

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.	INTRODUÇÃO	11.3.1-1
11.3.1.2.	RESULTADOS CONSOLIDADOS.....	11.3.1-3
11.3.1.2.1.	ATIVIDADES TRIMESTRAIS E QUINZENAS	11.3.1-4
11.3.1.2.2.	ATIVIDADES REALIZADAS NA LAGOA DO BAIRRO JARDIM INDEPENDENTE I – ALTAMIRA (PA).....	11.3.1-4
11.3.1.3.	REDE DE MONITORAMENTO.....	11.3.1-6
11.3.1.3.1.	LEITURAS DE NÍVEIS DE ÁGUA – CAMPANHAS TRIMESTRAIS	11.3.1-10
11.3.1.3.2.	VERIFICAÇÃO DO MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEITUAL PARA A CIDADE DE ALTAMIRA.....	11.3.1-45
11.3.1.4.	ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS E METAS DO PROJETO DE MONITORAMENTO DA DINÂMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS... ..	11.3.1-55
11.3.1.5.	ATIVIDADES PREVISTAS	11.3.1-60
11.3.1.6.	CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS	11.3.1-60
11.3.1.7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	11.3.1-62
11.3.1.8.	EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO	11.3.1-64
11.3.1.9.	ANEXOS	11.3.1-64

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. INTRODUÇÃO

O Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas (PBA 1.3.1) objetiva o monitoramento do nível freático dos aquíferos livres e das cargas hidráulicas dos aquíferos confinados, de forma a avaliar as variações na borda dos reservatórios, principalmente na zona urbana de Altamira, e a jusante do sítio Pimental, antes, durante e depois do enchimento e formação dos reservatórios do Xingu e Intermediário.

Destaca-se que os estudos de Análise de Impactos do EIA/RIMA¹ da UHE Belo Monte (Volume 31) identificou que o principal impacto potencial em relação à dinâmica das águas subterrâneas está relacionado à elevação das cargas hidráulicas dos aquíferos na região de influência do empreendimento, principalmente na cidade de Altamira e suas adjacências, durante a etapa de enchimento e subsequente operação dos reservatórios do Xingu e Intermediário. Por outro lado, para o Trecho de Vazão Reduzida (TVR), submetido à redução de vazões em função da operação do empreendimento, poderão ser, eventualmente, verificados rebaixamentos dos níveis de água subterrânea nas áreas marginais ao referido trecho, nos períodos de seca.

Portanto, a implantação e o desenvolvimento contínuo das atividades inerentes ao presente Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas, iniciadas no ano de 2012, tem visado o pleno atendimento dos objetivos definidos para o referido Projeto Básico Ambiental (PBA 11.3.1), além do cumprimento integral das metas estabelecidas, dentre as quais se encontram em execução:

- Caracterização dos níveis de água dos aquíferos nas áreas de interesse e suas variações antes, durante e depois do enchimento dos reservatórios e, no que se relaciona ao TVR, após o início de operação progressiva das unidades geradoras, por meio da execução de campanhas trimestrais de leituras de nível de água, visando à gestão adequada dos recursos hídricos;

¹ Leme Engenharia, 2009. Estudos de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte – Avaliação de Impactos e Prognóstico Global – PARTE 3 – Volume 31

- Identificação das possíveis interferências do empreendimento na elevação do nível de água/cargas hidráulicas do lençol freático/aquíferos profundos na região sob potencial influência dos reservatórios ou, no caso do TVR, na redução do nível de água subterrânea nas áreas lindeiras a esse trecho do rio Xingu, na Volta Grande;
- Identificação de áreas críticas na cidade de Altamira, devido ao risco associado à elevação do lençol freático, tanto no que se refere aos aspectos de instabilização das encostas marginais, quanto aos aspectos de vulnerabilidade à contaminação (ações de integração entre os PBAs 10.3 – Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos; 11.3.2 – Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas - e este PBA 11.3.1); e
- 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.

É importante ressaltar que a previsão de conclusão do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas estava estabelecida para o segundo trimestre de 2017, conforme cronograma consolidado no próprio PBA 11.3.1. Esta premissa foi informada pela Norte Energia ao Ibama, por meio da correspondência CE 0709/2017-SSI (02/10/2018 – número SEI 0906166), sendo que seus resultados consolidados seriam apresentados no âmbito do 13º Relatório Consolidado, que representaria o relatório final de suas atividades.

Entretanto, o IBAMA por meio do Ofício nº 04/2018/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA (parecer de análise dos 11º e 12º Relatórios Consolidados), datado de 22/12/2017, em discordância com essa premissa recomendou a continuidade do PBA 11.3.1 por, pelo menos, mais um ano. Especificamente para a área urbana de Altamira, o IBAMA estabeleceu o aumento na frequência de monitoramento de trimestral para quinzenal, sendo que as leituras de nível d'água nas cisternas não precisariam ser mais realizadas, em função da falta de confiabilidade que as mesmas tem evidenciado para uma análise mais acurada do comportamento da dinâmica das águas subterrâneas.

Portanto, o conteúdo do presente 14º Relatório Consolidado (RC) apresenta os resultados da continuidade do monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas no primeiro semestre do ano de 2018, com apresentação do cronograma revisado do presente Projeto, considerando-se as suas atividades executivas até o final do ano de 2018, em atendimento às recomendações estabelecidas pelo IBAMA.

11.3.1.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Foram realizadas 24 (vinte e quatro) leituras trimestrais de nível até o final do primeiro semestre de 2018, sendo que o **Quadro 11.3.1 - 1**, a seguir, apresenta a periodicidade das leituras realizadas. Estas leituras, por sua vez, subsidiam o acompanhamento da dinâmica das águas subterrâneas.

Informa-se ainda que em função de problemas de logística, a campanha trimestral que teria de ter sido executada no mês de abril de 2018, foi postergada para maio/junho de 2018. Entretanto, é importante se destacar que as medidas quinzenais realizadas nos poços de monitoramento localizados na cidade Altamira começaram a ocorrer desde janeiro de 2018, portanto para a cidade de Altamira foram consideradas as leituras quinzenais realizadas no dia 20 de abril de 2018, como a campanha trimestral no período de cheia do referido ano de 2018. Para as outras regiões monitoradas (TVR, TRV e Reservatório Intermediário), a campanha trimestral ocorreu, mais tardiamente, no período compreendido entre os meses de maio e junho de 2018.

Dessa forma, para o monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas na cidade de Altamira, os dados obtidos no primeiro semestre de 2018, compreendem os meses de janeiro e abril de 2018, considerando-se a avaliação trimestral.

Quadro 11.3.1 - 1 – Periodicidade das leituras trimestrais realizadas desde o início da execução do Projeto 11.3.1 até a última campanha, em maio/junho de 2018

LEITURA TRIMESTRAL	DATA DE EXECUÇÃO	PERÍODO HIDROLÓGICO
Fase Anterior ao Enchimento dos Reservatórios		
1	Outubro de 2012	Seca
2	Dezembro de 2012	Enchente
3	Março de 2013	Cheia
4	Maio de 2013	Cheia
5	Agosto de 2013	Vazante
6	Outubro de 2013	Seca
7	Janeiro de 2014	Enchente
8	Abril de 2014	Cheia
9	Julho de 2014	Vazante
10	Outubro de 2014	Seca
11	Janeiro de 2015	Enchente
12	Abril de 2015	Cheia
13	Julho de 2015	Vazante
14	Outubro de 2015	Seca
Fase Durante e Pós-Enchimento dos Reservatórios		
15	Janeiro de 2016	Enchente
16	Abril de 2016	Cheia
17	Julho de 2016	Vazante
18	Outubro de 2016	Seca
19	Janeiro de 2017	Enchente
20	Abril de 2017	Cheia

LEITURA TRIMESTRAL	DATA DE EXECUÇÃO	PERÍODO HIDROLÓGICO
21	Julho de 2017	Vazante
22	Outubro de 2017	Seca
23	Janeiro de 2018	Enchente
24	Abril/Maio/Junho de 2018	Cheia

11.3.1.2.1. ATIVIDADES TRIMESTRAIS E QUINZENAIS

Além da execução das campanhas trimestrais e quinzenais de leitura de níveis de água, também são realizadas atividades de manutenção dos poços de monitoramento que compõem a rede amostral do PBA 10.3 (limpeza do local, troca e/ou lubrificação de cadeados e tampas de proteção). Na última campanha trimestral realizada em maio/junho de 2018 não foram observadas anomalias no estado de conservação dos poços de monitoramento, sendo que foi realizada apenas a lubrificação e troca de alguns cadeados danificados.

Ressalta-se ainda que para a cidade de Altamira, conforme já informado anteriormente, o IBAMA recomendou a alteração da periodicidade das leituras de nível de água de trimestral para quinzenal, onde a partir de janeiro de 2018 foi implementada essa recomendação. Além disso, os poços de monitoramento que se apresentavam danificados na cidade de Altamira: PZ_ALT2, PZ_ALT3, PZ_ALT14, PZ-ALT_20 e PZ_ALT32; foram substituídos, respectivamente, por novos poços de monitoramento: PZ_ALT2A, PZ_ALT3A, PZ_ALT14A, PZ-ALT_20A e PZ_ALT32A que passaram a ter leituras de nível de água quinzenais, a partir do mês de abril de 2018. Ressalta-se ainda que estes poços de monitoramento foram implementados em locais próximos aos originais para se manter o histórico de leituras.

Por fim, conforme recomendação do IBAMA, as cisternas que compunham a rede amostral da área urbana de Altamira foram retiradas da malha amostral, em função do órgão ambiental considerar que seus dados não são confiáveis e representativos.

11.3.1.2.2. ATIVIDADES REALIZADAS NA LAGOA DO BAIRRO JARDIM INDEPENDENTE I – ALTAMIRA (PA)

Em relação aos estudos efetuados no bairro Jardim Independente I, o IBAMA em conjunto com a Agência Nacional de Águas (ANA) protocolaram no dia 15/03/2018 para a Norte Energia, o Ofício nº 100/2018/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA contendo o Parecer Técnico nº 14/2018-COHID/CGTEF//DILIC (SEI nº 1709389, 1901379 e 1901443) que apresenta a avaliação final da possível relação de causa-efeito entre o reservatório Xingu e o nível de água que aflora no baixio (“lagoa”) existente no referido bairro Jardim Independente I.

Ressalta-se que o conteúdo do parecer nº 14/2018-COHID/CGTEF//DILIC se baseou na avaliação dos dados apresentados no Relatório Técnico RT_SFB_Nº024_BAIRRO

JARDIM-INDEPENDENTE I_20122017_ AMBIENTAL_ FINAL que foi encaminhado para o IBAMA no dia 22/02/2017, em que contemplava a análise técnica dos resultados obtidos durante os monitoramentos no período de 13/10/2016 a 06/12/2017, no âmbito dos estudos efetuados no bairro Jardim Independente I, na cidade de Altamira (PA).

Resumidamente, o parecer nº 14/2018-COHID/CGTEF//DILIC informa que os dados existentes e as análises efetuadas mostram a existência de um aquífero suspenso materializado por três aspectos principais: (1) diferença de carga hidráulica deste com o aquífero local; (2) ocorrência de padrões distintos de qualidade das águas subterrâneas entre os mesmos, sendo altamente contaminada no aquífero suspenso; e (3) presença de uma camada impermeável argilosa (aquitarde) de espessura variando de 3,5 a 8,0 m, entre os referidos aquíferos.

Um aspecto importante a se destacar nos estudos realizados, refere-se a análise da qualidade da água que indicou a presença de dois aquíferos com qualidade de água distintas, sendo o aquífero local, inferior, menos exposto, com qualidade melhor em relação ao aquífero suspenso.

Dessa maneira, o referido parecer nº 14/2018-COHID/CGTEF//DILIC avaliou que o nível do aquífero suspenso na área do bairro Jardim Independente I é condicionado pela infiltração das chuvas, com suas relações hidráulicas com a lagoa do bairro e sem vínculo direto com o Reservatório Xingu, como demonstrado nas diferenças de cargas hidráulicas com o aquífero suspenso sempre com carga superior.

Portanto, com base nesta avaliação técnica caracterizada no parágrafo acima, o supracitado parecer nº 14/2018-COHID/CGTEF//DILIC recomendou que as autoridades competentes sejam informadas da situação e fragilidade ambiental da população residente no bairro Jardim Independente I (infraestrutura precária – ausência de esgotamento sanitário, abastecimento de água, coleta de lixo e drenagem urbana) para adoção das medidas cabíveis, independentemente dos fatores desencadeadores das surgências de água (exsudação), dentro das residências nas adjacências da lagoa do bairro Jardim Independente I.

Com base nesta documentação técnica emitida pelo IBAMA, considera-se que os estudos técnicos inerentes a caracterização e comportamento hidrogeológico do bairro Jardim Independente I foram devidamente finalizadas. Entretanto, informa-se que as leituras de nível de água dos poços de monitoramento que compuseram os estudos na referida região continuam sendo realizadas, com periodicidade quinzenal, para continuidade do monitoramento da dinâmicas das águas subterrâneas na área urbana de Altamira. A **Figura 11.3.1 - 1** apresenta a localização dos pontos de monitoramento que foram utilizados nos estudos técnicos referente à lagoa do bairro Jardim Independente I, que envolveu também pontos localizados no bairro Jardim Independente II



Figura 11.3.1 - 1 – Localização dos pontos nos bairros Jardim Independente I e II, cujos níveis foram medidos semanalmente, cujos poços passaram, a partir de janeiro/2018, a ser medidos quinzenalmente.

11.3.1.3. REDE DE MONITORAMENTO

Atualmente, a rede é composta por: 12 (doze) cisternas cadastradas e localizadas na localidade de Belo Monte do Pontal e no TVR (**Quadro 11.3.1 - 2**); dois monitores (medidores de nível de água) no TVR e 56 (cinquenta e seis) poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, no entorno da área dos Reservatórios do Xingu e Intermediário, e nas localidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, especificamente para este Projeto (**Quadro 11.3.1 - 3**). Destaca-se que para o monitoramento na cidade de Altamira no ano de 2018, os poços PZ_ALT2, PZ_ALT3, PZ_ALT14, PZ-ALT_20 e PZ_ALT32 que estavam danificados foram substituídos pelos poços PZ_ALT2A, PZ_ALT3A, PZ_ALT14A, PZ-ALT_20A e PZ_ALT32A, com leituras quinzenais em atendimento à recomendação estabelecida pelo IBAMA.

Além disso, informa-se que as 26 (vinte e seis) cisternas que eram monitoradas na área urbana de Altamira até outubro de 2017 foram retiradas da rede de monitoramento do presente Projeto, em função do IBAMA considerar suas leituras não confiáveis e indicar,

conforme já relatado no presente relatório, que as mesmas não precisariam ser realizadas durante a continuidade do monitoramento ao longo do ano de 2018 (Ofício nº 4/2018/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA).

Informa-se que a distribuição espacial dos pontos de monitoramento que compõem a rede de monitoramento completa deste Projeto, abrangendo todos os compartimentos do empreendimento é apresentada nos **Anexos 11.3.1 - 1 a 11.3.1 - 3**.

Quadro 11.3.1 - 2 – Cisternas monitoradas no Projeto 11.3.1 (Coordenadas UTM SAD69 fuso 22S)

CISTERNA	ENDEREÇO	COORDENADA X	COORDENADA Y
SP-C1	Cisterna/cacimba na escola da localidade Ressaca	395981	9604881
SP-C2	Cisterna/cacimba na Ilha da Fazenda	397367	9605771
BMP-C1	Cisterna/cacimba na localidade Belo Monte do Pontal	422497	9655642
BMP-C2	Cisterna/cacimba na localidade Belo Monte do Pontal	422193	9655060
BMP-C3	Cisterna/cacimba na localidade Belo Monte do Pontal	422499	9655628
TVR 1	Propriedade de Ana Lúcia Miranda de Oliveira	392865	9618170
TVR 2	Propriedade de Pedro de Oliveira Matos	392075	9611006
TVR 3	Propriedade de João Batista Viana da Silva	393032	9607850
TVR 4	Propriedade de Elias Marcelo Pereira da Cruz	399989	9600991
TVR 5	Propriedade de Marilene Duarte dos Santos (EMEF Bacajá)	415391	9604121
TVR 6	Propriedade de Almir Gomes dos Santos	424883	9615808
TVR 7	Propriedade do Sr. Miguel	416711	9626057

Quadro 11.3.1 - 3 – Poços de monitoramento/medidores instalados em todos os compartimentos do empreendimento (Coordenadas UTM SAD69 fuso 22S)

CÓDIGO DOS POÇOS/MEDIDORES INSTALADOS	CORRELAÇÃO COM OS PONTOS SUGERIDOS NO PBA	COORDENADA X	COORDENADA Y
PZ-ALT1		365703	9647576
PZ-ALT2A		366906	9646258
PZ-ALT3A		363809	9644550
PZ-ALT4	PZ8	365546	9646699
PZ-ALT5	PZ9	365164	9646324
PZ-ALT6	PZ10	364447	9645697
PZ-ALT7	PZ12	364914	9645310
PZ-ALT8	PZ13	364755	9645799
PZ-ALT9	PZ15	366074	9645613
PZ-ALT10	PZ16	365886	9645402
PZ-ALT11	PZ17	365603	9645007
PZ-ALT12	PZ18	367438	9647250
PZ-ALT13	PZ19	364607	9644011
PZ-ALT14A	PZ20	364268	9643652
PZ-ALT15	PZ21	363711	9643712
PZ-ALT16	PZ22	364037	9644450
PZ-ALT17	PZ23	363791	9645436

CÓDIGO DOS POÇOS/MEDIDORES INSTALADOS	CORRELAÇÃO COM OS PONTOS SUGERIDOS NO PBA	COORDENADA X	COORDENADA Y
PZ-ALT18	PZ24	364474	9644707
PZ-ALT19	PZ25	365449	9645794
PZ-ALT20A		366310	9646042
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-ALT32A		364459	9643399
PZ-LX-ALT1		363091	9646968
PZ-LX-ALT2		363046	9646904
PZ-LX-ALT3		362609	9647004
PZ-LX-ALT4		363000	9646847
PZ-LX-ALT5		362939	9647043
PZ-LX-ALT6		362889	9647025
PZ-RAPELD7		413660	9640475
PZ-RX2		358311	9621840
PZ-RX3		361237	9628258
PZ-RX4		364480	9639917
PZ-RX5		373231	9645182
PZ-RX6		382321	9645612
PZ-RX7		382591	9641561
PZ-RX9		387424	9636855
PZ-RX10		400645	9621090
PZ-RI1		408985	9630025
PZ-RI2		406724	9644779
PZ-RI3		404043	9636322
PZ-RI5*		414323	9648733
PZ-RI6		411625	9650373
PZ-RI7		422695	9655291
PZ-RI8		422222	9654323
TVR 8		407611	9609347
TVR 9		403764	9607407

* poço danificado/aterrado/destruído.

O **Quadro 11.3.1 - 4** apresenta informações dos poços e cacimbas cadastrados nas atividades de monitoramento de uso da água do Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques (PBA 11.2) e que foram incorporadas às análises visando à integração de dados.

Quadro 11.3.1 - 4 – Poços e cacimbas cadastradas nas atividades de monitoramento de uso de água do Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques (PBA 11.2)

CÓDIGO DOS POÇOS/MEDIDORES INSTALADOS	PROPRIETÁRIO	COORDENADA X	COORDENADA Y
RI_C1	Florisvaldo Soares de Almeida	416880	9654601
RI_C2	Celestino Barcelos filho	417222	9650521
RI_C3*	Edno Felix	416112	9651148
RI_C4	Manoel Felix (poço tipo amazônico)	416502	9651131
RI_C5*	Manoel Felix (cacimba)	416495	9651113
RI_C6	Maria Laura dos Santos	416417	9650846
RI_C7	Claudomiro Gomes da Silva 1ª casa	420689	9639684
RI_C8	Claudomiro Gomes da Silva 2ª casa	419222	9641293
RI_C9	Marinez Cunha Simas (propriedade indenizada pela NESAs)	416874	9635645
RI_C10*	Marinez Cunha Simas - prop. Remanescente	418200	9635328
RI_C11	Maria Rosa	417352	9652181

* poço ou cacimba danificado/aterrado/destruído.

Já o **Quadro 11.3.1 - 5** abaixo apresenta a rede de monitoramento da lagoa do bairro Jardim Independente I, envolvendo também áreas do Jardim Independente II, definida em atendimento ao Parecer Conjunto ANA/IBAMA 02001.003521/2016-18 COHID/IBAMA, que corresponde a uma demanda gerada em função das discussões em resposta à visita técnica conjunta na região dos bairros em questão, na cidade de Altamira, com a participação de técnicos da ANA, IBAMA e Norte Energia em junho de 2016. Os poços com a sigla “JI” foram instalados para atendimento específico do Parecer acima referido.

Conforme relatado no item 11.3.1.2.2 do presente RC, os estudos técnicos inerentes Lagoa do bairro Jardim Independente I foram finalizados. Entretanto, o monitoramento destes poços continua ocorrendo efetivamente, sendo que a periodicidade de leitura para os mesmos, situados na cidade urbana de Altamira, passou de semanal para quinzenal, conforme estabelecido no Ofício nº 4/2018/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA. Reiterando ainda, que as cisternas cadastradas foram suprimidas da rede amostral.

**Quadro 11.3.1 - 5 – Rede de monitoramento nos bairros Jardim Independente I e II
(Coordenadas UTM SIRGAS 2000 fuso 22S)**

PONTO	ENDEREÇO	PROF. (m)	COORDENADAS UTM (SIRGAS 2000 FUSO 22S)	
			X	Y
PZ_ALT13	Av. Brigadeiro (canteiro)	12,6	364563,770	9643969,650
PZ_ALT14*	Rua Comandante Adão	11,3	364269,440	9643603,523
PZ_ALT15	Av. Via Oeste	7,1	363668,054	9643668,124
PZ_ALT16	Estádio Bandeirão	14	363993,360	9644408,920
PZ_ALT18	Rua Acesso 2 - Centro de Convenções (°)	11,6	364434,783	9644664,590
PZ_ALT23	Av. João Pessoa	7,7	364743,220	9643825,080
PZ_ALT29	Rua Coronel José Porfírio	11,65	365039,297	9644450,943
JI-1	Rua Salin Mauad esquina com Raimundo Corrêa	7,84	364404,250	9644014,470
JI-2	Rua Santarém, em frente a loja 2K	9,36	364330,080	9644127,270
JI-3	Rua Santarém, em frente CKTR	7,93	364261,390	9643996,970
JI-4	Rua 1º de Maio (sem saída)	8,45	364409,290	9643849,970
JI-5	Rua Alberto Garcia, 3432	1,6	363849,800	9644534,461
JI-5A	Perfurado ao lado do JI-5	4,23	363849,623	9644532,051
JI-6	Rua Passagem Severo de Souza, 364	1,63	363695,240	9644169,814
JI-6A	Perfurado ao lado do JI-6	3,82	363696,049	9644169,930
JI-7*	Rua Passagem Severo de Souza, 370	9,8	363697,890	9644193,432
JI-7A*	Rua Passagem Severo de Souza, 370	2,61	363697,756	9644192,931
JI-8	Rua Demetrio de Albucaater, 3760	17,75	363672,053	9644282,172
JI-8A	Rua Demetrio de Albucaater, 3760	4,24	363672,801	9644281,641
JI2-C1	Rua 1º de Maio, 3840	4,35	364371,523	9643789,662
JI-PT1	Rua Xingu, 3938	16	363998,400	9644465,942
JI-PT2	Rua Passagem Severo de Souza, 3828	18	363711,469	9644203,178
JI-9	Rua Abaetetuba, 1030	10,03	363924,986	9644608,982
JI-9A	Rua Abaetetuba, 1030	3,81	363924,208	9644609,675

* poço danificado/aterrado/destruído.

