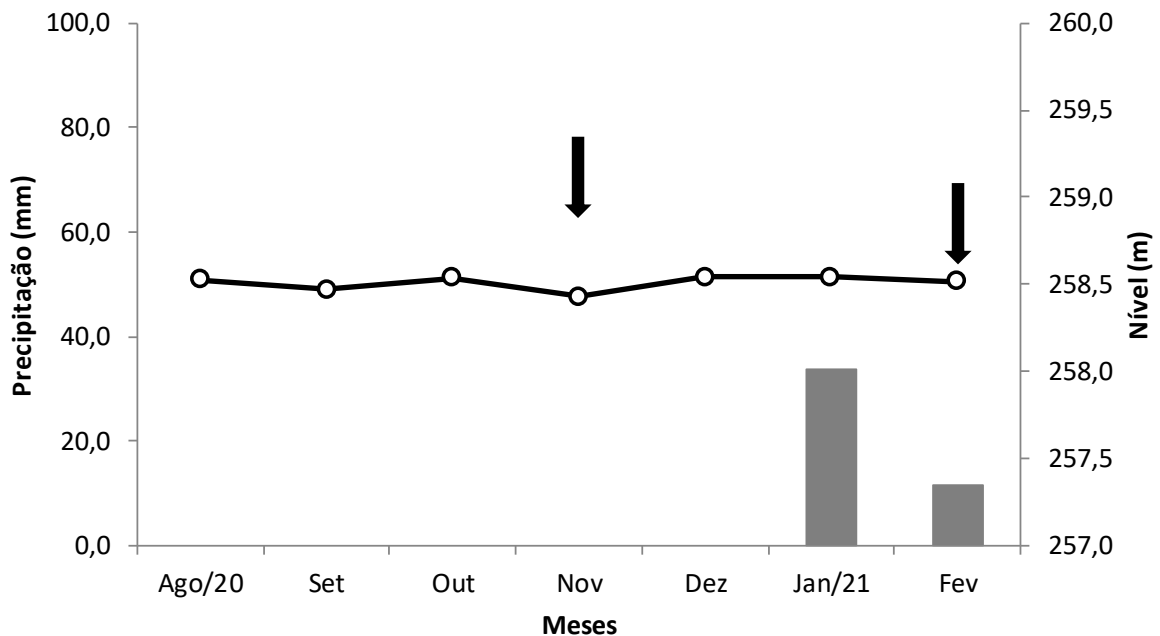


Figura 9 - Precipitações acumuladas (barras) e nível do reservatório (linha contínua) mensal, registrado na estação da UHE Baixo Iguaçu Barramento. A seta indica os meses em que foram realizadas a medida de nível do freático (Fonte: ANA, 2020).

Os resultados abaixo apresentam a flutuação do nível do lençol freático durante o monitoramento realizado em novembro de 2020 e fevereiro de 2021 na área de influência da UHE Baixo Iguaçu. No primeiro piezômetro (PMNA-1A), localizado no início do reservatório na margem esquerda do rio Iguaçu, o nível do lençol freático em nov/20 encontrava-se a 8,48 metros da superfície do solo, enquanto que em fev/21 o nível do freático estava mais próximo da superfície do solo a 7,38 metros (Figura 10a). No segundo piezômetro (PMNA-1B) as medições do nível do freático foram de 10,40 metros em ambos os meses, no entanto, o mesmo estava sem água (seco) (Figura 10b). E no terceiro piezômetro (PMNA-1C), o mais próximo da margem do rio, houve uma variação da flutuação do nível do freático entre 4,45 metros (nov/20) a 3,68 metros (fev/21) (Figura 10c).

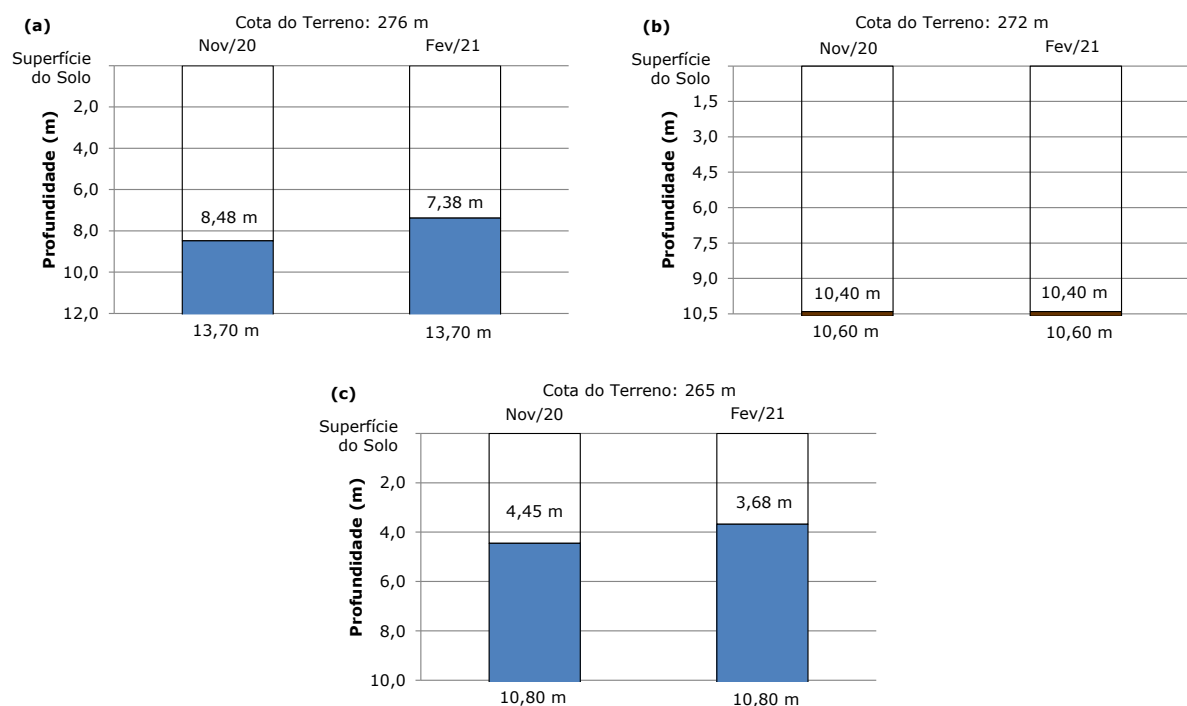


Figura 10 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA-1A (a), 1B (b) e 1C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.

A flutuação do nível freático do piezômetro PMNA-2A, está ilustrada na Figura 11a, e mostra que os níveis de variação estão entre 7,30 metros (nov/20) a 5,56 metros (fev/21) da superfície do solo. No segundo piezômetro (PMNA-2B) o nível freático oscilou de 16,74 metros (nov/20) a 13,70 metros (fev/21) da superfície (Figura 11b), e no terceiro piezômetro (PMNA-2C), o nível freático flutuou entre 6,11 metros (nov/20) a 5,75 metros (fev/21) da superfície do solo. No geral o nível freático registrou pouca flutuação entre os meses (Figura 11c).

