

3º RELATÓRIO SEMESTRAL

PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO E DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO AHE SIMPLÍCIO

1

Elaborado para:

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.

Elaborado por:

EKOS PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA.

UBERLÂNDIA – MG

ABRIL/ 2014

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIAS	PÁGINA
FOTOGRAFIA 01 - Piezômetro PML 27 (Estação de Anta) obstruído na profundidade 1,39m.	11
FOTOGRAFIA 02 - Acesso ao reservatório de Calçado pela MG 126 obstruído com blocos de rocha – acesso ao PML 24 por água.	12
FOTOGRAFIA 03 – Estrada de acesso aos piezômetros PML 04 e PML 06 (Fazenda Estrela do Norte – Chiador) obstruída por queda de árvore.	12
FOTOGRAFIA 04 – Acesso ao piezômetro PML 07 obstruído por macrófitas.	13
FOTOGRAFIA 05 – Poço Monitoramento PML – 14 (cacimba). Atentar para a situação do poço raso tomado pela vegetação. Foto 15/01/2014.	136
FOTOGRAFIA 06 - Poço Monitoramento PML – 15. Foto 15/01/2014.	136
FOTOGRAFIA 07 - Poço Monitoramento PML – 25 (cacimba).	137
FOTOGRAFIA 08 - Poço Monitoramento PML – 26 (cacimba).	137

LISTA DE FIGURAS

FIGURAS	PÁGINA
FIGURA 01 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 01.	20
FIGURA 02 – Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 01.	22
FIGURA 03 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 02.	24
FIGURA 04 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 02.	26
FIGURA 05 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 03.	27
FIGURA 06 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 03.	29
FIGURA 07 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 04.	30
FIGURA 08 – Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 04.	32
FIGURA 09 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 05.	33

FIGURA 10 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 05.	34
FIGURA 11 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 06.	36
FIGURA 12 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 06.	38
FIGURA 13 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 07.	39
FIGURA 14 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 07.	41
FIGURA 15 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 08.	42
FIGURA 16 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 08.	44
FIGURA 17 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 09.	45
FIGURA 18 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 09.	47
FIGURA 19 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 10.	48
FIGURA 20 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 10.	50
FIGURA 21 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 11.	51
FIGURA 22 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 13.	53
FIGURA 23 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 13.	55
FIGURA 24 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 14.	56
FIGURA 25 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 14.	58
FIGURA 26 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 15.	59
FIGURA 27 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 15.	61
FIGURA 28 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 16.	62
FIGURA 29 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 16.	64
FIGURA 30 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML –	

17.	65
FIGURA 31 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 18.	67
FIGURA 32 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 18.	69
FIGURA 33 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 19.	70
FIGURA 34 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezômetro PML – 19.	72
FIGURA 35 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 20.	73
FIGURA 36 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 21.	75
FIGURA 37 - Gráfico das cotas máximas e mínimas do Piezometro PML – 21.	77
FIGURA 38 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 22.	78
FIGURA 39 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 22.	80
FIGURA 40 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 23.	81
FIGURA 41 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 23 (TVR).	83
FIGURA 42 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 24.	84
FIGURA 43 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezômetro PML – 24 (Calçado).	85
FIGURA 44 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 25.	86
FIGURA 45 - Gráfico das cotas máximas e mínimas do Piezometro PML – 25 (TVR).	88
FIGURA 46 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 26.	89
FIGURA 47 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 26 (TVR).	91
FIGURA 48 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 27.	92
FIGURA 49 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 27 (TVR).	94
FIGURA 50 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML –	

28.	95
FIGURA 51 - Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 29.	97
FIGURA 52 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 29 (TVR).	99
FIGURA 53 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 30.	100
FIGURA 54 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 30.	102

LISTA DE QUADROS

QUADROS	PÁGINA
QUADRO 01 - Análise comparativa do monitoramento do nível do lençol freático.	103

LISTA DE TABELAS

TABELAS	PÁGINA
TABELA 01- Análise comparativa dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das coletas de água realizadas em 27/05/2011 – 19/12/2011 20/12/2012 - 31/07/2013 – 15/01/2014 (atual) – CACIMBA 14	129
TABELA 02 - Análise comparativa dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das coletas de água realizadas em 27/05/2011 – 19/12/2011 20/12/2012 - 31/07/2013 – 15/01/2014 (atual) – CACIMBA 15	131
TABELA 03 – Análise comparativa dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das coletas de água realizadas em 27/05/2011 – 19/12/2011 20/12/2012 - 31/07/2013 – 15/01/2014 (atual) – CACIMBA 25.	133
TABELA 04 - Análise comparativa dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das coletas de água realizadas em 27/05/2011 – 19/12/2011 20/12/2012 - 31/07/2013 – 15/01/2014 (atual) – CACIMBA 26.	135

SUMÁRIO

1. APRESENTAÇÃO	7
1.1. Dados do empreendedor	7
1.2. Dados da empresa de consultoria ambiental	7
1.3. Equipe técnica responsável pela execução do programa	8
2. INTRODUÇÃO.....	9
3 VISITA TÉCNICA AOS PONTOS DE MONITORAMENTO E INSPEÇÃO DOS MEDIDORES DO NÍVEL D'ÁGUA E DAS CACIMBAS.....	12
4 ANÁLISE DO MONITORAMENTO DO NÍVEL DO LENÇOL.....	13
4.1 Período de Monitoramento	13
4.2 Monitoramento pós-enchimento dos reservatórios e formação do TVR.....	13
4.3 Informações atualizadas sobre a rede piezométrica e os poços de amostragem da água...	13
5 RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	127
6 DISCUSSÃO ACERCA DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS.....	136
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	141
7.1 Sobre o N.A. nos medidores antes e após o enchimento do Reservatório Principal de Anta e auxiliares e do TVR	141
7.2 Sobre a qualidade das águas subterrâneas nas cacimbas	143
7.3 – Pontos positivos do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas	144
REFERÊNCIAS.....	146
ANEXO I	148
ANEXO II	163
ANEXO III	278

1. APRESENTAÇÃO

O presente relatório semestral refere-se à continuidade de execução do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e Qualidade das Águas Subterrâneas na área de influência e no entorno imediato do Aproveitamento Hidrelétrico de Simplício – Queda Única, AHE Simplício, Minas Gerais/Rio de Janeiro, sob concessão de FURNAS Centrais Elétricas S.A., referente ao período Agosto/2013 a Janeiro/2014.

O monitoramento do lençol freático e da qualidade das águas subterrâneas objetiva a verificação da possível interferência do enchimento do Reservatório Principal de Anta e de seus reservatórios auxiliares, com consequência na elevação/rebaixamento local do nível da água do lençol freático assim como a interferência na qualidade das águas das cacimbas (poços rasos) utilizadas pela população para captação da água.

1.1. Dados do empreendedor

Razão social	FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
CNPJ	23.274.194/0001-19
Endereço	Rua Real Grandeza, 219 – Botafogo – CEP: 22.281-900 – Rio de Janeiro-RJ
Telefone	(21) 2528-2519
Responsável técnico	Fábio Henninger de Araújo
E-mail	heninger@furnas.com.br

7

1.2. Dados da empresa de consultoria ambiental

Razão social	EKOS PLANEJAMENTO AMBIENTAL LTDA.
CNPJ	14.357.805/0001-00
Endereço	Rua Vieira Gonçalves, 206 – Bairro Martins – CEP: 38.400-356 – Uberlândia-MG
Telefone	(34) 3214-7936
Responsável técnico	Alisson Martins de Oliveira
E-mail	alisson@ekosplanejamentoambiental.com.br

1.3. Equipe técnica responsável pela execução do programa

A equipe técnica responsável pela execução do Monitoramento do Lençol Freático e Qualidade das Águas Subterrâneas na área de influência e no entorno imediato do Aproveitamento Hidrelétrico de Simplício – Queda Única, AHE Simplício é composta pelos profissionais apresentados a seguir:

LISTA DE PROFISSIONAIS			
	Nome / Empresa	Formação - Especialidade	Conselho de Classe
COORDENADOR DO PROJETO			
1	Dr. Luiz Nishiyama	Geólogo – Doutor em Geotecnia	CREA 53.941/D
TÉCNICO DE CAMPO			
2	Alisson Martins de Oliveira	Geógrafo – Esp. em Gestão Ambiental	CREA 114.622/D
AUXILIAR DE CAMPO			
3	Rafael Santos de Azevedo	Biólogo – Mestre em Ecologia	CRBio 65.746/02
4	Maycon Silva Domingues	Biólogo	-
ESTAGIÁRIO			
4	Lucca AlfinitoFelippe	Graduando em Geografia	-

2. INTRODUÇÃO

O presente Relatório Semestral corresponde ao período de monitoramento entre fevereiro e agosto de 2013. Compõem-se deste Relatório os registros da evolução dos níveis d'água em cada ponto de monitoramento e dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das águas subterrâneas. Os resultados das leituras dos medidores de nível d'água obtidos no período avaliado, bem como os resultados das análises da qualidade das águas subterrâneas, serão comparados com os resultados contidos nos últimos relatórios elaborados pela ENGEVIX e pela Ekos Planejamento Ambiental Ltda. e analisados de maneira crítica.

2.1. Caracterização Geral do Projeto

O Aproveitamento Hidrelétrico de Simplício - Queda Única encontra-se localizado no baixo curso do rio Paraíba do Sul, entre as barragens de Santa Cecília e Ilha dos Pombos, abrangendo os municípios de Além Paraíba e Chiador no Estado de Minas Gerais; Sapucaia e Três Rios no Estado do Rio de Janeiro. A capacidade instalada do AHE Simplício – Queda Única é de 333,7 MW.

9

O Programa Básico Ambiental – PBA do AHE Simplício contempla, dentre outros, o Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas, descrito no PBA – Doc. 8922/01-60RL-0200 elaborado pela Engevix, datado de 13/11/2006. O objetivo principal desse Programa é o monitoramento do aquífero freático e da qualidade das águas subterrâneas na área de influência e no seu entorno imediato, em porções susceptíveis à elevação do nível freático, previamente identificadas, com vistas a apontar medidas preventivas ou servir como subsídio ao planejamento do uso e ocupação do solo, e, se for o caso, contribuir para a normalização do abastecimento de água à população atingida, que faz uso de poços rasos (cacimbas), pela eventual elevação do lençol freático.

Trabalhos de monitoramento do lençol freático e qualidade das águas subterrâneas estão sendo executados na área do reservatório principal de Anta do AHE Simplício – Queda Única e nos seus reservatórios auxiliares que são separados por túneis e canais. Inclui também o trecho a jusante da barragem de Anta até a casa de força de Simplício, denominado TVR – Trecho de Vazão Reduzida.

2.2 Objetivos e Metodologia

Os objetivos propostos no Programa de monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das águas Subterrâneas compõem-se das seguintes ações: 1) seleção e localização das áreas críticas (executada); 2) instalação de medidores do nível d'água (executada); 3) monitoramento do nível d'água nos medidores (em andamento); 3) monitoramento dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos da água (em andamento) e; 4) interpretação dos resultados e geração de produtos parciais e finais (em andamento).

Para tanto, foram instalados 25 medidores de nível d'água em locais previamente definidos com base nas características geomorfológicas e presença de atividade antrópica. A instalação dos medidores ocorreu no período compreendido entre julho e agosto de 2009 e os ensaios de verificação de seu tempo de resposta foram realizados em setembro de 2009, conforme descrito no Relatório DGE.C.CC.007.2009 – R0.

2.3 Histórico do Monitoramento

O monitoramento da rede piezométrica teve início em agosto de 2009, inicialmente com frequência diária. No primeiro semestre de 2010 foi solicitado, junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis – IBAMA, o ajuste na frequência das leituras para periodicidade semanal. Tal alteração foi necessária em razão de ter se constatado que as medidas concentradas em menor espaço de tempo não forneceram resultados satisfatórios em função da resposta lenta da variação do NA nos medidores instalados. Em setembro de 2010 deu-se o início ao monitoramento semanal dos níveis d'água das cinco cacimbas, nas quais também será monitorada a qualidade de suas águas.

10

A primeira etapa de monitoramento do nível do lençol freático, que antecede o enchimento dos reservatórios, se estendeu do dia 18 agosto de 2009 a 23 de novembro de 2011, compreendendo 27 meses ou 2 anos hidrológicos. Seguiu-se um período de interrupção na coleta de dados, entre dezembro de 2011 a outubro de 2012, tendo em vista o impedimento de enchimento dos reservatórios do AHE Simplício, face à liminar obtida pelo Ministério Público Federal.

No entanto, a condicionante 2.21 da Licença Instalação Nº 456/2007, expedida em 02 de agosto de 2007, indicou a necessidade da continuidade do monitoramento por dois anos hidrológicos abrangendo as fases que antecedem, durante e após o enchimento dos reservatórios.

Em razão da iminência do enchimento dos reservatórios, Furnas Centrais Elétricas S.A. contratou, para dar continuidade ao Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas, mediante licitação pública - Licitação Nº TP. DAQ.G.00011.2012 e Termo de Referência Eletrobrás Furnas, a Empresa Ekos Planejamento Ambiental Ltda., para 2 (dois) anos hidrológicos, período de vigência contratual.

Em 07 de novembro de 2012 foi dada continuidade aos trabalhos de monitoramento do lençol freático e da qualidade das águas subterrâneas nas cacimbas, nos mesmos pontos anteriormente monitorados. A leitura do nível do lençol freático está sendo realizada com frequência semanal e a avaliação da qualidade das águas subterrâneas com frequência semestral.

Em atendimento à Condicionante 2.7 da Licença de Operação 1074/2012, expedida em 28 de Fevereiro de 2012 pelo Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis – IBAMA foi dada a sequência aos trabalhos de monitoramento do lençol freático e qualidade das águas subterrâneas pela Ekos Planejamento Ambiental Ltda. O 1º Relatório Semestral foi concluído em Fevereiro de 2013, correspondente ao período compreendido entre Novembro de 2012 e fevereiro de 2013.

3 VISITA TÉCNICA AOS PONTOS DE MONITORAMENTO E INSPEÇÃO DOS MEDIDORES DO NÍVEL D'ÁGUA E DAS CACIMBAS

Realizaram-se duas visitas técnicas aos pontos de monitoramento no período de Agosto de 2013 a Janeiro 2014. A primeira no dia 04/09/2013, com participação do coordenador do projeto Geólogo Luiz Nishiyama, dos Geógrafos Alisson Martins de Oliveira e Rafael Mendes Rosa e do Biólogo Maycon Silva Domingues da EKOS Planejamento Ambiental Ltda.. A segunda foi realizada pela equipe técnica da Ekos Planejamento Ambiental Ltda., no dia 15/01/2014, com a presença do Geólogo Luiz Nishiyama, do Geógrafo Alisson Martins de Oliveira e do Biólogo Maycon Silva Domingues.

As visitas técnicas objetivaram as seguintes finalidades: inspecionar o estado dos piezômetros e das cacimbas; avaliar as condições das vias de acesso por terra, os acessos para lançamento da embarcação nos reservatórios e o roteiro de deslocamento por água. As avaliações realizadas em campo durante as visitas técnicas resultaram no 3º relatório de visita técnica, na qual constam as não conformidades e as ações necessárias para as suas adequações, conforme apresentadas no **ANEXO I** deste Relatório Semestral.

4 ANÁLISE DO MONITORAMENTO DO NÍVEL DO LENÇOL

4.1 Período de Monitoramento

O Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas é parte integrante do **Programa Básico Ambiental – PBA** da área de influência e do entorno imediato do Aproveitamento Hidrelétrico de Simplício – Queda Única, AHE Simplício, Minas Gerais/Rio de Janeiro, sob a concessão de FURNAS Centrais Elétricas S.A., iniciado em 08/2009 e interrompido em 11/2011. Em 07/11/2012 foram reiniciados os trabalhos de monitoramento do N.A. e da qualidade físico-química e bacteriológicas das águas subterrâneas. Estes serão estendidos por dois anos hidrológicos, abrangendo as fases que antecedem, durante e após o enchimento dos reservatórios.

Apresentam-se neste 3º Relatório Técnico Semestral as informações coletadas no período compreendido entre Agosto/2013 e Janeiro/2014 e analisadas criticamente.

4.2 Monitoramento pós-enchimento dos reservatórios e formação do TVR

13

Mensurações do nível do lençol freático e da qualidade das águas subterrâneas com os reservatórios em suas cotas máximas tiveram início no mês de março de 2013, portanto, já contempladas no 2º Relatório Técnico apresentado no mês de Setembro de 2013, o qual abrangeu parte do período seco do ano. De posse das informações constantes no 2º Relatório e no atual relatório foi possível realizar a confrontação de dados das leituras dos piezômetros e de qualidade das águas subterrâneas obtidos anteriormente ao enchimento dos reservatórios com os dados coletados após o enchimento.

A análise do conjunto de informações obtidas será fundamental para caracterizar a possível influência dos reservatórios na elevação/rebaixamento local do lençol freático e na qualidade das águas subterrâneas.

4.3 Informações atualizadas sobre a rede piezométrica e os poços de amostragem da água

Durante o período de coleta de informações do N.A., compreendido entre setembro de 2013 e Janeiro de 2014, as leituras foram prejudicadas em 02 piezômetros:

- Não foi possível realizar a leitura do N.A. no piezômetro PML – 27 em razão da obstrução proposital da tubulação de revestimento (Fotografia 01).
- No caso do piezômetro PML 24, algumas leituras não foram realizadas em decorrência da dificuldade de acesso ao reservatório de Calçado para lançamento da embarcação. Após o dia 07/10/2013, foi proposta uma nova via de acesso, porém, esta não apresenta condições de trafegabilidade e segurança em dias de índices pluviométricos elevados. A via utilizada anteriormente para acesso foi obstruída com blocos de rocha, situação que vem impedindo o lançamento de embarcação (Fotografia 02). Sugere-se a retirada destes blocos, com a instalação de porteira com cadeado para facilitar o acesso da equipe de monitoramento.

Nos demais casos, algumas determinações de profundidade do N.A. deixaram de ser registradas por motivos diversos: estradas intransitáveis após chuvas intensas do final de 2013 e início de 2014 ou bloqueadas por queda de árvores e erosões profundas, como é o caso da via que interliga os piezômetros PML 03, PML 04 e PML 06 (Fotografia 03); e obstrução de acesso por água em razão de proliferação de macrófitas (PML 07) (Fotografia 04). Ressalta-se que após a realização da visita técnica a árvore tombada foi retirada, sendo as leituras realizadas normalmente.



Fotografia 01 – Piezômetro PML 27 (Estação de Anta) obstruído na profundidade 1,39m. Data: 09/10/13.



Fotografia 02 – Acesso ao reservatório de Calçado pela MG 126 obstruído com blocos de rocha – acesso ao PML 24 por água.



Fotografia 03 – Estrada de acesso aos piezômetros PML 04 e PML 06 (Fazenda Estrela do Norte – Chiador) obstruída por queda de árvore. Data: 15/01/14.



Fotografia 04 – Acesso ao piezômetro PML 07 obstruído por macrófitas. Data: 15/01/14.

É importante ressaltar que a interrupção momentânea das leituras nos piezômetros mencionados por problemas de acesso ou por obstrução da tubulação, a exemplo dos Piezômetros PML 03, 04, 06, 07, 24 e 27, não inviabiliza o monitoramento, não compromete a qualidade dos dados como um todo, não impede o andamento subsequente do Programa e, nem tampouco, o cumprimento dos objetivos do Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas integrante do **Programa Básico Ambiental – PBA**. 16

No 2º Relatório de Monitoramento do NA, envolvendo 25 piezômetros, foi realizada a primeira comparação da evolução dos níveis do NA entre o período que antecede ao enchimento dos reservatórios e posterior ao enchimento.

Em razão de o enchimento ter ocorrido por volta do mês de Março de 2013, considerou-se este como o limite inicial das leituras com o reservatório em sua cota máxima de 251,500m. O período de avaliação do NA correspondente ao 2º Relatório situou-se entre Março e Agosto de 2013, portanto este abrangeu em sua maior parte o período seco do ano (maio a setembro). Dessa forma, as informações disponíveis dos piezômetros com os reservatórios cheios, até aquele momento correspondiam ao período seco do ano.

Em decorrência disso e no sentido de buscar maior representatividade nas análises acerca da possível influência dos reservatórios e da formação do TVR sobre o nível do aquífero freático, optou-se por estabelecer a comparação entre os períodos secos do ano (maio a agosto), abrangendo os anos de 2010 e 2011, antes do enchimento e 2013, já com os reservatórios cheios.

No 2º Relatório, o qual compreendeu o período de análise entre março e Agosto de 2013, constatou-se que, em pelo menos 10 piezômetros do total de 27, a influência da formação do Reservatório Principal de Anta, a saber: PML-01; PML-02; PML-03; PML-06; PML-07; PML-08; PML-10; PML-13; PML-21 e PML-22. Os piezômetros mencionados apresentaram elevação das respectivas cotas médias do N.A. após o enchimento dos reservatórios no período compreendido entre Março e Agosto de 2013, quando comparados com as cotas médias dos períodos secos correspondentes aos anos de 2010 e 2011 obtidas a partir das informações constantes nos Relatórios da ENGEVIX e, entre Outubro de 2012 e Agosto de 2013, levantadas pela Ekos Planejamento Ambiental Ltda.

Na avaliação que se apresenta neste 3º Relatório de Monitoramento do NA e Qualidade das Águas Subterrâneas, optou-se por uma alteração na forma de análise dos dados em função de as informações levantadas nos piezômetros abrangerem, após o enchimento dos reservatórios, praticamente um ano hidrológico, com 2 períodos climáticos distintos: seco e chuvoso. Desse modo, adotou-se, no sentido de obter maior representatividade nos resultados, o procedimento de confrontar a cota média de todo o período que antecede ao enchimento dos reservatórios (08/2009 a 11/2011) com a cota média do período em que os reservatórios já se encontravam nas cotas máximas (Março de 2013 a Janeiro de 2014).

Desse modo, as Informações acerca da profundidade do N.A. apresentadas neste relatório compreendem os períodos seco e chuvoso de 2013/2014 com os reservatórios cheios, que ao serem avaliadas em conjunto com as informações dos períodos anteriores de monitoramento, evidenciam o comportamento da evolução do lençol freático com o enchimento dos reservatórios.

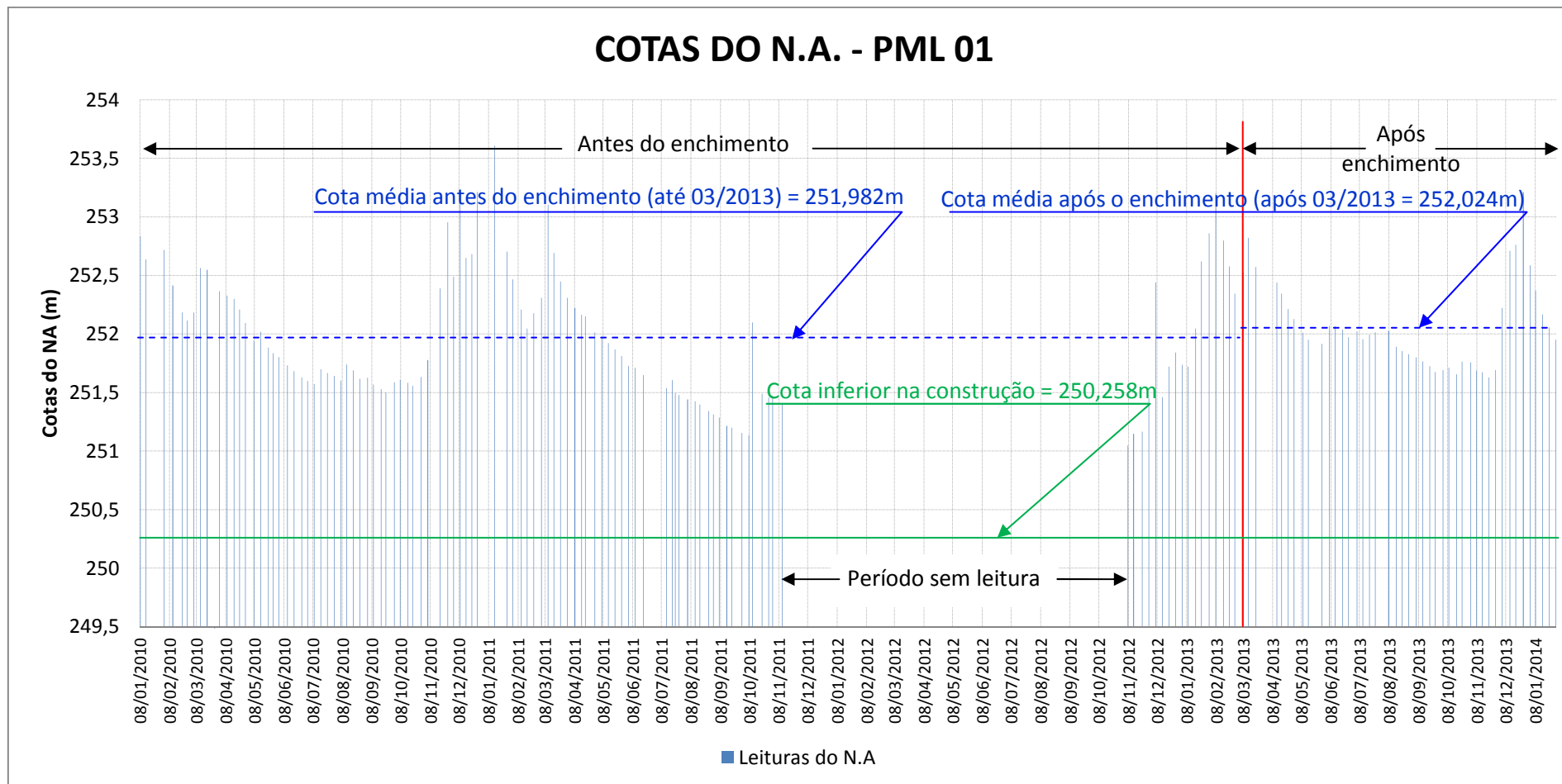
A seguir são apresentados graficamente os valores das cotas do N.A. (Figuras 01, 03, 05, 07, 09, 11, 13, 15, 17, 19, 21, 22, 24, 26, 28, 30, 31, 33, 35, 36, 38, 40, 42, 44, 46, 48, 50, 51 e 53) e de seus valores máximos e mínimos (Figuras 02, 04, 06, 08, 10, 12, 14, 16, 18, 20, 23, 25, 27, 29, 34, 37, 39, 41, 43, 45, 49 e 52) referentes ao período compreendido entre 2010 e 2014, de acordo com as informações levantadas pela Engevix constantes nos Relatórios Engevix 1031-00-60-RL-0003 a 1031-00-60-RL-0003-0050 do período 18/08/2009 a 23/11/2011 e nos relatórios semestrais da Ekos

Planejamento Ambiental Ltda. (1º e 2º relatórios), com exceção do intervalo de 12 meses, sem leitura, de 11/2011 a 10/2012.

Apresenta-se também, um comentário da análise comparativa dos dados de N.A. obtidos nos piezômetros e nas cacimbas para o período mencionado.

São apresentadas no **ANEXO II** deste relatório as planilhas com todas as leituras de NA, relativas o período 08/2009 a 29/01/2014, individualizadas por piezômetro.

FIGURA 01 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 01.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-01

Informações de leituras do **Piezômetro PML – 01**, desde o início do monitoramento do NA em 08/2009 até o momento atual, indicam a presença de água no seu interior.

Comparando-se os períodos compreendidos entre Novembro de 2010 e Janeiro de 2011 (Figura 01) com o mesmo período de 2012/2013, verifica-se semelhança no comportamento do nível freático.

A elevação do N.A., de uma maneira geral, observada entre Novembro e Março, representa a recarga da zona saturada freática pelas chuvas que incidiram nesse período do ano. Dependendo da distribuição das precipitações durante o período, é previsível ocorrer oscilações significativas entre uma leitura e outra no período de uma semana. Tal situação caracteriza uma resposta relativamente rápida à recarga efetivada pela infiltração de águas pluviais.

Por outro lado, o rebaixamento do N.A. no período de menor índice pluviométrico, entre Abril e Outubro, ocorre de forma gradual ao longo de 7 meses. Esta característica de rebaixamento do N.A. sugere sofrer alguma influência do rio Paraíba do Sul localizado a uma distância aproximada de 55 metros do piezômetro.

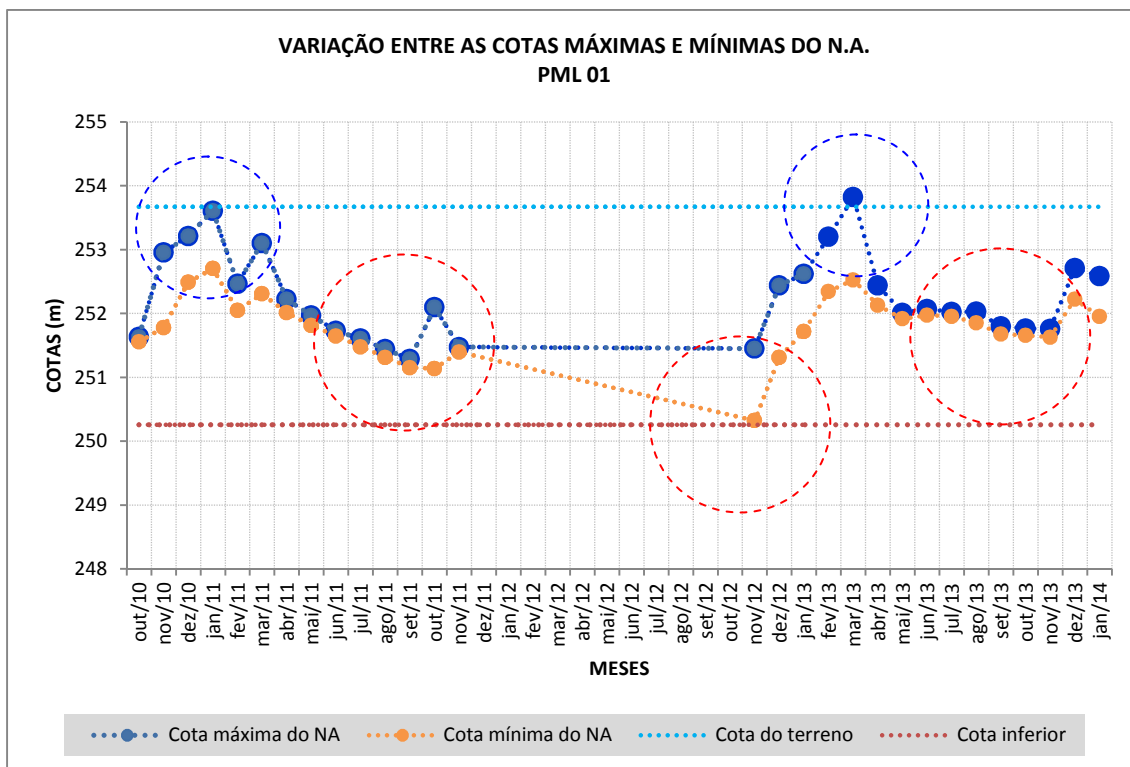
Ao se comparar os períodos secos do ano compreendidos entre Maio e Agosto de 2010 e de 2011, com o mesmo período de 2013 já com os reservatórios nas respectivas cotas máximas, verifica-se uma ligeira elevação do N.A. em cerca de 0,500m no último período monitorado.

Ao comparar a cota média do período anterior ao enchimento dos reservatórios com a média do período entre Março 2013 e Janeiro de 2014, nota-se uma ligeira elevação do N.A., próxima de 0,10m, portanto, menos significativa do que a diferença observada na comparação dos períodos secos. Deve-se ressaltar que o período monitorado Março 2013 – Janeiro 2014 ainda não completou um ano hidrológico completo. Desse modo, ainda é esperada a elevação do N.A. até o final do mês de Abril de 2014 (Figura 01).

Em razão de o reservatório ter atingido a cota 151,500m por volta do mês de Março de 2013, o comportamento geral do N.A. do período chuvoso 2013/2014 só poderá ser observado a partir de Abril de 2014.

A elevação do N.A. observada no período Março 2013/Janeiro 2014, com o Reservatório de Anta na cota máxima, não afeta a área monitorada em termos de saturação hídrica superficial. No entanto, para o período chuvoso do ano, com o aumento do nível de recarga freática, a área monitorada poderá apresentar saturação hídrica, ainda que de caráter temporária.

FIGURA 02 – Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 01.

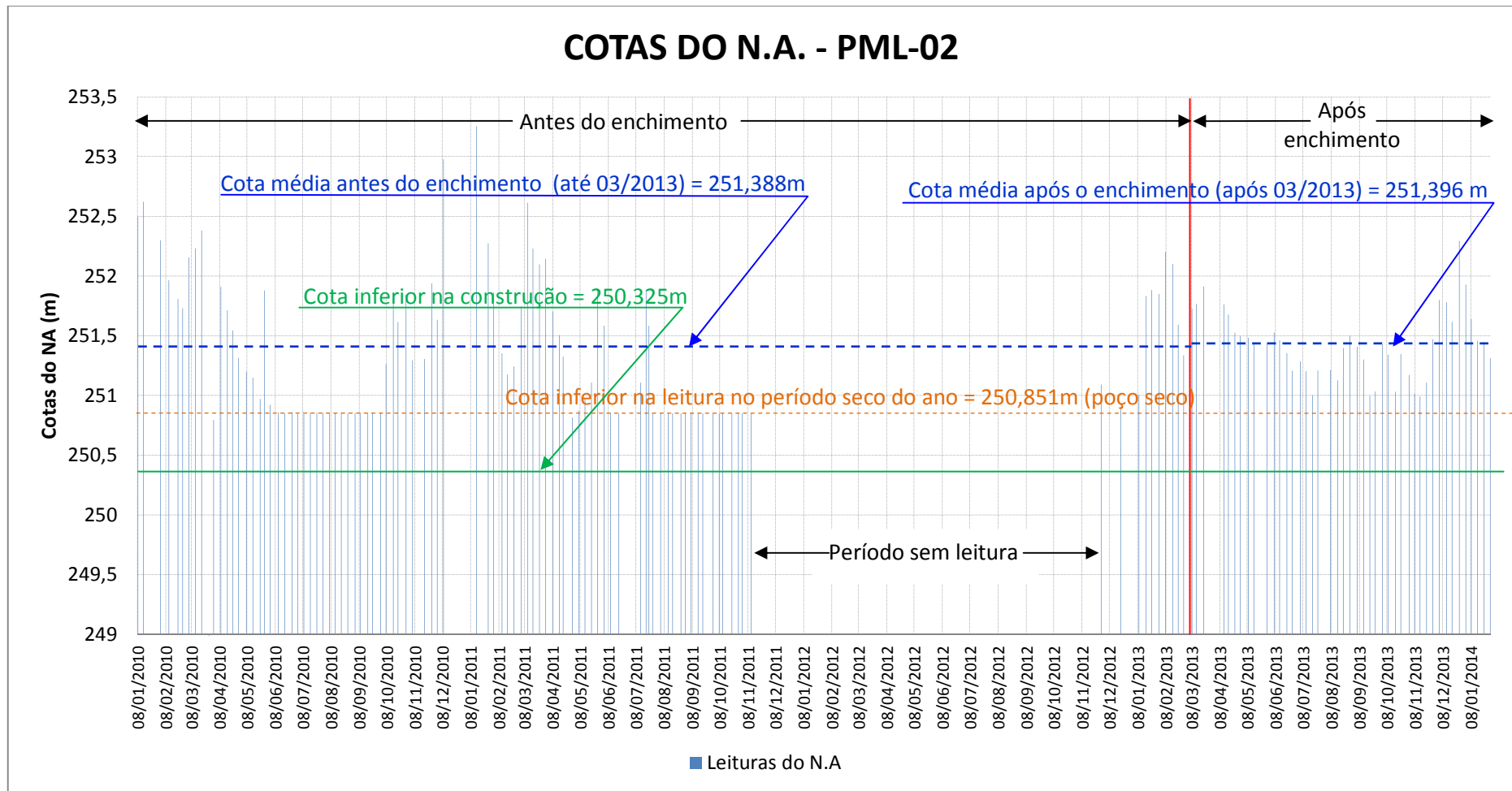


Conforme ilustrado na Figura 02, em pelo menos uma ocasião o N.A. máximo se elevou acima da cota do terreno (destaque em azul), no período chuvoso de 2012/2013, portanto, anteriormente ao enchimento do Reservatório de Anta . A situação observada sugere o desenvolvimento de uma pressão hidráulica do tipo artesianiana, em razão do gradiente hidráulico que se estabelece entre as porções mais elevadas do relevo local e o ponto onde se encontra instalado o **Piezômetro PML - 01**.

Em razão disso é possível afirmar que, antes mesmo da formação do Reservatório de Anta, a porção onde se encontra instalado o **Piezômetro PML – 01** já demonstrava sinais a saturação hídrica superficial temporária.

A elevação do NA para níveis mais elevados, assim como o rebaixamento, ocorre em períodos mais ou menos definidos, respectivamente entre Dezembro e Fevereiro, e Setembro e Novembro. A elevação do N.A. no período de Dezembro a Fevereiro caracteriza uma resposta relativamente rápida à maior concentração de chuvas nesse período.

FIGURA 03 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 02.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-02

Ao analisar os dados de leituras do **Piezômetro PML – 02** (Figura 03) percebe-se que este se apresenta seco durante o período do ano de menor incidência de chuvas, compreendido entre Maio e Outubro de 2010 e 2011; e com água no período chuvoso entre Novembro e Maio de 2009/2010 e 2010/2011.

A elevação do N.A. observada no período chuvoso do ano configura-se como resposta rápida à recarga da zona saturada freática pelas chuvas. De maneira semelhante ao PML – 01, dependendo da distribuição das precipitações durante o período chuvoso, é característico ocorrer oscilações significativas entre uma leitura e outra, mesmo quando esta for realizada em curto espaço de tempo, o que caracteriza tempo-resposta relativamente rápido à recarga pela infiltração de águas pluviais.

Também, de maneira semelhante do Piezômetro PML – 01, o rebaixamento do N.A. no período de menor índice pluviométrico segue a mesma tendência verificada, isto é, rebaixamento de forma gradual, possivelmente por influência do rio Paraíba do Sul, localizado a uma distância aproximada de 50 metros e migração da água freática das partes mais elevadas do relevo por diferença de gradiente hidráulico.

24

Ao se comparar os períodos secos de 2010 e 2011 com o mesmo período de 2013, já com o Reservatório de Anta cheio, verifica-se uma ligeira elevação do N.A., em média de 0,25m, o que já pode indicar alguma influência do Reservatório de Anta.

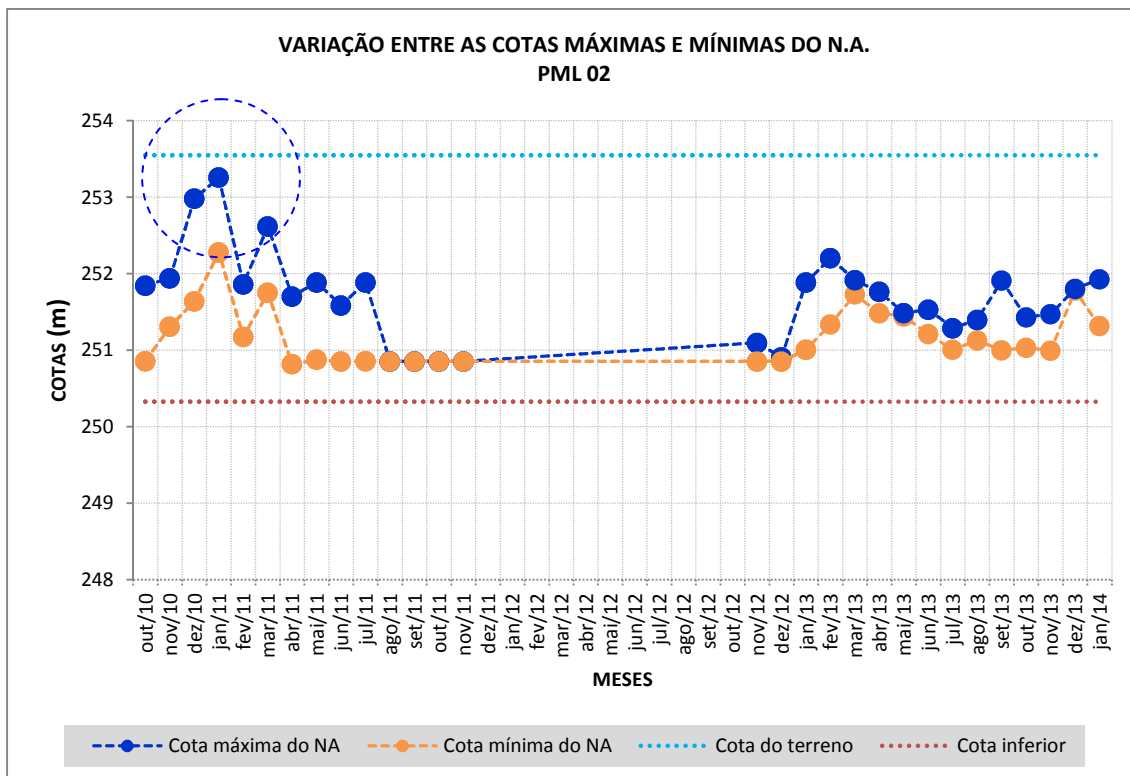
Porém, ao comparar a cota média do período anterior ao enchimento dos reservatórios (251,388 m) com a média do período entre Março de 2013 e Janeiro de 2014 (251,396m), nota-se que a elevação não tem significância. É importante ressaltar que o período monitorado 2013 – Janeiro 2014 ainda não completou um ano hidrológico completo (Figura 03). Desse modo, ainda é esperada a elevação do NA até o final do mês de Abril de 2014.

Assim como a porção que abriga o Piezômetro PML – 01, a elevação observada do N.A. no período seco de 2013 não afeta a área monitorada. No entanto, no período chuvoso do ano,

com o aumento do nível de recarga freática, a área monitorada poderá apresentar saturação hídrica em caráter temporário.

Em razão de o Reservatório de Anta ter atingido o seu nível máximo por volta do mês de Março de 2013, o comportamento do N.A. do período chuvoso 2013/2014 só poderá ser avaliado em sua plenitude em Abril de 2014, quando finaliza o período chuvoso.