11.3.1.3.1. LEITURAS DE NÍVEIS DE ÁGUA – CAMPANHAS TRIMESTRAIS

Antes do enchimento dos reservatórios, foram realizadas 16 (dezesseis) leituras trimestrais e durante e após o enchimento já foram realizadas oito campanhas trimestrais de leitura. Os dados brutos dos níveis medidos durante a execução do monitoramento são atualizados a cada campanha de leitura e seus resultados são apresentados no banco de dados digital.

A **Figura 11.3.1 - 2** apresenta o gráfico que relaciona a vazão média mensal do rio Xingu com a precipitação total mensal em Altamira até o final do primeiro semestre de 2018.

Desta maneira, é possível observar que o comportamento da vazão acompanha a precipitação, o que também reflete nas variações dos níveis de água medidos nos poços de monitoramento.

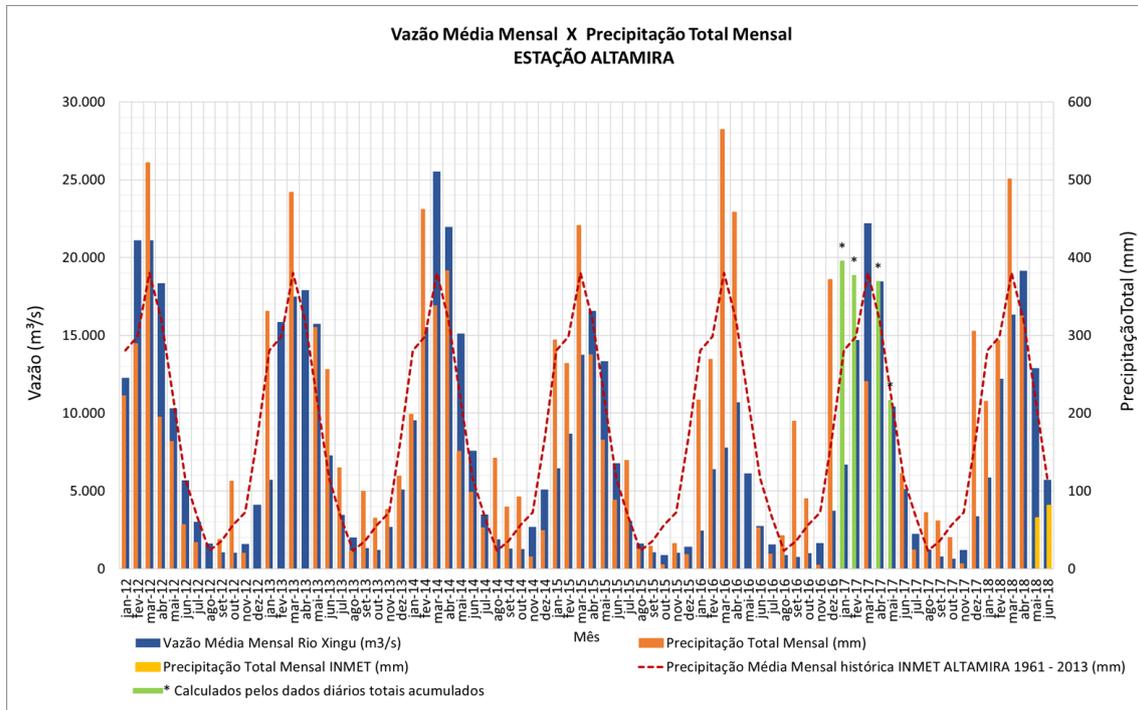


Figura 11.3.1 - 2 – Vazão média mensal do rio Xingu (m³/s) e precipitação total mensal (mm) em Altamira, de janeiro de 2012 a junho de 2018. *Calculados pelos dados diários totais acumulados em virtude de falhas nos dados da PCD.

As figuras a seguir apresentam gráficos com as leituras de nível realizadas nos períodos de enchente, cheia, vazante e seca (nos períodos hidrológicos dos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018). Fase pré-enchimento no período de janeiro de 2014 a novembro de 2015, fase de enchimento no período de dezembro de 2015 a março de 2016 e fase pós-enchimento de abril de 2016 até a campanha de maio/junho de 2018.

A) ÁREA URBANA DE ALTAMIRA

Os níveis medidos nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira são apresentados na **Figura 11.3.1 - 3** até a **Figura 11.3.1 - 6**. O poço PZ_LX_ALT5 não é representado nos gráficos, pois este se apresenta seco em todas as campanhas de leitura realizadas. Outros poços que apresentam-se secos em algum período possuem essa situação representada por um marcador preto (quadrado). Ratifica-se que as leituras de nível de água das cisternas localizadas na área urbana de Altamira já não estão sendo consideradas para o ano de 2018, em função de recomendação estabelecida pelo IBAMA.

A **Figura 11.3.1 - 3** ilustra a variação dos níveis de água dos poços de monitoramento na área urbana de Altamira no período de ENCHENTE, que é caracterizado pelas leituras trimestrais realizadas nos meses de janeiro de 2014 até janeiro de 2018.

No gráfico verifica-se que os níveis de água mais elevados continuam sendo observados no mês de janeiro de 2017, sendo que continua correspondendo ao período com maior acúmulo de chuvas nos dois meses anteriores (novembro e dezembro de 2106) à leitura do nível. Observa-se nesse mesmo gráfico da **Figura 11.3.1 - 3**, que a variação observada no mês de janeiro de 2018 em relação ao mês de janeiro de 2017 não foi tão acentuada, já que a precipitação acumulada nos dois meses anteriores apresentou um valor de 311,8 mm, próximo ao valor acumulado no período anterior que foi de 375,9 mm. A única exceção foi a leitura de nível de água do poço PZ_ALT16 que apresentou uma elevação brusca do lençol freático, provavelmente por algum erro de leitura, já que não ocorreu nenhum evento extraordinário que explique esse nível de água tão raso para este ponto específico e apenas na enchente.

O poço PZ-ALT3 não é representado no gráfico, pois permaneceu seco em todas as leituras realizadas, sendo que em janeiro de 2018 o mesmo estava danificado, tendo sido substituído pela implantação do PZ_ALT3A, que começou a ter leituras a partir do mês de abril de 2018. Já os poços PZ_ALT23, PZ_LX_ALT1, PZ_LX_ALT2 e PZ_LX_ALT4 também apresentam-se secos em pelo menos um ano monitorado, sendo esse período representado, conforme mencionado anteriormente, por um marcador preto.

A **Figura 11.3.1 - 4** apresenta a variação dos níveis de água dos poços de monitoramento na área urbana de Altamira no período de CHEIA, que é caracterizado pelas leituras realizadas nos meses de abril de 2014 até abril de 2018. Conforme já relatado anteriormente, foi considerada para a análise trimestral, as leituras quinzenais de nível de água dos poços de monitoramento na cidade de Altamira realizadas no dia 20 de abril de 2018. Para esta análise foram incorporados os dados dos poços PZ_ALT2A, PZ_ALT3A, PZ_ALT14A, PZ_ALT20A e PZ_ALT32A, em substituição aos seus respectivos similares que foram inutilizados por ações de vandalismo.

As leituras de nível de água no período de cheia observadas no mês de abril (**Figura 11.3.1 - 4**) não têm demonstrado variações significativas que evidenciem alteração da dinâmica hídrica. Verifica-se que a maioria das leituras apresentam uma variação pequena, mantendo níveis praticamente constantes, mesmo quando há uma grande variação na precipitação acumulada nos dois meses anteriores (fevereiro + março) conforme observado no mês de abril de 2016 (valor de 617,4 mm) em relação aos meses de abril de 2017 (valor de 833,7 mm) e 2018 (valor de 794,4 mm). Entretanto, destaca-se que a precipitação pluviométrica acumulada é elevada para todos os meses de abril monitorados, sendo que as suas leituras de nível de água são os mais rasos observados, quando comparados com os resultados dos outros períodos monitorados (enchente – janeiro, vazante – julho e seca – outubro).

Já a **Figura 11.3.1 - 5** e a **Figura 11.3.1 - 6** ilustram a variação do lençol freático (leituras de nível de água) para os períodos de VAZANTE e SECA, respectivamente. Os poços PZ_ALT3, PZ_ALT23, PZ_LX_ALT2 e PZ_LX_ALT4 se apresentam secos em algum momento em ambos os períodos, exceto o primeiro poço, que não apresenta essa condição no período de seca.

Observa-se que para o período de vazante (**Figura 11.3.1 - 5**), as variações do lençol freático são muito pequenas, com valores praticamente constantes, principalmente nas duas últimas campanhas trimestrais, correspondentes aos meses de julho de 2016 e julho de 2017.

Verifica-se que para o período de seca (**Figura 11.3.1 - 6**), a maioria dos poços de monitoramento apresentam valores de nível de água praticamente constantes ou mais profundos quando se comparam com as leituras referentes aos meses de outubro de 2016 e 2017.

POÇOS ALTAMIRA - ENCHENTE

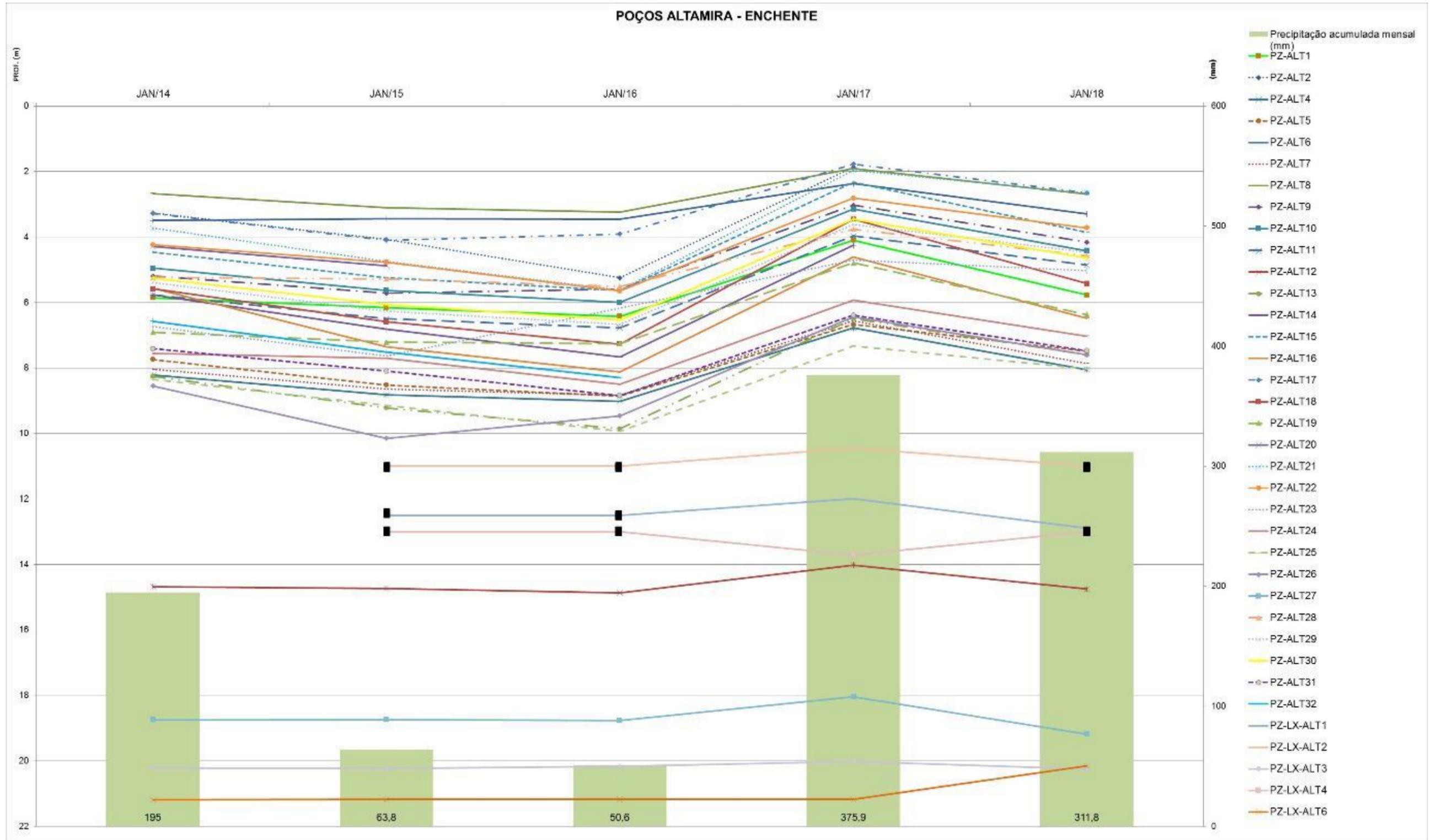


Figura 11.3.1 - 3 – Gráfico com variações dos níveis de água dos poços (em metros) instalados para monitoramento, na área urbana de Altamira e precipitação acumulada valores em mm na base da coluna verde) nos dois meses anteriores à leitura dos níveis - ENCHENTE. Obs.: Para os poços secos, foi colocado no gráfico o valor de sua profundidade e o símbolo foi pintado de preto (PZ_LX_ALT_2 e 4 – seco em janeiro 2015, 2016 e 2018; PZ-LX-ALT1 – seco em janeiro/2015 e 2016). Nesses casos o nível freático é mais profundo do que a profundidade do poço seco.

POÇOS ALTAMIRA - CHEIA

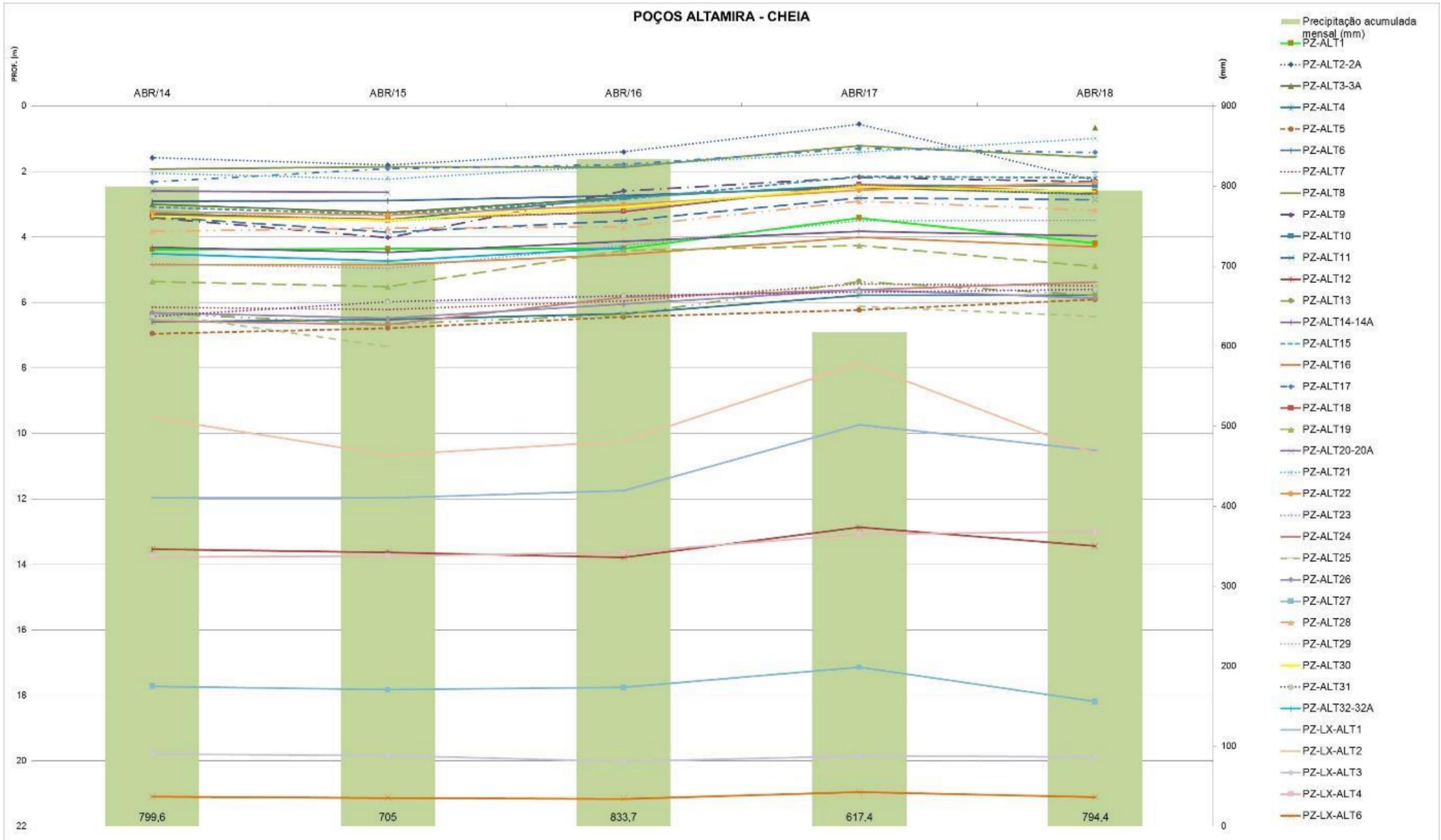


Figura 11.3.1 - 4 – Gráfico com variações dos níveis d'água dos poços (em metros) instalados para monitoramento, na área urbana de Altamira e precipitação acumulada nos dois meses anteriores à leitura dos níveis - CHEIA.

POÇOS ALTAMIRA - VAZANTE

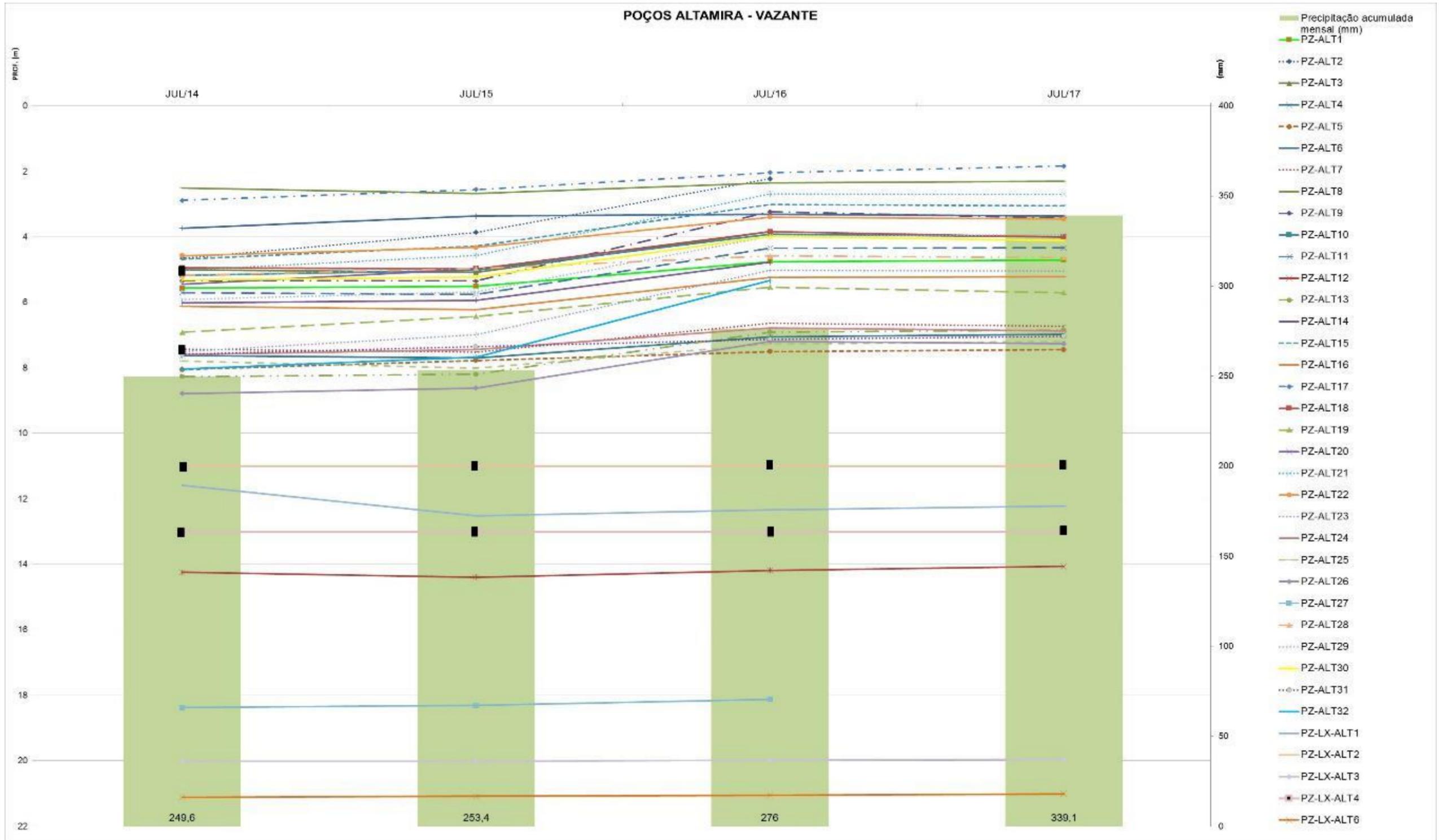


Figura 11.3.1 - 5 – Gráfico mostrando as variações dos níveis d'água dos poços (em metros) instalados para monitoramento, na área urbana de Altamira e precipitação acumulada nos dois meses anteriores à leitura dos níveis - VAZANTE. Obs.: Para os poços secos, foi colocado no gráfico o valor de sua profundidade e o símbolo foi pintado de preto (PZ-ALT3 e PZ-ALT23 secos em julho/2014; PZ-LX-ALT2 e PZ-LX-ALT4, secos em todas as campanhas). Nesses casos o nível freático é mais profundo do que a profundidade do poço seco.