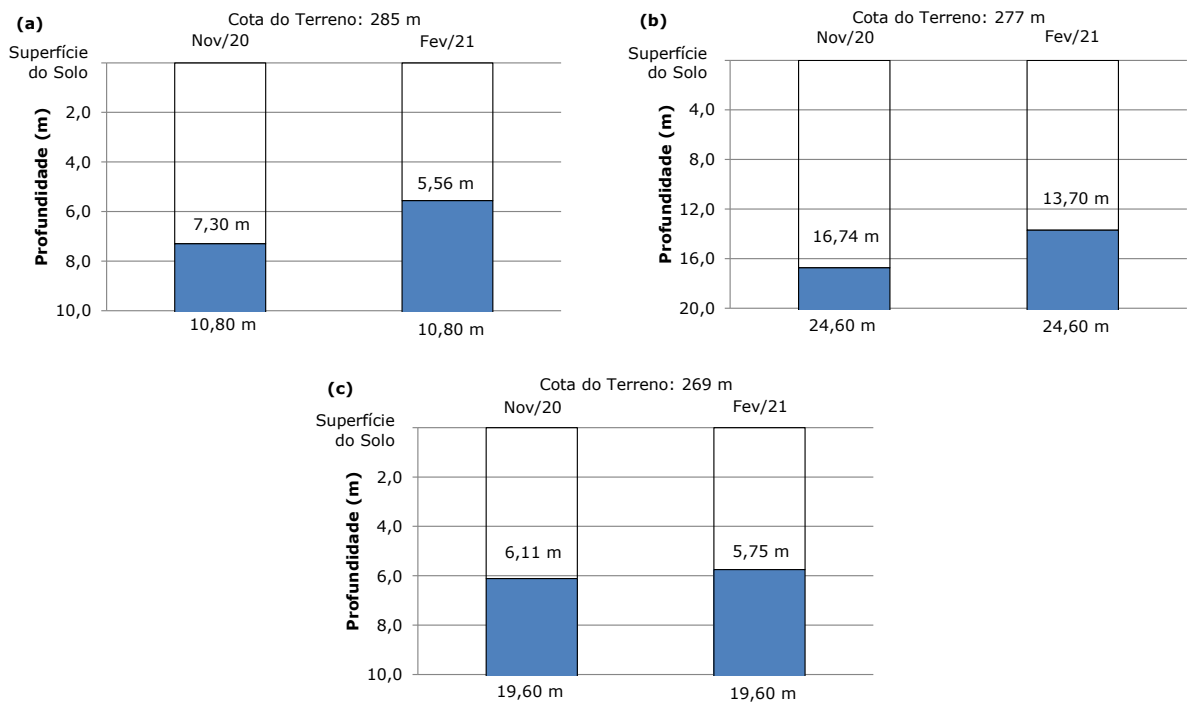


Figura 11 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA-2A (a), 2B (b) e 2C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.

No piezômetro PMNA-3A durante o monitoramento foi verificada flutuação do nível freático entre 6,00 metros (nov/20) e 4,15 metros (fev/21) da superfície do solo (Figura 12a). No segundo piezômetro (PMNA-3B) a variação do nível do freático foi de 4,80 metros (nov/20) a 3,70 metros (fev/21) (Figura 12b), e no terceiro piezômetro (PMNA-3C), o poço mostrou a menor variação do nível entre 3,30 metros (nov/20) e 2,55 metros (fev/21) (Figura 12c). Todos os poços demonstraram baixa oscilação do nível freático entre os meses amostrados.

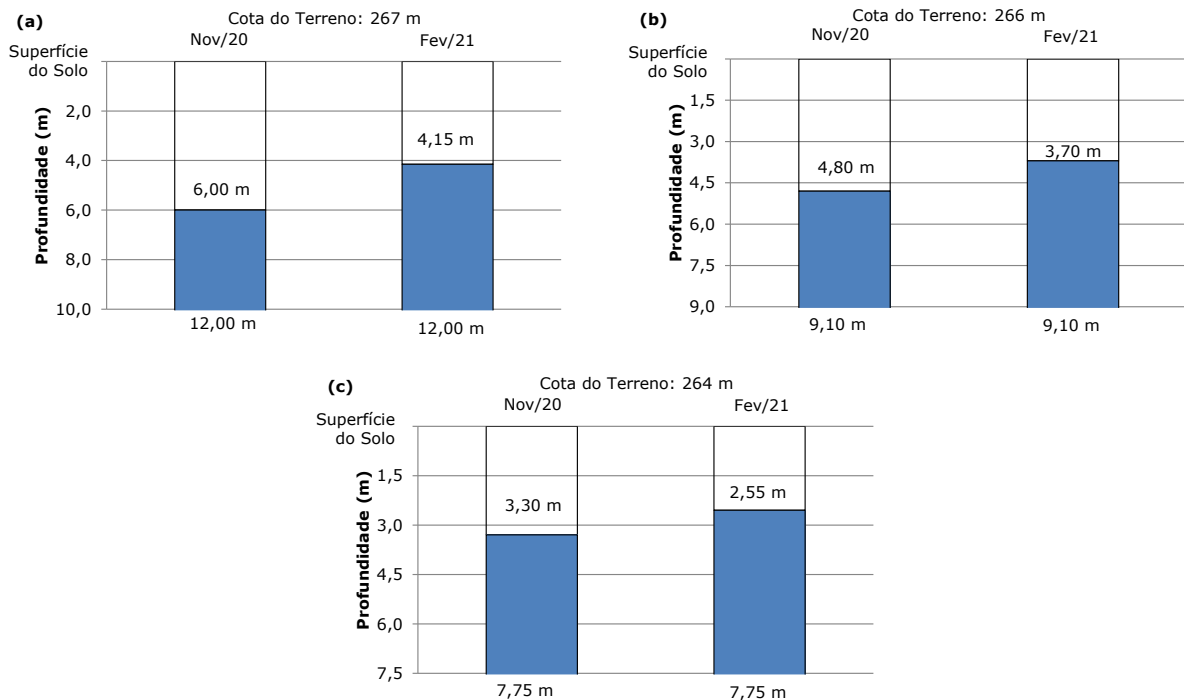


Figura 12 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 3A (a), 3B (b) e 3C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.

A flutuação do nível freático no piezômetro PMNA-4A, mostra que a variação ocorreu entre 12,22 metros (nov/20) e 9,55 m (fev/21) da superfície do solo (Figura 13a). No piezômetro (PMNA-4B) o nível variou de 9,07 metros (nov/20) a 7,80 metros da superfície (fev/21) (Figura 13b), e no terceiro piezômetro (PMNA-4C), o nível do freático apresentou flutuação de 5,22 metros (nov/20) a 4,50 metros (fev/21) da superfície do solo (Figura 13c).

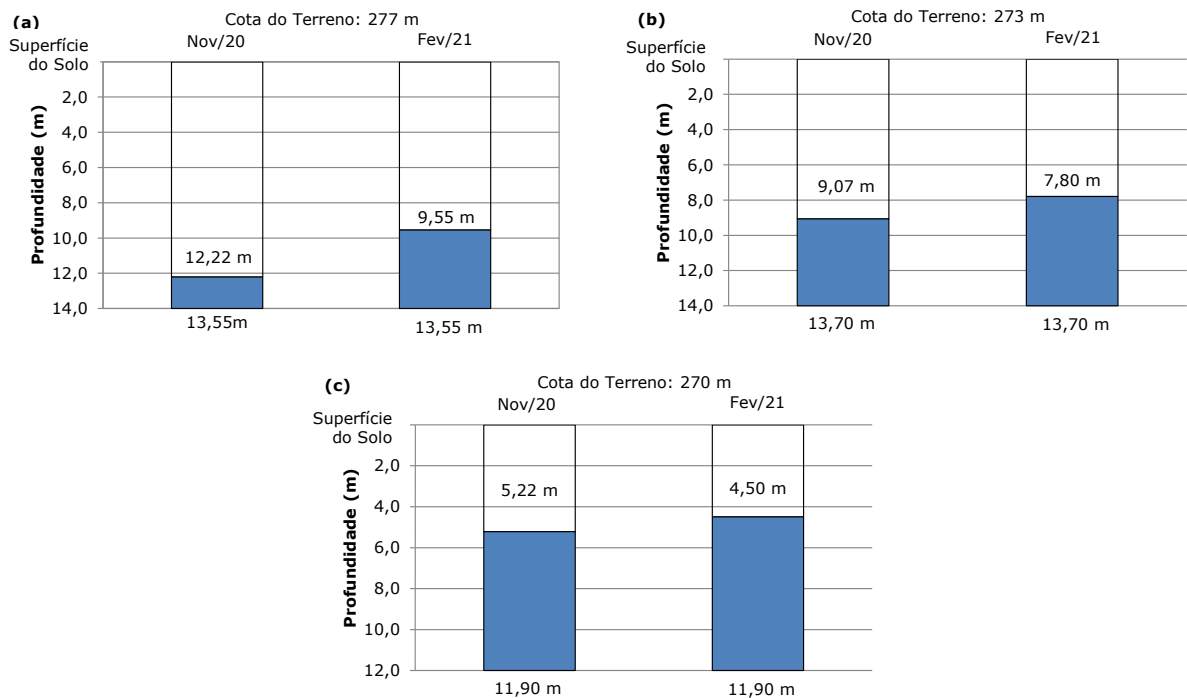


Figura 13 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 4A (a), 4B (b) e 4C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.