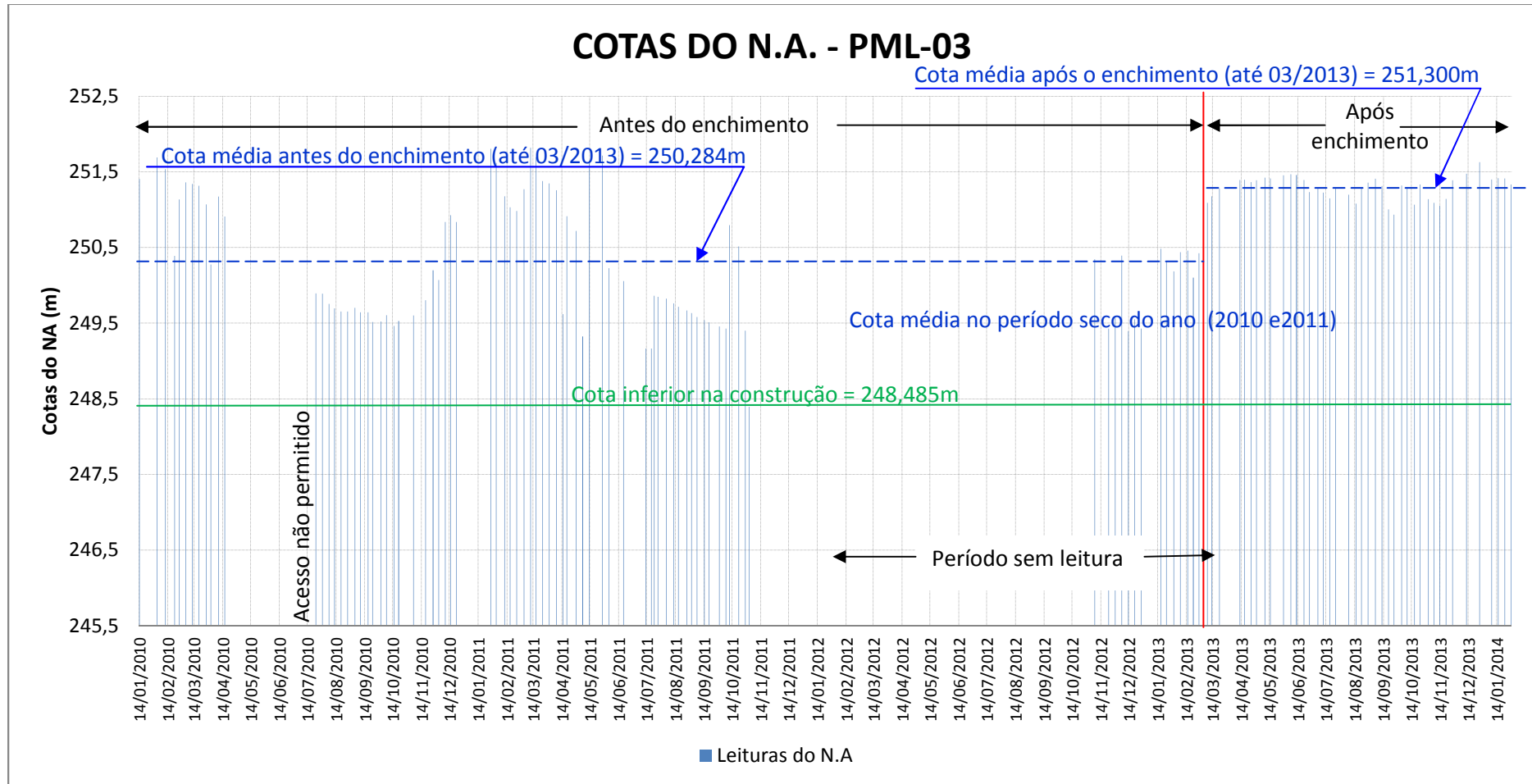
FIGURA 04 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 02.



A situação da área onde se encontra o **Piezômetro PML -02** guarda semelhança com a área do Piezômetro PML – 01, com o N.A. se aproximando muito da superfície do terreno (destaque em azul). É possível que o Reservatório de Anta exerça alguma influência na saturação hídrica superficial em razão de retardar a descarga freática no rio Paraíba do Sul, porém, restrita aos períodos de precipitação mais intensa.

De acordo com a Figura 04, assim como no piezômetro PML 01, a elevação do N.A. e o seu rebaixamento ocorre em períodos mais ou menos definidos, respectivamente entre Dezembro e Fevereiro, e Setembro e Novembro, o que caracteriza uma resposta relativamente rápida à maior concentração chuvas nesse período.

FIGURA 05 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 03.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-03

Conforme a Figura 05, os dados de leituras do **Piezômetro PML – 03** indicam que este sempre acusou presença de água no seu interior.

Ao comparar os períodos seco e chuvoso de 2009/2010 e 2010/2011 verifica-se semelhança no comportamento do nível freático.

A elevação do N.A. observada nos períodos chuvosos de 2009/2010 e 2010/2011, compreendido entre Novembro e Abril, resulta da recarga da zona saturada freática pelas chuvas que incidiram nesse período do ano. De maneira semelhante aos piezômetros PML-01 e PML-02, dependendo da distribuição das precipitações durante o período, ocorrem oscilações significativas entre uma leitura e outra, mesmo em curto período de tempo, o que sugere uma resposta rápida à recarga pela infiltração de águas pluviais.

O rebaixamento do N.A. no período de menor índice pluviométrico ocorre de maneira semelhante ao PML- 01.

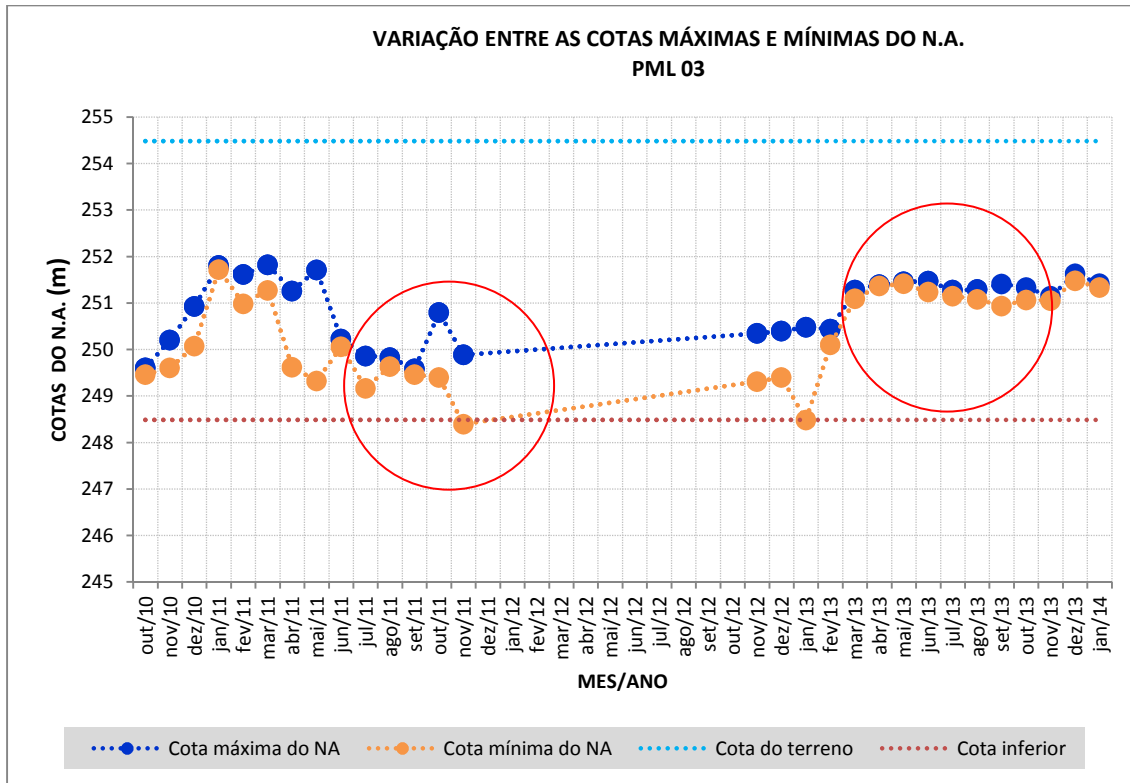
27

Ao confrontar o período seco de 2010 com os mesmos períodos de 2011 e 2013, nota-se que houve uma elevação do N.A. em cerca de 0,80m em 2013, possivelmente em decorrência do enchimento do Reservatório de Anta até a cota de 251,500 m. O valor da elevação observado para o período seco de 2013 não afeta a área monitorada. Porém, no período chuvoso do ano, com o aumento do nível de recarga freática e a influência do Reservatório de Anta, a área monitorada poderá apresentar saturação hídrica temporária.

Ao se comparar as médias dos períodos anteriores ao enchimento dos reservatórios e após enchimento (Março de 2013 a Janeiro de 2014), observa-se a elevação do N.A. em pouco mais de 1,0 m (Figura 05).

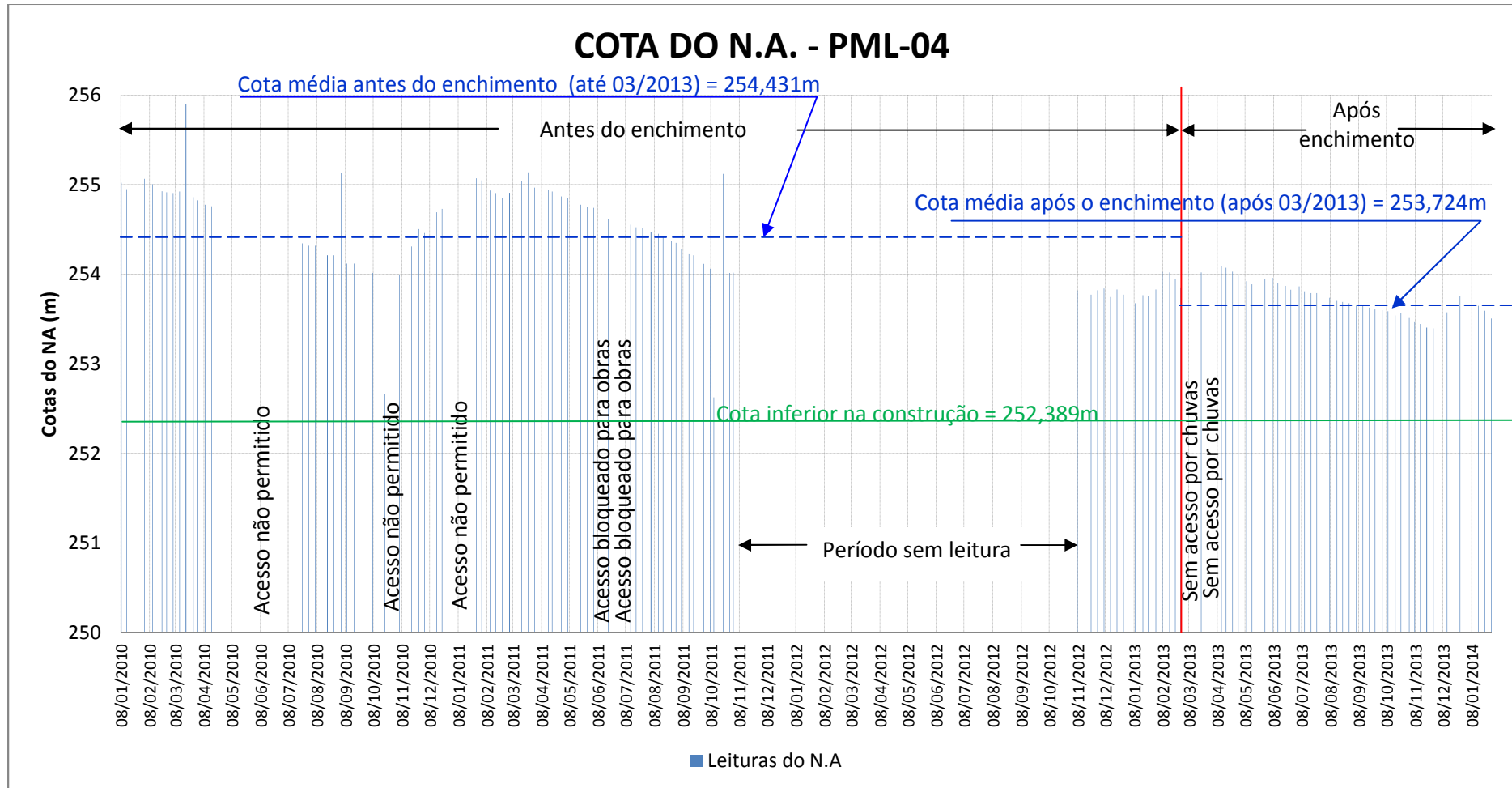
Em razão de o reservatório ter atingido o seu nível máximo por volta do mês de Março de 2013 (Figura 06), e o período de análise do 3º Relatório ter se limitado a Janeiro de 2014, portanto, sem completar um ciclo de período seco e chuvoso, a elevação média real do N.A. só poderá ser contemplada em Abril de 2014.

FIGURA 06 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 03.



O exame das cotas máximas e mínimas do N.A. de dois períodos secos (em destaque) correspondentes aos anos de 2011 e 2013, sendo que no último período o Reservatório de Anta já se encontrava na cota 151,500 m, sugere o início da influência do nível do reservatório na elevação do N.A. nas leituras do Piezômetro. Esta tendência pode ser caracterizada a partir do comportamento mais ou menos uniforme do N.A. a partir de Março de 2013. Mesmo no auge do período seco, entre Julho e Setembro, não se nota a depleção do N.A., distintamente da observada no período seco de 2011.

FIGURA 07 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 04.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-04

Constata-se que, conforme ilustrado na Figura 07, o **Piezômetro PML – 04** acusa presença de água desde o início do monitoramento em 18/08/2009.

O comportamento do nível freático nos períodos secos e chuvosos de 2009/2010 e 2010/2011 é semelhante. O rebaixamento do N.A. no período de menor índice pluviométrico ocorre de maneira gradual, semelhante ao PML- 01.

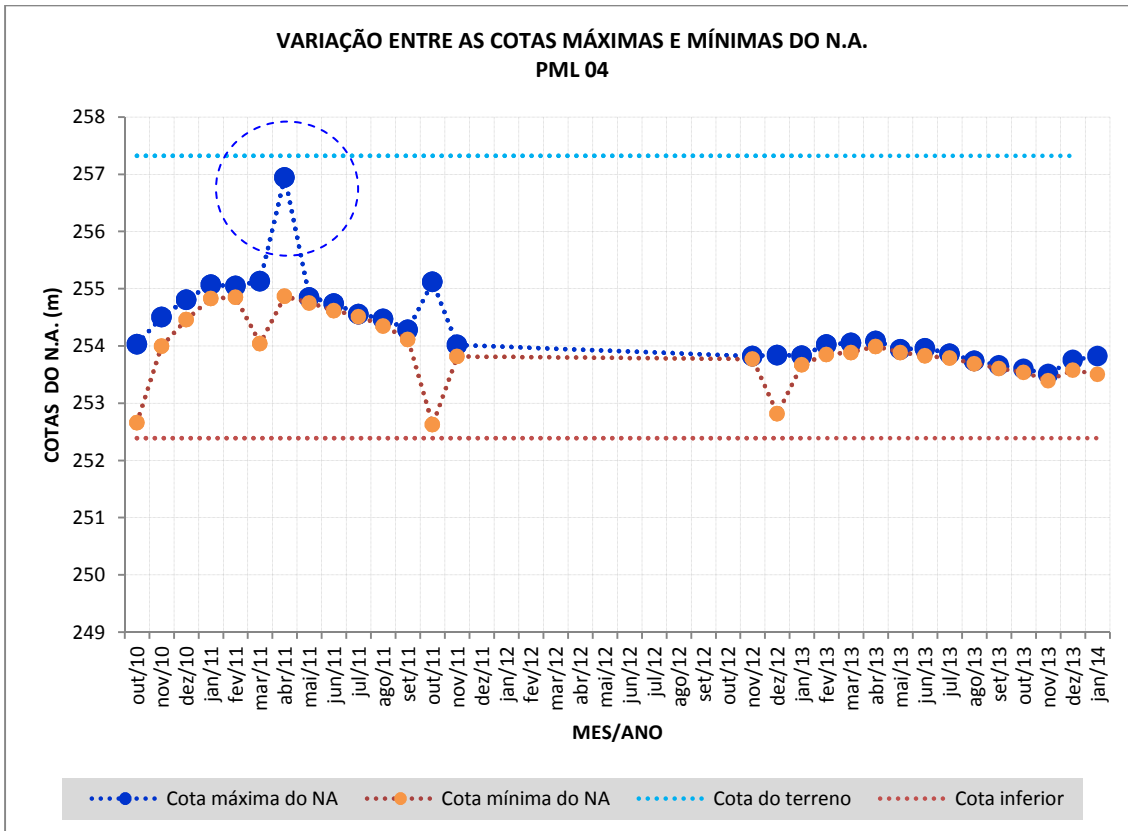
Ao confrontar o período entre Maio e Agosto de 2010 com os mesmos períodos de 2011 e 2013 nota-se que houve um ligeiro rebaixamento do N.A. em cerca de 0,500 m, em média, no último período, situação que contraria a tendência de elevação dos demais piezômetros em decorrência do enchimento do Reservatório de Anta até a cota de 251,500 m.

Esta mesma tendência foi observada ao se confrontar a altura média do N.A. do período anterior ao enchimento dos reservatórios com a altura média do N.A. posterior ao enchimento dos reservatórios.

30

No entanto, este aparente rebaixamento deve estar relacionada a dois fatores: 1º) decorre de um fator climático, ou seja, o volume de precipitação em Dezembro 2013 e Janeiro de 2014 foi menor do que nos anos anteriores e 2º) o período de análise do 3º Relatório ter se limitado a Janeiro de 2014, portanto, sem completar um ciclo de período seco e chuvoso. Assim, a elevação média real do N.A. só poderá ser contemplada em Abril de 2014.

FIGURA 08 – Gráfico das cotas máximas e mínimas no **Piezômetro PML – 04**.

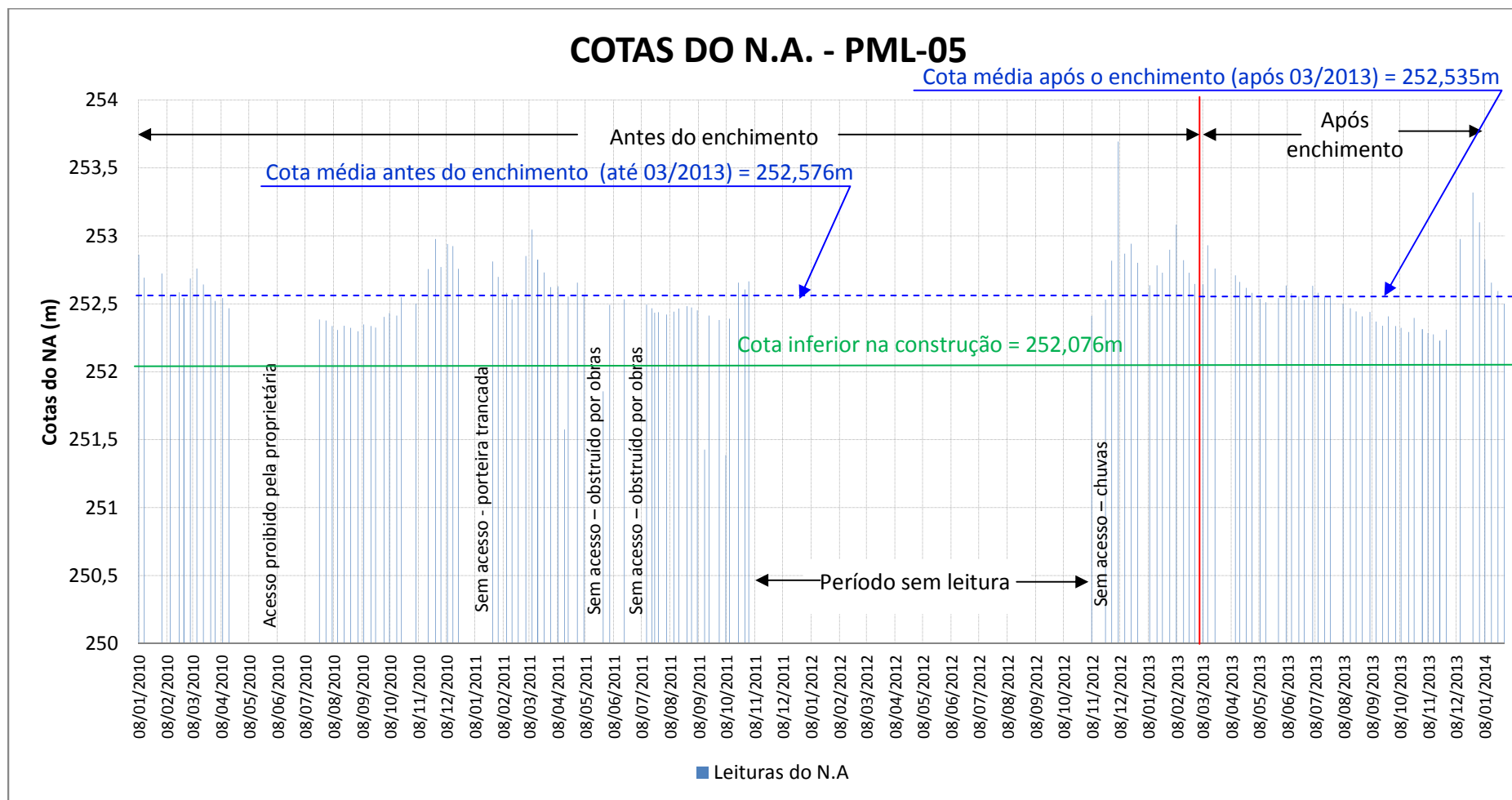


O gráfico de cotas máximas e mínimas do N.A. do **Piezômetro PML-04** (Figura 08), mostra uma tendência para elevação e rebaixamento relativamente gradual, embora, em alguns momentos possam ser caracterizados picos de elevação e de rebaixamento. Tal situação mostra uma certa dependência do regime pluviométrico (frequência, distribuição e intensidade).

A situação que merece destaque são os valores de cotas máximas do N.A. relativamente mais baixos no período seco de 2013 em relação ao mesmo período de 2011, conforme pode ser observados no 2º Relatório.

A cota máxima do N.A. atingida em Abril de 2011 (em destaque) esteve muito próxima da superfície do terreno, o que indica a possibilidade de saturação hídrica superficial temporária, embora remota, no período chuvoso do ano.

FIGURA 09 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 05.



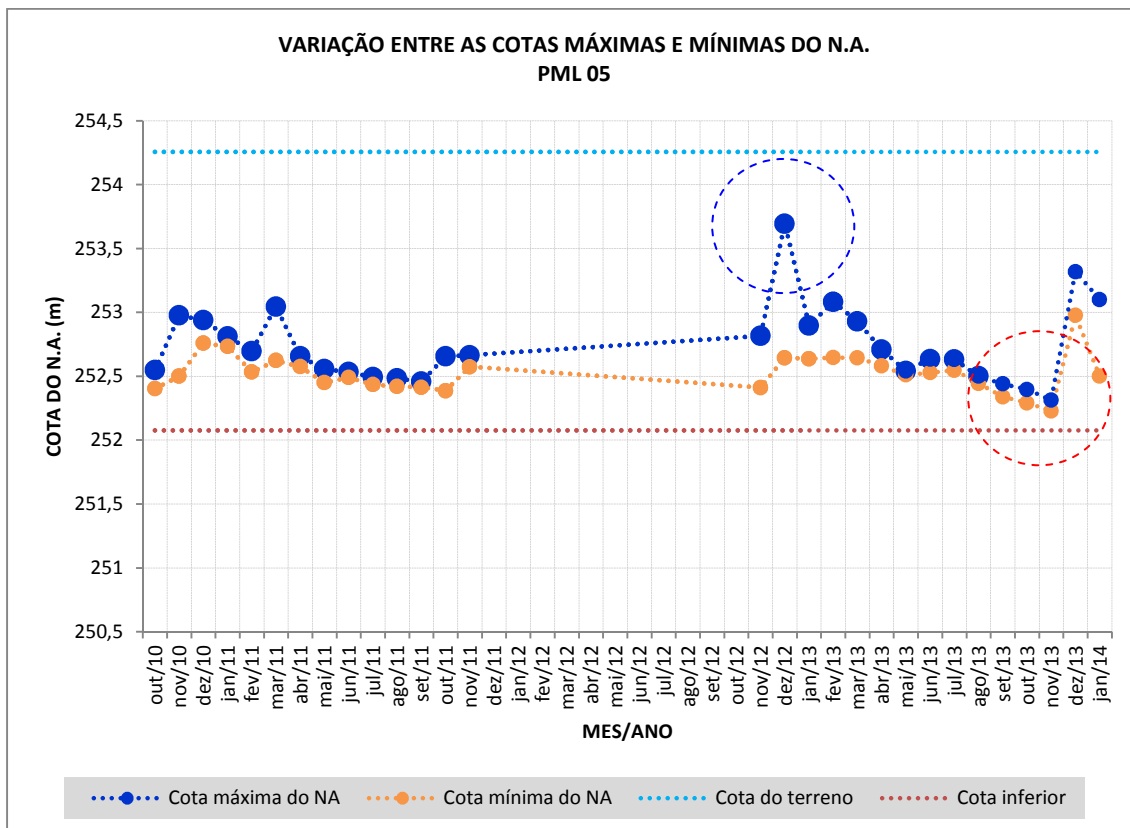
ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-05

Constata-se a presença de água desde o início do monitoramento em 18/08/2009. O comportamento do nível freático nos períodos secos e chuvosos de 2009/2010 e 2010/2011 e 2012/2013 (Figura 09) segue um padrão semelhante.

Ao confrontar o período seco do ano, entre Maio e Agosto de 2010 com os mesmos períodos de 2011 e 2013, este último com o reservatório cheio, não se observa alteração no N.A. Da mesma forma, não se observa alteração na altura do N.A. quando se confronta a cota média antes do enchimento com a cota média após o enchimento.

Em razão de o reservatório ter atingido a sua cota máxima de 151,500 m por volta do mês de Março de 2013 e o período de análise deste relatório semestral se limitar a Janeiro de 2014, a cota média do período só será mais representativa no mês de Abril, ao findar o período chuvoso.

FIGURA 10 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 05.

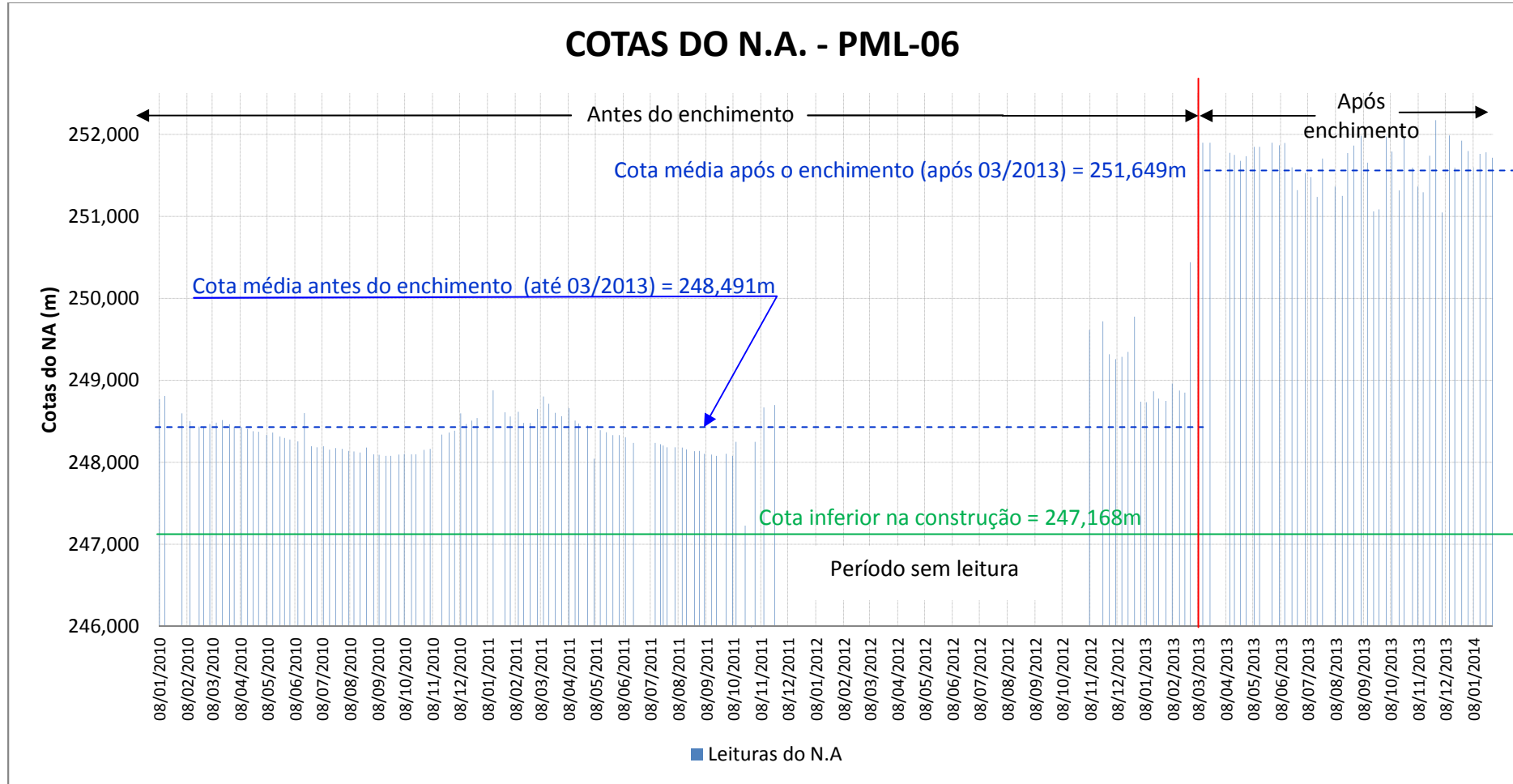


Ao analisar as cotas máximas e mínimas de N.A. obtidas pelas leituras no **Piezômetro PML-05**, (Figura 10) observa-se que, no período chuvoso 2012/2013, portanto, antes do enchimento do Reservatório de Anta, o N.A. máximo se elevou a uma condição próxima da superfície do terreno, indicada pelo círculo azul da Figura 10.

Esta situação não foi constatada em outros períodos chuvosos, inclusive no período chuvoso de 2013/2014, com dados dos piezômetros até o mês de Janeiro, o que indica que a elevação do N.A. nos períodos chuvosos ocorre devida a recarga freática e não por influência do Reservatório principal de Anta. Esta afirmação é corroborada pela cota mínima atingida no mês de Novembro de 2013, que se mostrou inferior ao mesmo período dos anos anteriores de monitoramento, mesmo após cerca de 8 meses do enchimento do Reservatório de Anta.

No entanto, a influência do reservatório de Anta no nível do N.A. do piezômetro PML - 05 só poderá a partir do próximo período seco, a se iniciar em Maio/2014.

FIGURA 11 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 06.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-06

A presença de água no **Piezômetro PML – 06** foi observada em todas as campanhas de leitura. Ao comparar os períodos secos e chuvosos de 2009/2010 e 2010/2011 verifica-se uma semelhança no comportamento do nível freático.

A elevação do N.A. constatada nos períodos chuvosos de 2009/2010 e 2010/2011, compreendidos entre Novembro e Março, representa a recarga freática pelas chuvas. Tanto a elevação quanto o rebaixamento do N.A. dos períodos chuvosos e períodos de menor índice pluviométrico, respectivamente, ocorre de maneira gradual.

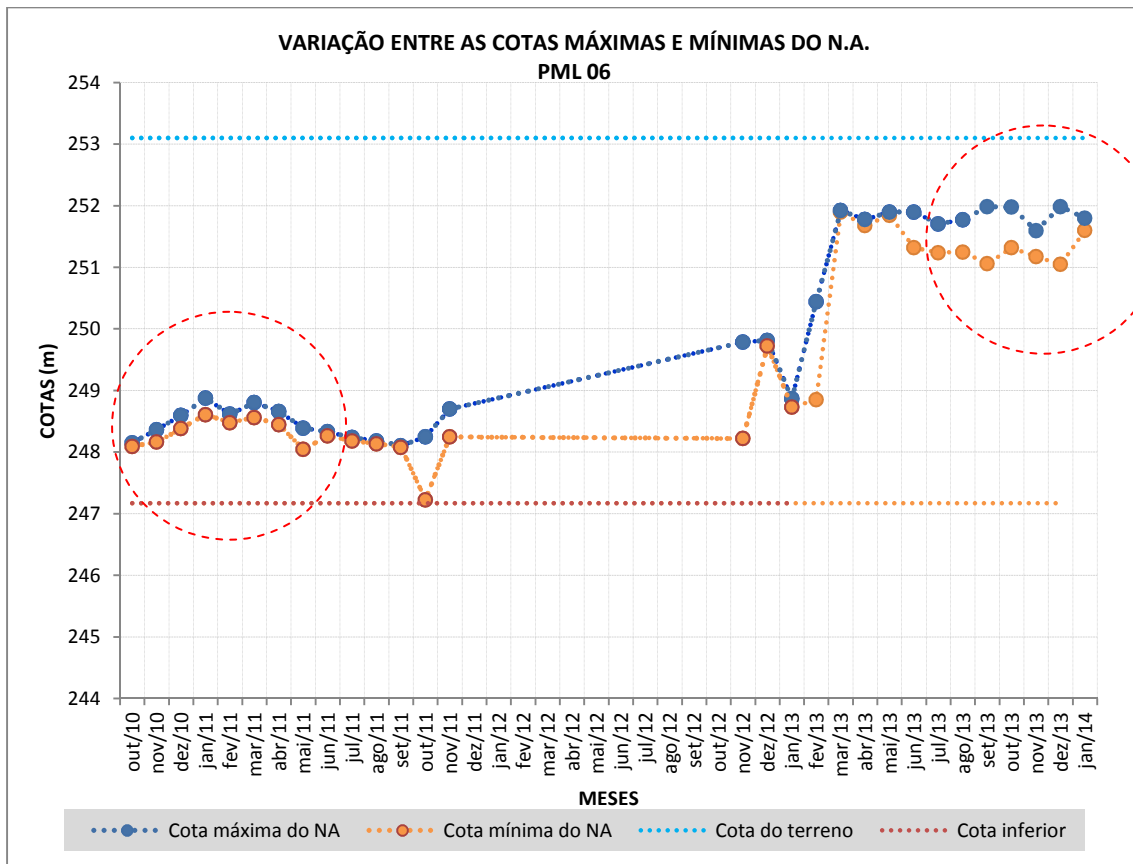
Ao confrontar as cotas médias do N.A. dos períodos secos do ano compreendidos entre Maio e Agosto de 2010 e 2011 com o mesmo período de 2013 (Figura 11), nota-se uma elevação significativa do N.A., em cerca de 2,800 m, no último período (2013) possivelmente em decorrência do enchimento do Reservatório de Anta até a cota de 251,500 m.

De maneira semelhante, ao confrontar a cota média do período que antecede ao enchimento dos reservatórios com a cota média do período com reservatórios em suas cotas máximas, percebe-se que houve uma elevação significativa na média, em torno de 3,158m.

O valor da elevação do NA observado para o período Abril a Agosto de 2013, não afeta a área monitorada. Porém, no período chuvoso do ano, com o aumento do nível de recarga freática pelas chuvas e a influência do Reservatório de Anta, a área monitorada poderá apresentar saturação hídrica temporária.

O período de análise do 3º Relatório foi limitado a Janeiro de 2014, portanto, sem abranger um ano hidrológico completo englobando período seco e chuvoso. Assim, a elevação máxima e média real do N.A. só poderá ser contemplada em Abril de 2014.

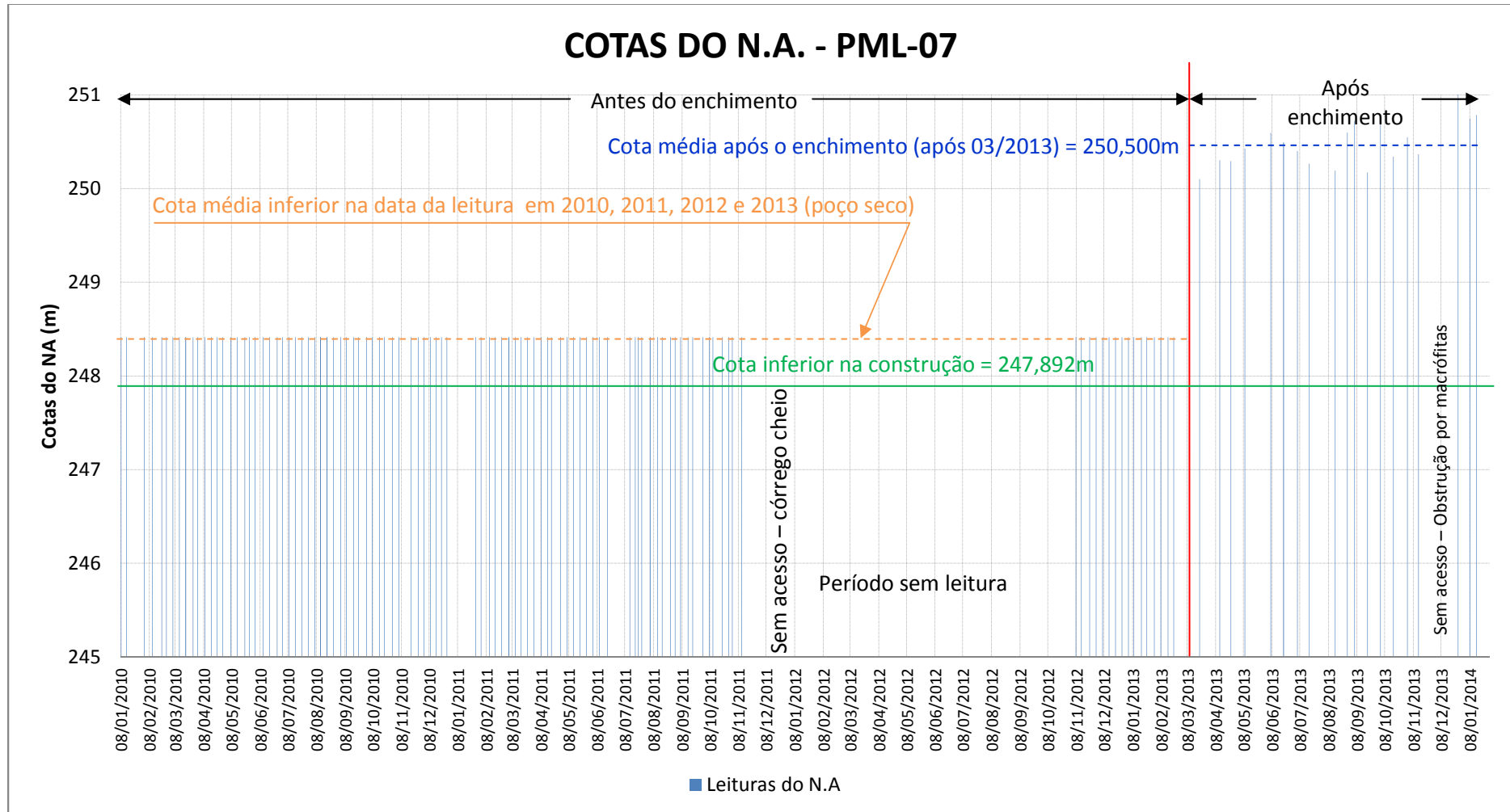
FIGURA 12 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 06.



Ao confrontar os valores de cotas mínimas do N.A. do período seco de 2011 (Maio a Agosto), com o período correspondente de 2013, em destaque, notam-se cotas significativamente elevadas neste último ano, posicionando-se em cerca de 2,000 m abaixo da superfície do terreno (Figura 12). Nesse mesmo sentido, ao se considerar a cota máxima do N.A. observada no período chuvoso 2010/2011, esta se situa a cerca de 3 metros abaixo da superfície do terreno. Porém, ao considerar a cota máxima do período chuvoso de 2013, esta se posiciona a pouco mais de 1,0 metro da superfície do terreno. Após o enchimento do Reservatório de Anta esta profundidade do N.A. segue praticamente constante até Janeiro de 2014.

Tal situação indica o início da influência do Reservatório de Anta na elevação nível do lençol freático na porção onde se encontra implantado o **Piezômetro PML-06**. No entanto, a influência do reservatório sobre o N.A. só poderá ser melhor caracterizada ao final período chuvoso 2013/2014, por volta de Abril de 2014.

FIGURA 13 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 07.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-07

Ao comparar os períodos secos e chuvosos de 2009/2010, 2010/2011 (relatórios Engevix 1031-00-60-RL-0003 a 1031-00-60-RL-0003-0050) final de 2012 e nos 3 meses iniciais de 2013 e nos relatórios semestrais da Ekos Planejamento Ambiental Ltda. (1º e 2º relatórios), não houve registro de água no **piezômetro PML 07**. Nas leituras subsequentes, após o enchimento dos reservatórios do AHE Simplício – Queda Única, em todas as campanhas foi registrada a presença de água no piezômetro.

A elevação do N.A. observada no final do último período chuvoso, em Março de 2013, pode ser explicada pela recarga freática pelas chuvas intensas que incidiram sobre a região resultando em alguns episódios de cheias do córrego. Também, no mês de Março o Reservatório Principal de Anta já havia atingido a cota 151,500m. Assim, é admissível afirmar que este tenha exercido alguma influência no nível freático, comprovada pelos registros de água no piezômetro.

Ao comparar os períodos compreendidos entre Maio e Agosto de 2010 e 2011 com o mesmo período de 2013, pode-se afirmar que houve uma elevação significativa do N.A. em, pelo menos, 2,702 m no período seco de 2013, em decorrência do enchimento do Reservatório de Anta até a cota de 251,500 m. O valor da elevação observado no período seco de 2013, até o mês de Agosto, esteve distante de produzir saturação hídrica na porção monitorada.

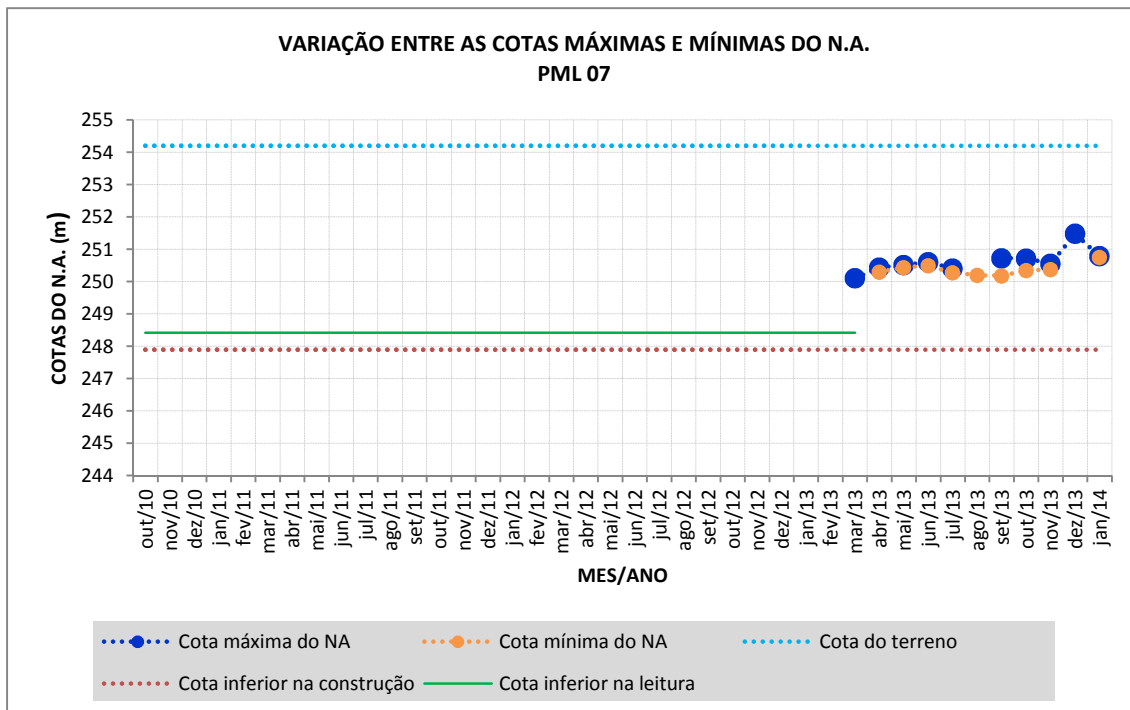
39

Ao confrontar a cota média do período que antecede o enchimento dos reservatórios, entre 08/2009 e 03/2013, com a cota média do período com reservatórios em suas cotas máximas, entre 03/2013 e 01/2014, percebe-se que houve uma elevação significativa na média, em torno de 2,088m (Figura 13).

Em razão de o reservatório ter atingido o seu nível máximo por volta do mês de Março de 2013, o comportamento do N.A. do próximo período chuvoso de 2013/2014 só poderá ser observado a partir de Abril de 2013.

Com o advento das chuvas e o conseqüente aumento do nível de recarga freática, juntamente com a influência do reservatório, o N.A. da porção monitorada sofrerá elevação além da cota média observada no período Março – Janeiro de 2014, porém, não é esperada a saturação hídrica superficial.

