

---

# **PROJETO BÁSICO AMBIENTAL UHE BAIXO IGUAÇU**

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

### **Relatório de Campo IV**

**Julho  
2018**

## SUMÁRIO

Lista de Figuras.....	3
Lista de Tabelas .....	4
1 APRESENTAÇÃO.....	5
2 LOCALIZAÇÃO E CARACTERÍSTICAS DO EMPREENDIMENTO.....	5
3 INTRODUÇÃO.....	5
4 OBJETIVOS GERAL.....	5
4.1 - <i>Objetivos Específicos</i> .....	5
5 – METODOLOGIA.....	5
5.1 <i>Monitoramento do Nível da Água do Lençol Freático</i> .....	5
5.2 <i>Monitoramento da Qualidade da Água do Lençol Freático</i> .....	9
6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	10
7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	18
8 – EQUIPE EXECUTORA .....	20
9 – CRONOGRAMA DE COLETAS E RELATÓRIOS .....	21
10 – REFERÊNCIAS CONSULTADAS.....	22

## Lista de Figuras

<b>Figura 1</b> – Localização do Empreendimento (Fonte: CEBI, 2016). .....	5
<b>Figura 2</b> – Posição esquemática para os MNAs e PMs.....	5
<b>Figura 3</b> – Posição esquemática para os MNAs e PMs.....	5
<b>Figura 4</b> – Seções representativas dos pontos 1, 2, 4 e 5 a serem monitorados.....	6
<b>Figura 5</b> – Seção representativa do ponto 3 a ser monitorado. ....	6
<b>Figura 6</b> – Seções representativas dos pontos 6 e 7 a serem monitorados. ....	7
<b>Figura 7</b> - Procedimento de medição da profundidade do lençol freático, em julho de 2018.....	9
<b>Figura 8</b> - Profundidade do lençol freático PMNA-1 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. A cor azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento. ....	10
<b>Figura 9</b> – Profundidade do lençol freático PMNA-2 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. A cor azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento. ....	11
<b>Figura 10</b> – Profundidade do lençol freático PMNA-3 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento. ....	12
<b>Figura 11</b> – Profundidade do lençol freático PMNA-4 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento. ....	13
<b>Figura 12</b> – Profundidade do lençol freático PMNA-5 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento. ....	14
<b>Figura 13</b> – Profundidade do lençol freático PMNA-6 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento. ....	15
<b>Figura 14</b> – Profundidade do lençol freático PMNA-7 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento. ....	16
<b>Figura 15</b> – Profundidade do lençol freático PMNA-8 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento. ....	17
<b>Figura 16</b> – Piezômetro (PMNA-6A) danificado. ....	18
<b>Figura 17</b> - Piezômetro (PMNA-2A) .....	19

---

## Lista de Tabelas

<b>Tabela 1</b> – Características dos poços monitoramentos (nível e qualidade da água).....	8
<b>Tabela 2</b> - Cronograma de coletas e relatórios do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade da Água subterrânea da UHE Baixo Iguaçu .....	21

## 1 APRESENTAÇÃO

O presente relatório reúne a descrição dos métodos e resultados, obtidos em campo do monitoramento do nível e qualidade da água do lençol freático, obtidos no dia 05 de julho de 2018, 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 da Licença de Instalação n.º 17.033/2015 do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), de 28/05/2015.

## 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 previsto para o 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 ocupará parte dos territórios dos municípios paranaenses de Realeza, Nova Prata do Iguaçu e Planalto. O reservatório ocupará uma área de 31 km<sup>2</sup>, sendo 18 km<sup>2</sup> formado pela calha natural do rio Iguaçu e 13 km<sup>2</sup> 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 sendo, 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. Em longo prazo, tais efeitos evoluem 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. 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 a 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 OBJETIVOS GERAL

Em atendimento à condicionante n.º. 11 da Licença de Instalação n.º. 17.033/2015 emitida pelo Instituto Ambiental do Paraná, que afirma que o Programa de Monitoramento do Lençol Freático e Qualidade das Águas Subterrâneas deverá ter sua continuidade, o objetivo deste Programa é 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, permitirá a análise e elaboração de medidas mitigadoras 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 antes, durante e 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 n.º. 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 das águas subterrâneas 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;
- Propor a rede de monitoramento para a fase de pós-enchimento ou a conclusão do programa, após a estabilização das condições do lençol freático.

## 5 – METODOLOGIA

### 5.1 Monitoramento do Nível da Água do Lençol Freático

O monitoramento foi realizado nos 08 (oito) pontos de amostragem, 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 sendo, entre MNAs e PMs, foram instalados 24 (vinte e quatro) locais de monitoramento (Tabela 1). Destaca-se que apenas um dos pontos está localizado à jusante do barramento, 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.

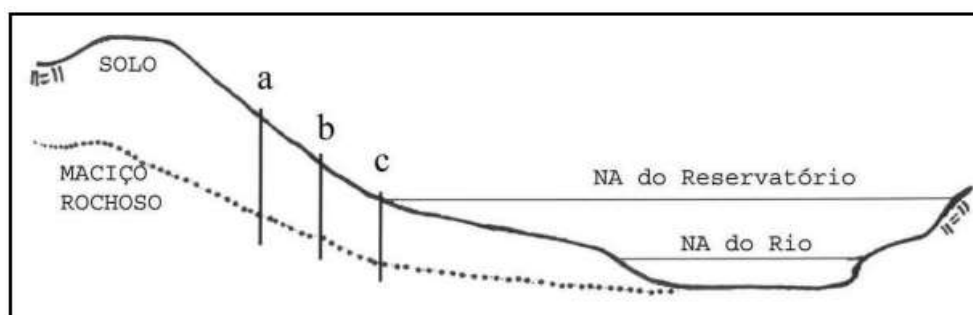


Figura 2 – Posição esquemática para os MNAs e PMs.