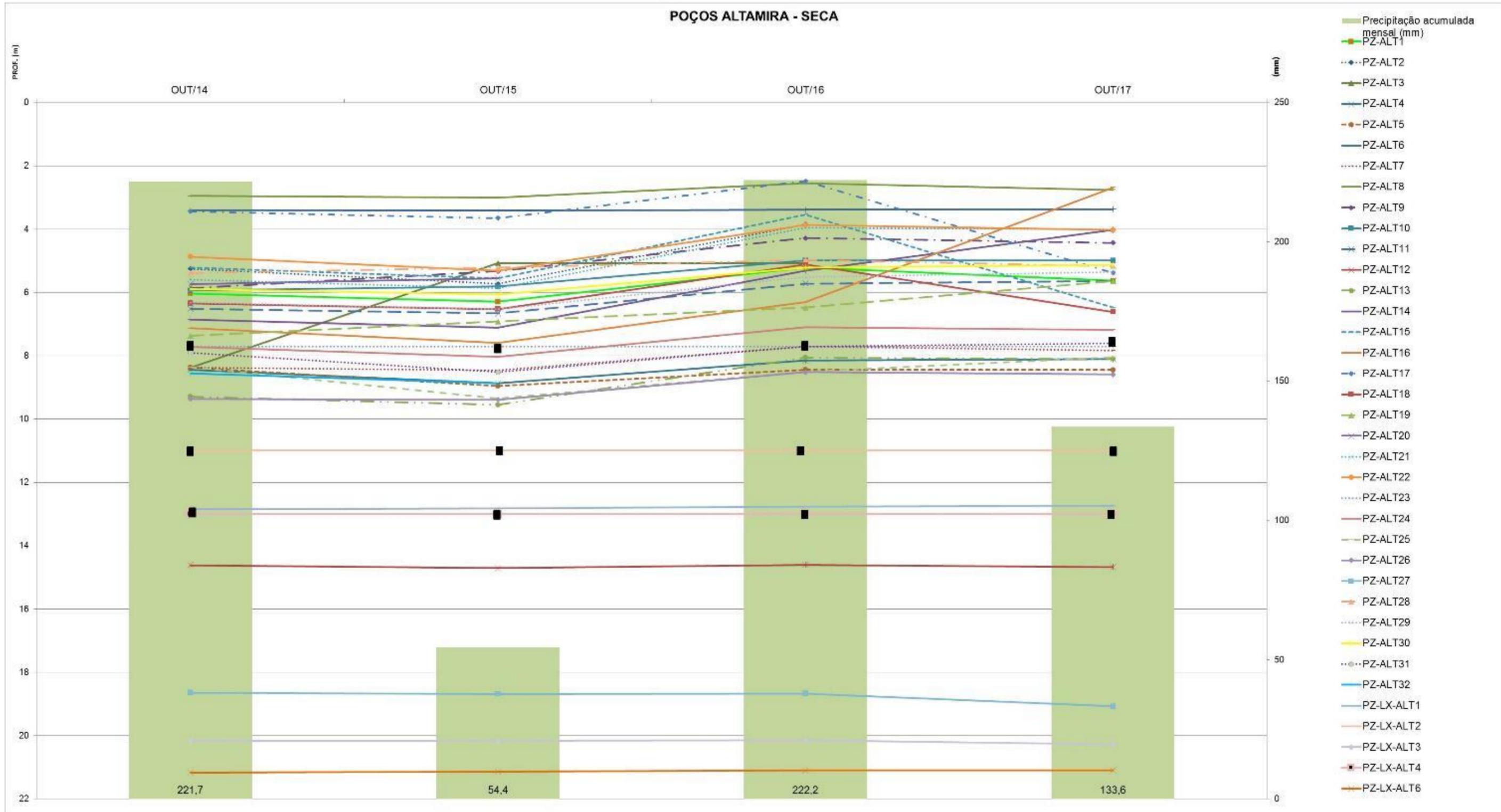


Figura 11.3.1 - 6 – Gráfico mostrando as variações dos níveis d'água dos poços (em metros) instalados para monitoramento, na área urbana de Altamira e precipitação acumulada nos dois meses anteriores à leitura dos níveis - SECA. Obs.: Para os poços secos, foi colocado no gráfico o valor de sua profundidade e o símbolo foi pintado de preto (PZ-ALT23, PZ-LX-ALT2 e PZ-LX-ALT4, secos em todas as campanhas). Nesses casos o nível freático é mais profundo do que a profundidade do poço seco.

Além da avaliação trimestral que tem sido feita desde o início do presente PBA 11.3.1, a partir do ano de 2018, as leituras de nível de água na zona urbana de Altamira passaram a ter periodicidade quinzenal, conforme já informado, sendo que para os estudos mais acurados na região da lagoa do bairro Jardim Independente I, essa frequência chegou a ser semanal.

Da **Figura 11.3.1 - 7** até **Figura 11.3.1 - 9** ilustram o comportamento dos níveis de água dos pontos monitorados na zona urbana de Altamira, a partir do monitoramento de frequência quinzenal.

A **Figura 11.3.1 - 7** apresenta o gráfico específico para os poços que foram utilizados para os estudos detalhados da dinâmica das águas subterrâneas na região do bairro Jardim Independente, que foram finalizados em dezembro de 2017, conforme relatado no item 11.3.1.2.2 do presente RC. Apesar da finalização deste estudo, o monitoramento dos pontos definidos para essa região estão tendo continuidade no ano de 2018, em um total de 13 (treze), que são: JI-2, JI-3, JI-4, JI-5, JI-5^a, JI-6, JI-6A, JI-7, JI-7A, JI-8, JI-8A, JI-9, JI-9^a, PZ_ALT13, PZ_ALT16, PZ_ALT18, PZ_ALT23, PZ_ALT29, PZ_ALT14A e PZ_ALT15.

Observa-se na **Figura 11.3.1 - 7**, uma tendência de subida dos níveis de água (níveis mais rasos) de janeiro para abril de 2018, chegando seu ápice no dia 18 de abril de 2018. A partir de maio de 2018, começa a tendência de queda dos níveis de água dos pontos monitorados. Tal situação também reflete a variação dos índices pluviométricos, onde se observa na **Figura 11.3.1 - 2** que os maiores valores de precipitação correspondem à época de inverno amazônico, onde ocorrem chuvas mais intensas, meses de dezembro de 2017 a maio de 2018, sendo que o maior pico de chuvas ocorreu em março, justamente no período onde se constata níveis de água mais rasos.

A **Figura 11.3.1 - 8** apresenta o gráfico específico para os poços que estão instalados na região do antigo lixão de Altamira que está localizado em cotas mais elevadas na zona urbana da cidade. Verifica-se pelo gráfico que os níveis de água permanecem constantes no período de janeiro a junho de 2018 para praticamente todos os pontos, sendo a única exceção as leituras registradas para o poço PZ_LX_ALT1 que apresenta uma variação efetiva no período monitorado (janeiro a junho de 2018), tendo o seu nível mais raso obtido no mês de maio com valor de 7,27 m de profundidade. Ressalta-se ainda que os poços PZ_LX_ALT4 e PZ_LX_ALT5 se apresentaram secos em todas as campanhas quinzenais realizadas.

Já a **Figura 11.3.1 - 9** mostra a variação dos níveis de água para o restante dos pontos de monitoramento que estão localizados na zona urbana de Altamira. Constata-se que a maioria dos pontos de monitoramento evidenciaram níveis mais rasos no mês de abril de 2018, seguindo a mesma tendência relatada para os pontos específicos de monitoramento no bairro Jardim Independente I (**Figura 11.3.1 - 7**). As únicas exceções foram os poços PZ_ALT6 e PZ_ALT25 que apresentaram níveis mais rasos no mês de maio de 2018, mas que ainda é considerado período de chuvas na região. Para o poço

PZ_ALT16 não se descarta possível erro de leitura conforme já mencionado anteriormente.

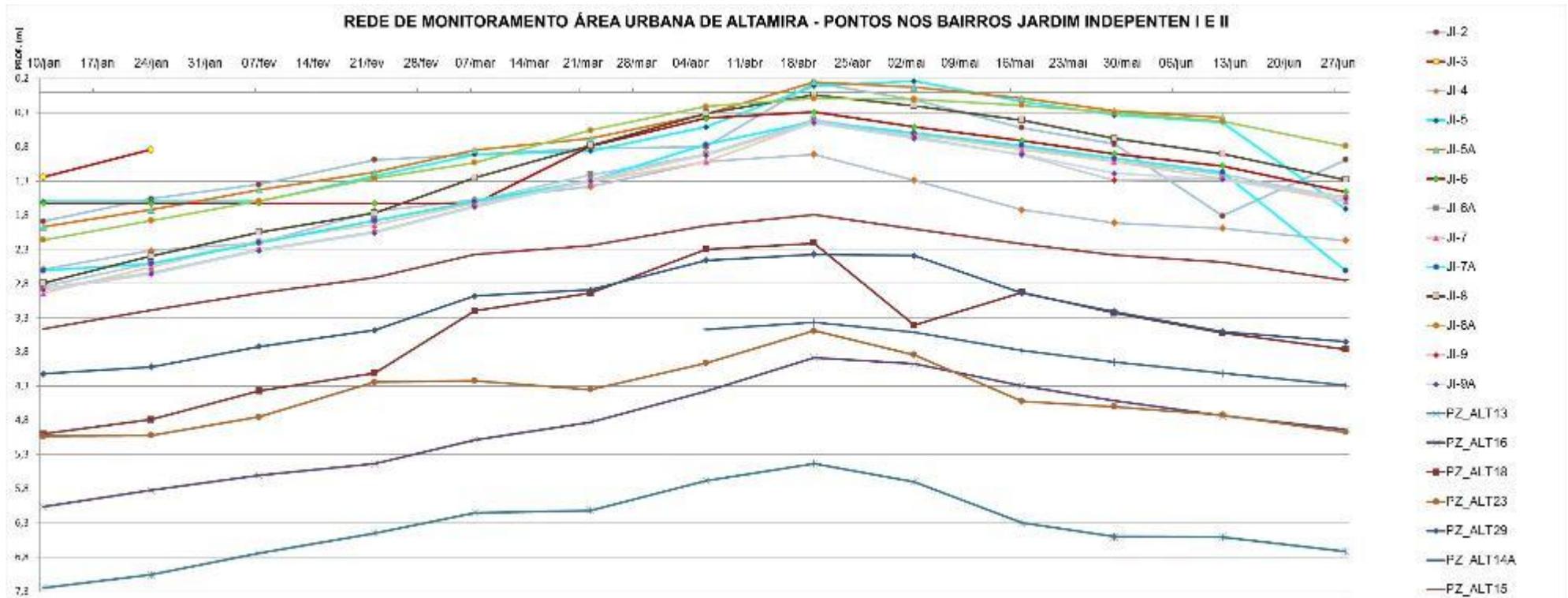


Figura 11.3.1 - 7 – Gráfico contendo as leituras de nível de água, de frequência quinzenal, dos poços monitorados na região da lagoa do bairro Jardim Independente I, durante o período de janeiro a junho de 2018

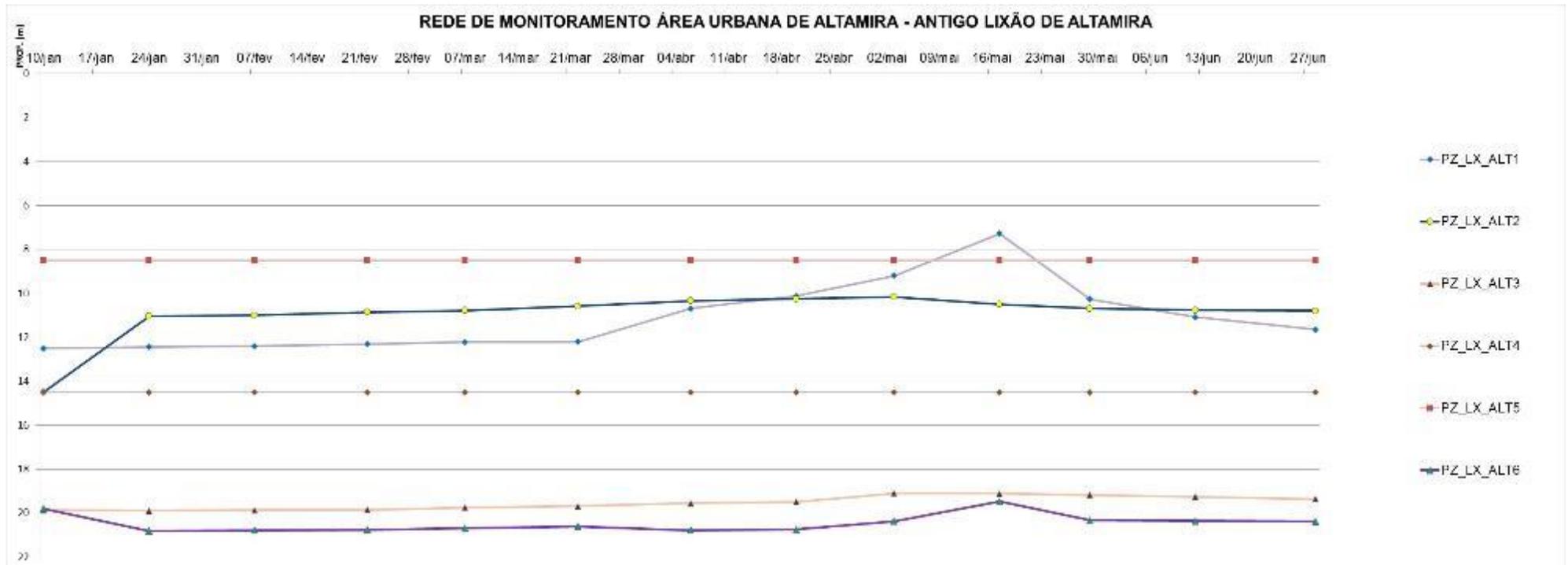


Figura 11.3.1 - 8 – Gráfico contemplando as leituras de nível de água, de frequência quinzenal, dos poços monitorados na região do antigo lixão de Altamira, durante o período de janeiro a junho de 2018.

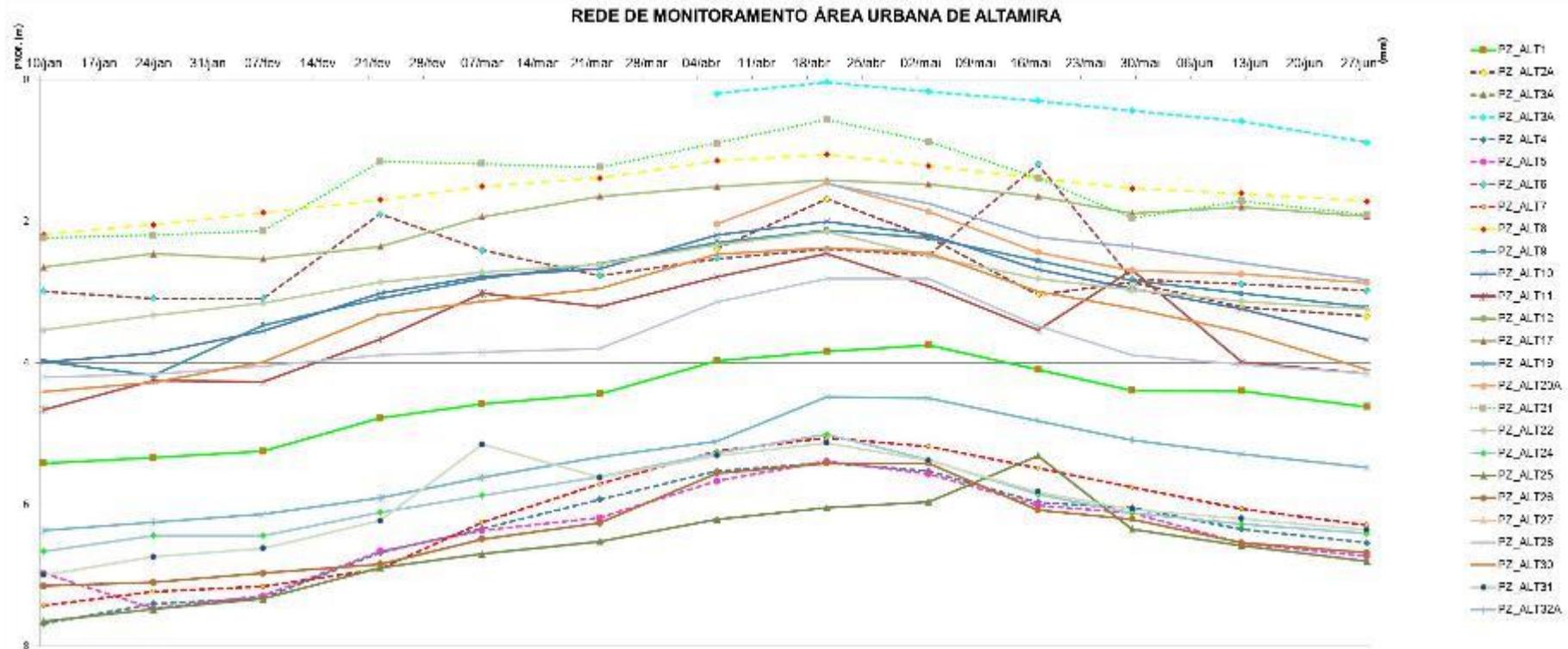


Figura 11.3.1 - 9 – Gráfico contemplando as leituras de nível de água, de frequência quinzenal, dos poços monitorados na região urbana de Altamira, durante o período de janeiro a junho de 2018.

B) VOLTA GRANDE DO XINGU

Os pontos que compõem a rede de monitoramento na região de Volta Grande do Xingu (VGX) estão distribuídos como mostra a **Figura 11.3.1 - 10**.

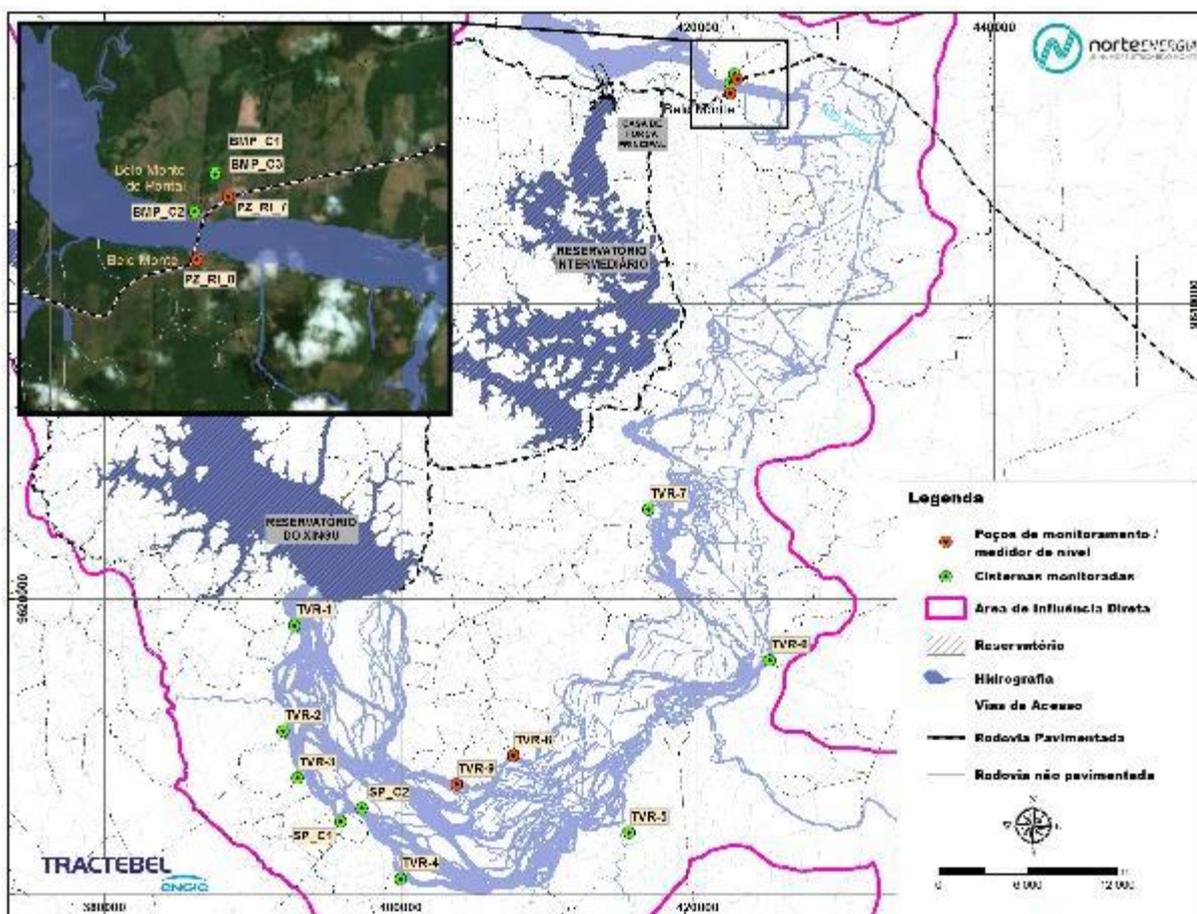


Figura 11.3.1 - 10 – Localização dos pontos monitorados na região da Volta Grande do Xingu (trechos do TVR).

A **Figura 11.3.1 - 11** até a **Figura 11.3.1 - 14** apresentam os dados dos pontos monitorados na região denominada Volta Grande do Xingu (VGX).

A **Figura 11.3.1 - 11** apresenta as leituras de nível de água realizadas no período de ENCHENTE nos meses de janeiro de 2014 a 2018. Observa-se valores mais rasos de nível de água no mês de janeiro de 2017, sendo que também apresentou o maior valor de precipitação acumulada no período monitorado. A única exceção foi o ponto TVR-4 que evidenciou um pequeno aumento na sua profundidade quando comparados com os valores dos dois anos anteriores (2015 e 2016), tendo um valor de 1,15 m, enquanto os outros valores foram de 0,67 m e 0,91 m, respectivamente. Especificamente, para o ano de 2018 que foi acrescido no presente documento, verifica-se uma pequena redução dos valores medidos para os níveis de água que refletem um menor valor de

precipitação acumulada dos dois meses anteriores (novembro + dezembro de 2017) ao mês de janeiro de 2018.

A **Figura 11.3.1 - 12** apresenta as leituras de nível de água realizadas no período de CHEIA nos meses de abril de 2014 a 2017 e maio-junho de 2018. Verifica-se, de maneira geral, que a variação dos níveis de água é pouco significativa durante todo o período monitorado, sendo as maiores variações registradas compreenderam os pontos BMP-C1 e BMP-C2 durante os meses de abril de 2015 e abril de 2016. Outra variação um pouco mais significativa também foi observada no ponto SP-C2 durante período entre os meses de abril de 2017 para abril de 2018 (passando da profundidade de 1,68 m para 4,07 m). No entanto por ser cisterna pode estar refletindo questões relacionadas à utilização das mesmas, como, por exemplo, bombeamentos.

Portanto, com base no que foi exposto, interpreta-se que entre os períodos de enchente de 2014 a 2018, a maioria dos níveis mais profundos monitorados foram no ano de 2016, durante o enchimento do reservatório. Já no período de cheia de 2014 a 2018, a maioria dos pontos apresentou níveis mais profundos no ano de 2018, provavelmente pelo fato da campanha trimestral ter sido realizada no mês de maio/junho de 2018, apesar de que a precipitação acumulada mensal ter sido elevada, com 826,1 mm, nos dois meses anteriores março + abril). Entretanto, como são pontos mais próximos ao rio Xingu, a influência da sua vazão é mais importante do que a própria questão de precipitação, ressaltando que pelo Hidrograma de Consenso, a vazão defluente média para o TVR e TRV para o mês de abril é de 8.000 m³/s, enquanto para os meses de maio e junho são, respectivamente, de 4.000 m³/s e 2.000 m³/s.

