

SUMÁRIO – 11.3.1 PROJETO DE MONITORAMENTO DA DINÂMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

11.	PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	11.3.1-1
11.3.	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	11.3.1-1
11.3.1.	PROJETO DE MONITORAMENTO DA DINÂMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	11.3.1-1
11.3.1.1.	ANTECEDENTES	11.3.1-1
11.3.1.2.	EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO.....	11.3.1-2
11.3.1.2.1.	INVESTIGAÇÕES E INSTALAÇÕES DE MONITORES..	11.3.1-3
11.3.1.2.2.	LEITURAS DE NÍVEIS D'ÁGUA.....	11.3.1-6
11.3.1.3.	CRONOGRAMA GRÁFICO.....	11.3.1-21
11.3.1.4.	ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS	11.3.1-23
11.3.1.5.	EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO	11.3.1-23
11.3.1.6.	ANEXOS	11.3.1-24

11. PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

11.3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

11.3.1. PROJETO DE MONITORAMENTO DA DINÂMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

11.3.1.1. ANTECEDENTES

O Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas (PMDAS) é parte integrante do Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas, que inclui ainda o Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas. O PMDAS tem como objetivo monitorar o nível freático dos aquíferos livres e as cargas hidráulicas dos aquíferos confinados, de forma a avaliar as variações na borda dos reservatórios e a jusante do sítio Pimental, antes, durante e após o enchimento do reservatório.

Em 2012, foram instalados os poços de monitoramento e, logo após suas instalações, tiveram início as campanhas de leituras de nível, na rede de monitores construída especificamente para o monitoramento. Esta rede amostral é composta por 26 cisternas/poços rasos existentes e 55 poços de monitoramento instalados exclusivamente para este estudo. Foram realizados, no âmbito de investigações, ensaios de recuperação, cujos resultados foram analisados em conjunto com os dados obtidos durante a etapa de mapeamento geológico, pedológico e hidrogeológico, bem como com os resultados dos ensaios de infiltração *in situ* realizados durante o primeiro semestre de 2012. Os ensaios de infiltração foram utilizados para determinação da condutividade hidráulica da região.

Foram elaborados ainda: modelo hidrogeológico conceitual para a cidade de Altamira e adjacências, bem como mapa potenciométrico para Altamira e para a região do antigo lixão desta cidade. Todas as atividades desenvolvidas visam subsidiar o acompanhamento e interpretação da variação dos níveis freáticos, identificação e avaliação de áreas críticas na cidade de Altamira, devido a riscos pela elevação do lençol freático e aos aspectos de vulnerabilidade à contaminação antrópica dos aquíferos subjacentes.

As atividades de leituras de nível d'água tiveram início em outubro de 2012 (primeira campanha de campo) e continuaram a ser efetuadas trimestralmente ao longo de 2013, conforme preconizado no âmbito do PBA. Vale ressaltar que esta atividade objetiva a obtenção das variações sazonais antes, durante e após o enchimento dos reservatórios, em toda a rede de monitoramento estabelecida. Esta atividade está programada para ser concluída apenas em T4 de 2017.

11.3.1.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO

Conforme já informado, o principal objetivo deste Projeto é o monitoramento do nível freático dos aquíferos livres e das cargas hidráulicas dos aquíferos confinados, propiciando a avaliação das suas variações na borda do reservatório e a jusante do Sítio Pimental, antes, durante e após o enchimento.

Para tanto, as atividades são executadas de acordo com as metas previstas para o programa. Dentre elas, algumas já foram devidamente alcançadas, tais como: detalhamento da caracterização geológica e hidrogeológica dos aquíferos nas áreas de interesse; complementação do inventário de poços tubulares na cidade de Altamira e proximidades; instalação e manutenção da rede de monitoramento para fins do Projeto de Dinâmica e Qualidade das Águas Subterrâneas.

Outras metas que estão atreladas ao desenvolvimento contínuo das atividades desenvolvidas são: caracterização dos níveis de água dos aquíferos nas áreas de interesse e suas variações antes, durante e após o enchimento dos reservatórios; cadastramento de poços na área de influência do empreendimento visando gestão adequada dos recursos hídricos; identificação das possíveis interferências do empreendimento na elevação do nível d'água/cargas hidráulicas do lençol freático/aquíferos subterrâneos; identificação de áreas críticas na cidade de Altamira, devido ao risco pela elevação do lençol freático, tanto no que se refere aos aspectos de instabilização das encostas marginais, quanto aos aspectos de vulnerabilidade à contaminação; fornecimento de subsídios para orientação das comunidades e gestores governamentais na tomada de decisões para planejamento, execução e gestão de programas relacionados aos recursos hídricos subterrâneos.

Conforme mencionado no item anterior, este Projeto tem como atividade contínua as medições de nível d'água na rede de monitoramento estabelecida para o acompanhamento da dinâmica das águas subterrâneas, tendo sido realizadas 2 Leituras Trimestrais durante o ano de 2012 e mais 4 Leituras Trimestrais durante o ano de 2013.

Considerando-se a influência da sazonalidade climática nas variações naturais dos níveis freáticos, pode-se notar que os níveis mais baixos são medidos no mês de dezembro que corresponde ao início do período de enchente e os mais elevados verificados entre os meses de março a maio que correspondem ao período de cheia do rio Xingu.

No 3º Relatório Consolidado (janeiro/2013) foi apresentado o modelo conceitual dos aquíferos, cuja elaboração se deu a partir da integração de todos os dados disponíveis que controlam o fluxo da água subterrânea, incluindo: relevo, pedologia, geologia e parâmetros hidrodinâmicos. O modelo hidrogeológico conceitual definido poderá ser alterado e/ou adequado, caso necessário, ou seja, caso os dados obtidos durante a continuidade do monitoramento mostrem alguma alteração nos parâmetros hidrodinâmicos, principalmente após o enchimento dos reservatórios.

Além disso, as áreas críticas na cidade de Altamira, devido a possíveis riscos pela elevação do lençol freático e aos aspectos de vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos deverão ser acompanhadas, principalmente depois de formado o remanso do reservatório Xingu da UHE Belo Monte. Tais áreas são definidas pelas porções com cotas altimétricas inferiores a 100 m.

Na área do antigo Lixão de Altamira, os três poços (PZ_LX_ALT1, PZ_LX_ALT2 e PZ_LX_ALT4), localizados na sua porção mais a jusante (limite da Transamazônica) foram danificados. Em julho/2013 os mesmos foram recuperados e utilizados na leitura trimestral realizada em agosto/2013. Porém, em outubro/2013, detectou-se uma nova inutilização dos mesmos, cujas proteções externas e internas foram destruídas em dois poços, sendo que o terceiro poço foi aterrado. Estes problemas ocorreram em função da manutenção da Rodovia BR 230, na qual foi realizada pelo DNIT. Frente a esta inutilização, estabeleceu-se a obturação dos 3 poços em questão, sendo que a substituição dos mesmos, por novos poços de monitoramento, está sendo planejada para o primeiro trimestre de 2014.

O poço RI 8, que foi aterrado devido às obras de terraplanagem na estrada/via de acesso na localidade de Belo Monte (conforme relatado no 4º Relatório Consolidado), foi recuperado e as coletas trimestrais realizadas em agosto e outubro já contam com os dados deste ponto.

As atividades vinculadas a este projeto estão sendo desenvolvidas a contento, dentro do cronograma aprovado junto ao IBAMA, permitindo a apresentação de dados e resultados das atividades realizadas para o desenvolvimento do monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas.

11.3.1.2.1. INVESTIGAÇÕES E INSTALAÇÕES DE MONITORES

11.3.1.2.1.1. REDE DE MONITORAMENTO

A rede de monitoramento, definida com base nos pontos sugeridos no PBA, é composta por 26 cisternas existentes/cadastradas na área urbana de Altamira e 55 poços de monitoramento instalados, na área urbana de Altamira e no entorno da área dos futuros reservatórios – Xingu e Intermediário, especificamente para este projeto. O **Quadro 11.3.1 - 1** e o **Quadro 11.3.1 - 2** apresentam os pontos que constituem toda a rede de monitoramento para este Projeto.

Foram, ainda, incorporados à rede de monitoramento, 4 pontos (2 localizados no trecho de vazão reduzida – SP-C1 e SP-C2 e outros 2 à jusante da casa de força principal/trecho de restituição de vazão – BMP-C1 e BMP-C2), que podem ser observados no **Quadro 11.3.1 - 1**, uma vez que estes poços já fazem parte da rede de coleta de amostras do Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas e seus níveis são medidos trimestralmente. Ressalta-se que são cisternas já existentes e auxiliarão o monitoramento da dinâmica da água no trecho de vazão reduzida, local onde não houve viabilidade logística para instalação de poços de

monitoramento específicos. E à jusante da casa de força principal, esses pontos complementarão os dados já coletados nos poços instalados especificamente para o monitoramento neste Projeto.