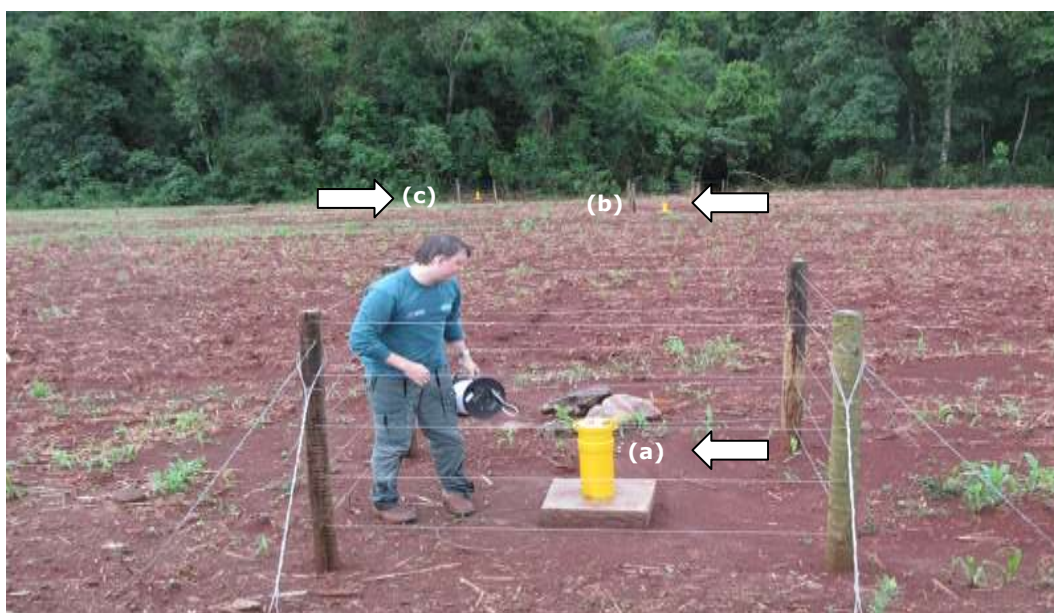


Figura 3 – Posição esquemática para os MNAs e PMs.



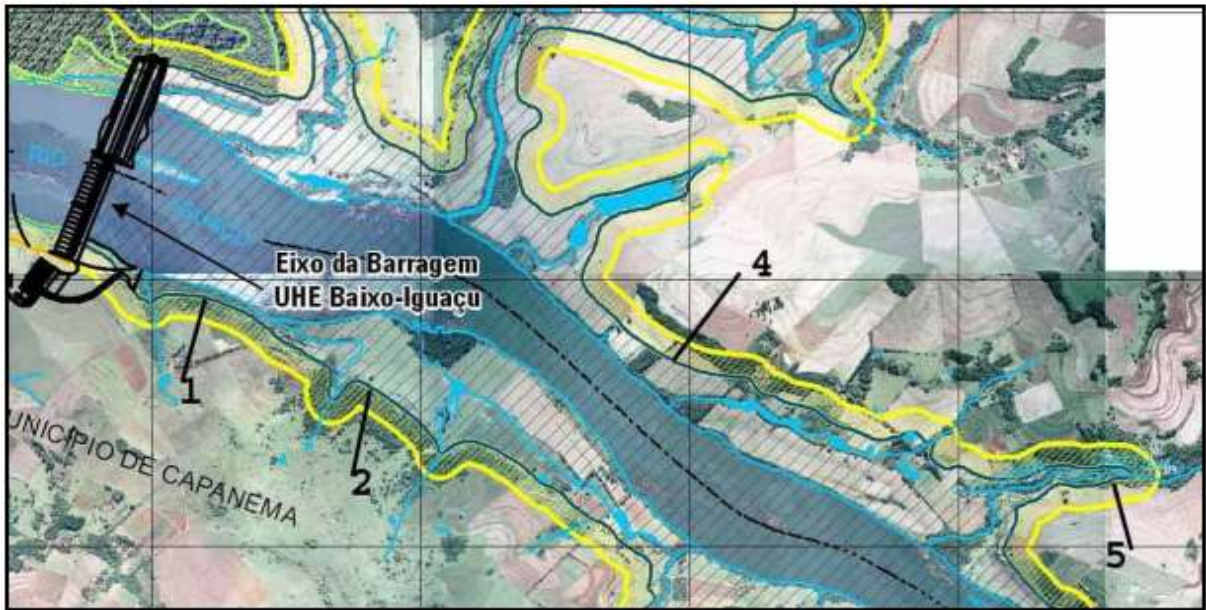


Figura 4 – Seções representativas dos pontos 1, 2, 4 e 5 a serem monitorados.