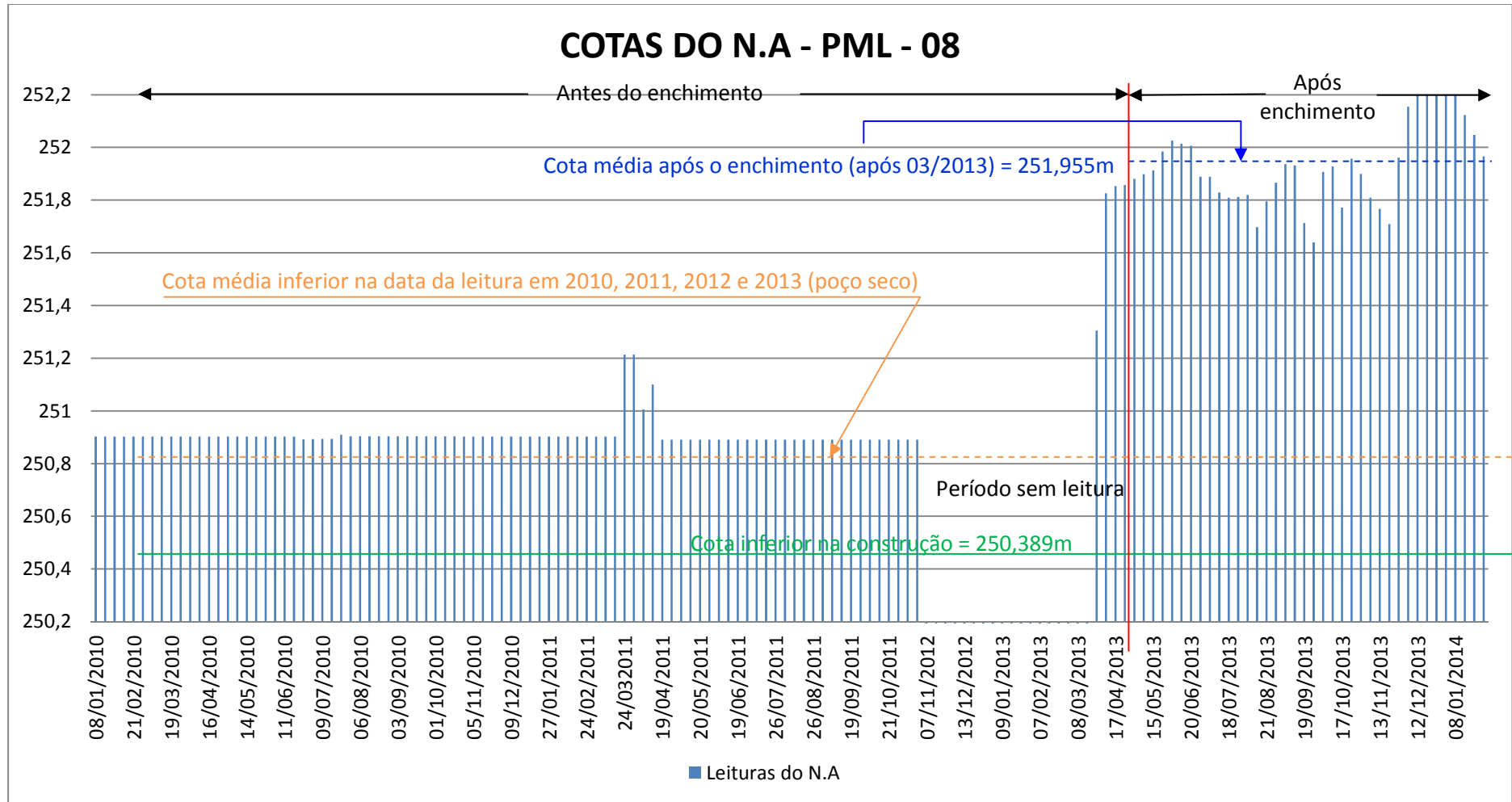
FIGURA 14 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no **Piezometro PML – 07**.



A ausência da água no **Piezômetro PML-07** até 03/2013 e sua presença a partir deste período até o último registro em Janeiro de 2014, sugere a influência do Reservatório de Anta na elevação do N.A. Porém, também deve ser considerado na análise o fato de que o Piezômetro foi construído próximo de um córrego e este, em várias ocasiões, apresentou situações de cheia, o que também pode ter contribuído para a elevação do N.A.

Como se pode observar pelo gráfico da Figura 14, o nível d'água máximo e mínimo se mantêm a partir de 03/2013, mesmo no período seco do ano. Nota-se uma ligeira elevação no mês de Dezembro de 2013 em razão da chuva intensa ocorridas nos meses de Outubro e Novembro. O período avaliado com o Reservatório de Anta em seu nível máximo, de Março de 2013 a Janeiro de 2014, não representa um ano hidrológico completo. Somente no mês de Abril, ao final do período chuvoso, será possível avaliar com maior certeza a cota máxima atingida pelo NA.

FIGURA 15 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 08.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-08

O comportamento do N.A. no **Piezômetro PML- 08** é muito semelhante ao do Piezômetro PML – 07, exceto por apresentar água no final do período chuvoso de 2011 (Março/Abril). De uma maneira geral nos períodos secos e chuvosos de 2009/2010, 2010/2011 e nos três meses iniciais de 2013 não houve registro de água no **piezômetro PML 08**. Nas leituras subsequentes, em todas as campanhas, foi registrada a presença de água no poço.

A elevação do N.A. observada no final do último período chuvoso, em Março de 2013, segue a mesma tendência do Piezômetro PML – 07. Tal semelhança pode ser explicada pela proximidade dos dois piezômetros, que passaram pela recarga freática oriunda das chuvas intensas que incidiram na região com consequentes episódios de cheias do córrego. Também não se descarta a possibilidade de o Reservatório Principal de Anta exercer sua influência definitiva no nível freático a partir do mês de Março de 2013, quando o Reservatório Principal de Anta atingiu a sua cota máxima.

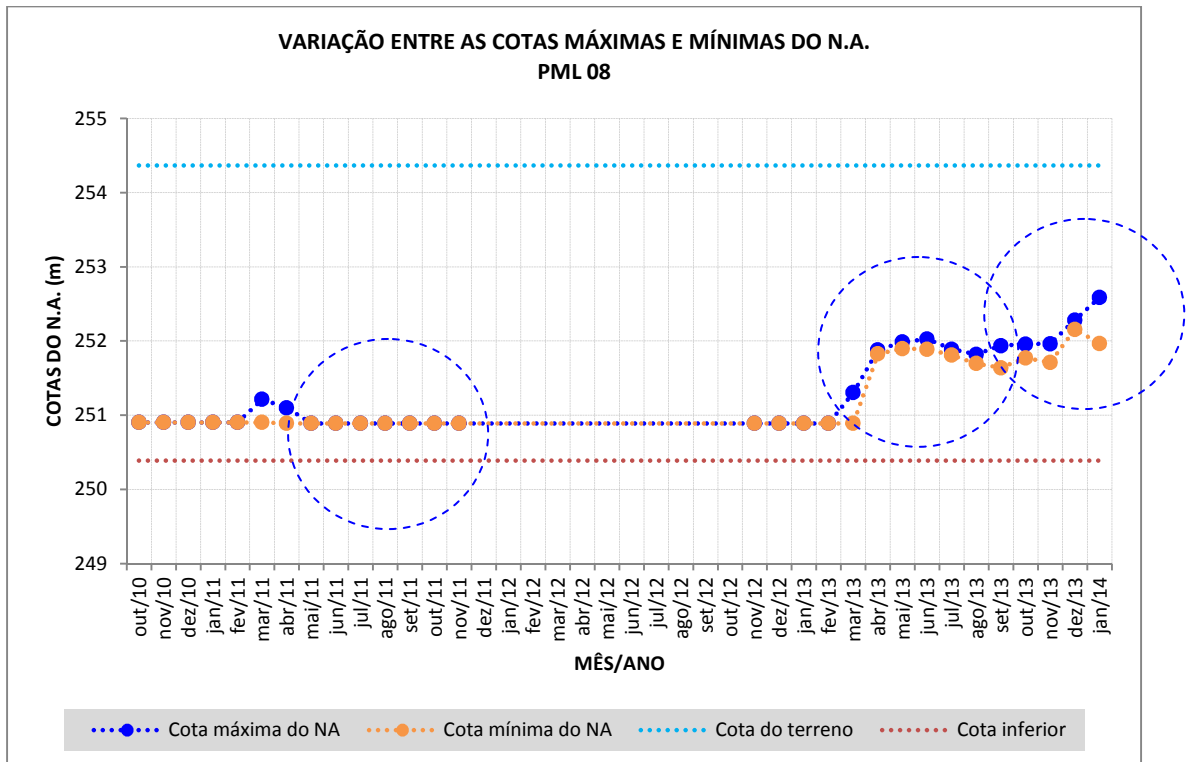
42

A comparação dos períodos secos do ano, compreendidos entre Maio e Agosto de 2010 com os mesmos períodos de 2011 e 2013, permite afirmar que houve elevação média do N.A., em cerca de 0,989 m no último período de 2013, com possível relação com o enchimento do reservatório até a cota de 251,500 m (Março de 2013). De maneira semelhante ao sítio do Piezômetro PML-07, embora tenha sido constatada a elevação do N.A. no período seco de 2013 (até o mês de Agosto), não ocorreu saturação hídrica na área monitorada. Entretanto, no período chuvoso do ano, com o aumento do nível de recarga freática pelas chuvas e a influência do Reservatório de Anta, a área monitorada poderá apresentar saturação hídrica em caráter temporário.

Ao confrontar a cota média do período que antecede ao enchimento dos reservatórios, entre 08/2009 e 03/2013, com a cota média do período com reservatórios em suas cotas máximas, entre 03/2013 e 01/2014, percebe-se que houve uma elevação significativa na média do NA, em torno de 1,064m (Figura 15).

Em razão de o reservatório ter atingido o seu nível máximo no mês de Março de 2013, o comportamento do N.A. até o final do período chuvoso 2013/2014 só poderá ser caracterizado a partir de Abril de 2014.

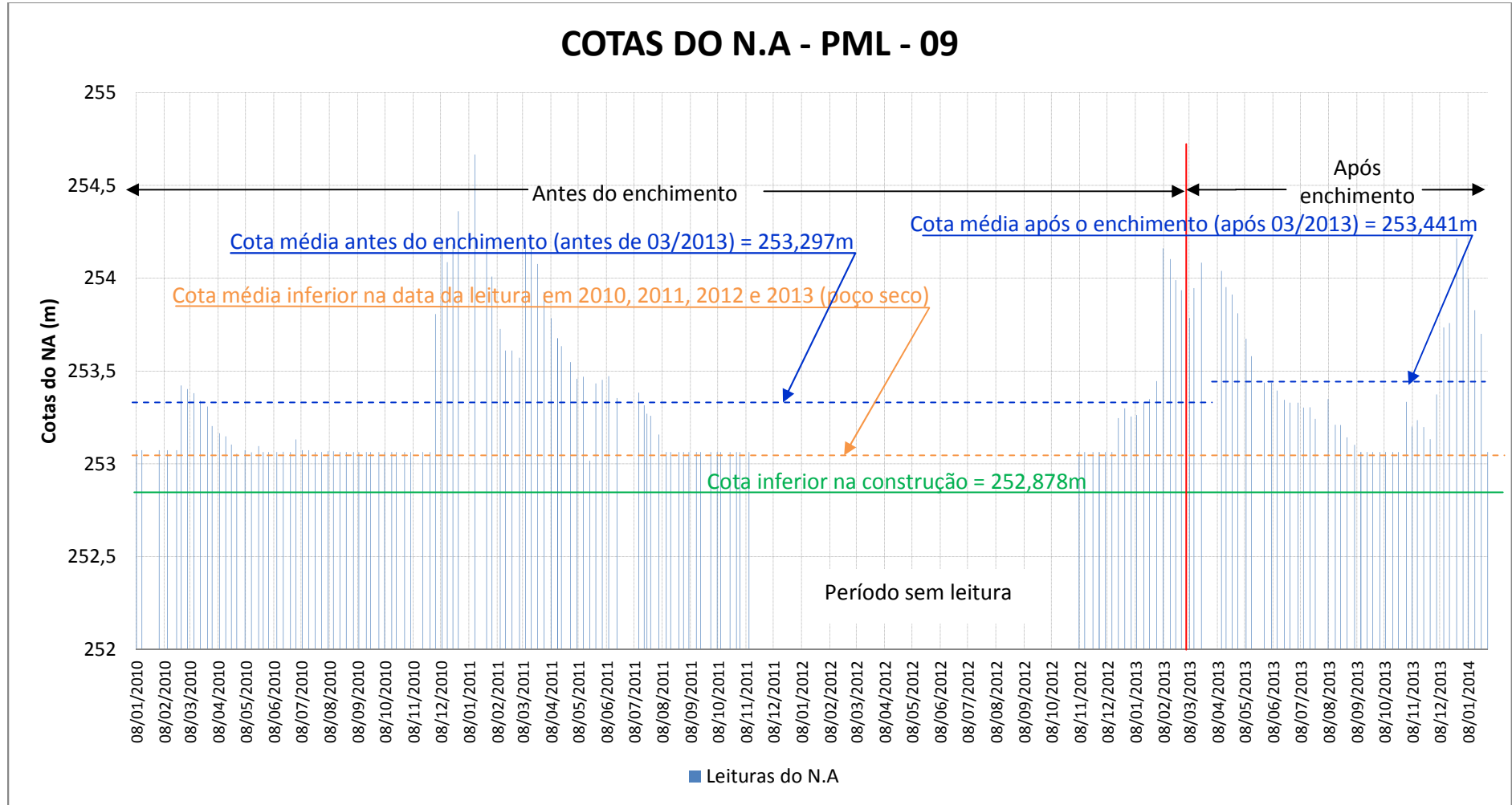
FIGURA 16 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 08.



Observar, em destaque, a elevação da cota máxima acompanhada pela cota mínima do N.A. no período seco de 2011 e 2013, entre Maio e Agosto. A elevação do N.A. sugere uma possível influência do Reservatório Principal de Anta. (Figura 16)

A partir do mês de Novembro de 2013 percebe-se uma tendência a elevação das cotas máxima e mínima do N.A., atingindo o seu nível mais elevado em Janeiro de 2014. É previsível que o NA se eleve além da cota registrada em Janeiro de 2014 até o mês de Abril, quando finaliza o período chuvoso do ano.

FIGURA 17 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 09.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-09

Dados de leitura do N.A. no **Piezômetro PML- 09** evidenciam um período compreendido entre Julho e Novembro com ausência de água, contrastando com o período entre Dezembro e Junho com água. Esta tendência evidencia que a porção onde se localiza o **Piezômetro PML – 09** apresenta um rebaixamento lento e gradual do N.A. possivelmente relacionados com a característica local de relevo relativamente plano.

A elevação do N.A. observada no final do último período chuvoso de 2012/2013, ainda com o reservatório vazio, segue a mesma tendência já observada nos períodos anteriores, oriunda da recarga freática pelas chuvas.

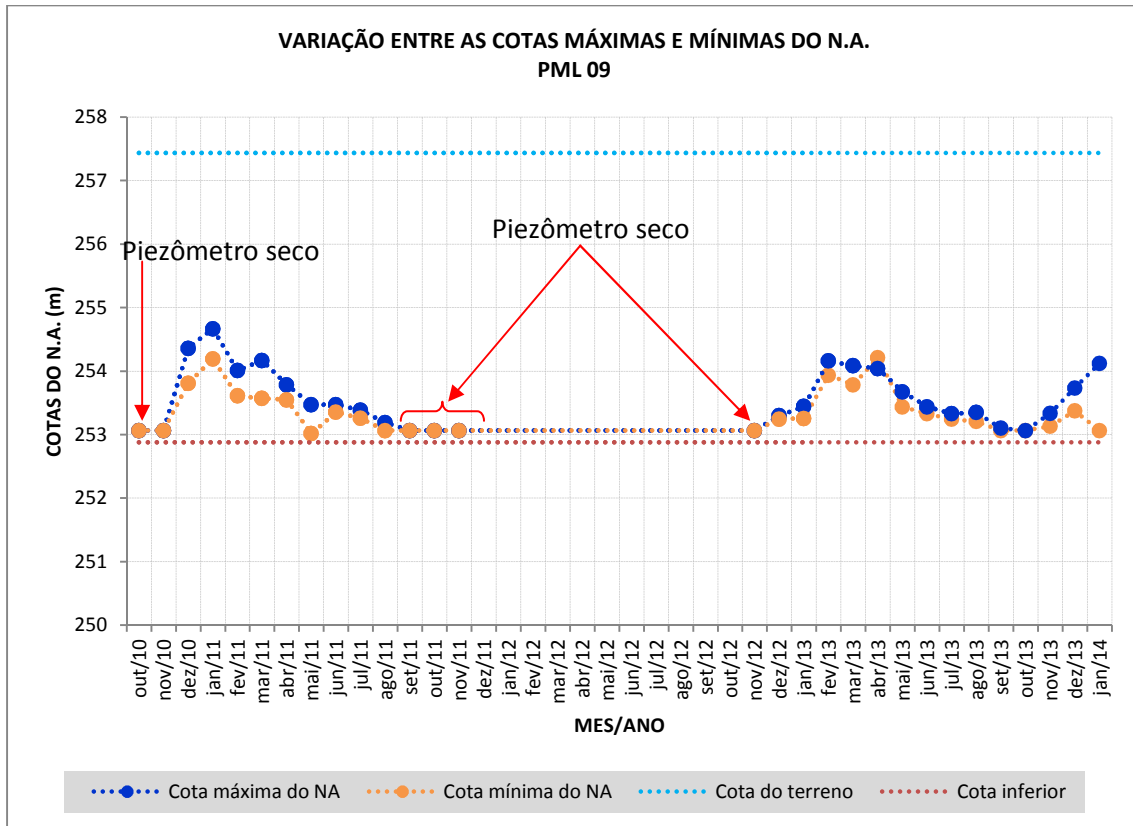
Por outro lado, nota-se que a partir do mês de Março de 2013 os dados de leituras do N.A. mostram uma situação distinta dos anos anteriores, caracterizada pelo registro de água ainda no mês de Agosto. Tal situação pode ter relação com o início da influência do Reservatório Principal de Anta sobre o nível freático local, que atingiu a sua cota máxima no mês de Março de 2013.

45

Com a extensão do período de monitoramento do N.A. com o reservatório cheio, de Março de 2013 a Janeiro de 2014, permitiu estabelecer uma comparação entre as cotas médias calculadas para o período que antecede o enchimento do Reservatório Principal de Anta e para o período de reservatório cheio. A comparação das cotas médias evidencia uma ligeira elevação da cota média do N.A. no período correspondente ao Reservatório de Anta na sua cota máxima. Porém, a diferença entre as cotas médias, de aproximadamente 0,15 m, é pouco significativa para afirmar sobre a influência do reservatório de Anta sobre o N.A. no piezômetro PML -09 (Figura 17).

Para confirmar a influência ou não do Reservatório Principal de Anta, é necessário obter informações da evolução do N.A. relativas a um período mais abrangente, com especial atenção ao período chuvoso do ano.

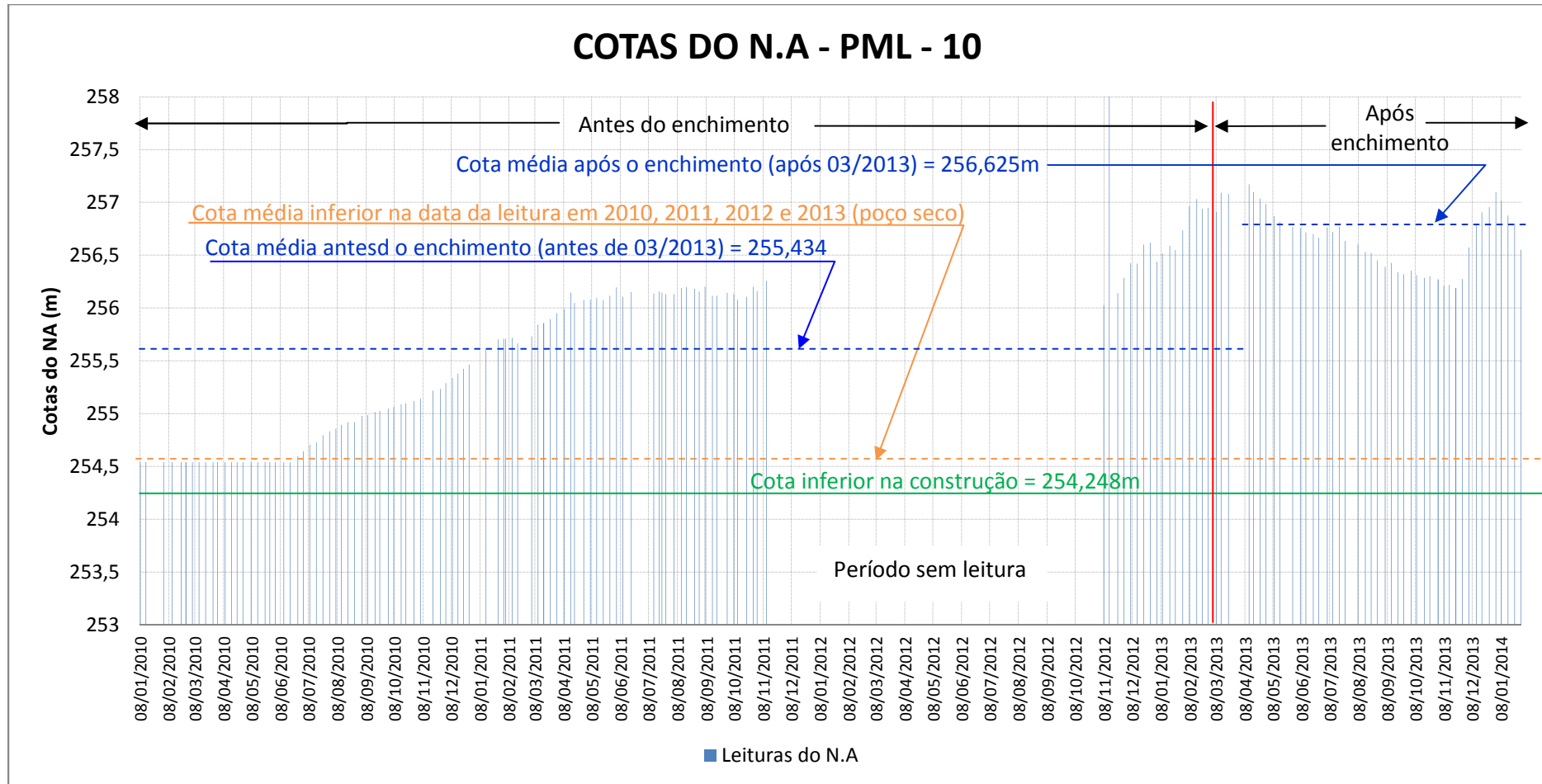
FIGURA 18 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no **Piezômetro PML – 09**.



Valores de cotas máximas e mínimas do N.A. no **Piezômetro PML-09** ilustrados na Figura 18 evidenciam ausência da água no período compreendido entre Agosto e Novembro (2010 e 2011). Em 2013, no mês de Agosto, ainda se observava água no Piezômetro.

Em razão da distância relativamente grande entre a superfície do terreno e a cota máxima alcançada pelo N.A. no período chuvoso do ano, de aproximadamente 3 metros, é pouco provável que, ainda que exista a influência do Reservatório de Anta, implique em saturação hídrica superficial na porção onde se encontra instalado o Piezômetro.

FIGURA 19 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 10.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-10

O **Piezômetro PML- 10** mostra uma característica que o diferencia dos demais piezômetros avaliados: desde a sua construção em 18/08/2009 a 18/06/2010, nos primeiros 10 meses, apresentou-se seco. Após esse período todas as leituras subsequentes apresentaram água.

A elevação do N.A. observada no final do último período chuvoso de 2012/2013, ainda com o Reservatório Principal de Anta vazio, mostra níveis significativamente elevados do N.A. em relação ao mesmo período de 2010/2011. A elevação do N.A. a uma cota máxima de 257,172 m medida no dia 12/04/2013 situou-se muito próxima da superfície do terreno (0,296 m), cuja cota encontra-se em 257,468 m. Ao atingir o período seco de 2013, a partir do mês de Maio, percebe-se que as cotas do N.A. ainda se mantêm elevados.

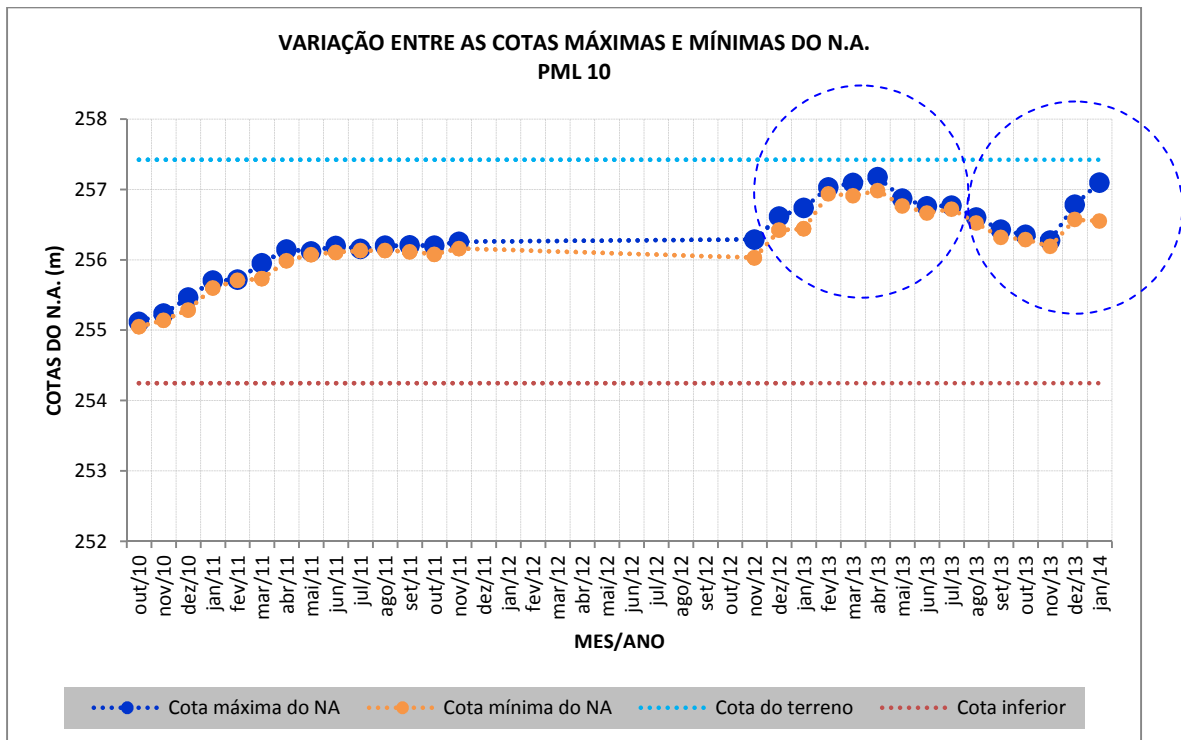
Em razão do comportamento anômalo do **Piezômetro PML – 10** não é possível afirmar se a elevação do N.A. no período seco de 2013 está relacionada à influência do Reservatório Principal de Anta, que atingiu a cota 151,500 m no mês de Março de 2013.

48

Ao confrontar a cota média do período que antecede o enchimento dos reservatórios, entre 08/2009 e 03/2013, com a cota média do período com reservatórios em suas cotas máximas, entre 03/2013 e 01/2014, percebe-se que houve uma elevação significativa na média do N.A., em torno de 1,191m (Figura 19).

Para a confirmação da influência da formação do Reservatório Principal de Anta tornam-se fundamentais as informações do N.A. relativas a um período maior de monitoramento. Caso a influência se confirme, especial atenção deverá ser dispensada ao período chuvoso do ano, quando poderá ocorrer a saturação hídrica na superfície do terreno.

FIGURA 20 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezômetro PML – 10.

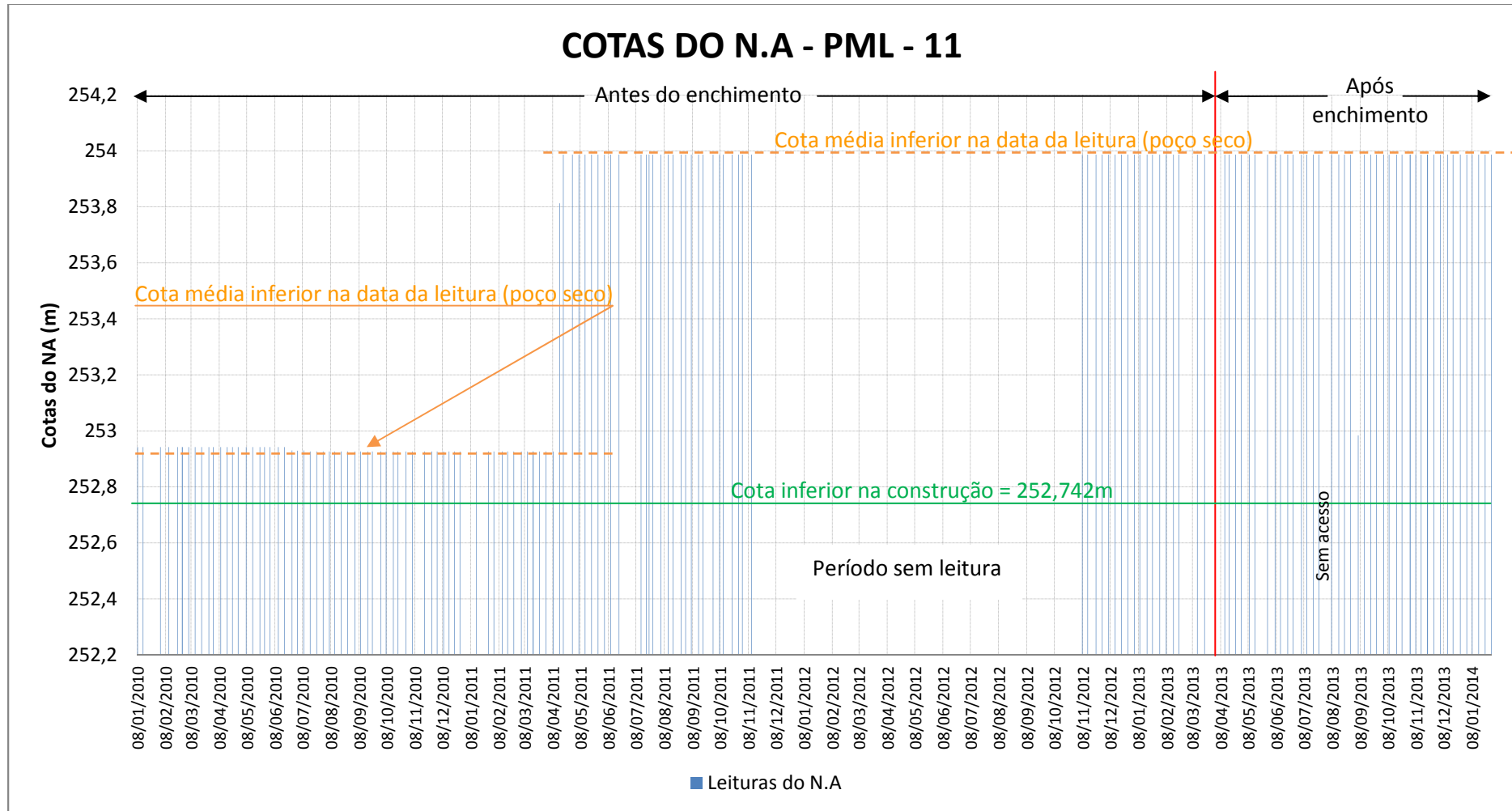


Atentar para a elevação das cotas máximas e mínimas do N.A. no período chuvoso do ano, as quais se situaram a menos de 0,300m da superfície do terreno, quando ainda não havia iniciado o enchimento do Reservatório de Anta, conforme Figura 20 acima.

A elevação do N.A. a cotas próximas da superfície do terreno pressupõe estar relacionada às características de relevo plano do entorno do piezômetro, o que determinaria um baixo gradiente hidráulico subterrâneo e, conseqüentemente, a elevação do N.A. nos períodos de maior recarga freática. Além do fator relevo, a proximidade do substrato rochoso é responsável por manter o lençol relativamente raso.

A condição de baixo gradiente hidráulico e a influência do reservatório poderão culminar com a saturação hídrica do terreno nos períodos de maior índice pluviométrico.

FIGURA 21 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 11.



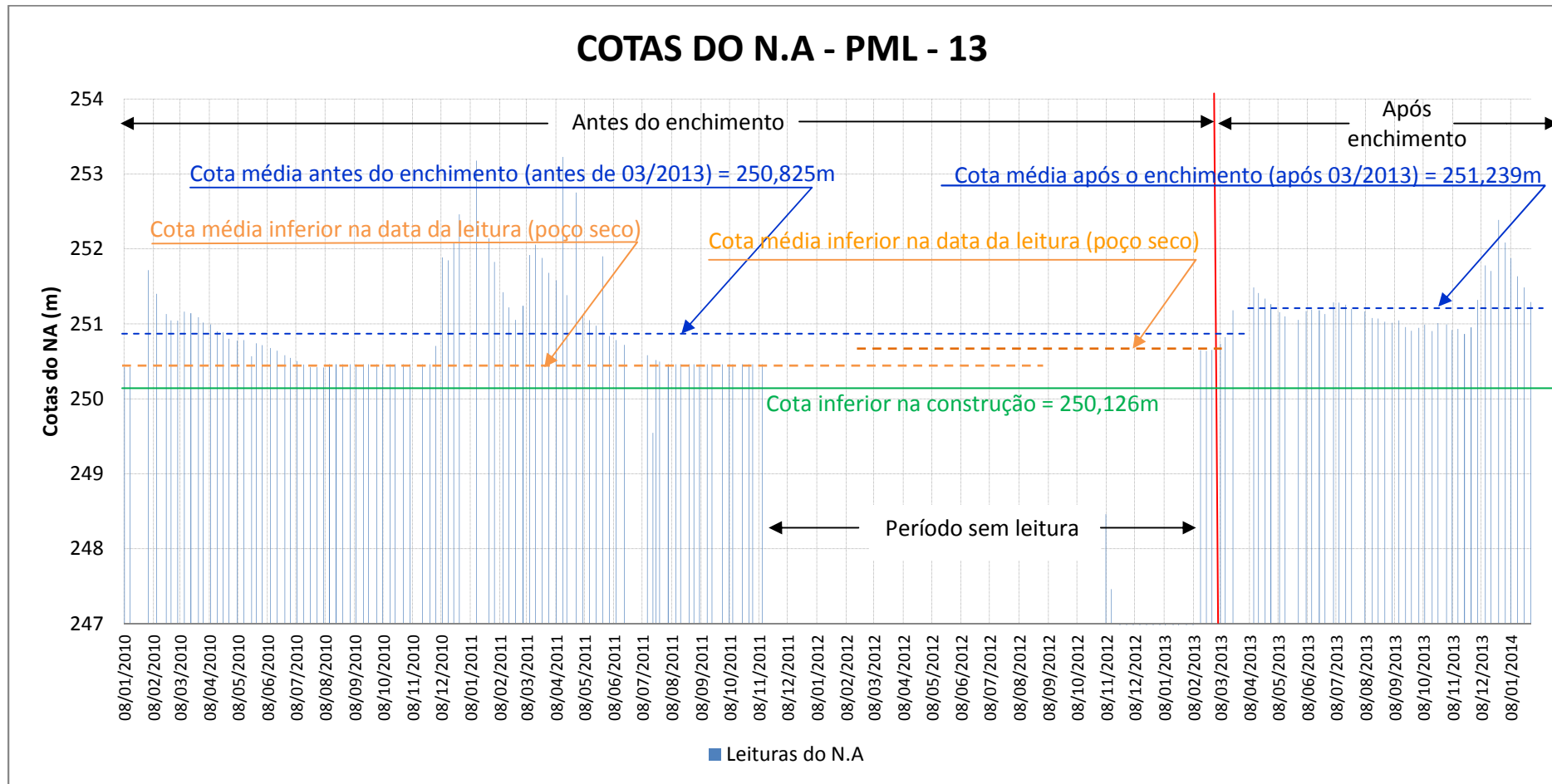
ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-11

O Piezometro PML-11 apresentou-se seco em todas as leituras realizadas desde a sua construção em 18/08/2009.

A diferença de cota de fundo anotada nas leituras do N.A. a partir de Abril de 2011, possivelmente deve-se a materiais introduzidos propositalmente na tubulação do piezômetro (Figura 21). Leituras do N.A. obtidas a partir de Março de 2013 também não acusaram a presença da água no piezômetro.

A ausência da água leva à suposição de que não existe, até o presente momento, influência do Reservatório Principal de Anta. No entanto, é necessário obter informações do N.A. relativas a um período mais abrangente, principalmente dos períodos chuvosos do ano, quando ocorre a maior elevação do N.A.

FIGURA 22 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 13.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-13

Cotas do N.A. medidas no **Piezômetro PML- 13** evidenciaram um período compreendido entre Julho e Novembro com ausência de água, distintamente do período entre Dezembro e Junho com água. Esta tendência sugere que a porção onde se localiza o Piezômetro PML – 13 apresenta um rebaixamento lento e gradual do N.A. a partir do mês de Março, possivelmente relacionado com a característica local de relevo plano, a qual determina um baixo gradiente hidráulico subterrâneo.

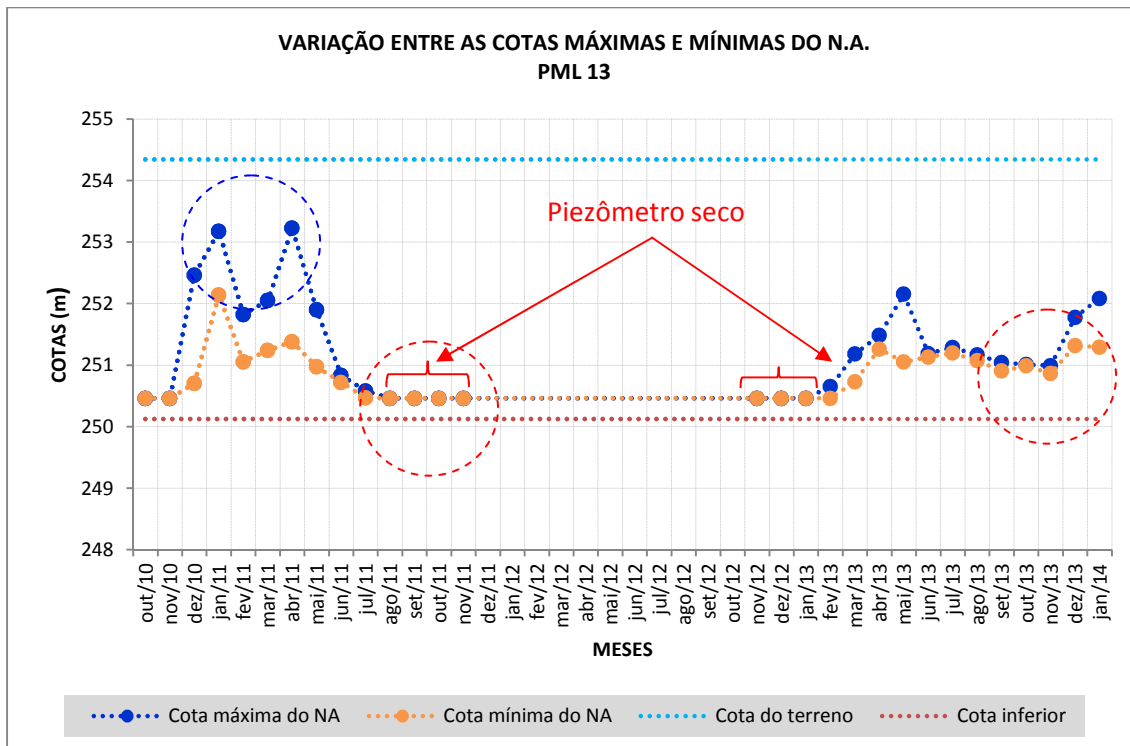
A elevação do N.A. observada no final do último período chuvoso de 2012/2013, que antecede o enchimento do Reservatório Principal de Anta, segue a tendência natural de elevação conforme o índice pluviométrico, com respostas relativamente rápidas às precipitações. Após Março de 2013, desta vez com o Reservatório de Anta cheio, percebe-se uma tendência para rebaixamento do N.A. mais lento em relação aos mesmos períodos anteriores, o que sugere o início da influência do Reservatório de Anta.

53

Ao confrontar a cota média do período que antecede o enchimento dos reservatórios, entre 08/2009 e 03/2013, com a cota média do período com reservatórios em suas cotas máximas, entre 03/2013 e 01/2014, percebe-se uma elevação pouco significativa na média do N.A., em torno de 0,414m (Figura 22).

Para confirmar a influência do Reservatório Principal de Anta é necessário informações de N.A. relativo a um período de monitoramento mais abrangente, principalmente dos períodos chuvosos do ano, quando a elevação freática poderá resultar na saturação hídrica temporária em superfície.

FIGURA 23 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no **Piezômetro PML – 13**.

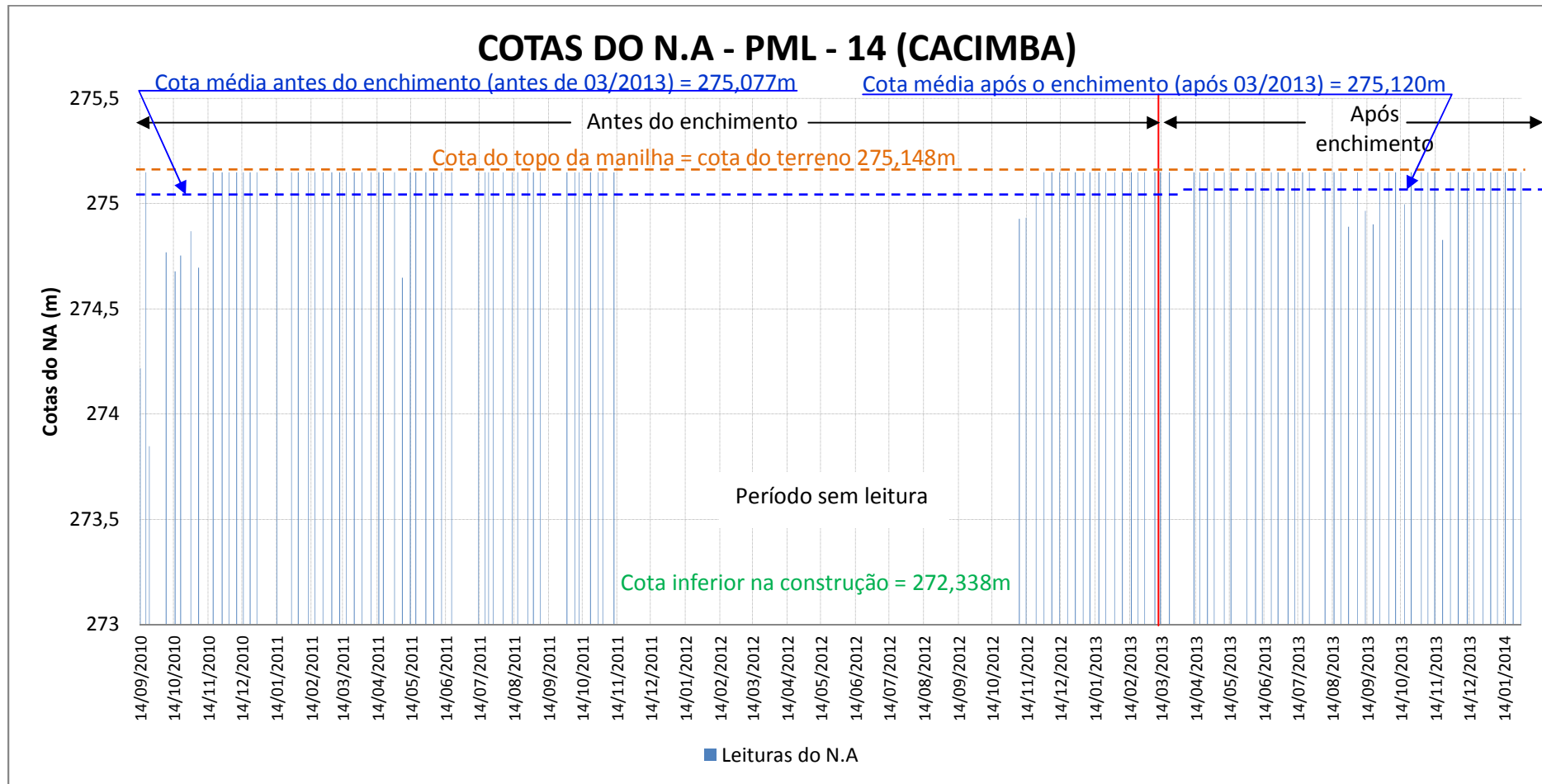


Os destaques apresentados no gráfico de cotas máximas e mínimas do N.A. ilustrado na Figura 23, evidenciam valores de cotas superiores do N.A. no último período seco (até Agosto de 2013) em relação ao mesmo período seco de 2011. Tal situação pode indicar o início da influência do Reservatório de Anta sobre o N.A.