Já para os períodos de VAZANTE (**Figura 11.3.1 - 13**), não se observa grande disparidade nos níveis monitorados ao longo dos anos. Porém, a maioria dos pontos apresenta níveis mais profundos em 2016, durante o enchimento do reservatório, sendo que a soma da vazão média nos meses de dezembro e janeiro foi de 3.867 m³/s e de precipitação igual a 235 mm. Por fim, verifica-se que o período de SECA (**Figura 11.3.1 - 14**), segue o mesmo padrão do anterior, também não apresentando discrepância, mas possuindo os maiores níveis medidos em 2016.

Destaca-se que a proximidade dos pontos em relação ao rio Xingu, considerando que boa parte dos poços estão em área de APP, pode fazer com que sofram influência da variação da vazão do rio devido ao gradiente hidráulico. Outro fator influenciador em relação ao nível da água subterrânea é a declividade, sendo que como pode-se observar, pontos como o TVR-6, situado em local com declividade mais acentuada, tiveram menor variação do nível do que pontos localizados em áreas mais planas, como o TVR-7.

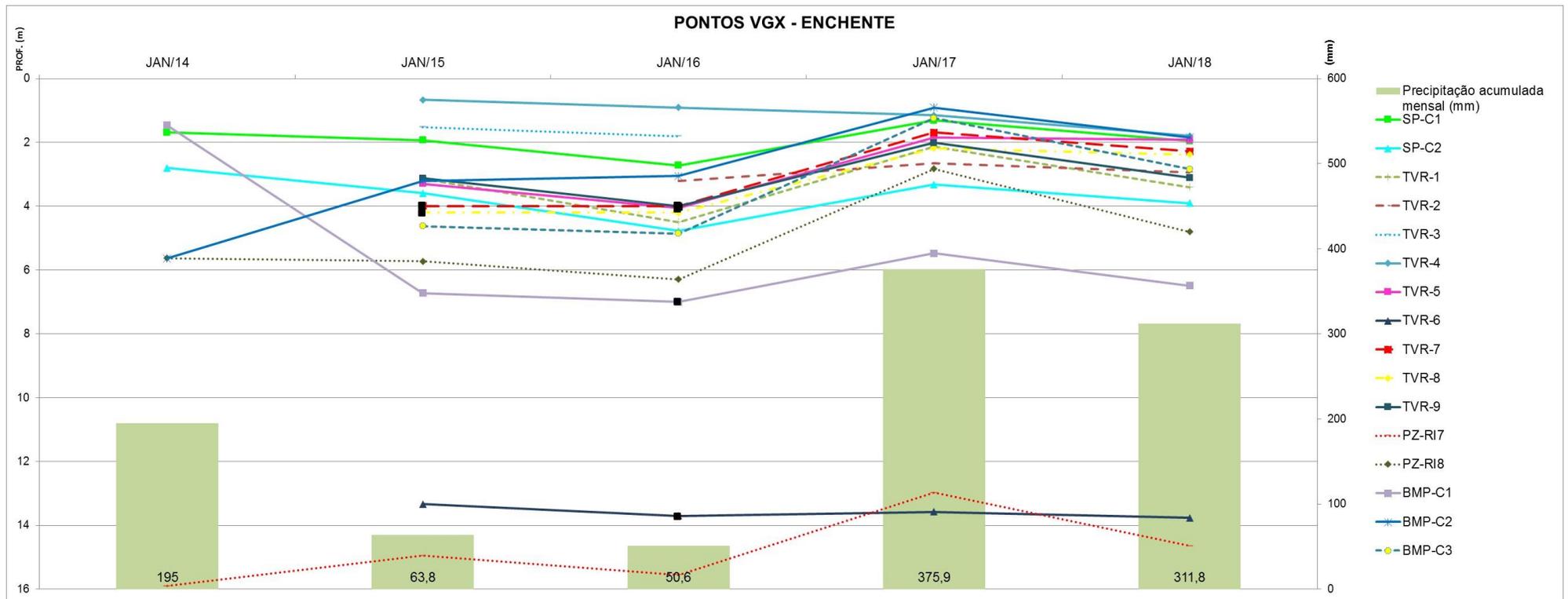


Figura 11.3.1 - 11 – Gráfico com variações dos níveis de água dos pontos (em metros) monitorados na VGX e precipitação acumulada nos dois meses anteriores à leitura dos níveis - ENCHENTE. Obs.: Para os poços secos, foi colocado no gráfico o valor de sua profundidade e o símbolo foi pintado de preto (TVR-6 seco em janeiro de 2016, TVR-7 e 8 secos em janeiro de 2015 e 2016 e BMP-C1 seco em janeiro de 2016). Nesses casos o nível freático é mais profundo do que a profundidade do poço seco.

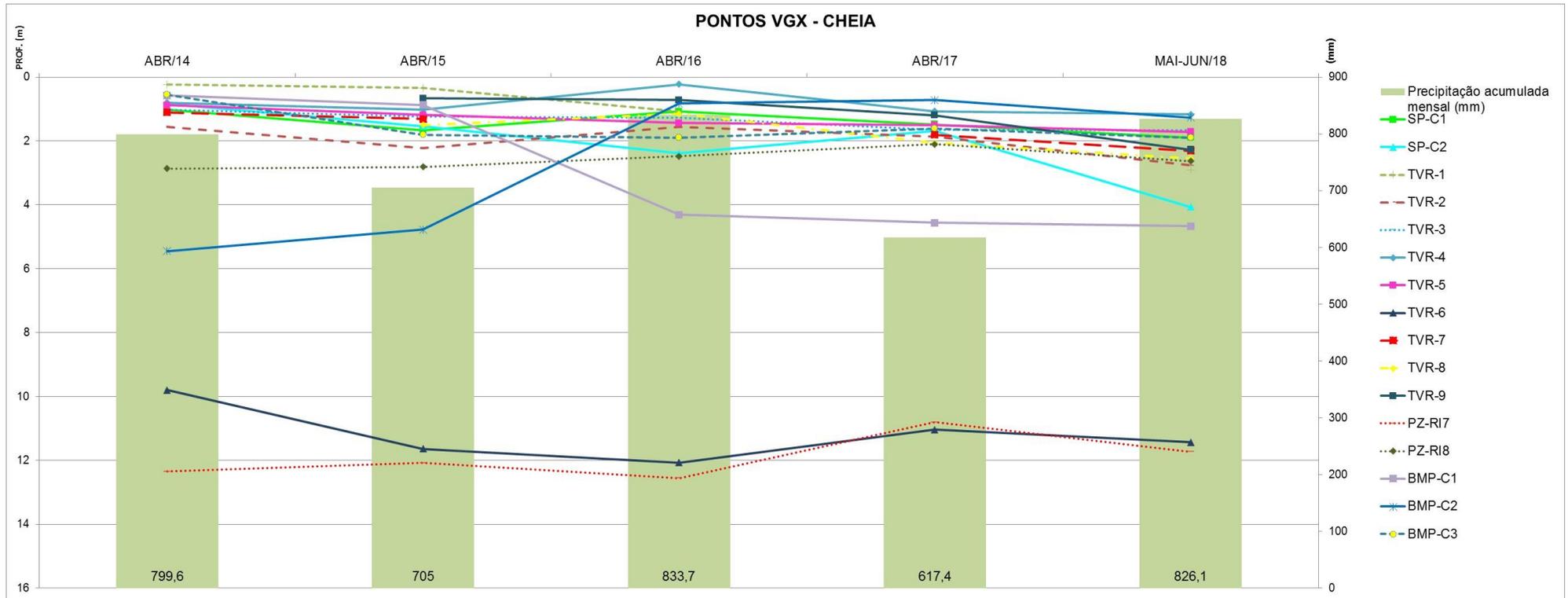


Figura 11.3.1 - 12 – Gráfico mostrando as variações dos níveis dos pontos (em metros) monitorados na VGX e precipitação acumulada nos dois meses anteriores à leitura dos níveis - CHEIA.

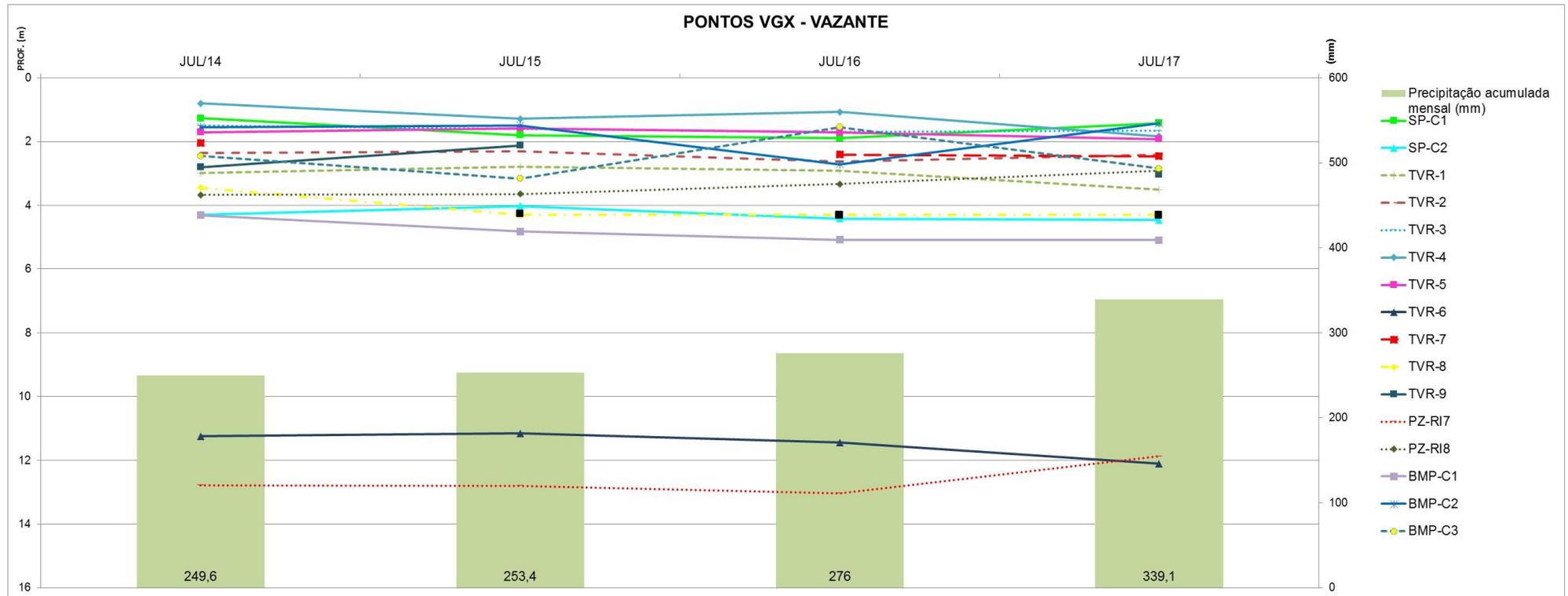


Figura 11.3.1 - 13 – Gráfico mostrando as variações dos níveis de água dos pontos (em metros) monitorados na VGX e precipitação acumulada nos dois meses anteriores à leitura dos níveis - VAZANTE. Obs.: Para os poços secos, foi colocado no gráfico o valor de sua profundidade e o símbolo foi pintado de preto (TVR-8 seco em julho de 2015, 2016 e 2017). Nesses casos o nível freático é mais profundo do que a profundidade do poço seco.

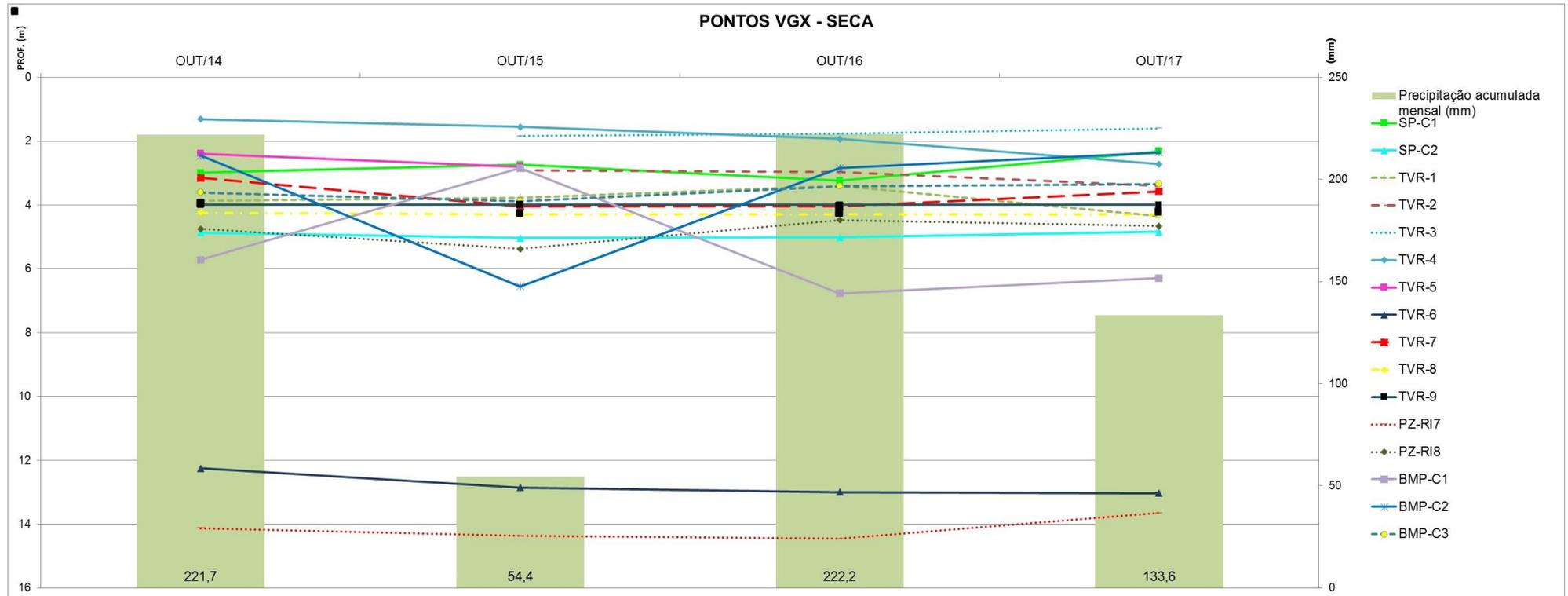


Figura 11.3.1 - 14 – Gráfico mostrando as variações dos níveis dos pontos (em metros) monitorados na VGX e precipitação acumulada nos dois meses anteriores à leitura dos níveis - SECA. Obs.: Para os poços secos, foi colocado no gráfico o valor de sua profundidade e o símbolo foi pintado de preto (TVR-7 seco em outubro de 2015 e 2016; TVR-8 seco em outubro de 2015, 2016 e 2017; TVR-9 seco em todas as campanhas). Nesses casos o nível freático é mais profundo do que a profundidade do poço seco.

C) JUSANTE DOS DIQUES QUE INTERCEPTAM IGARAPÉS

O presente item apresenta as leituras de nível de água dos poços e cisternas monitorados no contexto do Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques (PBA 11.2) também sendo monitorados no contexto do presente PBA 11.3.1. Ressalta-se que alguns poços e cacimbas ainda são utilizados pelos produtores rurais para abastecimento doméstico, enquanto outros estão abandonados ou sem uso, já que se localizam em propriedades adquiridas pelas Norte Energia. Além disso, há aqueles que foram inutilizados ou impedidos de serem acessados, onde não há mais possibilidade de continuidade do monitoramento.

Informa-se que dos 11 (onze) pontos de monitoramento inseridos no contexto do PBA 11.2, três deles estão inutilizados ou impossibilitados de se realizarem leituras desde janeiro de 2017, quais são: RI_C3 (poço aterrado), RI_C5 (cacimba danificada) e RI_C10 (não é permitido o acesso pelo proprietário).

Para o primeiro semestre de 2018, a **Figura 11.3.1 - 15** apresenta as leituras de níveis de cisternas cadastradas nas atividades de monitoramento de uso de água do Programa de Monitoramento dos Igarapés Interceptados pelos Diques (PBA 11.2), no período de ENCHENTE da região, bem como a precipitação acumulada (soma da precipitação registrada nos dois meses anteriores à coleta, isto é novembro + dezembro). Observa-se na **Figura 11.3.1 - 15** que há um pequeno decréscimo do nível de água na maioria das cisternas monitoradas no mês de janeiro de 2018 em relação ao mês de janeiro de 2017, com exceção do ponto RI_C1 que tem apresentado variações mais significativas em todo período monitorado..

Já a **Figura 11.3.1 - 16** ilustra os níveis de água medidos no período de CHEIA, bem como sua correlação com a precipitação acumulada nos dois meses anteriores a campanha trimestral de maio de 2018 (soma da precipitação registrada – março + abril). Pode-se observar, na maioria dos pontos monitorados, uma pequena variação nos níveis de água observados ao longo dos anos de 2014 a 2018, assim como os valores de precipitação acumulada são mais homogêneos para cada ano monitorado.

Informa-se que, em função de problemas de logística, a campanha trimestral para os pontos de monitoramento na região dos igarapés interceptados pelos diques ocorreu no mês de maio de 2018, que ainda compreende o período de cheia da região.

Já a **Figura 11.3.1 - 17** e a **Figura 11.3.1 - 18** ilustram, respectivamente, os períodos de VAZANTE e SECA realizados até o ano de 2017 que foram apresentados no contexto do 13º RC (janeiro de 2018). Para o segundo semestre de 2018 estão previstas as campanhas trimestrais para ambos os períodos, nos meses de julho e outubro de 2018, sendo que seus resultados serão incorporados para o próximo RC a ser encaminhado ao IBAMA no mês de janeiro de 2019.

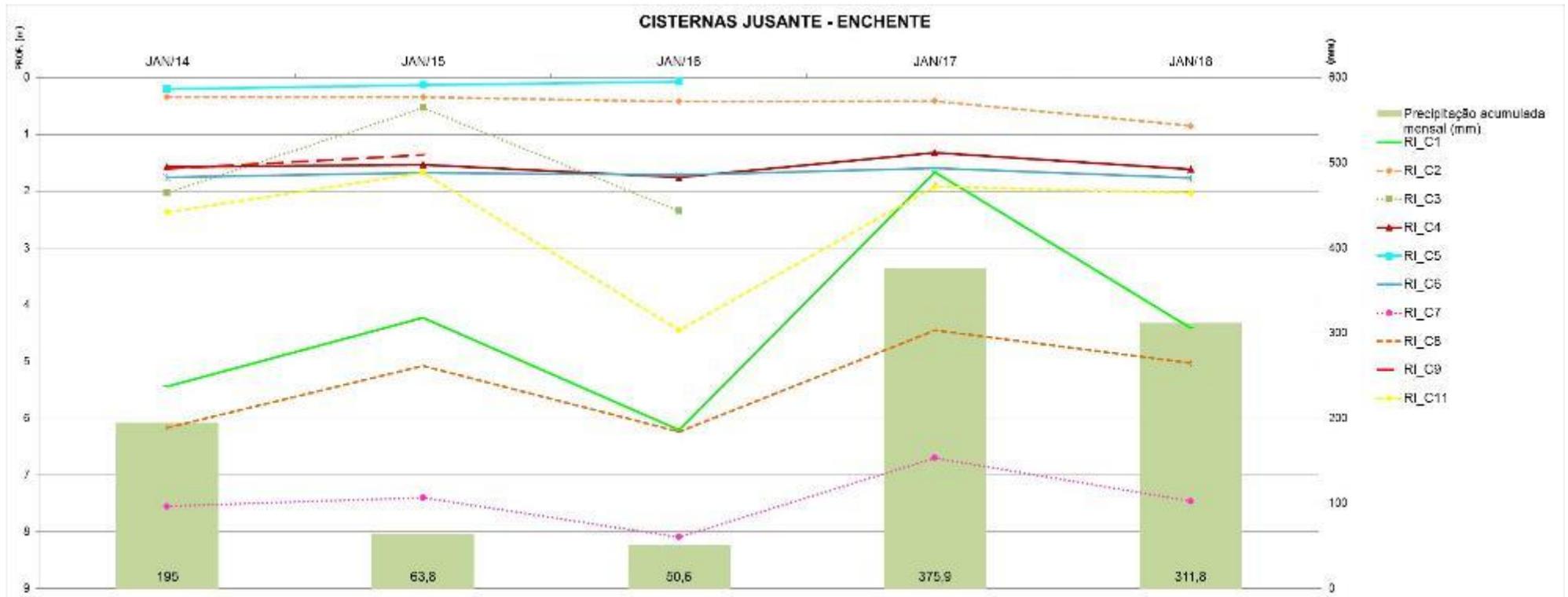


Figura 11.3.1 - 15 – Gráfico com variações dos níveis (em metros) das cisternas monitoradas no âmbito do Programa 11.2, no entorno do Reservatório Intermediário e precipitação acumulada (mm) nos dois meses anteriores à leitura de nível - ENCHENTE.

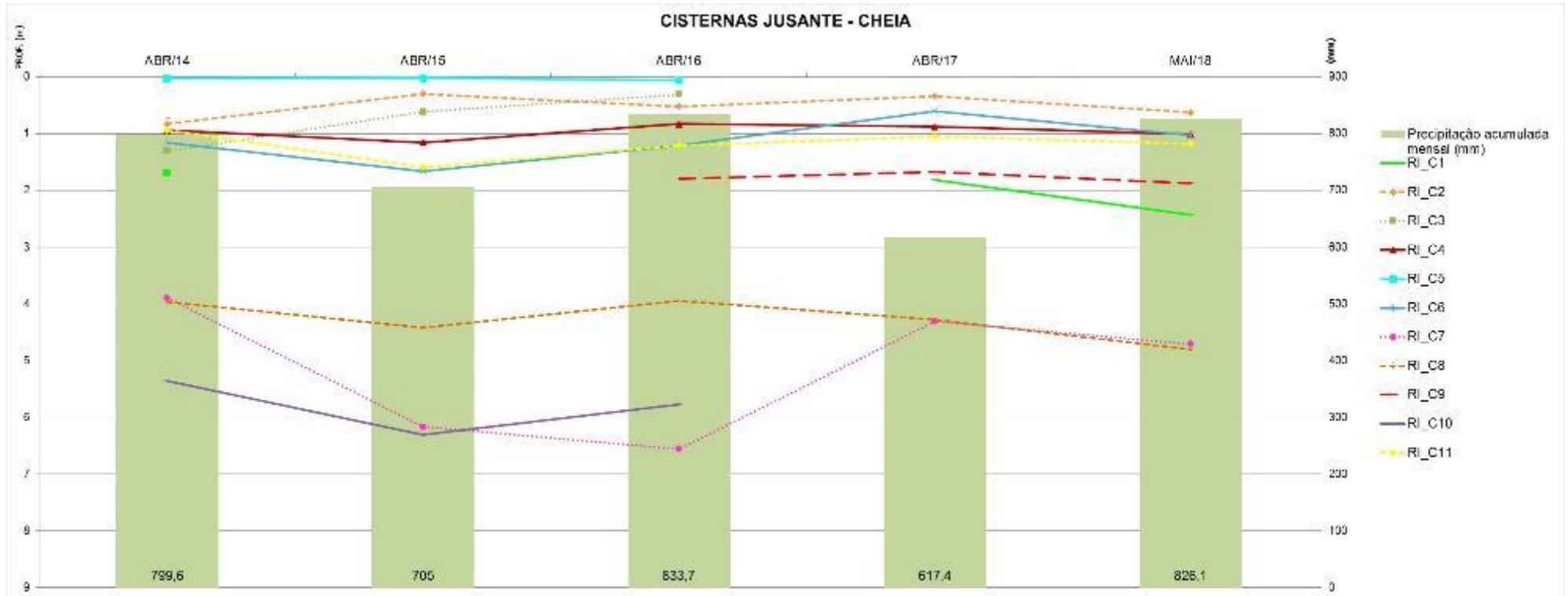


Figura 11.3.1 - 16 – Gráfico com variações dos níveis (em metros) das cisternas monitoradas no âmbito do Programa 11.2, no entorno do Reservatório Intermediário e precipitação acumulada (mm) nos dois meses anteriores à leitura de nível - CHEIA.