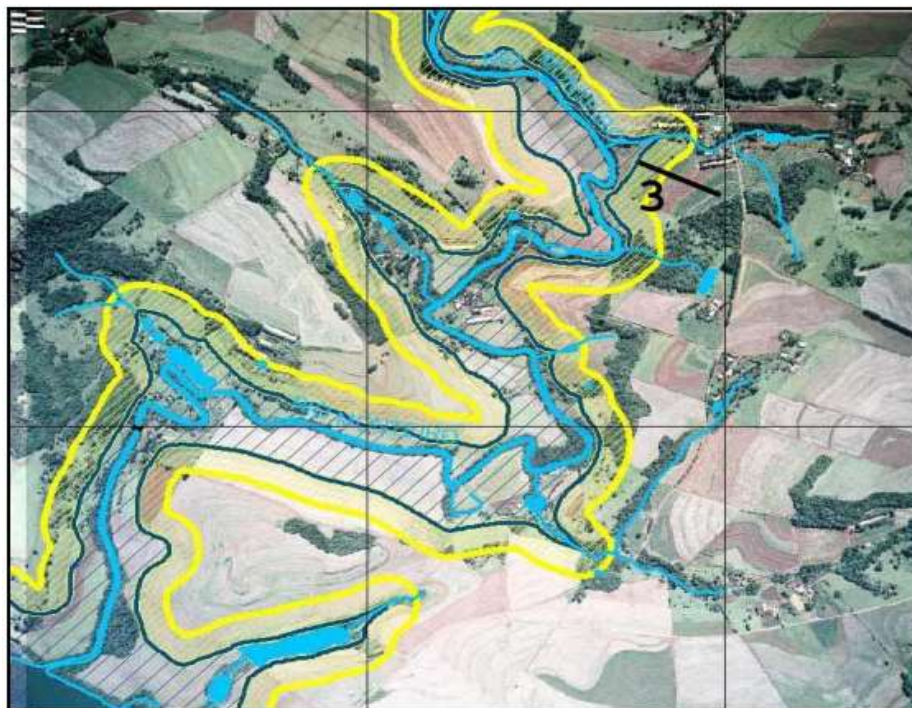


Figura 5 – Seção representativa do ponto 3 a ser monitorado.



**Figura 6** – Seções representativas dos pontos 6 e 7 a serem monitorados.

Nos pontos 1, 2, 4, 6 e 8, foram instalados MNAs nas três posições “a”, “b” e “c”, já que nestes pontos o interesse é conhecer a variação do freático, considerando que representam regiões onde ocorre agricultura e pecuária e, futuramente, será formada 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 (PM).

Nos pontos 3, 5 e 7 será 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 de população às margens do Rio Iguaçu e do futuro reservatório.

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

**Tabela 1** – Características dos poços monitoramentos (nível e qualidade da água).

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°31'8,60"S	53°37'29,10"O	275	0,40	15,90
PMNA-5B	Margem direita	25°31'7,40"S	53°37'30,00"O	274	0,40	12,40
PM-5C	Margem direita	25°31'6,60"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°42'3,74"O	228	0,40	6,76
PMNA-8B	Margem esquerda	25°32'16,90"S	53°42'4,10"O	231	0,40	7,75
PMNA-8C	Margem esquerda	25°32'15,60"S	53°42'4,60"O	241	0,40	6,55

\* Fonte: CEBI

O acompanhamento dos resultados desse programa permitirá identificar eventuais alterações e impactos decorrentes de modificações na dinâmica dos aquíferos nessa região.

Para a leitura da profundidade do lençol freático, foi utilizado o medidor de nível Solinst® (Water Level Meter), modelo 101B, equipamento elétrico que possui uma fita milimetrada de 10mm 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 (Figura 7).



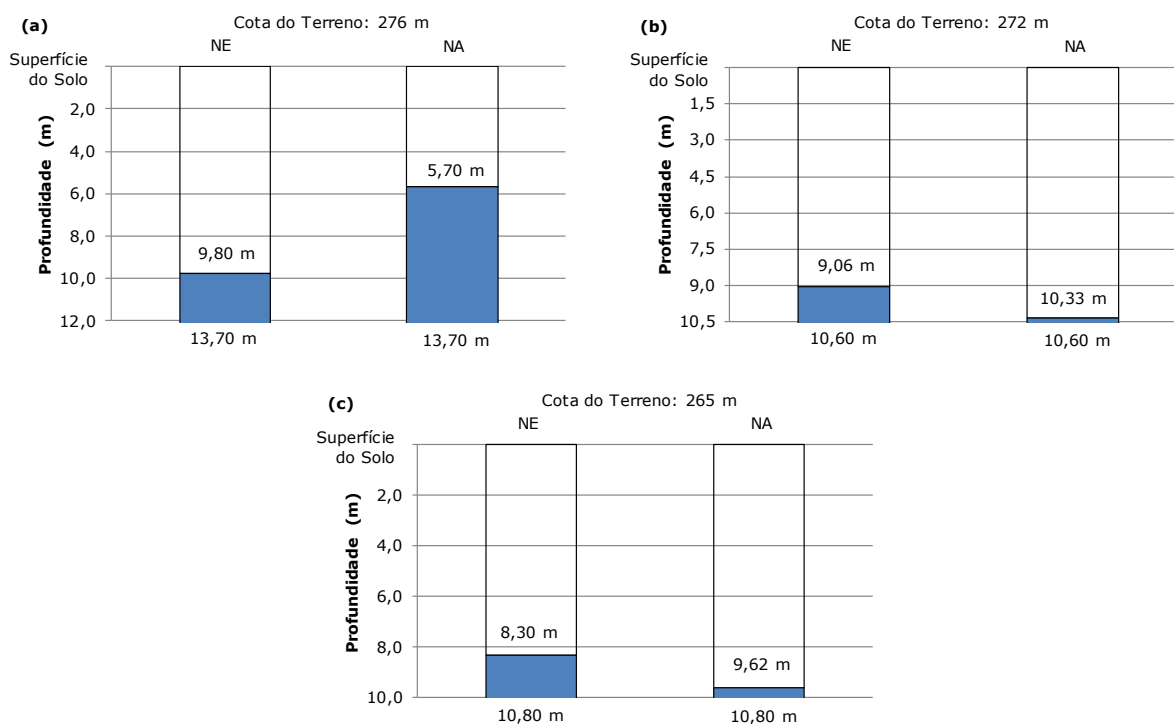
**Figura 7** - Procedimento de medição da profundidade do lençol freático, em julho de 2018.

## 5.2 Monitoramento da Qualidade da Água do Lençol Freático

As coletas de água nos poços de monitoramento são semestrais, tendo sido iniciadas em outubro de 2017, portanto, para o mês de julho de 2018 não foi realizada amostragem. O detalhamento da periodicidade destas amostragens pode ser verificado no item 9 – Cronograma.