Quadro 11.3.1 - 1 – Cisternas monitoradas neste Projeto

CISTERNA	ENDEREÇO	COORDENADA E	COORDENADA N
ALT C1	Alacid Nunes, n° 2900	363994	9645056
ALT C2	Acesso 2, n° 319	364820	9644448
ALT C3	Acesso 2, n° 689	364474	9644659
ALT C4	Rua Porto Alegre, n° 115	362868	9644360
ALT C5	Rua 15, n° 1816	362419	9645295
ALT C6	Estrada do Sanatório, n° 36	362373	9642955
ALT C7	Cemitério São Sebastião, Rod. Transamazônica.	360313	9643594
ALT C8	Acesso 3, n° 1636	363379	9644692
ALT C9	Bairro Vila Rica, Travessa Niterói, n° 1865	363748	9645740
ALT C10	Osório de Freitas, n° 2869	364760	9646208
ALT C11	Bairro Paixão de Cristo, Rua 02, n° 44	365016	9648115
ALT C12	Castelo Branco, n° 407. Bairro Sta. Ana.	363956	9647831
ALT C13*	Rua 15, n° 1897. Jardim França.	365752	9648190
ALT C14	Mutirão, Rua 10, n° 3315.	365263	9647804
ALT C15	Bairro Mutirão, Rua 01, n° 1127	365535	9647418
ALT C16	Colinas, casa 101	367598	9647991
ALT C17	Ernesto Aciolly, n° 234	366875	9646517
ALT C18	Abel Figueiredo, n° 1095	366364	9646233
ALT C19	Antônio Vieira, n° 238	365574	9646627
ALT C20	Rua Crisântemos, n° 1435	365746	9646994
ALT C21	Harmonia, n° 738.	366302	9646962
ALT C22	Lúcio Litiana, n° 397. Esquina com Joaquim Avelino	364976	9646660
ALT C23	Travessa Sta. Terezinha, n°359	362254	9644867
ALT C24	Comandante Castilho, n° 512	365744	9645946
ALT C25*	Rua Fausto Pereira n° 250, Brasília	366193	9646118
ALT C26	Abel Figueiredo, n° 1905	365612	9646385
SP_C1	Cisterna/cacimba na escola na Ressaca	395981	9604881
SP_C2	Cisterna/cacimba na Ilha da Fazenda	397367	9605771
BMP_C1	Cisterna/cacimba da prefeitura de Belo Monte do Pontal	422484	9655633

CISTERNA	ENDEREÇO	COORDENADA E	COORDENADA N
BMP_C2	Cisterna/cacimba da prefeitura de Belo Monte do Pontal	422193	9655060

* Cisternas substituídas por outras próximas às anteriores, pois tiveram suas bocas lacradas, o que inviabiliza a medição de nível.

Quadro 11.3.1 - 2 – Poços de monitoramento instalados

CÓDIGO DOS POÇOS INSTALADOS	CORRELAÇÃO COM OS PONTOS SUGERIDOS NO PBA	COORDENADA E	COORDENADA N
PZ_ALT1		365703	9647576
PZ_ALT2		366924	9646218
PZ_ALT3	PZ7	366155	9646258
PZ_ALT4	PZ8	365847	9646337
PZ_ALT5	PZ9	365164	9646324
PZ_ALT6	PZ10	364447	9645697
PZ_ALT7	PZ12	364888	9645267
PZ_ALT8	PZ13	364746	9645798
PZ_ALT9	PZ15	366074	9645613
PZ_ALT10	PZ16	365886	9645402
PZ_ALT11	PZ17	365603	9645007
PZ_ALT12	PZ18	367390	9647211
PZ_ALT13	PZ19	364607	9644011
PZ_ALT14	PZ20	364312	9643642
PZ_ALT15	PZ21	363711	9643712
PZ_ALT16	PZ22	363919	9644260
PZ_ALT17	PZ23	363791	9645436
PZ_ALT18	PZ24	364474	9644707
PZ_ALT19	PZ25	365449	9645794
PZ_ALT20		366332	9646023
PZ_ALT21		364555	9643642
PZ_ALT22		363917	9643325
PZ_ALT23		364787	9643865
PZ_ALT24		363537	9642950
PZ_ALT25		362608	9642342
PZ_ALT26		365422	9644816
PZ_ALT27		364208	9646257
PZ_ALT28		367087	9647836
PZ_ALT29		365083	9644487
PZ_ALT30		365714	9645189
PZ_ALT31		365974	9647100
PZ_ALT32		364417	9643295

CÓDIGO DOS POÇOS INSTALADOS	CORRELAÇÃO COM OS PONTOS SUGERIDOS NO PBA	COORDENADA E	COORDENADA N
PZ_LX_ALT1		363158	9646946
PZ_LX_ALT2		363084	9646873
PZ_LX_ALT3		362609	9647004
PZ_LX_ALT4		363046	9646840
PZ_LX_ALT5		362939	9647043
PZ_LX_ALT6		362889	9647025
PZ_RAPELD_7		413660	9640475
PZ_RX_2		358311	9621840
PZ_RX_3		361690	9628401
PZ_RX_4		364480	9639917
PZ_RX_5		373231	9645182
PZ_RX_6		382321	9645612
PZ_RX_7		382591	9641561
PZ_RX_8		385334	9639748
PZ_RX_9		387424	9636855
PZ_RX_10		400645	9621090
PZ_RI_1		408987	9630027
PZ_RI_2		406724	9644779
PZ_RI_3		404070	9636337
PZ_RI_4		417663	9642871
PZ_RI_5		414203	9648744
PZ_RI_6		411625	9650373
PZ_RI_7		422682	9655253
PZ_RI_8		422215	9654320

11.3.1.2.2. LEITURAS DE NÍVEIS D'ÁGUA

Conforme previsto no PBA as leituras trimestrais de nível são realizadas nas cisternas cadastradas e nos poços instalados especificamente para o monitoramento. O **Quadro 11.3.1 - 3** apresenta as leituras dos níveis das cisternas cadastradas.

O **Quadro 11.3.1 - 4** traz os dados dos níveis dos poços de monitoramento instalados, para este Projeto, na área urbana de Altamira e no entorno das áreas dos futuros reservatórios Xingu e Intermediário.

Ressalta-se que os pontos caracterizados pelas cisternas ALT-C13 e ALT-C25 foram substituídos na rede de monitoramento, considerando que os proprietários lacraram as bocas dos poços, o que inviabilizava a medição. As novas cisternas (ALT-C13 e ALT-C25) se encontram próximas aos pontos anteriores, seus endereços e coordenadas

geográficas estão discriminados no **Quadro 11.3.1 - 1**, sendo que foram mantidos os códigos de identificação anteriores.

A residência onde se encontra a cisterna ALT C4 estava fechada nas primeiras coletas de amostras de 2013, inviabilizando sua medição, somente em agosto foi possível acesso à residência para leitura do nível, portanto na próxima campanha para medição será verificada a possibilidade de continuidade ou de substituição deste ponto.

Conforme previsto no PBA as leituras trimestrais de nível são realizadas nas cisternas cadastradas e nos poços instalados especificamente para o monitoramento. O **Quadro 11.3.1 - 3** apresenta as leituras trimestrais 1 a 6 das cisternas cadastradas. As medições de nível d'água realizadas anteriormente (março, julho e agosto/2012) nas cisternas foram excluídas da tabela, pois foram coletadas apenas com a finalidade de definição do período de execução dos poços de monitoramento da rede amostral estabelecida.

Quadro 11.3.1 - 3 – Dados das Leituras Trimestrais 1 a 6 realizadas nas cisternas cadastradas

CISTERNA	NÍVEL (m)					
	OUT/2012	DEZ/2012	MAR/2013	MAI/2013	AGO/2013	OUT/2013
ALT C1	9,09	9,22	6,49	5,450	8,89	6,22
ALT C2	9,29	9,39	6,97	5,740	8,62	9,47
ALT C3	6,36	6,58	3,19	2,665	5,94	6,54
ALT C4 ⁽¹⁾	Casa Fechada	Casa Fechada	Casa Fechada	Casa Fechada	22,49	Casa Fechada
ALT C5	16,84	17,06	16,63	15,780	17,07	17,29
ALT C6	11,4	12,17	9,5	6,760	10,88	15,59
ALT C7	21,35	21,23	19,27	18,400	Seco	21,87
ALT C8	Seco	Seco	11,89	8,500	Seco	Seco
ALT C9	1,58	1,71	0,91	1,000	1,61	1,83
ALT C10	5,66	5,79	4,63	4,310	5,42	4,94
ALT C11	14,24	Seco	13,72	13,560	14,24	14,42
ALT C12	23,82	24,64	22,57	19,320	24,06	Sem Acesso
ALT C13 *	Boca Lacrada	Boca Lacrada	Boca Lacrada	Boca Lacrada	12,91	13,44
ALT C14	15,46	15,6	15,36	15,040	15,93	16,24
ALT C15	6,75	7,78	5,44	4,680	6,93	7,20
ALT C16	10,5	10,68	9,03	9,360	10,23	10,76
ALT C17	4,79	4,89	2,08	2,320	4,34	4,55
ALT C18	3,5	3,53	1,17	1,530	3,31	3,49
ALT C19	7,16	7,21	5,58	4,970	Sem Acesso	7,02
ALT C20	8,22	8,4	6,33	6,000	7,74	8,18