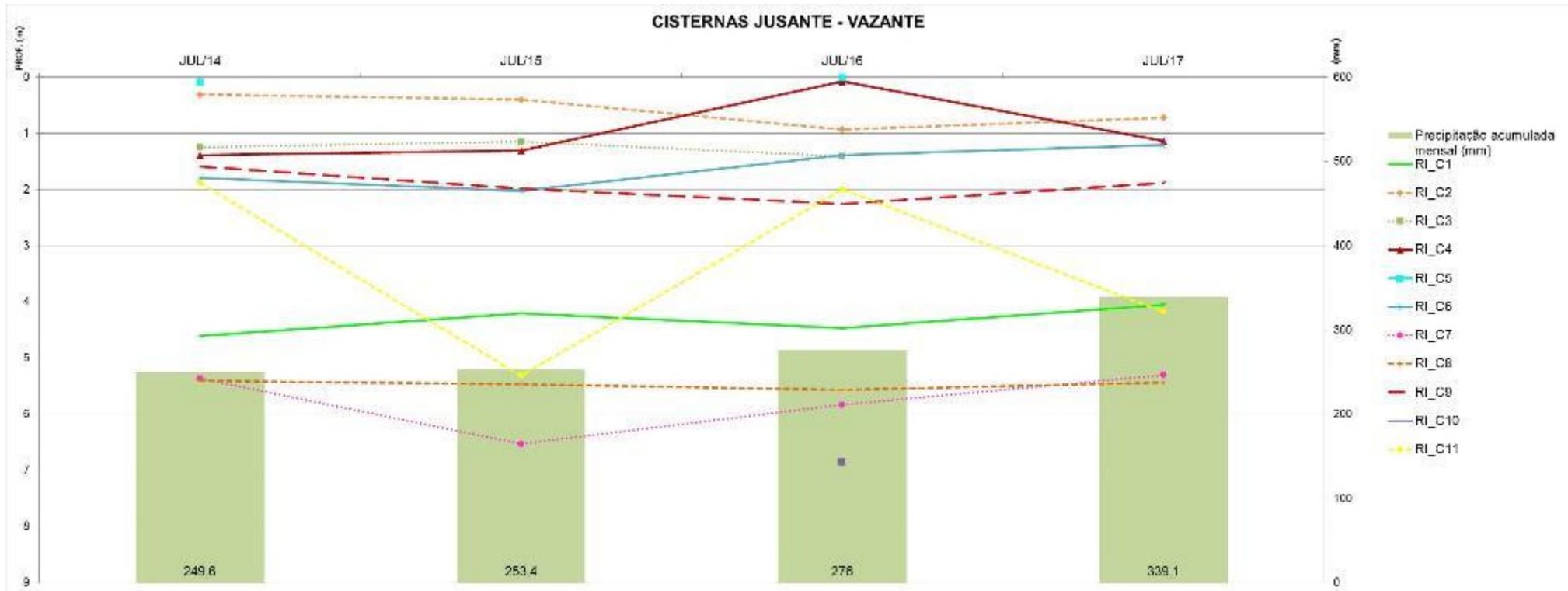


Figura 11.3.1 - 17 – Gráfico mostrando as variações dos níveis (em metros) das cisternas monitoradas no âmbito do PBA 11.2, no entorno do Reservatório Intermediário e precipitação acumulada (mm) nos dois meses anteriores à leitura de nível - VAZANTE.

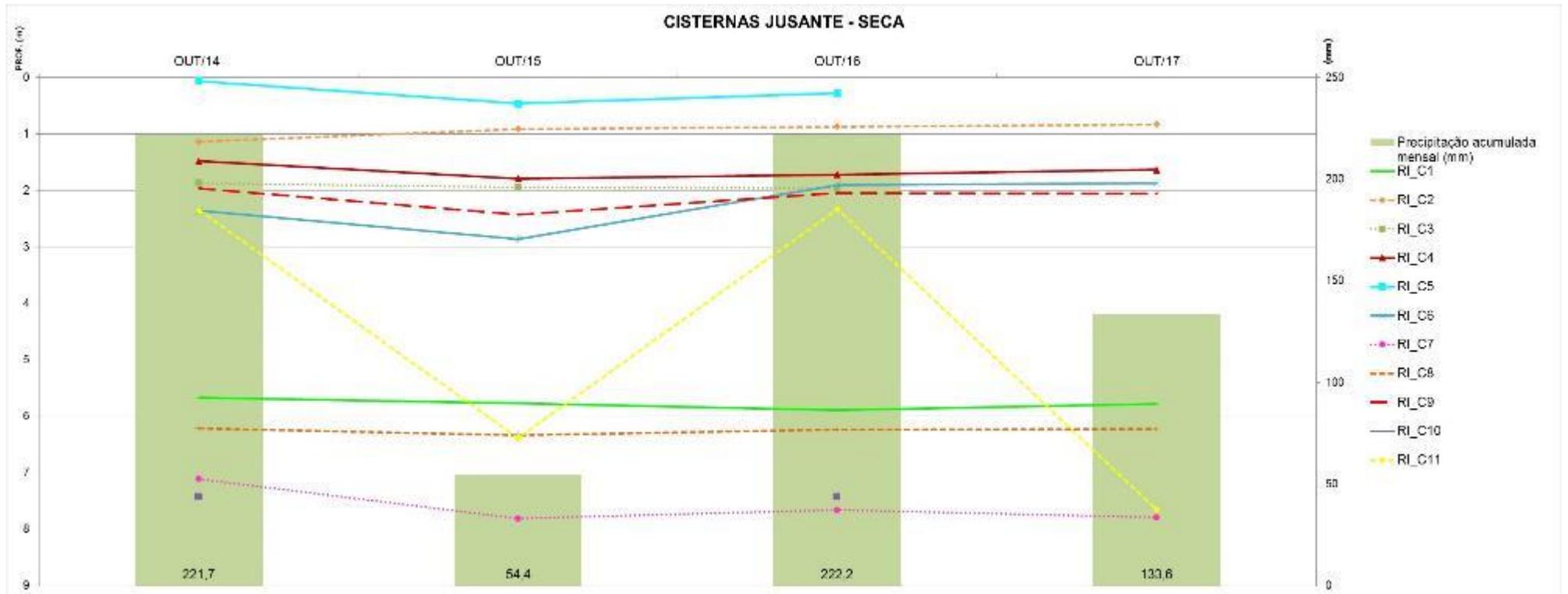


Figura 11.3.1 - 18 – Gráfico mostrando as variações dos níveis (em metros) das cisternas monitoradas no âmbito do PBA 11.2, a jusante do Reservatório Intermediário e precipitação acumulada (mm) nos dois meses anteriores à leitura de nível – SECA.

O **Quadro 11.3.1 - 6** apresenta as porcentagens de menores níveis monitorados para cada ano, nos períodos de enchente e cheia de 2014 a 2018.

Quadro 11.3.1 - 6 – Porcentagens de menores níveis calculadas para cada ano – período de enchente e cheia

	TOTAL DE POÇOS/REGISTROS UTILIZADOS: 7	TOTAL DE POÇOS/REGISTROS UTILIZADOS: 6
ANO	% - ENCHENTE	% - CHEIA
2014	0,00	33,33
2015	28,57	16,67
2016	0,00	33,33
2017	71,43	16,67
2018	0,00	0,00

No período de enchente, em mais de 71% dos poços observou-se níveis medidos mais rasos em janeiro de 2017 (após o enchimento), ano em que também se observa o maior valor de precipitação acumulada nos cinco anos monitorados. Outro ano que apresentou poços com níveis menores no período de enchente foi 2015, correspondendo a 28,57% dos pontos, apesar de que a precipitação acumulada deste ano ser bem inferior aos anos de 2017 e 2018.

Já no período de cheia, o número de poços com menores níveis medidos se apresentou bem distribuído ao longo dos anos, sendo que a precipitação pluviométrica acumulada também apresentou valores mais homogêneos ao longo dos cinco anos monitorados. Os anos de 2014 e 2016 apresentaram o maior número de poços com níveis mais rasos, com uma porcentagem de 33,33% do total monitorado. Já os anos de 2015 e 2017 apresentaram a mesma porcentagem de 16,67% do total de pontos que possuem o menor nível medido (lençol freático mais raso). Já o ano de 2018 não apresentou valores mais rasos quando comparados com os outros anos monitorados. Ressalta-se que as cisternas em uso para abastecimento podem alterar os níveis de maneira aleatória, devido aos bombeamentos.

Enquanto isso, o **Quadro 11.3.1 - 7** apresenta as porcentagens de menores níveis monitorados para os períodos de vazante e seca contemplados nos anos de 2014 a 2017, que deverá ser complementado no final do ano com as leituras de nível de água a serem realizadas ainda no ano de 2018 (meses de julho e outubro – segundo semestre de 2018)).

Quadro 11.3.1 - 7 – Porcentagens de menores níveis calculadas para cada ano – períodos de vazante e seca.

	TOTAL DE POÇOS/REGISTROS UTILIZADOS: 8	TOTAL DE POÇOS/REGISTROS UTILIZADOS: 8
ANO	% - VAZANTE	% - SECA
2014	50,00	62,50
2015	0,00	0,00

	TOTAL DE POÇOS/REGISTROS UTILIZADOS: 8	TOTAL DE POÇOS/REGISTROS UTILIZADOS: 8
ANO	% - VAZANTE	% - SECA
2016	12,50	12,50
2017	37,50	25,00

No período de vazante, para 50% dos pontos monitorados, os níveis foram mais rasos em 2014, antes do enchimento. Enquanto isso, em 2017, 37,5% dos pontos apresentaram menores níveis medidos, e em 2016 esse valor corresponde a 12,5%. Já para o período de seca, 62,5% dos pontos apresentaram níveis mais rasos em outubro de 2014 (antes do enchimento). Este coincide com o ano em que a precipitação acumulada nos dois meses anteriores à leitura dos níveis foi maior.

Destaca-se que apesar de serem 11 pontos monitorados, em cada período foram desconsideradas as cisternas que apresentaram ausência de dados em um ou mais anos monitorados (RI_C3, RI_C5 e RI_C10).

D) ENTORNO DO RESERVATÓRIO XINGU (RX) E DO RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO (RI)

A variação dos níveis medidos nos poços de monitoramento exclusivamente instalados para a execução do presente Projeto é apresentada na **Figura 11.3.1 - 19 até a Figura 11.3.1 - 22**. Ressalta-se que dentro da rede de monitoramento desta região, atualmente, o poço PZ_RI4 se apresenta inoperante (poços aterrados, destruídos ou danificados) desde janeiro de 2016, enquanto o poço PZ_RI5 se apresenta sem acesso em quase todo o período monitorado (períodos de cheia, enchente e vazante - abril de 2015 a maio/junho de 2018). Já no período de seca, verifica-se que em outubro de 2017 se conseguiu acesso ao referido poço PZ_RI5, com leitura de nível de 14 m, enquanto nos anos anteriores (2015 e 2016), o acesso não foi alcançado.

São apresentados os períodos de enchente, cheia, vazante e seca da região, assim como a precipitação acumulada dos dois meses anteriores à campanha. Ressalta-se que o ponto PZ-RAPELD, em todos as campanhas que foi acessado, estava seco. Por essa razão, não é representado nos gráficos. Outros pontos que apresentam-se secos em um ano ou mais em um período sazonal possuem essa situação indicada por marcadores pretos.

A **Figura 11.3.1 - 19** ilustra o período de enchente na região no entorno dos reservatórios da UHE Belo Monte. Verifica-se que a grande maioria dos valores mais rasos de nível de água foram observados no mês de janeiro de 2017, seguido por valores praticamente constantes obtidos no mês de janeiro de 2018. Observa-se ainda que estes dois meses são aqueles que possuem os maiores valores de precipitação acumulada nos dois meses anteriores a leitura dos níveis, o que evidencia a clara relação entre precipitação e variação do lençol freático.

A **Figura 11.3.1 - 20** caracteriza o período de CHEIA na região no entorno dos reservatórios da UHE Belo Monte, onde nos anos de 2017 e 2018. Observa-se que a maioria dos valores obtidos em cada um dos pontos apresenta pequena variação ao longo do período monitorado. Como exceção, se destaca o ponto PZ_RX4 que possui uma variação mais acentuada na leitura dos seus níveis, assim como o PZ_RI3 que desde abril de 2015, tem apresentado leituras de nível mais raso até o ano de 2018. Já o ponto PZ_RI6 apresentou um aumento brusco no nível de água medido do ano de 2015 em comparação ao do ano de 2016, sendo que posteriormente manteve nível constante nos anos seguintes (2017 e 2018). Informa-se ainda que para os anos de 2017 e 2018 não se teve acesso aos pontos PZ_RX6 e PZ_RX7 para a realização das leituras de nível de água, em função da região estar inundada.

Já a **Figura 11.3.1 - 21** e a **Figura 11.3.1 - 22** ilustram, respectivamente, os períodos de VAZANTE e SECA realizados até o ano de 2017 que foram apresentados no contexto do 13º RC (janeiro de 2018). Para o segundo semestre de 2018 estão previstas as campanhas trimestrais para ambos os períodos, nos meses de julho e outubro de 2018, sendo que seus resultados serão incorporados para o próximo RC a ser encaminhado ao IBAMA no mês de janeiro de 2019.

A **Figura 11.3.1 - 21** apresenta os valores do período de vazante, referente às leituras de nível realizadas nos meses de julho de 2014 a 2017. Verifica-se uma variação significativa dos níveis de água em muitos dos poços, quando se observa, comparativamente, os dados dos anos de 2015 em relação ao ano de 2016. Fato este que provavelmente está relacionado a maior precipitação em 2016. Pode-se considerar que as variações observadas ao longo de todo o período monitorado são pouco significativas na maior parte dos pontos monitorados, sendo as únicas exceções os pontos PZ_RX9 que apresenta um valor mais profundo com 6,14 m no ano de 2014, enquanto no ano de 2017 o valor observado é mais raso com 0,69 m; e o PZ_RX4 que possui um valor mais profundo de 21,54 m no ano de 2015 e um valor mais raso de 14,26 m no ano de 2017. Vale ressaltar, que os poços PZ_RX9 e PZ_RX4 estão localizados na borda do Reservatório Xingu.

A **Figura 11.3.1 - 22** apresenta os valores do período de SECA, referente às leituras de nível realizadas nos meses de outubro de 2014 a 2017. Observa-se um comportamento similar ao período de vazante, apesar de que há uma tendência maior de homogeneidade no comportamento da variação dos níveis de água durante os meses de outubro, sendo a única exceção o ponto PZ_RX4 que tem apresentado tendência de aumento desde o ano de 2015 (valor mais profundo de 23,2 m) até o ano de 2017 (valor mais raso de 17,83 m).

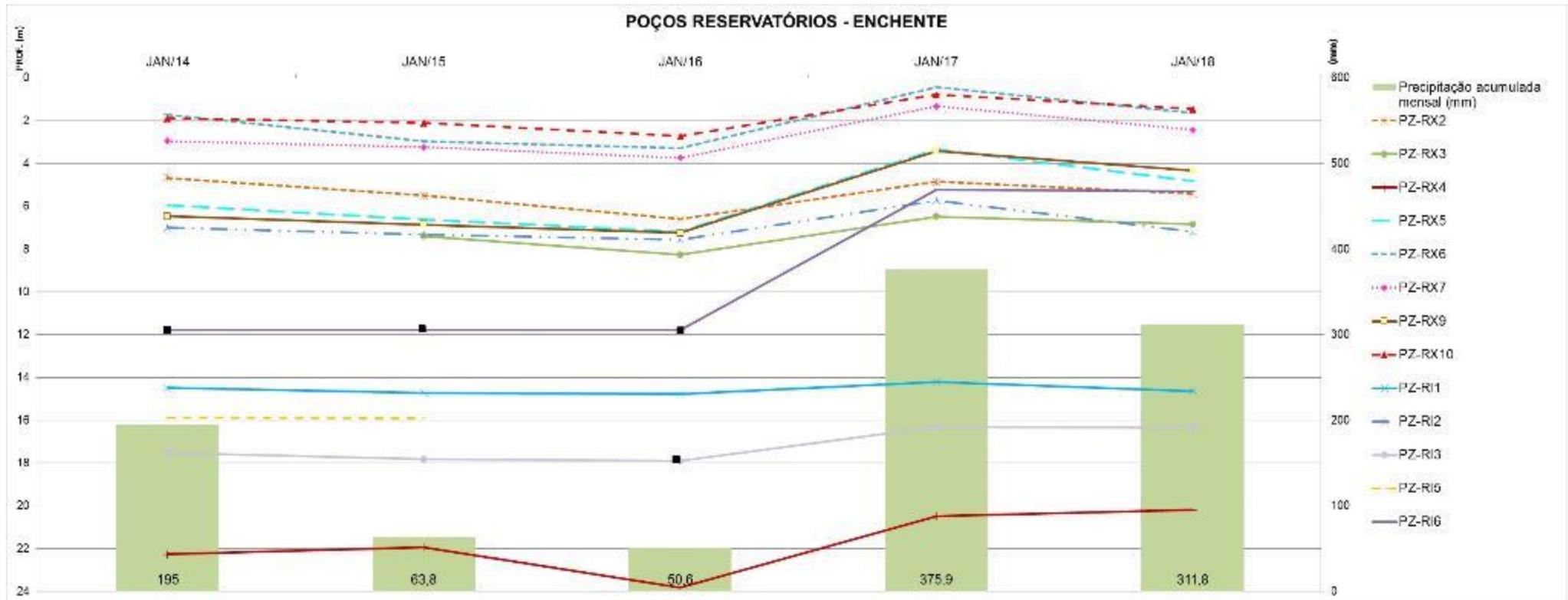


Figura 11.3.1 - 19 – Gráfico mostrando as variações dos níveis (em metros) dos poços instalados para monitoramento, no entorno dos reservatórios Xingu (PZ_RX) e Intermediário (PZ_RI) e precipitação acumulada (mm) nos dois meses anteriores à leitura de nível - ENCHENTE. Obs.: Para os poços secos, foi colocado no gráfico o valor de sua profundidade e o símbolo foi pintado de preto (PZ_RI3 seco em janeiro de 2016; PZ_RI6 seco em janeiro de 2014, 2015 e 2016). Nesses casos o nível freático é mais profundo do que a profundidade do poço seco.

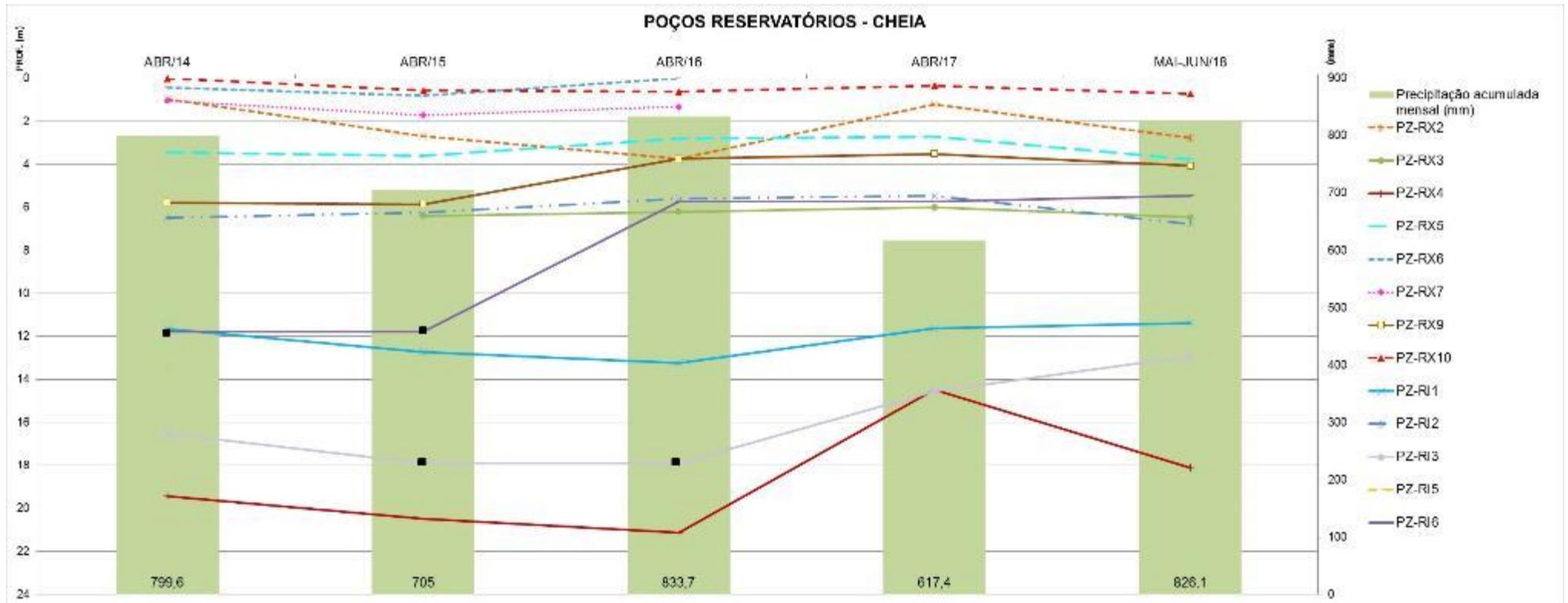


Figura 11.3.1 - 20 – Gráfico mostrando as variações dos níveis (em metros) dos poços instalados para monitoramento, no entorno dos reservatórios Xingu (PZ_RX) e Intermediário (PZ_RI) e precipitação acumulada (mm) nos dois meses anteriores à leitura de nível - CHEIA. Obs.: Para os poços secos, foi colocado no gráfico o valor de sua profundidade e o símbolo foi pintado de preto (PZ_RI-3 seco em abril de 2015 e 2016; e PZ_RI-6 seco em abril de 2014 e 2015). Nesses casos o nível freático é mais profundo do que a profundidade do poço seco.