No piezômetro PMNA-5A o nível do freático em nov/20 estava a 13,40 metros da superfície do solo, enquanto em fev/21 o mesmo apresentou uma elevação do freático, estando a 7,95 metros da superfície (Figura 14a). No segundo piezômetro (PMNA-5B) em fev/21, o freático encontrava-se mais próximo da superfície (4,90 metros), enquanto que em nov/20 o freático estava mais baixo, a 9,80 metros da superfície (Figura 14b). No terceiro piezômetro (PMNA-5C), o mais próximo da margem do rio, o lençol freático oscilou de 7,30 metros (nov/20) a 2,90 metros (fev/21) da superfície do solo (Figura 14c), sendo assim, todos os poços apresentaram flutuação do nível freático, estando mais próximo da superfície do solo em fev/21.

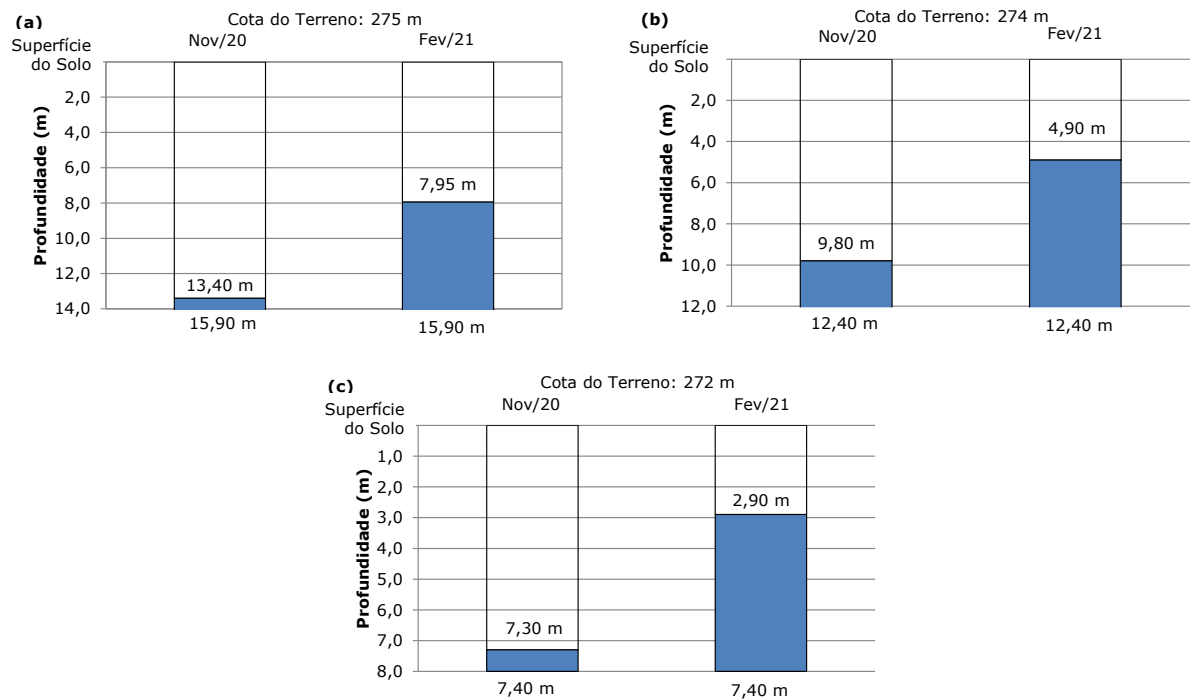


Figura 14 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 5A (a), 5B (b) e 5C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.

Quanto ao piezômetro PMNA-6A, o nível do freático em nov/20 encontrava-se a 5,95 metros da superfície, enquanto em fev/21 ao realizar a medição foi observado uma profundidade de 6,00 metros, porém, o mesmo encontrava-se sem água (Figura 15a). No piezômetro PMNA-6B o nível apresentou pouca oscilação de 2,42 metros (nov/20) a 2,20 metros (fev/21) da superfície do solo (Figura 15b), enquanto no piezômetro PMNA-6C, o freático oscilou de 5,04 metros (nov/20) a 1,25 metros (fev/21) da superfície do solo (Figura 14c). No geral os poços apresentaram flutuação do nível do freático, estando mais próximos da superfície em fev/21.

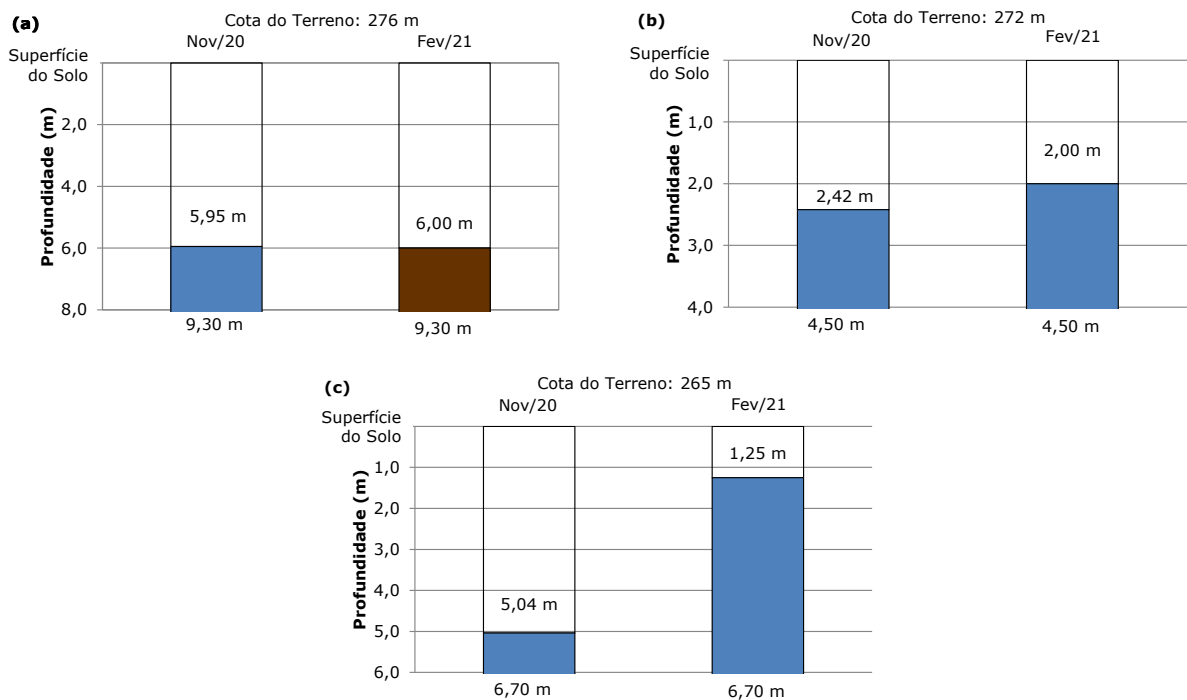


Figura 15 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 6A (a), 6B (b) e 6C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.

Para o piezômetro PMNA-7A, foi observada a variação do freático entre 2,78 metros (nov/20) a 2,40 metros (fev/21) (Figura 16a), no segundo piezômetro amostrado (PMNA-7B), o nível oscilou de 1,73 metros (nov/20) a 1,50 metros (fev/21) (Figura 16b).

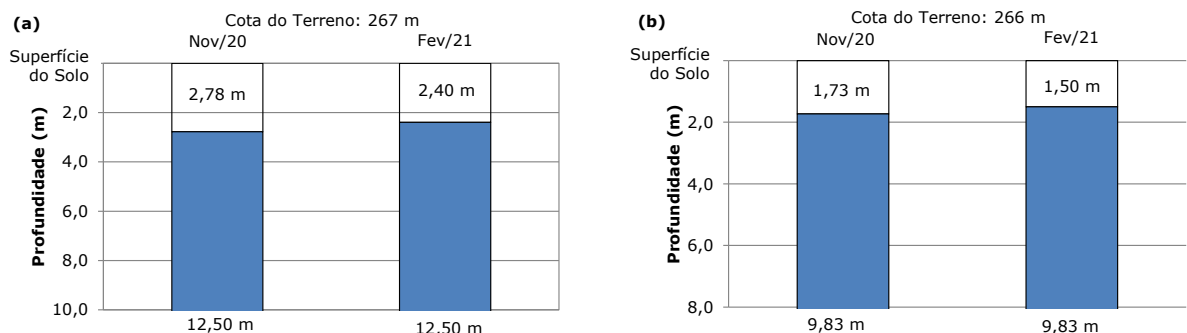


Figura 16 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 7A (a), 7B (b) e 7C (c), avaliados em maio e agosto de 2020. A cor azul representa o lençol freático.