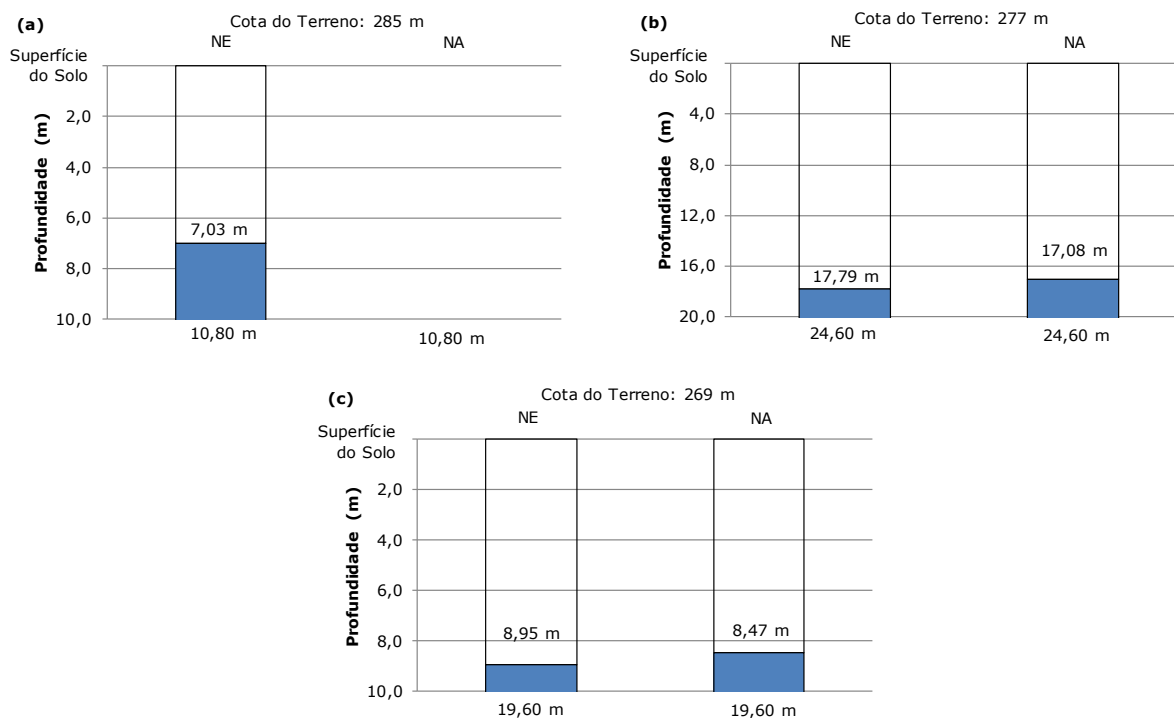
## 6 – RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os resultados abaixo apresentam a flutuação do nível do lençol freático durante o monitoramento realizado em julho de 2018 na área de influência da UHE Baixo Iguaçu, onde foram observadas variações entre o nível da água nos poços de monitoramento em relação ao nível estático mensurado pela GEIA Ambiental no momento de instalação dos poços. A oscilação está relacionada diretamente com as precipitações ocorridas na região, pois a profundidade do lençol depende das condições climáticas. No primeiro piezômetro (PMNA-1A) o nível estático do lençol freático mensurado pela GEIA Ambiental na instalação do poço estava a 9,80 m da superfície do solo, durante o monitoramento o nível do lençol apresentou oscilação estando em 5,70 m (**Figura 8a**). No segundo piezômetro (PMNA-1B) as medições do nível do freático apresentaram redução, oscilando de 9,06 m a 10,33 m da superfície do solo, valor inferior ao nível estático (**Figura 8Erro! Fonte de referência não encontrada.b**). E no terceiro piezômetro (PMNA-1C), o mais próximo da margem do rio, houve uma variação da flutuação do nível do freático entre 8,30 m a 9,62 m, sendo observado valor inferior ao nível estático (**Figura 8Erro! Fonte de referência não encontrada.c**).



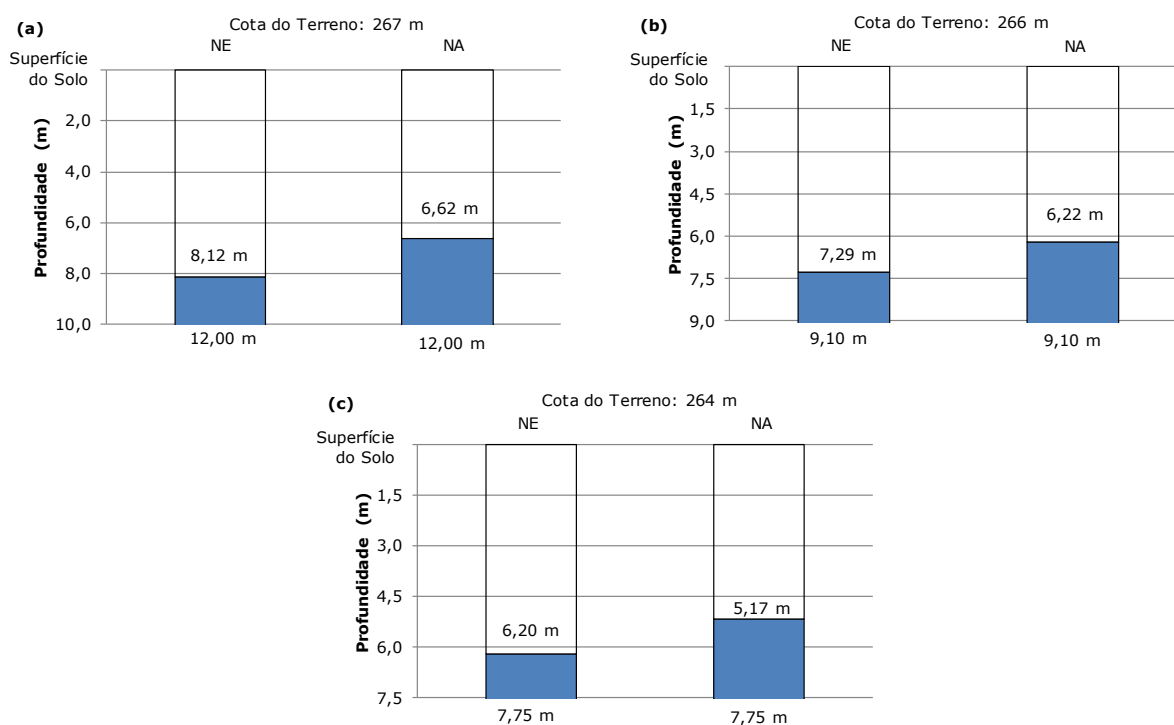
**Figura 8** - Profundidade do lençol freático PMNA-1 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. A cor azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento.

