

Monitoramento Hidrogeológico

Campanhas Pós-enchimento (13ª à 15ª)

Porto Velho - RO

SANTO ANTÔNIO ENERGIA S.A.



MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO CAMPANHAS PÓS-ENCHIMENTO (13ª À 15ª)

Porto Velho - RO

50008-EV-RT001-0
Dezembro/2013

APRESENTADO PARA

SANTO ANTÔNIO ENERGIA S.A.
Rua Tabajara 834 – Olaria
Porto Velho – RO

APRESENTADO POR

Tetra Tech Sustentabilidade
São Paulo - SP
www.tetrattech.com

REVISÃO:

DATA:

FINALIDADE:

0

20/12/13

Para Aprovação

Preparado por:

Fábio Villiger Thomaz da Rosa
Analista Ambiental Pleno - Geólogo

Verificado por:

Marcos Araújo
Coordenador de Projetos - Geólogo

José Ângelo Ferreira da Silva
Líder de Investigação e Remediação
Geólogo

Autorizado por:

Rodrigo Coelho
Gerente Técnico - Geólogo

ÍNDICEPágina

1.0	INTRODUÇÃO E OBJETIVOS	03
2.0	INFORMAÇÕES DO LOCAL	04
2.1	LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE	04
2.2	HISTÓRICO AMBIENTAL.....	06
3.0	SERVIÇOS REALIZADOS.....	11
3.1	MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO – 13ª a 15ª CAMPANHAS PÓS- ENCHIMENTO.....	11
4.0	RESULTADOS	17
5.0	CONCLUSÕES.....	26
6.0	RECOMENDAÇÕES	28
7.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	29

TABELAS

- TABELA 3.1.1 DADOS OBTIDOS DURANTE O MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO DOS MNAs
- TABELA 3.1.2 DADOS OBTIDOS DURANTE O MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO DE POÇOS DE MONITORAMENTO (MÓDULOS DE FAUNA)

FIGURAS

- FIGURA 2.1.1 MAPA DE LOCALIZAÇÃO REGIONAL DA BARRAGEM DE SANTO ANTÔNIO
- FIGURA 3.1.1 MAPA DOS POÇOS DE MONITORAMENTO
- FIGURA 4.1.1 VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA AO LONGO DAS CAMPANHAS DE MONITORAMENTO REALIZADAS
- FIGURA 4.1.2 VARIAÇÃO MENSAL DO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO EM IDÊNTICO PERÍODO
- FIGURA 4.1.3 VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA ANTES (MAR/2011) E APÓS (MAR/12) O ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO
- FIGURA 4.1.4 VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA ANTES (AGO/2011) E APÓS (AGO/2012) O ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO
- FIGURA 4.1.5 VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS MNAs E COTA DO RESERVATÓRIO
- FIGURA 4.1.6 PROJEÇÃO DO REMANSO TOPOGRÁFICO E RELAÇÃO COM COTA (TUBO) DOS MNAs

ANEXOS

- ANEXO A ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART

1.0 **INTRODUÇÃO E OBJETIVOS**

A Tetra Tech Sustentabilidade Engenharia Consultiva Ltda. (TETRA TECH) foi contratada pela Santo Antônio Energia S.A. (SAESA) para executar atividades em atendimento ao Termo de Referência para a Execução do Programa de Monitoramento do Lençol Freático e do Cadastramento das Fontes Hídricas na Área de Influência Direta - AID, do Aproveitamento Hidrelétrico de Santo Antônio, Porto Velho, RO.

O Programa de Monitoramento do Lençol Freático foi proposto no Estudo de Impacto Ambiental – EIA, referenciado pela Licença Prévia nº 251/2007 concedida pelo IBAMA como parte integrante do Projeto Básico Ambiental (PBA) do Aproveitamento Hidrelétrico Santo Antônio – AHE Santo Antônio. O referido Programa deve ainda atender às disposições e orientações apresentadas na Licença de Instalação Retificada nº 540/2008 e ao Parecer Técnico nº 45/2008, ambos emitidos pelo IBAMA.

O presente documento tem como objetivo apresentar de maneira integrada os resultados referentes ao cumprimento das seguintes atividades previstas no Programa de Monitoramento do Lençol Freático e do Cadastramento das Fontes Hídricas:

Monitoramento do Lençol Freático

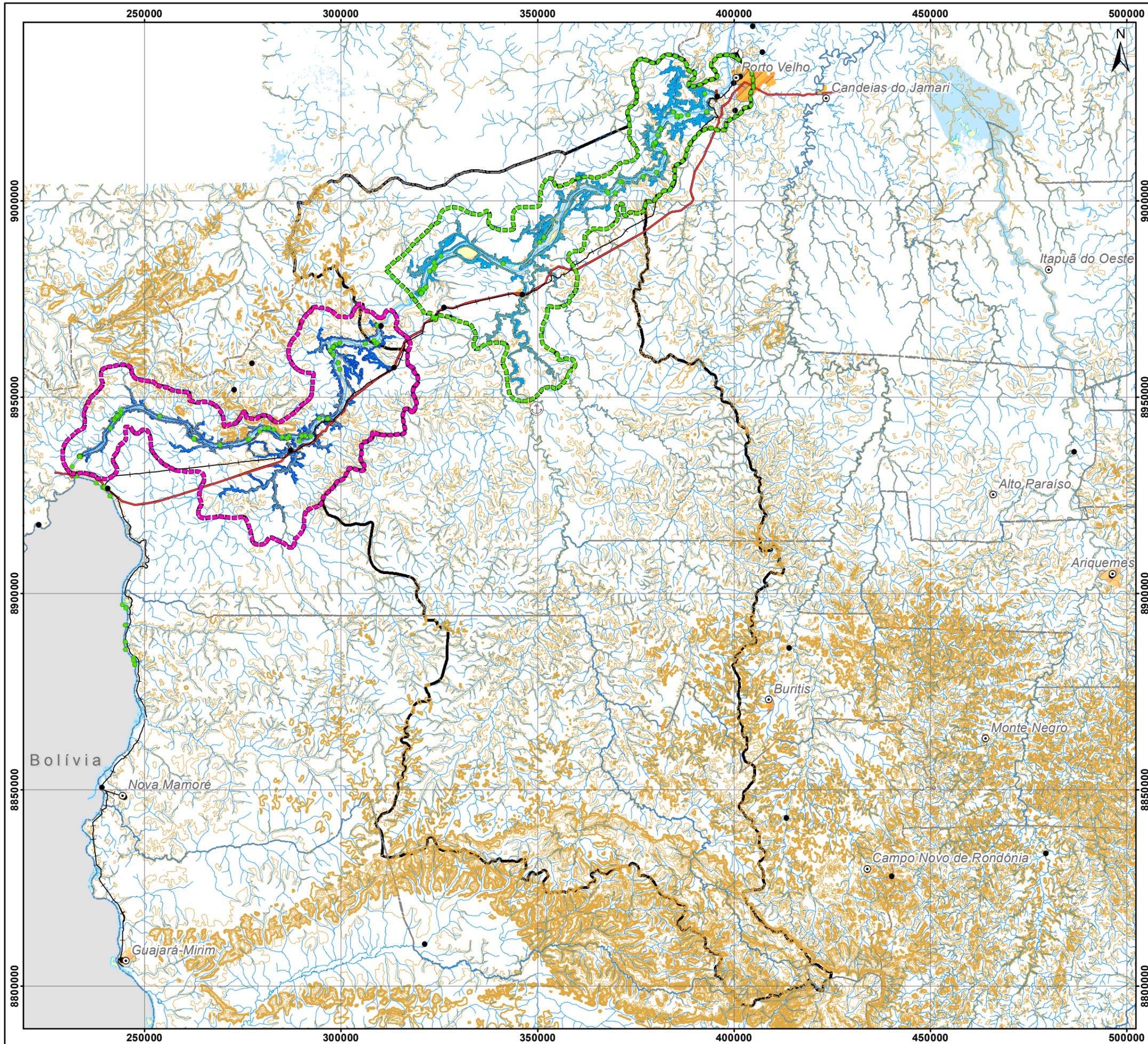
- Monitoramento Hidrogeológico – 13ª à 15ª Campanhas pós-enchimento, realizadas entre Abril e Outubro de 2013, referente às atividades previstas na terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático*.

A Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) referente a estas atividades é apresentada no **ANEXO A**.

2.0 INFORMAÇÕES DO LOCAL

2.1 LOCALIZAÇÃO E DESCRIÇÃO DA ÁREA DE INTERESSE

A área de estudo definida para o Programa de Monitoramento do Lençol Freático e do Cadastramento das Fontes Hídricas abrange o reservatório de 271,3 km² (sendo 164 km² correspondentes à calha do rio e 107,3 km² ao alagamento), os componentes do lago de inundação, cuja cota operacional é 70,2m, além de uma área correspondente a uma faixa de 2.500 metros delimitada no entorno do reservatório, incorporando áreas do município de Porto Velho em ambas as margens do Rio Madeira. A área incluindo o remanso considerando-se a referida cota corresponde a 544, 43 km². A **FIGURA 2.1.1** apresenta o mapa de localização regional da área.



CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS

- ⊙ Sede Municipal
- Localidade
- ✈ Aeroporto
- ⊕ Porto
- Ponte
- Ferrovias
- BR - 364
- Batimetria
- Curva de Nível Intermediária
- Mestra
- ~ Curso D'Água
- ▨ Mancha Urbana
- ▭ Municípios
- Massa D'Água
- Ilha
- Brejo
- Banco de Areia

LEGENDA TEMÁTICA

- ▭ Área de Influência Direta (AID) - Jirau
- ▭ Área de Influência Direta (AID) - Santo Antônio
- Atividade Garimpeira
- Eixo Barragem
- ▭ Cota de Inundação (70 metros) - Reservatório Santo Antônio
- ▭ Cota de Inundação (90 metros) - Reservatório Jirau
- ▭ Área de Influência Indireta (AII)



- REFERÊNCIA
- 1- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
 - 2- SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DE MEIO AMBIENTE (SEDAM) - RONDÔNIA.
 - 3- FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
 - 4- CNOILEME ENGENHARIA.

- NOTAS
- 1- BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: SAD-69. ZONA DE REFERÊNCIA 20S.
 - 2- ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 9.2.
 - 3- MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

0	PARA APROVAÇÃO
R.S.U.	12/13



MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO - SANTO ANTONIO ENERGIA

TÍTULO:
MAPA DE LOCALIZAÇÃO REGIONAL DA BARRAGEM DE SANTO ANTÔNIO

PROJ.N.: 10252	PROJ.: B.C.	APROV.: J.P.	DATA: 12/13	ESCALA: 1:960.000	REV.: 0
----------------	-------------	--------------	-------------	-------------------	---------

2.2 HISTÓRICO AMBIENTAL

Relatório da CRA (2010a):

Trata-se do primeiro relatório de andamento das atividades realizadas pela CRA, compreendendo os meses de Março e Abril de 2010. Relacionam-se abaixo as etapas e serviços executados durante este período.