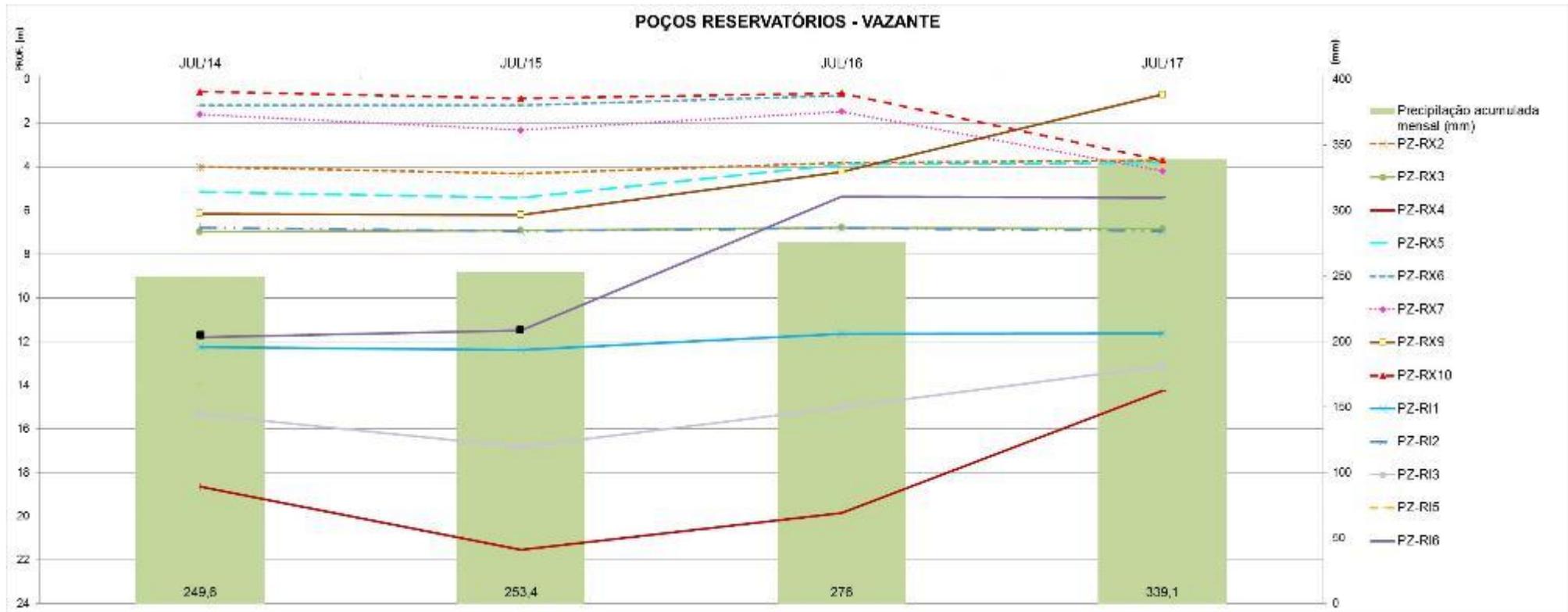


Figura 11.3.1 - 21 – Gráfico mostrando as variações dos níveis (em metros) dos poços instalados para monitoramento, no entorno dos reservatórios Xingu (PZ_RX) e Intermediário (PZ_RI) e precipitação acumulada (mm) nos dois meses anteriores à leitura de nível - VAZANTE. Obs.: Para os poços secos, foi colocado no gráfico o valor de sua profundidade e o símbolo foi pintado de preto (PZ_RI6 seco em abril de 2014 e 2015). Nesses casos o nível freático é mais profundo do que a profundidade do poço seco.

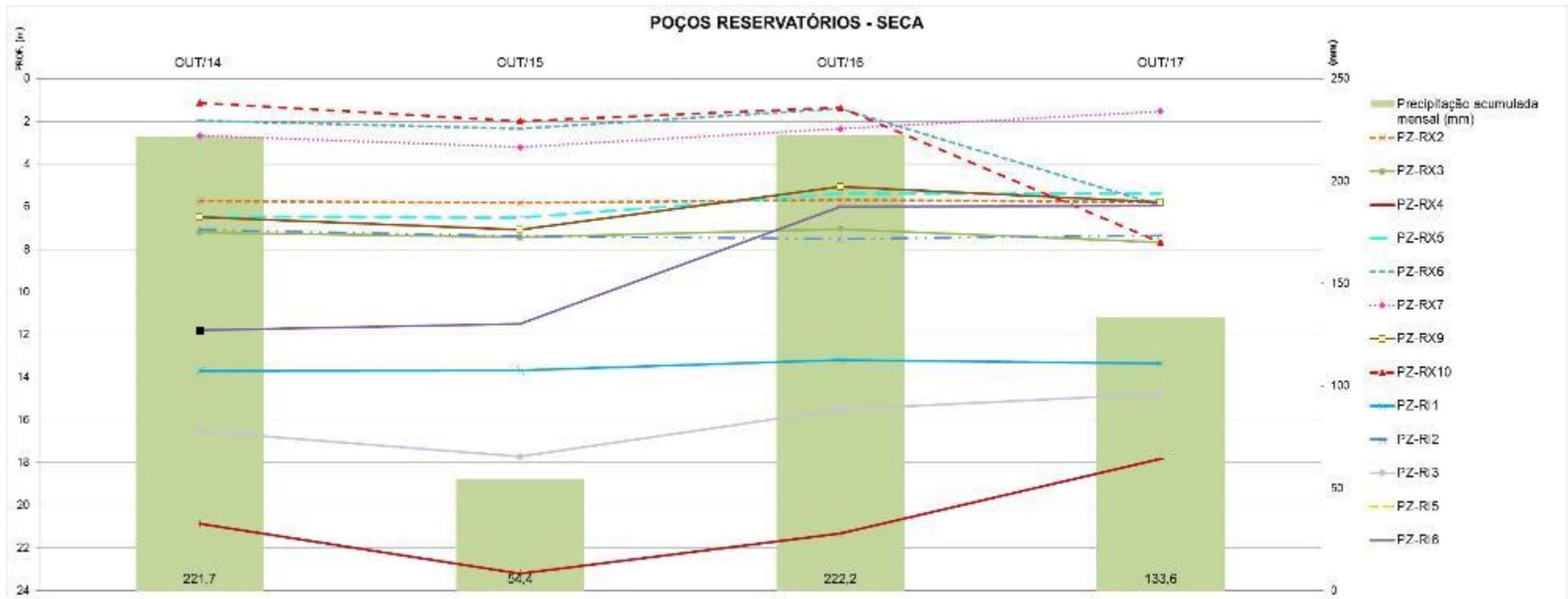


Figura 11.3.1 - 22 – Gráfico mostrando as variações dos níveis (em metros) dos poços instalados para monitoramento, no entorno dos reservatórios Xingu (PZ_RX) e Intermediário (PZ_RI) e precipitação acumulada (mm) nos dois meses anteriores à leitura de nível - SECA. Obs.: Para os poços secos, foi colocado no gráfico o valor de sua profundidade e o símbolo foi pintado de preto (PZ_RI6 seco em outubro de 2014), Nesses casos o nível freático é mais profundo do que a profundidade do poço seco.

E) TRANSDUTORES DE PRESSÃO NA ÁREA URBANA DE ALTAMIRA

Em alguns poços de monitoramento, na área urbana de Altamira, foram instalados transdutores de pressão (divers), com o objetivo de melhorar o acompanhamento da variação do nível freático, durante e após o enchimento. No Anexo 11.3.1 - 4 são apresentados os dados e gráficos obtidos até o mês de agosto de 2018, quando foi realizada a coleta in situ dos dados armazenados nos respectivos transdutores de pressão. Ressalta-se que em alguns poços não foi possível a instalação do referido equipamento, já que é necessário que se tenha pelo menos 2 m de coluna de água acima do diver para seu funcionamento adequado, e alguns poços não possuem esta coluna de água suficiente.

O **Quadro 11.3.1 - 8** apresenta a compilação dos problemas identificados durante as coletas de dados, tendo sido a última realizada em agosto de 2018.

Quadro 11.3.1 - 8 – Compilação das observações referentes aos problemas identificados nas leituras dos divers

POÇO	OBSERVAÇÕES
PZ-ALT1	Instalado em dezembro/2015; em janeiro/2016 houve problema na transferência e o <i>diver</i> foi substituído. Em janeiro/2018 o <i>diver</i> não apresentou dados gravados e foi substituído novamente.
PZ-ALT2	Em maio/2017 houve vandalismo da proteção externa, o <i>diver</i> foi retirado e em julho/2017, identificou-se que o poço foi destruído
PZ-ALT4	Sem observações
PZ-ALT8	Sem observações
PZ-ALT9	Em outubro/2017 houve problema na transferência, não foi possível baixar os dados. O <i>diver</i> foi substituído.
PZ-ALT11	Em outubro/2017 houve problema na transferência, não foi possível baixar os dados. O <i>diver</i> foi substituído.
PZ-ALT12	Em abril e julho/2016 houve violação do cadeado e possivelmente o <i>diver</i> foi retirado e recolocado, pois foi observado que o cabo estava embolado. Em janeiro/2018, identificou-se que o <i>diver</i> foi furtado.
PZ-ALT16	Em janeiro/2017, identificou-se que o <i>diver</i> só registrou medidas até 08/11/2016. O <i>diver</i> foi substituído. Em abril/2017 houve problema na transferência dos dados, o <i>diver</i> foi substituído novamente. Em agosto/2018, identificou-se que o <i>diver</i> só gravou dados até 11/06/2018, não foi possível reprogramar, o programa apresenta mensagem de que o relógio não está funcionando; o <i>diver</i> foi retirado.
PZ-ALT18	Em agosto/2018, houve problema na transferência, não foi possível baixar os dados.
PZ-ALT22	Em outubro/2017 houve problema na transferência, não foi possível baixar os dados. O <i>diver</i> foi substituído.
PZ-ALT25	Em agosto/2018, houve problema na transferência, não foi possível baixar os dados.
PZ-ALT27	Em outubro/2017, identificou-se que o <i>diver</i> foi furtado.
PZ-ALT28	Sem observações
PZ-ALT29	Em julho/2017, houve problema na transferência, não foi possível baixar os dados. O <i>diver</i> foi substituído.
PZ-ALT30	Em janeiro/2017, houve problema na transferência, não foi possível baixar os dados; o <i>diver</i> foi substituído. Em abril ocorreu o mesmo problema, o <i>diver</i> foi

POÇO	OBSERVAÇÕES
	substituído novamente. Em agosto/2018, identificou-se que o <i>diver</i> só gravou dados até 23/01/2018, não foi possível reprogramar, o programa apresenta mensagem de que o relógio não está funcionando; o <i>diver</i> foi retirado.
PZ-ALT31	Sem observações

Algumas oscilações nos dados, como se pode observar no PZ-ALT12 (**Figura 11.3.1 - 23**), podem ser devido à influência da trepidação do terreno por estarem localizados às margens da rodovia, considerando movimentação constante de veículos pesados, ou pode ter havido a retirada e recolocação (vandalismos) do *diver*, tendo em vista que o cadeado de proteção estava arrebitado e posteriormente o *diver* foi furtado. Por isso é fundamental que se tenha medições manuais para acompanhamento da dinâmica das águas subterrâneas.

Em alguns pontos, o *diver* não registrou leituras por alguns períodos (que no gráfico é representado por lacunas), tal como o PZ-ALT22, por exemplo (**Figura 11.3.1 - 24**).

Os dados dos *divers* instalados na área urbana de Altamira evidenciam a sazonalidade climática. Os poços apresentaram níveis mais rasos nos períodos de enchente e cheia do ano de 2017 devido às chuvas anômalas registradas na região no período entre dezembro de 2016 e abril de 2017, em que se observou o acúmulo de 1.753,2 mm de precipitação. Nos períodos de cheia de 2018, os níveis em geral foram mais baixos com um volume de precipitação 114 mm menor, no mesmo período sazonal.

A seguir serão apresentados alguns gráficos como exemplos, ressalta-se que todos os outros dados são apresentados no Anexo 11.3.1 - 4).

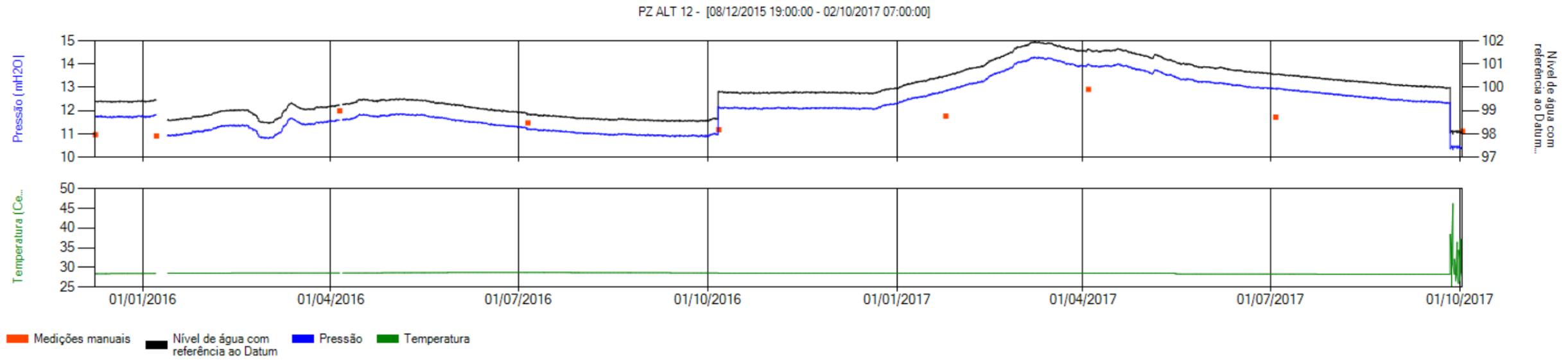


Figura 11.3.1 - 23 – Gráfico com os dados dos transdutores de pressão – PZ-ALT12, área urbana de Altamira.

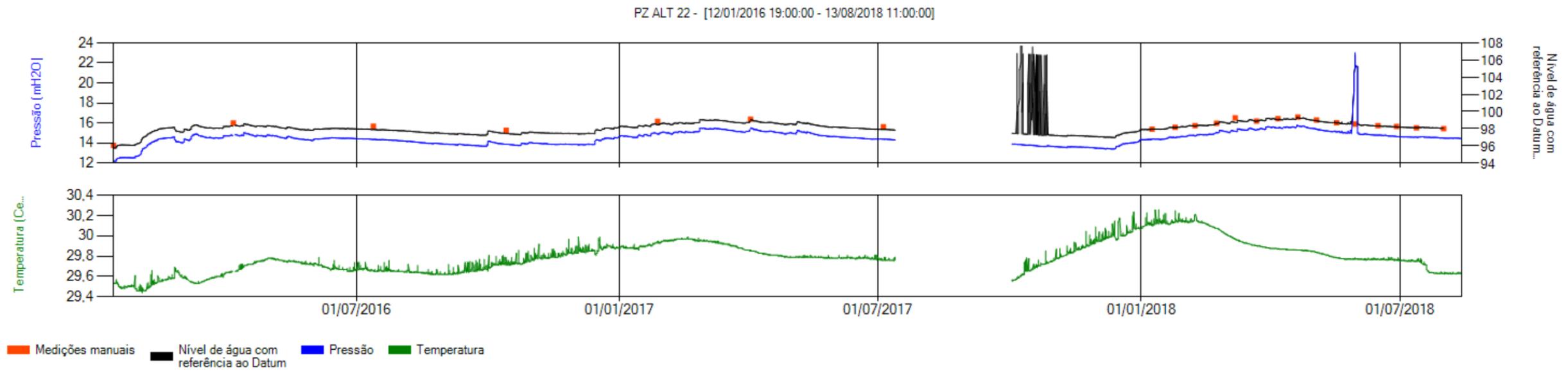
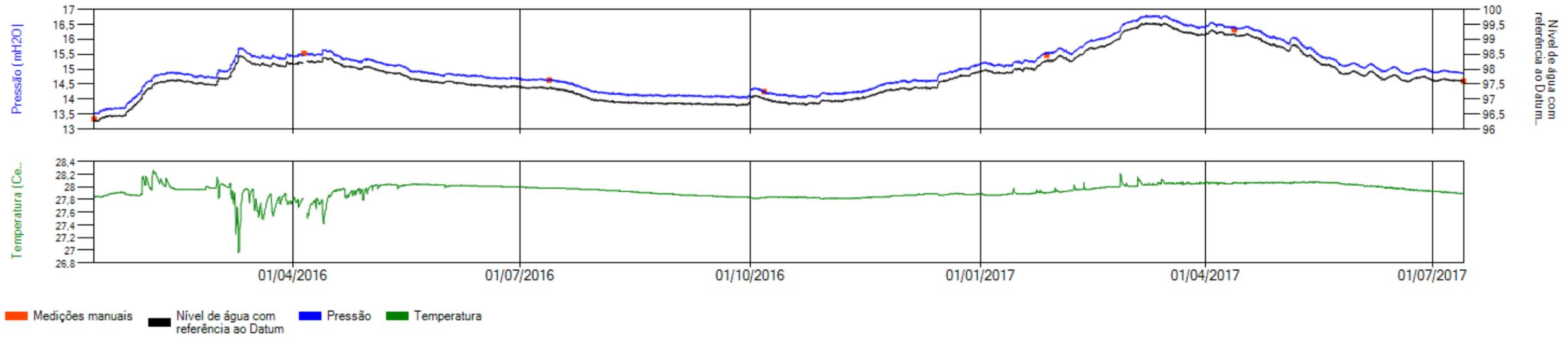


Figura 11.3.1 - 24 – Gráficos com os dados dos transdutores de pressão – PZ-ALT22, área urbana de Altamira.

PZ ALT 28 - [12/01/2016 19:00:00 - 13/07/2017 07:00:00]



PZ-ALT28 - [12/01/2018 15:00:00 - 13/08/2018 15:00:00]

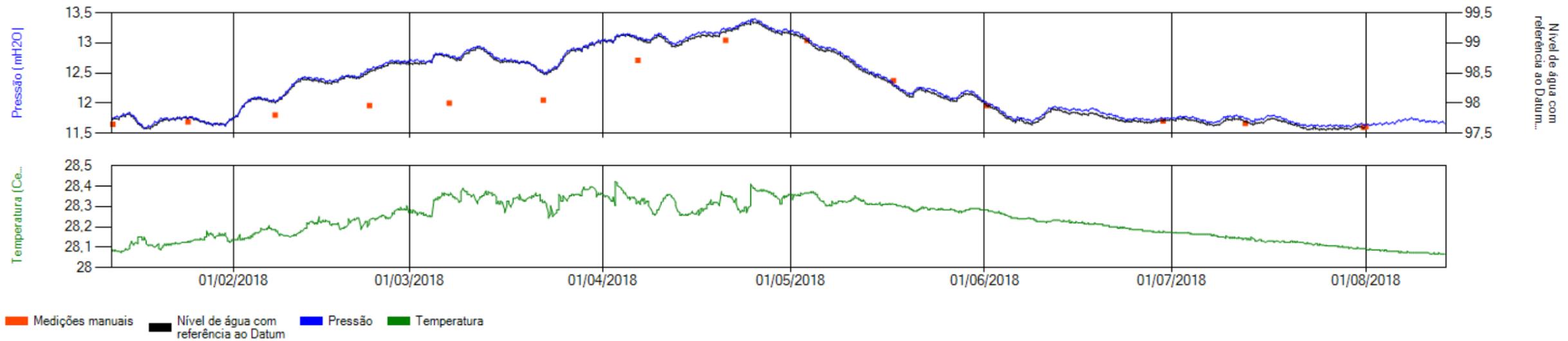


Figura 11.3.1 - 25 – Gráficos com os dados dos transdutores de pressão – PZ-ALT28, área urbana de Altamira.

11.3.1.3.2. VERIFICAÇÃO DO MODELO HIDROGEOLÓGICO CONCEITUAL PARA A CIDADE DE ALTAMIRA

Informa-se que semestralmente é feita uma reavaliação do modelo hidrogeológico conceitual para a cidade de Altamira, a partir dos resultados e dados obtidos durante as campanhas trimestrais e quinzenais de leituras de nível de água que são realizadas na cidade de Altamira, além de alguma outra informação hidrogeológica adicional observada em campo que possa ser incorporada no referido estudo. Destaca-se que pela gama de resultados e dados já obtidos e analisados (geologia local consolidada, variação dos níveis de água, topografia e declividade da área, características hidrogeológicas e pedológicas, entre outros), este modelo já se apresenta devidamente consolidado, sendo que o mesmo é ratificado e reapresentado, integralmente, no contexto do presente RC.

A **Figura 11.3.1 - 26** mostra de forma esquemática o modelo conceitual aplicado à circulação das águas na região de Altamira. Nesta ilustração, é possível verificar a componente subterrânea do ciclo hidrológico local e os sistemas e aquíferos freáticos, incluindo os seguintes elementos:

- Precipitação Pluvial - corresponde ao *input* de água no sistema, com valores médios anuais da ordem de 1800 mm.
- Evapotranspiração - corresponde à maior saída de água do sistema que, de forma geral, volta para a atmosfera a partir da umidade contida na zona vadosa dos aquíferos (principalmente Sistema Freático F1).
- Escoamento superficial – corresponde à água que flui pela superfície do terreno em direção ao rio Xingu, seus tributários ou para áreas de baixios topográficos como na região do Jardim Independente I.
- Infiltração - corresponde à parcela da água de chuva que percola na porção superior da cobertura de solos ou dos sistemas aquíferos freáticos F1 e F2. Este componente apresenta volume variável em função das diferentes perdas por interceptação (natural e artificial) e evapotranspiração. A interceptação artificial é elevada na área urbana de Altamira devido à compactação e impermeabilização.
- Interfluxo - corresponde à parcela da água infiltrada que não segue o fluxo vertical e migra lateralmente em direção a um exutório local que pode ser uma nascente de igarapé, uma área úmida ou manchas de gleissolos presentes nas adjacências da cidade, bem como na região das lagoas dos bairros Jardim Independente I e II . Na maior parte dos casos esta componente é elevada, pois a condutividade hidráulica da zona não saturada apresenta valores reduzidos o que limita o fluxo vertical da água.

- Drenança vertical - corresponde à passagem de água armazenada em aquíferos superiores em direção aos reservatórios inferiores. Esta drenança pode ser a partir dos sistemas freáticos em direção ao Sistema Penatecaua ou a partir do Sistema Penatecaua em direção ao Sistema Maecuru. Estima-se que o maior volume de drenança ocorra a partir dos sistemas freáticos F1 e F2.
- Fluxo regional – corresponde à descarga das águas armazenadas nos aquíferos profundos diretamente para o exutório regional representado pelo próprio rio Xingu.

No modelo conceitual concebido, a água migra de forma vertical nos solos, até o Sistema Penatecaua e a partir deste até os arenitos do Sistema confinado Maecuru. A drenança é preferencialmente vertical, mas não se pode descartar presença de fluxo subhorizontal ao longo de fraturas de alívio.

Os diferentes conjuntos de reservatórios subterrâneos apresentam comportamento contrastante em relação à proteção natural, de forma geral as águas são progressivamente mais protegidas com o aumento da profundidade e do grau de confinamento. Desse modo, as águas freáticas são as mais susceptíveis aos agentes poluidores gerados na superfície pela ação humana (principalmente: presença de cemitério, postos de combustíveis, aterros de resíduos sólidos, infiltração de efluentes domésticos – esgotos).