No piezômetro PMNA-8A, o nível do lençol freático variou de 3,92 metros (nov/20) a 2,69 metros (fev/21) (Figura 17a), no segundo piezômetro (PMNA-8B) o nível oscilou entre 5,06 metros (nov/20) a 3,75 metros (fev/21) (Figura 17b), enquanto que no terceiro piezômetro (PMNA-8C), a variação foi entre 4,90 metros (nov/20) a 4,14 metros (fev/21) da superfície do solo (Figura 17c).

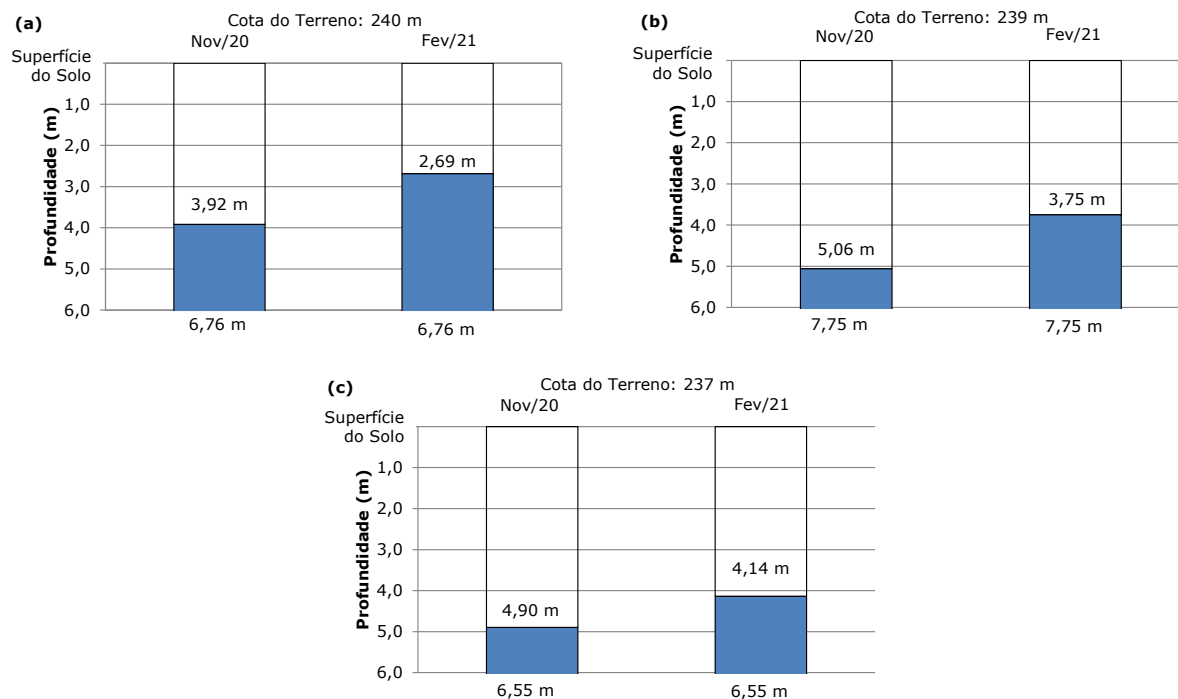


Figura 17 - Profundidade do lençol freático no poço de monitoramento PMNA 8A (a), 8B (b) e 8C (c), avaliados em nov/20 e fev/21. A cor azul representa o lençol freático.

- **Monitoramento da Qualidade da Água do Lençol Freático**

- **Temperatura do Ar e da Água (°C)**

A temperatura é importante característica, pois influência nas propriedades físicas, químicas e biológicas. Em temperaturas elevadas, podem se tornar mais fortes o gosto e odor na água (PÁDUA & FERREIRA, 2006). No período atual, a temperatura ambiente no momento da coleta foi de 32,0°C, e a temperatura da água de 22,2°C em ambos os locais (Tabela 3). Não há limites estipulados para este parâmetro na resolução CONAMA nº 396/2008 ou na Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS.

- **Oxigênio Dissolvido (mg/L e % de Saturação)**

A análise de oxigênio dissolvido em águas subterrâneas tem uso mais limitado do que em águas superficiais, sendo usado como indicador de poluição, e sua medida se torna mais

necessária para entendimento dos processos químicos e bioquímicos que ocorrem nos aquíferos (EMBRAPA, 2020). O oxigênio apresentou menor valor (5,08 mg/L e 58,3% de saturação) no poço 5C e maior valor (6,83 mg/L e 78,4% de saturação) no poço 3C (Tabela 3). Estes também são parâmetros cujos limites não são estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/2008 ou pela Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS.

- **Condutividade Elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)**

A Condutividade elétrica é a medida da facilidade da água em conduzir a corrente elétrica, e está diretamente proporcional ao teor de sólidos dissolvidos sob a forma de íons (FEITOSA et al., 2000). Os valores de condutividade elétrica oscilaram entre 34,4 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no poço 3C a 54,8 $\mu\text{S}/\text{cm}$ no poço 5C (Tabela 3). A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS não estabelecem limites para esses parâmetros.

- **pH**

O pH é a medida da concentração hidrogeniônica da água ou solução, sendo controlado por reações químicas e por equilíbrio entre os íons presentes. Os valores de pH estão essencialmente atrelados ao gás carbônico dissolvido e a alcalinidade da água (ESTEVES, 2011).

Os valores de pH oscilaram entre 4,83 no poço 3C a 5,45 no poço 5C (Tabela 3). A resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS estabelecem que nas águas para consumo humano os valores de pH devem estar entre 6,00 a 9,50, desta forma, todos os poços estão em acordo com a legislação.

- **Cálcio Total (mg/L)**

O cálcio é um dos elementos responsáveis pela dureza nas águas, e está amplamente distribuído nas rochas e solos. A presença de cálcio na água resulta do contato do corpo hídrico com minerais mais solúveis, sendo controlado pela presença de depósitos de calcita (CaCO_3), dolomita ($\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$) e gipsita ($(\text{Ca}(\text{SO}_4) \cdot 2\text{H}_2\text{O})$) (FEITOSA et al., 2000).

Durante o período avaliado, os valores de cálcio oscilaram de 5,05 mg/L no poço 3C a 56,1 mg/L no poço 5C (Figura 3). A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS não estabelecem limites para esses parâmetros.

- **Sódio Total (mg/L)**

O sódio é um dos metais alcalinos mais importantes e abundantes nas águas subterrâneas, sendo o principal responsável pelo aumento constante da salinidade das águas

naturais do ponto de vista catiônico, correndo principalmente sob a forma de cloretos. Concentrações de sódio em corpos d'água variam consideravelmente, dependendo das condições geológicas do local e das descargas de efluentes (SANTOS, 2011).

A concentração de sódio na atual amostragem oscilou entre 1,165 mg/L no poço 3C a 2,322 mg/L no poço 5C (Tabela 3). A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS estabelecem limite de $\leq 200,0$ mg/L de sódio em águas para consumo humano, portanto, as concentrações registradas foram inferiores a esse limite.

- **Magnésio Total (mg/L)**

O magnésio é um elemento cujo comportamento geoquímico é muito similar ao do cálcio e, em linhas gerais, acompanha este elemento, sendo, porém, mais solúvel do que o cálcio. Juntamente com o cálcio, são os cátions que mais contribuem para a dureza total da água.

A concentração de magnésio variou de 1,12 mg/L no poço 3C a 132,2 mg/L no poço 5C (Tabela 3). A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS não estabelecem limites para esses parâmetros.

- **Potássio Total (mg/L)**

O potássio é um elemento importante na nutrição das plantas e dos humanos, e ocorre em águas subterrâneas como resultado da dissolução mineral de material vegetal em decomposição, e escoamento agrícola. Além disto, é um metal alcalino abundante na natureza, proveniente de minerais como os feldspatos e micas (PINTO, 2006).

A análise de potássio resultou em concentração menor no poço 3C (0,538 mg/L), enquanto o maior valor de potássio (4,779 mg/L) foi registrado no poço 5C (Tabela 3). A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS não estabelecem limites para esses parâmetros.