CISTERNA	NÍVEL (m)					
	OUT/2012	DEZ/2012	MAR/2013	MAI/2013	AGO/2013	OUT/2013
ALT C21	3,02	3,05	1,67	2,020	2,83	3,21
ALT C22	16,34	16,49	14,69	12,610	16,22	16,48
ALT C23	19,8	20,6	17,81	17,200	19,1	19,15
ALT C24	3,91	4,23	2,47	2,380	3,83	3,73
ALT C25*	3,73	Boca Lacrada	Boca Lacrada	Boca Lacrada	3,99	4,08*
ALT C26	7,32	7,35	6,57	6,060	7,29	7,83
SP_C1	2,36	2,36	0,98	0,97	1,30	1,97
SP_C2	4,59	3,71	1,61	1,74	4,31	4,97
BMP_C1	4,5	4,63	1,39	0	1,22	3,275
BMP_C2	5,42	6,21	4,75	0	4,33	4,78

* Novas cisternas cadastradas em substituição às que tiveram suas bocas lacradas.

Quadro 11.3.1 - 4 – Dados das Leituras Trimestrais 1 a 6 realizadas nos poços de monitoramento, instalados para este Projeto

CÓDIGO DOS POÇOS INSTALADOS	NÍVEL (m)					
	OUT/2012	DEZ/2012	MAR/2013	MAI/2013	AGO/2013	OUT/2013
PZ_ALT1	5,64	6,265	4,62	3,84	6,265	6,12
PZ_ALT2	5,35	5,32	1,97	2,05	5,32	5,26
PZ_ALT3	5,54	5,73	3,75	3,32	5,73	Seco
PZ_ALT4	8,3	8,555	6,85	6,24	8,555	8,36
PZ_ALT5	8,35	8,585	7,07	6,54	8,585	8,37
PZ_ALT6	3,28	3,815	2,10	2,645	3,815	3,37
PZ_ALT7	8,03	8,47	6,46	5,15	8,47	8,17
PZ_ALT8	2,70	3,07	2,1	1,59	3,07	2,8
PZ_ALT9	5,99	6,21	4,25	4,03	6,21	5,91
PZ_ALT10	5,54	5,82	3,65	3,215	5,82	5,6
PZ_ALT11	6,56	6,81	4,35	3,73	6,81	6,52
PZ_ALT12	14,22	14,58	13,89	13,34	14,58	14,21
PZ_ALT13	9,08	9,52	6,97	6,64	9,52	9,2
PZ_ALT14	6,70	7,08	4,74	4,42	7,08	6,8
PZ_ALT15	5,11	5,5	3,40	2,965	5,5	5,19
PZ_ALT16	7,00	7,155	5,34	4,34	7,155	7,05
PZ_ALT17	3,86	4,185	2,54	2,08	4,185	3,62
PZ_ALT18	6,03	6,445	3,98	2,41	6,445	6,06
PZ_ALT19	7,20	7,41	3,83	5,08	7,41	7,27
PZ_ALT20	5,58	5,9	2,88	2,84	5,9	5,78
PZ_ALT21	5,65	5,79	2,35	2,30	5,79	5,64
PZ_ALT22	5,22	5,22	3,46	3,28	5,22	4,88
PZ_ALT23	6,90	Seco	5,22	5,19	Seco	Seco

CÓDIGO DOS POÇOS INSTALADOS	NÍVEL (m)					
	OUT/2012	DEZ/2012	MAR/2013	MAI/2013	AGO/2013	OUT/2013
PZ_ALT24	7,58	8,05	6,84	6,37	8,05	7,74
PZ_ALT25	7,75	8,30	7,18	6,61	8,3	8,4
PZ_ALT26	8,99	9,40	6,80	6,15	9,4	9,19
PZ_ALT27	18,42	18,78	17,90	16,35	18,78	18,74
PZ_ALT28	5,13	5,55	4,18	4,11	5,55	5,35
PZ_ALT29	6,16	6,54	3,69	3,19	6,54	6,32
PZ_ALT30	5,99	6,50	3,86	3,11	6,5	5,83
PZ_ALT31	7,70	7,98	6,32	5,99	7,98	7,78
PZ_ALT32 ⁽²⁾	8,43	8,62	5,01	4,84	8,62	Quebrado
PZ_LX_ALT1 ⁽³⁾	12,28	12,67	Inutilizado	Inutilizado	12,67	Seco
PZ_LX_ALT2 ⁽⁴⁾	11,04	Seco	Boca Alagada	Boca Alagada	Seco	10,67
PZ_LX_ALT3	20,63	20,06	19,78	18,84	20,06	20,14
PZ_LX_ALT4 ⁽⁵⁾	12,24	Inutilizado	Inutilizado	Inutilizado	Inutilizado	Seco
PZ_LX_ALT5 ⁽⁶⁾	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco
PZ_LX_ALT6	19,79	20,97	20,99	20,74	20,97	21,15
PZ_RAPELD_7	18,40	Seco	Sem acesso	Seco	Seco	Seco
PZ_RX_2	5,92	6,41	3,07	1,42	6,41	5,87
PZ_RX_3 ⁽⁷⁾	5,00	Sem acesso	Sem acesso	Sem acesso	Sem acesso	Sem acesso
PZ_RX_4	23,70	23,00	22,37	19,16	23	21,7
PZ_RX_5	6,21	6,95	3,99	3,30	6,95	6,28
PZ_RX_6	1,92	3,25	0,85	0,80	3,25	1,47
PZ_RX_7	3,21	3,45	2,07	0	3,45	2,36
PZ_RX_8 ⁽⁸⁾	Seco	Colapsado	Colapsado	Colapsado	Colapsado	Colapsado
PZ_RX_9	6,49	7,22	5,95	5,61	7,22	6,46
PZ_RX_10	8,30	2,98	1,38	0,59	2,98	1,31
PZ_RI_1	13,40	14,52	14,28	10,75	14,52	13,49
PZ_RI_2	9,60	8,22	7,02	6,72	8,22	7,17
PZ_RI_3	16,57	17,57	Seco	15,35	17,57	16,16
PZ_RI_4	Seco	Seco	Seco	7,60	Seco	8,1
PZ_RI_5	15,19	16,00	14,03	10,49	16	14,845
PZ_RI_6	10,20	Seco	Seco	Seco	Seco	Seco
PZ_RI_7	14,14	Seco	13,39	10,26	Seco	14,53
PZ_RI_8 ⁽⁹⁾	6,62	Seco	4,18	Boca Atterrada	Seco	5,38

- (1) Em função da dificuldade na realização da leitura da cisterna ALT C4 (casa fechada) será verificada na região próxima da mesma, a existência de uma outra cisterna que possa substituí-la.
- (2) Poço quebrado, a equipe vai tentar recuperar o mesmo para antes da próxima coleta;
- (3) Poço perfurado na área do antigo lixão de Altamira, inutilizado pela manobra de máquinas e caminhões. O poço foi obturado em outubro/2013 e será substituído;
- (4) Poço perfurado na área do antigo lixão de Altamira, inutilizado pela manobra de máquinas e caminhões. O poço foi obturado em outubro/2013 e será substituído;

- (5) Poço perfurado na área do antigo lixão de Altamira, inutilizado pela manobra de máquinas e caminhões. O poço foi obturado em outubro/2013 e será substituído;
- (6) Poço perfurado na área do antigo lixão, visando a execução de ensaio de traçador quando necessário;
- (7) O proprietário da área não permite a coleta, novos contatos com o referido proprietário serão realizados com o intuito de removê-lo da ideia deste impedimento;
- (8) Poço perfurado até a rocha, sem alcançar o nível freático, porém constatou-se o colapso do mesmo. Considerando a localização, a dificuldade logística para instalação do mesmo, bem como a existência de 2 poços de monitoramento nas proximidades, não se vê necessidade de substituição do mesmo;
- (9) Boca do poço aterrada devido às obras de terraplanagem na estrada próxima ao ponto, porém já recuperado.

Conforme mencionado em relatórios anteriores, como as coberturas pedológicas controlam a percolação da água até a zona saturada, os solos de baixa condutividade da região influenciam diretamente na recarga dos aquíferos. Esses solos são cambissolos, nitossolos e latossolos vermelho-amarelo, cuja condutividade foi determinada por meio de ensaios de infiltração realizados em 2012. Os ensaios em superfície apresentaram a seguinte distribuição estatística: 26% na ordem de 10^{-6} m/s; 48% dos valores na ordem de 10^{-7} m/s e 26% dos resultados na ordem de grandeza de 10^{-8} m/s. Os valores com ordem de grandeza menor que 10^{-6} m/s envolvem cerca de 75% dos resultados, o que comprova a baixa condutividade hidráulica daqueles solos.