Para o piezômetro de monitoramento PMNA-2A, não foi possível realizar a medição, pois o mesmo encontra-se entupido por terra e formigas, impedindo a passagem da trena (Figura 9a). No segundo piezômetro (PMNA-2B) o nível freático oscilou de 17,79 m (NE) a 17,08 m (NA) da superfície (Figura 9b), e no terceiro piezômetro (PMNA-2C), o nível freático flutuou entre 8,95 m (NE) a 8,47 m (NA) da superfície do solo. O nível freático em todos os poços manteve-se acima do nível estático, com exceção do PMNA-2<sup>a</sup>, onde não foi possível a medição (Figura 9c).



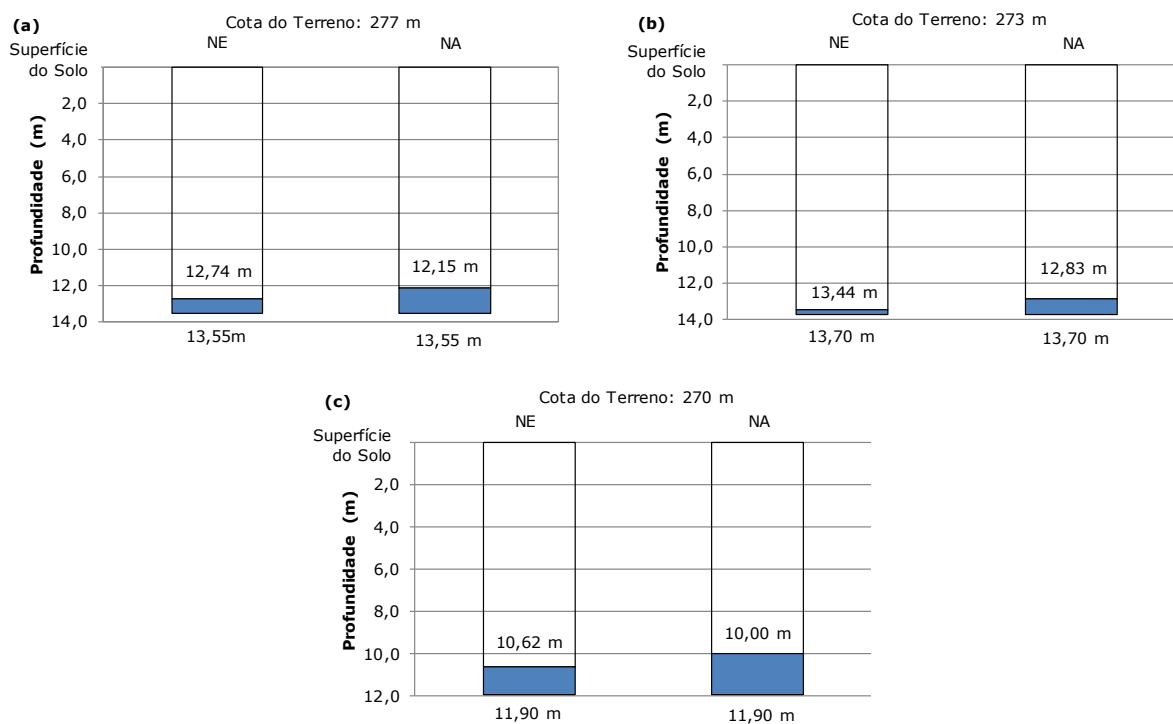
**Figura 9** – Profundidade do lençol freático PMNA-2 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. A cor azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento.

Para o piezômetro de monitoramento (PMNA-3A) o nível estático do lençol freático estava a 8,12 m da superfície do solo, durante o monitoramento o nível freático subiu para 6,62 m da superfície (Figura 10a). No segundo piezômetro (PMNA-3B) o nível estático encontrava-se 7,29 m da superfície, enquanto que no dia do monitoramento o nível do lençol estava-se a 6,22 m da superfície (Figura 10b), e no terceiro piezômetro (PMNA-3C), o nível freático estava estabilizado em 6,20 m da superfície do solo, e durante o monitoramento o nível freático estava mais próximo da superfície, estando a 5,17 m do solo (Figura 10c).