- Em Março/2010 foi dado o início das atividades de *Coleta de Dados e Levantamento Bibliográfico*, previstas na primeira fase do *Monitoramento do Lençol Freático e Cadastramento de Fontes Hídricas*. Entre os dias 10 e 12 de Março foi realizada uma visita técnica para apresentação do projeto CRA # 10252 – Monitoramento do Lençol Freático na Área de Influência Direta (AID) do reservatório da UHE de Santo Antônio, Porto Velho, RO - para a equipe da SAESA e obtenção de parte dos dados necessários para a confecção do modelo conceitual da bacia de contribuição direta da área do reservatório, incluindo o levantamento por GPS de coordenadas geográficas dos locais visitados na AID;
- Em Abril/2010 foram executadas as etapas de *Elaboração de Plantas-base e Planejamento de Campo*, ainda como parte das atividades incluídas na primeira fase do *Monitoramento do Lençol Freático e Cadastramento de Fontes Hídricas*, bem como dado início à confecção do *Modelo Conceitual e Inserção*, referente à Etapa 1 do *Modelo Matemático de Fluxo*, terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático*. A *Elaboração de Plantas-base* consistiu na integração dos dados obtidos em pesquisa bibliográfica e por meio de material disponibilizado pela SAESA contendo dados oriundos da CPRM, FURNAS, SEDAM, PCE e da própria SAESA.

Relatório da CRA (2010b):

Este segundo relatório de andamento descreve as atividades desenvolvidas entre Maio e Outubro de 2010, atualizando as informações apresentadas no relatório anterior. Segue abaixo uma relação sucinta das etapas e serviços executados a partir de Maio de 2010.

- Realização das atividades de primeira fase, referentes ao *Cadastramento das Fontes Hídricas* e de agentes poluidores associados, por meio de complementação em campo de dados oriundos da CPRM e FURNAS e disponibilizados pela SAESA;
- Dado o início à segunda fase do Monitoramento do Lençol Freático com a realização de levantamento de campo para verificação das informações obtidas na primeira fase, seleção de locais para instalação dos MNAs, instalação dos MNAs e nivelamento topográfico e a realização da primeira medição do nível d'água nestes poços;
- Elaboração e apresentação de resultados preliminares do *Modelo Conceitual e Inserção* referente à Etapa 1 do *Modelo Matemático de Fluxo*, terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático*, considerando a linha de cota 70 como cota de

inundação calculada pela média das máximas anuais como a área de inundação do reservatório (dados fornecidos pela SAESA).

Relatório da CRA (2011a):

Este relatório integrado apresentou as atividades desenvolvidas entre Outubro de 2010 e Fevereiro de 2011, atualizando as informações apresentadas no relatório anterior. Segue abaixo uma relação sucinta das etapas e serviços executados a partir de Outubro de 2010.

- Apresentação de dados referentes à instalação dos MNAs, incluindo os perfis litológico-construtivos dos 52 poços de monitoramento instalados na área de interesse, como parte das atividades previstas na segunda fase do Monitoramento do Lençol Freático;
- Resultados obtidos na 1ª Campanha de Monitoramento Analítico, onde se constatou que as águas subterrâneas do aquífero freático, na área de interesse, apresentam-se com sua qualidade afetada, maiormente por causas naturais, influenciadas pela geologia em escala regional;
- Apresentação dos resultados obtidos na 1ª campanha trimestral de Monitoramento Hidrogeológico, realizada no período de 15 a 27 de Dezembro de 2010;
- Instalação de 20 medidores eletrônicos (automáticos), modelo Levellogger Gold Junior M10/F30, fabricado pela SOLINST, com a finalidade de registrar a variação do nível d'água em MNAs selecionados. O equipamento possui capacidade máxima de armazenamento de até 32 mil registros. A instalação destes medidores teve como critério básico a sua distribuição da forma mais uniforme possível ao longo da Área de Influência Direta – AID do Aproveitamento Hidrelétrico de Santo Antônio.

Relatório da CRA (2011b):

Este relatório de andamento apresentou a evolução das atividades desenvolvidas entre os meses de Março a Setembro de 2011, atualizando as informações apresentadas no relatório anterior. Segue abaixo uma relação sucinta das etapas e serviços executados a partir de Março de 2011.

- Apresentação dos resultados da 2ª Campanha de Monitoramento Analítico, incluindo um número 20 poços de monitoramento amostrados, selecionados de acordo com critérios analíticos, referentes aos resultados obtidos na 1ª Campanha de Monitoramento Analítico, associados a fatores como a presença de potenciais fontes poluidoras nas proximidades e a representatividade geográfica da malha de amostragem face à extensão da área de interesse;
- Apresentação dos resultados obtidos na 2ª, 3ª e 4ª campanhas de monitoramento hidrogeológico, correspondentes às três campanhas trimestrais realizadas em Dezembro de 2010 e Março e Julho de 2011, integrando os resultados destas com os resultados anteriormente obtidos na campanha de monitoramento pós-instalação

dos MNAs (Setembro de 2010), bem como com os obtidos durante a realização da 1ª Campanha Analítica (Outubro de 2010);

- Elaboração e apresentação de resultados transientes do *Modelo Conceitual e Inserção* referente à Etapa 2 do *Modelo Matemático de Fluxo*, terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático*, considerando a linha de cota 70,5 m como cota de inundação calculada pela média das máximas anuais como a área de inundação do reservatório (dados fornecidos pela SAESA).

Relatório da CRA (2012a):

O quinto relatório de andamento das atividades do Programa de Monitoramento do Lençol Freático, apresenta a evolução dos trabalhos compreendendo o período de Outubro de 2011 a Fevereiro de 2012, conforme sintetizado abaixo:

- Apresentação em fevereiro de 2012 dos resultados obtidos na 5ª, 6ª e 7ª campanhas de monitoramento hidrogeológico, correspondentes às três campanhas realizadas durante o enchimento do reservatório, em Outubro e Dezembro de 2011 e Janeiro de 2012, integrando os resultados destas com os resultados anteriormente obtidos desde a 1ª campanha de monitoramento pós-instalação dos MNAs (Setembro de 2010);
- Estágio de recalibração (validação) do *Modelo Matemático de Fluxo*, considerando-se a cota de enchimento de 70,5 m.

No contexto das atividades do *Modelo Matemático de Fluxo*, cabe aqui uma consideração no sentido de que, neste interim, foi adotada pela SAESA uma nova cota de enchimento do reservatório, de 70,2 m. Os resultados obtidos neste estágio foram então revistos, tendo em vista a readequação para a nova cota, e serão apresentados no relatório final referente à Etapa 3 do *Modelo Matemático de Fluxo*, como parte das atividades da terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático*.

Relatório da CRA (2012b):

O sexto relatório de andamento das atividades do Programa de Monitoramento do Lençol Freático apresentou a evolução dos trabalhos compreendendo o período de Março a Setembro de 2012. Segue abaixo uma relação sucinta das etapas e serviços executados no referido período:

- Nas atividades do *Cadastramento das Fontes Hídricas*, a apresentação em setembro de 2012 dos resultados da 3ª campanha de monitoramento analítico das águas subterrâneas, permitindo assim avaliar novamente a qualidade das mesmas na área de influência do reservatório da UHE Santo Antônio. Ainda, como parte de atividades referentes ao *Modelo Matemático de Fluxo* (abaixo descrito), foi realizado concomitantemente com a campanha de monitoramento analítico, os serviços extra-

escopo de cadastramento de 59 poços cacimba na área do assentamento Joana D'Arc;

- Apresentação em outubro de 2012 dos resultados obtidos nas campanhas de monitoramento hidrogeológico Pós-Enchimento (1ª a 7ª), correspondentes às sete primeiras campanhas mensais realizadas após o enchimento do reservatório, entre Fevereiro e Setembro de 2012, integrando os resultados destas com os resultados anteriormente obtidos desde a 1ª campanha de monitoramento pós-instalação dos MNAs, realizada em Setembro de 2010;
- Estágio de recalibração (revalidação) do *Modelo Matemático de Fluxo*, considerando-se a redefinição da cota de enchimento de 70,5 m para 70,2 m, com a apresentação em setembro de 2012 dos resultados consolidados de simulação do enchimento do reservatório, incluindo serviços extra-escopo correspondentes à adição de dados de 59 poços cacimba identificados na área do assentamento Joana D'Arc, de forma a verificar através de simulação do enchimento, os efeitos do remanso do reservatório englobando esta área. Neste contexto incluiu-se ainda a avaliação de cenários pré (rio e remanso do rio) e pós-enchimento com remanso para a vazão máxima anual de 38.550 m³/s, concluindo-se assim a realização da Etapa 3 do *Modelo Matemático de Fluxo*, terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático*.

Relatório da CRA (2013a):

Trata-se do relatório documentando os serviços extra-escopo executados para reinstalação de 13 poços de monitoramento (MNAs) identificados como destruídos no decorrer das campanhas de monitoramento hidrogeológico (MNA-02, MNA-03, MNA-13/13A, MNA-15, MNA-21, MNA-24 e MNA-29), além dos poços submersos pela cota 70,2 m (MNA-19, MNA-26, MNA-33 e MNA-38/38A).

Além dos serviços acima citados, a pedido da SAESA, foram instalados 11 poços de monitoramento adicionais, sendo 4 na área do Parque Municipal de Jaci-Paraná e 7 em um dos módulos de monitoramento de fauna (Módulo de Jaci-Paraná), localizado no extremo sul da AID, às margens do Rio Jaci-Paraná, denominado Módulo de Jaci-Paraná –Três Praias.

Relatório da CRA (2013b):

Trata-se do sétimo relatório de andamento das atividades do Programa de Monitoramento do Lençol Freático, o qual apresenta a evolução dos trabalhos compreendendo o período de Outubro de 2012 a Fevereiro de 2013. Abaixo relaciona-se, de forma sucinta, as etapas e serviços executados no período:

- No período compreendido pelo referido relatório, não houve atividades referentes ao subprograma do *Cadastramento das Fontes Hídricas*;
- Durante o período assinalado, foi dado prosseguimento às atividades do monitoramento hidrogeológico, com a execução de 5 campanhas mensais restantes

de um total de 12 previstas, conforme escopo da terceira fase do subprograma do *Monitoramento do Lençol Freático*. Com a aquisição destas medições mais recentes, procedeu-se a uma nova consolidação e apresentação dos resultados obtidos desde a campanha de monitoramento inicial, realizada logo após a instalação dos MNAs, em Setembro de 2010;

- Ainda como parte dos serviços extra-escopo iniciados no período relatado em CRA (2013a), foi realizada uma nova simulação de enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio, considerando-se a cota de operação de 71,3 m, de forma a levantar os possíveis impactos sobre o fluxo hídrico subterrâneo e seus reflexos na malha fundiária (assentamentos Joana D'Arc I, II e III, incluindo lotes adquiridos pela SAE), no âmbito da AID, atividade esta referente ao *Modelo Matemático de Fluxo*, terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático*. A cota 71,3 m, posteriormente alterada para 71,0 m com base em dados do IBGE, está sendo inicialmente contemplada para a operação da UHE Santo Antônio somente nos períodos de cheia do Rio Madeira, objetivando um melhor aproveitamento do potencial hídrico oferecido pelo rio.