- **Fósforo Total (mg/L)**

O fósforo é um componente importante na litosfera, porém na água a fonte mais importante provém da ação antropogênica, tanto na forma de produtos agroquímicos e de detergentes polifosfatados, quanto na forma de rejeitos domésticos provenientes da ação do metabolismo humano (LAFUENTE, 1989).

As concentrações de fósforo total variaram entre 0,09 mg/L nos poços 3C a 0,776 mg/L no poço 5C (Tabela 3). A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS não estabelecem limites para esses parâmetros.

- **Cloretos (mg/L)**

Nas águas subterrâneas, o cloreto apresenta-se oriundo da percolação da água através de solos e rochas. Nas estações de tratamento da água, a adição do cloro puro ou em solução faz com que eleve o nível de cloreto na água, através das reações de dissociação do cloro (FUNASA, 2013). O cloreto não é tóxico ao ser humano, exceto no caso da deficiência no metabolismo de cloreto de sódio. Por provocar um sabor salgado na água, é estabelecido um limite padrão para a concentração de cloreto no abastecimento público (FUNASA, 2013).

As concentrações de cloretos variaram entre 3,00 mg/L, no poço 3C a 75,00 mg/L, no poço 5C (Tabela 3). A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS estabelece que nas águas para consumo humano a concentração de cloretos deve ser $\leq 250,0$ mg/L, desta forma, os valores deste parâmetro mostraram-se em adequação com essas normas.

- **Nitrato (mg/L)**

O nitrato é um grande indicador de contaminação e poluição das águas subterrâneas por atividade antrópica, sendo considerado prejudicial à saúde, porém, é um importante agente na agricultura. Em águas subterrâneas origina-se principalmente de quatro fontes: i) aplicação de fertilizantes com nitrogênio, ii) uso de esterco animal no solo, iii) esgoto humano depositado em sistemas sépticos e, iv) deposição atmosférica (BAIRD; CANN, 2011).

As concentrações de nitrato variaram de 6,2 mg/L no poço 5C a 6,4 mg/L no poço 3C (Tabela 3). A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS estabelece limite de $\leq 10,0$ mg/L de nitrato em águas para o consumo humano, portanto, os valores registrados estão dentro do limite preconizado pela legislação.

- **Nitrogênio Amoniacal (mg/L)**

O nitrogênio é um nutriente essencial que é requerido por todas as plantas e animais para a formação de aminoácidos. Em sua forma molecular, o nitrogênio não pode ser usado pela maioria das plantas aquáticas, portanto, deve ser convertido para outra forma. Uma das formas é amônia (NH₃). A amônia pode ser assimilada pelas plantas ou oxidada pelas bactérias para nitrato (NO₃⁻) ou nitrito (NO₂). Destas formas o nitrato é usualmente o mais importante (FUNASA, 2013).

A amônia é liberada continuamente através da decomposição bioquímica de substâncias nitrogenadas, por exemplo, proteínas, aminoácidos e uréia lançados, mas também através da biomassa produzida naturalmente e, via de regra, está presente na água em quantidades pequenas. Em ambiente anaeróbico, no lodo do fundo de corpos d'água a amônia pode surgir da redução de nitrato, num processo chamado de amonificação do nitrato (DVWK, 1993).

Este processo trata-se de um resultado da metabolização através de determinados microrganismos. Altas concentrações de amônia são geradas por efluentes residenciais, municipais, indústrias e da agricultura. Via de regra, a amônia nas águas é oxidada por microrganismos (nitrificantes). Normalmente, a amônia é oxidada via nitrito para o nitrato, o que pode significar uma carga substancial para o equilíbrio de oxigênio (DVWK, 1993).

Os resultados obtidos para nitrogênio amoniacal (amônia) nos poços da área de influência direta da UHE Baixo Iguaçu oscilaram de 0,131 mg/L no poço 3C a 0,450 mg/L no poço 5C (Tabela 3). Esse parâmetro não tem limite estabelecido pela resolução CONAMA nº. 396/2008, contudo, a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS estabelece o limite de $\leq 1,50$ mg/L de nitrogênio amoniacal em águas para o consumo humano, portanto, os valores registrados estão de acordo com limite estabelecido na legislação.

- **Nitrogênio Orgânico (mg/L)**

A análise de nitrogênio orgânico (Tabela 3) resultou em concentração de 0,31 mg/L no poço 5C a 0,50 mg/L no poço 3C. A resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS não estabelecem limites para esses parâmetros.

- **Nitrogênio Total Kjeldahl (mg/L)**

O nitrogênio total Kjeldahl variou de 0,631 mg/L no poço 3C a 0,760 mg/L no poço 5C (Tabela 3). Os parâmetros aqui analisados não possuem limites determinados pela resolução CONAMA nº 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS.

- **Coliformes Fecais (*Escherichia coli*, NMP/100mL) e Totais (NMP/100 mL)**

O grupo de bactérias dos coliformes é utilizado em larga escala nas medições microbiológicas que testam a qualidade da água. Considerando a relação diretamente proporcional, quanto maior a presença de coliformes, maior é o índice de contaminação da água. Os coliformes termotolerantes, comumente conhecidos por coliformes fecais, suportam uma temperatura superior a 40°C, convivem em simbiose com humanos, bois, porcos e outros animais de sangue quente. A presença de coliformes termotolerantes na água indica que a mesma recebeu uma poluição fecal (CETESB, 2016).

Os coliformes totais são grupos de bactérias gram-negativas, que podem ou não necessitar de oxigênio, não formam esporos e são associadas à decomposição de matéria orgânica em geral. Com relação aos coliformes não fecais, o quadro não é bem definido, porque os mesmos existem naturalmente, tanto em solos não poluídos como nos intestinos. Assim, a sua presença na água não implica, necessariamente, numa poluição fecal (BRASIL, 2013).

Os coliformes fecais (*Escherichia coli*) apresentaram valor menor que limite de quantificação do método (<1 NMP/100 mL), em ambos os poços, sendo, portanto, adotado a “Ausência” destas bactérias, e para as os coliformes totais foi registrado 1 NMP/100 mL em ambos os poços (Tabela 3). Esse grupo de coliformes, segundo a resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS, deve estar ausente em 100 mL de água para consumo humano, portanto os coliformes totais estiveram presentes, estando em desacordo com o estabelecido pela legislação.

- **Turbidez (NTU)**

As águas subterrâneas geralmente não apresentam problemas com excesso de turbidez, porém, em alguns casos, águas ricas em Ferro podem apresentar uma elevação na turbidez quando entram em contato com o oxigênio do ar (SANTOS, 1997).

Nas amostras coletadas nos poços de monitoramento, obteve-se valores de turbidez entre 45,9 NTU no poço 3C a 124,0 NTU no poço 5C (Tabela 3). O parâmetro turbidez não tem limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/2008, mas a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS determina que para a turbidez os valores devem ser $\leq 5,0$ NTU, portanto, os valores registrados foram superiores a este limite.

- **Sólidos Dissolvidos Totais (mg/L)**

Os sólidos dissolvidos totais representam a soma de todos os constituintes químicos dissolvidos na água. A principal aplicação da determinação dos sólidos dissolvidos totais é de qualidade estética da água potável e com um indicador agregado da presença de produtos químicos contaminantes. Os teores de sólidos dissolvidos totais possuem relação direta com a composição mineralógica da rocha e com o tempo de percolação das águas subterrâneas no interior de um aquífero (PARRON, 2011).

Para sólidos dissolvidos totais a concentração variou entre 39,5 mg/L no poço 3C a 763 mg/L no poço 5C (Tabela 3). A resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº. 5/2017-MS estabelecem que nas águas para consumo humano a concentração de sólidos dissolvidos totais deve ser ≤ 1.000 mg/L, desta forma, os valores desse parâmetro mostraram-se em adequação com essas normas.

- **Potencial Redox (mV)**

O Potencial Redox verificado durante a amostragem atual oscilou entre 280,41 mV no poço 3C a 316,41 mV no poço 5C (Tabela 3). A resolução CONAMA nº 396/2008 e da Portaria de Consolidação nº 5 -MS não estabelecem limites para esse parâmetro.

- **Metais pesados: alumínio, bário, cádmio, chumbo, cobre, cromo, ferro, manganês, níquel, prata e zinco.**

A Tabela 3 apresenta os resultados para os onze metais pesados analisados neste estudo. Algumas das concentrações obtidas apresentaram-se abaixo dos respectivos limites de quantificação do método analítico, bem como abaixo dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº. 396/2008 e da Portaria de Consolidação nº 5-MS, como o cádmio (<0,0005 mg/L), níquel (<0,007 mg/L) e prata (<0,001 mg/L).