**Figura 10** – Profundidade do lençol freático PMNA-3 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento.

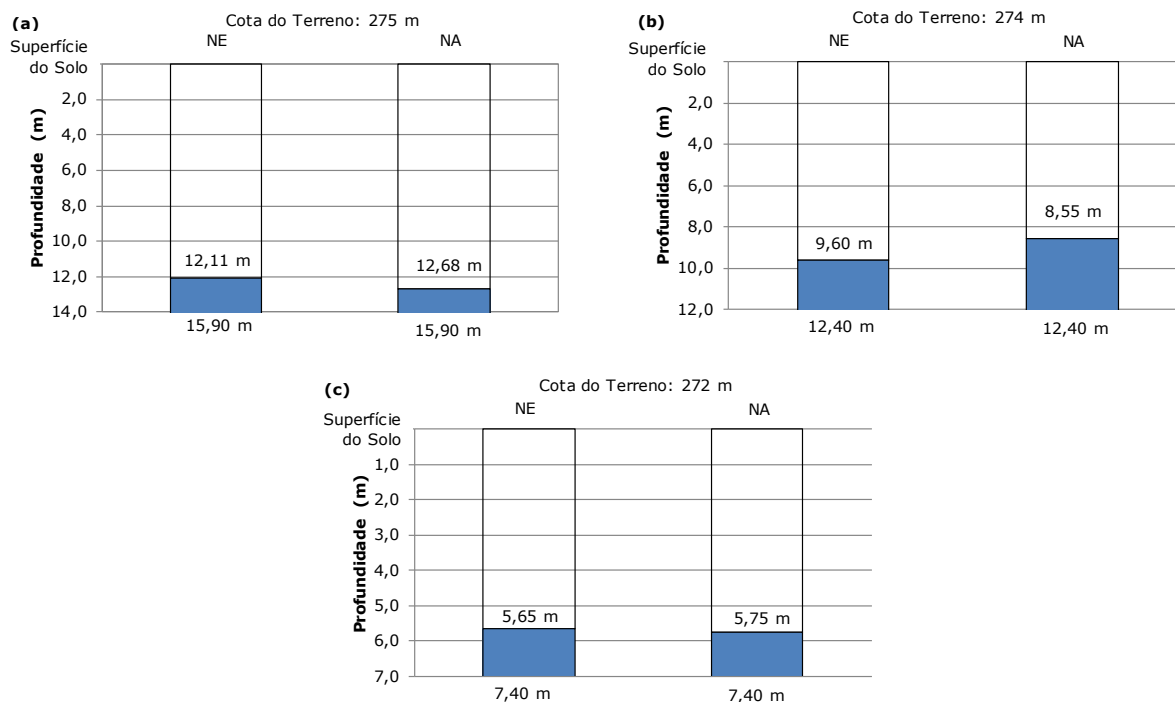
No piezômetro PMNA-4A, o nível estático estava a 12,74 m da superfície do solo, durante o período de monitoramento o nível do lençol apresentava 12,15 m da superfície (Figura 11a). No piezômetro (PMNA-4B) o nível variou de 13,44 m a 12,83 m da superfície (Figura 11b), e no terceiro piezômetro (PMNA-4C), o nível do freático apresentou flutuação de 10,62 m (NE) a 10,00 m (NA) da superfície do solo (Figura 11c).



**Figura 11** – Profundidade do lençol freático PMNA-4 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento.

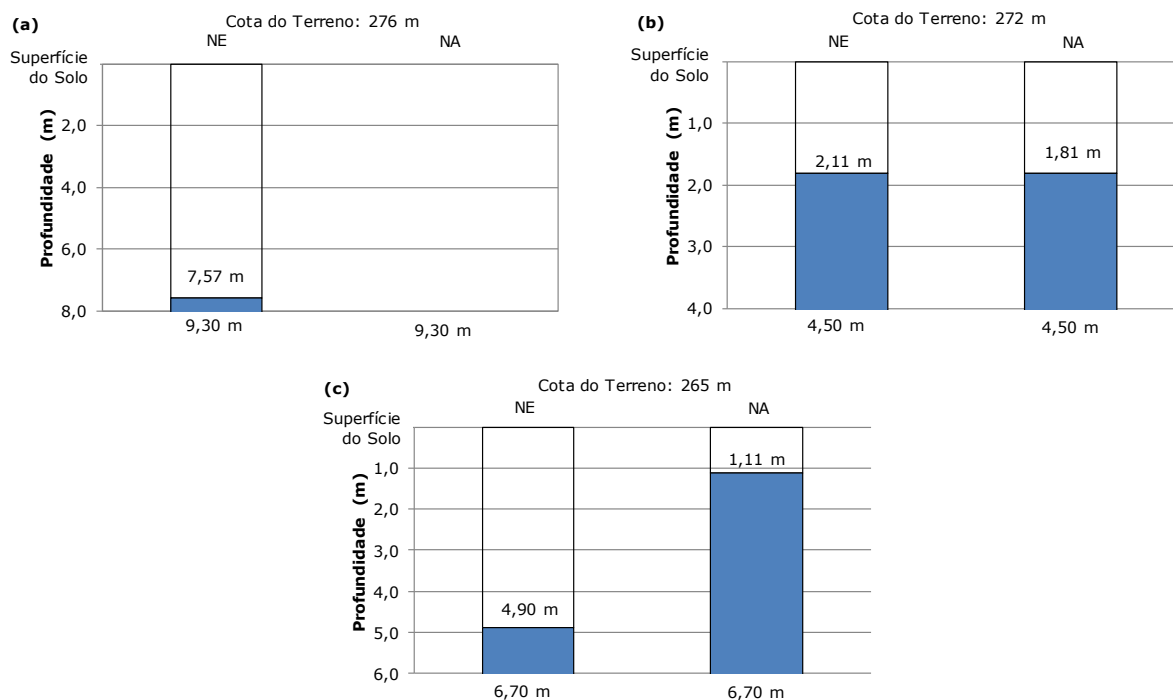


No piezômetro PMNA-5A o nível estático do freático estava a 12,11 m da superfície do solo, e durante o monitoramento o nível freático encontrava-se a 12,68 m da superfície (Figura 12a). No segundo piezômetro (PMNA-5B) o nível estava estabilizado em 9,60 m da superfície, durante o monitoramento o nível freático apresentava-se a 8,55 m da superfície (Figura 12b). No terceiro piezômetro (PMNA-5C), o mais próximo da margem do rio, o lençol freático oscilou de 5,65 m para 5,75 m da superfície do solo (Figura 12c).