Relatório da CRA (2013c):

O oitavo relatório de andamento das atividades do Programa de Monitoramento do Lençol Freático refere-se aos trabalhos desenvolvidos entre Março e Setembro de 2013, conforme relacionado abaixo:

- No período compreendido pelo referido relatório, foi dado prosseguimento às atividades da segunda fase do *Cadastramento das Fontes Hídricas*, com a realização em Junho-Julho de 2013 da 4ª campanha do monitoramento analítico das águas subterrâneas, correspondendo aos serviços de coleta, acondicionamento em coolers e envio das amostras aos laboratórios LAPEF (Porto Velho – RO) e BIOAGRI (São Paulo – SP). Com a realização da 4ª e última campanha de monitoramento analítico e a apresentação de relatório consolidado dos dados analíticos, cumpriu-se de maneira integral as atividades da segunda e terceira fases do subprograma do *Cadastramento das Fontes Hídricas*;
- Dado o prosseguimento das atividades do monitoramento hidrogeológico, com a execução dos trabalhos de campo de 2 campanhas trimestrais realizadas nos meses de Abril e Julho de 2013, como parte da terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático* e objeto de análise do presente documento;
- Apresentação do relatório de simulação de enchimento do reservatório contendo o prognóstico transiente para a cota de operação de 71,0 m, encerrando-se assim as atividades do *Modelo Matemático de Fluxo*, terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático*.

3.0 SERVIÇOS REALIZADOS

3.1 MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO – 13ª a 15ª CAMPANHAS PÓS-ENCHIMENTO

Com vistas às atividades de monitoramento hidrogeológico previstas na terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático*, apresenta-se na **TABELA 3.1.1** as medições do nível d'água realizadas nos meses de Abril, Julho e Outubro de 2013 pela PLACAM, após o período de enchimento do reservatório, nos MNAs instalados pela CRA. Este conjunto mais recente de medições está acompanhado das medições mensais realizadas pela PLACAM entre Fevereiro de 2012 e Janeiro de 2013, das medições realizadas durante o enchimento do reservatório (Outubro e Dezembro de 2011, e Janeiro de 2012), bem como das medições trimestrais realizadas antes do enchimento do reservatório (Dezembro 2010, Março e Julho de 2011), incluindo a 1ª Campanha (Setembro 2010), realizada logo após a instalação dos MNAs.

Na execução das atividades de monitoramento hidrogeológico, salienta-se a impossibilidade da realização dos serviços de medição do nível das águas subterrâneas em parte dos MNAs instalados pela CRA, em razão das más condições das estradas na época dos trabalhos de campo, impossibilitando o acesso a alguns dos poços que compõem a atual rede de monitoramento, tal como aqueles situados na área do Caldeirão do Inferno (MNA-38/38A, MNA-39 e MNA-40 (13ª Campanha)).

Em adição às atividades de monitoramento realizadas nos poços instalados pela CRA, que incluíram os poços reinstalados e poços novos, foi também incorporado nestes serviços o monitoramento do nível d'água de poços pertencentes aos módulos de fauna, instalados pela CEPEMAR. A **TABELA 3.1.2** apresenta os resultados do monitoramento destes poços, cujas atividades vêm sendo realizadas desde Setembro de 2012. A inclusão deste conjunto de poços visa a ampliar a rede de monitoramento na AID da UHE Santo Antônio, de forma a melhor avaliar e identificar eventuais efeitos adversos ao uso e ocupação do solo na área de entorno do reservatório.

A **FIGURA 3.1.1** apresenta a localização dos poços de monitoramento (MNAs) instalados pela CRA, bem como dos poços situados nos módulos de fauna.

TABELA 3.1.1
DADOS OBTIDOS DURANTE O MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO DOS MNAs

Poço	Monitoramento Após Instalação MNAs	Monitoramento Antes do Enchimento			Monitoramento Durante o Enchimento			Monitoramento Pós Enchimento															
	1 CAMPANHA	3 CAMPANHAS			3 CAMPANHAS			15 CAMPANHAS															
	1ª Campanha (Set/2010)	1ª Campanha (Dez/2010)	2ª Campanha (Mar/2011)	3ª Campanha (Jul/2011)	1ª Campanha (Out/2011)	2ª Campanha (Dez/2011)	3ª Campanha (Jan/2012)	1ª Campanha (Fev/2012)	2ª Campanha (Mar/2012)	3ª Campanha (Abr/2012)	4ª Campanha (Mai/2012)	5ª Campanha (Jun/2012)	6ª Campanha (Jul/2012)	7ª Campanha (Ago/2012)	8ª Campanha (Set/2012)	9ª Campanha (Out/2012)	10ª Campanha (Nov/2012)	11ª Campanha (Dez/2012)	12ª Campanha (Jan/2013)	13ª Campanha (Abr/2013)	14ª Campanha (Jul/2013)	15ª Campanha (Out/2013)	
MNA-01	4,00	4,87	1,36	2,56	2,84	2,11	1,32	1,06	0,93	1,07	1,26	1,39	2,83	2,73	2,62	2,56	1,98	1,39	0,90	0,10	1,62	4,17	
MNA-02	5,14	5,02	1,54	4,28	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	3,06	2,99	2,50	2,00	1,08	0,95	1,34	2,85
MNA-03	8,93	8,25	5,68	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	9,47	9,69	9,64	9,30	8,44	3,90	7,90	9,13
MNA-04	6,29	5,64	3,53	5,22	6,30	5,56	4,27	5,70	2,40	2,95	3,71	4,20	5,17	5,14	5,35	5,61	5,70	4,09	3,22	2,62	4,64	5,61	
MNA-05	8,54	7,27	4,55	7,82	7,69	6,49	5,21	5,51	3,78	6,48	7,28	7,51	7,80	7,88	7,85	7,83	7,84	3,92	5,47	5,35	7,58	7,84	
MNA-06	8,12	7,83	6,85	7,91	8,09	8,10	7,65	3,35	5,25	5,92	6,35	6,51	6,73	6,80	6,98	7,03	7,01	6,48	5,44	5,52	6,59	7,10	
MNA-07	11,30	11,20	6,22	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	9,65	11,28	11,44	9,40	6,38	5,14	8,94	11,59
MNA-08	7,70	8,22	7,62	7,77	7,80	7,16	6,90	7,03	6,77	7,02	7,38	7,44	7,76	7,83	5,68	7,74	7,76	7,67	7,26	6,93	7,72	7,75	
MNA-09	5,91	6,52	4,40	5,22	5,71	5,27	4,08	4,47	4,31	4,82	4,99	5,48	5,72	5,95	6,06	5,99	5,61	5,43	5,40	4,82	5,64	5,89	
MNA-10	8,10	8,36	5,37	Interditado	7,89	8,33	7,75	6,83	5,62	5,31	5,55	6,10	6,58	7,09	7,33	8,26	8,51	8,37	7,39	6,69	6,90	7,84	
MNA-11	4,27	3,96	3,17	Seco	4,28	4,14	2,36	3,48	3,11	3,43	3,49	3,72	3,89	4,44	4,70	4,32	4,22	4,13	3,46	3,64	3,92	4,40	
MNA-12	8,76	8,90	6,82	7,98	9,13	9,38	8,96	7,69	6,43	6,45	6,61	7,06	7,43	7,94	8,21	8,79	8,96	9,04	8,10	7,06	7,74	8,56	
MNA-13	6,93	8,06	Interditado	Seco	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	6,02	Interditado	5,84	5,85	4,78	4,73	5,09	5,66
MNA-13A	16,00	7,12	Interditado	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	6,08	Interditado	6,03	6,06	5,12	4,94	5,16	5,89
MNA-14	6,60	4,52	Interditado	5,96	6,11	5,27	1,14	1,88	1,94	2,74	2,94	3,65	4,53	5,25	5,59	6,29	5,43	5,21	4,89	2,15	4,33	3,19	
MNA-15	5,81	3,47	Interditado	5,16	4,32	4,25	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	0,28	0,67	1,70	2,96	5,75	5,11	5,01	4,50	4,00	Interditado	2,42	4,32	
MNA-16	4,91	6,40	Interditado	5,44	4,17	3,75	2,20	1,75	0,80	1,58	1,82	2,76	3,38	3,93	4,56	4,83	4,94	4,64	4,07	1,66	3,32	4,38	
MNA-17	14,82	14,79	9,77	14,11	15,70	15,17	13,40	10,17	6,64	7,44	10,13	11,97	13,08	13,95	14,20	14,14	14,20	13,92	12,02	Interditado	12,28	15,02	
MNA-18	2,42	1,95	Alagado	1,36	1,20	1,20	1,22	1,10	1,02	1,20	1,38	0,94	0,89	0,68	0,96	0,95	0,96	0,87	0,85	0,61	0,88	2,07	
MNA-18A	2,00	1,87	1,81	1,22	0,99	1,01	1,03	0,92	0,87	1,03	1,20	0,73	0,69	0,88	0,76	0,74	0,76	0,68	0,67	0,43	0,76	1,90	
MNA-19	5,04	-	4,56	4,63	4,94	1,35	1,11	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	9,32	9,27	9,01	8,95	7,06	6,91	2,62	2,99	
MNA-20	4,82	6,33	4,46	4,27	3,83	3,90	3,41	3,70	3,30	3,76	5,30	4,90	6,43	7,17	7,14	7,09	7,14	6,69	4,42	3,46	2,80	6,36	
MNA-21	6,94	6,66	4,67	6,33	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	11,92	12,28	12,00	11,90	10,80	9,90	10,09	10,28
MNA-22	10,74	11,53	10,15	11,10	11,38	11,22	10,48	8,86	6,75	6,76	7,77	8,68	9,32	9,93	10,73	11,27	11,51	11,12	9,37	8,08	7,62	10,50	
MNA-23	6,10	6,03	5,60	6,05	6,11	6,06	5,81	5,58	5,26	5,51	5,83	5,93	6,15	6,11	6,18	6,18	6,18	5,99	5,52	6,82	5,77	9,05	
MNA-24	7,00	16,40	13,23	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	11,02	11,00	10,89	10,68	10,00	Interditado	2,29	2,83
MNA-25	7,22	6,93	5,68	6,73	7,12	7,25	6,41	5,93	5,53	5,88	6,05	6,38	6,66	6,88	7,43	7,32	7,23	7,00	6,41	6,23	7,34	8,00	
MNA-26	4,00	1,03	Alagado	3,48	1,08	1,26	0,47	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	4,37	4,16	3,56	2,65	2,09	2,79	3,72	4,12	
MNA-27	8,17	8,21	6,53	7,87	8,38	8,30	7,40	6,90	6,12	6,62	7,24	7,41	7,64	7,71	8,14	7,90	7,91	8,29	7,63	6,54	7,18	8,00	
MNA-28	4,43	4,20	3,95	5,26	4,38	4,18	-	3,05	3,02	3,07	3,14	3,23	3,42	3,69	3,76	3,60	3,62	3,70	3,68	3,59	3,34	3,89	

(-): sem informação

TABELA 3.1.1 (cont.)
DADOS OBTIDOS DURANTE O MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO DOS MNAs