No caso dos ensaios em profundidade, esta tendência também ficou evidente, uma vez que 68% dos resultados são inferiores a 10^{-6} m/s, inclusive um ponto apresentou valor da ordem de 10^{-9} m/s.

Os níveis medidos tanto nas cisternas existentes quanto nos poços de monitoramento instalados, apresentaram, de forma geral, cotas do nível d'água mais baixas no mês de dezembro/12, fato decorrente da descarga do aquífero para alimentação da rede de drenagem superficial (nascentes e igarapés) (**Figura 11.3.1 - 1**). Este rebaixamento ocorre mesmo depois de mais de um mês, com chuvas regulares e este fato é explicado pelo retardo que o aquífero mostra com relação às águas de superfície. As águas das primeiras chuvas são retidas nas camadas superficiais dos solos para aumentar sua umidade e apenas depois de um período de mais de um mês é que as plumas de umidade alcançam a zona saturada do aquífero.

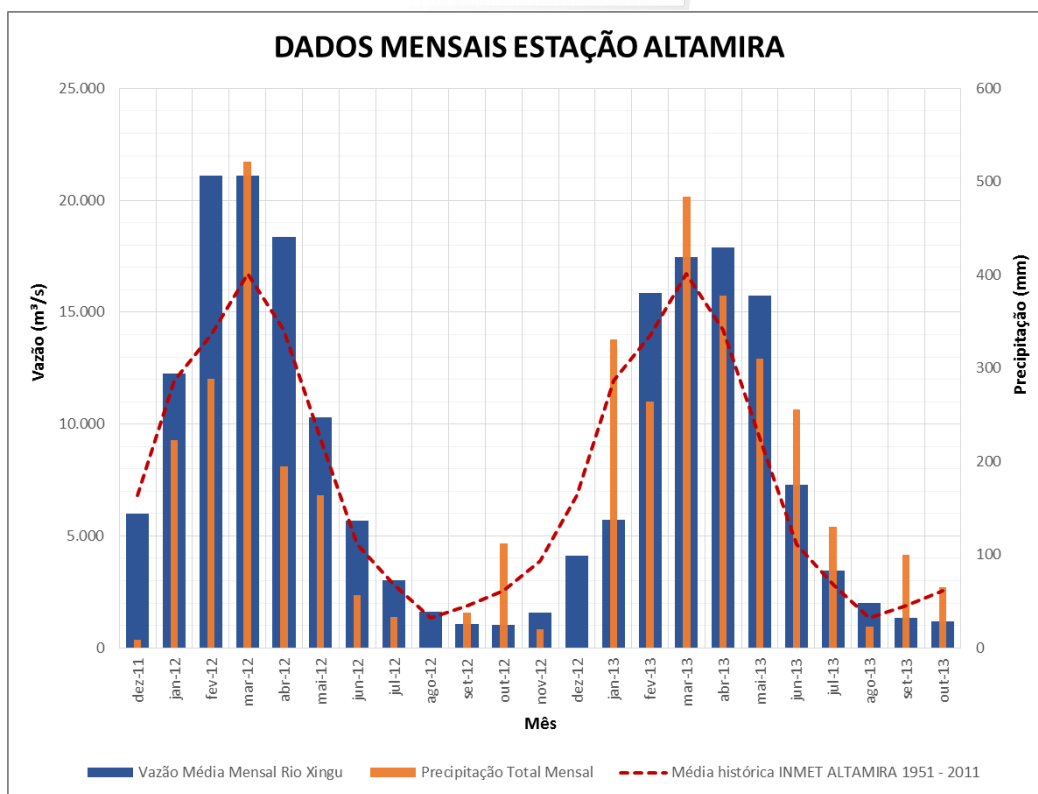


Figura 11.3.1 - 1 – Vazão média mensal do rio Xingu (m³/s) e precipitação total mensal (mm) em Altamira (PA), de dezembro de 2011 a outubro de 2013.

A **Figura 11.3.1 - 2** apresenta as leituras de nível realizadas nas cisternas cadastradas para monitoramento (na área urbana de Altamira; em Belo Monte e Belo Monte do Pontal – trecho de restituição de vazão TRV – BMP-C1 e BMP-C2, e no trecho de vazão reduzida TVR – SP-C1 e SP-C2), a tendência é de ser observar níveis mais baixos no período inicial da enchente na região, pois os aquíferos refletem o período de déficit hídrico. Algumas variações aleatórias, possivelmente estão associadas ao bombeamento da água das cisternas utilizadas para abastecimento doméstico. Por isso a importância dos poços de monitoramento instalados na região urbana de Altamira e no entorno dos reservatórios Xingu e Intermediário, já que estes são exclusivos para esse fim.

A **Figura 11.3.1 - 3** apresenta os valores dos níveis freáticos obtidos nas leituras trimestrais realizadas nos poços de monitoramento exclusivamente instalados para a realização deste projeto, na área urbana de Altamira. A influência sazonal é evidenciada nos dados coletados, que mostram níveis mais profundos no período final da seca e início da enchente (outubro a dezembro) e níveis mais rasos no final do período de cheia (maio). Ressalta-se que o mês de dezembro é considerado hidrologicamente início da enchente, portanto é o mês no qual o lençol freático reflete valores relativos ao final do período de seca e no qual se inicia a elevação dos níveis.

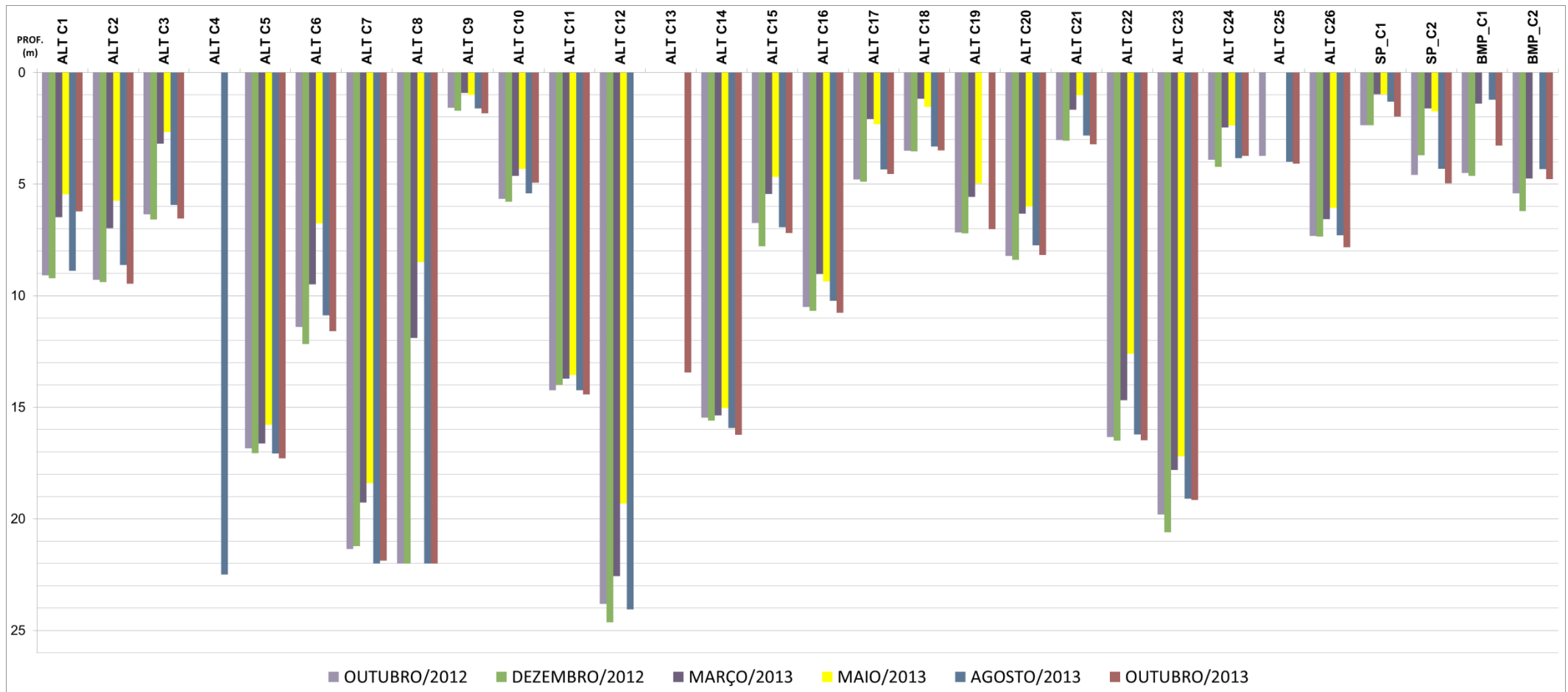


Figura 11.3.1 - 2 – Gráfico com variações dos níveis (em metros) das cisternas existentes monitoradas em Altamira, TVR e TRV.