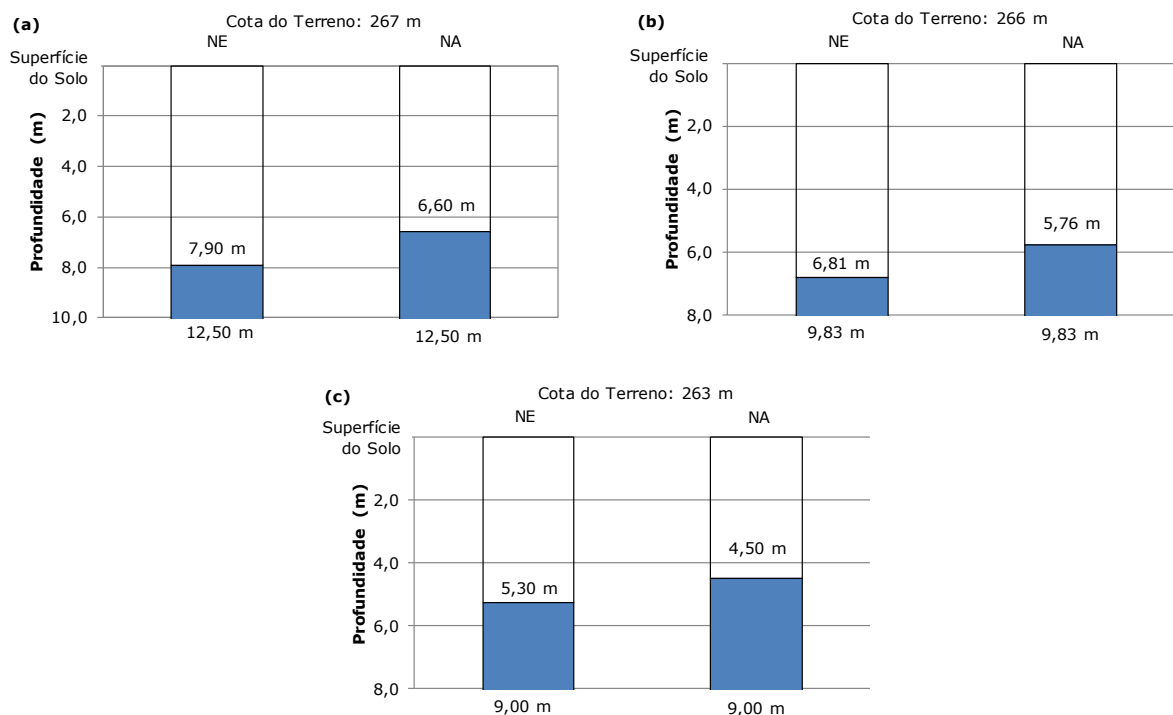
**Figura 12** – Profundidade do lençol freático PMNA-5 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento.

Quanto ao piezômetro PMNA-6A o nível estático estava a 7,57 m da superfície, e o nível durante o monitoramento não foi realizado, pois o piezômetro foi danificado, impossibilitando a medição (Figura 13a). No piezômetro PMNA-6B o nível apresentou pouca oscilação de 2,11 m a 1,81 m da superfície do solo (Figura 13b), enquanto no piezômetro PMAN-6C, o nível do lençol freático subiu de 4,90 m a 1,11 m da superfície do solo (Figura 13c).



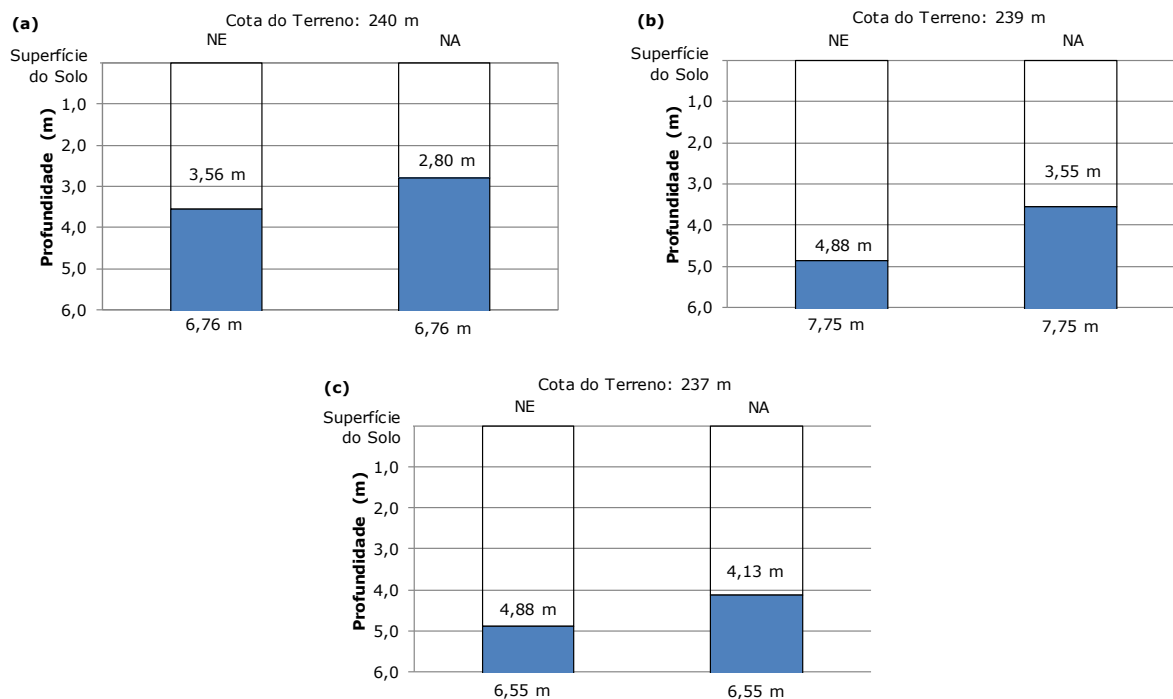
**Figura 13** – Profundidade do lençol freático PMNA-6 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento.