Atentar também para os picos de máxima elevação do N.A. (destaque em azul) ocorridos nos períodos chuvosos anteriores ao reservatório. Estes se aproximaram da superfície do terreno, situando-se em torno de 1,000 metro.

A elevação da cota máxima do N.A. para uma situação próxima da superfície do terreno no período chuvoso que antecedeu ao enchimento do Reservatorio de Anta, indica que a incidencia de chuvas intensas pode produzir a saturação hidrica temporária na área onde se localiza o piezômetro. Nesse caso, a formação do Reservatório de Anta constituirá em um fator que contribuirá para a manutenção do N.A. em condição mais elevada.

FIGURA 24 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 14.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO POÇO PML-14 (CACIMBA)

Em grande parte das leituras do N.A. realizadas no **Poço de Monitoramento PML – 14** constatou-se a água atinge o topo da tubulação de revestimento (aneis de concreto). Esta situação se deve ao local que o poço foi construído pelos seus usuários: em área brejosa e próxima de um canal fluvial (córrego). Durante as cheias do córrego normalmente as águas de transbordamento invadem o poço.

A inclusão deste poço na rede de monitoramento deveu-se à necessidade de avaliação da qualidade físico-química e bacteriológicas da água subterrânea. Em vista disso, também optou-se por realizar as determinações do N.A.

Dada a sua localização em área permanentemente saturada, a maior parte das leituras do N.A. ocorreu com o poço cheio até a borda superior da tubulação de revestimento. Em algumas campanhas de leitura deparou-se com a água de transbordamento do córrego recobrando totalmente o poço.

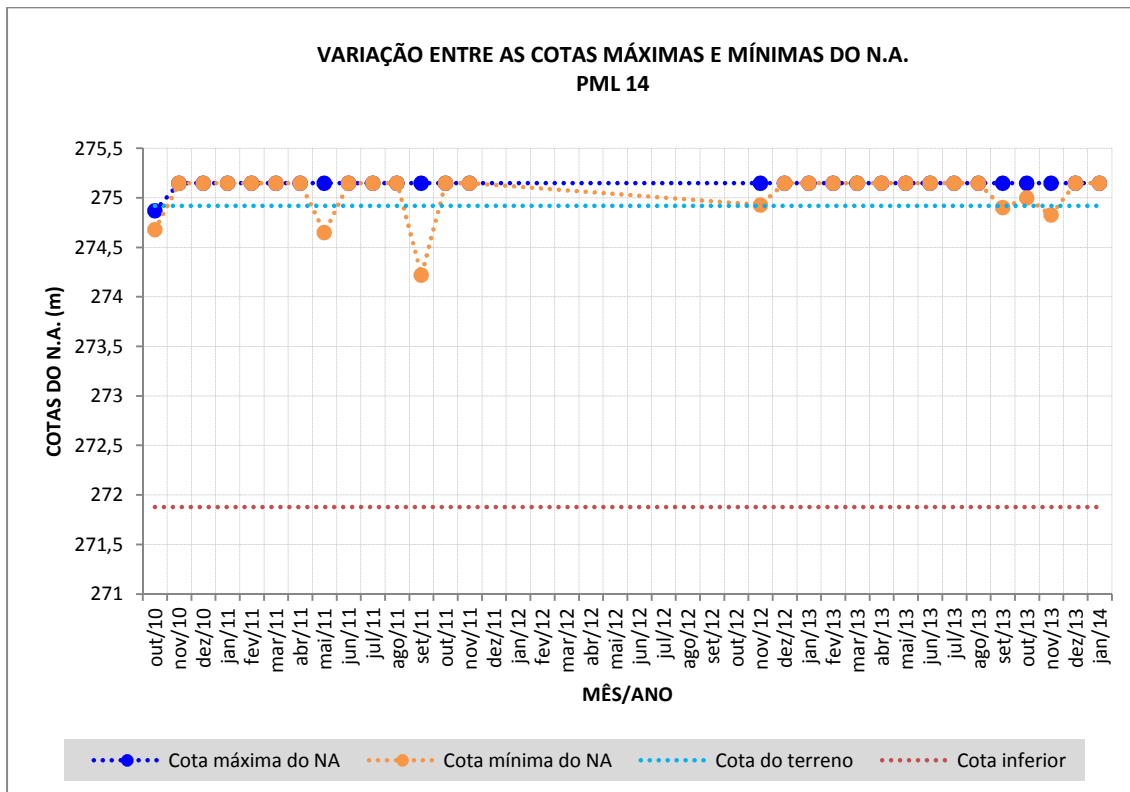
56

Ao se comparar a cota média do N.A. relativa ao período que antecede ao enchimento do Reservatório de Anta com a cota média do período de Reservatório na cota máxima, entre Março e Janeiro de 2014, não se percebe uma diferença significativa (Figura 24).

Em decorrência da condição inerente ao local onde foi construído o poço, pode-se afirmar que os valores de N.A. mensurados não são representativos para a avaliação da influência do Reservatório Principal de Anta.

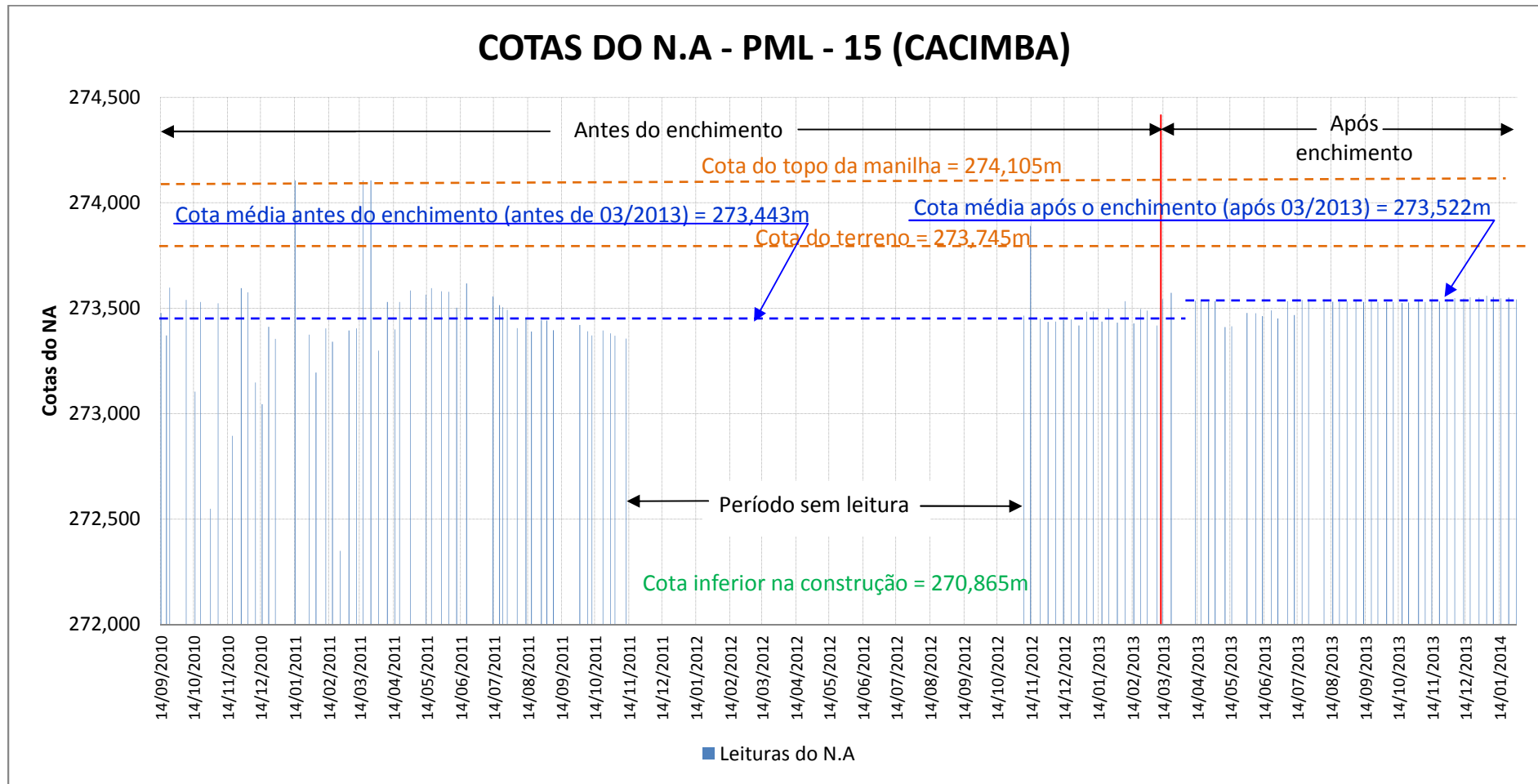
O mesmo se pode afirmar em relação a avaliação da qualidade físico-química e bacteriológicas da água, por diversas razões: localização em área brejosa, alagamento do poço pelas águas de transbordamento do córrego, presença de animais domésticos na área, ausência de manutenção, dentre outras.

FIGURA 25 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 14.



Ao analisar a Figura 25, nota-se que a cota máxima do N.A. se situa acima da cota do terreno, com elevação até a borda superior do revestimento (anéis de concreto) na maior parte do ano. Embora este poço esteja situado fora da área de inundação do Reservatório de Anta, está localizado em área de inundação do córrego.

FIGURA 26 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 15.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO POÇO PML-15 (CACIMBA)

Distintamente do Poço de Monitoramento PML – 14, o **Poço de Monitoramento PML – 15** apresentou o N.A. no topo da tubulação de revestimento em apenas três ocasiões (Figura 26). Apesar de o poço se encontrar fora da área brejosa, ainda sofre influência devida a sua proximidade.

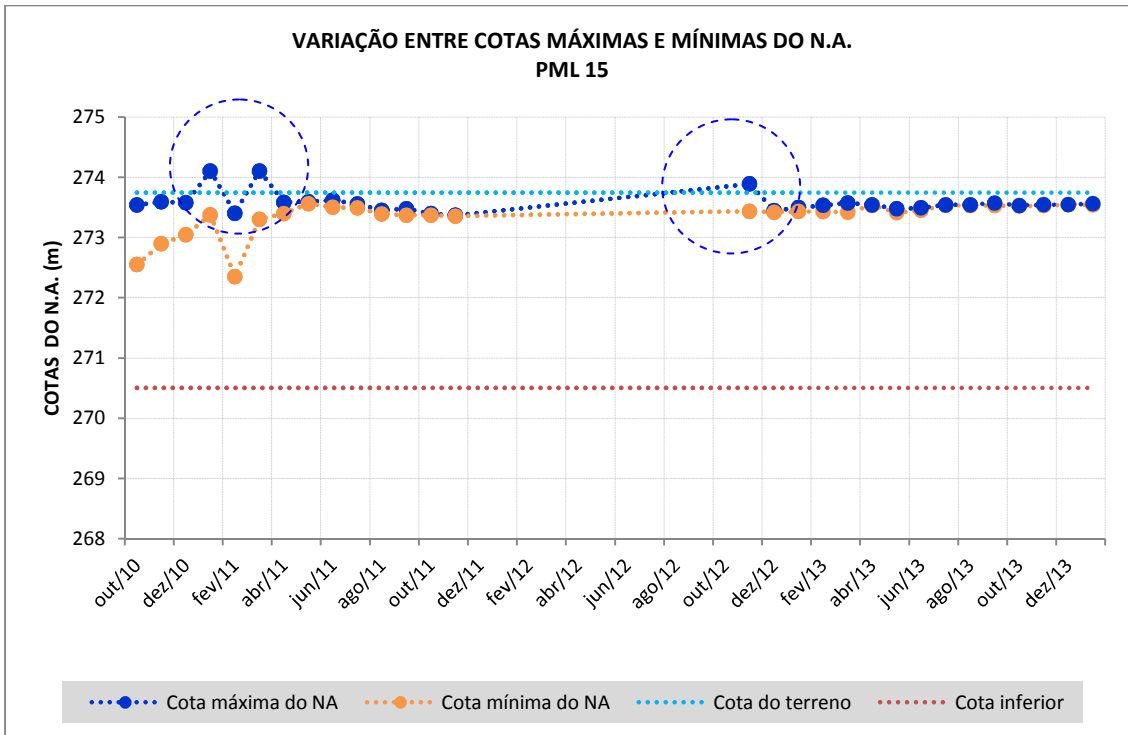
A sua inclusão na rede de monitoramento deveu-se à necessidade de avaliação da qualidade físico-química e bacteriológicas da água subterrânea com determinação do N.A. Em função de sua localização, próxima da área brejosa, as leituras do N.A. resultaram em valores muito baixos, em média menos de 0,300 metro da superfície do terreno.

Até o final do mês de Agosto de 2013, não se observou qualquer alteração no N.A. por influência do Reservatório de Anta. No entanto, ao se comparar a cota média do N.A. do período que antecede ao enchimento do Reservatório de Anta, entre 08/2009 e 03/2013, com a cota média do período de Reservatório na cota máxima, entre Março de 2013 e Janeiro de 2014, percebe-se uma elevação pouco significativa (Figura 27).

59

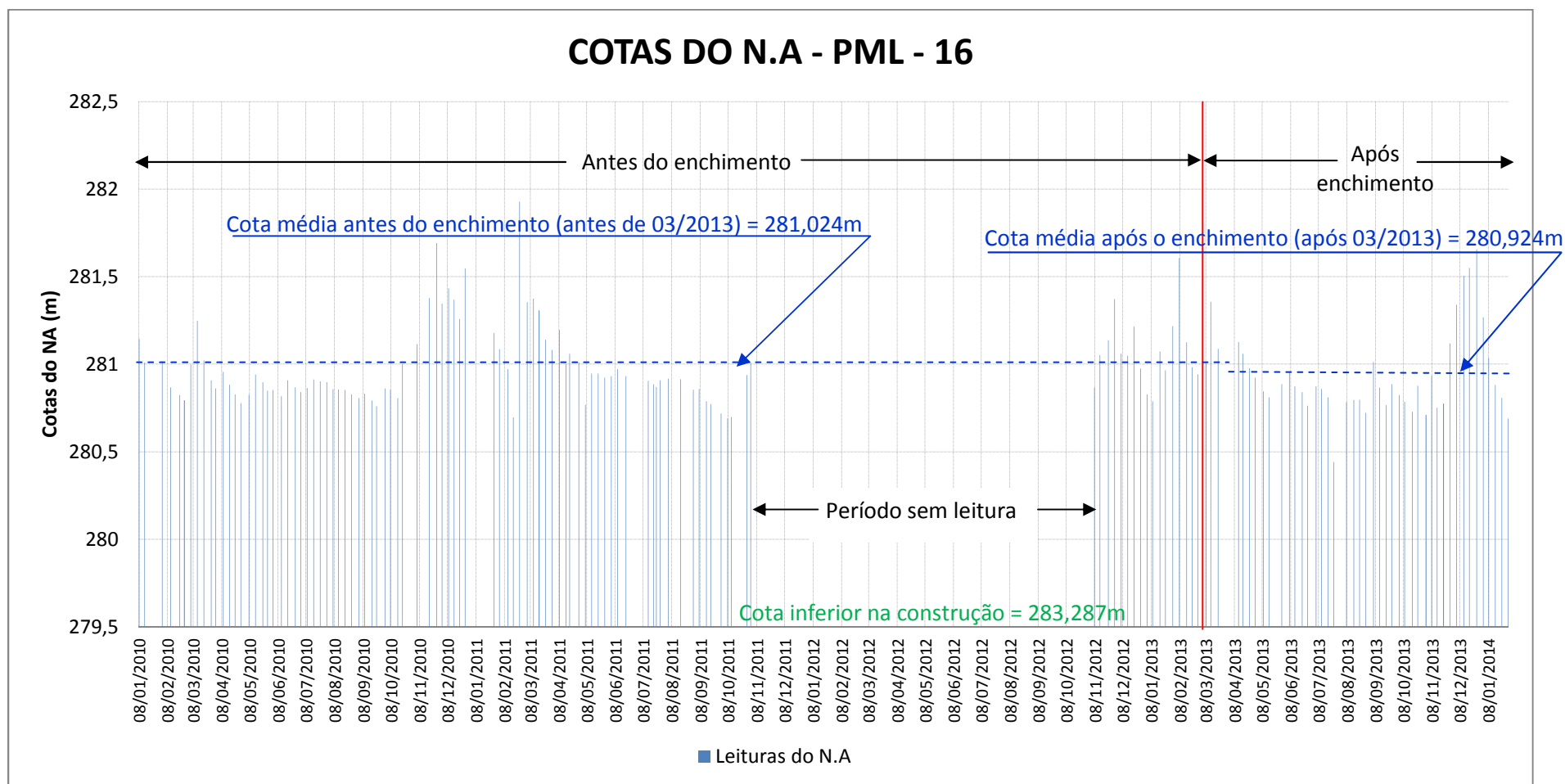
Considera ser prematuro tecer qualquer conclusão acerca da elevação observada na cota média do N.A. no período compreendido entre Março 2013 e Janeiro de 2014 sem a análise de informações coletadas em um período de monitoramento mais abrangente.

FIGURA 27 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 15.



Em razão da grande distância do Poço de Monitoramento PML – 15 em relação ao Reservatório de Anta e da diferença de cota de 19,865 m estabelecida entre a cota máxima e a cota do poço, não é esperada uma influência deste reservatório sobre o N.A.. A pequena profundidade do N.A. no poço raso deve-se a sua localização em fundo de vale fluvial sob um baixo gradiente hidráulico subterrâneo.

FIGURA 28 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 16.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-16

Determinações do N.A. no **Piezômetro PML- 16** evidenciaram a presença da água desde o início do monitoramento. Esta tendência sugere que a porção onde se localiza o piezômetro PML – 16 apresenta um rebaixamento lento e gradual do N.A., possivelmente relacionados com a característica local de relevo plano e proximidade do substrato rochoso.

O padrão de elevação do N.A. observado no período chuvoso de 2010/2011 é muito semelhante ao observado no período chuvoso de 2012/2013, que representa a recarga freática pelas chuvas.

Ao confrontar os períodos secos do ano, entre Maio e Agosto, nota-se que estes também apresentam semelhanças, inclusive com o de 2013 já com o Reservatório de Anta na cota máxima.

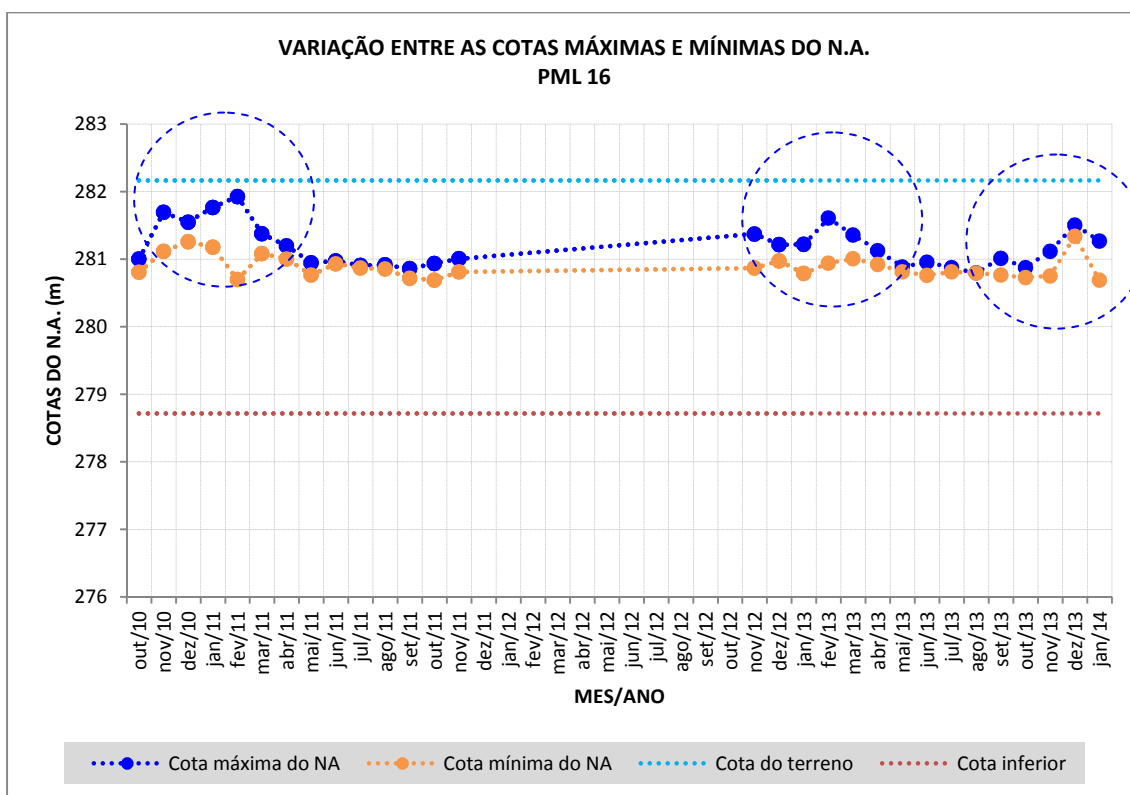
Em função da diferença de cota entre o nível máximo do Reservatório de Anta (251,500 m) e a cota inferior do Piezômetro PML - 16 (278,717m), de 27,217m, é esperado não ocorrer influência do reservatório que implique na variação do N.A. com consequência na saturação hídrica superficial.

62

Ao se comparar a cota média do N.A. relativo ao período que antecede ao enchimento do Reservatório de Anta, entre 08/2009 e 03/2013 com a cota média do período em que o Reservatório já se encontrava na cota máxima, entre Março e Janeiro de 2014, nota-se um rebaixamento, porém sem significância (Figura 28). O rebaixamento da cota média constatado no último período está relacionado à condição climática de distribuição das chuvas.

Dada a posição altimétrica do piezômetro em relação à cota máxima do Reservatório de Anta, não se espera influência deste sobre o N.A. no local onde se encontra instalado o piezômetro.

FIGURA 29 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezômetro PML – 16.

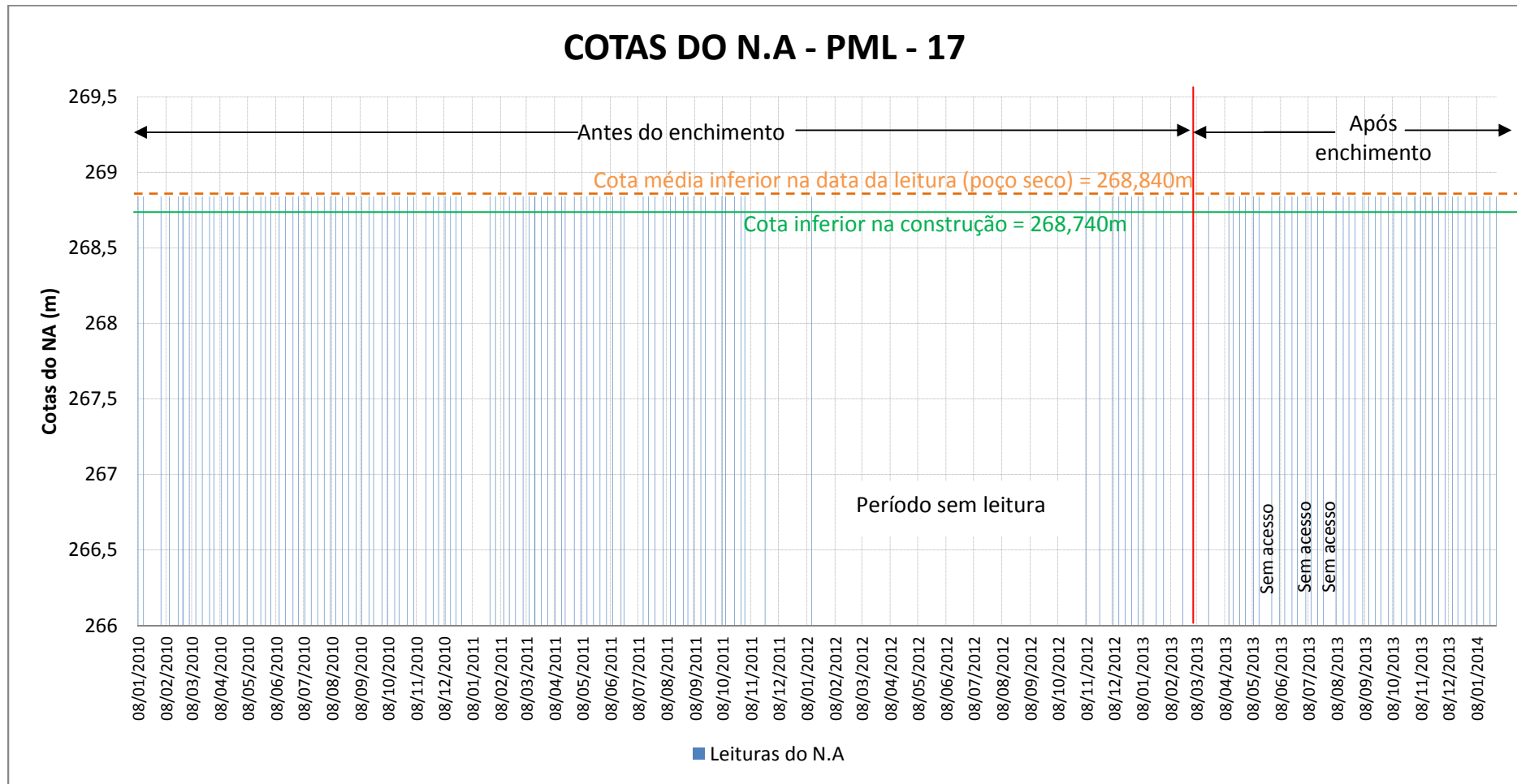


Apesar de o N.A. se encontrar muito próximo da superfície do terreno (em destaque na Figura 29) em função da característica de baixa declividade do relevo local e do substrato rochoso raso, não é esperada a influência do Reservatório de Anta sobre o nível freático em decorrência da diferença de cota entre o reservatório (251,500m) e a cota da superfície do terreno (282,164m), de 30,664m.

Independentemente da influência do reservatório, a área poderá sofrer saturação hídrica superficial temporária em períodos de grande concentração de precipitações associados ao baixo gradiente hidráulico subterrâneo devido ao relevo plano e presença de substrato rochoso pouco permeável.

É importante ressaltar que esta conclusão é apresentada em caráter preliminar. Por essa razão carece de comprovação mediante dados de leituras no Piezômetro por um tempo maior, especialmente dos períodos chuvosos do ano.

FIGURA 30 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 17.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-17

Conforme visualizado na Figura 30, desde o início do monitoramento em 18/08/2009 o **Piezômetro PML – 17** tem se apresentando seco, embora o seu comprimento total seja de 11,536 m medidos da superfície do terreno. A ausência de água parece ser influenciada pela elevada declividade do terreno que, por sua vez, condiciona um elevado gradiente hidráulico e, por consequência, o rebaixamento do N.A..

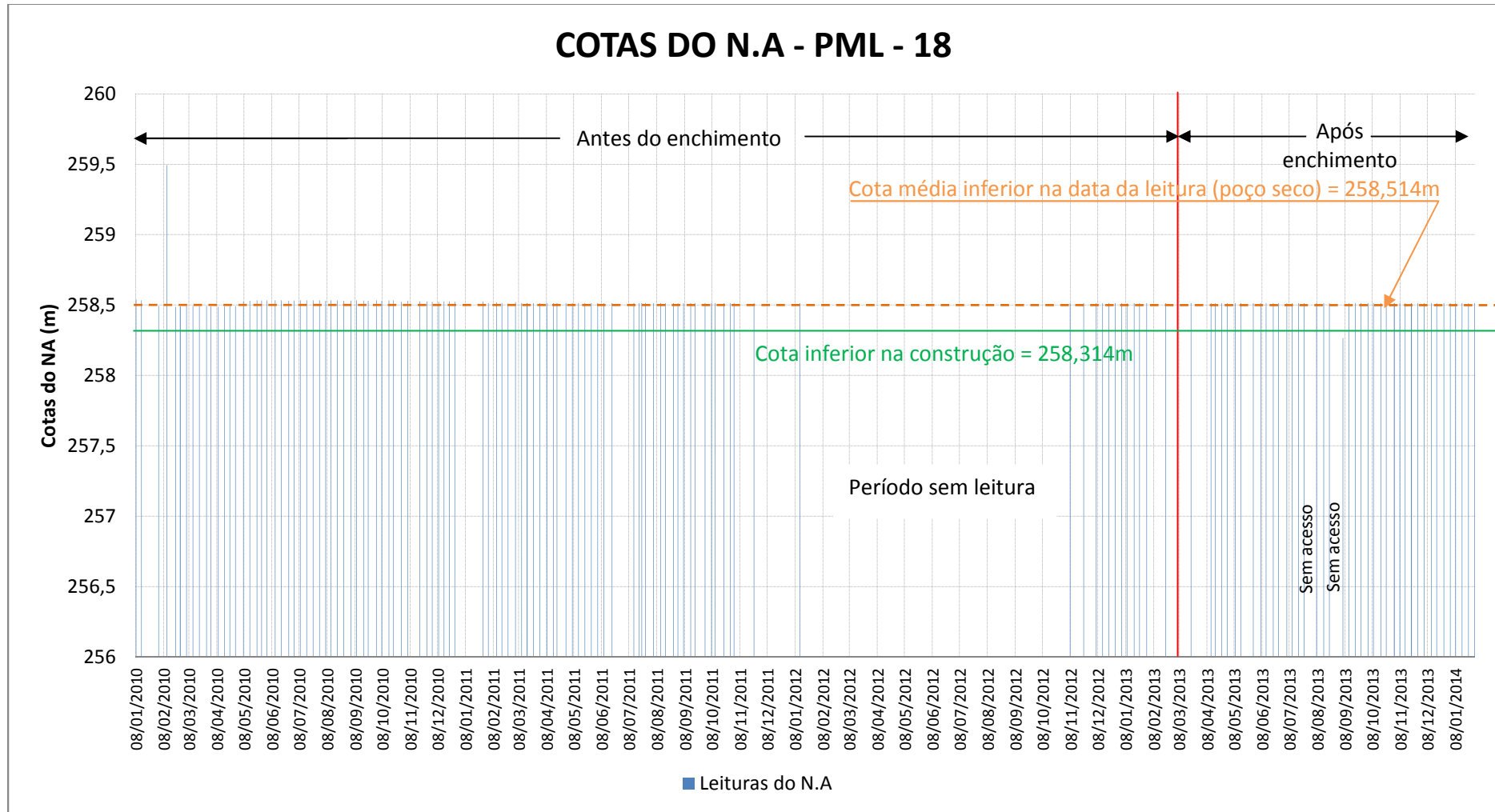
Considerando que o enchimento de Reservatório de Anta foi efetivado em Março de 2013 e que transcorreram 10 meses até a última leitura avaliada no presente relatório, em Janeiro de 2014, não se verifica a influência do reservatório sobre o N.A., pelo menos nas profundidades alcançadas pelo **Piezômetro PML 17**.

A não observação do N.A. em todas as leituras, incluindo a fase de Reservatório Principal de Anta em seu nível 251,500m (Março a Agosto de 2013), conduz à suposição de que a formação do reservatório não implicou na elevação do N.A. além da cota inferior de leitura do piezômetro (268,840 m).

65

Porém, esta conclusão é preliminar. Por essa razão carece de comprovação mediante dados de leituras no Piezômetro por um tempo maior, especialmente dos períodos chuvosos do ano.

FIGURA 31 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 18.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-18

A cota inferior de construção do **Piezômetro PML 18** (258,314m) não é atingida nas leituras do N.A.. Em função disso o nível inferior alcançado nas leituras é a cota 258,514m, portanto cerca de 0,200 m acima. (Figura 31)

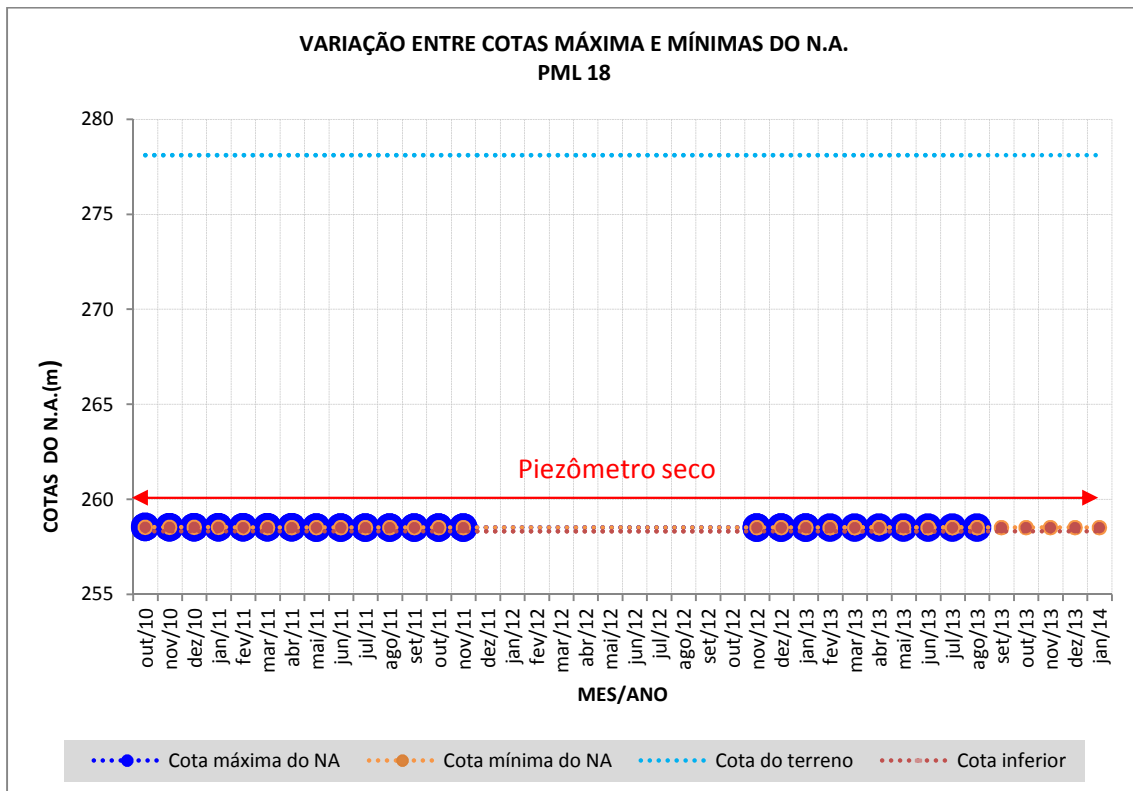
As medições do N.A. mostram alternâncias entre presença e ausência da água. A partir de 03 de 2011 até a última leitura em Janeiro de 2014, o **Piezômetro PML – 18** apresentou-se seco, inclusive nos períodos chuvosos de 2010/2011, final de 2011 (até a data da interrupção das leituras), 2012/2013 e 2013/2014. Mesmo com o enchimento do Reservatório Principal de Anta, a partir de Março de 2013, o **Piezômetro PML – 18** não mais acusou água no seu interior. A característica do relevo do local onde foi construído o **Piezômetro PML – 18** é semelhante ao do Piezômetro do PML – 17, isto é, em encosta com alta declividade. Seu posicionamento no relevo declivoso resulta em elevado gradiente hidráulico e, por esta razão, em grande profundidade do N.A, apesar da sua extensão total de 19,800 metros a partir do nível do terreno.

67

Tendo em vista a não anotação do N.A. nas leituras posteriores a 03/2011, incluindo a fase de Reservatório Principal de Anta em seu nível máximo (Março de 2013 a Janeiro de 2014), leva à suposição de que a formação do reservatório na cota 251,500m não implicou na elevação do N.A. além da cota inferior de leitura do piezômetro (258,514 m) (Figura 32).

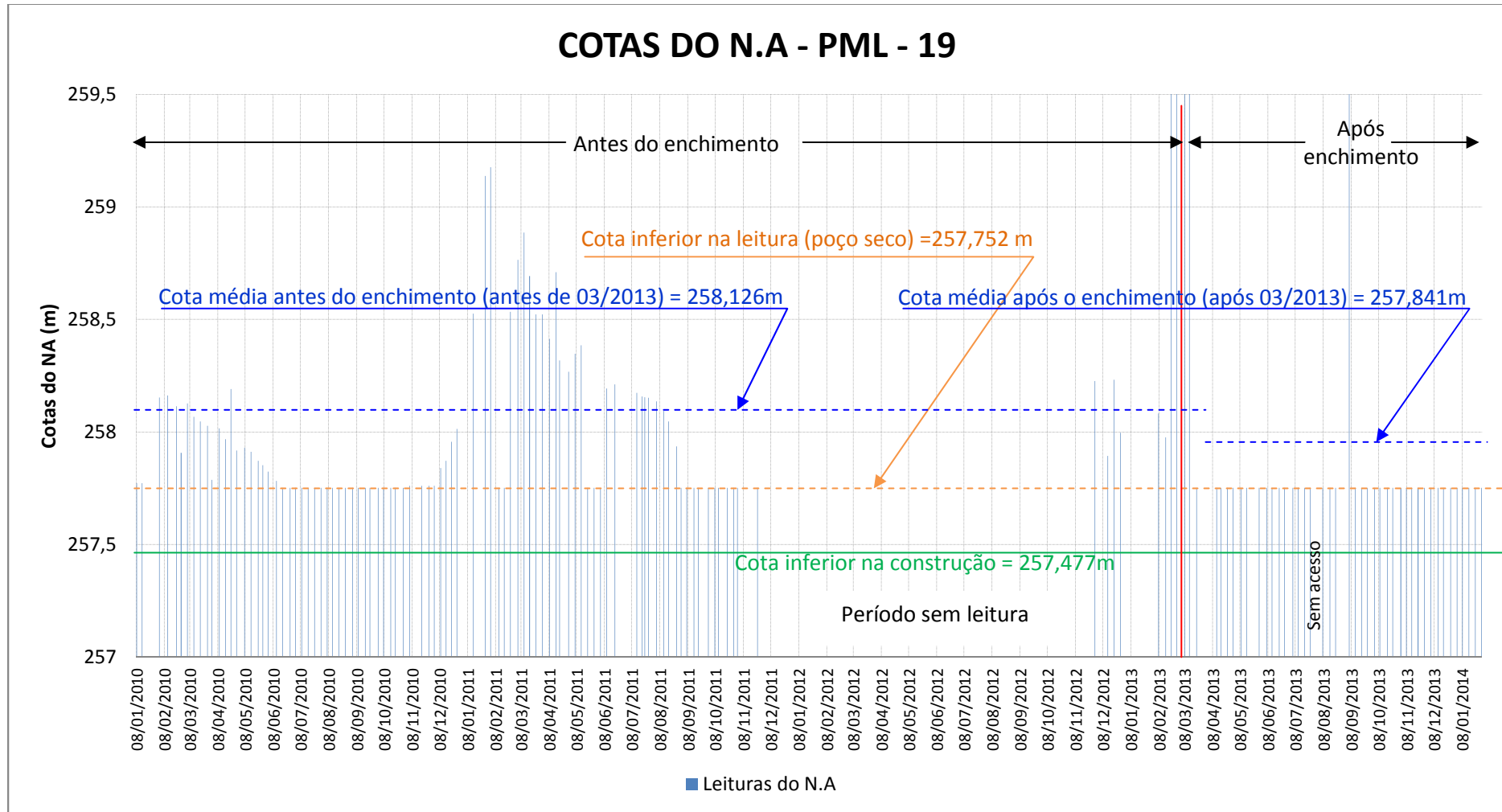
Esta conclusão é preliminar assim como foi enunciada para o Piezômetro PML -17, portanto, só poderá ser comprovada mediante dados de leituras no Piezômetro por um tempo maior, especialmente nos períodos chuvosos do ano.

FIGURA 32 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezômetro PML – 18.



Dada a ausência da água no Piezômetro PML-18 desde 03/2011 e a extensão de 19,800m desde a superfície do terreno até a sua cota inferior, sugere que a formação do Reservatório de Anta não implicará na elevação do N.A. a ponto de causar saturação hídrica na superfície do terreno.

FIGURA 33 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 19.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-19

Ao analisar os dados de leituras do N.A. do **Piezômetro PML – 19** na Figura 33, nota-se de imediato que, em parte do ano, este se apresenta seco e sem regularidade no início e final do período sem água. Esta situação sugere estar relacionada a duração do período chuvoso do ano e aos volumes precipitados, conforme pode ser notado a partir dos valores do N.A. dos períodos chuvosos de 2010/2011 e 2012/2013.

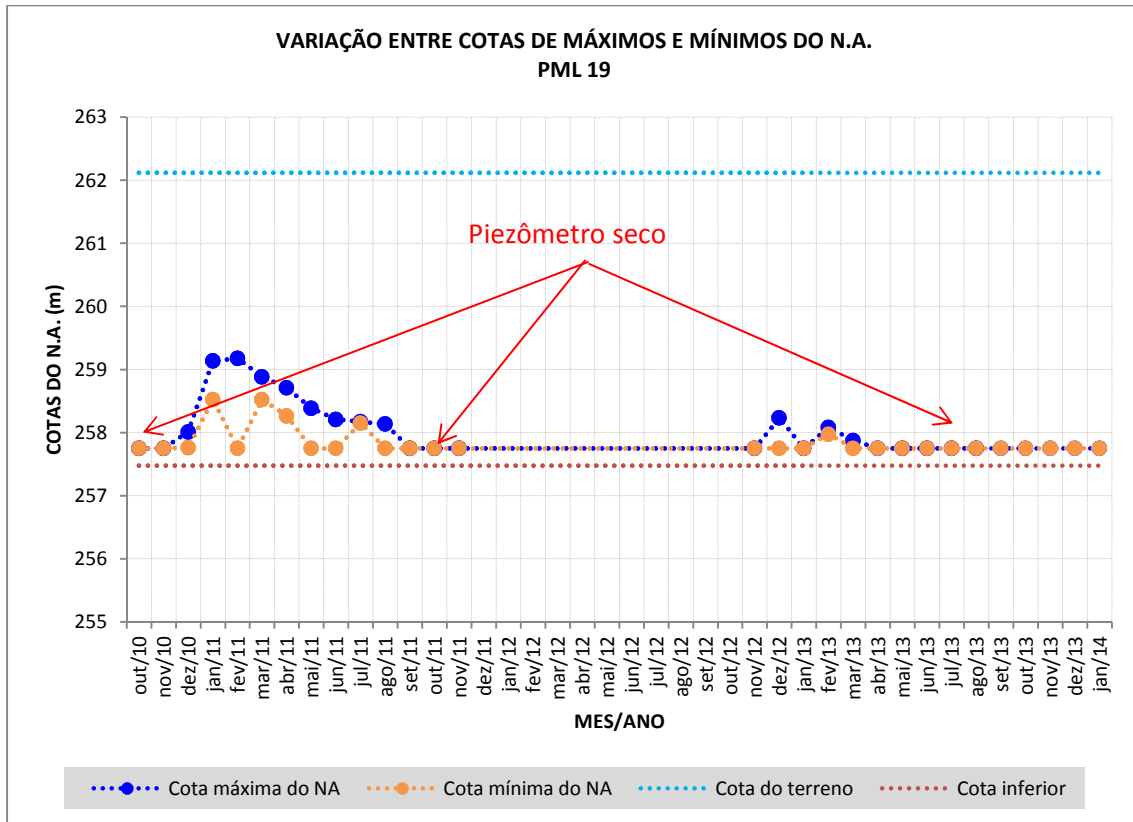
No período que corresponde ao Reservatório Principal de Anta cheio, entre Março de 2013 e Janeiro de 2014, não se observa elevação do N.A.. Ao contrário, o Piezômetro permanece seco até o final de Janeiro de 2014, independente do período chuvoso de 2013/2014. Tal condição sugere que o reservatório na cota 151,500m não interferiu no N.A. a ponto de elevá-lo a uma cota passível de leitura no Piezômetro.