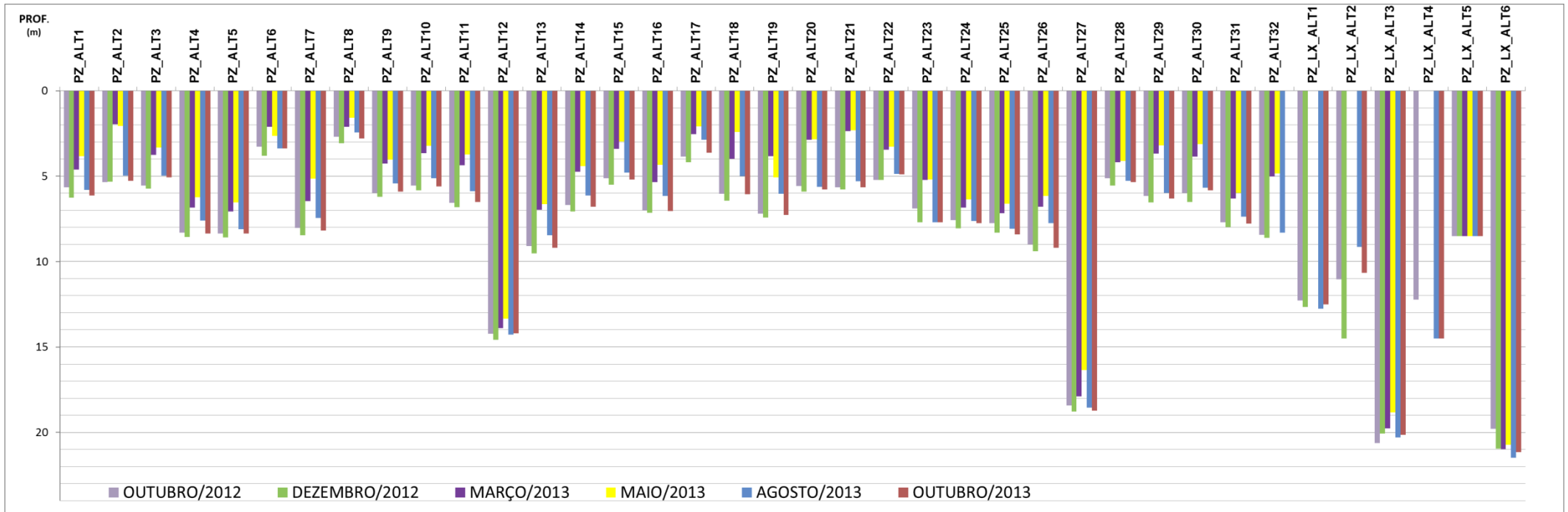


Figura 11.3.1 - 3 – Gráfico com variações dos níveis (em metros) dos poços instalados para monitoramento, na área urbana de Altamira.

A **Figura 11.3.1 - 4** apresenta os valores dos níveis freáticos obtidos nas leituras trimestrais realizadas nos poços de monitoramento exclusivamente instalados para a realização deste projeto, no entorno dos futuros reservatório Xingu e Intermediário. Ressalta-se que os pontos PZ-RI7 e PZ-RI8 se situam nas localidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal (trecho de restituição de vazão).

Na área do futuro Reservatório Xingu, os dados também mostram a influência sazonal, com níveis mais profundos, no período de final da seca e início da enchente (outubro a dezembro) e níveis mais rasos no final do período de cheia (maio). Ressalta-se que no PZ-RX7, em maio/2013, o nível estava na superfície do terreno, por isso não aparece no gráfico.

Na área do entorno do futuro Reservatório Intermediário, na maioria dos pontos também é evidenciada a influência sazonal, como citado no parágrafo anterior. Nos pontos PZ-RI4, PZ-RI6 e PZ-RAPELD, as barras sem alteração representam medições nas quais os poços estavam secos.

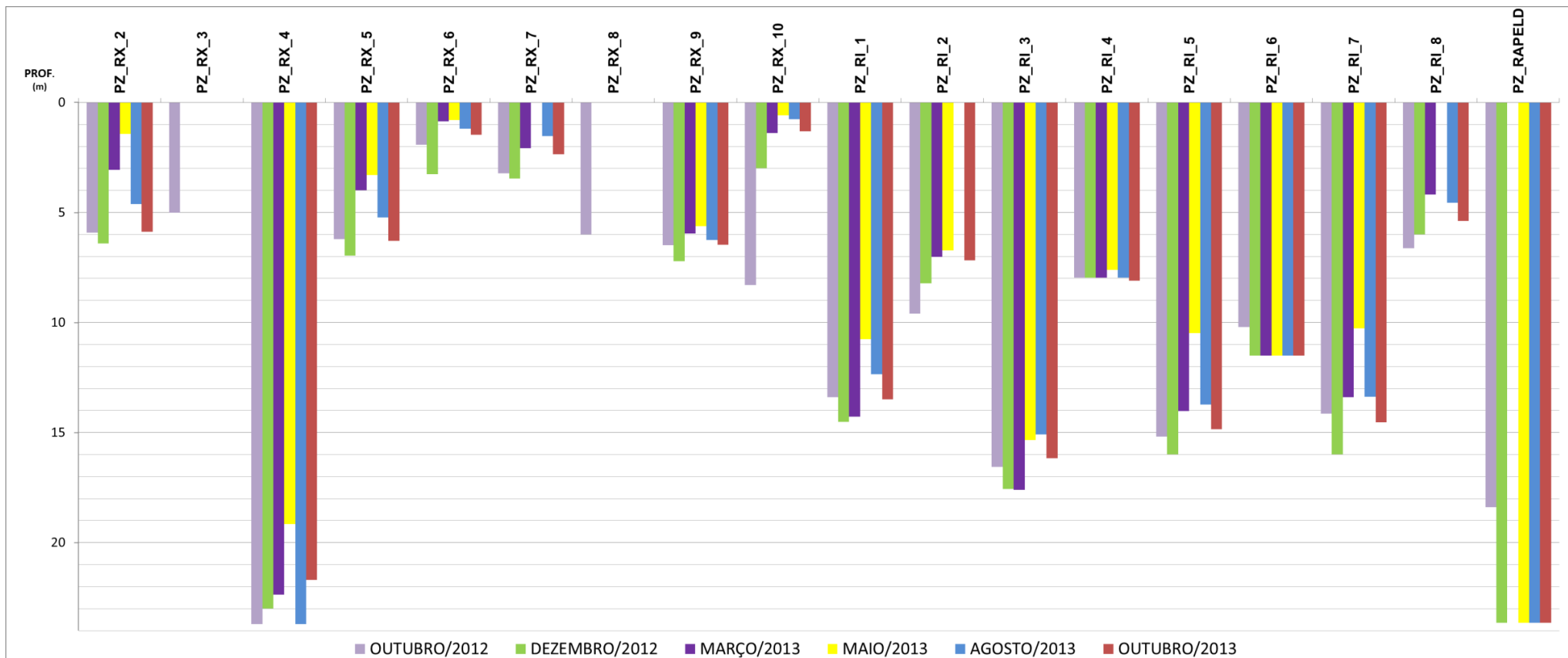


Figura 11.3.1 - 4 – Gráfico com variações dos níveis (em metros) dos poços instalados para monitoramento, no entorno dos futuros reservatório Xingu (PZ-RX) e Intermediário (PZ-RI e PZ-RAPELD).