Poço	Monitoramento Após Instalação MNAs	Monitoramento Antes do Enchimento			Monitoramento Durante o Enchimento			Monitoramento Pós Enchimento															
	1 CAMPANHA	3 CAMPANHAS			3 CAMPANHAS			15 CAMPANHAS															
	1ª Campanha (Set/2010)	1ª Campanha (Dez/2010)	2ª Campanha (Mar/2011)	3ª Campanha (Jul/2011)	1ª Campanha (Out/2011)	2ª Campanha (Dez/2011)	3ª Campanha (Jan/2012)	1ª Campanha (Fev/2012)	2ª Campanha (Mar/2012)	3ª Campanha (Abr/2012)	4ª Campanha (Mai/2012)	5ª Campanha (Jun/2012)	6ª Campanha (Jul/2012)	7ª Campanha (Ago/2012)	8ª Campanha (Set/2012)	9ª Campanha (Out/2012)	10ª Campanha (Nov/2012)	11ª Campanha (Dez/2012)	12ª Campanha (Jan/2013)	13ª Campanha (Abr/2013)	14ª Campanha (Jul/2013)	15ª Campanha (Out/2013)	
MNA-29	6,63	5,73	1,56	6,30	6,52	6,29	5,16	4,39	4,12	4,26	4,53	4,99	5,40	5,84	6,40	6,58	6,65	6,41	5,87	5,16	6,23	6,80	
MNA-30	5,84	5,75	2,01	5,78	5,86	5,82	5,53	5,53	5,42	5,54	5,64	5,74	5,76	5,80	6,13	5,92	5,89	5,77	5,67	5,70	6,77	5,85	
MNA-31	7,98	6,31	3,98	8,65	11,38	10,41	5,20	4,10	5,37	5,60	5,78	5,84	5,98	7,99	8,22	8,00	7,90	7,59	5,57	3,71	6,14	6,36	
MNA-32	4,00	4,17	10,28	3,70	Seco	Seco	3,53	3,22	Interditado	2,66	2,82	3,02	3,33	3,70	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	2,84	3,90	Seco	
MNA-32A	6,00	Seco	2,11	3,75	4,20	4,25	3,59	3,29	Interditado	2,72	2,87	3,08	3,39	3,77	3,97	3,79	4,00	3,95	3,70	2,79	3,83	3,99	
MNA-33	4,87	4,12	5,12	7,92	4,53	3,47	1,15	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	Alagado	4,37	4,19	4,40	2,84	1,16	0,22	3,63	4,21	
MNA-34	15,04	14,73	4,65	8,25	14,95	13,07	11,41	Alagado	Alagado	Alagado	8,02	8,47	8,84	9,19	9,55	9,32	9,66	9,88	7,43	Interditado	11,24	9,41	
MNA-35	4,26	4,27	Interditado	4,11	4,23	4,16	3,58	3,38	3,16	3,44	3,59	3,80	3,94	4,92	4,30	4,30	4,36	4,30	3,60	3,45	4,11	4,25	
MNA-36	5,40	2,84	Interditado	4,85	4,76	5,02	1,26	0,80	1,15	2,12	2,68	3,90	4,48	4,09	5,39	5,36	5,37	5,21	3,79	1,62	4,23	5,13	
MNA-37	2,80	1,84	Interditado	2,10	2,28	2,27	1,28	0,98	0,90	1,27	1,00	1,16	1,58	1,97	3,38	3,16	2,89	2,60	1,59	0,56	1,49	1,27	
MNA-38	6,00	5,71	4,43	5,10	3,48	6,10	1,12	1,05	0,82	1,15	1,35	Destruído	Destruído	Destruído	3,35	2,92	2,63	2,34	2,55	Alagado	2,83	5,88	
MNA-38A	6,50	-	Interditado	Interditado	7,77	2,90	2,81	2,34	2,03	1,22	1,43	Destruído	Destruído	Destruído	3,32	3,11	2,87	2,63	1,10	Alagado	2,90	5,85	
MNA-39	5,50	3,12	8,55	7,45	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	Destruído	3,10	3,13	2,90	2,67	0,96	Alagado	1,89	Destruído	
MNA-40	7,00	2,31	7,80	8,17	3,27	1,56	0,54	0,85	0,40	1,02	0,66	0,90	1,23	2,10	2,95	2,76	2,80	2,69	1,64	Alagado	2,87	4,01	
MNA-41	10,46	10,37	7,80	9,57	10,50	10,45	9,54	8,50	5,08	6,27	8,61	9,03	9,40	9,80	10,51	10,60	Seco	9,17	8,78	8,08	9,13	10,52	
MNA-41A	10,00	9,98	7,55	10,16	10,70	10,65	9,30	7,76	5,08	7,58	8,93	9,36	9,71	10,05	10,64	10,48	10,97	9,00	8,61	8,03	9,08	10,60	
MNA-42	9,60	-	Interditado	Seco	8,66	6,74	5,80	0,20	3,20	7,87	6,50	7,28	8,05	8,68	11,08	10,86	9,31	9,08	7,45	4,67	12,83	9,03	
MNA-43	7,45	5,23	4,17	Interditado	6,39	6,04	5,24	0,19	3,00	4,18	5,05	5,81	6,40	7,00	7,33	7,17	6,70	4,55	3,13	4,84	5,63	6,46	
MNA-44	17,94	17,61	15,71	19,87	Seco	Seco	16,69	0,64	13,21	14,96	16,76	17,71	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	14,41	16,36	17,44	Seco
MNA-45	7,28	6,60	4,37	6,37	7,21	6,90	5,79	5,82	3,77	3,94	6,51	6,83	6,84	7,19	7,52	7,46	7,25	6,94	6,00	4,58	6,90	4,28	
MNA-46	14,52	-	11,96	13,54	14,87	15,20	14,55	12,80	10,70	10,10	11,54	12,55	13,88	14,31	14,92	14,84	15,02	15,36	14,84	11,31	12,85	14,72	
MNA-47	8,60	7,48	3,42	6,68	7,18	4,99	4,30	0,14	1,98	4,03	5,17	6,00	6,78	7,45	8,10	7,89	9,74	3,45	3,01	Destruído	Destruído	Destruído	
MNA-48	5,26	5,44	1,75	3,71	3,65	2,37	2,44	0,09	1,90	2,37	2,58	3,58	4,09	4,69	4,99	4,78	3,92	3,40	1,43	1,48	7,12	2,99	
MNA-49	9,20	10,19	6,91	8,34	6,65	7,07	7,43	8,10	7,02	7,33	7,81	5,49	8,27	11,80	12,34	12,14	10,20	1,87	1,85	2,45	9,83	9,11	
MNA-51	9,80	10,61	7,53	6,01	11,09	11,64	8,92	0,34	6,20	7,48	7,81	7,98	8,20	8,58	9,60	9,41	9,47	9,40	7,13	7,48	8,11	9,96	
MNA-52	11,00	8,74	8,96	6,91	11,42	10,86	10,14	0,38	8,31	9,67	10,29	10,32	10,68	10,89	11,33	11,02	11,29	10,70	8,79	9,49	10,73	10,62	
MNA-53	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,10	3,66	3,14	2,62	0,89	0,88	2,76	4,12	
MNA-54	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,27	3,85	3,34	2,82	1,56	0,81	2,80	4,35	
MNA-55	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,14	3,49	2,92	2,34	1,73	1,02	2,36	4,22	
MNA-56	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4,05	3,49	2,79	2,09	1,70	0,97	2,40	4,12	
Média (m)	7,50	6,95	5,87	6,63	6,76	6,28	5,41	3,91	4,21	4,79	5,28	5,87	6,05	6,54	6,73	6,75	6,52	5,89	5,12	4,51	5,76	6,42	

(-): sem informação / não se aplica

TABELA 3.1.2
DADOS OBTIDOS DURANTE O MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO DE POÇOS DE MONITORAMENTO (MÓDULOS DE FAUNA)

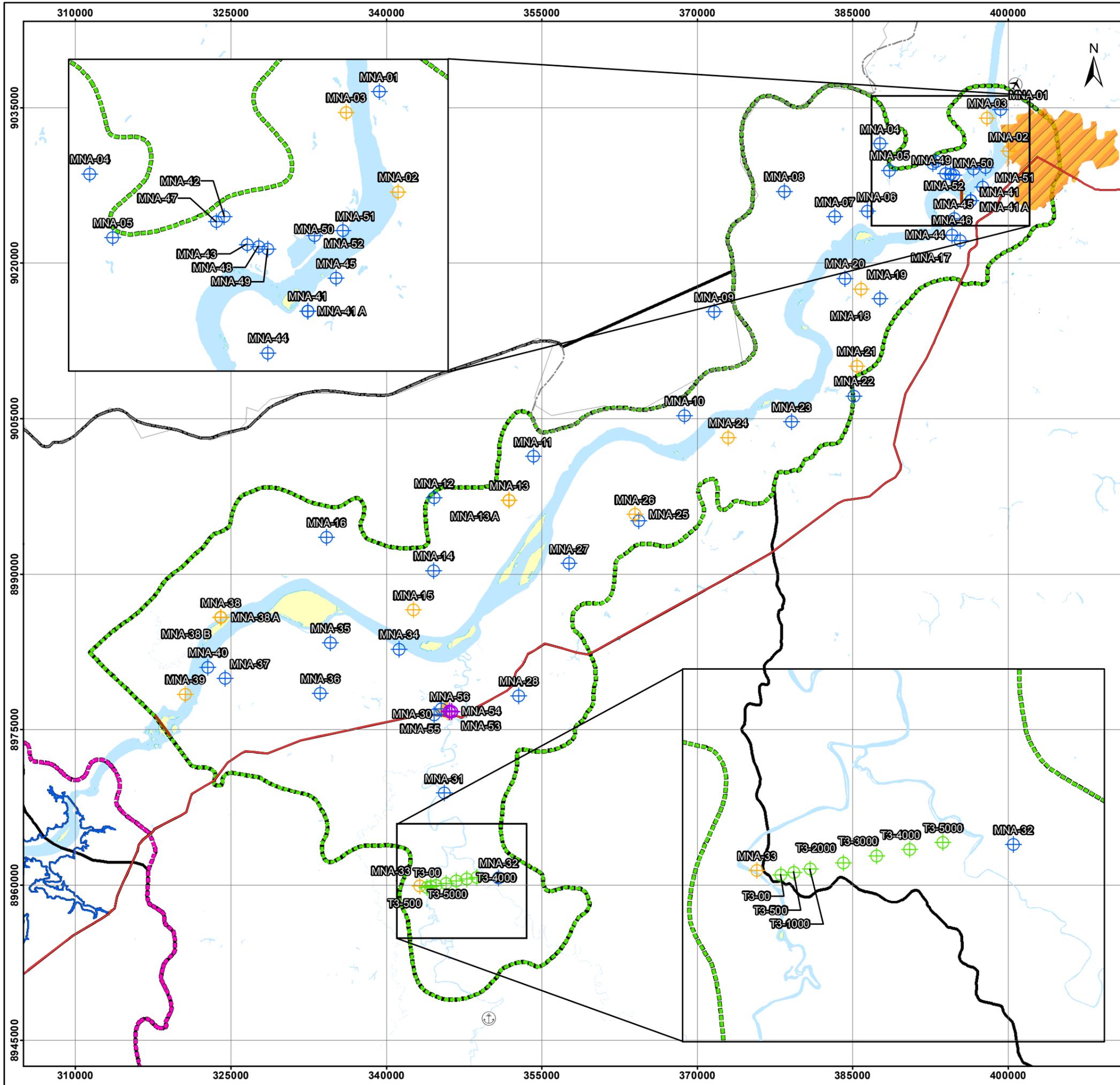
Poço de Monitoramento	1ª Campanha (Set/2012)	2ª Campanha (Out/2012)	3ª Campanha (Nov/2012)	4ª Campanha (Dez/2012)	5ª Campanha (Jan/2013)	6ª Campanha (Abr/2013)	7ª Campanha (Jul/2013)	8ª Campanha (Out/2013)
Módulo Ilha do Búfalo								
PZ-00m-T1	7,79	7,52	7,31	7,48	7,40	4,67	5,88	7,85
PZ-500m-T1	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	4,45	Seco	Seco
PZ-1000m-T1	6,05	5,81	5,58	5,64	5,62	2,97	3,63	5,92
PZ-2000m-T1	Seco							
PZ-3000m-T1	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	2,42	Seco	Seco
PZ-4000m-T1	3,65	4,21	4,01	4,20	4,00	1,90	1,85	2,67
PZ-5000m-T1	-	-	-	-	-	-	-	-
Módulo Teotônio								
PZ-4000m-T1	Destruído							
PZ-5000m-T1	Seco							
PZ-2000m-T2	Seco							
PZ-3000m-T2	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	5,90	Seco	Seco
PZ-5000m-T2	1,58	1,39	1,11	1,00	1,09	0,83	1,01	1,47
Módulo de Jaci-Paraná – Três Praias								
PZ-00m-T2	Seco							
PZ-500m-T2	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	8,76	Seco	Seco
PZ-1000m-T2	Seco							
PZ-2000m-T2	-	-	-	-	-	-	-	-
PZ-3000m-T2	Seco							
PZ-4000m-T2	Seco							
PZ-5000m-T2	Seco							