As concentrações de alumínio variaram entre 0,238 mg/L no poço 3C a 1,507 mg/L no poço 5C. A Resolução CONAMA nº. 396/2008 e da Portaria de Consolidação nº 5 -MS que estabelece limite de $\leq 0,20$ mg/, apresentando valor acima do permitido na legislação em ambos os poços (Tabela 3).

O bário os valores oscilaram entre 0,053 mg/L no poço 3C a 0,45 mg/L no poço 5C, o qual a Resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº 5 -MS preconizam um limite de $\leq 0,7$ mg/L, estando todos em acordo com a legislação (Tabela 3).

O chumbo registrou valor menor que o limite de quantificação do método (<0,005 mg/L) no poço 3C a 0,055 mg/L no poço 5C. A Resolução CONAMA nº. 396/2008 e da Portaria de Consolidação nº 5 -MS que estabelece limite de $\leq 0,01$ mg/, apresentando valor acima do permitido na legislação no poço 5C (Tabela 3).

O cobre apresentou valor menor que o limite de quantificação do método (<0,015 mg/L) no poço 3C a 0,982 mg/L no poço 5C, dentro do permitido na legislação, o qual a Resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº 5 -MS preconizam um limite de $\leq 2,0$ mg/L (Tabela 3).

O cromo registrou valor menor que o limite de quantificação do método (<0,005 mg/L) no poço 3C a 0,029 mg/L no poço 5C, dentro do permitido na legislação, o qual a Resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº 5 -MS preconizam um limite de $\leq 0,05$ mg/L (Tabela 3).

O manganês as concentrações variaram entre 0,095 mg/L no poço 3C a 13,234 mg/L no poço 5C, excedendo o limite estabelecido na legislação no poço 5C, sendo que a Resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria de Consolidação nº 5 -MS preconizam um limite de $\leq 0,1$ mg/L de manganês em água para consumo humano. O mesmo aconteceu para o ferro, o qual registrou valor em desacordo com a legislação em ambos os poços, com concentração de 4,02 mg/L no poço 3C a 5,95 mg/L no poço 5C, sendo que a Resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria do Ministério da Saúde nº 05/2017 estabelece um valor máximo de ferro de 0,3 mg/L, enquanto as concentrações de zinco variaram entre 0,077 mg/L no poço 3C a 0,716 mg/L no poço 5C, estando assim, dentro do limite máximo estabelecido pela Resolução CONAMA nº. 396/2008 e a Portaria do Ministério da Saúde nº 05/2017, que estabelece valor máximo de 5,0 mg/L.

Portanto, as concentrações (alumínio, chumbo, manganês e ferro) apresentaram valores acima do limite estabelecido na legislação (Tabela 3).

• Organoclorados e Organofosforados

Em todos os locais não foram detectados organoclorados e organofosforados pelo método de Cromatografia a Líquido com Detecção por Espectrometria de Massa Sequencial – LC-MS/MS, com os devidos limites de quantificação para cada elemento (Tabela 3).

Tabela 3 - Resultados das análises físicas, químicas e bacteriológicas obtidas das águas subterrâneas, na área de influência da UHE Baixo Iguaçu, em novembro de 2020 (valores em vermelho excederam os limites para consumo humano estabelecido pela Resolução CONAMA nº 396/2008 e/ou da Portaria de Consolidação nº. 5/2017 do Ministério da Saúde) (Nm = não mencionado na legislação) (ND = não detectado).

PARÂMETROS	Unidade	CONSUMO HUMANO		POÇOS DE MONITORAMENTO	
		CONAMA 396/2008	PORTARIA CONSOL. Nº 5/2017 MS	3C	5C
Cálcio Total	mg/L	Nm	Nm	5,05	56,1
Cloretos	mg/L	≤250,0	≤250,0	3	75
Coliformes Fecais (<i>E. coli</i>)	NMP/100mL	Ausentes	Ausentes	< 1	< 1
Coliformes Totais	NMP/100mL	Nm	Ausentes	1	1
Condutividade Elétrica	μS/cm	Nm	Nm	34,4	54,8
Fósforo total	mg/L	Nm	Nm	0,09	0,776
Magnésio Total	mg/L	Nm	Nm	1,12	132,2
Nitrato	mg/L	≤10,0	≤10,0	6,4	6,2
Nitrogênio Amoniacal	mg/L	Nm	≤1,5	0,131	0,45
Nitrogênio Orgânico	mg/L	Nm	Nm	0,5	0,31
Nitrogênio Total Kjeldhal	mg/L	Nm	Nm	0,631	0,76
Oxigênio Dissolvido	mg/L	Nm	Nm	6,83	5,08
Oxigênio Dissolvido	% sat.	Nm	Nm	78,4	58,3
pH	Unidade	Nm	6,0-9,5	4,83	5,45
Potássio	mg/L	Nm	Nm	0,538	4,779
Potencial Redox	mV	Nm	Nm	280,41	316,41
Sódio	mg/L	≤200,0	≤200,0	1,165	2,322
Temperatura da Água	°C	Nm	Nm	22,2	22,2
Temperatura do Ar	°C	Nm	Nm	32	32
Turbidez	NTU	Nm	≤5,0	45,9	124
Sólidos Dissolvidos Totais	mg/L	≤1000,0	≤1000,0	39,5	763
METAIS PESADOS E AGROTÓXICOS					
Alumínio	mg/L	≤0,2	≤0,2	0,238	1,507
Bário Total	mg/L	≤0,7	≤0,7	0,053	0,45
Cádmio Total	mg/L	≤0,005	≤0,005	< 0,0005	< 0,0005
Chumbo	mg/L	≤0,01	≤0,01	< 0,005	0,055
Cobre	mg/L	≤2,0	≤2,0	< 0,015	0,982
Cromo Total	mg/L	≤0,05	≤0,05	< 0,005	0,029
Manganês Total	mg/L	≤0,1	≤0,1	0,095	13,234
Níquel	mg/L	≤0,02	≤0,07	< 0,007	< 0,007
Ferro	mg/L	≤0,3	≤0,3	4,02	5,95
Prata	mg/L	≤0,1	Nm	< 0,001	< 0,001
Zinco	mg/L	≤5,0	≤5,0	0,077	0,716
Organoclorados	mg/L	Nm	Nm	ND	ND
Organofosforados	mg/L	Nm	Nm	ND	ND

7 – CONCLUSÕES

De forma geral, o lençol apresentou profundidade crescente em relação ao aumento da distância à margem do reservatório, isso pode ser explicado devido à área estudada apresentar relevo ondulado, possuindo altitude crescente à medida que se afasta da margem, com exceção ao poço PMNA-6B e 8B, o qual registrou menor profundidade. Entre os meses de amostragens foi registrado variação no nível do freático, estando mais profundo em novembro de 2020, devido a recessão hídrica, ou seja, a falta de precipitação até a amostragem e mais próximo da superfície do solo em fevereiro de 2021, reflexo das precipitações ocorridas em janeiro e fevereiro de 2021.

De maneira geral, os parâmetros físicos, químicos e biológicos analisados para caracterizar a qualidade da água, encontraram-se dentro dos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 396/2008 e da Portaria de Consolidação nº 5 -MS, para água de consumo humano (Tabela 3). Exceções feitas para os Coliformes totais, Turbidez, Alumínio, Chumbo, Manganês total e Ferro total, que apresentaram concentrações acima dos limites permitidos. Estas concentrações em desacordo com a legislação já vêm sendo registradas tanto nos estudos antes e após a formação do reservatório.

A presença de coliformes totais nos poços, já vinha ocorrendo nos estudos anteriores na fase de pré-enchimento e após o enchimento do reservatório, demonstra que nestas regiões está havendo percolação destes microrganismos.