No piezômetro PMNA-7A, a variação do nível freático foi de 7,90 m (NE) a 6,60 m (NA) (Figura 14a), no segundo piezômetro amostrado (PMNA-7B), o nível oscilou entre 6,81 m a 5,76 m da superfície (Figura 14b), enquanto no terceiro piezômetro (PMNA-7C), o nível freático estava a 5,30 m da superfície e no período avaliado o nível freático subiu, ficando a 4,50 m da superfície (Figura 14c).



**Figura 14** – Profundidade do lençol freático PMNA-7 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento.

No piezômetro (PMNA-8A), foi observada variação do nível do lençol freático entre 3,56 m e 2,80 m da superfície (Figura 15a), no segundo piezômetro (PMNA-8B) o nível oscilou entre 4,88 m e 3,55 m (Figura 15b), enquanto no terceiro piezômetro (PMAN-8C), a variação foi entre 4,88 m e 4,13 m da superfície do solo (Figura 15c).



**Figura 15** – Profundidade do lençol freático PMNA-8 avaliado em julho de 2018, no primeiro (A), segundo (B) e no terceiro (C) poço de monitoramento, e respectiva cota do terreno. Em azul representa o lençol freático, abaixo da barra a profundidade dos poços; NE=nível estático e NA=nível do lençol durante o monitoramento.

## 7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS

As variações do nível do lençol freático na área de estudo estiveram associadas às precipitações ocorridas no período de monitoramento, devido à falta de chuvas na região os níveis do lençol freático em praticamente todos os pontos diminuíram em relação à amostragem anterior (Abril de 2018), e ficaram próximas ao nível estático, com exceção do poço PMNA-1B, PMNA-1C, PMNA-5A e PMNA-5C que apresentaram valores inferiores ao nível estático inicial.

No piezômetro (PMNA-6A) não foi possível realizar a medição do nível do lençol freático, pois o mesmo foi danificado por vândalos, onde o piezômetro foi derrubado entortando o cano, impossibilitando a passagem da trena, foram realizadas várias tentativas, porém sem sucesso (Figura 16).



**Figura 16** – Piezômetro (PMNA-6A) danificado.

No piezômetro (PMNA-2A) a passagem do cano estava obstruída por ninhos de formigas, provavelmente vinda do fundo do cano, pois dentro do piezômetro a estrutura estava limpa (Figura 17A e B), ao retirar a tampa para realizar a medição foi observado a presença de terra e formigas (Figura 17C), foi removido o máximo possível da terra para a passagem da trena, no entanto a trena travou não conseguindo verificar a real profundidade do nível do lençol freático.



Figura 17 - Piezômetro (PMNA-2A).

## 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).

### **DIRCEU BAUMGARTNER**

Engenheiro Agrícola, Doutor em Ciências Ambientais. Professor Adjunto do Curso de Engenharia de Pesca, Universidade Estadual do Oeste do Paraná – campus Toledo.

### **PAULO VANDERLEI SANCHES**

Biólogo, Doutor em Ciências Ambientais. Professor Adjunto do Curso de 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.

### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

### **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.

## 9 – CRONOGRAMA DE COLETAS E RELATÓRIOS

### CRONOGRAMA FÍSICO PROPOSTO PARA O ANO 1

**Tabela 2** - 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 – Pré-enchimento											
	Meses											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Reunião de <i>Kick-off</i>	■											
Monitoramento de nível	■			■			■			■		
Monitoramento da qualidade da água	■						■					
Relatório de Atividades	■			■			■			■		
Relatório Consolidado (sujeito a alteração)								■				

### CRONOGRAMA FÍSICO PROPOSTO PARA OS ANO 2 E 3

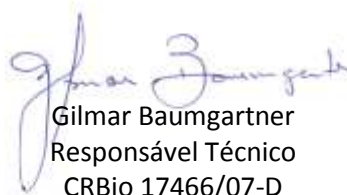
Atividades	Ano 2 – Enchimento e Pós-enchimento												Ano 3	
	Meses													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	01	02
Monitoramento de nível	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■		
Monitoramento da qualidade da água	■						■							
Relatório de Atividades	■	■		■	■		■	■		■	■			
Relatório Trimestral			■			■			■			■		
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...Rotterdam: 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 hidroelétricos 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 2012. Standard Methods For The Examination Of Water And Wastewater. Washinngton. 22<sup>th</sup> edition.
- 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 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.
- ESTEVES, F.A. 1998. Fundamentos de Limnologia – 2<sup>a</sup> edição. Editora Interciência. Rio de Abril, Rio de Abril. 575 pp.
- 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. São Paulo: Secretaria do Estado do Meio Ambiente- SMA, 2008. 103p.
- ISO. ISO 5667-1: Water Quality – Sampling – Guidance on the Design of Sampling Programmes and Sampling Techniques.
- SILVA, A.L.B.; ALBUQUERQUE FILHO, J.L.; BREVEGLIERI, F.C.; FILIPOV, M.; SOARES, L. Water table oscillation 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: IAEG, 1998b. p. 2367-2372.
- TAVARES, I. H. S. 1994. Limnologia Aplicada à Aquicultura. Jaboticabal: FUNEP, 70 p.
- 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 julho de 2018.



Gilmar Baumgartner  
Responsável Técnico  
CRBio 17466/07-D