(-): sem informação

TABELA 3.1.2 (cont.)

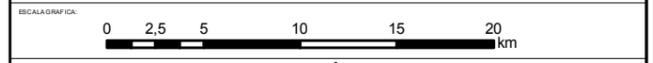
DADOS OBTIDOS DURANTE O MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO DE POÇOS DE MONITORAMENTO (MÓDULOS DE FAUNA)

Poço de Monitoramento	1ª Campanha (Set/2012)	2ª Campanha (Out/2012)	3ª Campanha (Nov/2012)	4ª Campanha (Dez/2012)	5ª Campanha (Jan/2013)	6ª Campanha (Abr/2013)	7ª Campanha (Jul/2013)	8ª Campanha (Out/2013)
Módulo Ilha da Pedra								
PZ-00m-T2	4,36	4,08	3,89	3,80	0,29	Alagado	Acesso Interd.	Destruído
PZ-500m-T2	6,01	5,79	5,47	5,36	2,10	0,51	Acesso Interd.	3,82
PZ-1000m-T2	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Acesso Interd.	Seco
PZ-2000m-T2	3,16	2,97	2,79	2,84	2,64	2,00	Acesso Interd.	3,04
PZ-3000m-T2	Seco	Seco	Seco	Seco	3,00	2,30	Acesso Interd.	Seco
PZ-4000m-T2	5,03	4,79	4,56	4,60	3,71	3,29	Acesso Interd.	4,81
PZ-5000m-T2	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Acesso Interd.	Seco
Módulo Jaci-Paraná – Novos Transectos								
PZ-00m-T3	9,53	8,08	7,90	7,77	7,79	6,67	5,72	6,52
PZ-500m-T3	8,79	8,53	8,31	8,22	8,00	6,98	6,86	7,77
PZ-1000m-T3	5,58	5,36	5,06	4,89	4,91	3,92	5,31	6,35
PZ-2000m-T3	10,85	10,66	10,41	10,32	10,04	9,16	8,43	9,25
PZ-3000m-T3	14,17	13,91	13,70	13,59	13,52	12,97	11,80	11,98
PZ-4000m-T3	3,48	3,31	3,02	2,83	2,80	2,10	2,75	3,53
PZ-5000m-T3	13,44	12,01	11,88	11,80	11,69	11,07	10,31	11,03



- CONVENÇÕES CARTOGRÁFICAS
- Sede Municipal
 - Localidade
 - ✈ Aeroporto
 - ⚓ Porto
 - ≡ Ponte
 - Ferrovias
 - BR - 364
 - Massa D'Água
 - Ilha
 - Brejo
 - Banco de Areia
 - Mancha Urbana
 - Municípios

- LEGENDA TEMÁTICA
- Poços monitoramento instalado (CRA, 2012)
 - Poços de monitoramento novos – Parque Municipal Jaci-Paraná (CRA, 2012)
 - Poços de monitoramento novos – Módulo de Fauna de Jaci-Paraná (CRA, 2012)
 - Poços de monitoramento pré-existent
 - Eixo Barragem
 - Cota de Inundação (70,2 metros) - Reservatório Santo Antônio
 - Cota de Inundação (90 metros) - Reservatório Jirau
 - Área de Influência Direta (AID) - Jirau
 - Área de Influência Direta (AID) - Santo Antônio
 - Área de Influência Indireta (AII)



- REFERÊNCIA
- FUNDAÇÃO INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE).
 - SECRETARIA DE DESENVOLVIMENTO DE MEIO AMBIENTE (SEDAM) - RONDÔNIA.
 - FURNAS CENTRAIS ELÉTRICAS S.A.
 - CNOLEME ENGENHARIA.

- NOTAS
- BASE CARTOGRÁFICA NA PROJEÇÃO UNIVERSAL TRANSVERSA DE MERCATOR. DATUM HORIZONTAL: SAD-69. ZONA DE REFERÊNCIA 20S.
 - ARQUIVOS FORMATO SHAPEFILE - ARCGIS 10.1.
 - MAPA PARA IMPRESSÃO EM FORMATO A3.

0	PARA APROVAÇÃO	R.S.U.	12/13
---	----------------	--------	-------

TETRA TECH

MONITORAMENTO HIDROGEOLÓGICO - SANTO ANTONIO ENERGIA

TÍTULO:
LOCALIZAÇÃO DOS POÇOS DE MONITORAMENTO INSTALADOS

PROJ. N.º:	PROJ.:	APROV.:	DATA:	ESCALA:	REV.:
10252	B.C.	J.P.	12/13	1:365.000	0

FIGURA 3.1.1

4.0 **RESULTADOS**

Os resultados dos monitoramentos hidrogeológicos até o momento realizados e analisados em conjunto, permitem vislumbrar a variação do nível d'água em escala regional, referente ao espaço geográfico coberto pela AID da UHE Santo Antônio, durante pouco mais de 3 ciclos hidrológicos. A **FIGURA 4.1.1** ilustra através de um gráfico a variação da cota média do nível d'água para cada campanha realizada, no período de Setembro 2010 a Novembro 2013, construído a partir do conjunto de dados apresentados na **TABELA 3.1.1**. Para este período, observa-se que a curva de variação apresenta uma elevação média da cota do nível d'água em termos regionais com ápice entre os meses de Fevereiro e Março, como reflexo ao período de cheias, e uma depressão da cota do nível d'água com ápice em Outubro, refletindo o período de vazante.

Ainda, é possível observar uma elevação regional relativa do nível do lençol freático ao se comparar o nível médio registrado em Out-Dez/2010 (Fase Pré-enchimento) com o respectivo nível em Out-Dez/2011 e Out-Dez/2012 (Fase Pós-enchimento), como resultado da influência do enchimento do reservatório. A observação dos valores das profundidades médias do nível d'água obtidas em Out-Dez/2011 e Out-Dez/2012, caracterizados pela semelhança entre si e mesmo por um pequeno rebaixamento da curva correspondente aos valores mais recentes, aponta para uma estabilização do processo de enchimento do reservatório. A projeção da curva indica uma provável repetição deste comportamento para o mesmo período em 2013. Observa-se também que, com o advento dos monitoramentos mensais efetuados de Janeiro de 2012 a Janeiro de 2013, a variação da curva observada no gráfico entre estação seca e estação chuvosa foi mais escalonada, ou menos abrupta, em função da frequência mensal das medições de campo. Esta variação observada no gráfico da **FIGURA 4.1.1** está retomando uma feição mais abrupta, tendo em vista a alteração da periodicidade das campanhas de monitoramento para trimestrais a partir de Abril de 2013.

Com relação à hipótese levantada no relatório de monitoramento hidrogeológico relativo às primeiras 7 campanhas mensais pós-enchimento (CRA, 2012b), foi possível confirmar a tendência para elevação da curva de variação da cota média do nível d'água subterrânea a partir de Outubro de 2012. Este comportamento está em consonância com o observado em períodos anteriores, isto é, a partir de Outubro de 2011. Estas observações são mais uma vez indicativas de que o regime pluviométrico exerceu pouca ou nenhuma influência relacionada à elevação observada das médias no período assinalado, o que sustenta a afirmação pela influência do enchimento do reservatório como principal fator contribuinte para esse fenômeno.

Neste sentido, e também para verificação da representatividade do conjunto de dados dos monitoramentos hidrogeológicos até então realizados, é apresentado na **FIGURA 4.1.2** a variação do regime pluviométrico em idêntico período, a partir de levantamento de dados de monitoramento climático disponíveis na *webpage* da Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental do Estado de Rondônia (SEDAM, 2013). Para tanto, foram escolhidas as estações meteorológicas da UHE Jirau e UHE Santo Antônio, as quais representam, em termos de balanço hídrico (recarga x descarga), os eixos principais de entrada e saída hídrica da área estudada.

Primeiramente, a confrontação dos dados pluviométricos da SEDAM com os dados de monitoramento do lençol freático coletados pela PLACAM, sob a orientação da CRA e, mais recentemente, da TETRA TECH, indica haver uma conformidade do regime pluviométrico com a variação do nível d'água do lençol freático, ao longo dos ciclos hidrológicos representados no período estudado. As curvas da **FIGURA 4.1.2**, referentes às medições de precipitação acumulada/mês obtidas exibem um comportamento semelhante ao da curva de variação da cota média do nível d'água, havendo uma intensidade maior de chuvas no período compreendido pelos meses de Fevereiro/Março e uma intensidade menor das mesmas no período correspondente aos meses de Julho/Agosto. A ligeira defasagem temporal entre as intensidades maior e menor do regime pluviométrico e as correspondentes intensidades apresentadas pela cota média do nível d'água subterrânea ocorre em função do tempo necessário à recarga do aquífero freático, como reflexo do aumento da atividade pluviométrica, sendo parte integrante dos processos atuantes no âmbito do ciclo da água em escala regional, num sistema hídrico tal como o da Bacia do Rio Madeira.