No entanto, é previsível que o N.A. se eleve a cotas além das que foram registradas nas leituras que antecedem o enchimento do Reservatório de Anta nos períodos chuvosos do ano. Mesmo que elevação do N.A. ocorra nos períodos chuvosos por influência da recarga pluvial e pela ausência da influência do Reservatório de Anta, não deve resultar na saturação hídrica da área monitorada.

70

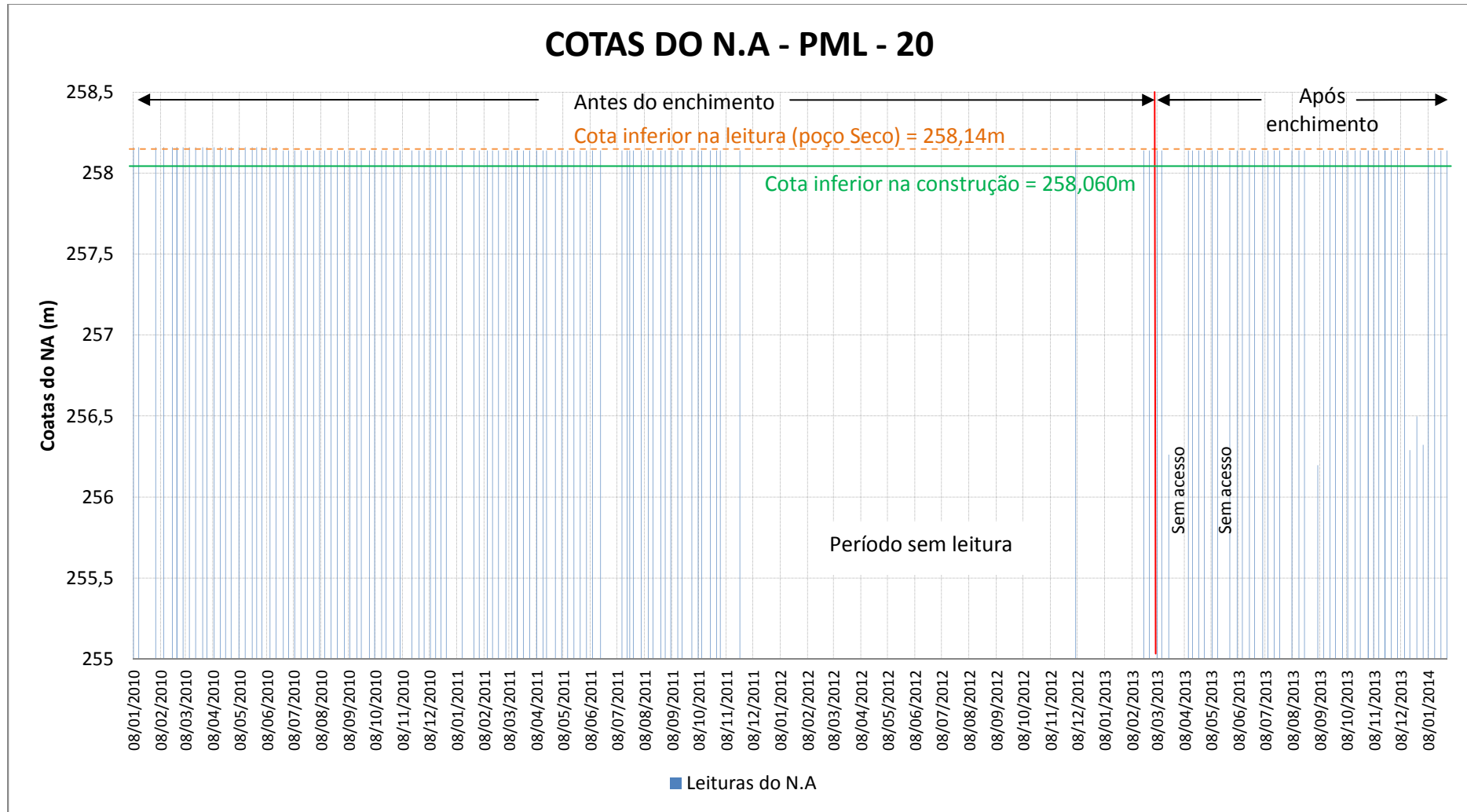
Alerta-se que tal possibilidade só poderá ser comprovada mediante dados de leituras no Piezômetro com maior atenção aos períodos chuvosos do ano.

FIGURA 34 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezômetro PML – 19.



A ausência da água no **Piezômetro PML-19** no período em que o Reservatório de Anta já se encontrava em seu nível 151,500m (Março a Janeiro de 2013) pressupõem a não influência deste na elevação do N.A. na área monitorada (Figura 34).

FIGURA 35 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 20.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-20

O nível inferior alcançado nas leituras do **Piezômetro PML - 20** situou-se na cota 258,140m, portanto cerca de 0,080 m acima da cota inferior de construção (258,060m) (Figura 35).

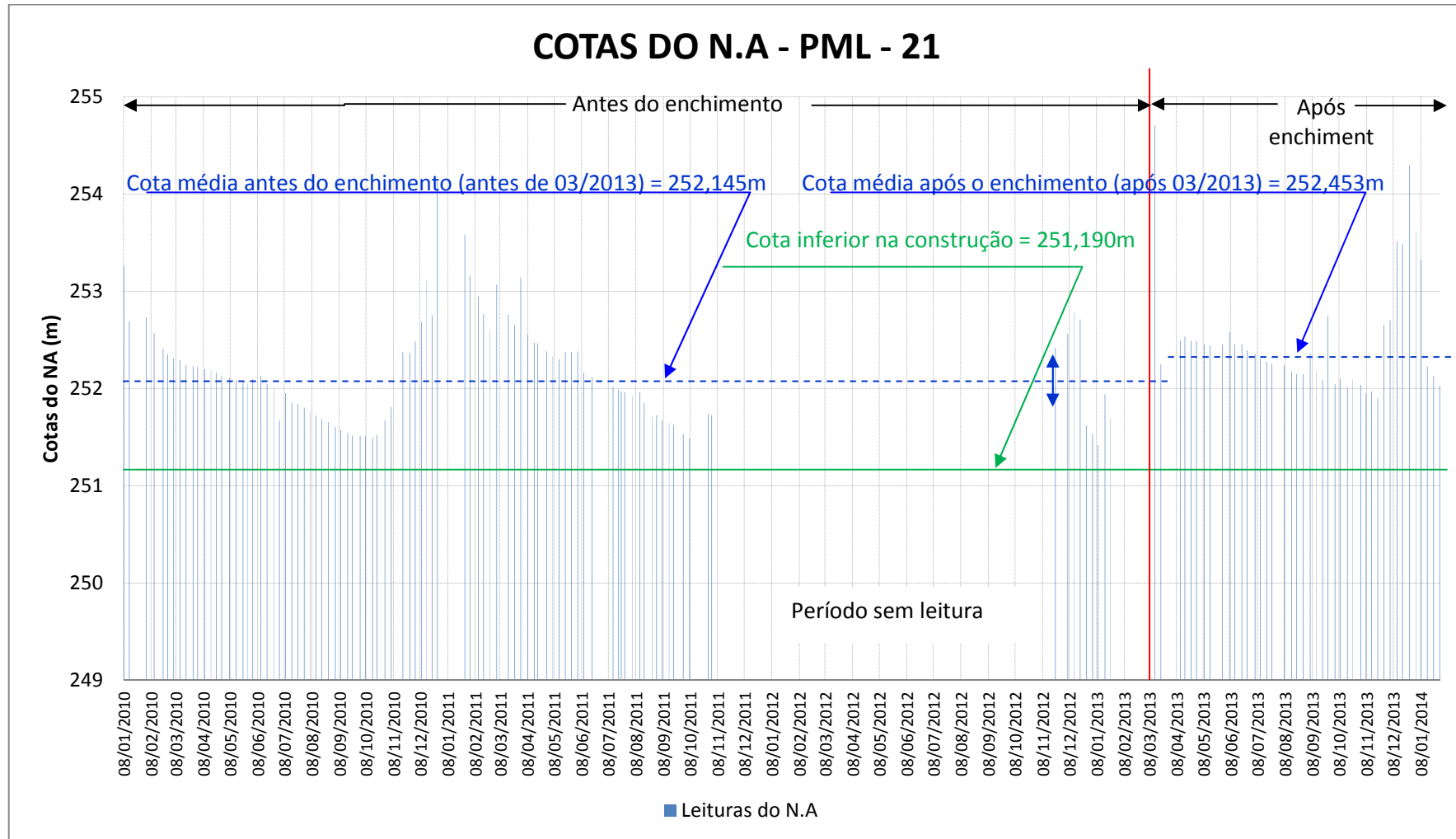
A localização do **Piezômetro PML – 20** em encosta de moderada a alta declividade resulta em um gradiente hidráulico relativamente elevado e, por esta razão, o N.A tende a ocorrer em maior profundidade, não alcançado pelo piezômetro com 2,428m de extensão. Outra possibilidade, é a ausência da água subterrânea em razão da pequena espessura de solo e saprolito sobre a rocha sã.

Considerando a não observação do N.A. em todas as leituras realizadas, incluindo as da fase do Reservatório Principal de Anta em seu nível máximo (Março a Janeiro de 2014), chega-se a suposição de que a formação do reservatório na cota 251,500m não implicou ou não implicará na elevação do N.A. além da cota inferior de leitura do piezômetro (258,104 m). Consequentemente, não é esperado que ocorra saturação hídrica superficial da área monitorada com o Reservatório Principal de Anta em seu nível máximo.

73

Porém, é importante ressaltar que esta conclusão é preliminar, de maneira que a sua comprovação ainda carece de dados de leituras no Piezômetro por um tempo maior, especialmente dos períodos chuvosos do ano.

FIGURA 36 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 21.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-21

Ao avaliar os dados dos períodos chuvosos de 2010/2011 e 2012/2013 do **Piezômetro PML – 21** nota-se de imediato as diferenças nas cotas do N.A. No período de 2010/2011, entre os meses de Novembro e Abril, as cotas do N.A. mostraram-se significativamente mais elevadas em relação ao mesmo período de 2012/2013, situação que pode estar relacionada à diferença de quantidade de precipitação de chuvas nos dois períodos monitorados, com maior nível de recarga da zona saturada freática no período chuvoso de 2010/2011.

No entanto, o menor nível de recarga das chuvas que incidiram na área durante o período chuvoso de 2012/2013 não refletiu na depleção do N.A. na mesma proporção do período seco do ano (após o mês de Março de 2013), conforme pode ser observado no gráfico de cotas do N.A. do Piezômetro PML – 21. As cotas médias dos períodos secos de 2011 e 2013 mostram que o último período se situou aproximadamente 0,500 m superior.

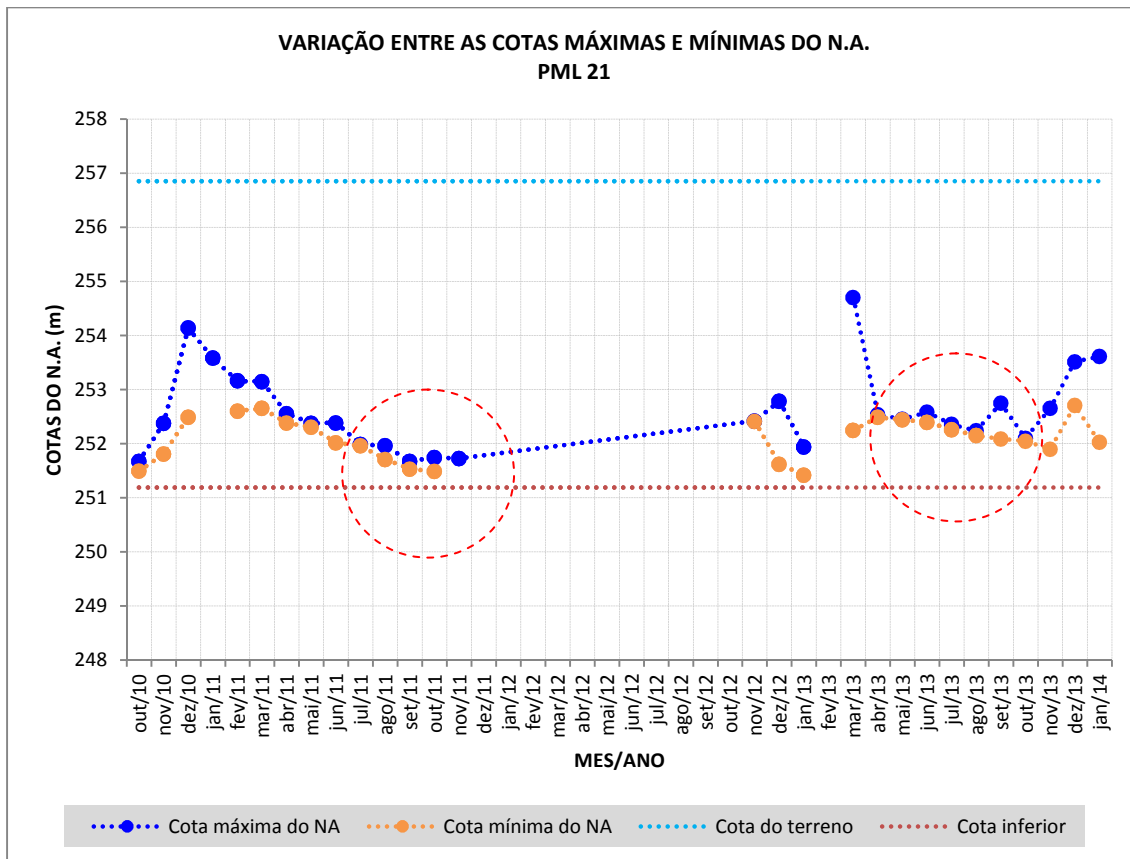
Tal situação sugere a influência do Reservatório Principal de Anta sobre o N.A., embora ainda seja prematuro considerar que a diferença entre as cotas médias observadas nos períodos secos de 2011 e 2013 como uma interferência externa do reservatório. Tal comprovação ainda depende de dados de monitoramento do N.A. gerados em um período mais abrangente.

75

Ao confrontar a cota média do NA do período que antecede ao enchimento do Reservatório de Anta, entre 08/2009 e 03/2013, com a cota média do período de Reservatório na cota máxima, entre Março e Janeiro de 2014, percebe-se uma elevação moderada do N.A. neste último período, de cerca de 0,308 m (Figura 36).

Dados de cotas do N.A. de períodos chuvosos do ano serão de grande importância em razão da possibilidade de saturação hídrica temporária do terreno.

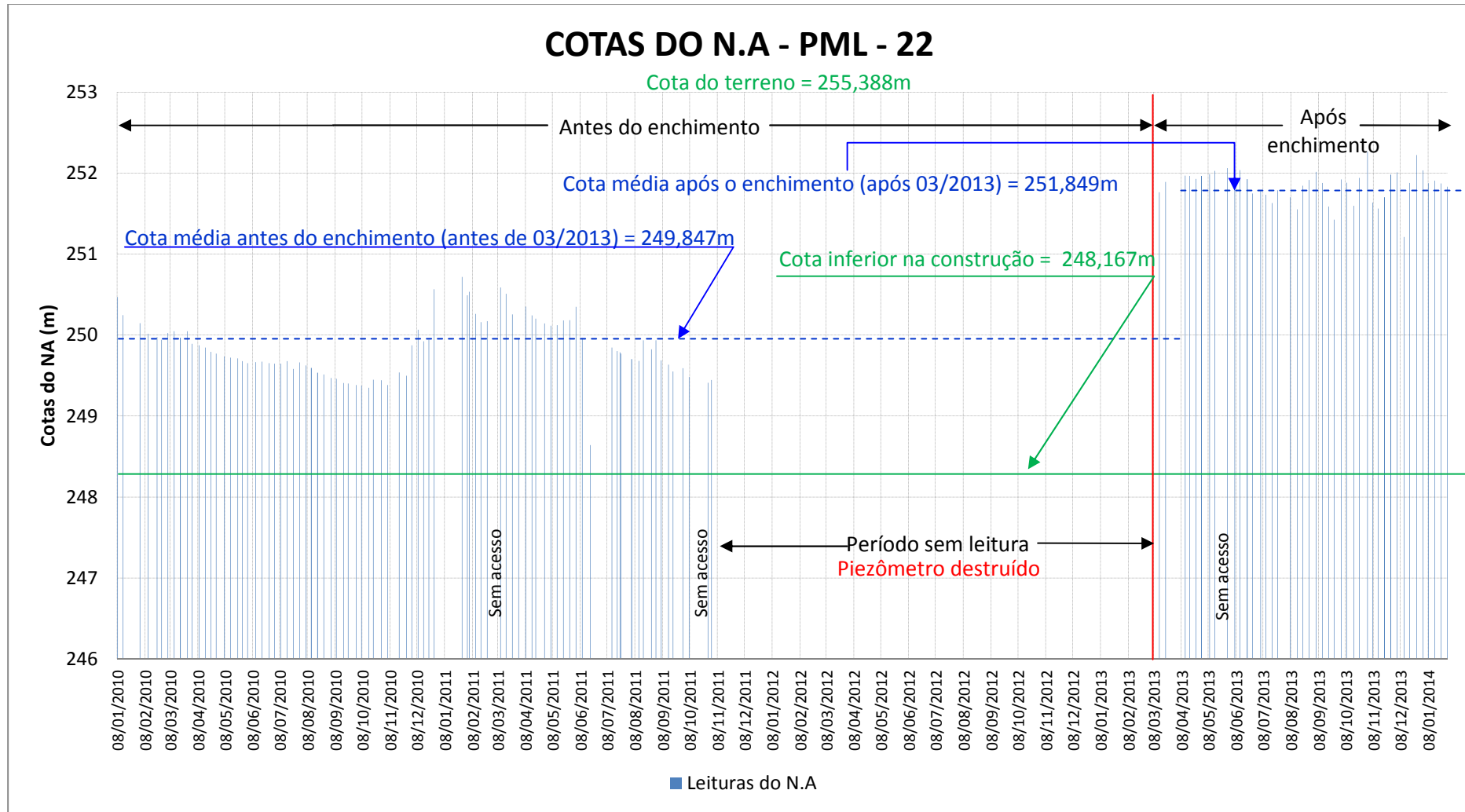
FIGURA 37 - Gráfico das cotas máximas e mínimas do Piezômetro PML – 21.



Varição das cotas máximas e mínimas observadas no Piezômetro PML-21 durante o período de monitoramento (Figura 37) chama atenção para a elevação das cotas máximas e mínimas do N.A. no período que corresponde ao Reservatório de Anta no seu nível de 151,500 m (Março de 2013 a Janeiro de 2014).

Com o advento do período chuvoso de 2013/2014 a partir do mês de Novembro, é esperada a elevação do N.A. em razão do maior nível de recarga do lençol freático. Entretanto, mesmo sob a influência do Reservatório de Anta a possibilidade de saturação hídrica superficial é reduzida.

FIGURA 38 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 22.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-22

Não foi possível avaliar os dados do período chuvoso de 2012/2013 do **Piezômetro PML – 22** em razão deste se encontrar destruído entre Novembro de 2011 e Março de 2013. Esta situação não permitiu realizar uma comparação entre os períodos chuvosos de 2010/2011 e 2012/2013.

Apesar disso, é possível estabelecer uma comparação entre os períodos secos de 2010, 2011 e 2013, conforme pode ser observado no gráfico de cotas do N.A. do Piezômetro PML – 22. A cota média do N.A. do período seco de 2013 situou-se a aproximadamente 2,050m acima da cota média do mesmo período de 2011.

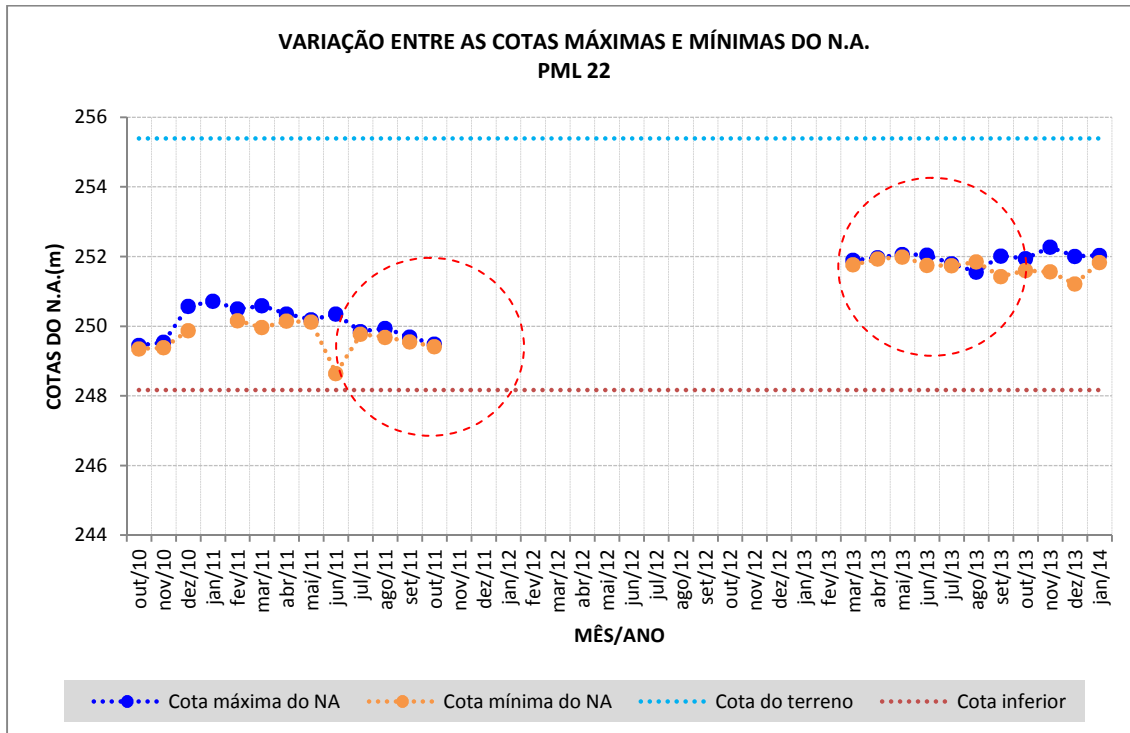
Ao comparar a cota média do N.A. do período que antecede ao enchimento do Reservatório de Anta, entre 08/2009 e 03/2013, com a cota média do período de Reservatório na cota máxima, entre Março de 2013 e Janeiro de 2014, percebe-se uma elevação acentuada do N.A. neste último período, em cerca de 2,00 m (Figura 38).

78

A situação caracterizada a partir das cotas do N.A., de maneira semelhante a observada no Piezômetro PML – 21, indica haver influência do Reservatório Principal de Anta sobre o N.A.. No entanto, a comprovação da influência do Reservatório depende de monitoramento do N.A. por um período mais abrangente.

Dados de leituras das cotas do N.A. de períodos chuvosos do ano serão de grande importância em razão da possibilidade de saturação hídrica temporária do terreno.

FIGURA 39 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 22.

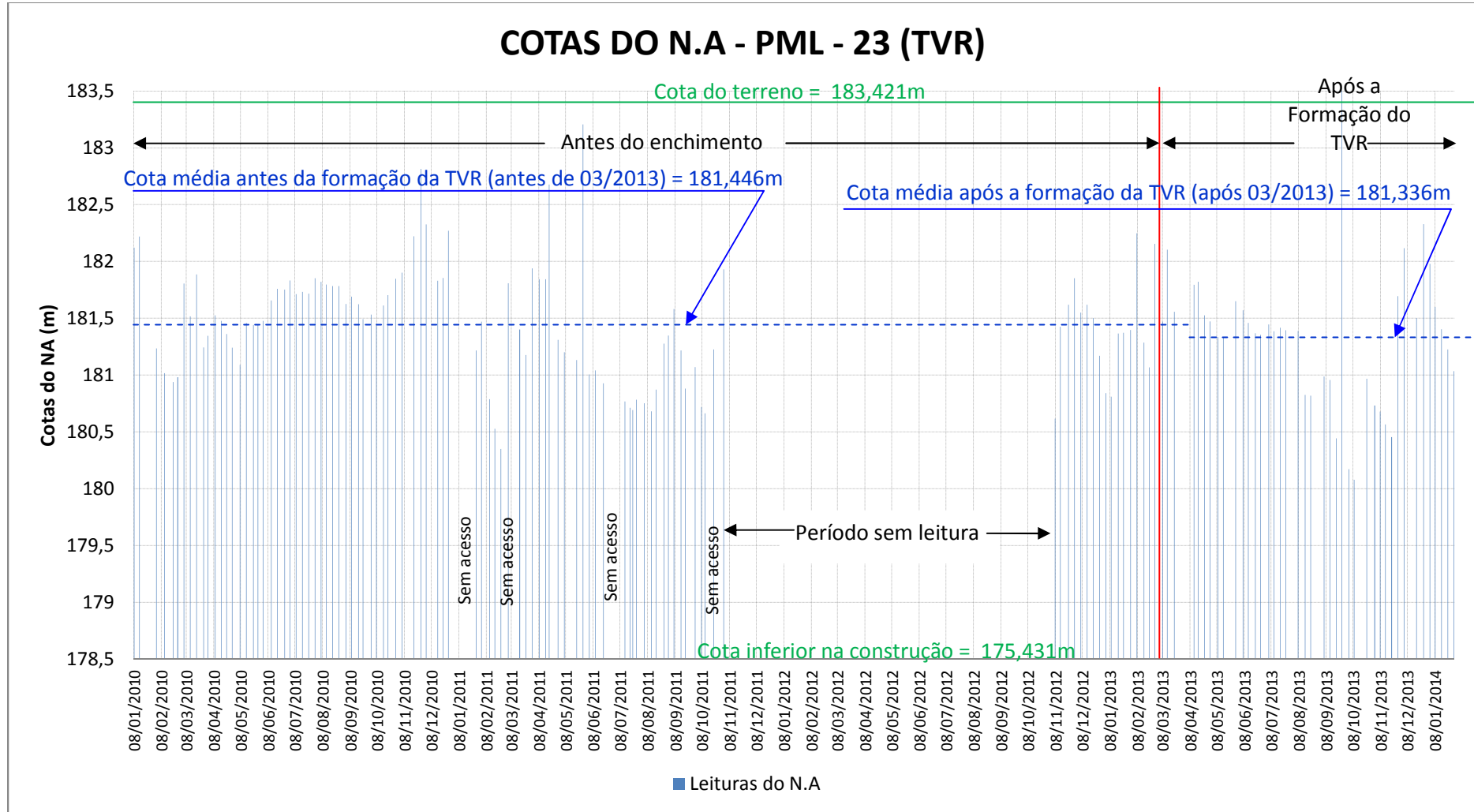


As cotas máximas e mínimas do N.A. coletadas no piezômetro PML-22 e ilustradas na Figura 39, denotam valores superiores para o último período seco do ano (Maio a Agosto de 2013, em destaque) quando comparadas ao mesmo período de 2011 (em destaque). Essa constatação remete para uma possível influência do Reservatório de Anta.

79

No entanto, a comprovação da influência do Reservatório depende de monitoramento do N.A. por um tempo maior. Na análise devem ser considerados os dados de N.A. dos períodos chuvosos do ano não descartando a possibilidade de saturação hídrica temporária do terreno.

FIGURA 40 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 23.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-23 (TVR)

Determinações do N.A. no **Piezômetro PML- 23**, localizado no Trecho de Vazão Reduzida (TVR), evidenciaram a presença da água desde o início do monitoramento. No entanto, as cotas do N.A. registradas mostram uma dispersão relativamente grande de valores durante o ano. Esta situação pressupõe que não ocorra uma resposta imediata da precipitação na elevação do N.A, mas uma defasagem de alguns meses para a resposta à sazonalidade climática da região (períodos secos e chuvosos).

Esta tendência conduz à interpretação de que o N.A. da porção onde se localiza o **piezômetro PML – 23** é influenciado principalmente pelo fluxo subterrâneo que tem a sua recarga em ponto mais distante e, secundariamente, pela recarga direta por infiltração de águas pluviais. Tal comportamento enseja a influência do relevo sobre o N.A..

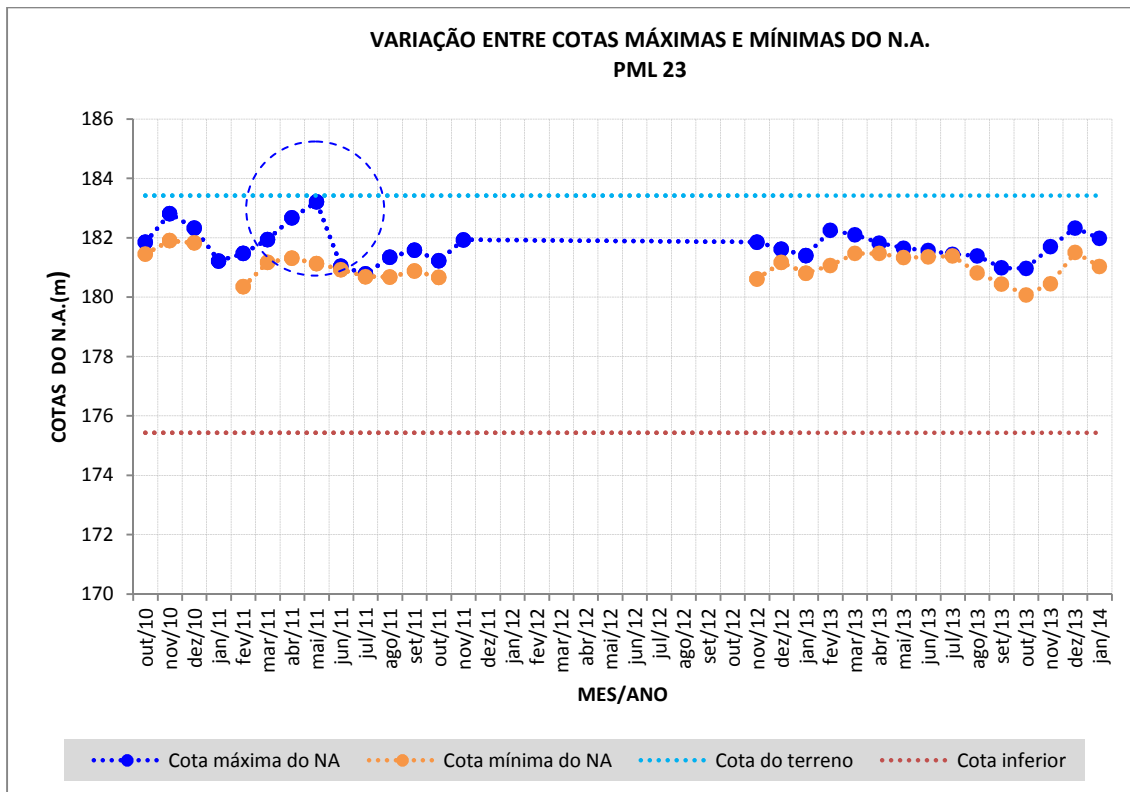
Ao confrontar os períodos secos do ano relativos a 2010, 2011 e 2013, a partir do mês de Maio, nota-se que estes também apresentam padrões distintos. Porém, as cotas médias de 2011 e 2013 são equivalentes. Mediante essa interpretação, é possível afirmar que a formação do TVR a partir de Março de 2013 não afetou o N.A. na área monitorada.

81

A cota média do N.A. calculada para o período que antecede ao enchimento do Reservatório de Anta, entre 08/2009 e 03/2013, é ligeiramente superior (cerca de 0,110m) à cota média do período correspondente à operação do TVR, entre Março de 2013 e Janeiro de 2014 (Figura 40). Tal variação negativa sugere estar mais relacionada à sazonalidade climática do que propriamente à formação do TVR.

No entanto, para confirmar se TVR exerce alguma influência sobre o N.A., é necessário coletar informações por um período mais abrangente.

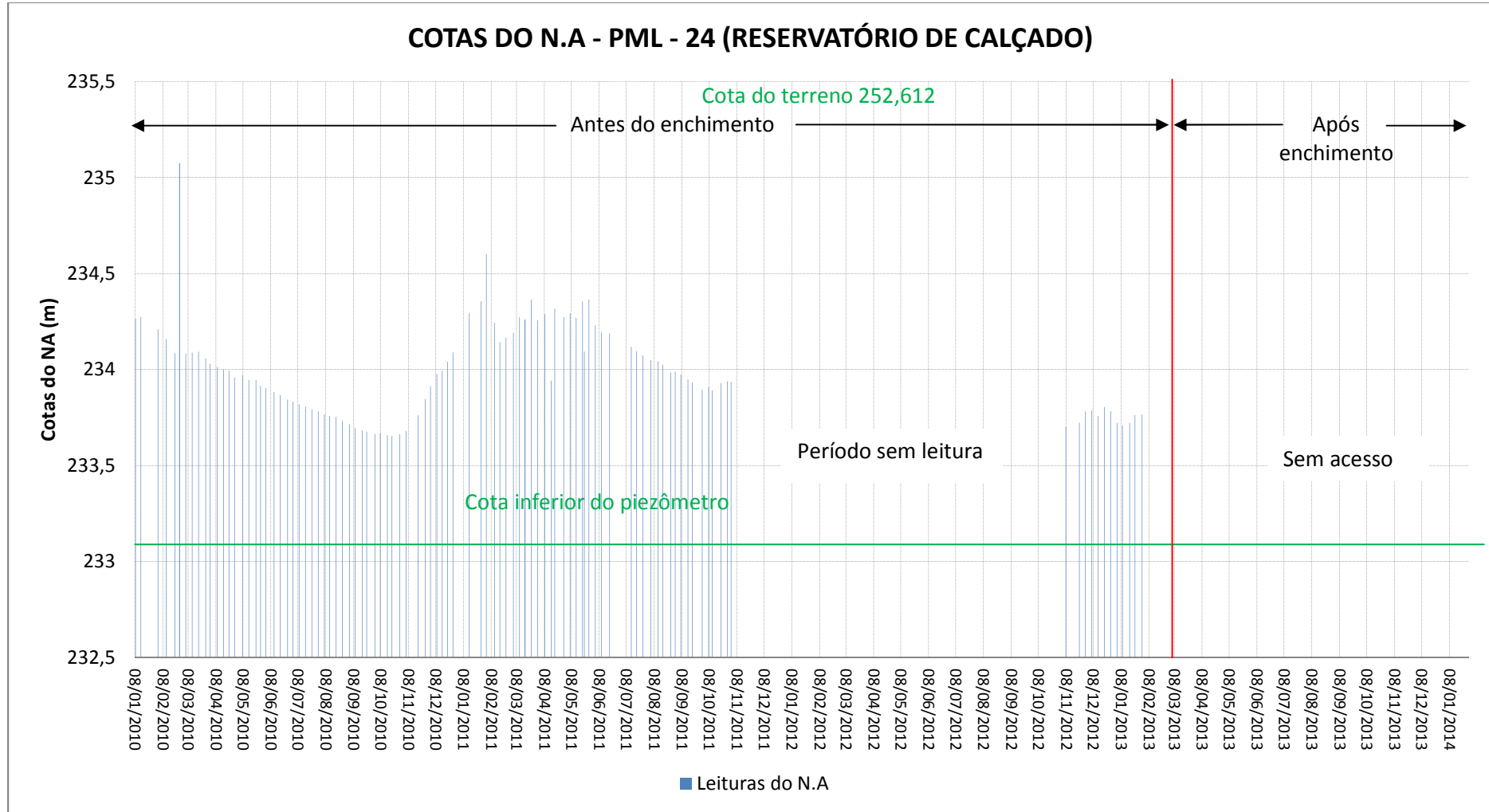
FIGURA 41 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 23 (TVR).



De uma maneira geral as cotas máximas do N.A. no **Piezômetro PML – 23** se situam muito próximas da superfície do terreno (Figura 41). Essa condição parece estar relacionada a presença de um substrato rochoso relativamente raso, pouco permeável, localizado acima da cota do rio Paraíba do Sul, o qual mantém a lençol freático em posição elevada e próxima da superfície do terreno, em média a 1,000 metro.

Em situação extrema de elevação do N.A. nota-se que este praticamente atinge a superfície topográfica (em destaque). Essa situação pode ser indicativo do desenvolvimento de pressão artesiana em razão do gradiente hidráulico que se estabelece entre a encosta e a porção mais baixa do relevo (onde se encontra o piezômetro).

FIGURA 42 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 24.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-24 (Calçado)

Não foi possível analisar a tendência do N.A. em função da formação do Reservatório de Calçado por ausência de dados do Piezômetro PML – 24.

A não coleta de informações se deve ao bloqueio da via de acesso ao ponto de lançamento da embarcação utilizada para deslocamento no Reservatório de Calçado.

FIGURA 43 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezômetro PML – 24 (Calçado).

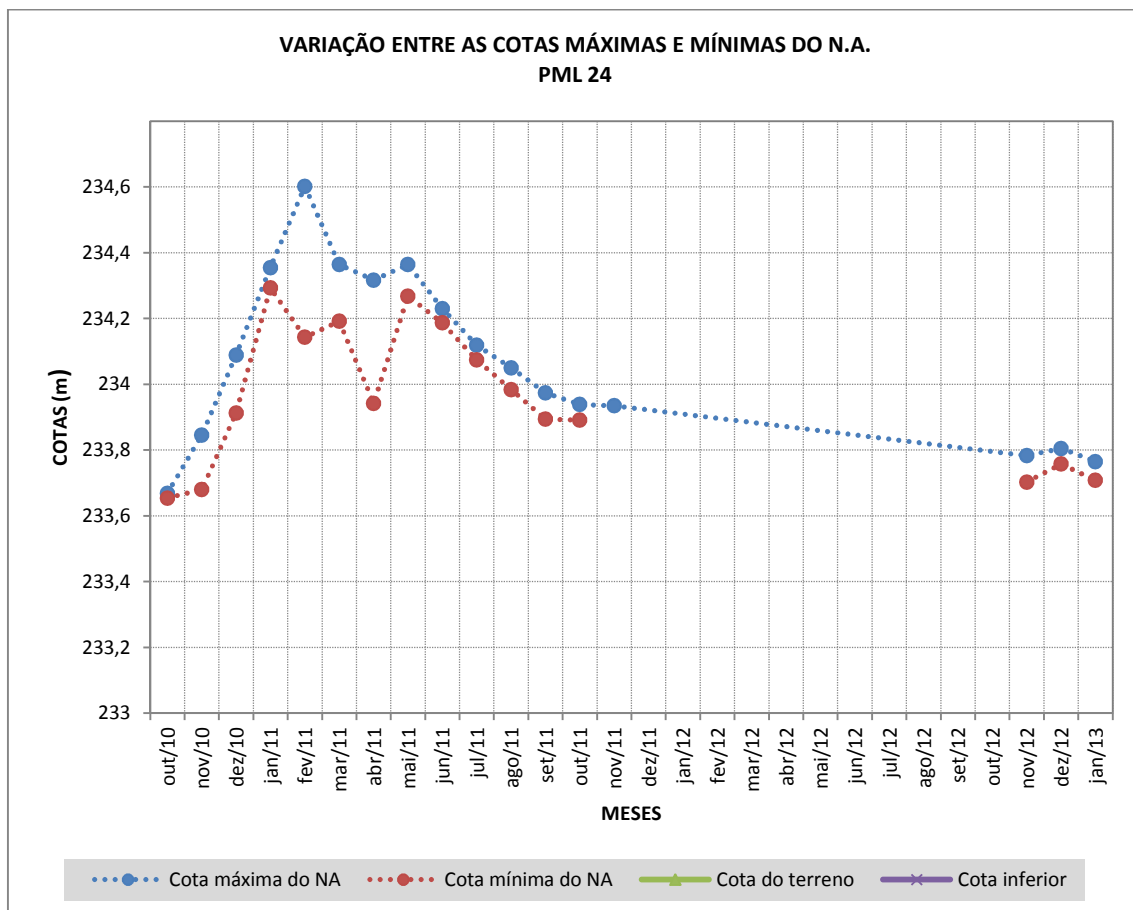
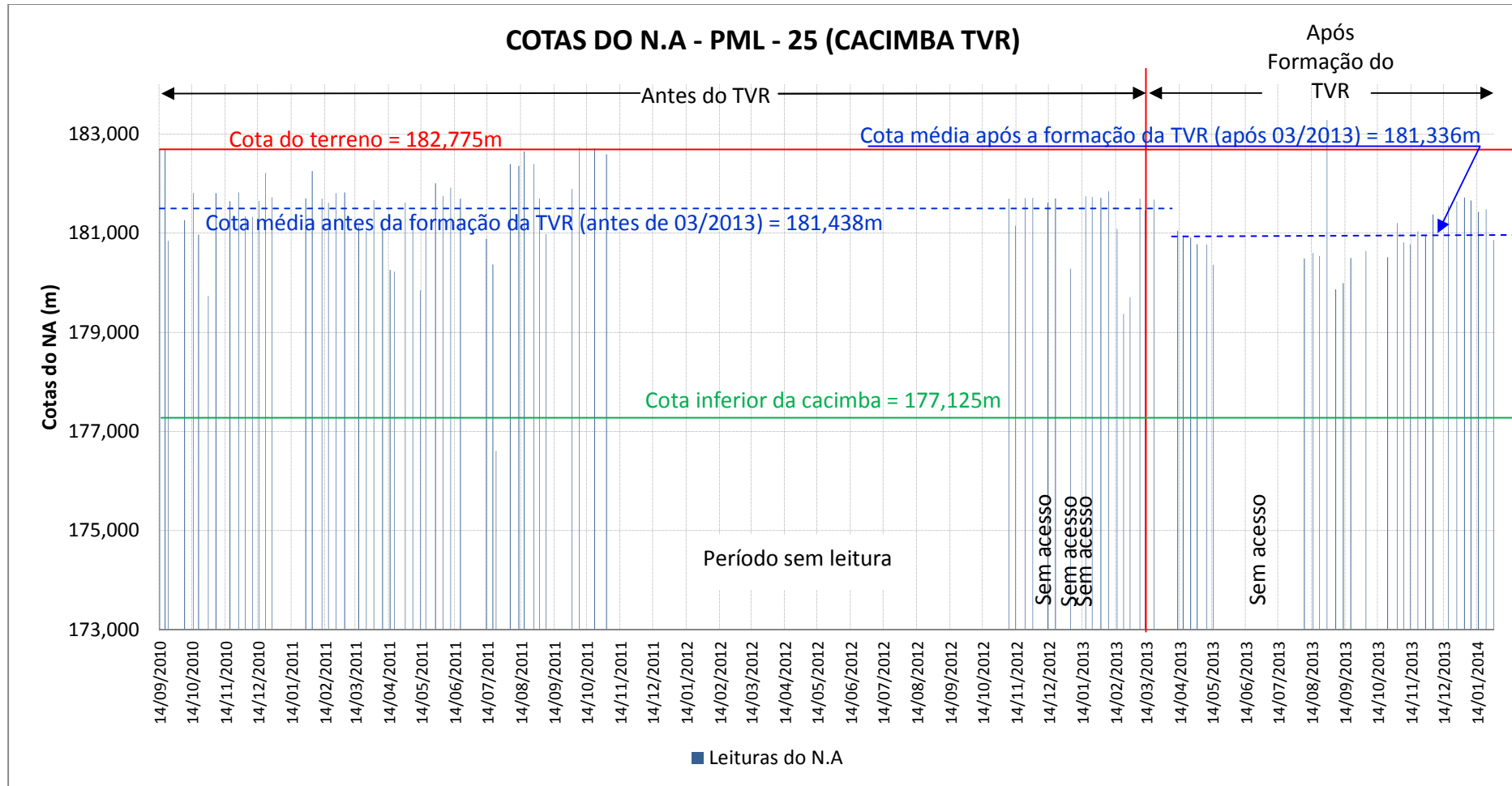


FIGURA 44 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 25.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO POÇO PML-25 (CACIMBA TVR)

De maneira semelhante aos demais Poços rasos do tipo cacimba, o **Poço de Monitoramento PML – 25** apresenta o N.A. muito raso em função de sua construção próxima de área brejosa, em média a 1,300 metro da superfície do terreno (Figura 44).