Em relação ao alumínio, ferro e manganês os elevados valores estão associados ao tipo de solo da região, pois estes compostos ocorrem naturalmente em latossolos como os registrados nesta região do estado do Paraná. Segundo MINEROPAR (2001) o alumínio se apresenta em elevadas concentrações em águas superficiais. Segundo estes mesmos autores, concentrações de ferro de até 17,00 mg/L foram registradas em sedimentos do estado do Paraná, o que é superior ao encontrado nos poços. No caso do Manganês, estes autores registraram até 1,44 mg/L em águas superficiais, entretanto, nesta região do baixo Iguaçu a concentração foi elevada no poço 5C, assim como o chumbo. O teor elevado de chumbo pode estar relacionado a produtos manufaturados e/ou a resíduos sólidos e solúveis provenientes das industriais, bem como de atividades comerciais que utilizam chumbo em seus produtos.

Segundo HAUSMAN (1995), a presença de ferro e manganês nas águas subterrâneas está associada aos processos de decomposição das rochas vulcânicas que possuem minerais ferro-magnesianos. Quando esses minerais são quimicamente intemperizados acabam fornecendo os elementos de Fe e Mn para os solos e, conseqüentemente, para as águas que circulam por eles.

Embora não tenham violado os limites da resolução CONAMA nº 396/2008, alguns parâmetros merecem destaque, como por exemplo, fósforo total, magnésio, potássio, cálcio, cloretos, sólidos dissolvidos totais, bário, cobre e zinco que estiveram mais elevados no poço 5C. Esta elevação esteve diretamente associada com a redução do nível do freático durante este período de estiagem, de maneira que para a coleta da água, foi necessário efetuar várias descidas do coletor (Bailer) para completar o volume de água necessário para as análises. Esta água apresentou elevada turbidez, como pode ser verificado na Figura 18, o que mostra que neste período houve maior influência do solo de entorno nos resultados, uma vez que alumínio, ferro, magnésio, cálcio, potássio e

sódio são os principais componentes da maioria das rochas e minerais encontrados na superfície terrestre.



Figura 18 - Amostra de água obtida em novembro de 2020 no poço 5C, demonstrando a cor da água.

8 – EQUIPE EXECUTORA

GILMAR BAUMGARTNER

Biólogo, Doutor em Ciências Ambientais. Professor Associado do Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Toledo, **Responsável Técnico**.

CLEODIMAR FERNANDES

Matemático, Mestre em Métodos Numéricos. Diretor Financeiro do Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais (INEO).

ADRIANA DA SILVA TRONCO JOHANN

Química, Técnico Laboratorial (*Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais*). Doutora em Engenharia Agrícola – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Cascavel.

ANDERSON LUÍS MACIEL

Biólogo, Técnico Laboratorial (*Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais*). Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Toledo.

ANTÔNIO NOGUEIRA DOS REIS

Biólogo, Técnico Laboratorial (*Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais*). Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Toledo.

CARLOS HENRIQUE ORSI

Engenheiro de Pesca, Técnico Laboratorial (*Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais*). Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Toledo.

CLEOMAR FERNANDES

Engenheiro de Pesca, Técnico Laboratorial (*Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais*). Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Toledo.

PEDRO ROGÉRIO LEANDRO DA SILVA

Engenheiro de Pesca, Técnico Laboratorial (*Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais*). Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Toledo.

ROGERIO ANDERSON DRUZIAN

Engenheiro de Pesca, Técnico Laboratorial (*Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais*). Mestrando em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Toledo.

TIAGO DEBONA

Engenheiro de Pesca, Técnico Laboratorial (*Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais*). Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Toledo.

VINICIUS VALIENTE DOS SANTOS

Engenheiro de Pesca, Técnico Laboratorial (*Instituto Neotropical de Pesquisas Ambientais*). Mestre em Recursos Pesqueiros e Engenharia de Pesca – Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Toledo.

9 – CRONOGRAMA DE COLETAS E RELATÓRIOS

CRONOGRAMA FÍSICO PROPOSTO PARA O ANO 1

Tabela 4 - Cronograma de coletas e relatórios do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade da Água subterrânea da UHE Baixo Iguaçu

Atividades	Ano 1 (2020 - 2021)											
	Meses											
	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril
Reunião de <i>Kick-off</i>												
Campanhas de Monitoramento de nível dos poços												
Campanhas de Monitoramento da qualidade da água												
Relatórios trimestrais												
Relatório Semestral												

CRONOGRAMA FÍSICO PROPOSTO PARA OS ANO 2 E 3

Atividades	Ano 2 (2021 – 2022)												Ano 3 (2022)	
	Meses													
	Maio	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Outubro	Novembro	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	Março	Abril	Maio	Junho
Campanhas de Monitoramento de nível dos poços														
Campanhas de Monitoramento da qualidade da água														
Relatório Trimestral														
Relatório Semestral														
Relatório Final Consolidado														

10 – REFERÊNCIAS CONSULTADAS

- ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. 2010. NBR 15847: **Amostragem de Água Subterrânea em poços de monitoramento – Métodos de Purga**. 21p.
- ALBUQUERQUE FILHO, J. L.; SILVA, A. L. B.; SOARES, L. **Monitoring of watertable oscillation due to reservoir impoundment: the case of Três Irmãos Reservoir and the city of Pereira Barreto, SP, Brasil**. In: CONGRESS OF INTERNATIONAL ASSOCIATION OF HYDROGEOLOGISTS, 31., 2001, Munich. Proceedings otterdam: IAH, 2001. v. 2. p. 1111-1117
- ALBUQUERQUE FILHO, J.L. & BOTTURA, J.A. **Elevações induzidas no lençol freático**. In: **ENCONTRO TÉCNICO CESP/IPT, 1994, Paraibuna, São Paulo. O meio físico nos estudos ambientais de projetos hidroelétricos**. Paraibuna, São Paulo: CESP/IPT, 1994. p. 62-73.
- ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; BOTTURA, J.A.; JUNIOR, T.B. & CORRÊA, W.A.G. **Avaliação de impactos hidrogeológicos como subsídio à instalação de reservatórios hidrelétricos no estado de São Paulo**. In: 17 CONGRESSO BRASILEIRO DE ÁGUAS SUBTERRÂNEAS, 8., 1996, Recife, PE. Anais...Recife: ABAS, 1996. p. 169 - 179.
- APHA – American Public Health Association 2011. **Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater**. Washington. 23th edition.
- BAIRD, C.; CANN, M. **Química Ambiental**. Porto Alegre: Bookman, 4.ed., 2011. 844p
- CEBI. Consórcio Empreendedor Baixo Iguaçu. 2017. **Termo de Referência para execução do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e Qualidade das Águas Subterrâneas na UHE Baixo Iguaçu**. Capanema, PR, 39p.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2016. Ficha de informações toxicológica. CETESB, São Paulo, 2017. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/laboratorios/wp-content/uploads/sites/24/2013/11/Bario.pdf>. Acesso em: 05 de jun. de 2020.
- CETESB, Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental. 2016. **Relatórios de qualidade das águas interiores do Estado de São Paulo**. CETESB, São Paulo.
- CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. 2011. **Guia Nacional de Coleta e Preservação de Amostras: água, sedimentos, comunidades aquáticas e efluentes líquidos**. São Paulo/Brasília. 326p.
- DVWK, 1993, Guidelines for water management; Application of geotextiles in hydraulic engineering, issued by the German Association for Water Resources and Land Improvement (DVWK) in cooperation with the International Commission on Irrigation and Drainage (ICID), Bonn, Germany.
- ESTEVES, F.A. **Fundamentos de Limnologia**. 3^o ed. Rio de Janeiro: Ed. Interciência/FINEP, 2011. 862p.
- FEITOSA, F.A.C.; MANOEL FILHO, J. **Hidrogeologia. Coceitos e Aplicações**. 2 ed. Fortaleza, Editora Eletrônia, 2000, p. 390. Disponível em: www.cprm.gov.br/publique/media/Errata_Permanente.pdf. Acesso em: 12 de Dez. de 2013.
- FUNASA. Fundação Nacional de Saúde. 2013. **Manual prático de análise de água**. 4. ed. Brasília: FUNASA, 150 p.
- INMETRO. 2017. ABNT ISSO/IEC 17025: **Requisitos gerais para a competência de laboratórios de ensaio e calibração**. 37p.
- INMETRO. 2017. DICLA 057-02: **Critérios para acreditação da amostragem para ensaios de águas e matrizes ambientais**. 21p.
- IRITANI, M. A., EZAKI, S. **As Águas Subterrâneas do Estado de São Paulo**. Governo do Estado de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente, Instituto Geológico. 2008.