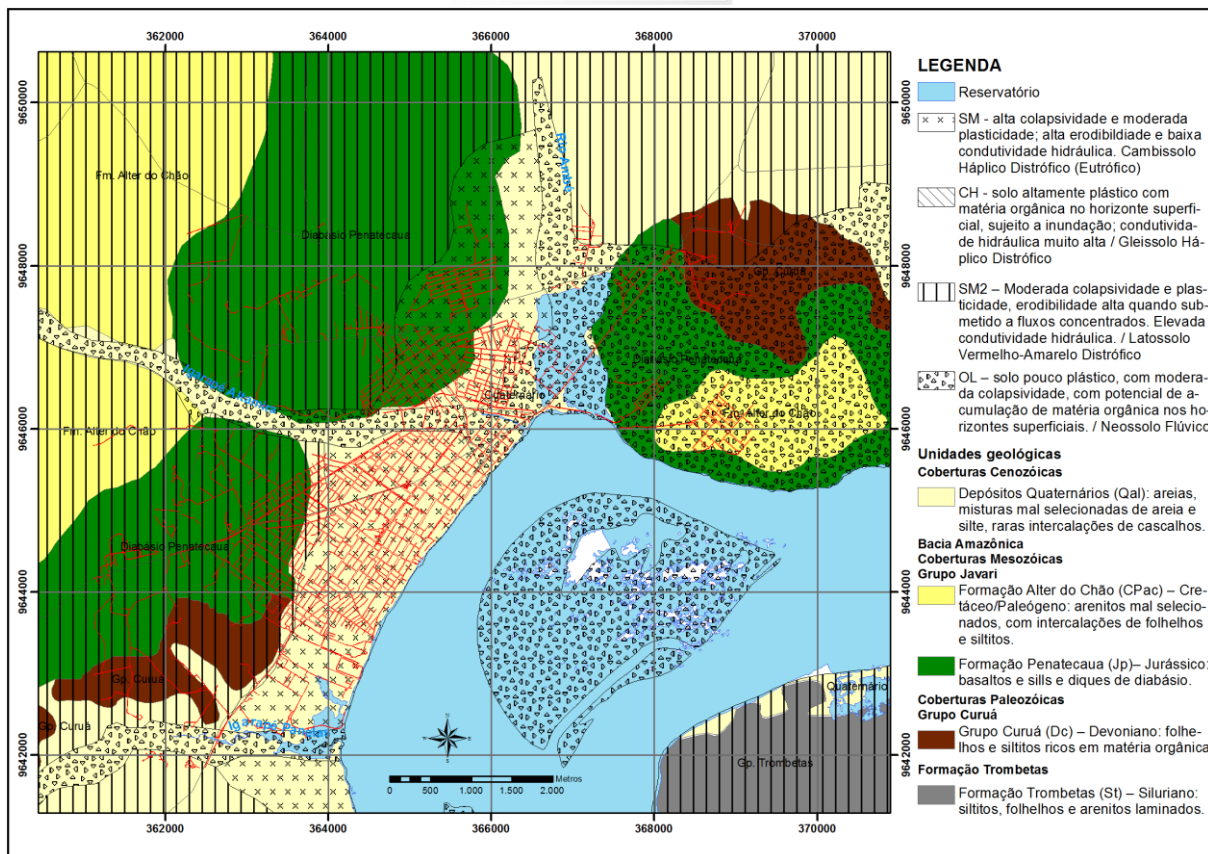


Figura 11.3.1 - 5 – Mapa geológico-geotécnico da área urbana de Altamira.

A **Figura 11.3.1 - 5** apresenta as unidades geológico-geotécnicas que caracterizam a área urbana de Altamira. Considerando que o PBA sugere a confecção de mapas, com áreas críticas para a cidade de Altamira, que indiquem pontos mais vulneráveis à influência da subida do lençol freático; foram elaborados mapas que mostram a situação do lençol freático em Altamira nos períodos de enchente, cheia, vazante e seca.

As **Figuras 11.3.1 - 6 a 11.3.1 - 9** apresentam as variações do nível freático, de acordo com o processamento dos dados obtidos nos poços de monitoramento da área urbana de Altamira, utilizando-se o interpolador não linear (krigagem) de efeito global, pois o mesmo mostrou melhor resultado de superfície.

A **Figura 11.3.1 - 6** ilustra a variação do NA obtida a partir do processamento de dados da leitura trimestral 2, realizada em dezembro/2012, início do período hidrológicamente considerado como início da enchente para a região, ou seja: dezembro é o mês em que a recarga dos aquíferos se inicia na região, a partir das chuvas acumuladas entre setembro e novembro, e por isto, é o mês no qual os níveis se apresentam mais profundos.

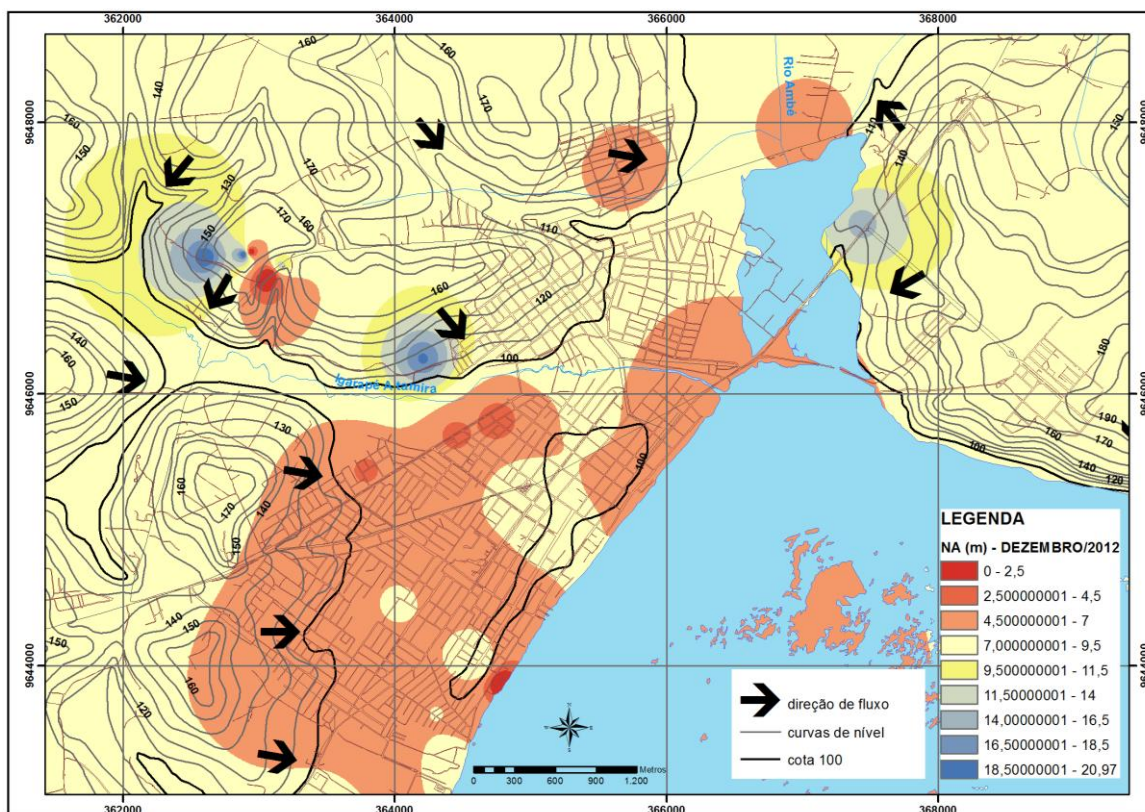


Figura 11.3.1 - 6 – Variações de NA (m) – Dezembro/2012, em Altamira.

A **Figura 11.3.1 - 7** apresenta a variação do NA obtida a partir da interpolação dos dados da leitura trimestral 4, realizada em maio/2013, considerado o último mês do período de cheia na região (março – maio) e de excedente hídrico (**Figura 11.3.1 - 10**). Na maioria dos pontos monitorados na área urbana de Altamira, os níveis mais elevados são observados entre os meses de março e maio, período no qual a recarga é bastante acentuada, recebendo toda influência das chuvas acumuladas até então. Esta recarga se dá pelo modelo de fluxo em pistão (*piston flow*) com as sucessivas chegadas das plumas de umidade até a zona saturada do aquífero.

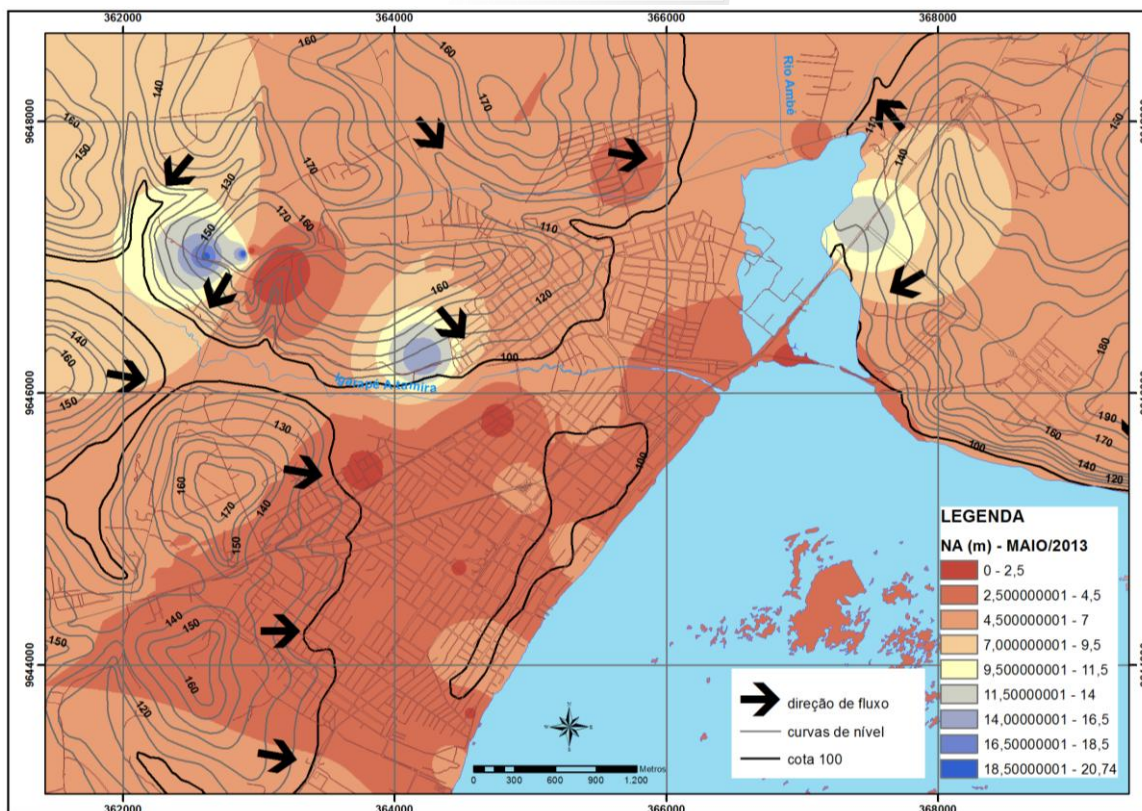


Figura 11.3.1 - 7 – Variações de NA (m) – Maio/2013, em Altamira.