Os sistemas Penatecaua e Maecuru apresentam maior proteção natural, contudo, se observa que os poços na região são mal construídos e podem funcionar como canais para a contaminação. Esta observação é válida inclusive para os poços tubulares recentemente construídos pelos moradores, os quais não apresentam isolamento sanitário suficiente e sequer fornecem informações para o estudo dos aquíferos, uma vez que não têm perfis litológicos ou construtivos disponíveis. As empresas que atuam na região de Altamira não disponibilizam dados de ensaios de bombeamento, pois via de regra estes não são desenvolvidos.

Além dos sistemas aquíferos profundos Penatecaua e Maecuru e dos sistemas rasos F1 (o qual inclui todas as classes de latossolos e nitossolos) e F2 (o qual está associado à cambissolos e neossolos litólicos) ocorre, de forma local, aquíferos suspensos decorrentes da presença de camadas com baixa condutividade hidráulica na zona saturada dos aquíferos locais. Estes sistemas, inclusive, são normalmente responsáveis pela geração de uma zona úmida ou lâmina d'água perene ou intermitente na superfície, em regiões topograficamente deprimidas.

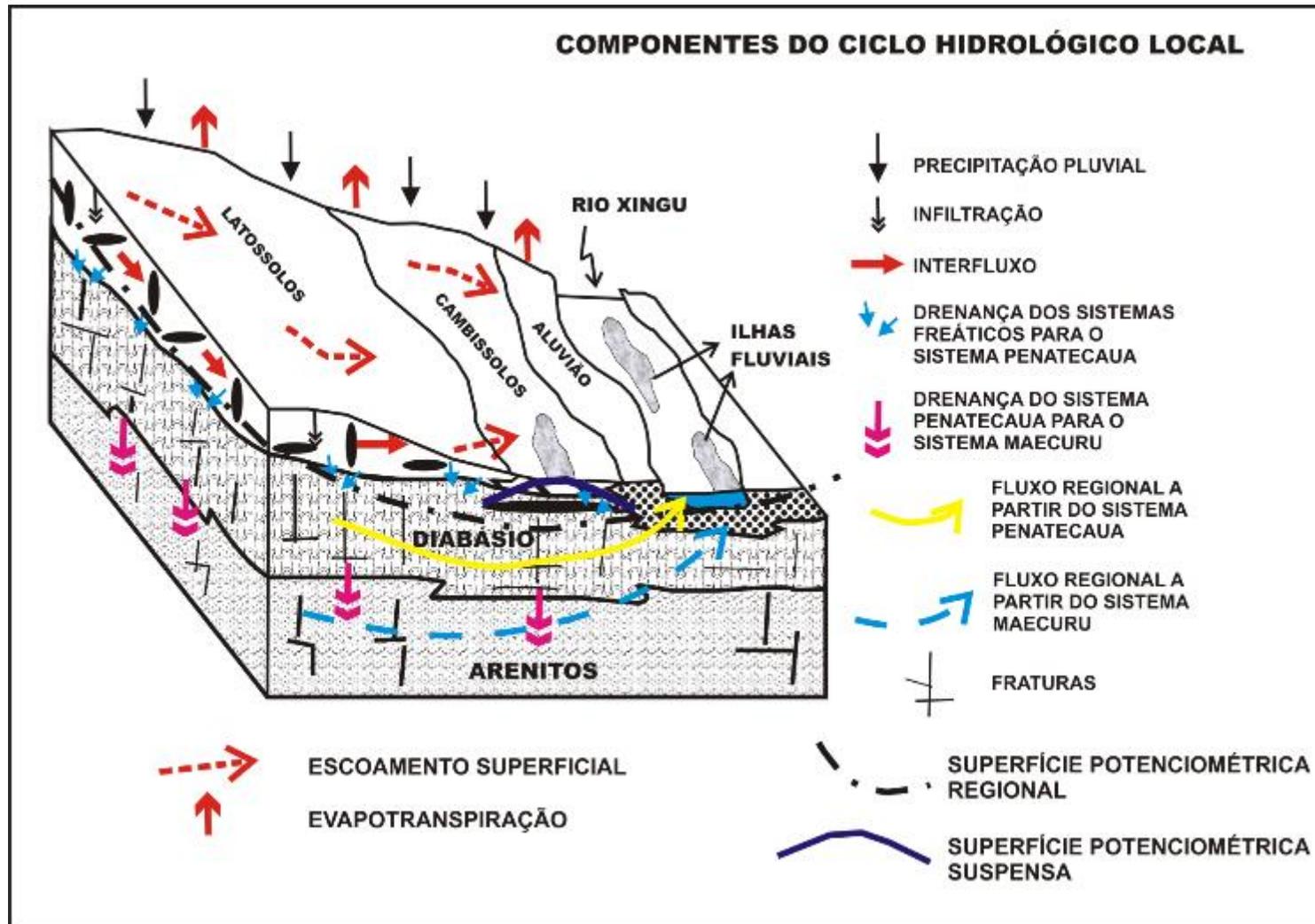


Figura 11.3.1 - 26 – Modelo conceitual aplicado à circulação das águas na região da zona urbana de Altamira.

O modelo proposto apresenta 3 superfícies potenciométricas:

- Aquífero local: representado pelo Domínio Intergranular, caracterizado por solos profundos (latossolos, argissolos e nitossolos), solos rasos (cambissolos e neossolos litólicos) e sedimentos descritos como Quaternário Aluvionar e neossolos flúvicos.
- Aquífero regional: representado pelos domínios Fraturado (diabásio da Formação Penatecaua) e de Dupla Porosidade (arenitos puros e maduros, ocasionalmente com cimentação silicosa da Formação Maecuru).
- Aquífero suspenso: decorrente da presença de camadas com baixa condutividade hidráulica, na zona não saturada, em nível acima do aquífero regional (definição de Fetter, 2004). “Aquíferos suspensos são aqueles que apresentam uma superfície potenciométrica acima de uma superfície potenciométrica regional em função da presença de camada descontínua com condutividade hidráulica menor”(Figura 11.3.1 - 27) (Fetter, 2004). No caso do bairro Jardim Independente I o aquífero suspenso está acima da superfície potenciométrica local.

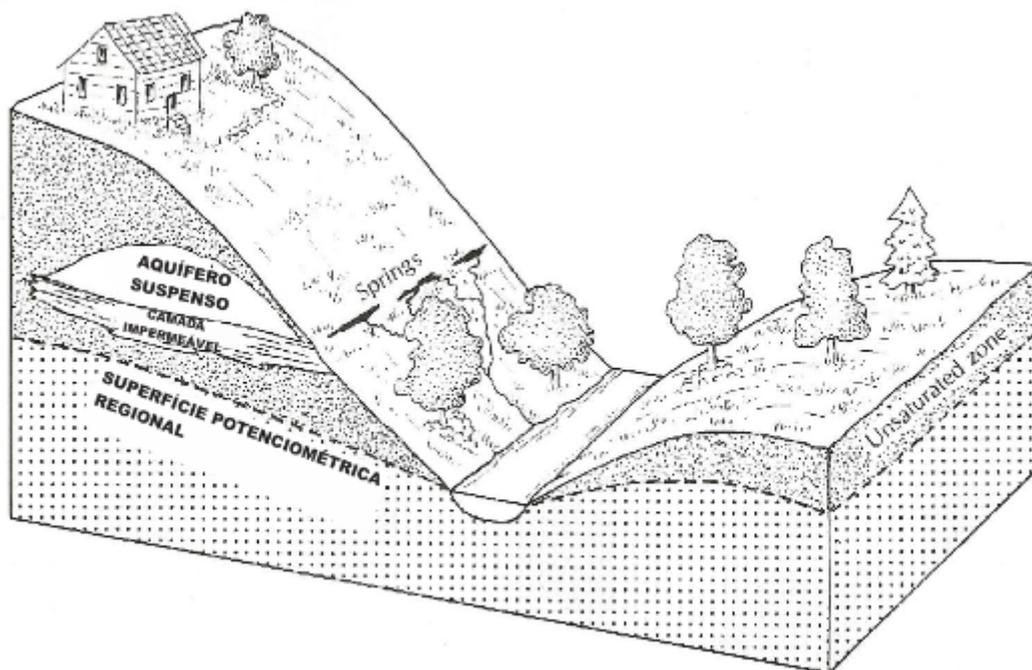


Figura 11.3.1 - 27 – Ilustração do conceito de aquífero suspenso (Fetter, 2004).

11.3.1.3.2.1. MAPAS POTENCIOMÉTRICOS – ÁREA URBANA DE ALTAMIRA

Após a execução das leituras de nível de água nos meses de janeiro e abril de 2018 na zona urbana de Altamira, referentes aos períodos de enchente e cheia, respectivamente, procedeu-se a elaboração dos seus respectivos mapas potenciométricos.

Ressalta-se que a elaboração dos mapas potenciométricos tem como objetivo ilustrar a situação comparativa do lençol freático para cada período sazonal monitorado. Estes mapas são gerados a partir do processamento dos dados obtidos nos poços de monitoramento da área urbana de Altamira, por interpolação não linear. As cotas potenciométricas são calculadas a partir da subtração das cotas das bocas dos poços e nível medido, e assim, o programa gera automaticamente, a partir da interpolação dos dados, as classes apresentadas nas figuras a seguir.

A **Figura 11.3.1 - 28** apresenta a potenciometria para os períodos de ENCHENTE (mês de janeiro) nos anos de 2014, 2015, 2016, 2017 e 2018. Enquanto, a **Figura 11.3.1 - 29** mostra a potenciometria para os períodos de CHEIA nos mesmos anos, sendo que todas as campanhas foram realizadas no mês de abril, destacando-se que para o mês de abril de 2018 foram utilizadas as leituras quinzenais do dia 20 de abril de 2018.

A **Figura 11.3.1 - 30** mostra a potenciometria para os períodos de VAZANTE nos anos de 2014, 2015, 2016 e 2017, enquanto a **Figura 11.3.1 - 31** corresponde aos períodos de SECA desses mesmos anos. Para o segundo semestre de 2018 serão elaborados os mapas potenciométricos para os períodos de vazante e seca, quando da execução das campanhas trimestrais previstas para os meses de julho e outubro, respectivamente

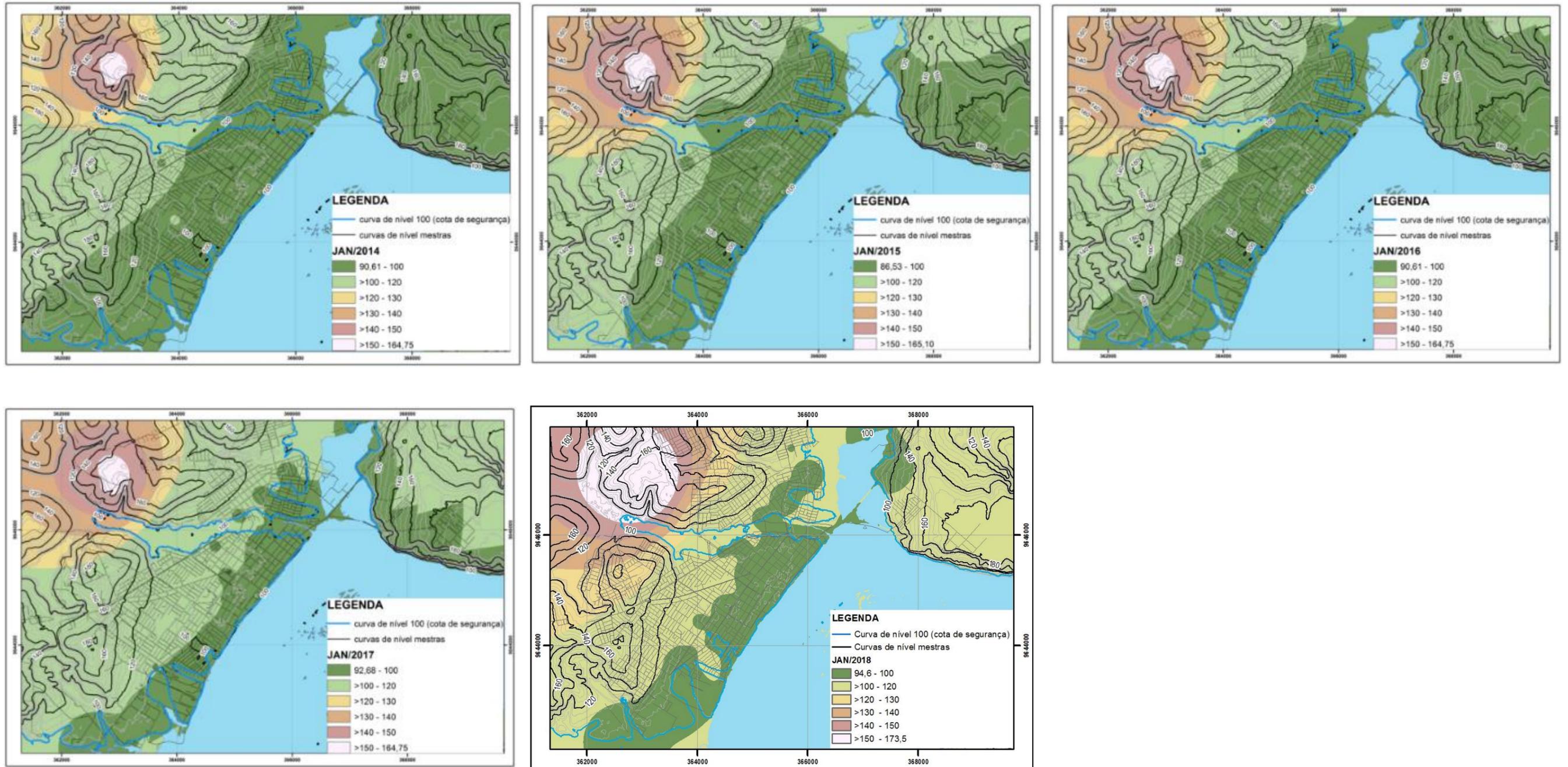


Figura 11.3.1 - 28 – Mapas potenciométricos para os períodos de enchente (2014-2015-2016-2017-2018), na cidade de Altamira.

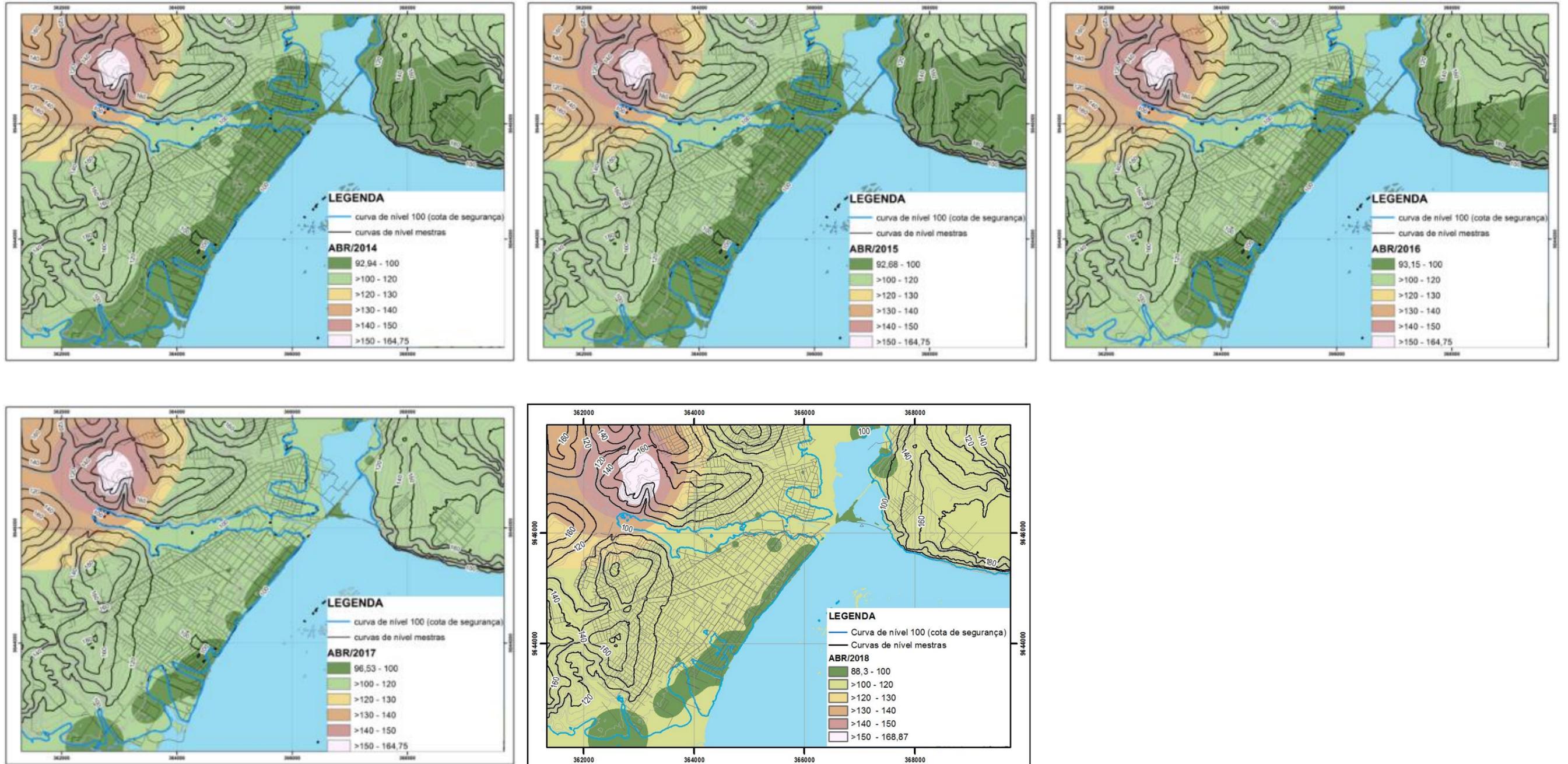


Figura 11.3.1 - 29 – Mapas potenciométricos para os períodos de cheia (2014-2015-2016-2017-2018), na cidade de Altamira.

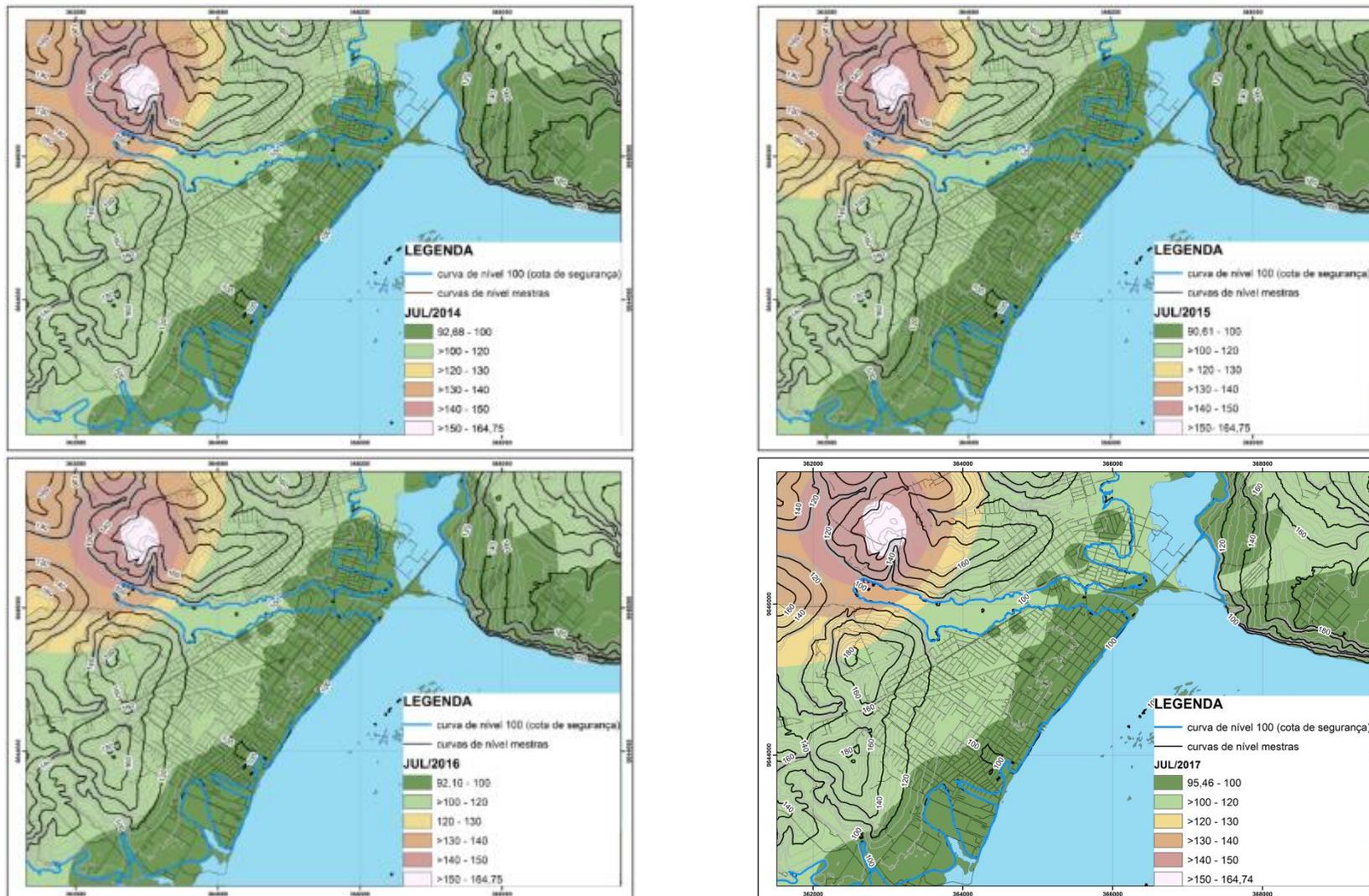


Figura 11.3.1 - 30 – Mapas potenciométricos para os períodos de vazante (2014-2015-2016-2017), na cidade de Altamira.