Com relação ao período pós-enchimento do reservatório, é possível afirmar que o regime pluviométrico exerceu pouca ou nenhuma influência na elevação do nível freático ao longo da área estudada, que concorresse com a elevação induzida do lençol freático promovida pelo enchimento do reservatório, conforme mencionado anteriormente. A comparação do perfil das curvas pluviométricas nos períodos Ago-Dez/2010, Ago-Dez/2011, Ago-Dez/2012 e Ago-Nov/2013, os quais se mantiveram relativamente semelhantes, reforça a afirmação de que a elevação relativa da média dos níveis d'água observada na **FIGURA 4.1.1** é essencialmente reflexo da elevação induzida do lençol freático, promovida pelo enchimento do reservatório.

As **FIGURAS 4.1.3** e **4.1.4** ilustram de forma mais localizada a elevação do nível freático em alguns dos MNAs objeto das campanhas de monitoramento hidrogeológico, indicando ainda que nem todos os poços sofreram o mesmo efeito, o que pode primariamente ser atribuído a condições hidrogeológicas locais reinantes e/ou produto da ação antrópica contrapondo o processo de enchimento do reservatório, tal como o efeito produzido por bombeamento de água de poços cacimba. De todo modo, é possível observar um efeito regionalizado da elevação do nível d'água subterrânea, ocorrido em função do evento de enchimento do reservatório e que atualmente encontra-se estabilizado. Nota-se que este efeito é mais potencializado no período das cheias, em função da maior disponibilidade hídrica no âmbito da AID como produto da carga mais elevada de precipitação pluviométrica, enquanto que no

período de vazante, com o abatimento geral do nível do lençol freático como reflexo da redução do índice pluviométrico, este fenômeno torna-se menos perceptível.

A **FIGURA 4.1.5** apresenta, por sua vez, a relação entre ciclos de cheia-vazante com a cota do reservatório fixada em 70,2 m, sem considerar o efeito regionalizado do remanso do reservatório. Admite-se que os poços invariavelmente cadastrados como submersos nas campanhas anteriores, tais como MNA-19 e MNA-26, deverão não se encontrar mais sujeitos a esta condição, uma vez que foram reinstalados pela CRA (CRA, 2013). Os poços MNA-01, MNA-02, MNA-03, MNA-45 e MNA-52 poderiam estar igualmente sujeitos à condição de submersos, não fosse o fato de situarem-se à jusante do eixo da UHE Santo Antônio. Com o período de cheias ainda em vigência, espera-se uma continuidade na elevação regional do lençol freático rumo ao seu clímax, normalmente identificado em meados do mês de Março. Os resultados obtidos na campanha de monitoramento hidrogeológico, de Abril de 2013, foram úteis para se verificar a funcionalidade (monitoramento) dos MNAs reinstalados e novos, embora tenha-se observado o nível de água subterrânea nos poços instalados em Jaci-Paraná (MNA-53, MNA-54, MNA-55 e MNA-56) relativamente próximo da superfície nesta época.

Numa tentativa de projetar o efeito regionalizado do remanso, é apresentado na **FIGURA 4.1.6** a relação entre este e os MNAs (cota do tubo) ao longo do eixo maior do reservatório, no sentido montante-jusante. A observação do gráfico revela a possibilidade de alguns dos MNAs serem temporariamente submersos no clímax do período de cheias, que se dá comumente durante o mês de Março. Grosso modo, a observação deste gráfico em conjunto com a tendência de elevação regional do lençol freático até meados de Março, revela um potencial para submersão temporária do poço MNA-26 senão, ao menos, do conjunto (ou parte deste) formado pelos poços MNA-53 a MNA-56. Esta hipótese, levantada em relatório anterior acabou não se confirmando, embora os dados coletados não incluam medições em Março, época em que comumente se dá o ápice do período de cheias.

Com a recente proposição pela SAESA para a alteração da cota de enchimento de 70,2 m para 71,0 m (inicialmente contemplada durante os períodos de cheia), espera-se, como reflexo desta mudança, um cenário com a ocorrência de novo(s) processo(s) de estabilização induzida do lençol freático ao longo da AID da UHE Santo Antônio, ainda que proporcionalmente de menor intensidade (menor amplitude de variação e tempo requerido para se atingir a estabilização), em comparação com o observado no período pós-enchimento do reservatório.

FIGURA 4.1.1
VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA AO LONGO DAS CAMPANHAS DE MONITORAMENTO REALIZADAS

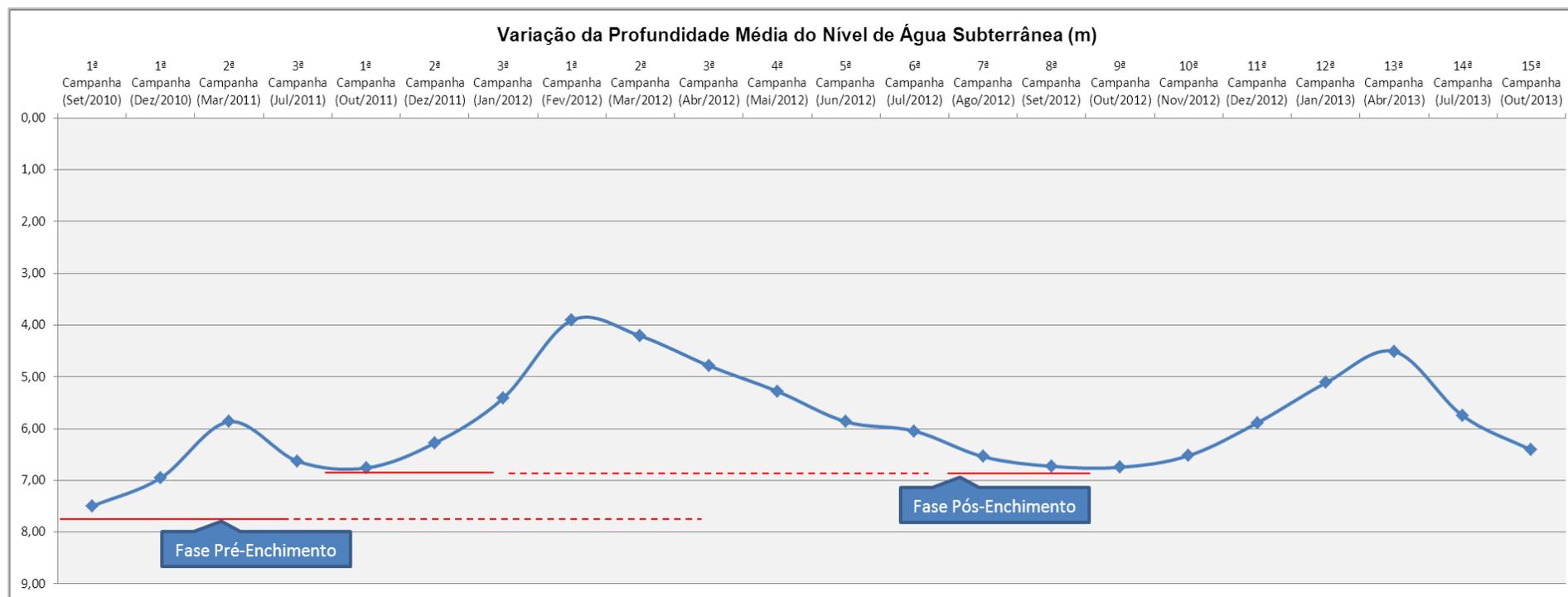
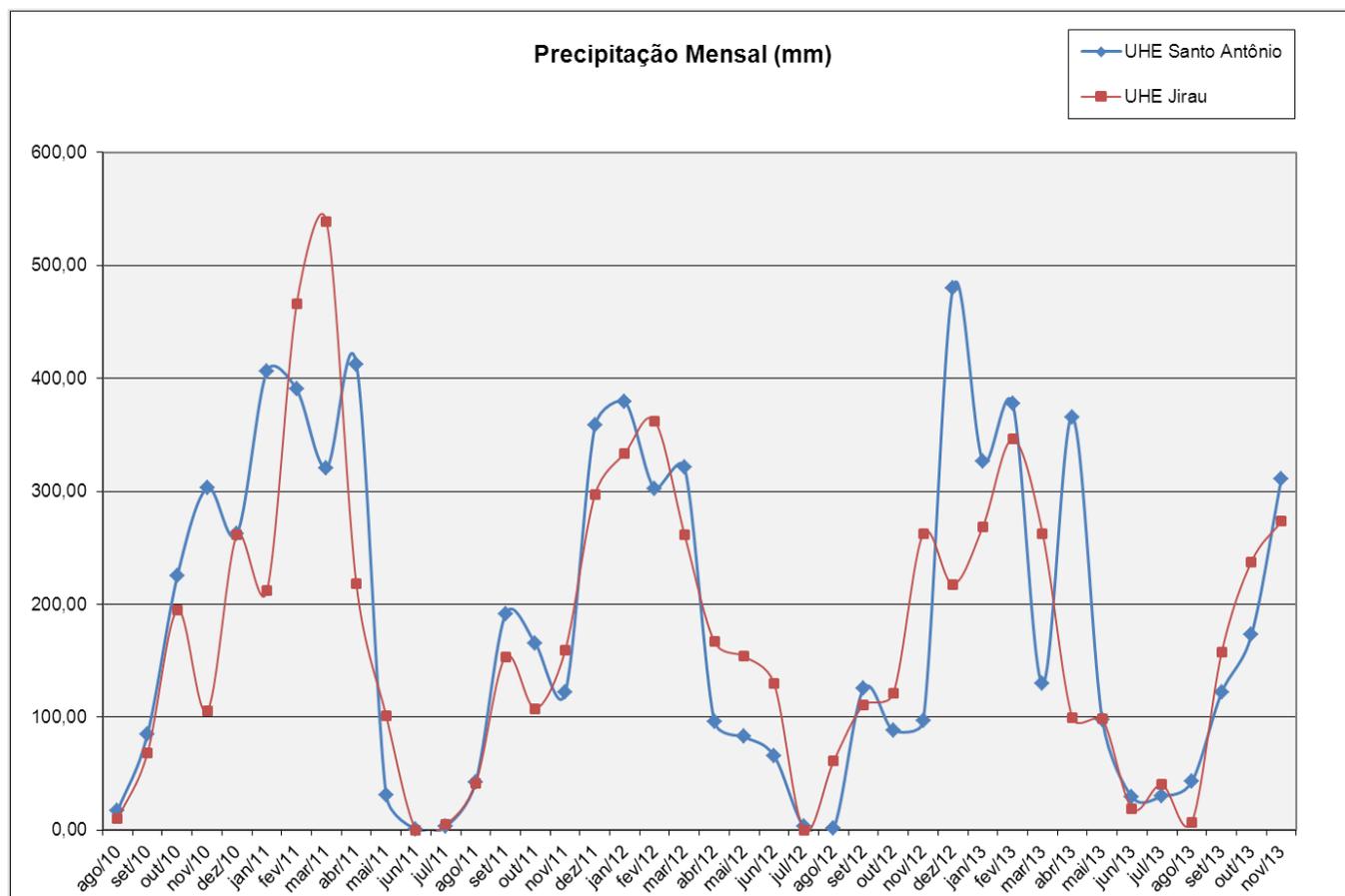