A **Figura 11.3.1 - 8** apresenta a variação do NA obtida a partir do tratamento dos dados da leitura trimestral 5, realizada em agosto/2013, considerado o final do período de vazante (junho – agosto). Esse período é geralmente o que apresenta as menores taxas de precipitação, portanto é a época de retirada e/ou déficit de água no solo (**Figura 11.3.1 - 10**).

De acordo com os dados referentes à leitura trimestral 6, realizada em outubro/2013, a **Figura 11.3.1 - 9** apresenta a variação do NA para o período considerado como seca na região (setembro - novembro) e, portanto, a estação com maior déficit hídrico. Nesta época inicia-se a descarga do aquífero.

Os poços monitorados, que apresentam níveis mais profundos (representados por cores azuis nos mapas), estão localizados em áreas de declive e próximas à exutórios como os Igarapés Altamira e Ambé; portanto o nível freático nesses locais tende a acompanhar a topografia do terreno. Essas áreas também são representadas por basaltos, sills e diques de diabásio da Formação Penatecaua, que são responsáveis pelo relevo mais elevado nesta região.

Alguns dos pontos em que os níveis d'água ocorrem com profundidades maiores que 15 metros representam a descida artificial do freático, em função do rebaixamento por bombeamento (dos poços ou cisternas existentes utilizados para abastecimento) e desta forma correspondem a cones de depressão de poços individuais ou de baterias de poços. Áreas com níveis mais rasos que 2,5 metros são interpretados como aquíferos suspensos locais. Estes tipos de aquífero são formados pela presença de

camadas siltico-argilosas de baixa condutividade hidráulica intercaladas em camadas arenosas.

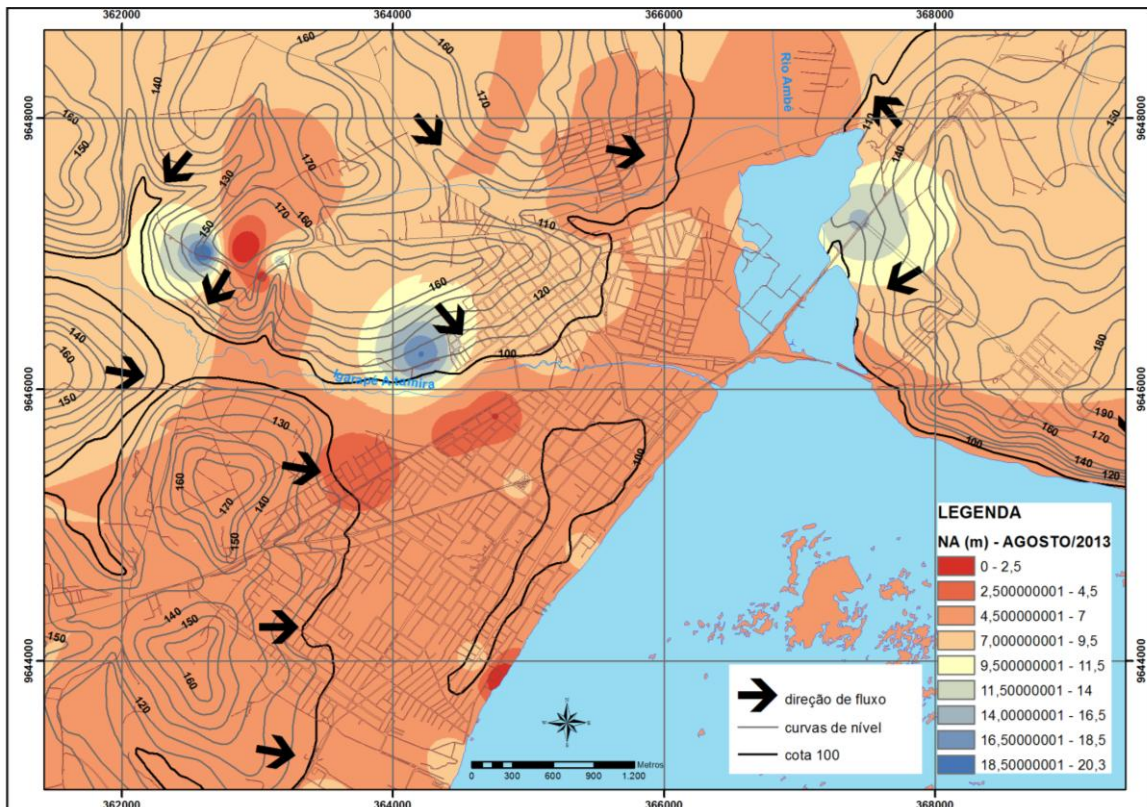


Figura 11.3.1 - 8 – Variações de NA (m) – Agosto/2013, em Altamira.

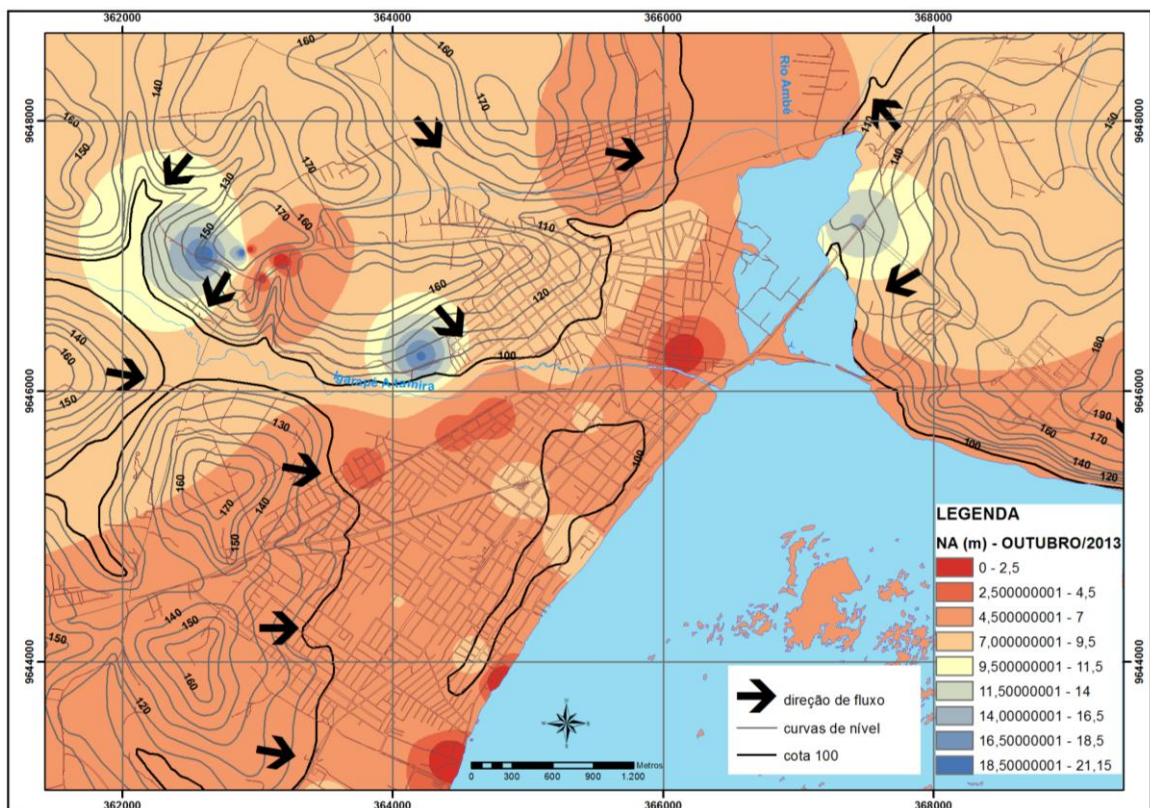


Figura 11.3.1 - 9 – Variações de NA (m) – Outubro/2013, em Altamira.