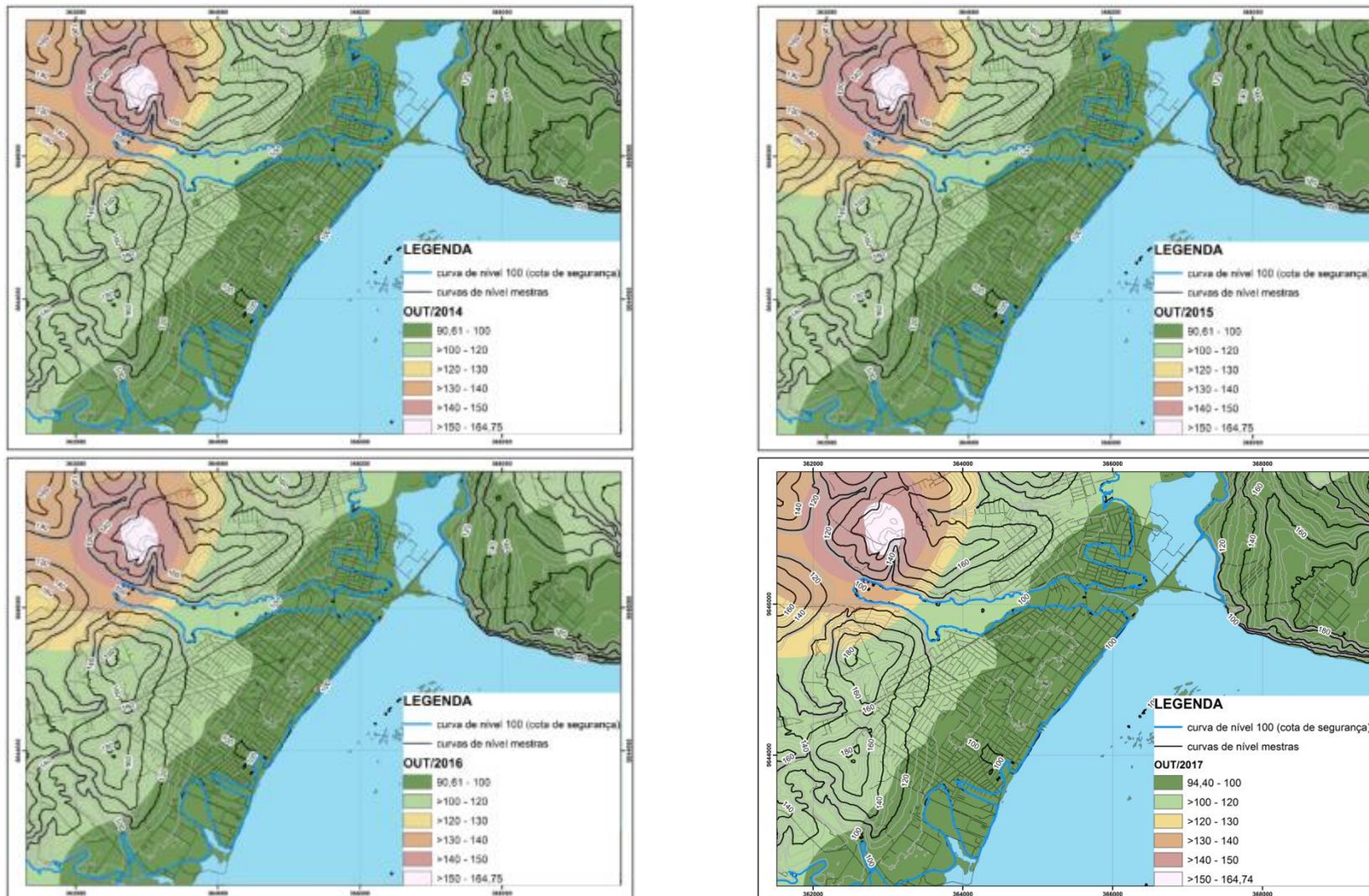


Figura 11.3.1 - 31 – Mapas potenciométricos para os períodos de seca (2014-2015-2016-2017), na cidade Altamira.

A avaliação dos mapas potenciométricos para os diferentes regimes hidrológicos permite apresentar as discussões a seguir.

No período de enchente (**Figura 11.3.1 - 28**) observa-se que no mês de janeiro de 2014 há a maior área com níveis mais rasos (<100 m). Em janeiro de 2015 ocorre diminuição da área com níveis mais rasos em função da diminuição das chuvas do bimestre anterior. No ano de 2016 o comportamento da potencimetria dos aquíferos freáticos fica similar ao início do ano de 2014. Em janeiro de 2017 é observada a menor área (cor verde mais escuro) com níveis mais rasos, possivelmente relacionada com a maior precipitação do período, conforme verificado, também, na Figura 03. Já para janeiro de 2018 verifica-se diminuição da área de níveis mais rasos na porção nordeste da cidade urbana de Altamira, enquanto na sua porção central não se observa maiores alterações na faixa marginal do rio Xingu. As demais faixas potenciométricas são mantidas de forma muito similar para o restante das áreas em todos os anos de observação, apesar de que no ano de 2018 registra-se um aumento das áreas mais profundas (> 150 m) na porção noroeste da cidade de Altamira, que topograficamente corresponde as cotas mais elevadas.

No período de cheia (**Figura 11.3.1 - 29**) se observa que em abril dos anos de 2014, 2015 e 2016 o comportamento da potencimetria dos aquíferos rasos é mantido de forma similar. Em abril de 2017 há redução das áreas com níveis mais rasos, assim como no ano de 2018 que apresenta comportamento muito semelhante. A maior redução é observada na faixa marginal ao Reservatório Xingu. É importante salientar que abril é o mês em que historicamente os níveis freáticos são mais elevados em todo o período de monitoramento realizado de janeiro/2014 a outubro/2017, quando os níveis foram medidos sempre nos mesmos meses, levando-se em conta a recarga.

No período de vazante (**Figura 11.3.1 - 30**) no mês de julho de 2017 há diminuição da faixa de menor potencimetria na porção nordeste da área. No restante da poligonal nos outros anos o comportamento da superfície potenciométrica se mantém de forma bastante estável.

Por fim, no período de seca (**Figura 11.3.1 - 31**) a superfície potenciométrica é muito similar para todos os anos e apenas em outubro de 2016 há diminuição da faixa com níveis menores que 100 metros na porção nordeste da poligonal. As demais áreas com potencimetria entre 100 até 165 metros se mantêm sem qualquer variação significativa. Os dados dos meses de outubro dos diferentes anos avaliados são os que mostram a maior área de faixas com menores cargas potenciométricas, pois este período corresponde às menores taxas pluviométricas da região. Assim, com a maior descarga do aquífero há homogeneização do mapa potenciométrico da área urbana de Altamira.

Ratifica-se que a equipe técnica do IBAMA, expressou por meio do Parecer Técnico nº 113/2017-COHID/CGTEF/DILIC, “que as chuvas, de fato, desempenham papel importante para a elevação do lençol freático no entorno dos reservatórios, mas não se pode desconsiderar na análise a alteração do gradiente hidráulico causada pela formação dos reservatórios, que provavelmente, contribui para elevação do lençol

nesses locais”. Reitera-se, que não se identificou, no citado parecer, análise considerando a precipitação acumulada nos períodos anteriores às medidas de níveis. Apenas foram avaliados os dados anteriores e posteriores à formação do reservatório Xingu que por coincidência de ocorrência de chuvas anômalas na região, os dados da ampla maioria dos poços estiveram mais elevados no ano de 2017, quando comparados aos anos anteriores (janeiro/2014 a outubro/2016).

Consolida-se o conceito que as elevações em regiões de relevo alto e distantes do reservatório comprovam justamente que a subida no ano de 2017 não tem correlação com a formação do reservatório.

A confirmação das observações, afirmações e conclusões dos relatórios técnicos será definitivamente consolidada após a complementação das campanhas a serem realizadas nos períodos de vazante e seca da região, meses de julho e outubro de 2018, respectivamente, considerando que o regime de chuvas seja similar à média histórica.

11.3.1.4. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS E METAS DO PROJETO DE MONITORAMENTO DA DINÂMICA DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

A planilha de atendimento aos objetivos do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas é apresentada na sequência.

OBJETIVOS E METAS	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>O monitoramento do nível freático dos aquíferos livres e das 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.</p>	<p>Em Andamento - Rede de monitoramento implantada e execução das campanhas trimestrais de leitura de nível de água em andamento. Atividades de manutenção da rede definida. Atividades de monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas contínuas sendo realizadas conforme previsto no Projeto. Ressalta-se que para a cidade de Altamira a periodicidade das campanhas passou de trimestral para quinzenal, em atendimento a uma recomendação do IBAMA. Atualmente, a análise dos dados obtidos é feita a partir de campanhas trimestrais e quinzenais para a cidade de Altamira (ano de 2018).</p>
<p>O monitoramento deverá ser concentrado principalmente na área urbana de Altamira sobre aluviões, onde as variações dos níveis d'água desse aquífero superficial respondem por impactos de maior importância. O monitoramento também será dirigido para os núcleos de garimpos e ribeirinhos a jusante do sítio Pimental, tais como aqueles na Ilha da Fazenda, São Pedro, Ouro Verde, Acampamento Verena e Paquiçamba, localizados no trecho de vazão reduzida, onde o abastecimento de água é através de poços rasos, pelo menos parcialmente, instalados em aluvião e em solos de alteração, sujeitos a rebaixamento com o barramento no Sítio Pimental.</p>	<p>Em Andamento - Para sua continuidade no ano de 2018, a rede de monitoramento foi definida com base nos pontos sugeridos no PBA e por recomendações do IBAMA, sendo atualmente composta por 56 poços de monitoramento localizados na área urbana de Altamira, no entorno da área dos Reservatórios Xingu e Intermediário, e nas localidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, 2 medidores de nível instalados no TVR e 12 cisternas localizadas na localidade de Belo Monte do Pontal e TVR. São realizadas campanhas trimestrais de leitura de nível de água, assim como campanhas quinzenais nos pontos de monitoramento situados na cidade de Altamira. Atividades de monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas contínuas sendo realizadas conforme previsto no Projeto. Além disso, no contexto do presente monitoramento foram adicionados 11 poços e cacimbas que eram monitorados no contexto do PBA 11.2.</p>
<p>Além dos aquíferos superficiais, serão contemplados também o aquífero fissurado correspondente ao Diabásio Penatecaua e os aquíferos granulares, principalmente da Formação Maecuru, presentes na região de Altamira, quando atravessados por poços tubulares. Assim, esse projeto contempla também a necessidade de evitar a contaminação desses aquíferos, cujas áreas de recarga encontram-se na ADA/AID da UHE Belo Monte, bem como para preservar a qualidade dessas águas subterrâneas.</p>	<p>Em Andamento - A Rede de monitoramento implantada na área urbana de Altamira conta com poços cadastrados durante o inventário complementar. Especificamente, para o ano de 2018 são realizadas campanhas quinzenais de leituras de nível de água. Atividades de monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas contínuas sendo realizadas conforme previsto no Projeto.</p>

OBJETIVOS E METAS	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Na região do Reservatório Intermediário será contemplado o aquífero da Formação Maecuru presente na faixa de rochas sedimentares da Bacia do Amazonas, com comprimento de 9,2 km. O detalhamento das atividades e localização dos pontos de monitoramento dessa região serão contemplados no Programa de Controle de Estanqueidade dos Reservatórios. Além desses locais, serão objeto e monitoramento poços instalados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal identificados em levantamento de campo a ser efetuado no início de implantação deste programa.</p>	<p>Em Andamento - Para sua continuidade no ano de 2018, a rede de monitoramento foi definida com base nos pontos sugeridos no PBA e por recomendações do IBAMA, sendo atualmente composta por 56 poços de monitoramento localizados na área urbana de Altamira, no entorno da área dos Reservatórios Xingu e Intermediário, e nas localidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, 2 medidores de nível instalados no TVR e 12 cisternas localizadas na localidade de Belo Monte do Pontal e TVR. São realizadas campanhas trimestrais de leitura de nível de água, assim como campanhas quinzenais nos pontos de monitoramento situados na cidade de Altamira. Atividades de monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas contínuas sendo realizadas conforme previsto no Projeto. Além disso, no contexto do presente monitoramento foram adicionados 11 poços e cacimbas que eram monitorados no contexto do PBA 11.2. Já com relação à questão das regiões dominadas pela Formação Maecuru, a mudança na conformação do Reservatório Intermediário extinguiu a possibilidade do aparecimento de processos de fuga de água pelas cavidades existentes que estavam contempladas no Programa de Controle da Estanqueidade dos Reservatórios</p>
<p>Efetuar caracterização detalhada dos níveis de água dos aquíferos nas áreas de interesse e obter suas variações antes durante e após o enchimento dos reservatórios.</p>	<p>Foram realizadas 24 campanhas trimestrais de leitura de nível de água, 14 antes, 1 durante e 9 após o enchimento dos reservatórios. Destaca-se que atualmente para a cidade de Altamira são feitas leituras quinzenais dos poços de monitoramento em atendimento ao IBAMA.</p>

OBJETIVOS E METAS	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Instalar e efetuar a manutenção da rede de monitoramento para fins dos projetos de Dinâmica e Qualidade das Águas Subterrâneas na área urbana e no lixão de Altamira, na região a jusante do barramento Pimental, em Belo Monte, Belo Monte do Pontal e na região do Reservatório Intermediário. A rede de monitoramento da região do Reservatório Intermediário será contemplada no Programa de Controle de Estanqueidade do Reservatório.</p>	<p>A rede de monitoramento foi definida com base nos pontos sugeridos no PBA e por recomendações do IBAMA, sendo atualmente composta por 56 poços de monitoramento localizados na área urbana de Altamira, no entorno da área dos Reservatórios Xingu e Intermediário, e nas localidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, 2 medidores de nível instalados no TVR e 12 cisternas localizadas na localidade de Belo Monte do Pontal e TVR. São realizadas campanhas trimestrais de leitura de nível de água, assim como campanhas quinzenais nos pontos de monitoramento situados na cidade de Altamira. Atividades de monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas contínuas sendo realizadas conforme previsto no Projeto. Além disso, no contexto do presente monitoramento foram adicionados 11 poços e cacimbas que eram monitorados no contexto do PBA 11.2.</p>
<p>Identificar as possíveis interferências do empreendimento na elevação do nível d'água/cargas hidráulicas do lençol freático/aquíferos profundos.</p>	<p>Os dados trimestrais são apresentados em mapas a variação dos níveis medidos nos poços de monitoramento, instalados na área urbana de Altamira. Em relação aos estudos da dinâmica das águas subterrâneas no bairro Jardim Independente I e seus arredores, o IBAMA em conjunto com a Agência Nacional de Águas (ANA) protocolaram no dia 15/03/2018 para a Norte Energia, o Ofício no 100/2018/COHID/CGTEF/DILIC-IBAMA contendo dois Pareceres Técnicos: o parecer no 14/2018-COHID/CGTEF//DILIC (SEI no 1709389, 1901379 e 1901443) que apresenta a avaliação final da possível relação de causa-efeito entre o reservatório Xingu e o nível de água que aflora no baixio ("lagoa") existente no referido bairro Jardim Independente I; e o parecer no 23/2018-COHID/CGTEF/DILIC (SEI no 1816264 e 1816690) que contempla a avaliação sobre o cadastro realizado no próprio bairro Jardim Independente I.</p>
<p>Identificar áreas críticas na cidade de Altamira devido ao risco pela elevação do lençol freático quanto aos aspectos de instabilização das encostas marginais e quanto aos aspectos de vulnerabilidade à contaminação.</p>	<p>A identificação inicial foi realizada por meio da análise dos dados coletados trimestralmente, em conjunto com as características pedológicas, geológico-geotécnicas e hidrogeológicas da região. Os aspectos referentes à contaminação são contemplados nas análises realizadas no âmbito do Projeto de Monitoramentos da Qualidade das Águas Subterrâneas.</p>

OBJETIVOS E METAS	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Fornecer subsídios e orientação às comunidades e gestores governamentais na tomada de decisões para planejamento, execução e gestão de programas relacionados aos recursos hídricos subterrâneos.</p>	<p>A integração com os dados da qualidade, bem como com, os dados do PBA 11.2 de monitoramento dos níveis de água dos poços dos do entorno dos igarapés interceptados pelos diques, permitiram sugerir orientações referentes à gestão dos recursos hídricos subterrâneos.</p>

11.3.1.5. ATIVIDADES PREVISTAS

Para o segundo semestre de 2018 estão previstas mais duas campanhas trimestrais a serem executadas nos meses de julho e outubro de 2018, cujos resultados consolidados serão apresentados no contexto do próximo RC a ser encaminhado em janeiro de 2019. Também se dará continuidade as leituras de nível de água nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, com periodicidade quinzenal.

Após a finalização de mais um ciclo hidrológico (ano de 2018) se estabelecerá a atualização do tratamento estatístico de todo o monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas que foi apresentado no contexto do 13º RC (janeiro de 2018), que abrangeu poços de monitoramento com leituras em todo o período monitorado, correspondente aos anos de 2014 a 2017. Na oportunidade serão incorporados os dados do ano de 2018 para confirmação ou verificação de possíveis alterações dos resultados consolidados apresentados na primeira avaliação realizada. Dessa forma, para o PBA 11.3.1 terão sido completados cinco anos contínuos de monitoramento, sendo que três destes englobando a fase de pós-enchimento dos reservatórios da UHE Belo Monte, que é um período suficiente para a caracterização consolidada do comportamento da variação do lençol freático frente à implantação do referido empreendimento.

Portanto, com base nos resultados do tratamento estatístico e nas próprias avaliações contínuas do monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas, que embasaram a execução do presente PBA 11.3.1, em toda a região de influência do empreendimento se procederá uma avaliação final acurada e efetiva objetivando a sua conclusão no final do ano de 2018, estabelecendo e comprovando o pleno atendimento dos seus objetivos e metas.

11.3.1.6. CRONOGRAMA DAS ATIVIDADES PREVISTAS

O Cronograma das atividades previstas apresentado a seguir para a continuidade do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas sofreu adequação ou modificação em função do Parecer Técnico nº 140/2017-COHID/CGTEF/DILIC, para o período após o enchimento.

Estabeleceu-se um maior detalhamento das atividades previstas para o PBA 11.3.1 no ano de 2018, principalmente no que se refere a frequência de leituras de nível de água para a cidade de Altamira, que, conforme amplamente mencionado no presente documento, passou de trimestral para quinzenal.

11.3.1.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para continuidade do monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas foram realizadas duas campanhas trimestrais no primeiro semestre de 2018, assim como procedeu-se a execução de campanhas quinzenais para os poços de monitoramento na área urbana de Altamira, tendo sido retirados da rede amostral os pontos representados pelas cisternas, em atendimento às recomendações estabelecidas pelo IBAMA.

Destaca-se que a experiência acumulada com o monitoramento evidenciou que apenas os poços de monitoramento (exclusivamente instalados para fins de avaliação qualitativa dos aquíferos) apresentam resultados consistentes. As cisternas não resultam em resultados confiáveis, pois são submetidas a regime aleatório de bombeamento (a medição com maior confiabilidade somente poderia ser feita após período sem bombeamento).

Verifica-se que os dados obtidos nestas duas campanhas trimestrais não evidenciaram qualquer tipo de alteração ou comportamento anômalo da variação do lençol freático daqueles já consolidados em períodos anteriores e que foram caracterizados em outros RCs.

Os dados dos poços instalados, exclusivamente para monitoramento, em toda a área urbana de Altamira, no contexto do PBA 11.3.1, mostram que todos os pontos (considerando o período de janeiro de 2014 a junho de 2018) apresentaram níveis mais rasos em abril de 2017, sendo que os resultados obtidos para abril de 2018 indicaram valores muito semelhantes a este ano. Este dado para o ano de 2017 é decorrente das chuvas anômalas registradas na região no período entre dezembro de 2016 e abril de 2017, em que se observou o acúmulo de 1.753,2 mm de precipitação. Já para o ano de 2018 verifica-se chuvas anômalas principalmente nos meses de dezembro de 2017 e março de 2018, enquanto nos meses de janeiro e fevereiro, as chuvas margearam a precipitação média histórica de Altamira (**Figura 11.3.1 - 2**), sendo que o acúmulo de precipitação para o período de dezembro de 2017 a abril de 2018 foi de 1.445,61 mm.

Ratifica-se o entendimento técnico que o efeito do regime de chuvas nas cabeceiras da bacia do Xingu deve ser considerado para o monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas já que a maior ou menor vazão do rio Xingu influencia na elevação ou diminuição do nível do reservatório Xingu. Entretanto, como os aquíferos são areno-silto-argilosos na cidade de Altamira, a interferência da elevação do nível do Reservatório Xingu nos aquíferos freáticos é lenta. Outra questão é que as interferências exclusivas, devido à elevação do nível da lâmina d'água do rio Xingu são significativas apenas nas proximidades da orla, diminuindo progressivamente quando se afasta da margem do reservatório e se tornando sem efeito a maiores distâncias. Quando se amplia a distância da margem do reservatório, as flutuações dos níveis freáticos são exclusivamente devidas às chuvas que precipitam na região urbana de Altamira, sem nenhuma relação com a flutuação do nível do Reservatório Xingu.

Portanto, consolida-se a avaliação técnica que as variações dos níveis de água dos poços de monitoramento (lençol freático) em toda a área urbana de Altamira estão estreitamente relacionadas aos volumes de precipitação pluviométrica que ocorrem nessa região. Após longos períodos com chuvas acumuladas, superiores à média histórica, há uma tendência dos níveis freáticos se elevarem de forma consistente, padrão observado em toda a área urbana de Altamira antes, durante e após o enchimento do reservatório.

Vale ratificar também, que estes dados também corroboram com o fato dos níveis potenciométricos na região do bairro Jardim Independente I, em Altamira, serem hidraulicamente desconectados do reservatório e flutuarem em função da sazonalidade climática local (rebaixamento no período de recessão das chuvas e elevação após a regularização da precipitação). Este comportamento não tem relação com os períodos pré-, sin- ou pós-enchimento. Como o reservatório não interfere nos níveis, na região da lagoa do bairro Jardim Independente I, a flutuação do nível da lagoa é exclusivamente devida ao comportamento das chuvas e da recarga na localidade, conforme demonstrou os estudos técnicos específicos realizados nesta região.

Além disso, destaca-se que até o presente momento não foram observados efeitos deletérios ou patologias geotécnicas associadas à sobrelevação dos níveis potenciométricos dos aquíferos rasos, mesmo após a formação do reservatório Xingu, que acarretou elevações dos níveis freáticos nas suas faixas marginais.

Por fim, vale destacar que para o próximo RC, com a finalização de mais um ciclo hidrológico completo, os dados inerentes ao ano de 2018 serão incorporados ao presente PBA 11.3.1, consolidando de forma ainda mais robusta as interpretações e avaliações da dinâmica das águas subterrâneas na região de influência da UHE Belo Monte, que vem sendo continuamente evidenciadas durante o monitoramento executado.

11.3.1.8. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Alexandre Luiz Canhoto de Azeredo	Geólogo	Coordenador do Meio Físico	CREA/RJ 100.015/4-D	567.608
Ana Lúcia Moreira Yoda	Engenheiro Civil	Profissional de Nível Superior Senior (Geotecnia)	CREA/SP 5060540691	-
Joyce Pinheiro de Oliveira Fiori	Geóloga, M. Sc	Coleta e interpretação dos dados coletados nos divers	CREA/DF 10699/D	293.922
Luciano Andrade	Geógrafo	Geoprocessamento	CREA/MG 164.360 - D	5.552.542
Carlos Chicarelli	Geógrafo	Técnico de campo	CREA/MG 120.924/D	4.963.386
Cristiane Vieira	M.Sc. Engenheira Civil	Gerente da U.N Hidroenergia	CREA/MG- 57.945/D	2.010.648
Luciana Magalhães Vaz de Mello	Engenheira Química	Coordenação do Programa	CREA/MG 84.365/D	7114738
Cesar Batista	M. SC. Sociólogo	Gerente de Projetos	-	2.605.630

11.3.1.9. ANEXOS

Anexo 11.3.1 - 1 - Mapa com Localização dos Pontos Monitorados na Cidade de Altamira

Anexo 11.3.1 - 2 - Mapa com Localização dos Pontos Monitorados na Área do Reservatório Xingu e TVR

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

Anexo 11.3.1 - 4 - Dados e gráficos referentes aos divers instalados_13082018