A sua inclusão na rede de monitoramento, assim como os demais poços tipo cacimba, deveu-se à necessidade de avaliação da qualidade físico-química e bacteriológicas da água subterrânea, aliada ao monitoramento do N.A. com o objetivo de verificar a influência da formação do Trecho de Vazão Reduzida (TVR) a jusante do Reservatório de Anta.

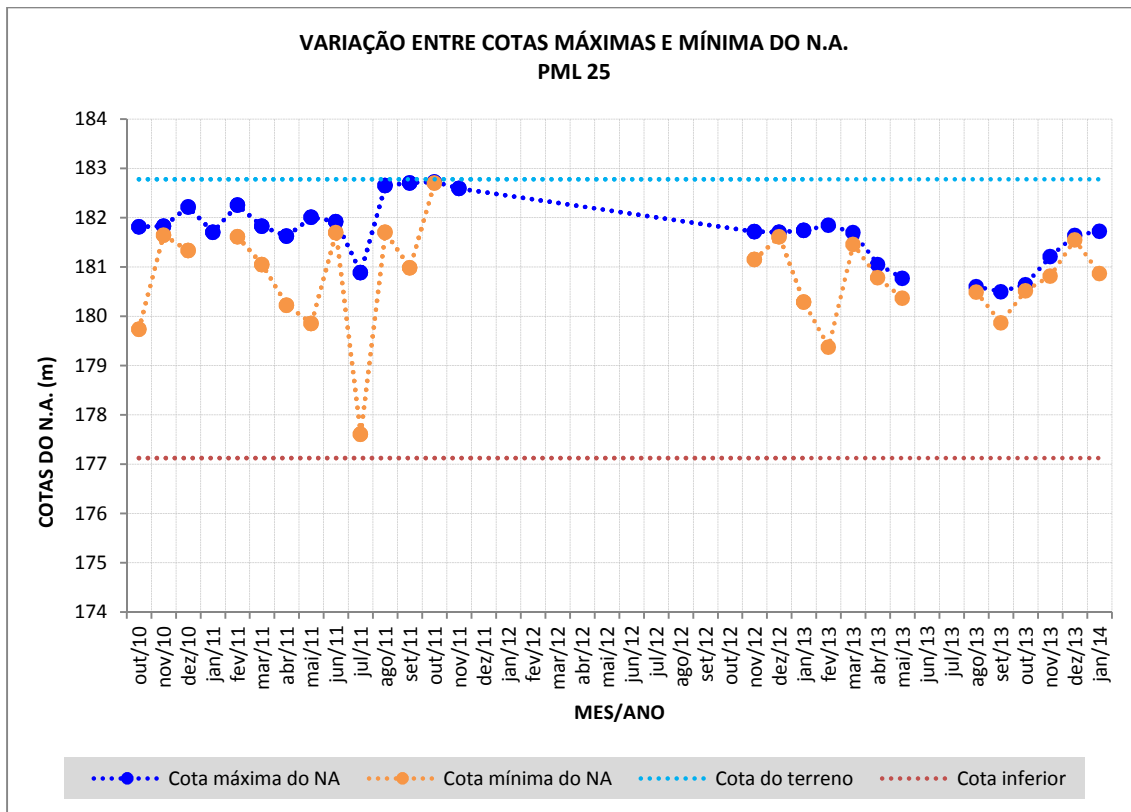
A grande dispersão nos valores de cota do N.A. provavelmente se deve à influência do fluxo subterrâneo oriundo de pontos mais distantes e, secundariamente, pela recarga direta por infiltração de águas pluviais. Tal comportamento sugere um controle exercido pelo relevo do entorno sobre o comportamento N.A.. Esta situação é semelhante ao local onde se encontra instalado o piezômetro PML – 23.

86

Em parte, a variação do N.A. também se deve ao bombeamento da água para uso na propriedade. As leituras das cotas do N.A., em várias ocasiões, foram prejudicadas pelo impedimento de acesso ao poço pelo proprietário, principalmente no período seco de 2013. Ao se comparar a cota média do N.A. calculada para o período que antecede à formação do TVR, entre 08/2009 e 03/2013, esta é ligeiramente superior (cerca de 0,100m) à cota média do período correspondente a vazão reduzida, entre Março de 2013 e Janeiro de 2014 (Figura 44). Tal variação negativa provavelmente está relacionada à sazonalidade climática e não em decorrência da formação do TVR.

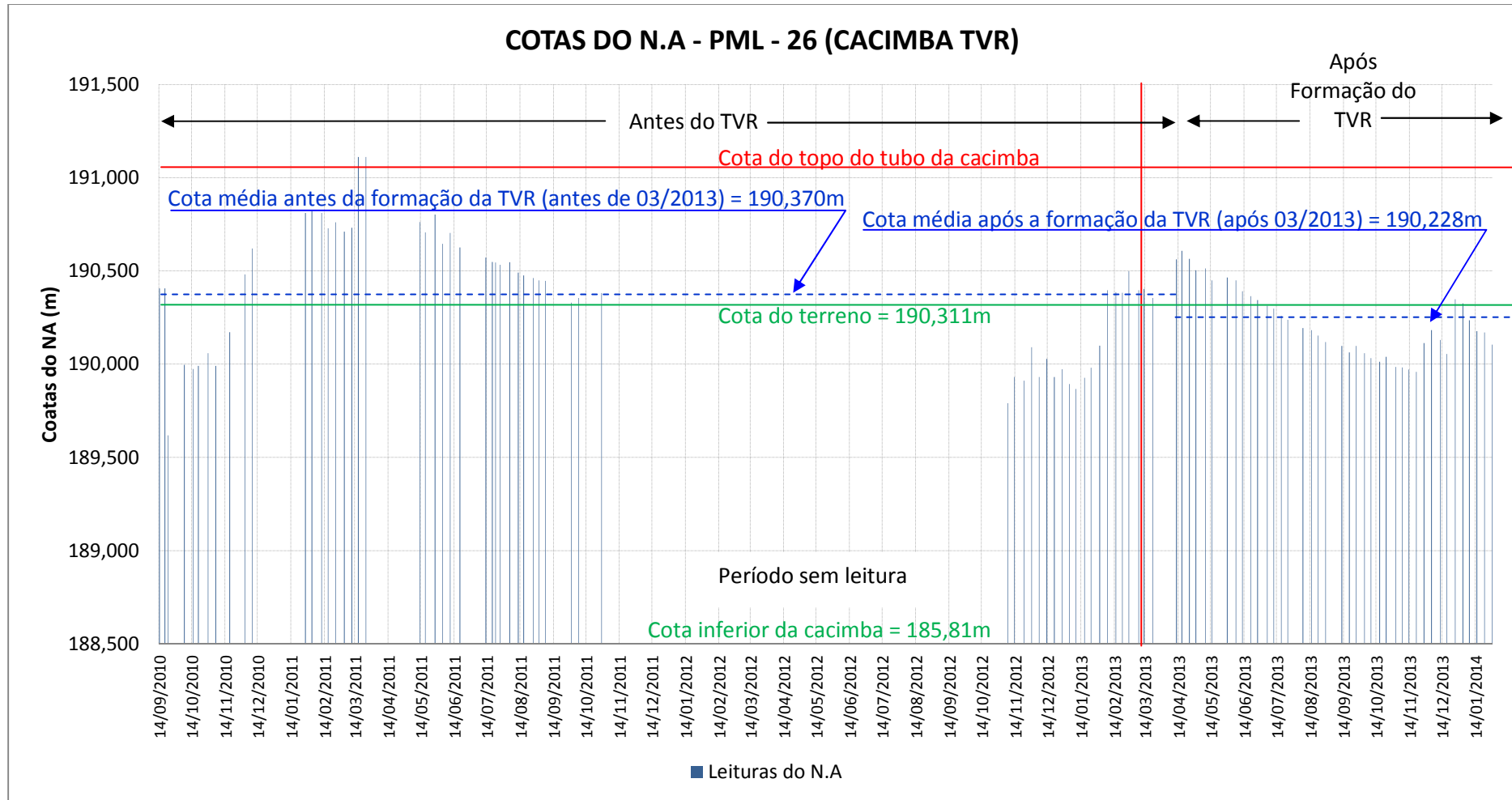
A ausência de informações de cotas do N.A. em determinados períodos e o seu comprometimento em função do bombeamento, dificultou comparação dos dados dos períodos secos de 2010 e 2011 com os de 2013 para fins de avaliação da influência da formação do TVR.

FIGURA 45 - Gráfico das cotas máximas e mínimas do Piezometro PML – 25 (TVR).



A variação das cotas máximas e mínimas do N.A. na cacimba deve-se, em parte, ao bombeamento da água para uso na propriedade (Figura 45).

FIGURA 46 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 26.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO POÇO PML-26 (CACIMBA TVR)

Como nos demais Poços manuais do tipo cacimba, o **Poço de Monitoramento PML – 26** apresenta o N.A. muito raso em função de sua localização em fundo de vale fluvial e próxima de área brejosa, a qual mantém o N.A. a 1,000 metro da superfície do terreno, em média.

Assim como as demais cacimbas, a sua inclusão na rede de monitoramento deveu-se à necessidade de avaliação da qualidade físico-química e bacteriológicas da água subterrânea, aliada ao monitoramento do N.A. com o objetivo de verificar a influência da formação do Trecho de Vazão Reduzida (TVR) a jusante do Reservatório de Anta.

Nota-se, a partir das cotas do N.A. ilustradas na Figura 46, que nos períodos chuvosos do ano, entre Novembro e Abril, ocorre uma significativa elevação do N.A. com resposta relativamente rápida aos eventos de chuvas, distintamente do **Poço de Monitoramento PML – 25**. Em duas ocasiões o N.A. atingiu o topo da Tubulação situado a 0,510 m acima da cota do terreno. Esta situação indica o desenvolvimento de pressão hidráulica em razão do gradiente hidráulico estabelecido entre as encostas do vale fluvial e o fundo de vale. As leituras das cotas do N.A., em várias ocasiões foram prejudicadas por falta de acesso ao poço em razão do transbordamento do córrego, principalmente no período chuvoso de 2011.

89

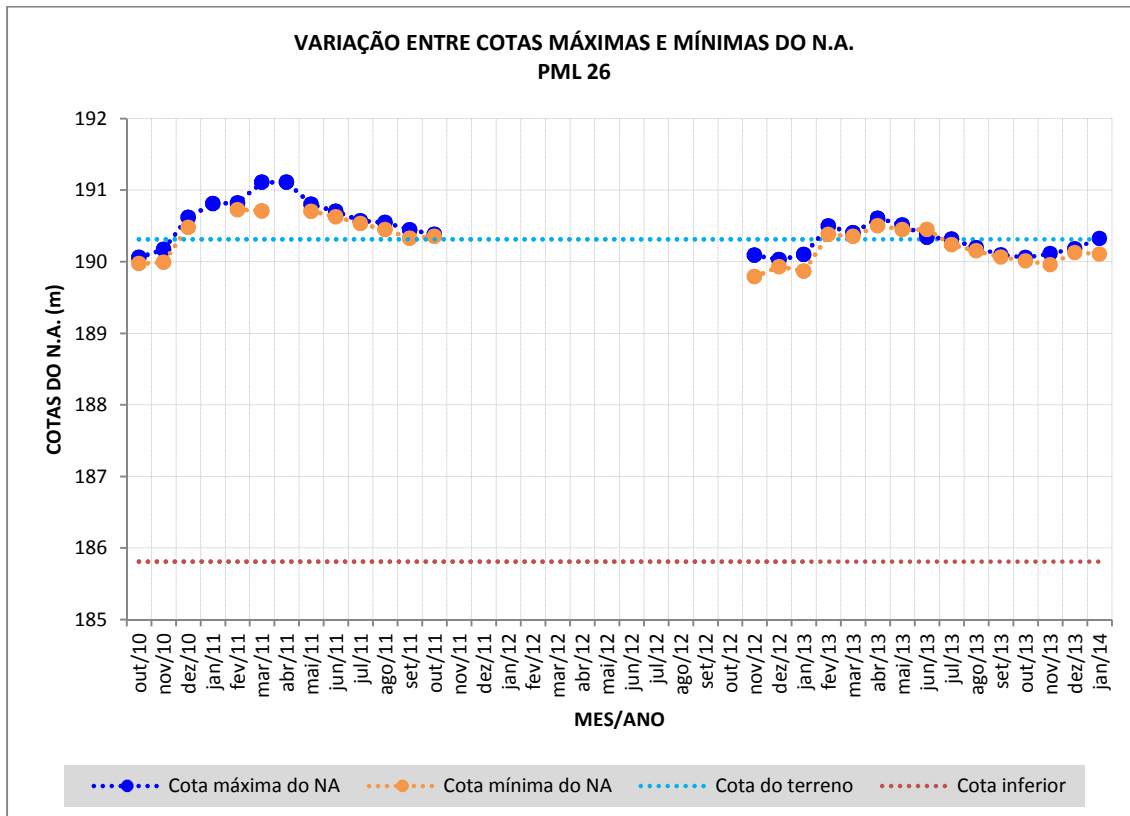
A análise dos dados de leituras mostra que a cota média do N.A. esteve mais elevada no período chuvoso de 2010/2011 em relação ao mesmo período de 2012/2013. Situação semelhante pode ser observada no período seco de 2011 em relação ao mesmo período de 2013 quando o TVR já estava em operação.

No entanto, a menor cota média do N.A. verificada no período seco de 2013 em relação à cota média do N.A. do período seco de 2011, não configura uma relação direta com o TVR e, sim, com a menor frequência e magnitude das precipitações do período chuvoso de 2012/2013.

Quando se compara a cota média do N.A. calculada para o período que antecede à formação do TVR, entre 08/2009 e 04/2013, esta é ligeiramente superior (cerca de 0,142m) à cota média do período correspondente a vazão reduzida, entre Março de 2013 e Janeiro de 2014 (Figura

46). Da mesma forma que o poço PML – 25, variação negativa constatada se deve à sazonalidade climática e não em decorrência da formação do TVR.

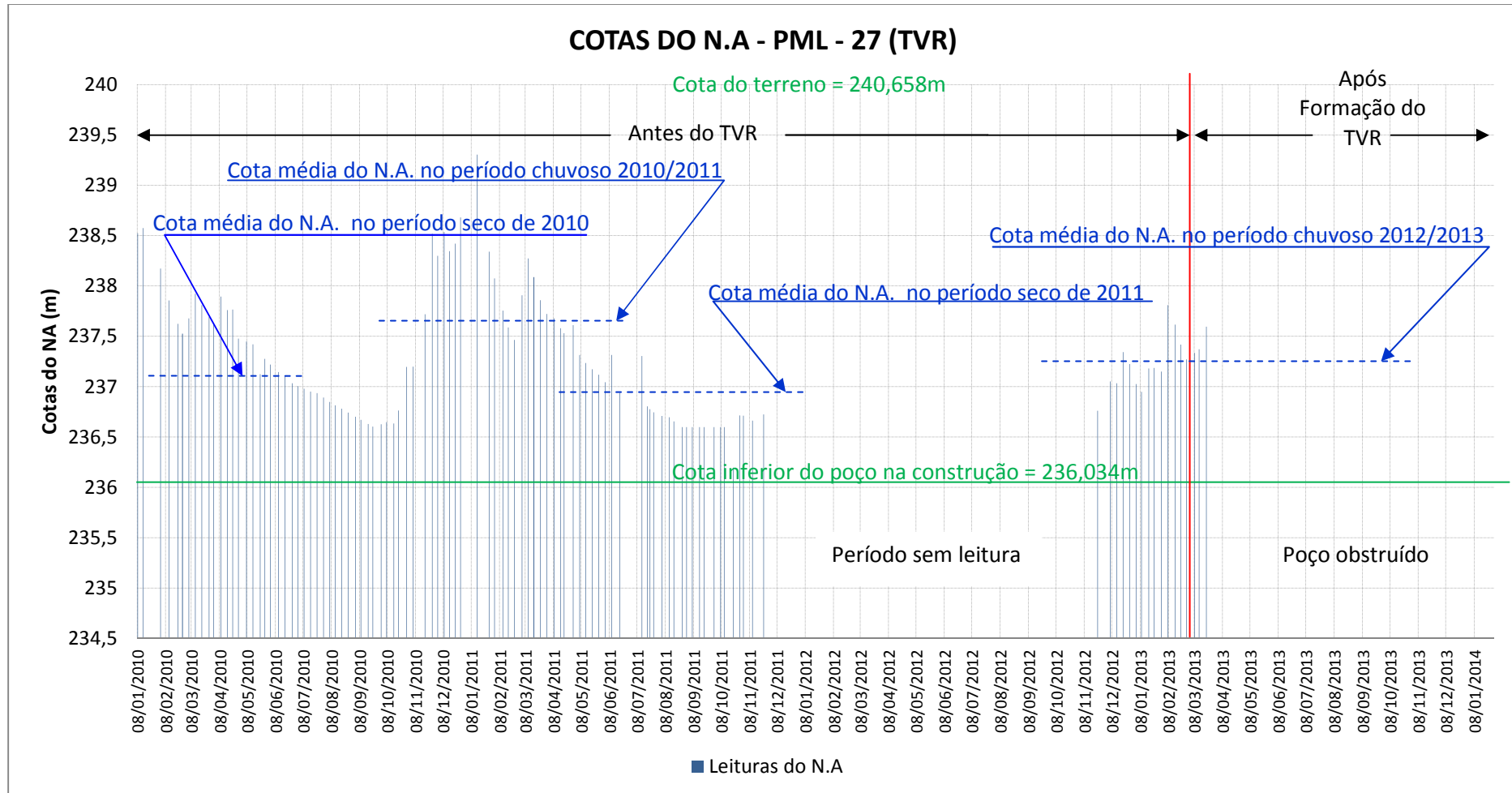
FIGURA 47 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 26 (TVR).



A situação de cotas máximas e mínimas observadas no **Poço de Monitoramento PML-26** (Figura 47), evidencia uma ligeira depleção nos valores de cotas máximas para o período seco de 2013 em relação ao mesmo período de 2011. Essa situação não reflete necessariamente a depleção em função da formação do TVR, mas sim em função do menor volume de precipitação do período chuvoso que antecede ao período seco.

Somente com base nessas informações não é suficiente para confirmar ou não a influência do TVR sobre o N.A. na área da cacimba. Para tanto é necessário coletar informações por um período mais abrangente.

FIGURA 48 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 27.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-27 (TVR)

Valores de cotas de N.A. obtidos para os períodos chuvosos de 2009/2010 e 2010/2011 e para os períodos secos 2010 e 2011 mostram grande semelhança entre si, com elevação mais ou menos brusca e rebaixamento gradual, conforme ilustrado na Figura 48.

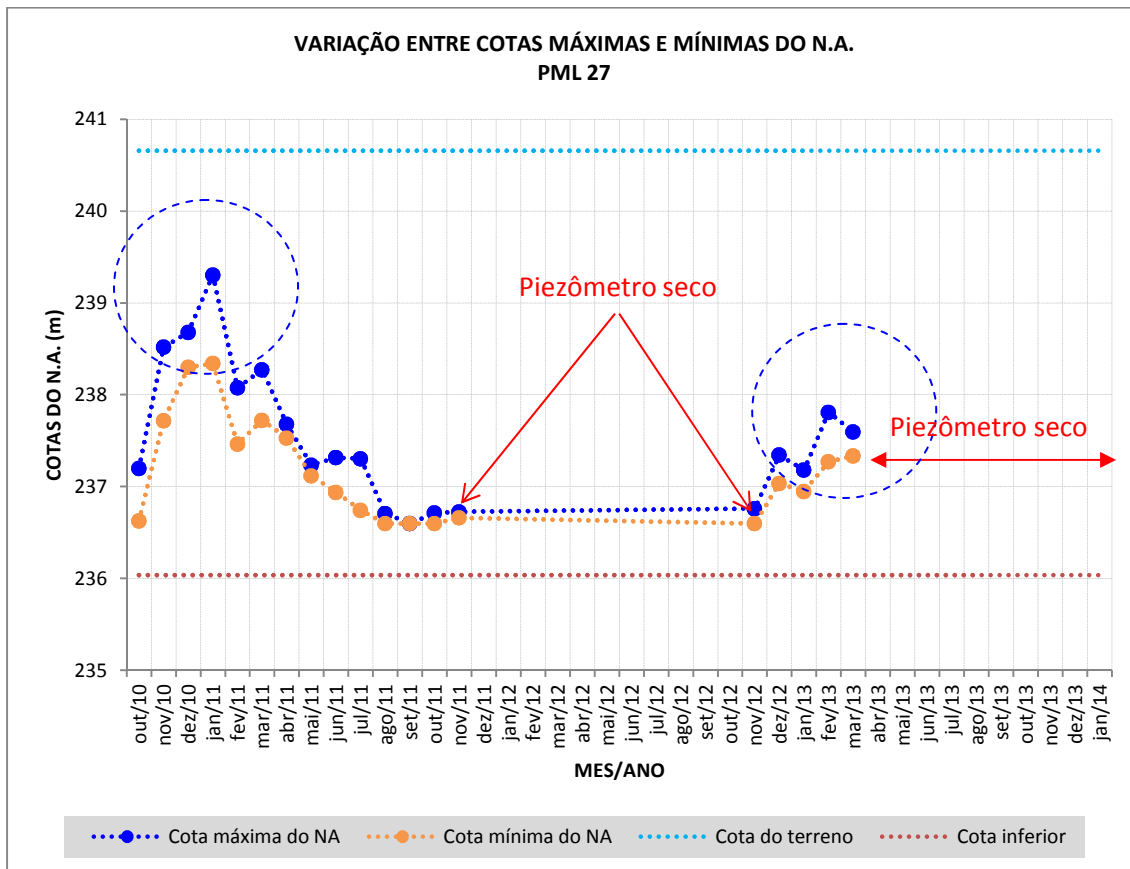
Por outro lado, cotas do N.A. levantadas no período chuvoso de 2012/2013 (até Março) mostram grande dispersão de valores. A cota média do período chuvoso de 2010/2011 apresentou-se significativamente mais elevada em relação a cota média do período chuvoso de 2012/2013, em cerca de 0,800 metro. Por outro lado, as cotas médias dos períodos secos de 2010 e 2011 se equivalem.

As diferenças nas cotas médias dos períodos chuvosos referidos pressupõem estar relacionadas às características das precipitações de 2010/2011 e 2012/2013. Após Março de 2013 não foi mais possível realizar leituras do N.A. no Piezômetro em razão de introdução proposital de material estranho no seu interior. Desse modo, a comparação do período seco de 2013 não pode ser realizada com outros períodos secos de 2010 e 2011.

92

No entanto, informações obtidas nos demais piezômetros e poços de monitoramento localizados no Trecho de Vazão Reduzida suprimem a ausência do PML – 27. Dados provenientes dos piezômetros PML -23, PML – 28, PML – 29 e PML-30 e de poços rasos do tipo cacimba PML – 25 e PML – 26, após a sua análise, pressupõem que a formação do TVR não afeta o lençol freático no seu entorno e nem a disponibilidade hídrica à população.

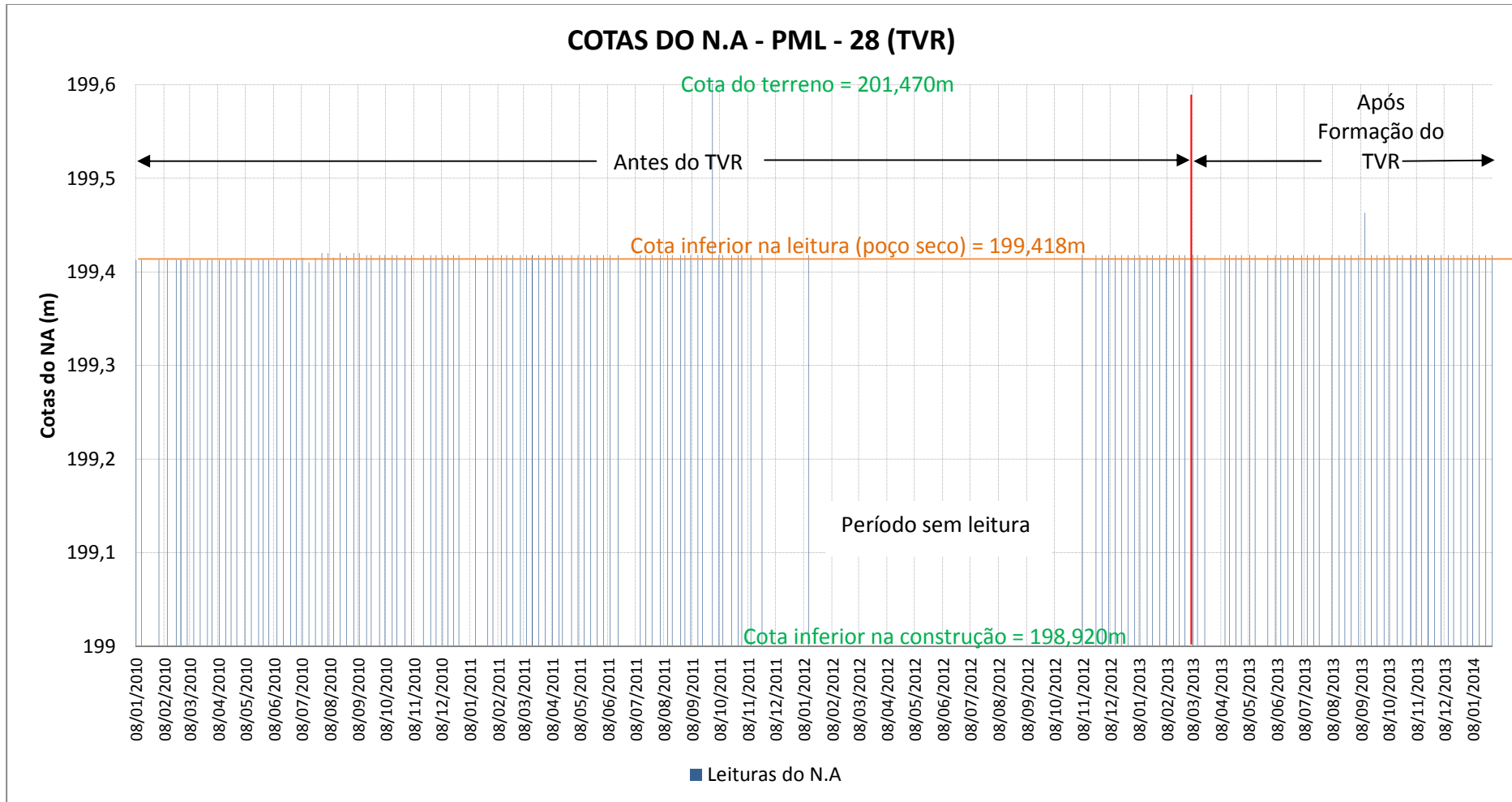
FIGURA 49 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 27 (TVR).



Observa-se na Figura 49 a diferença nas cotas máximas e mínimas do N.A. entre os períodos chuvosos de 2010/2011 e 2012/2013 (em destaque).

A partir de Março de 2013 o Piezômetro foi obstruído propositalmente com material estranho, o que impediu a leitura do N.A.. Devido a esse problema a comparação entre os períodos secos de 2010, 2011 e 2013 não foi possível.

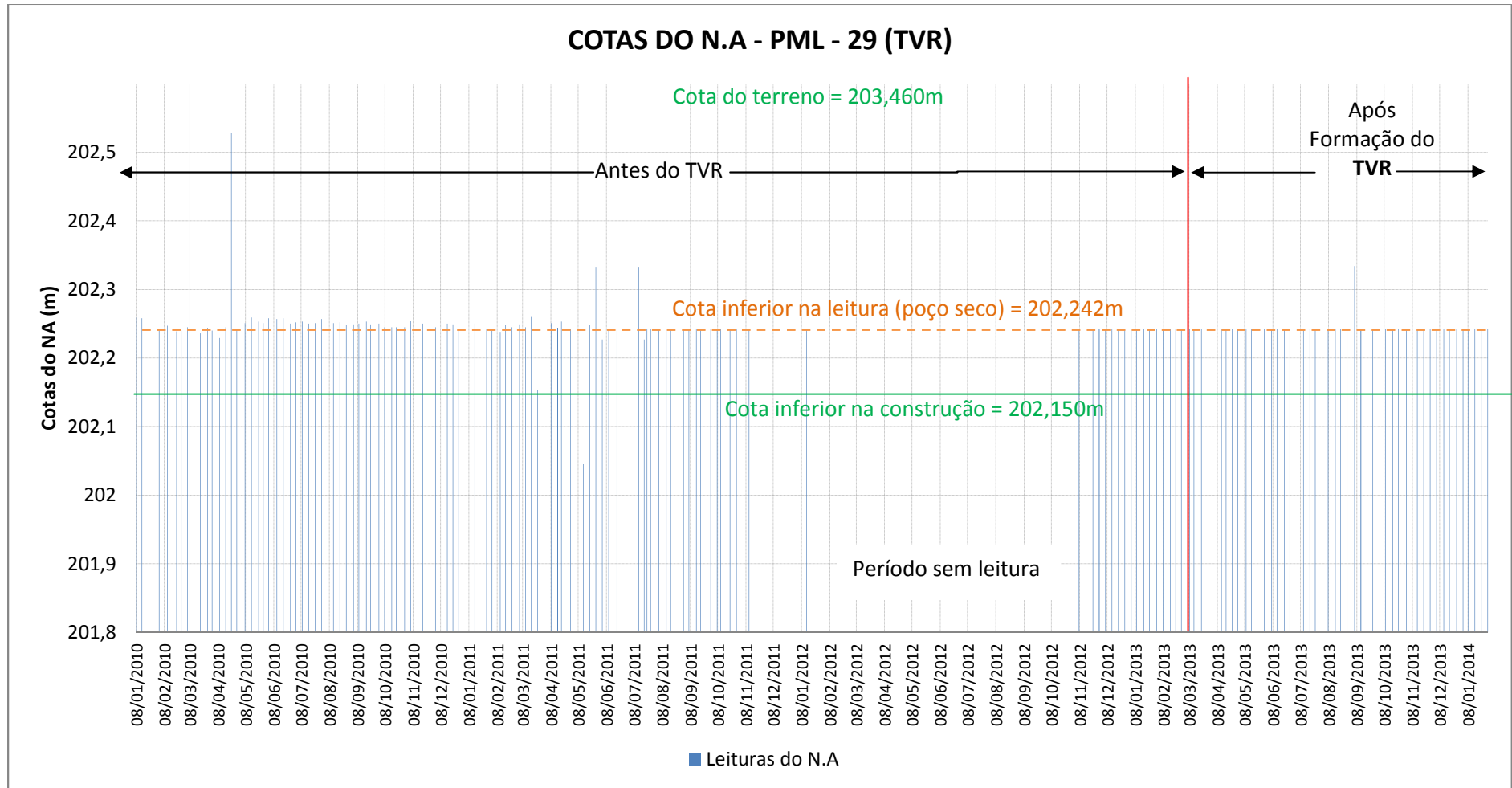
FIGURA 50 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 28.



ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-28 (TVR)

Este piezômetro apresentou-se seco desde a sua primeira leitura em 18/08/2009. Em função disso não foi possível verificar qualquer evolução das cotas do N.A. com ou sem a formação do TVR (Figura 50).

FIGURA 51 - Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 29.



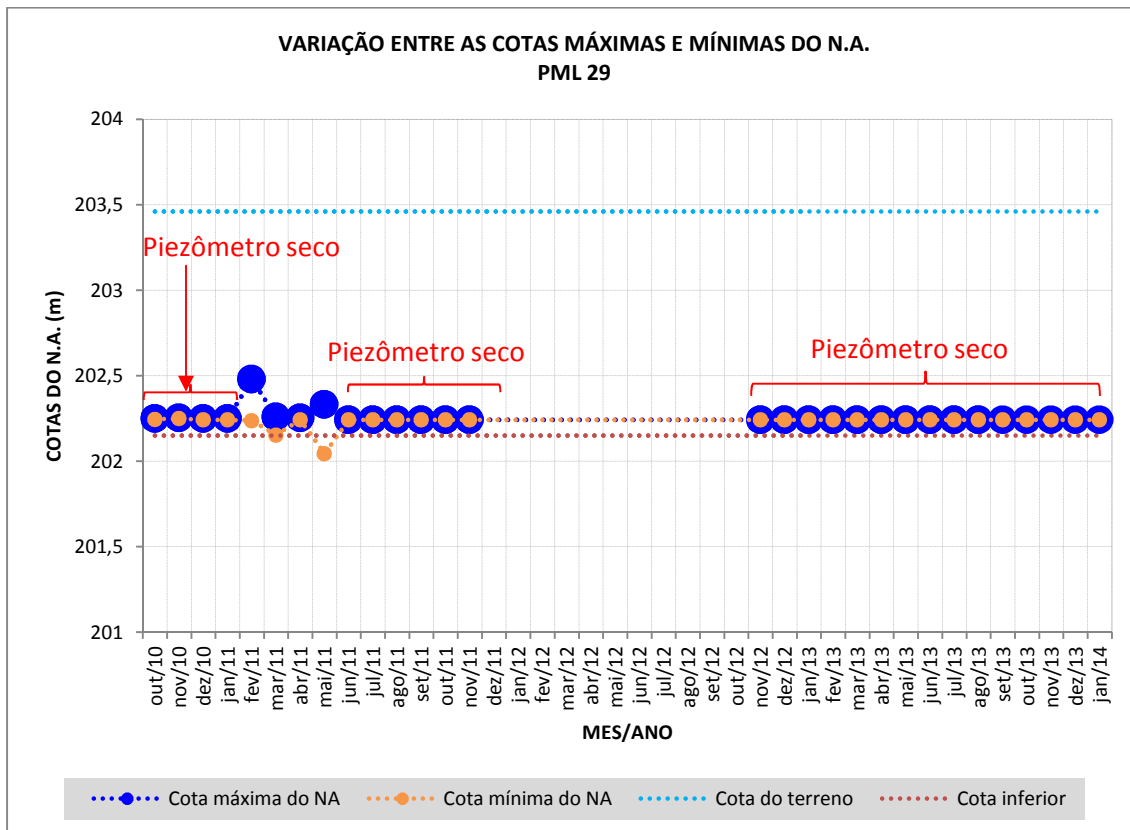
ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-29 (TVR)

O **piezômetro PML – 29** localizado em uma Praça de Sapucaia – RJ (Parque Infantil) apresentou água no período 09/2009 a 05/2011. A partir de 06/2011 e estendendo-se até 01/2014 deixou de registrar água no seu interior, portanto, bem antes da formação do TVR (Figura 51).

Ao se considerar as cotas do terreno (203,460m) e a cota inferior do piezômetro (202,242), nota-se de imediato a pequena espessura da camada inconsolidada sobre o substrato rochoso (1,218 m). Tal condição de espessura não permite a formação de um lençol freático perene no local. Somente nos períodos chuvosos poderá ocorrer uma estreita faixa saturada sobre a rocha do substrato. Porém, na maior parte do ano, o lençol tende a estar ausente.

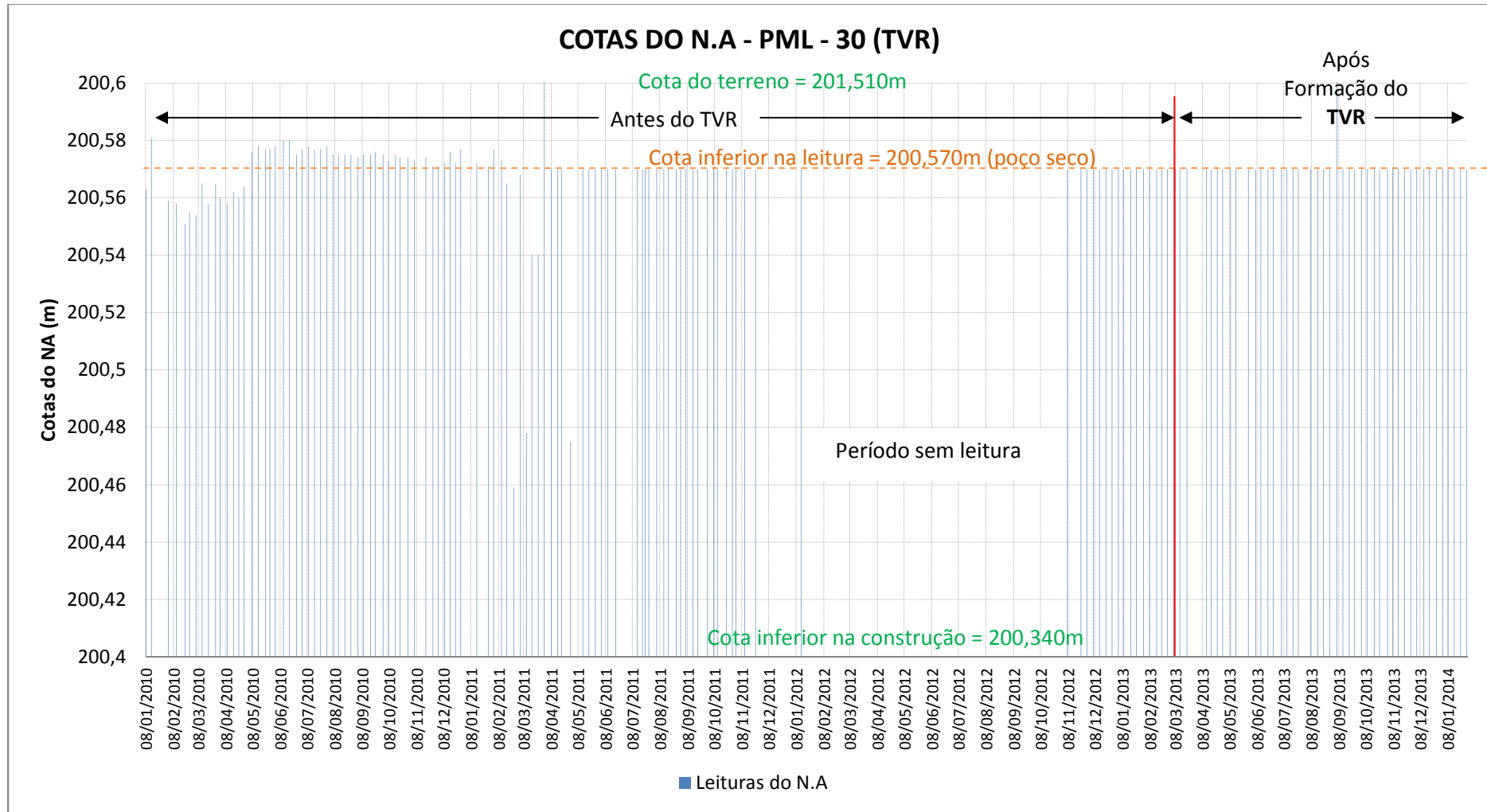
Desse modo, a presença da água freática até 05/2011 e ausência após essa data, sugere a influência do volume acumulado das chuvas ao longo do período de monitoramento do NA.

FIGURA 52 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezometro PML – 29 (TVR).



A Figura 52 ilustra a situação de cotas máxima e mínima do **Piezômetro PML – 29**. O N.A. foi observado por um período de tempo, de 09/2009 a 05/2011. A ausência do N.A. no período subsequente não permitiu uma análise da evolução do nível freático.

FIGURA 53 – Alturas das cotas do nível freático no ano hidrológico 2010/2011, acrescidas de cotas do período de monitoramento Novembro de 2012 a Janeiro de 2014 – PML – 30.



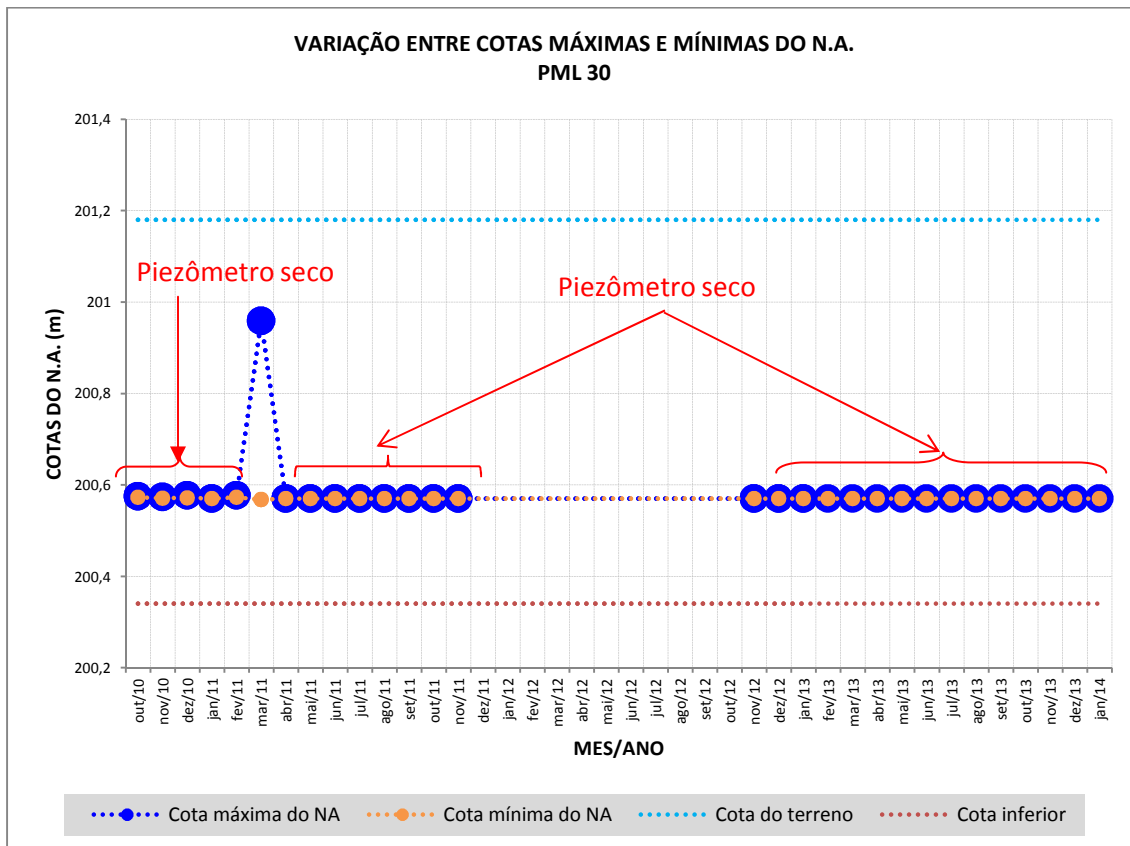
ANÁLISE DOS DADOS DE LEITURA DO N.A. DO PIEZÔMETRO PML-30 (TVR)

Os dados de leitura do Piezômetro PML – 30 ilustrados na Figura 52 evidenciam a presença da água freática até o mês de Fevereiro de 2011. A partir dessa data todas as leituras subsequentes não registraram o N.A, portanto, bem antes da formação do TVR.