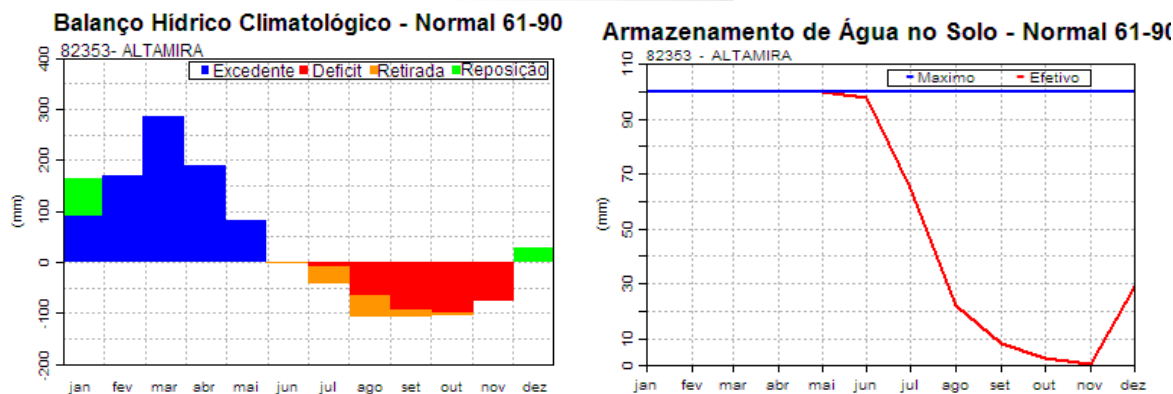


Figura 11.3.1 - 10 – Balanço hídrico.

Fonte – Estação Altamira – 82353, Inmet.

Analisando-se os dados apresentados, pode-se notar que existe uma influência sazonal natural, como esperado para a região. Na área urbana de Altamira, se observa que áreas com cotas menores que 100 metros, são as áreas que mais apresentam variações de nível nos diferentes períodos do ano. Portanto, essas áreas indicam locais mais favoráveis à influência da subida o lençol freático. Estas áreas seguem a orla do rio Xingu e adentram para o interior da cidade seguindo os igarapés.

Nos casos em que a declividade é reduzida, espera-se que a influência da elevação do nível freático seja mais acentuada.

Os dados de flutuação dos níveis d'água também indicam que mesmo se tratando de uma área urbanizada, bastante impermeabilizada, ainda há recarga que é maior em certas porções da cidade e menor em outras áreas. As áreas com maior potencial de recarga se localizam nas porções mais elevadas topograficamente e recobertas por solos com elevada condutividade hidráulica (latossolos).

Com a formação de reservatórios artificiais e conseqüente elevação dos níveis freáticos podem ocorrer impactos positivos e negativos.

Os principais impactos negativos são: risco de contaminação das águas dos aquíferos (no caso da água dos reservatórios apresentar qualidade comprometida); aumento do risco de contaminação pela infiltração de poluentes, pois haverá a diminuição da espessura da zona não saturada que representa a principal proteção dos aquíferos; eventual risco geotécnico a fundações e baldrame de obras civis (em geral a partir da subida capilar na zona não saturada) e formação de áreas alagadas ou brejos que podem contribuir com o desenvolvimento de insetos e mau cheiro.

Os impactos positivos podem incluir: aumento da disponibilidade e facilidade de acesso à água subterrânea (em função da maior proximidade da zona saturada à superfície), maior circulação e recarga da água subterrânea (que deverá infiltrar a partir do lago em direção à zona saturada) e sub irrigação na Área de Preservação Permanente (com aumento da biomassa nesta faixa).

É importante salientar que qualquer impacto apenas poderá ser verificado depois da formação e estabilização dos reservatórios artificiais e que qualquer impacto apenas é esperado em uma restrita faixa marginal ao lago ou ao longo de faixas marginais de igarapés que contribuem diretamente com os reservatórios (não são esperados impactos da dinâmica das águas subterrâneas há várias centenas de metros da orla).

Tanto nas áreas urbanas, quanto no entorno dos futuros reservatórios, a possível influência da dinâmica das águas subterrâneas poderá ser avaliada a partir dos dados a serem coletados após o enchimento.

11.3.1.3. CRONOGRAMA GRÁFICO

O cronograma gráfico apresentado a seguir ilustra o desenvolvimento das atividades que estão sendo executadas no âmbito deste programa, tendo sido aprovado junto ao IBAMA em março de 2012. As células preenchidas pela cor laranja representam o que foi estabelecido e proposto; e as células preenchidas em amarelo, o que já foi executado. Além disto, as células amarelas hachuradas são atividades previstas e ainda não executadas até o final do programa. O cronograma tem sido mantido de forma normal e contínua sem qualquer tipo de necessidade de adequação ou alteração.

PACOTE DE TRABALHO: 11.3.1 Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas

Atividades Produtos		<div style="display: flex; justify-content: space-between; font-size: small;"> Desvio do rio pelo vertedouro (sítio Pimental) ▼ Início enchimento Reserv. Xingu - Emissão prevista da LO da casa de força da 1ª UG CF ▼ Enchimento Reserv. Interm. - LO Casa de Principal (Belo Monte) ▼ Entrada operação última UG da CF Complementar ▼ Início geração comercial CF Principal ▼ </div>																							
		2011				2012				2013				2014				2015				2016			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO																									
11	11. PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS																								
11.3.1	11.3.1 Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas																								
1	Inventário complementar de poços tubulares e definição da rede de monitoramento																								
1	Inventário complementar de poços tubulares e definição da rede de monitoramento																								
2	Investigações e instalação de monitores																								
2	Investigações e instalação de monitores																								
3	Mapeamento geológico e hidrogeológico																								
3	Mapeamento geológico e hidrogeológico																								
4	Acompanhamento e interpretação dos resultados das investigações																								
4	Acompanhamento e interpretação dos resultados das investigações																								
5	Leitura de nível d'água																								
5	Leitura de nível d'água																								
6	Acompanhamento e interpretação dos resultados das leituras de nível d'água																								
6	Acompanhamento e interpretação dos resultados das leituras de nível d'água																								
7	Relatórios Semestrais Consolidados																								
7	Relatórios Semestrais Consolidados																								

LEGENDA

- Informação do PBA
- Linha de Base - Aprovada pelo IBAMA
- Realizado
- Previsto até fim do produto

11.3.1.4. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS

As atividades concluídas durante o segundo semestre de 2013 seguiram as diretrizes preconizadas nos encaminhamentos propostos nos Relatórios Consolidados anteriores e continuarão a ser desenvolvidas desta maneira. Destaca-se que estas atividades estão de acordo com o cronograma aprovado no Plano de Trabalho Detalhado e coerentes com os objetivos deste Programa de Monitoramento.

Considerando os dados coletados e analisados até o momento, observa-se que as coletas de dados trimestrais são de fundamental importância para o monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas na região. Assim, eventuais alterações que podem ser devidas às obras e implantação dos reservatórios poderão vir a ser identificadas de forma inequívoca como de origem antrópica ou não, sendo, neste caso apenas uma variação natural dos próprios aquíferos.

Na área do antigo Lixão de Altamira, os três poços obturados em outubro/2013, serão substituídos, assim que for finalizada a implantação do projeto de remediação do Lixão, com a conclusão definitiva dos serviços de terraplanagem e de revegetação da área (previstas para o mês de janeiro de 2014). A instalação destes poços antes da conclusão das obras de recuperação da área resulta no risco de nova perda dos poços que podem ser danificados devido ao tráfego de máquinas pesadas na área. O planejamento para execução desta atividade está sendo elaborado para o início do primeiro trimestre de 2014, sendo que o mesmo vale para o Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas (PBA 11.3.2).

Por fim, vale ressaltar que uma avaliação técnica será realizada em relação aos poços e cisternas que estão tendo problemas contínuos de leituras de nível d'água no que se refere a possibilidade da substituição dos mesmos por outros poços ou cisternas existentes em suas proximidades, caso continue a persistir esta situação. Entretanto, destaca-se que a rede amostral estabelecida é bastante robusta com um quantitativo considerável de poços e cisternas para a avaliação da variação do lençol freático na região estudada.

11.3.1.5. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos	Geólogo, Dr.	Coordenador Geral	7896/D CREA/DF	264969
Leonardo de Melo Santos	Geólogo	Diretor Executivo; responsável por coletas de campo, vistorias técnicas,	12544/D CREA/DF	1698978

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
		confeção de relatórios.		
Joyce Pinheiro de Oliveira Fiori	Geóloga, M. Sc	Responsável por coletas de campo, vistorias técnicas, confeção de relatórios.	10699/D CREA/DF	293922
Thaís Becker	Geóloga	Responsável por coletas de campo, vistorias técnicas.	18421/D CREA/DF	512496
Veldson de Souza Pinto		Auxiliar de campo		

11.3.1.6. ANEXOS

Anexo 11.3.1 - 1 – Mapa com Localização dos Pontos Monitorados em Altamira;

Anexo 11.3.1 - 2 – Mapa com Localização dos Pontos Monitorados na Área do Reservatório Xingu;

Anexo 11.3.1 - 3 – Mapa com Localização dos Pontos Monitorados na Área do Reservatório Intermediário.