FIGURA 4.1.2
VARIAÇÃO MENSAL DO ÍNDICE PLUVIOMÉTRICO EM IDÊNTICO PERÍODO



Fonte: SEDAM (2013)

FIGURA 4.1.3
VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA ANTES (MAR/2011) E APÓS (MAR/2012) O ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

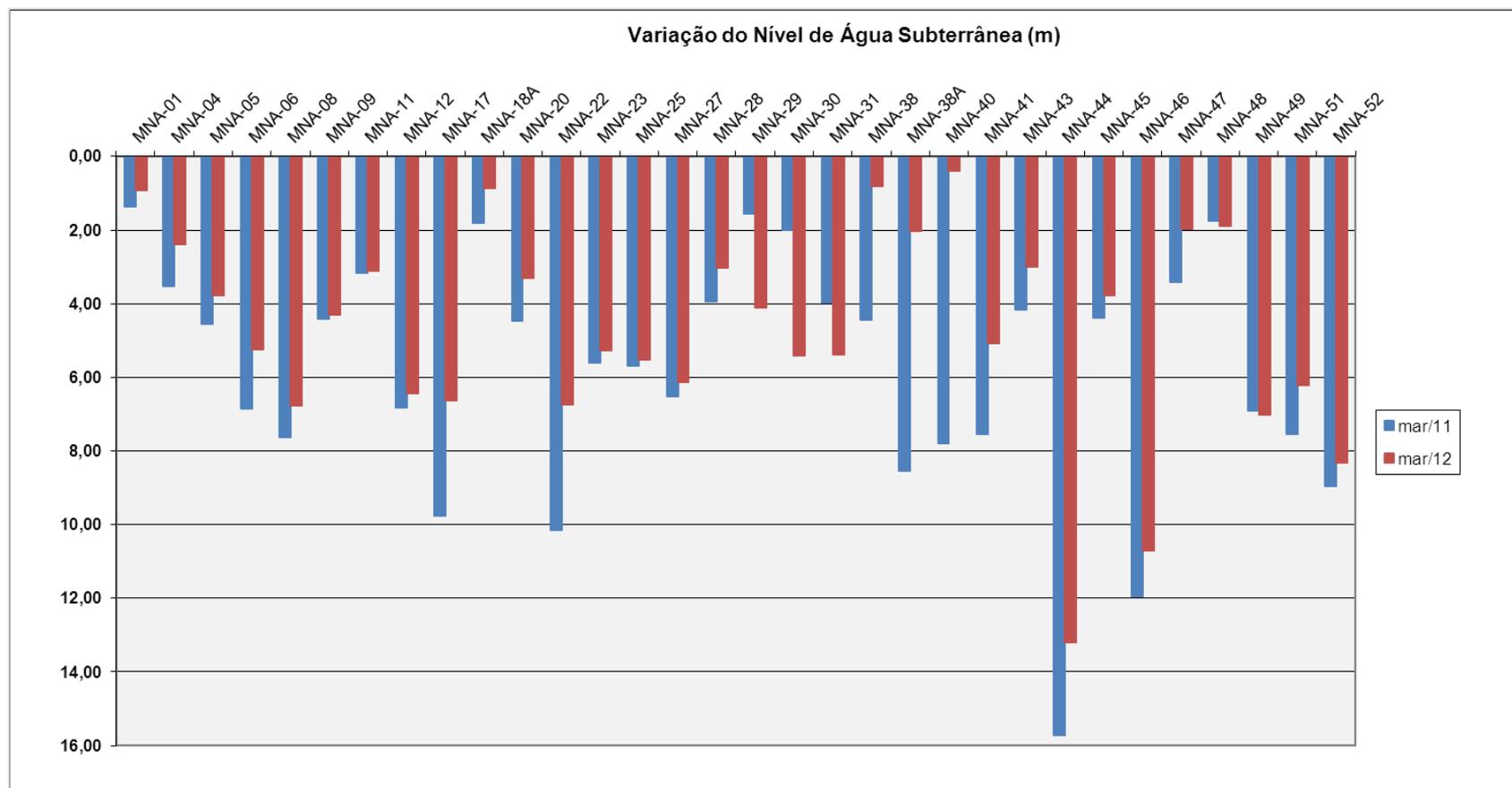


FIGURA 4.1.4
VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA ANTES (AGO/2011) E APÓS (AGO/2012) O ENCHIMENTO DO RESERVATÓRIO