Leituras realizadas em 2010 e 2011 mostram uma tendência de cotas mais baixas do N.A. nos meses de Janeiro a Abril, contrastando com os níveis observados em outros piezômetros.

A pequena profundidade do piezômetro (1,17m) remete a pequena espessura da cobertura inconsolidada sobre o substrato rochoso. Desse modo, a espessura reduzida não permite a formação de um lençol freático perene no local, de maneira análoga ao PML - 29. Somente nos períodos chuvosos poderá ocorrer uma estreita faixa saturada sobre a rocha do substrato. Porém, na maior parte do ano, o lençol tende a estar ausente. Portanto, a presença de água ou a sua ausência no piezômetro sugere estar diretamente relacionada ao volume de chuvas durante o ano e não com a formação do TVR.

FIGURA 54 - Gráfico das cotas máximas e mínimas no Piezômetro PML – 30.



A situação das cotas máximas e mínimas no Piezômetro PML – 30 ilustradas na Figura 54, da mesma forma que o PML – 29, a não caracterização da evolução do N.A. no período subsequente a Fevereiro de 2011 não permitiu uma análise da evolução do nível freático com a formação do TVR.

No Quadro 01 abaixo, será apresentada a análise comparativa do monitoramento do lençol freático antes e após o enchimento do Reseratório Principal de Anta, assim como dos reservatórios auxiliares.

Quadro 01 – Análise comparativa do monitoramento do nível do lençol freático.

Nº Medidor do NA (prof.m)	Situação	Cota inferior (m)	Cota Topo do tubo (m)	Cota Terreno (m)	Cota Média (m)	Menor cota do NA (m)	Maior cota do NA (m)	Variação do NA (m)	Prof. do NA em relação ao terreno (m)	Características dos terrenos onde estão localizados os medidores e análise da possível influência na elevação do NA com o enchimento dos reservatórios até a cota 251,50m	
PML 01 (3,41m)	Antes do enchimento	Geral	250,258	254,798	253,728	251,990	251,137	253,608	2,471	0,120	Encontra-se localizado em terraço aluvial do rio Paraíba do Sul. Leituras de monitoramento do lençol freático evidenciam pequena profundidade do N.A., 0,120m em sua máxima elevação. A menor cota do N.A. observada foi de 251,137m, portanto, abaixo da cota de inundação do Reservatório de Anta (251,500m). Com o enchimento do reservatório é esperado ocorrer elevação do N.A. com maior frequência, para uma posição próxima da maior cota observada nas leituras (253,608m) de forma permanente, com possível exposição temporária do lençol freático no período chuvoso do ano em razão do retardamento da velocidade do escoamento subterrâneo e/ou interrupção do fluxo de base com o enchimento do reservatório.
		2010 ¹				251,713	251,571	252,018	2,157	1,710	
		2011 ²				251,606	251,312	251,968	0,656	1,760	
	Após enchimento	250,258	254,798	253,728	251,984	251,853	252,068	0,215	1,660	A cota de maior elevação do N.A. verificado após o enchimento do Reservatório de Anta foi de 252,068 m, portanto, inferior à cota máxima verificada no período de monitoramento que antecede ao enchimento. No entanto, é importante lembrar que as leituras do piezômetro foram realizadas no período compreendido entre Maio e Agosto de 2013, no período seco do ano. A menor cota verificada no período pós-enchimento foi 251,853 m. Esta é superior a obtida no período que antecede ao enchimento do Reservatório de Anta.	

PML 02 (3,22m)	Antes do enchimento	Geral	250,325	254,665	253,546	251,387	250,796	253,255	2,459	0,291	Situação semelhante ao PML 01
		2010¹				250,962	250,845	251,880	1,035	1,666	
		2011²				251,113	250,851	251,884	1,033	1,662	
	Após enchimento		250,325	254,665	253,546	251,312	251,003	251,528	0,525	2,018	A cota máxima do N.A. verificada no período compreendido entre Março e Agosto de 2013 foi 251,528m, contra 253,255m do período anterior ao enchimento. É importante comentar que os valores de cotas do N.A. do período que antecede o enchimento dos Reservatórios são relativos aos períodos secos e chuvosos do ano de 2010, 2011, 2012 e 2013. Por outro lado, as cotas do N.A. que corresponde ao Reservatório de Anta na cota 251,500 m são relativas ao período de Março a Agosto de 2013.

PML 03 (5,55m)	Antes do enchimento	Geral	248,485	255,125	254,043	250,430	248,457	251,818	3,361	2,225	Situação semelhante ao PML 01 e 02. Nota-se que o N.A. atingiu, na sua elevação máxima, cota superior ao do Reservatório de Anta (251,500m), se situando a 2,225 m abaixo da superfície do terreno.
		2010 ¹				249,757	249,654	249,894	0,240	4,149	
2011 ²					249,972	249,164	251,714	2,550	2,329		
	Após enchimento		248,485	255,125	254,043	251,310	251,081	251,469	0,388	2,574	Elevação do N.A. para uma posição superior a maior cota observada desde o início do monitoramento (251,818 m) é previsível ocorrer e, nos períodos de maior precipitação atmosférica poderá ocorrer exposição temporária do N.A.

PML 04 (4,93m)	Antes do enchimento	Geral	252,389	258,349	257,323	254,347	252,626	255,899	3,273	1,424	Encontra-se posicionado em área de sedimento coluvial e saprolito. Apresentou variação relativamente grande do N.A., da ordem de 3,273 m, durante todo o período de monitoramento considerado. A menor cota do NA, de 252,626m, se situa acima da cota máxima do Reservatório de Anta (251,500 m).
		2010 ¹				254,276	254,211	254,344	0,133	2,979	
2011 ²				254,566	254,351	254,849	0,498	2,474			
PML 04 (4,93m)	Após enchimento	Geral	252,389	258,349	257,323	253,835	253,691	253,96	0,269	3.363	Ao confrontar os valores de cotas de N.A. máximas correspondentes aos períodos secos de 2010/2011 e 2013, respectivamente, 254,344 m, 254,849 m e 253,96 m, nota-se uma ligeira depleção em 2013 na fase de em que o Reservatório de Anta já se encontrava cheio. Apesar da depleção em 2013, é esperado que ocorra a elevação do N.A. além da cota máxima verificada, de 255,899 m, com a incidência das chuvas e em razão do retardamento do fluxo de base, porém não deverá ocorrer a sua exposição.

PML 05 (2,18m)	Antes do enchimento	Geral	252,076	255,306	254,257	252,575	252,553	253,045	0,492	1,212	Situação semelhante ao do PML - 04
		2010¹				252,345	252,308	252,385	0,077	1.872	
		2011²				252,427	251,856	252,556	0,700	1,701	
	Após enchimento		252,076	255,306	254,257	252,543	252,444	252,634	0,190	1,623	Situação semelhante ao do PML - 04

PML 06 (5,93m)	Antes do enchimento	Geral	247,168	254,198	253,102	248,869	248,043	248,878	0,835	4,224	Situado sobre um terraço fluvial do rio Paraíba do Sul, formado sedimentos coluviais e solo residual maduro. Estes encontram-se recobertos por um aterro com cerca de 0,70 m de espessura. Mostra pequena variação entre as cotas máxima e mínima do N.A. verificadas durante o período de monitoramento, de 0,835m. Tal variação deve-se à conformação plana do terreno. Por outro lado, a profundidade mínima do N.A. observada é relativamente elevada (4,224m) em razão do desnível entre a cota do terreno no ponto de leitura e o nível d'água do rio Paraíba do Sul. A maior cota do N.A. observada foi 248,878 m, portanto, inferior a cota de inundação, de 251,500 m.
		2010¹				248,239	248,118	248,600	0,482	4,502	
2011²					248,227	248,043	248,391	0,348	4,711		
	Após enchimento		247,168	254,198	253,102	251,615	251,237	251,899	0,662	1,203	Com a formação do Reservatório de Anta nota-se a elevação do N.A. para uma posição superior à cota 251,500 m, mesmo no período seco do ano. Esta situação não havia sido constatada na fase que antecede ao enchimento do reservatório. Em função disso, é possível afirmar que o Reservatório de Anta exerce influência na elevação do N.A. no ponto monitorado. Além da influência do reservatório, também pode ser atribuído ao baixo gradiente hidráulico local que resulta no retardamento do fluxo de base. Dada à pequena profundidade do N.A. observada na sua elevação máxima, de 1,203 m, é previsível ocorrer saturação hídrica superficial temporária nas porções topograficamente mais deprimidas em relação ao ponto de leitura do N.A., especialmente nos períodos chuvosos do ano.

PML 07 (6,30m)	Antes do enchimento	Geral	247,892	255,352	254,192	250,340	250,099	250,594	0,495	3,598	Localiza-se em contato de colúvio com solo residual maduro/saprolito de gnaisses. Apresenta profundidade do N.A. que pode ser considerado moderada, de 3,598m. De forma semelhante ao medidor PML-06 mostrou pequena variação do N.A. entre as suas cotas máxima e mínima, da ordem de 0,495m. Também, de forma semelhante ao ponto anterior, os níveis máximo e mínimo do N.A. observados durante o período considerado se situaram abaixo da cota de inundação (251,500m), o que sugere a elevação destes com a formação do reservatório de Anta.
		2010¹				Seco	Seco	Seco	-	-	
		2011²				Seco	Seco	Seco	-	-	
	Após enchimento		247,892	255,352	254,192	250,395	250,191	250,594	0,403	3,598	Antes do enchimento do Reservatório Principal de Anta o Piezômetro PML – 07 sempre se apresentou seco. Com o enchimento passou a apresentar água em todas as leituras realizadas. Nota-se que a cota média do período entre Março e Agosto de 2013 foi de 250,395m, enquanto que em 2010 e 2011 o piezômetro se apresentou seco, mesmo nos períodos chuvosos. Em razão dessa nova situação, nota-se forte evidência da influência do reservatório na elevação do N.A.. No entanto, a elevação do N.A. não deverá implicar na saturação hídrica superficial.

PML 08 (3,97m)	Antes do enchimento	Geral	250,389	255,539	254,366	251,848	Seco	251,100	0,711	3,266	Posicionado sobre um aterro de 1,90m de espessura e solo residual jovem (saprolito). A Profundidade de N.A. pode ser considerada elevada para o local. A cota máxima observada do N.A. situou-se em torno de 251,100 m, portanto, pouco abaixo da cota máxima de inundação (251,500 m). A cota mínima do N.A. não foi observada em função de o medidor ter se apresentado seco na maior parte do ano. Com a formação do reservatório de Anta, é esperada a elevação do N.A. para cotas superiores à cota de inundação, porém sem a sua exposição.
		2010¹				Seco	Seco	Seco	–	–	
		2011²				Seco	Seco	Seco	–	–	
	Após enchimento		250,389	255,539	254,366	251,884	251,697	252,026	0,329	2,340	De maneira semelhante ao PML – 07 apresentou-se seco no período compreendido entre Maio e Agosto de 2010 e 2011. Passa a apresentar água após o enchimento do Reservatório de Anta, cuja cota máxima situa-se em 251,500 m. Distintamente do PML-07, pode apresentar saturação hídrica superficial temporária nos períodos chuvosos do ano.

PML 09 (4,55m)	Antes do enchimento	Geral	252,878	258,518	257,434	253,336	Seco	254,666	1,788	2,768	<p>Construído em sedimento coluvial, o medidor de N.A. apresentou-se seco em parte do Ano, de forma que não foi possível a caracterização da cota de sua mínima.</p> <p>Antes do enchimento do Reservatório Principal de Anta, observava-se a variação entre presença e ausência de água no medidor.</p>
		2010 ¹				253,071	Seco	253,131	–	4,303	
2011 ²					253,268	Seco	253,472	–	3,962		
	Após enchimento		252,878	258,518	257,434	253,367	253,209	253,674	0,465	3,760	<p>Após o enchimento, passou a apresentar água em todas as campanhas de leitura, com a cota média de 353,367 m, portanto, maior do que as cotas médias correspondentes ao mesmo período de 2010 e 2011, respectivamente, 253,071 m e 253,268 m. Tal situação sugere a ascensão do N.A. por influência do Reservatório de Anta.</p> <p>Poderá ocorrer elevação do N.A. no período chuvoso do ano, porém sem a sua exposição, em razão do baixo gradiente hidráulico local e influência do reservatório. Não é esperada a exposição do lençol freático.</p>

PML 10 (3,17m)	Antes do enchimento	Geral	254,248	258,538	257,423	256,035	Seco	256,203	1,955	1,220	Encontra construído sobre sedimentos coluviais e residuais maduros e saprolitos. Apresenta pequena profundidade do N.A. (1,220 m) em relação ao seu nível mais elevado, porém não foi observado o seu nível mínimo em seus 3,17 m de profundidade.
		2010 ¹				254,789	Seco	254,918	-	2,505	
2011 ²					256,140	256,073	256,198	0,125	1,225		
	Após enchimento		254,248	258,538	257,423	256,703	256,522	256,869	0,347	0,554	<p>Após o enchimento do Reservatório de Anta nota-se uma sensível elevação do N.A. no período seco de 2013. Esta situação pode ser observada a partir das cotas máxima e média alcançadas no período Março-Agosto de 2013 em relação ao mesmo período de 2010 e 2011.</p> <p>Em razão do comportamento anômalo do Piezômetro PML – 10 não é possível afirmar se a elevação do N.A. no período seco de 2013 está relacionada à influência do Reservatório Principal de Anta, que atingiu a cota 151,500 m no mês de Março de 2013.</p> <p>Para a confirmação da influência da formação do Reservatório Principal de Anta tornam-se fundamentais as informações do N.A. relativas a um período maior de monitoramento. Caso a influência se confirme, especial atenção deverá ser dispensada ao período chuvoso do ano, quando poderá ocorrer a saturação hídrica na superfície do terreno.</p>

PML 11 (2,493)	Antes do enchimento	Geral	252,742	256,332	255,235	Seco	Seco	Seco	-	-	Localizado em solo residual jovem e saprolito, o medidor de N.A. PML 11, com 2,493 m de profundidade apresentou-se seco em todas as medições realizadas. Mesmo com a formação do reservatório de Anta é possível que não ocorra alteração no N.A. no interior do medidor.
		2010 ¹				Seco	Seco	Seco	-	-	
		2011 ²				Seco	Seco	Seco	-	-	
	Após enchimento	252,742	256,332	255,235	Seco	Seco	Seco	-	-	Não se observou água no piezômetro no período compreendido entre Março e Agosto de 2013, com o Reservatório de Anta em sua cota 251,500m.	

112

PML 13	Antes do enchimento	Geral	250,126	255,466	254,341	250,876	Seco	253,227	3.151	1,114	<p>Construído em sedimento coluvial e solo residual maduro e jovem, este medidor de nível freático apresentou pequena profundidade do N.A. (1,114m) ao atingir a cota máxima de 253,227m.</p> <p>As leituras de N.A. realizadas no piezômetro mostraram variação entre presença e ausência da água no seu interior.</p> <p>Nos períodos compreendidos entre Maio e Agosto de 2010 e 2011, verificaram-se a presença da água até a primeira metade do período e ausência na outra metade.</p>
		2010 ¹				250,566	Seco	250,783	-	3,558	
2011 ²					250,774	Seco	251,116	-	3,225		
	Após enchimento		250,126	255,466	254,341	251,165	251,071	251,286	0,215	3,055	<p>No período compreendido entre Março e Agosto de 2013, com o reservatório de Anta na cota 251,500 m, nota-se a presença da água em todas as campanhas de leitura. Percebe-se, também, uma ligeira elevação do N.A. em relação aos mesmos períodos de 2010 e 2011, fato que pode ser caracterizado a partir das cotas máxima e média.</p> <p>Com a formação do Reservatório de Anta nota-se a sua influência na elevação do N.A., observada nas leituras até agosto de 2013. A formação do reservatório poderá acentuar o retardamento do escoamento subterrâneo condicionado pelo baixo gradiente hidráulico local.</p>

PML 16	Antes do enchimento	Geral	278,717	283,287	282,164	281,003	280,691	281,928	1,237	0,236	Posicionado em sedimento coluvial, este ponto de monitoramento se situa em cota superior à cota de inundação, em pelo menos 30,664 m. Em vista disso, não é esperada influência do reservatório de Anta no N.A. local. O N.A. raso (0,236 m) medido no período chuvoso do ano deve-se a configuração topográfica plana do fundo do vale fluvial, condição que resulta em baixo gradiente hidráulico e consequente elevação do N.A. no período chuvoso do ano e reduzida depleção mesmo no período seco.
		2010 ¹				280,868	280,817	280,940	0,123	1,224	
		2011 ²				280,905	280,767	280,972	0,205	1,192	
	Após enchimento		278,717	283,287	282,164	280,810	280,441	280,956	0,515	1,208	Não se observa qualquer indício de elevação do N.A. no período compreendido entre Março e Agosto de 2013 quando comparado aos níveis máximos e médios atingidos em 2010 e 2011. Ao contrário, nota-se um ligeiro rebaixamento em relação aos períodos Maio – Agosto de 2010 e 2011. Tal situação sugere a ausência da influência do Reservatório de Anta no N.A. local.

114

PML 17 (11,53m)	Antes do enchimento	Geral	268,740	281,410	280,276	Seco	Seco	Seco	-	-	Medidor de N.A. instalado em aterro nos primeiros 3,30 metros e solo residual jovem/saprolito até 11,53 m. Apesar da profundidade relativamente grande apresentou-se seco em todas as medições efetuadas. Este medidor foi instalado em um ponto da encosta do vale fluvial com elevada declividade. Esta situação de relevo implica em predominância do escamento superficial sobre a infiltração e, em condição de elevado gradiente hidráulico subterrâneo, favorece a rápida percolação no sentido do curso fluvial, o que implica na maior profundidade do lençol freático. Em razão disso não se espera elevação do lençol acima da cota máxima de inundação.
		2010 ¹				Seco	Seco	Seco	-	-	
		2011 ²				Seco	Seco	Seco	-	-	
	Após enchimento	268,740	281,410	280,276	Seco	Seco	Seco	-	-	O poço se apresentou seco em todas as campanhas, mesmo com o reservatório de Anta cheio.	

PML 18 (19,80m)	Antes do enchimento	Geral	258,314	279,204	278,114	258,539	Seco	258,596	0,282	19,518	A condição de relevo é semelhante ao do PML 17. Foi construído em 2,0m de aterro e o restante em solo residual maduro entre 2,00 e 8,40 m e solo residual jovem entre 8,40 e 19,60 m. Apresentou água em parte do ano de 2009 e 2010, seco na maior parte de 2011 e seco em 2013 até o mês de agosto. A lâmina de água observada foi, no máximo, de 0,282 m. Dada a característica do relevo semelhante ao do PML 17, não é esperada a elevação do nível freático no interior do medidor por influência do reservatório a ser formado.
		2010¹				258,532	258,525	258,534	0,009	19,580	
2011²					Seco	Seco	Seco	-	-		
	Após enchimento		258,314	279,204	278,114	Seco	Seco	Seco	-	-	Da mesma forma que o poço PML – 17, não foi constatada a presença de água entre Março e Agosto de 2013, mesmo com o reservatório de Anta em sua cota máxima.

PML 19 (4,64m)	Antes do enchimento	Geral	257,477	263,217	262,117	258,100	Seco	259,176	-	2,941	Construído em solo residual jovem até a profundidade de 4,64 m. No período de monitoramento não foi possível determinar a variação do N.A., limitada pela cota inferior do piezômetro. O N.A., na sua elevação máxima, se situou a profundidade de 2,941 m. Na maior parte de 2009 não foi observada a presença da água. Em 2010 e 2011 apresentou-se seco no período seco do ano. A característica de relevo inclinado favorece à percolação rápida da água subterrânea. Por essa razão não é esperada uma elevação significativa do nível freático.
		2010 ¹				257,846	Seco	257,752	-	4,365	
2011 ²					258,083	Seco	258,385	-	3,732		
	Após enchimento		257,477	263,217	262,117	Seco	Seco	Seco	-	-	Apresentou-se sem água entre Março e Agosto de 2013, mesmo com o reservatório de Anta em sua cota máxima.

PML 20 (2,42m)	Antes do enchimento	Geral	258,060	261,550	260,488	Seco	Seco	256,262	-	4,226	Este medidor foi construído em solo residual jovem (saprolito) até a profundidade de 2,42 m. Apresentou-se seco em quase a totalidade das leituras de nível do NA, independentemente do período seco ou período chuvoso do ano, exceto em uma única leitura. A característica de relevo é semelhante ao do PML 19, portanto, não é esperada uma elevação significativa do nível freático.
		2010¹				Seco	Seco	Seco	-	-	
		2011²				Seco	Seco	Seco	-	-	
	Após enchimento	258,060	261,550	260,488	Seco	Seco	Seco	-	-	Não apresentou água durante o período compreendido entre Março e Agosto de 2013.	

PML 21 (5,66m)	Antes do enchimento	Geral	251,190	257,960	256,853	252,177	251,342	254,135	2,793	2,718	Medidor construído em aterro até a profundidade de 1,80m e solo residual maduro/jovem até 5,67 m. Encontra em terreno de relevo relativamente plano próximo do ribeirão Macuco, com lençol freático relativamente raso (2,718 m). Durante o período de medições apresentou variação do N.A., entre as cotas de máxima e de mínima elevação, de 2,793 m. A cota inferior do medidor encontra-se abaixo da cota de inundação (251,500 m), enquanto que a cota de elevação máxima do N.A. (254,135 m) encontra-se muito acima da cota máxima do reservatório. Esta situação indica uma tendência à elevação do N.A. em razão do baixo gradiente hidráulico subterrâneo local influenciado pelas características do relevo e pela formação do reservatório.
		2010¹				251,913	251,655	251,995	0,340	4,858	
2011²					252,071	251,707	252,381	0,674	4,146		
	Após enchimento		251,190	257,960	256,853	252,356	252,149	252,581	0,432	4,272	Com o Reservatório de Anta na cota 251,500 m a partir de Março de 2013, verifica-se uma ligeira elevação das cotas média e máxima do N.A. quando comparadas com o mesmo período de 2010 e 2011. É previsível a elevação do N.A. além do que foi observado no período Março-Agosto de 2013 nos períodos chuvosos do ano, porém, este não deve atingir a superfície do terreno.

	Antes do enchimento	Geral	248,167	256,467	255,388	250,132	248,641	250,719	2,078	4,669	Medidor implantado em sedimento coluvial até a profundidade de 7,0m. As leituras realizadas indicam o nível do lençol relativamente profundo mesmo na sua elevação máxima (4,669m) na cota 250,719m. Esta cota encontra-se abaixo da cota máxima de inundação (251,500 m), o que indica que, com a formação do reservatório é esperada uma mudança no comportamento do lençol freático, no sentido de sua elevação. Outro fator que pode contribuir para a elevação do N.A. com a formação do reservatório é o relevo suave, o qual contribui para redução da velocidade do fluxo subterrâneo no sentido do reservatório. Durante a visita técnica na área, realizada no dia 18/10/2012, este medidor de N.A. havia sido destruído. Foi posteriormente reconstruído, em 14/03/2013.
		2010 ¹				249,645	249,512	249,736	0,224	5,652	
2011 ²					249,865	248,641	250,347	1,706	5,041		
PML 22 (7,22m)	Após enchimento		248,167	256,467	255,388	251,847	251,554	252,062	0,508	3,326	No período pós-enchimento do Reservatório de Anta nota-se uma sensível elevação do N.A. quando comparada aos mesmos períodos de 2010 e 2011. Esta situação pode ser observada pela cota média do período Março-Agosto de 2013, superior às cotas médias do mesmo período de 2010 e 2011. Também, a elevação do N.A. no período Março-Agosto de 2013 pode ser caracterizada pela menor distância em relação à superfície do terreno, distintamente de 2010 e 2011.

PML 23 TVR (7,99m)	Antes do enchimento	Geral	175,431	184,531	183,421	181,441	180,350	183,205	2,855	0,216	Foi construído em solo residual maduro até a profundidade de 7,99m. A principal característica desse medidor é a baixa profundidade do N.A. (0,216 m) observada na sua elevação máxima. A depleção máxima do N.A. foi de 2,855 m. Com os dados disponíveis do monitoramento anterior não foi possível inferir qualquer alteração no nível do N.A. em razão do AHE Simplício ainda não se encontrar em operação, portanto, sem alteração no TVR.
		2010¹				181,652	180,680	181,347	0,667	2,074	
		2011²				181,093	181,090	181,831	0,741	1,590	
	Após enchimento		175,431	184,531	183,421	181,338	180,818	181,65	0,832	1,771	Com a formação da TVR, a partir do mês de Março de 2013, não se observa rebaixamento do N.A. quando comparado ao mesmo período de 2010 e 2011.

PML 24 (19,45m)	Antes do enchimento	Geral	233,431	253,693	252,612	233,942	232,903	235,073	2,170	17,539	Implantado parcialmente em aterro até 10,000 m de profundidade e o trecho restante em solo residual maduro e jovem até a profundidade de 19,450 m. Apresentou água em todas as leituras, porém a menor profundidade do N.A. foi de 17,539m, o que evidencia ser profundo. A grande profundidade do N.A. se deve às características do relevo do sitio de implantação, com declividade acentuada, semelhante aos PML 17 e PML 18. No ponto de monitoramento é esperada a elevação do N.A. acima da maior cota encontrada (235,073m), podendo se elevar ao nível da cota máxima de inundação (251,500m).
		2010 ¹				233,842	233,753	233,970	0,235	18,642	
2011 ²					234,148	233,984	234,364	0,380	18,248		
	Após enchimento		233,431	253,693	252,612	S/D	S/D	S/D	-	-	Piezômetro sem acesso por água.

PML 27 TVR (4,62m)	Antes do enchimento	Geral	236,034	241,794	240,658	237,295	Seco	239,304	3,270	1,354	Medidor de nível d'água construído no Distrito de Anta (TVR), em sua área urbana, com profundidade de 4,620 m, em sedimento coluvial. Apresenta pequena profundidade do N.A. (1,354 m) observada na elevação máxima do nível freático (239,304 m). Também mostra depleção que pode ser considerada acentuada para a condição de terreno relativamente plano, acima de 3,270m. A ausência de água foi observada entre agosto e outubro de 2011. A depleção acentuada pode estar relacionada à diferença cota entre o terreno onde foi construído o medidor e a cota da superfície líquida do rio Paraíba do sul.
		2010 ¹				237,042	236,742	237,449	0,707	3,208	
2011 ²					236,938	236,597	237,314	0,717	3,344		
	Após enchimento		236,034	241,794	240,658	S/D	S/D	S/D	-	-	Piezômetro obstruído desde 12/04/2013.

PML 28 TVR (2,55m)	Antes do enchimento	Geral	198,920	202,680	201,470	Seco	Seco	Seco	-	-	Implantado sobre 2,04 m de aterro e 0,51m em solo residual maduro. Apresentou-se seco em todas as determinações.
		2010¹				Seco	Seco	Seco	-	-	
		2011²				Seco	Seco	Seco	-	-	
	Após enchimento		198,920	202,680	201,470	Seco	Seco	Seco	-	-	Apresentou-se seco em todas as determinações.

PML 29 TVR (1,31m)	Antes do enchimento	Geral	202,150	204,560	203,460	202,249	Seco	202,528	0,375	0,932	<p>Implantado em solo coluvial, com 1,31m de profundidade apresentou-se seco no período que se estende de junho a novembro de 2011, A elevação máxima do lençol ocorreu em abril de 2010, até a cota 202,528 m, ou seja, a 0,932 m de profundidade. A pequena profundidade do lençol se deve ao baixo gradiente hidráulico no sitio onde se encontra o medidor de N.A. e presença do substrato rochoso a pequena profundidade. Estas condições parecem ser responsáveis pela manutenção do lençol em posição elevada. Não foi possível avaliar a influência do nível do rio Paraíba do Sul sobre o nível do lençol. Isto só será possível com a operação do AHE Simplício, e consequente redução da vazão na TVR.</p>
		2010¹				202,253	202,248	202,259	0,011	1,201	
		2011²				202,216	Seco	202,248	-	1,212	
	Após enchimento		202,150	204,560	203,460	Seco	Seco	Seco	-	-	<p>Não foi observada a presença de água no medidor no período compreendido entre Março e Agosto de 2013. Porém, também não havia sido constatada presença da água desde 06/2011. A não constatação do N.A. desde 06/2011 exclui a formação da TVR como a causa dessa situação.</p>

PML 30 TVR (1,17m)	Antes do enchimento	Geral	200,340	202,580	201,510	200,569	Seco	200,959	0,619	0,551	Medidor com pequena profundidade, implantado em 1,17 m de solo residual jovem/saprolito. Apresentou-se seco a partir de 03 de 2011. A presença do lençol freático a pequena profundidade (0,55m) quando observado em 31/03/2011, sugere condição semelhante ao do medidor PML 29.
		2010¹				200,577	200,575	200,580	0,005	0,930	
2011²					Seco	Seco	Seco	-	-		
	Após enchimento		200,340	202,580	201,510	Seco	Seco	Seco	-	-	Da mesma forma que o PML – 29, não foi observada a presença de água no piezômetro no período compreendido entre Março e Agosto de 2013. Porém, também não havia sido constatada a sua presença desde 05/2011. Dessa maneira, esta situação não permite concluir que o rebaixamento do lençol freático tenha relação com a formação do TVR.

5 RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICOS DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas apresentados neste relatório são relativos à campanha de coleta de amostras da água nas 04 cacimbas – PML 14, PML 15, PML 25 e PML 26, do total de 05 inicialmente definidas para o monitoramento, localizadas próximas da cota máxima de inundação (251,500m) do reservatório principal de Anta, dos reservatórios intermediários e da TVR do AHE Simplício – Queda única.

A campanha de coleta de amostra de água das cacimbas foi realizada no dia 15 de janeiro de 2014 por técnicos do laboratório contratado, a Araxá Ambiental, estabelecida na cidade de Araxá, Estado de Minas Gerais. A entrada das amostras no Laboratório desta empresa ocorreu no dia seguinte. Boletins de Análises (B.As) foram emitidos pela Araxá Ambiental no dia 23 e de Janeiro de 2014, identificados pelos seguintes Relatórios de Ensaio: LAB nº 23430/14-1 e LAB nº 23430/14-2. Os boletins encontram-se no **ANEXO III** deste relatório.

127

Nas Tabelas 01 a 04, a seguir, encontram-se listados os resultados analíticos obtidos em análises físico-químicas e bacteriológicas das campanhas de amostragens anteriores (maio de 2011, dezembro de 2011, dezembro de 2012 e Julho de 2013) e a atual (Janeiro de 2014). Os resultados obtidos encontram-se confrontados com os limites estabelecidos pela Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e pela Resolução 396/2008 do CONAMA.

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

TABELA 01- Análise comparativa dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das coletas de água realizadas em **27/05/2011 – 19/12/2011**
20/12/2012 - 31/07/2013 – 15/01/2014 (atual) – CACIMBA 14

RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS DE ÁGUA SUBTERRÂNEA (CACIMBAS)								
PARÂMETROS	PONTO DE COLETA: PML 14						Portaria MS 2914/2011 (mg/L)	CONAMA 396/2008 VMP (µg/L)
	UNIDADE	05/2011	12/2011	12/2012	07/2013	01/2014		
Turbidez	NTU	NA	NA	320	0,37	113,00	1,0 uT em 95% da amostras	
Condutividade	µS/cm	NA	NA	232	211	161,70		
Sólidos Totais	mg/L	719	111	167	310	282,00	1000(*)	
Alcalinidade Total	mg/L	84	55	75	107	112,70		
Cálcio	mg/L	10	6,72	12	11,2	30,61		
Magnésio	mg/L	6,02	2,62	7,06	6,38	3,65		
Sódio	mg/L	12,8	18	18,2	31	19,85		200.000
Potássio	mg/L	8,04	2,96	6,13	1,56	4,92		
Ferro Total	µg/L	7.830	5.910	14.168	273	6,02	0,3(*)	300
Nitrato (como N)	mg/L	0,3	0,4	<0,3	<0,3	0,60	10	10.000
Nitrito (como N)	mg/L	<0,02	<0,02	0,23	<0,02	<0,01	1	1.000
Mercúrio	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	0,001	1
Amônia (como NH ₃)	mg/L	0,13	<0,1	0,2	<0,1	NA	1,5(*)	
Cloreto	mg/L	4	3	1,2	3,7	3,96	250(*)	250.000
Sulfato	mg/L	6,3	2,7	<5	<5	30,86	250(*)	250.000
Cádmio	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	5
Chumbo	mg/L	<0,0005	<0,0005	0,0071	<0,001	<0,008	0,01	10
Cobre	mg/L	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,05	2	2.000
Cromo	mg/L	<0,001	<0,001	0,0126	<0,001	<0,009	0,05	50
C. Termotolerantes (E. coli)	MNP/100mL	1.467	1.870	198.630	132	9,90x10 ³	Ausentes em 100ml	Ausentes em 100ml

Coliformes Totais	MNP/100mL	7.701	64.880	727.000	1.661	1,21x10 ⁵	Ausentes em 100ml	Ausentes em 100ml
pH (a 25°C)		6,95	7	7,1	6,65	6,94		
Temperatura	°C	22	22	28	23	24,50		
Temperatura do ar	°C	NA	NA	32	19	37,50		

NA = Parâmetro Não Avaliado

(*) Padrão organoléptico de potabilidade

VMP – valor máximo permitido

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

TABELA 02 - Análise comparativa dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das coletas de água realizadas em **27/05/2011 – 19/12/2011**
20/12/2012 - 31/07/2013 – 15/01/2014 (atual) – CACIMBA 15

RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA (CACIMBAS)								
PARÂMETROS	PONTO DE COLETA: PML 15						Portaria	CONAMA 396/2008
	UNIDADE	05/2011	12/2011	12/2012	07/2013	01/2014	MS 2914/2011 (mg/L)	VMP (µg/L)
Turbidez	NTU	NA	NA	1,4	148	15,60	1,0 uT em 95% da amostras	
Condutividade	µS/cm	NA	NA	420	197	192,20		
Sólidos Totais	mg/L	188	176	298	393	194,00	1000(*)	
Alcalinidade Total	mg/L	110	88	88	96	99,74		
Cálcio	mg/L	15,4	10,8	9,62	17	22,11		
Magnésio	mg/L	5,24	4,7	4,59	6,45	3,44		
Sódio	mg/L	13,7	26,7	24,4	15,5	27,70		200.000
Potássio	mg/L	1,51	0,0035	1,06	7,07	4,94		
Ferro Total	µg/L	24	281	251	10.948	1,33	0,3(*)	300
Nitrato (como N)	mg/L	0,7	0,6	0,4	<0,3	0,10	10	10.000
Nitrito (como N)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,02	1	1.000
Mercúrio	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	0,001	1
Amônia (como NH ₃)	mg/L	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	NA	1,5(*)	
Cloreto	mg/L	2	1,7	<1	1,3	3,46	250(*)	250.000
Sulfato	mg/L	4,7	3,6	<5	16,1	3,06	250(*)	250.000
Cádmio	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	5
Chumbo	mg/L	<0,0005	0,0005	<0,001	<0,001	<0,008	0,01	10
Cobre	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,05	2	2.000
Cromo	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,001	0,0022	<0,009	0,05	50
C. Termotolerantes (E. coli)	MNP/100mL	20	20	111	266	1,45x10 ³	Ausentes em 100ml	Ausentes em 100ml

130

Coliformes Totais	MNP/100mL	3.255	585	3.325	6.167	7,92x10 ³	Ausentes em 100ml	Ausentes em 100ml
pH (a 25°C)		6,7	6,7	6,9	6,87	6,50		
Temperatura	°C	24	22	26	20	25,5		
Temperatura do ar	°C	NA	NA	32	20	37,5		

NA = Parâmetro Não Avaliado

(*) Padrão organoléptico de potabilidade
VMP – valor máximo permitido

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

TABELA 03 — Análise comparativa dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das coletas de água realizadas em **27/05/2011 – 19/12/2011**
20/12/2012 - 31/07/2013 – 15/01/2014 (atual) – CACIMBA 25

RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA (CACIMBAS)								
PARÂMETROS	PONTO DE COLETA: PML 25						Portaria MS 2914/2011 (mg/L)	CONAMA 396/2008 VMP (µg/L)
	UNIDADE	05/2011	12/2011	12/2012	07/2013	01/2014		
Turbidez	NTU	NA	NA	0,46	0,59	9,76	1,0 uT em 95% da amostras	
Condutividade	µS/cm	NA	NA	105	149	171,10		
Sólidos Totais	mg/L	86	95	78	170	206,00	1000(*)	
Alcalinidade Total	mg/L	35	90	32	76	126,91		
Cálcio	mg/L	5,29	3,73	3,17	15,1	61,76		
Magnésio	mg/L	1,84	1,41	1,49	3,36	4,08		
Sódio	mg/L	3,15	7,29	5,89	8,93	10,90		200.000
Potássio	mg/L	1,52	1,14	1,18	2,75	3,02		
Ferro Total	µg/L	150	64	61	96	1,51	0,3(*)	300
Nitrato (como N)	mg/L	0,3	0,2	<0,3	<0,3	4,40	10	10.000
Nitrito (como N)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	0,01	1	1.000
Mercúrio	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	0,001	1
Amônia (como NH ₃)	mg/L	<0,1	<0,1	0,1	<0,1	NA	1,5(*)	
Cloreto	mg/L	1,6	1,2	2,6	3,3	2,97	250(*)	250.000
Sulfato	mg/L	<1	<1	<5	<5	<2	250(*)	250.000
Cádmio	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	5
Chumbo	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,001	<0,008	0,01	10
Cobre	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,05	2	2.000
Cromo	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,009	0,05	50
C. Termotolerantes (E. coli)	MNP/100mL	1.553	908	122	10	74	Ausentes em 100ml	Ausentes em 100ml

Coliformes Totais	MNP/100mL	17.329	8.297	2.392	3.879	930	Ausentes em 100ml	Ausentes em 100ml
pH (a 25°C)		7,3	6,9	6,9	7,07	6,65		
Temperatura	°C	23	22	28	24	26,00		
Temperatura do ar	°C	NA	NA	32	17	37,70		

NA = Parâmetro Não Avaliado

(*) Padrão organoléptico de potabilidade

VMP – valor máximo permitido

QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

TABELA 04 - Análise comparativa dos resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das coletas de água realizadas em **27/05/2011 – 19/12/2011**
20/12/2012 - 31/07/2013 – 15/01/2014 (atual) – CACIMBA 26.

RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS DA ÁGUA SUBTERRÂNEA (CACIMBAS)								
PARÂMETROS	PONTO DE COLETA: PML 26						Portaria	CONAMA 396/2008
	UNIDADE	05/2011	12/2011	12/2012	07/2013	01/2014	MS 2914/2011 (mg/L)	VMP (µg/L)
Turbidez	NTU	NA	NA	3,6	0,43	1,42	1,0 uT em 95% da amostras	
Condutividade	µS/cm	NA	NA	94	151	111,40		
Sólidos Totais	mg/L	216	156	71	146	68,00	1000(*)	
Alcalinidade Total	mg/L	157	81	53	86	62,23		
Cálcio	mg/L	21,6	24,4	12,4	21,3	21,23		
Magnésio	mg/L	2,11	0,7305	0,1794	0,348	0,11		
Sódio	mg/L	7,11	7,6	6,78	9,34	7,30		200.000
Potássio	mg/L	3	2,9	2,63	4,07	3,33		
Ferro Total	µg/L	4.050	158	<1	110	0,08	0,3(*)	300
Nitrato (como N)	mg/L	<0,1	<0,1	<0,3	<0,3	0,10	10	10.000
Nitrito (como N)	mg/L	<0,02	<0,02	<0,02	<0,02	<0,01	1	1.000
Mercúrio	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0002	0,001	1
Amônia (como NH ₃)	mg/L	<0,1	0,11	0,2	<0,1	NA	1,5(*)	
Cloreto	mg/L	<1	<1	<1	2,9	2,47	250(*)	250.000
Sulfato	mg/L	<1	<0,1	<5	<5	2,09	250(*)	250.000
Cádmio	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,001	0,005	5
Chumbo	mg/L	<0,0005	<0,0005	<0,001	<0,001	<0,008	0,01	10
Cobre	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,05	2	2.000
Cromo	mg/L	<0,0001	<0,0001	<0,001	<0,001	<0,009	0,05	50
C. Termotolerantes (E. coli)	MNP/100mL	2	<1	<1	<1	560	Ausentes em 100ml	Ausentes em 100ml

Coliformes Totais	MNP/100mL	9.208	1.500	2.753	<1	686	Ausentes em 100ml	Ausentes em 100ml
pH (a 25°C)		7,38	6,8	6,8	7,95	8,78		
Temperatura	°C	23	22	29	21	28,50		
Temperatura do ar	°C	NA	NA	33	15	37,50		

NA = Parâmetro Não Avaliado

(*) Padrão organoléptico de potabilidade
VMP – valor máximo permitido

6 DISCUSSÃO ACERCA DA EVOLUÇÃO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

Análises físico-químicas e bacteriológicas das águas das cacimbas realizadas no mês de Janeiro de 2014 não apresentaram variações significativas em relação aos resultados de análises realizadas nos períodos anteriores de monitoramento (Maio de 2011, Dezembro de 2011, Dezembro de 2012 e Julho de 2013), conforme podem ser observadas nas TABELAS 06, 07, 08 e 09, correspondentes às cacimbas 14, 15, 25 e 26, respectivamente.

Três parâmetros físico-químicos e bacteriológicos apresentaram em todas as campanhas de amostragem de água e também na atual, valores acima do estabelecido pela legislação vigente quanto aos limites de potabilidade da Portaria 2914/2011 do Ministério da Saúde e a Resolução CONAMA 396/2008: **ferro total e coliformes fecais e totais**. A turbidez também tem se apresentado em algumas cacimbas acima do VMP estabelecido pela portaria MS 2914/2011.

Comparativamente, o parâmetro **ferro total** mostra, de uma maneira geral, grande dispersão de concentração. Ao se estabelecer uma comparação entre os teores desse metal encontrado no período que antecede o enchimento do reservatório (maio de 2011, Dezembro de 2011 e Dezembro de 2012) com o período relativo ao reservatório já cheio (Julho de 2013 e Janeiro de 2014), não se percebe qualquer tendência.

A cacimba 14 foi a que apresentou maior teor de Ferro total nas três primeiras campanhas de amostragem e queda significativa nas duas últimas campanhas de amostragem (31/07/2013 e 15/01/2014). A causa de os valores desse parâmetro se apresentar consideravelmente maiores em relação a outras cacimbas avaliadas pode estar relacionada a sua localização junto à planície de inundação do córrego adjacente, em área brejosa. Na ocasião da amostragem, realizada no dia 15/01/2014, a cacimba encontrava-se totalmente coberta por vegetação e mostrava sinais de invasão pela água do córrego (Fotografia 05). O aporte das águas do córrego com elevada carga sedimentar para o interior da cacimba resulta no aumento da turbidez.

Em todas as cacimbas as análises microbiológicas para os parâmetros coliformes termotolerantes (E. coli) e totais apresentaram-se positivas. Destacam-se as cacimbas 14, 15 e 25 pelos elevados valores para os dois parâmetros. A cacimba 26 é a que apresenta os menores valores do parâmetro coliformes termotolerantes (E.Coli) nas quatro campanhas de amostragem, porém elevados para

coliformes totais. Os resultados das análises bacteriológicas da última campanha de amostragem de água das cacimbas, realizada em Janeiro de 2014, evidenciaram um substancial aumento tanto de coliformes termotolerantes (*E. coli*) e quanto de totais nas cacimbas PML 14, PML 15 e PML 26.

A elevação do número de micro-organismos do grupo dos coliformes termotolerantes (*E. coli*) e totais nas cacimbas PML 14 e PML 15 pode ser explicada pelo total abandono destas (Fotografia 06), como já vinha sendo observado desde as campanhas anteriores, além do uso da área brejosa do entorno como pastagem e invasão frequentes da água do córrego e enxurradas durante os eventos chuvosos. A localização da cacimba PML 14 em um ponto de alcance das águas pluviais, a ausência de uma maior altura da saliência da tubulação de revestimento, deslocamento de tampa e presença constante de animais (gado) no local, são fatores que favorecem a contaminação da água e a torna imprópria ao consumo humano.