ISO. ISO 5667-1: **Water Quality – Sampling – Guidance on the Design of Sampling Programmes and Sampling Techniques.**

LAFUENTE, J. CATALÁN. **Química Del Agua. Diccionario Tecnico del Agua.** Madrid, 1981.

MINEROPAR S.A. **Atlas comentado da geologia e dos recursos minerais do estado do paraná.** Curitiba: Mineropar, 2001.

MONKHOUSE, R. A. 1983. **Vulnerability of aquifers and groundwater quality in the United Kingdom. Institute of Geological Sciences Report.** Nottingham, Reino Unido.

PÁDUA, V. L. DE; FERREIRA, A. C. DA S. Qualidade da água para consumo humano. In: **Abastecimento de água para consumo humano.** Belo Horizonte: UFMG, 2006. p. 153-221.

PARRON, L, M, MUNIZ, D, H, F, PEREIRA, C, M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise físico-química de água (recurso eletrônico).** Dados eletrônicos Colombo: EMBRAPA Floresta, 2011.

PINTO, B. V.; GODOY, J. M.; ALMEIDA, M. C.; **Características Químicas e Físico-químicas de Águas Subterrâneas do Estado do Rio de Janeiro.** In: Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas, 2006. Disponível em: <http://ww2.abas-rj.org/atuacao_tecnica/caracteristicas_quimicas.pdf%3E>. Acessado em 12 de Janeiro de 2020.

SANTOS, A. C. 1997. **Noções de Hidroquímica.** In: **Hidrogeologia: Conceitos e Aplicações.** Coordenadores: Fernando Antônio Carneiro Feitosa / João Manoel Filho. Fortaleza. CPRM / LABHID – UFPE. 1ª Ed.

SILVA, A.L.B.; ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; BREVEGLIERI, F.C.; FILIPOV, M.; SOARES, L. **Water table oscilation due to hydroelectric dam reservoir impoundment in São Paulo State, Brazil.** In: INTERNATIONAL CONGRESS OF THE ASSOCIATION FOR ENGINEERING GEOLOGY AND THE ENVIRONMENT. 8., 1998, Vancouver. Anais...Vancouver: IAE, 1998b. p. 2367-2372.



VAN EVERDINGEN, R.O. **The influence of the South Saskatchewan Reservoir on the local groundwater regime.** A prognosis. Geological Survey of Canadá- Dept. of Energy, Mines and Resources. Paper 65-69. 85 p, 1968.

Toledo-PR, 10 de março de 2021.



Gilmar Baumgartner
Responsável Técnico
CRBio 17466/07-D

ANEXOS

 GOVERNO DO PARANÁ	 IAP INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ	SECRETARIA DO MEIO AMBIENTE E RECURSOS HÍDRICOS INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ	Protocolo 15.245.185-1
			Número do Documento IAPCCL 089
			Validade 03/08/2021

CERTIFICADO DE CADASTRAMENTO DE LABORATÓRIO - CCL

O INSTITUTO AMBIENTAL DO PARANÁ - IAP, órgão público de direito público, vinculado a **Secretaria de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - SEMA**, com sede à Rua Engenheiros Rebouças, nº 1206, nesta Capital, no uso das atribuições que lhe confere a Lei Estadual nº 10.066 de 27/07/92, aprovada pelo Decreto Estadual nº 1.502 de 04/08/92, combinado com o Decreto nº 884 de 21/05/95, e de acordo com a Resolução CEMA nº100 de 30/06/2017, publicada no Diário Oficial do Estado em 04/07/2017. Com base nos limites estabelecidos nas Resoluções CONAMA 357/2005 de 17/03/2005, CONAMA 395/2008 de 03/04/2008, CONAMA 420/2009 de 28/12/2009, CONAMA 454/2012 de 01/11/2012, Resolução SEMA 015/2014 de 28 de março de 2014 e com base nos autos do protocolo supra, concede o presente **CERTIFICADO** nas condições e restrições abaixo especificadas.

1 - IDENTIFICAÇÃO:

CPF/CNPJ 78660337/0005-08	Nome/Razão Social UNIVERSIDADE ESTADUAL DO OESTE DO PARANÁ – CAMPUS TOLEDO
RG/Inscrição Estadual	Logradouro e Número Rua da Faculdade, 645
Isento	Rua da Faculdade, 645
Bairro Jardim Santa Maria	Município / UF Toledo/PR
	CEP 85903-000

2 - RESPONSÁVEL TÉCNICO:

Nome: Gilmir Baumgartner	Registro Profissional: CRBio 17.466/07-D
Profissão: Biólogo	

3 - CARACTERÍSTICAS DO CADASTRAMENTO:

3.1 - O laboratório acima identificado está apto e certificado pelo IAP a realizar as seguintes amostragens:

- a) Água Bruta
- b) Água salina/salobra

3.2 - O laboratório acima identificado está apto e certificado pelo IAP a realizar as seguintes medições e análises/ensaios laboratoriais:

PARÂMETRO	MATRIZ							
	ÁGUA				SÓLIDOS			AR
	BRUTA (SUPERFICIAL/ESUBTERRÂNEA)	SALINA/SALOBRA	RESIDUAL	LIXIVIADO/ SOLUBILIZADO	SOLO	SEDIMENTO	RESÍDUO	EMISSÕES ATMOSFÉRICAS
Cloretos	X	-	-	-	-	-	-	-
Clorofila a e Feofitina a	X	-	-	-	-	-	-	-
Condutividade	X	-	-	-	-	-	-	-
Cor Verdadeira	X	-	-	-	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO)	X	-	-	-	-	-	-	-
Fósforo	X	-	-	-	-	-	-	-
Nitrato	X	-	-	-	-	-	-	-
Nitrogênio amoniacal	X	-	-	-	-	-	-	-
Oxigênio Dissolvido	X	-	-	-	-	-	-	-
pH	X	-	-	-	-	-	-	-
Sólidos Totais Dissolvidos	X	-	-	-	-	-	-	-
Temperatura	X	-	-	-	-	-	-	-



PARÂMETRO	MATRIZ							
	ÁGUA				SÓLIDOS			AR
	BRUTA (SUPERFICIAL ESUBTERRÂNEA)	SALINA/SALOBRA	RESIDUAL	LIXIVIADO SOLUBILIZADO	SÓLIDO	SEDIMENTO	RESÍDUO	EMISSÕES ATMOSFÉRICAS
Turbidez	X	-	-	-	-	-	-	-

4 - CONDICIONANTES:

- Este certificado é válido para o prazo e condições acima estabelecidos, bem como para os dados constantes do protocolo supra.
- Este documento perderá a validade, caso os dados fornecidos pelo empreendedor não correspondam à realidade.
- Este certificado não dispensa nem substitui quaisquer alvarás ou certidões exigidos pela Legislação Federal, Estadual ou Municipal, nem exclui as demais licenças ambientais.

CURITIBA, 08 de Agosto de 2016.

 DIRETOR DA DIMAP Engº Ivonei Coelho da Silva Chaves Diretor de Monitoramento Ambiental IAP/DIMAP	 PRESIDENTE DO IAP
---	--

República Federativa do Brasil
Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços
Instituto Nacional de Metrologia, Qualidade e Tecnologia – Inmetro
Coordenação Geral de Acreditação

Signatário dos Acordos de Reconhecimento Mútuo da International Laboratory Accreditation Cooperation (ILAC),
da Interamerican Accreditation Cooperation (IAAC) e International Accreditation Forum (IAF)



Certificado de Acreditação
Acreditação nº CRL 1356
Acreditação Inicial: 05/06/2018

Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Rua Faculdade, 645 – Jardim Santa Maria – Toledo – PR

A Coordenação Geral de Acreditação do Inmetro (Cgcre) concede acreditação ao Organismo de Avaliação da Conformidade acima identificado, no endereço citado, segundo os requisitos estabelecidos na ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005. Esta acreditação constitui a expressão formal do reconhecimento de sua competência para realizar atividades de ensaios, conforme Escopo de Acreditação.


Assinado de forma digital
por ALDONEY FREIRE
COSTA-54879590720
Dados: 2018.06.06 09:58:38
-03'00'

Aldoney Freire Costa
Coordenador Geral de Acreditação Substituto

A situação atual da acreditação e seu escopo devem ser verificados no endereço eletrônico www.inmetro.gov.br/credenciamento/laboratoriosAcreditados.asp

MCO-CGCRE-024 – Rev. 05 – Apr. NOV/16 – Pg. 01/01