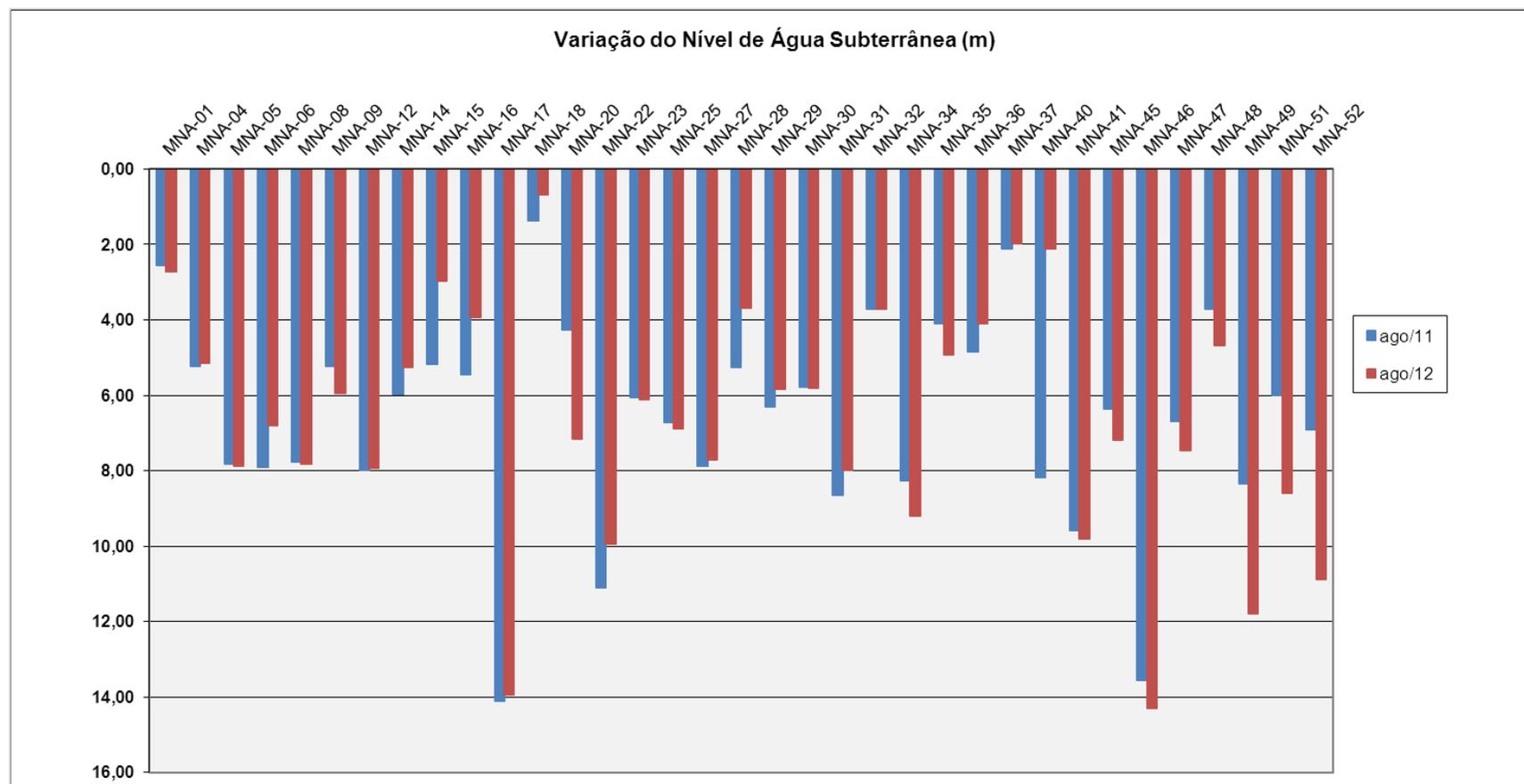


FIGURA 4.1.5
VARIAÇÃO DO NÍVEL DE ÁGUA SUBTERRÂNEA NOS MNAs E RELAÇÃO COM A COTA DO RESERVATÓRIO

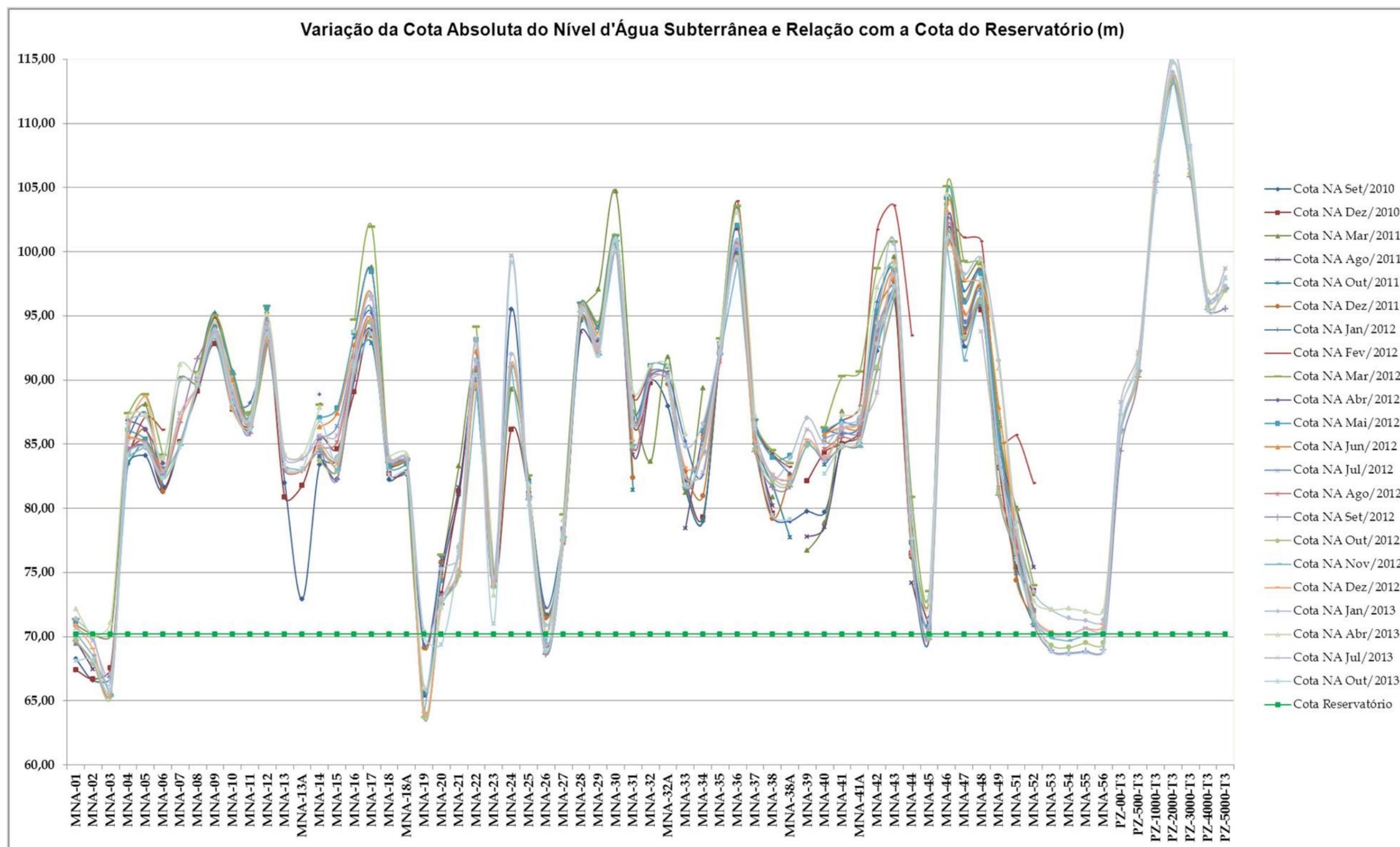
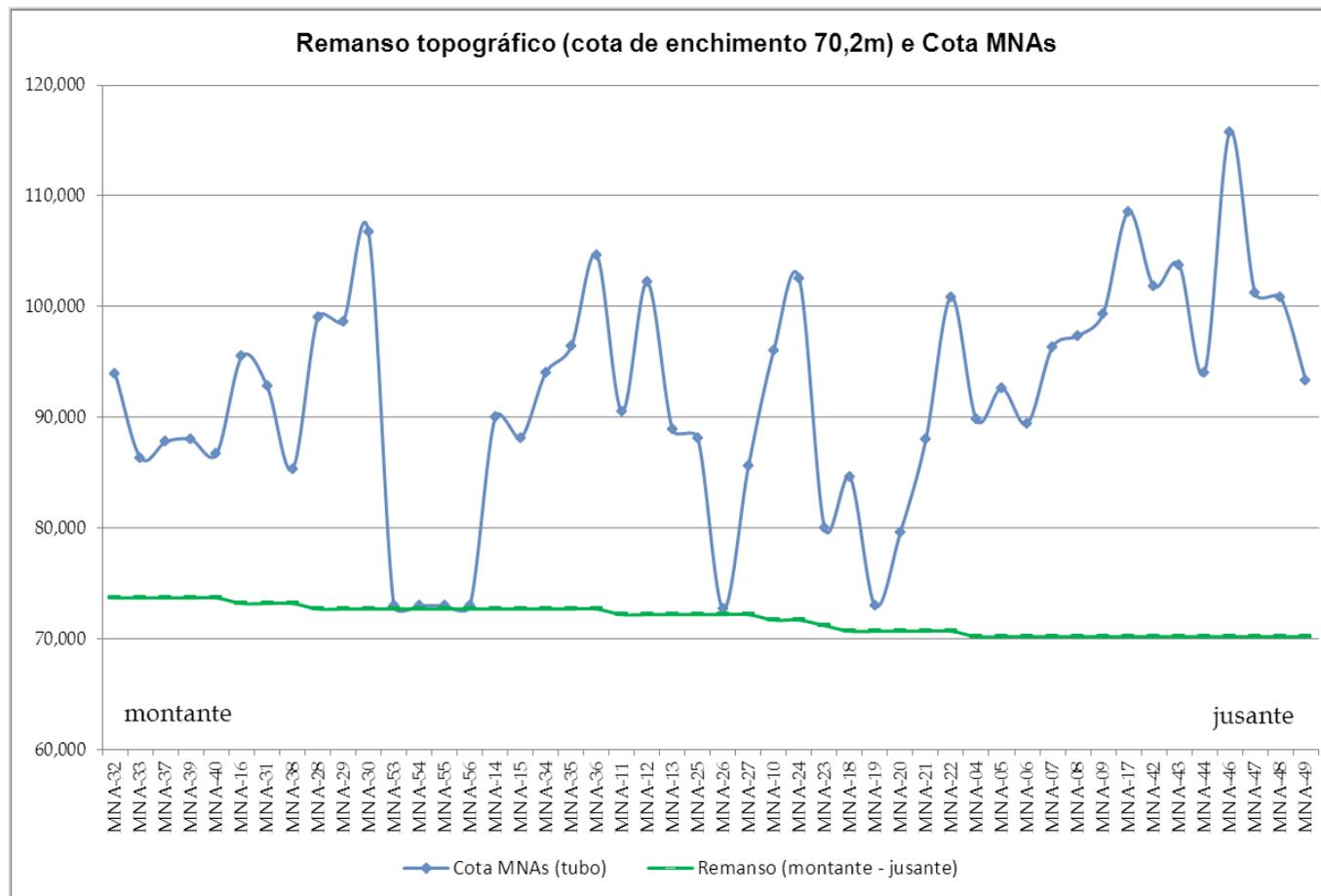


FIGURA 4.1.6
PROJEÇÃO DO REMANSO TOPOGRÁFICO E RELAÇÃO COM A COTA (TUBO) DOS MNAs



5.0 CONCLUSÕES

Com base nas informações obtidas nos trabalhos de campo, tendo em mãos os resultados dos monitoramentos hidrogeológicos realizados até o presente momento, pode-se concluir que:

- As medições das cotas do nível d'água subterrânea realizadas ao longo das campanhas de monitoramento hidrogeológico (1ª, 2ª, 3ª, 4ª, 5ª, 6ª, 7ª, 8ª, 9ª, 10ª, 11ª, 12ª, 13ª, 14ª e 15ª Campanhas Pós-enchimento), adicionadas às medições registradas em campanhas anteriores (4 Campanhas Pré-enchimento e 3 Campanhas Durante o Enchimento), permitiram determinar os períodos de cheia, com ápice em Março, e vazante, com ápice em Outubro, durante três ciclos hidrológicos;
- A confrontação da curva produzida pela variação da média das cotas do nível d'água subterrânea, obtida em cada um dos eventos de monitoramento acima mencionados, com as curvas de variação relativas ao regime pluviométrico reinante na Bacia do Rio Madeira entre as estações meteorológicas localizadas na UHE Santo Antônio e UHE Jirau, indica haver uma correspondência entre estes conjuntos de dados, sendo o primeiro reflexo e condicionado ao segundo;
- A reciprocidade determinada pela comparação destes diferentes conjuntos de dados nas fases pré-enchimento e pós-enchimento vem, assim, definir a representatividade dos dados de monitoramento hidrogeológico coletados até o presente momento, com respeito à definição das variações sazonais de cheia-vazante que compõem o ciclo hidrológico e comuns a qualquer bacia hidrográfica;
- Admite-se que as variações artificiais (induzidas) como reflexo do enchimento do reservatório concluído em Janeiro de 2012, encontram-se atualmente estabilizadas. A análise do conjunto de dados obtidos permite vislumbrar uma evolução de característica induzida da elevação do nível d'água na área estudada com base, por exemplo, na observação da elevação relativa do lençol freático entre os períodos Out-Dez/2010 Out-Dez/2011. Esta característica de elevação induzida manteve-se praticamente a mesma em idêntico período para o ano 2012, de acordo com dados coletados ao longo das campanhas de monitoramento hidrogeológico, com a cota média do nível d'água subterrânea mantendo-se praticamente igual ao observado no período Out-Dez/2011. Uma projeção da curva de variação da média do nível de água apresentada na **FIGURA 4.1.1**, a partir dos dados coletados nos monitoramentos mais recentes, indica que tal comportamento deverá se manter em 2013, confirmando assim, mais uma vez, o caráter induzido da elevação do lençol freático a partir do enchimento do reservatório;
- As atividades de monitoramento hidrogeológico, como contribuição ao conhecimento

da dinâmica das condições hidrogeológicas pretéritas e atuais, são importantes quando da caracterização posterior da influência do enchimento do reservatório da UHE Santo Antônio, servindo como subsídio à realização de eventuais etapas adicionais (extra-escopo) de recalibração do modelo matemático de fluxo subterrâneo, considerando-se a atual proposição para operação sob a cota de enchimento de 71,0 m ou mesmo alterações futuras da cota de operação da barragem.

6.0 **RECOMENDAÇÕES**

De acordo com os resultados obtidos, a TETRA TECH recomenda:

- A continuidade das campanhas de monitoramento hidrogeológico previstas na terceira fase do *Monitoramento do Lençol Freático*, integrantes do escopo do Programa de Monitoramento do Lençol Freático na Área de Influência Direta – AID do Aproveitamento Hidrelétrico de Santo Antônio, Porto Velho, RO.

7.0 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Conestoga-Rovers e Associados Engenharia Ltda, 2010a. **Relatório de Progresso – Março e Abril de 2010 (10252-0000-GN-RT002-0).**

Conestoga-Rovers e Associados Engenharia Ltda, 2010b. **Relatório de Progresso – Maio a Outubro de 2010 (10252-0000-GN-RT002-0).**

Conestoga-Rovers e Associados Engenharia Ltda, 2011a. **Relatório Integrado das Atividades do Programa de Monitoramento do Lençol Freático (10252-0000-EV-RT002-0).**

Conestoga-Rovers e Associados Engenharia Ltda, 2011b. **Relatório de Progresso – Março a Setembro de 2011 (10252-0000-GN-RT004-0).**

Conestoga-Rovers e Associados Engenharia Ltda, 2012a. **Relatório de Progresso – Outubro de 2011 a Março de 2012 (10252-0000-GN-RT005-0).**

Conestoga-Rovers e Associados Engenharia Ltda, 2012b. **Relatório de Progresso – Março a Setembro de 2012 (10252-0000-GN-RT006-0).**

Conestoga-Rovers e Associados Engenharia Ltda, 2013a. **Relatório de Instalação dos Poços de Monitoramento das Águas Subterrâneas (10252-0000-EV-RT010-A).**

Conestoga-Rovers e Associados Engenharia Ltda, 2013b. **Relatório de Progresso – Outubro de 2012 a Fevereiro de 2013 (10252-0000-GN-RT007-0).**

Conestoga-Rovers e Associados Engenharia Ltda, 2013c. **Relatório de Progresso – Março a Setembro de 2013 (10252-0000-GN-RT008-0).**

SEDAM, 2013. **Monitoramento Meteorológico – Secretaria de Estado de Desenvolvimento Ambiental, Governo do Estado de Rondônia, RO.**

In: <http://www.sedam.ro.gov.br/index.php/simego>

ANEXO A

ANOTAÇÃO DE RESPONSABILIDADE TÉCNICA - ART



TETRA TECH

Tetra Tech Sustentabilidade

Av. Maria Coelho Aguiar, 215 – Bloco F – 6º andar – Jd. São Luiz
05805-000 – São Paulo – SP – Brasil
PABX: +55 (11) 3741-5100

Av. Rio Branco, 245 – Salas 1304 a 1309 - 13º andar - Centro
20040-009 – Rio de Janeiro - RJ - Brasil
PABX: +55 (21) 3550 5310

Rua Gonçalves Dias, 750 – Lj 02 - Funcionários
30140-091 - Belo Horizonte - MG - Brasil
PABX: +55 (31) 2108 8900

tetrattech.com