As cacimbas PML 25 (Fotografia 07) e PML 26 (Fotografia 08) também apresentaram valores, tanto de ferro total quanto de *E. coli* e coliformes totais, acima do preconizado pela Portaria 2914/2011, embora em número inferior aos das cacimbas PML 14 e PML 15.

A cacimba PML 26 (Fotografia 08) apresentou menor contaminação por *E. coli* dentre as demais. A maior distância desta em relação às habitações humanas e de animais domésticos pode explicar o menor número de *E. coli*, distintamente das cacimbas PML 15 e PML 25.

137

Valores do nível d'água freática levantados semanalmente no período 08/2009 a 12/2011 (Engevix) e a partir de 11/2012 até a presente data (Ekos Planejamento Ambiental), ratificam o N.A. muito raso. Em alguns casos foi constatado o transbordamento das cacimbas nos períodos chuvosos do ano, a exemplo das cacimbas PML 14 e PML 15. Mesmo nas cacimbas 25 e 26, nas quais o lençol não atingiu a superfície do terreno, este se elevou até uma cota muito próxima, posicionando cerca de 0,50 metro abaixo.

Com exceção do ferro, os demais parâmetros químicos, incluindo os metais inorgânicos, apresentaram-se muito abaixo dos Valores Máximos Permitidos (VMP) para fins potáveis preconizados pela Portaria 2914/2011 e pela Resolução CONAMA 396/2008.

Dentre as quatro cacimbas, apenas o PML 25 é utilizada para a captação de água destinada ao uso geral da propriedade. Embora constitua a única fonte de água na propriedade rural, não se observou cuidados com a sua proteção. Até 31/07/2103 a cacimba PML 25 encontrava-se exposta ao tempo

como as demais cacimbas analisadas, apesar de possuir tampa e anéis de concreto até a altura de 0,80m. Já na última campanha de amostragem efetivada em 15/01/2014, constatou-se que cacimba foi abrigada no interior de uma estrutura de alvenaria.

Ao se comparar os resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas das águas das cacimbas relativos a fase que antecede ao enchimento do reservatório (**05/2011, 12/2011 e 12/2012**) com os resultados obtidos após o enchimento dos reservatórios (**07/2013 e 01/2014**), não se percebe alterações nos valores obtidos ao longo do período de monitoramento das águas subterrâneas.

Valores elevados dos parâmetros ferro total, turbidez, coliformes termotolerantes (E. Coli) e coliformes totais foram observados em todo o período de monitoramento, independentemente do enchimento do reservatórios.

Em todas as campanhas de análises físico-químicas e microbiológicas realizadas no período 2011 – 2014, as quatro cacimbas apresentaram baixa qualidade de suas águas. Por outro lado, esta condição não representa riscos à saúde humana em razão de não serem utilizadas para o consumo humano.

A baixa qualidade das águas das cacimbas registradas nos resultados de análises físico-químicas e bacteriológicas no período que antecedeu ao enchimento dos reservatórios exclui a possibilidade destes terem promovido a sua contaminação.

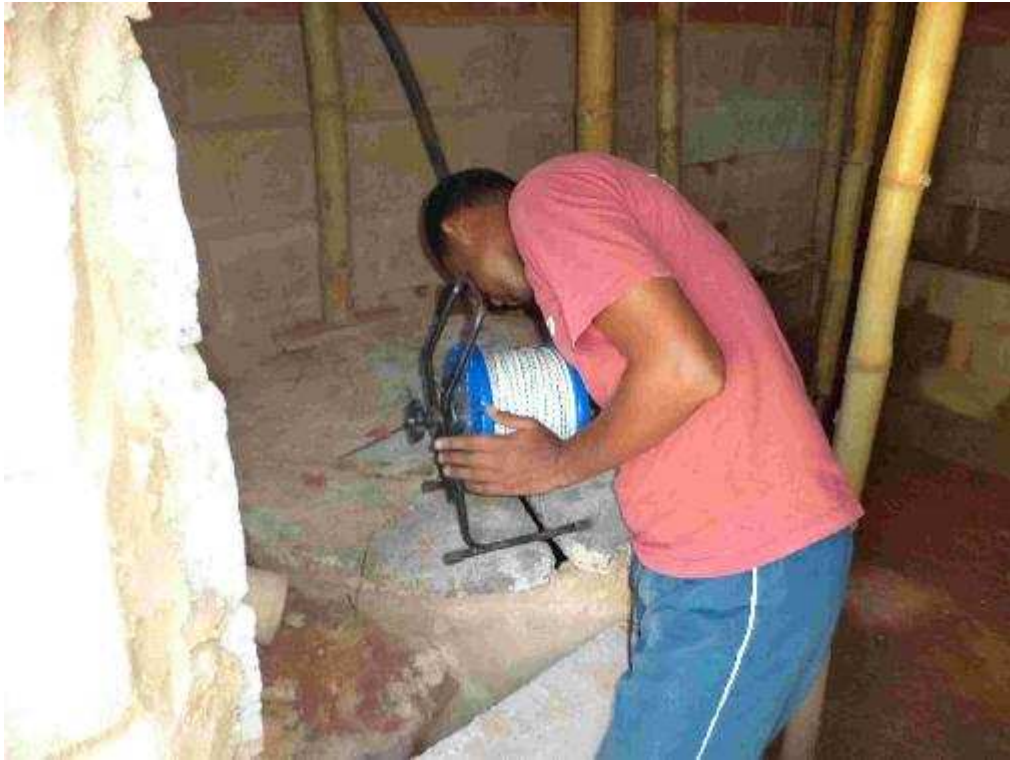
138



Fotografia 05 – Poço Monitoramento PML – 14 (cacimba). Atentar para a situação do poço raso tomado pela vegetação. Foto 15/01/2014.



Fotografia 06 - Poço Monitoramento PML – 15. Foto 15/01/2014.



Fotografia 07 - Poço Monitoramento PML – 25 (cacimba).



Fotografia 08 - Poço Monitoramento PML – 26 (cacimba).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

7.1 Sobre o N.A. nos medidores antes e após o enchimento do Reservatório Principal de Anta e auxiliares e do TVR

Dados de leituras dos piezômetros coletados entre 08/2009 e 01/2014, em sua maioria é relativa ao período que antecede a formação dos reservatórios integrantes do Aproveitamento Hidrelétrico de Simplício - Queda Única. Somente a partir de 03/2013 é que se iniciou o enchimento dos reservatórios, embora alguns deles já apresentassem águas acumuladas das precipitações e dos próprios cursos d'água afluentes.

O 2º Relatório de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas abrangeu um período compreendido entre o início do enchimento dos reservatórios e o mês de agosto o que transcorreu na época seca do ano, portanto, caracterizado pelo baixo índice pluviométrico. Por esse motivo, o lençol freático se encontrava na curva descendente ao mesmo tempo em que o nível do reservatório se elevava. A maior parte da água infiltrada no período chuvoso anterior já havia sido ecoada para as drenagens fluviais como fluxo de base.

141

O 3º Relatório Semestral caracteriza-se por abranger parte do período seco do ano e parte do período chuvoso com os reservatórios cheios, compreendendo o período entre Agosto de 2013 e Janeiro de 2014. As análises realizadas com base nas informações oriundas dos piezômetros e poços rasos para o período mencionado corroboram os resultados das análises do 2º Relatório. Com o advento do período chuvoso, que se iniciou no mês de outubro de 2013, era esperada a elevação do N.A. acima das cotas encontradas nos mesmos períodos que antecederam ao enchimento dos reservatórios.

Para melhor visualização da influência dos reservatórios sobre o nível freático nos piezômetros, procedeu-se à confrontação da cota média do período que antecede ao enchimento dos reservatórios, de 08/2009 a 03/2013, com a cota média do N.A. do período que compreende os reservatórios nas suas cotas máximas, de 03/2013 a 01/2014. A comparação dos níveis freáticos médios obtidos para os dois períodos possibilitou distinguir os piezômetros que acusaram elevação do N. A. após o enchimento dos reservatórios. Desse modo, foram caracterizadas 4 situações do N.A. médio após o enchimento, apresentadas a seguir:

- Piezômetros que evidenciaram a elevação do N.A. após enchimento dos reservatórios foram: PML 03; PML 06; PML 07 PML 08; PML 10 e PML 22. Estes Piezômetros apresentaram elevação média significativa do N.A. entre 1,00 e 3,158 metros, o que evidencia a influência do Reservatório Principal de Anta.
- Piezômetros que apresentaram elevações médias pouco significativas, que não permitem afirmar se estas resultaram da influência dos reservatórios, a saber: PML 01; PML 02; PML 09, PML 12 e PML 21.
- Os piezômetros que não evidenciaram variação na cota média N.A.: PML 05; PML 11; PML 14 (cacimba); PML 15 (cacimba); PML 16; PML 17; PML 18; PML 19; PML 20; PML23 (TVR); PML 25 (cacimba - TVR); PML 26 (cacimba - TVR); PML 28 (TVR); PML 29 (TVR) e PML 30 (TVR).
- O único piezômetro que apresentou valor negativo foi o PML 04, com rebaixamento de aproximadamente 0,50 m.

Poços rasos localizados no TVR não apresentaram valores evidentes de rebaixamento do lençol freático. A pequena variação negativa no nível freático pode estar relacionada à menor quantidade de chuvas precipitadas no período chuvoso 2013/2014 considerado até Janeiro de 2014.

142

Em atendimento aos objetivos constantes no PBA, os pontos de monitoramento do nível do lençol freático foram definidos em locais com maior probabilidade de elevação ou rebaixamento do nível freático.

A partir do enchimento dos reservatórios, ocorrido em 03/2013, foi registrada a elevação do nível freático em 11 (onze) piezômetros, porém, em nenhum dos locais onde foram construídos se observou saturação hídrica em superfície.

Dados de leitura coletados ao longo de 41 meses de monitoramento, aliados a observação de campo, permitem afirmar que os pontos de monitoramento do nível do lençol freático são suficientes para registrar e prover uma avaliação segura de quaisquer situações relacionadas à elevação ou ao rebaixamento do nível freático e suas consequências.

Com base na análise de informações de leituras dos piezômetros construídos no entorno do Reservatório Principal de Anta, dos reservatórios auxiliares e do TVR, além dos poços rasos tipo cacimba, pode-se assegurar que os objetivos do PBA foram alcançados.

7.2 Sobre a qualidade das águas subterrâneas nas cacimbas

Quanto à qualidade físico-química e bacteriológica da água das cacimbas, pode-se afirmar que todos os parâmetros mantiveram-se semelhantes aos valores encontrados nas campanhas anteriores, inclusive antes do enchimento dos reservatórios. Por se tratarem de poços rasos construídos em área brejosa ou muito próxima desta, com presença constante de bovinos e equinos, sua vulnerabilidade a contaminação é muito elevada, sobretudo por micro-organismos do gênero *coli*.

Chama atenção a cacimba do Ponto de Monitoramento PML 14 pela sua localização em área de brejo da planície de inundação do córrego da Grama. Em razão disso, dependendo da época do ano, os parâmetros como turbidez, ferro total e coliformes totais e termotolerantes apresentaram valores muito elevados. Quando corre a invasão da cacimba pelas águas do córrego durante os eventos de precipitação mais intensa, os valores destes parâmetros mostraram-se muito elevados, enquanto que, na época seca do ano tendem à redução.

Quanto a Cacimba 15, a sua localização muito próxima da sede da propriedade rural a menos de 10 metros, caracteriza o principal fator da contaminação da água e, secundariamente, a proximidade da área brejosa.

143

É necessário mencionar que a cacimba do Ponto de Monitoramento PML – 14 e 15 encontram-se abandonadas, sem qualquer tipo de uso. Por outro lado.

As cacimbas dos pontos de monitoramento PML – 23 e PML 26, localizadas no Trecho de Vazão Reduzida, também evidenciaram elevados valores de ferro total e coliformes totais em todas as campanhas de amostragem da água.

Com exceção dos parâmetros ferro total e coliformes totais e termotolerantes, os demais parâmetros avaliados se apresentaram dentro dos limites de potabilidade da **Portaria MS 2914/2011**.

A condição de não potabilidade da água das cacimbas de acordo com Valores Máximos Permitidos (VMP) na Portaria MS 1429, não representa riscos à saúde humana em razão de a água dos poços rasos não ser utilizada para o consumo humano.

Resultados das análises físico-químicas e bacteriológicas relativas às quatro campanhas de amostragem da água, realizadas em 05/2011, 12/2011, 12/2012 e 07/2013, e na sua análise comparativa, permite afirmar que a formação dos reservatórios integrantes do Aproveitamento Hidrelétrico de Simplício - Queda Única e de seu TVR, não contribui para a alteração da qualidade das águas subterrâneas nas cacimbas monitoradas.

7.3 – Pontos positivos do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas

Desde o seu início, em 08/2009, o Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas se mostrou fundamental para a compreensão do comportamento hidrodinâmico das águas subterrâneas no entorno próximo dos reservatórios e no TVR, nas fases que antecederam e posteriores ao enchimento. Dentre os aspectos positivos evidenciados pelo Programa estão:

- 1) A partir do final de setembro e durante o mês de outubro de 2009, quatro dos medidores inicialmente secos já apresentaram níveis d'água mensuráveis;
- 2) Em todos os medidores com presença de água ocorreram variações positivas e negativas de nível durante o período de observação;
- 3) No entanto, os níveis registrados no final do período são sistematicamente maiores que os níveis iniciais;
- 4) A presença de água em parte dos medidores inicialmente secos e as variações significativas em todos os níveis d'água registrados ocorreram notadamente a partir do final de setembro de 2009, coincidente, portanto, com o início do período chuvoso na região do empreendimento;
- 5) Os resultados obtidos confirmaram a operacionalidade dos medidores, pois demonstraram sua sensibilidade às variações nos níveis d'água subterrâneos e, assim, a sua capacidade em monitorar satisfatoriamente as variações de nível que deverão ocorrer durante e após o enchimento dos reservatórios;
- 6) Em nove meses com os reservatórios cheios, as informações obtidas nos piezômetros possibilitaram caracterizar a elevação do nível do lençol freático em vários pontos de monitoramento localizados no entorno próximo dos reservatórios;
- 7) Porém, em nenhum dos casos foi constatada a saturação hídrica na superfície do terreno;

- 8) A formação do TVR não implicou no rebaixamento do lençol freático em sua área de influência;
- 9) Parâmetros físico-químicos e microbiológicos acima dos valores limites para potabilidade (VMP) expressos na Portaria MS 2914, já estavam presentes antes do enchimento dos reservatórios;
- 10) A semelhança dos resultados de análises físico-químicos e microbiológicos da água subterrânea, relativos as fases que antecederam ao enchimento e posterior a este, permitem concluir que os reservatórios não contribuíram para a sua contaminação;
- 11) O Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas vem cumprindo o seu papel no propósito de gerenciar os impactos eventualmente negativos.
- 12) Os objetivos do Plano Básico Ambiental – PBA foram alcançados pelo Programa de Monitoramento do Lençol Freático e da Qualidade das Águas Subterrâneas.

REFERÊNCIAS

BRASIL Resolução CONAMA 396, de 03 de abril de 2008.

BRASIL Portaria MS Nº 2914, de 12 de dezembro de 2011

ELETROBRÁS – FURNAS Relatório de visita técnica à área de monitoramento do lençol freático e da qualidade de águas subterrâneas no AHE Simplício - queda única. EKOS Planejamento Ambiental Ltda. 2012.

EKOS PLANEJAMENTO AMBIENTAL – 1º RELATÓRIO SEMESTRAL DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Fevereiro/2013.

EKOS PLANEJAMENTO AMBIENTAL – 2º RELATÓRIO SEMESTRAL DO PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Setembro/2013.

ENGEVIX – PROGRAMA DE GERENCIAMENTO AMBIENTAL DO APROVEITAMENTO HIDRELÉTRICO SIMPLÍCIO – QUEDA ÚNICA - MEIO AMBIENTE. Relatórios mensais de acompanhamento 1031/00-60-RL-0003 a 1031/00-60-RL-0050.

146

ENGEVIX – PROJETO BASICO AMBIENTAL – PBA - MEIO AMBIENTE – PROGRAMA DE MONITORAMENTO DO LENÇOL FREÁTICO E QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS. Projeto nº 8922/01-60-RL-0200.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS - Relatório de acompanhamento climático do AHE Simplício – 1º Semestre de 2008. Relatório Nº DHDR. O. 002.2008.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS - Avaliação climática da região do AHE Simplício – Fevereiro de 2008. Relatório Nº DHDR. O. 001.2008.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.– Relatório Técnico: Acompanhamento Climático da Região do AHE Simplício – 2º Semestre de 2008. Relatório Nº DHDR. O. 002.2009.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.–Acompanhamento Climático da Região do AHE Simplício – 1º Semestre de 2009. Relatório Nº DHDR. O. 0006.2009.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.– Acompanhamento Climático da Região do AHE Simplício – 2º Semestre de 2009. Relatório Nº DHDR. O. 001.2010.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.– Acompanhamento Climático da Região do AHE Simplício –
1º Semestre de 2010. Relatório Nº DHDR. O. 0006.2010.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.– Acompanhamento Climático da Região do AHE Simplício –
2º Semestre de 2010. Relatório Nº DHDR. O. 0002.2011.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.– Acompanhamento Climático da Região do AHE Simplício –
1º Semestre de 2011. Relatório Nº DHDR. O. 0008.2011.

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. - Relatório DGE.C.CC.007.2009-R0 – Monitoramento do
Lençol Freático e Qualidade das Águas Subterrâneas –Novembro de 2009 - AHE Simplício-
Queda Única – Sapucaia (RJ)

FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A. – Programa de monitoramento do lençol freático e
qualidade das águas subterrâneas. Relatório N º 8922/01-60-RL-0200. ENGEVIX. 11/2006.

ANEXO I

DOCUMENTAÇÃO FOTOGRÁFICA

148

FOTOGRAFIA 01 - Piezômetro PML – 01 - Fazenda Três Barras – BR 393 – Três Rios.



FOTOGRAFIA 02 - Piezômetro PML – 02 - Fazenda Três Barras – BR 393 – Três Rios.

149



FOTOGRAFIA 03 - Piezômetro PML – 03 - Fazenda Estrela do Norte – Chiador/MG.



FOTOGRAFIA 04 - Piezômetro PML – 04 - Fazenda Estrela do Norte – Chiador/MG.

150



FOTOGRAFIA 05 - Piezômetro PML – 05 - Fazenda Estrela do Norte – Chiador/MG.



FOTOGRAFIA 06 - Piezômetro PML – 06 - Posto de Gasolina – BR 393 – Três Rios.

151



FOTOGRAFIA 07- Piezômetro PML – 07 - Fazenda Mar de Espanha – BR 393.



FOTOGRAFIA 08- Piezômetro PML – 08 - Fazenda Mar de Espanha – BR 393.

152



FOTOGRAFIA 09 - Piezômetro PML – 09 - Comunidade Grama



FOTOGRAFIA 10 - Piezômetro PML – 10 - Comunidade Grama

153



FOTOGRAFIA 11 - Piezômetro PML – 11 - Comunidade Grama.



FOTOGRAFIA 12 - Piezômetro PML – 13 - Comunidade Grama.



FOTOGRAFIA 13- Piezômetro PML – 14 (CACIMBA) – Fazenda Grama – Poço de Monitoramento das águas subterrâneas abandonado.



FOTOGRAFIA 14 - Piezômetro PML – 15 (Poço tipo cacimba) – Fazenda Grama.

155



FOTOGRAFIA 15 - Piezômetro PML – 16 - Cooperativa de Leite – Estação Chiador



FOTOGRAFIA 16 - Piezômetro PML – 17 - Ponte do Macuco – Chiador.

156



FOTOGRAFIA 17 - Piezômetro PML – 18 - Ponte do Macuco – Chiador.



FOTOGRAFIA 18 - Piezômetro PML – 19 - Sítio Campo Alegre – Lixão de Anta – Piezômetro deslocado do eixo vertical.

157



FOTOGRAFIA 19 - Piezômetro PML – 20 - Sítio Campo Alegre – Lixão de Anta – Piezômetro com a tubulação externa arrancada juntamente com a base.



FOTOGRAFIA 20 - Piezômetro PML – 21 - Fazenda dos Pilões – Chiador.

158



FOTOGRAFIA 21 - Piezômetro PML – 22 - Fazenda dos Pilões – Chiador.



FOTOGRAFIA 22 - Piezômetro PML – 23 - Fazenda Valparaíso 2 – Benjamin Constant - (TVR).

159



FOTOGRAFIA 23 - Piezômetro PML – 25 - Benjamin Constant – Cacimba abrigada.



FOTOGRAFIA 24 - Piezômetro PML (CACIMBA) – 26 - Sapucaia – Posto Flor da Manga (TVR).

160



FOTOGRAFIA 25 - Piezômetro PML – 28 - Sr. Ivaí – Sapucaia de Minas - MG (TVR).



FOTOGRAFIA 26 - Piezômetro PML – 29 - Parque Infantil – Sapucaia - RJ (TVR).

161



FOTOGRAFIA 27 - Piezômetro PML – 30 - Beira do Rio – Sr. Jorge Bernardes – Sapucaia-RJ (TVR)



ANEXO II

PLANILHAS DE LEITURAS DO NÍVEL DO LENÇOL FREÁTICO

163

ANEXO III

PLANILHAS DE RESULTADOS DAS ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E BACTERIOLÓGICAS

278



Relatório de Ensaios LAB Nº 23430/14-1

Revisão 01

Cliente	Ekos Planejamento Ambiental.	Telefone	(34) 3214-7936
Endereço	Rua Vieira Gonçalves, 206.	Contato(s)	Alisson Martins de Oliveira
Município	Uberlândia - MG	Recepção	16/01/14
Amostra(s)	Água	Tipo de Amostragem	Simplex
Condição do tempo	Bom	Chuvas nas últimas 24 h	Não

Laboratório de ensaios acreditado pela norma ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005

O escopo da acreditação pode ser visto em:

<http://www.inmetro.gov.br/laboratorios/rble/docs/CRL0552.pdf>



Amostra	Ponto 01 - 20 km (2 km de terra) - PML 15		Código	23430/14-01	Coleta em	15/01/14 14:40
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método	
Alcalinidade Total	99,47	mg/L	---	0,5	SM 2320 B	
Cálcio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	22,11	mg/L	---	0,03	SM 3111 D	
Cloreto (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	3,46	mg/L	---	2,0	SM 4500 Cl ⁻ B/C	
Cobre Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	<0,05	mg/L	---	0,05	SM 3111 B	
Condutividade Elétrica a 25° C (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	192,20	µS/cm	---	0,3 - 20.000	SM 2510 B	
Magnésio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	3,44	mg/L	---	0,03	SM 3111 B	
Oxigênio Dissolvido (ac)	7,93	mg/L O ₂	≥ 5	0,1	SM 4500 OC	
pH a 25 °C (ac)	6,50	---	6 - 9	1 - 14	SM 4500 H+ B	
Potássio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	4,94	mg/L	---	0,03	SM 3111 B	
Sódio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	27,70	mg/L	---	0,03	SM 3111 B	
Sulfato (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	3,06	mg/L	250	2,0	SM 4500 SO ₄ (2-) E	
Temperatura Ambiente (ac)	37,50	°C	---	1 - 120	SM 2550 B	
Temperatura Amostra (ac)	25,50	°C	---	1 - 120	SM 2550 B	
Turbidez (ac)	15,60	NTU	100	0,20 - 1.000	SM 2130 B	

Legenda

(L1): Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 1 (Águas classificadas como Classe 2).

Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 (Águas classificadas como Classe 2).

Prevalece o valor mais restritivo.

LQ: Limite de Quantificação.

ac: Indica elementos acreditados pela ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2005 sobre o número CRL 0552 com validade do certificado até 23/10/2016.

(*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre): Ensaio subcontratado para o Laboratório Araxá Ambiental / Unidade Araxá acreditado pelo Cgcre pela ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2005 sobre o número CRL 0354 com validade do certificado até 20/04/2017.

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.
O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Página: 1/5

Rua Dolores Borges, 100 - Bairro Domingos Zema - Micro-Distrito Industrial - CEP: 38181-164
Araxá-MG - Telefax: (34) 3661-3644 / 3669-6600 / 3211-3644 - E-mail: araxaambiental@araxaambiental.com.br


Relatório de Ensaios LAB Nº 23430/14-1

Revisão 01

Cliente	Ekos Planejamento Ambiental.	Telefone	(34) 3214-7936
Endereço	Rua Vieira Gonçalves, 206.	Contato(s)	Alisson Martins de Oliveira
Município	Uberlândia - MG	Recepção	16/01/14
Amostra(s)	Água	Tipo de Amostragem	Simplex
Condição do tempo	Bom	Chuvas nas últimas 24 h	Não

Amostra	Ponto 02 - 20 km (2 km de terra) - PML 14		Código	23430/14-02	Coleta em	15/01/14 15:17
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método	
Alcalinidade Total	112,70	mg/L	---	0,5	SM 2320 B	
Cálcio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	30,61	mg/L	---	0,03	SM 3111 D	
Cloretos (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	3,96	mg/L	---	2,0	SM 4500 Cl ⁻ B/C	
Cobre Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	<0,05	mg/L	---	0,05	SM 3111 B	
Condutividade Elétrica a 25° C (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	161,70	µS/cm	---	0,3 - 20.000	SM 2510 B	
Magnésio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	3,65	mg/L	---	0,03	SM 3111 B	
Oxigênio Dissolvido (ac)	7,15	mg/L O ₂	≥ 5	0,1	SM 4500 OC	
pH a 25 °C (ac)	6,94	---	6 - 9	1 - 14	SM 4500 H+ B	
Potássio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	4,92	mg/L	---	0,03	SM 3111 B	
Sódio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	19,85	mg/L	---	0,03	SM 3111 B	
Sulfato (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	30,86	mg/L	250	2,0	SM 4500 SO ₄ (2-) E	
Temperatura Ambiente (ac)	37,50	°C	---	1 - 120	SM 2550 B	
Temperatura Amostra (ac)	24,50	°C	---	1 - 120	SM 2550 B	
Turbidez (ac)	113,00	NTU	100	0,20 - 1.000	SM 2130 B	

Legenda

(L1): Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 1 (Águas classificadas como Classe 2).

Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 (Águas classificadas como Classe 2).

Prevalece o valor mais restritivo.

LQ: Limite de Quantificação.

ac: Indicam elementos acreditados pela ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2005 sobre o número CRL 0552 com validade do certificado até 23/10/2016.

(*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre): Ensaio subcontratado para o Laboratório Araxá Ambiental / Unidade Araxá acreditado pelo Cgcre pela ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2005 sobre o número CRL 0354 com validade do certificado até 20/04/2017.

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, sob o número CRL 0552.

280

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.

O prazo de guarda de cópias de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Página: 2/5

 Rua Dolores Borges, 100 - Bairro Domingos Zema - Micro-Distrito Industrial - CEP: 38181-164
 Araxá-MG - Telefax: (34) 3661-3644 / 3669-6600 / 3211-3644 - E-mail: araxaambiental@araxaambiental.com.br


Relatório de Ensaios LAB Nº 23430/14-1

Revisão 01

Cliente	Ekos Planejamento Ambiental.	Telefone	(34) 3214-7936
Endereço	Rua Vieira Gonçalves, 206.	Contato(s)	Alisson Martins de Oliveira
Município	Uberlândia - MG	Recepção	16/01/14
Amostra(s)	Água	Tipo de Amostragem	Simplex
Condição do tempo	Bom	Chuvas nas últimas 24 h	Não

Amostra	Ponto 03 - 05 km de terra - PML 25	Código	23430/14-03	Coleta em	15/01/14 16:39
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método
Alcalinidade Total	126,91	mg/L	---	0,5	SM 2320 B
Cálcio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	61,76	mg/L	---	0,03	SM 3111 D
Cloretos (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	2,97	mg/L	---	2,0	SM 4500 Cl ⁻ B/C
Cobre Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	<0,05	mg/L	---	0,05	SM 3111 B
Condutividade Elétrica a 25° C (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	171,10	µS/cm	---	0,3 - 20.000	SM 2510 B
Magnésio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	4,08	mg/L	---	0,03	SM 3111 B
Oxigênio Dissolvido (ac)	7,50	mg/L O ₂	≥ 5	0,1	SM 4500 OC
pH a 25 °C (ac)	6,65	---	6 - 9	1 - 14	SM 4500 H+ B
Potássio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	3,02	mg/L	---	0,03	SM 3111 B
Sódio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	10,90	mg/L	---	0,03	SM 3111 B
Sulfato (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	<2,00	mg/L	250	2,0	SM 4500 SO ₄ (2-) E
Temperatura Ambiente (ac)	37,70	°C	---	1 - 120	SM 2550 B
Temperatura Amostra (ac)	26,00	°C	---	1 - 120	SM 2550 B
Turbidez (ac)	9,76	NTU	100	0,20 - 1.000	SM 2130 B

Legenda

(L1): Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 1 (Águas classificadas como Classe 2).

Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 (Águas classificadas como Classe 2).

Prevalece o valor mais restritivo.

LQ: Limite de Quantificação.

ac: Indicam elementos acreditados pela ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2005 sobre o número CRL 0552 com validade do certificado até 23/10/2016.

(*Araxá Ambiental AXA – CRL 0354, Cgcre): Ensaio subcontratado para o Laboratório Araxá Ambiental / Unidade Araxá acreditado pelo Cgcre pela ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2005 sobre o número CRL 0354 com validade do certificado até 20/04/2017.

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, sob o número CRL 0552.

281

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.

O prazo de guarda de cópias de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Página: 3/5

 Rua Dolores Borges, 100 - Bairro Domingos Zema - Micro-Distrito Industrial - CEP: 38181-164
 Araxá-MG - Telefax: (34) 3661-3644 / 3669-6600 / 3211-3644 - E-mail: araxaambiental@araxaambiental.com.br


Relatório de Ensaios LAB Nº 23430/14-1

Revisão 01

Cliente	Ekos Planejamento Ambiental.	Telefone	(34) 3214-7936
Endereço	Rua Vieira Gonçalves, 206.	Contato(s)	Alisson Martins de Oliveira
Município	Uberlândia - MG	Recepção	16/01/14
Amostra(s)	Água	Tipo de Amostragem	Simplex
Condição do tempo	Bom	Chuvas nas últimas 24 h	Não

Amostra	Ponto 04 - 2,5 km de asfalto - PML 26		Código	23430/14-04	Coleta em	15/01/14 18:07
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método	
Alcalinidade Total	62,23	mg/L	---	0,5	SM 2320 B	
Cálcio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	21,23	mg/L	---	0,03	SM 3111 D	
Cloretos (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	2,47	mg/L	---	2,0	SM 4500 Cl ⁻ B/C	
Cobre Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	<0,05	mg/L	---	0,05	SM 3111 B	
Condutividade Elétrica a 25° C (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	111,40	µS/cm	---	0,3 - 20.000	SM 2510 B	
Magnésio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	0,11	mg/L	---	0,03	SM 3111 B	
Oxigênio Dissolvido (ac)	11,25	mg/L O ₂	≥ 5	0,1	SM 4500 OC	
pH a 25 °C (ac)	8,78	---	6 - 9	1 - 14	SM 4500 H+ B	
Potássio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	3,33	mg/L	---	0,03	SM 3111 B	
Sódio Total (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	7,30	mg/L	---	0,03	SM 3111 B	
Sulfato (*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre)	2,09	mg/L	250	2,0	SM 4500 SO4(2-) E	
Temperatura Ambiente (ac)	37,50	°C	---	1 - 120	SM 2550 B	
Temperatura Amostra (ac)	28,50	°C	---	1 - 120	SM 2550 B	
Turbidez (ac)	1,42	NTU	100	0,20 - 1.000	SM 2130 B	

Legenda

(L1): Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 1 (Águas classificadas como Classe 2).

Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 (Águas classificadas como Classe 2).

Prevalece o valor mais restritivo.

LQ: Limite de Quantificação.

ac: Indicam elementos acreditados pela ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2005 sobre o número CRL 0552 com validade do certificado até 23/10/2016.

(*Araxá Ambiental AXA - CRL 0354, Cgcre): Ensaio subcontratado para o Laboratório Araxá Ambiental / Unidade Araxá acreditado pelo Cgcre pela ABNT NBR ISO/IEC 17.025:2005 sobre o número CRL 0354 com validade do certificado até 20/04/2017.

Laboratório de Ensaio acreditado pela Cgcre de acordo com a ABNT NBR ISO/IEC 17025:2005, sob o número CRL 0552.

Observação

Todas as análises foram realizadas de acordo com o prazo de validade de cada parâmetro. As datas dos ensaios constam em nossos registros estando à disposição do cliente quando necessário.

Referências Metodológicas

 Standard Methods for Examination of Water and Wastewater - 22th Edition - 2012.

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.

O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Página: 4/5

 Rua Dolores Borges, 100 - Bairro Domingos Zema - Micro-Distrito Industrial - CEP: 38181-164
 Araxá-MG - Telefax: (34) 3661-3644 / 3669-6600 / 3211-3644 - E-mail: araxaambiental@araxaambiental.com.br



Relatório de Ensaios LAB Nº 23430/14-1

Revisão 01

Cliente	Ekos Planejamento Ambiental.	Telefone	(34) 3214-7936
Endereço	Rua Vieira Gonçalves, 206.	Contato(s)	Alisson Martins de Oliveira
Município	Uberlândia - MG	Recepção	16/01/14
Amostra(s)	Água	Tipo de Amostragem	Simplex
Condição do tempo	Bom	Chuvas nas últimas 24 h	Não

Informações de Coleta

Amostras coletadas pela Araxá Ambiental de acordo com a norma Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22ª ed., 2012 Method 1060, 3010, 3010 B, 3030, 5010, 9060.

Araxá, 23 de janeiro de 2014.



Alisson Martins
Responsável Técnico
CRQ 02404593

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos
A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita baixando o documento original em <http://www.labwin.net/araxa> usando o código LOCHW DFZ 200.

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.
O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Página: 5/5

Rua Dolores Borges, 100 - Bairro Domingos Zema - Micro-Distrito Industrial - CEP: 38181-164
Araxá-MG - Telefax: (34) 3661-3644 / 3669-6600 / 3211-3644 - E-mail: araxaambiental@araxaambiental.com.br


Relatório de Ensaios LAB Nº 23430/14-2

Revisão 00

Cliente	Ekos Planejamento Ambiental.	Telefone	(34) 3214-7936
Endereço	Rua Vieira Gonçalves, 206.	Contato(s)	Alisson Martins de Oliveira
Município	Uberlândia - MG	Recepção	16/01/14
Amostra(s)	Água	Tipo de Amostragem	Simplex
Condição do tempo	Bom	Chuvas nas últimas 24 h	Não

Os Resultados relatados abaixo não fazem parte do escopo da acreditação deste Laboratório

Amostra	Ponto 01 - 20 km (2 km de terra) - PML 15		Código	23430/14-01	Coleta em	15/01/14 14:40
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método	
Bicarbonato	10,15	mg/L	--	0,2	SM 2320 B	
Cádmio Total	<0,001	mg/L	0,001	0,001	SM 3111 B	
Carbonato	<0,03	mg/L	--	0,03	SM 2320 B	
Chumbo Total	<0,008	mg/L	0,01	0,008	SM 3111 B	
Coliformes Totais	7,92 x 10 ³	UFC/100mL	--	0	SM 9222 A,B,D	
Cromo Total	<0,009	mg/L	0,05	0,009	SM 3120 B	
<i>Escherichia coli</i>	1,45 x 10 ³	UFC/100mL	--	0	SM 9221 A,B,C,E	
Ferro Ferroso	<0,2	mg/L	--	0,2	SM 3500 Fe B	
Ferro Total	1,33	mg/L	--	0,01	SM 3111 B	
Mercurio Total	<0,0002	mg/L	0,0002	0,0002	SM 3112 B	
Nitrato	0,10	mg/L	--	0,10	SM 4500-NO-3F	
Nitrito	0,02	mg/L N	--	0,01	SM 4500 NO ₂ -B	
Resíduo Seco a 105°C	194,00	mg/L	--	0,1	SM 2540 D	

Legenda

(L1): Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 1 (Águas classificadas como Classe 2).

Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 (Águas classificadas como Classe 2).

Prevalece o valor mais restritivo.

LQ: Limite de Quantificação.

UFC: Unidade Formadora de Colônia.

Amostra	Ponto 02 - 20 km (2 km de terra) - PML 14		Código	23430/14-02	Coleta em	15/01/14 15:17
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método	
Bicarbonato	11,50	mg/L	--	0,2	SM 2320 B	
Cádmio Total	<0,001	mg/L	0,001	0,001	SM 3111 B	
Carbonato	<0,03	mg/L	--	0,03	SM 2320 B	
Chumbo Total	<0,008	mg/L	0,01	0,008	SM 3111 B	
Coliformes Totais	1,21 x 10 ⁵	UFC/100mL	--	0	SM 9222 A,B,D	
Cromo Total	<0,009	mg/L	0,05	0,009	SM 3120 B	
<i>Escherichia coli</i>	9,90 x 10 ³	UFC/100mL	--	0	SM 9221 A,B,C,E	
Ferro Ferroso	3,04	mg/L	--	0,2	SM 3500 Fe B	
Ferro Total	6,02	mg/L	--	0,01	SM 3111 B	
Mercurio Total	<0,0002	mg/L	0,0002	0,0002	SM 3112 B	
Nitrato	0,60	mg/L	--	0,10	SM 4500-NO-3F	
Nitrito	<0,01	mg/L N	--	0,01	SM 4500 NO ₂ -B	
Resíduo Seco a 105°C	282,00	mg/L	--	0,1	SM 2540 D	

Legenda

(L1): Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 1 (Águas classificadas como Classe 2).

Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 (Águas classificadas como Classe 2).

Prevalece o valor mais restritivo.

LQ: Limite de Quantificação.

UFC: Unidade Formadora de Colônia.

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.

O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Página: 1/3

 Rua Dolores Borges, 100 - Bairro Domingos Zema - Micro-Distrito Industrial - CEP: 38181-164
 Araxá-MG - Telefax: (34) 3661-3644 / 3669-6600 / 3211-3644 - E-mail: araxaambiental@araxaambiental.com.br


Relatório de Ensaios LAB Nº 23430/14-2

Revisão 00

Cliente	Ekos Planejamento Ambiental.	Telefone	(34) 3214-7936
Endereço	Rua Vieira Gonçalves, 206.	Contato(s)	Alisson Martins de Oliveira
Município	Uberlândia - MG	Recepção	16/01/14
Amostra(s)	Água	Tipo de Amostragem	Simplex
Condição do tempo	Bom	Chuvas nas últimas 24 h	Não

Amostra	Ponto 03 - 05 km de terra - PML 25		Código	23430/14-03	Coleta em	15/01/14 16:39
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método	
Bicarbonato	12,95	mg/L	--	0,2	SM 2320 B	
Cádmio Total	<0,001	mg/L	0,001	0,001	SM 3111 B	
Carbonato	<0,03	mg/L	--	0,03	SM 2320 B	
Chumbo Total	<0,008	mg/L	0,01	0,008	SM 3111 B	
Coliformes Totais	930	UFC/100mL	--	0	SM 9222 A,B,D	
Cromo Total	<0,009	mg/L	0,05	0,009	SM 3120 B	
<i>Escherichia coli</i>	74	UFC/100mL	--	0	SM 9221 A,B,C,E	
Ferro Ferroso	<0,2	mg/L	--	0,2	SM 3500 Fe B	
Ferro Total	1,51	mg/L	--	0,01	SM 3111 B	
Mercurio Total	<0,0002	mg/L	0,0002	0,0002	SM 3112 B	
Nitrato	4,40	mg/L	--	0,10	SM 4500-NO-3F	
Nitritos	0,01	mg/L N	--	0,01	SM 4500 NO ₂ -B	
Resíduo Seco a 105°C	206,00	mg/L	--	0,1	SM 2540 D	

Legenda

(L1): Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 1 (Águas classificadas como Classe 2).
Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 (Águas classificadas como Classe 2).
Prevalece o valor mais restritivo.

LQ: Limite de Quantificação.

UFC: Unidade Formadora de Colônia.

Amostra	Ponto 04 - 2,5 km de asfalto - PML 26		Código	23430/14-04	Coleta em	15/01/14 18:07
Ensaio	Resultado	Unidade	Limite aceitável (L1)	LQ	Método	
Bicarbonato	6,35	mg/L	--	0,2	SM 2320 B	
Cádmio Total	<0,001	mg/L	0,001	0,001	SM 3111 B	
Carbonato	<0,03	mg/L	--	0,03	SM 2320 B	
Chumbo Total	<0,008	mg/L	0,01	0,008	SM 3111 B	
Coliformes Totais	686	UFC/100mL	--	0	SM 9222 A,B,D	
Cromo Total	<0,009	mg/L	0,05	0,009	SM 3120 B	
<i>Escherichia coli</i>	560	UFC/100mL	--	0	SM 9221 A,B,C,E	
Ferro Ferroso	<0,2	mg/L	--	0,2	SM 3500 Fe B	
Ferro Total	0,08	mg/L	--	0,01	SM 3111 B	
Mercurio Total	<0,0002	mg/L	0,0002	0,0002	SM 3112 B	
Nitrato	0,10	mg/L	--	0,10	SM 4500-NO-3F	
Nitritos	<0,01	mg/L N	--	0,01	SM 4500 NO ₂ -B	
Resíduo Seco a 105°C	68,00	mg/L	--	0,1	SM 2540 D	

Legenda

(L1): Deliberação Normativa COPAM/CERH-MG Nº 1 (Águas classificadas como Classe 2).
Resolução Nº 357, de 17 de março de 2005 (Águas classificadas como Classe 2).
Prevalece o valor mais restritivo.

LQ: Limite de Quantificação.

UFC: Unidade Formadora de Colônia.

Observação

Todas as análises foram realizadas de acordo com o prazo de validade de cada parâmetro. As datas dos ensaios constam em nossos registros estando à disposição do cliente quando necessário.

Referências Metodológicas

Standard Methods for Examination of Water and Wastewater – 22th Edition – 2012.

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.
O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Página: 2/3

Rua Dolores Borges, 100 - Bairro Domingos Zema - Micro-Distrito Industrial - CEP: 38181-164
Araxá-MG - Telefax: (34) 3661-3644 / 3669-6600 / 3211-3644 - E-mail: araxaambiental@araxaambiental.com.br



Relatório de Ensaios LAB Nº 23430/14-2

Revisão 00

Cliente	Ekos Planejamento Ambiental.	Telefone	(34) 3214-7936
Endereço	Rua Vieira Gonçalves, 206.	Contato(s)	Alisson Martins de Oliveira
Município	Uberlândia - MG	Recepção	16/01/14
Amostra(s)	Água	Tipo de Amostragem	Simplex
Condição do tempo	Bom	Chuvas nas últimas 24 h	Não

Informações de Coleta

Amostras coletadas pela Araxá Ambiental de acordo com a norma Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater, 22ª ed., 2012 Method 1060, 3010, 3010 B, 3030, 5010, 9060.

Araxá, 23 de janeiro de 2014.



Aires Martins
Responsável Técnico
CRQ 02404593

Documento verificado e aprovado por meios eletrônicos
A verificação da autenticidade deste documento pode ser feita baixando o documento original em <http://www.labwin.net/araxa> usando o código **LOCHW DFZ 200**.

Os resultados deste relatório se restringem às amostras ensaiadas. Este relatório somente poderá ser reproduzido em sua totalidade.
O prazo de guarda de contra-provas de amostras é de 07 dias após emissão do relatório de ensaios, exceto para amostras perecíveis.

Página: 3/3

Rua Dolores Borges, 100 - Bairro Domingos Zema - Micro-Distrito Industrial - CEP: 38181-164
Araxá-MG - Telefax: (34) 3661-3644 / 3669-6600 / 3211-3644 - E-mail: araxaambiental@araxaambiental.com.br