

SUMÁRIO - 11.3.2 PROJETO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

11.	PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS	11.3.2-1
11.3.	PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	11.3.2-1
11.3.2.	PROJETO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS	11.3.2-1
11.3.2.1.	INTRODUÇÃO	11.3.2-1
11.3.2.2.	RESULTADOS CONSOLIDADOS.....	11.3.2-2
11.3.2.2.1.	DIAGRAMAS DE <i>PIPER</i>	11.3.2-15
11.3.2.2.2.	VALORES DE NITRATO, NITRITO, AMÔNIA, pH, TDS, Na, K, Ca, Mg E CLORETO	11.3.2-17
11.3.2.2.3.	ESPACIALIZAÇÃO DE VARIAÇÕES DE VALORES DE FERRO, CLORETO, AMÔNIA, NITRATO, CHUMBO, pH, COLIFORMES FECALIS E TURBIDEZ NA ÁREA URBANA DE ALTAMIRA	11.3.2-25
11.3.2.3.	ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO	11.3.2-39
11.3.2.4.	ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO.....	11.3.2-41
11.3.2.5.	ATIVIDADES PREVISTAS	11.3.2-43
11.3.2.6.	ATENDIMENTO AO CRONOGRAMA	11.3.2-43
11.3.2.7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	11.3.2-45
11.3.2.8.	EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO	11.3.2-46
11.3.2.9.	ANEXOS	11.3.2-46

11. PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS

11.3. PROGRAMA DE MONITORAMENTO DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

11.3.2. PROJETO DE MONITORAMENTO DA QUALIDADE DAS ÁGUAS SUBTERRÂNEAS

11.3.2.1. INTRODUÇÃO

Os estudos de Análise de Impactos do EIA/RIMA¹ da UHE Belo (Volume 11) caracterizaram a qualidade da água subterrânea na região de Altamira, na área de influência da UHE Belo Monte. Os resultados das análises da qualidade da água permitiram concluir que a água do aquífero raso constituído por aluvião na região de Altamira já se encontrava contaminada antes de qualquer intervenção. Os agentes poluidores mais significativos então apontados eram o lançamento de efluentes domésticos nos igarapés, a existência de fossas e a disposição de resíduos sólidos de forma inadequada, dadas as elevadas demandas bioquímica e química de oxigênio e dos elevados valores de coliformes totais e fecais registradas nos relatórios de estudos ambientais preliminares. De maneira geral, considerando que as águas analisadas eram provenientes de poços rasos, os resultados das análises do monitoramento da qualidade da água mostraram uma variação significativa de certas substâncias (ex.: nitrato, amônia, sódio, cloreto, dentre outras), que é provavelmente associada à contaminação do entorno. Não foi encontrada relação direta entre os resultados de qualidade e o nível de água dos poços.

A formação do Reservatório do Xingu e do Reservatório Intermediário, de acordo com o EIA/RIMA² (Volume 31), alterará a movimentação das águas subterrâneas, provocando a elevação dos níveis freáticos/cargas hidráulicas e, conseqüentemente, acréscimo da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação; assim se estabeleceu a necessidade de implantação do Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas, que tem como objetivo acompanhar as possíveis alterações na qualidade da água subterrânea decorrentes da formação dos reservatórios, priorizando a área urbana de Altamira, incluindo o perímetro da área do antigo Lixão de Altamira, trecho a jusante do Sítio Pimental, o entorno dos Reservatórios do Xingu e Intermediário, além das localidades de Belo Monte (Município de Vitória do Xingu) e Belo Monte do Pontal (Município de Anapu).

Considerando os objetivos e metas previstas, em 2012 foi iniciada a execução do presente Projeto, tendo sido realizadas atividades como o inventário complementar

¹Leme Engenharia. Estudos de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte – Diagnóstico das Áreas Diretamente Afetadas e de Influência Direta – Meio Físico – Volume 11. 2009.

² Leme Engenharia. Estudos de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte – Avaliação de Impactos e Prognóstico Global – PARTE 3 – Volume 31. 2009.

dos poços, que subsidiou a análise das condições dos poços existentes e auxiliou na definição da rede de monitoramento. Foram realizados os mapeamentos geológico, pedológico e hidrogeológico, fundamentais para a caracterização do meio físico e conhecimento das características hidrodinâmicas da região. Foram realizados, ainda, ensaios de infiltração *in situ* para determinação da condutividade hidráulica vertical da zona não saturada do aquífero. Ainda em 2012, definiu-se a rede de monitoramento e foram iniciadas as coletas trimestrais. Nesta etapa, pretendeu-se caracterizar os valores de *baseline* das principais substâncias para que se possa, com a formação dos lagos, verificar se ocorrerão eventuais modificações na qualidade original das águas subterrâneas.

Em outubro de 2012, iniciou-se as campanhas trimestrais de coletas de amostras de água, análises laboratoriais e processamento de dados da água subterrânea nos pontos que compõem a rede amostral definida, que desde então tem se desenvolvido continuamente ao longo dos anos de 2013, 2014 e 2015. No âmbito do presente Projeto 11.3.2, até o final do ano de 2015, foram executadas 14 (quatorze) campanhas trimestrais.

11.3.2.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS

Considerando as premissas e diretrizes estabelecidas no PBA, foi definida a rede de monitoramento para este Projeto, que é composta por cisternas/cacimbas e poços cadastrados, bem como poços de monitoramento instalados especificamente para este fim. O **Anexo 11.3.2 - 1** apresenta a metodologia utilizada, sendo que a localização da rede de monitoramento, para cada região monitorada, pode ser visualizada nos **Anexo 11.3.2 - 2**, **Anexo 11.3.2 - 3** e **Anexo 11.3.2 - 4**.

O **Quadro 11.3.2 - 1** apresenta os poços escavados (cisternas/cacimbas) que compõem a rede de monitoramento, com o código atribuído a cada um deles, com suas coordenadas UTM e correlação com a malha sugerida pelo PBA, quando for o caso. O registro fotográfico das coletas realizadas durante o ano 2015 é apresentado nas fichas de campo nos **Anexos 11.3.2 - 5** e **11.3.2 - 6**.

Quadro 11.3.2 - 1 – Rede de monitoramento para coleta e análise da qualidade das águas subterrâneas no PBA da UHE Belo Monte

POÇO/CACIMBA		TIPO	X	Y	CORRELAÇÃO COM A MALHA SUGERIDA NO PBA
1	ALT_C2	Cisterna/cacimba	364820	9644448	PR57
2	ALT_C6	Cisterna/cacimba	362373	9642955	PR04
3	ALTC-17/PZ-ALT20	Poço instalado pela Executora	366332	9646023	
4	ALT_C19	Cisterna/cacimba	365574	9646627	PR47
5	ALT_C25 / ALT_C26	Cisterna/cacimba	366612	9646385	PR40
6	ALT_PT4	Poço tubular/raso	362816	9646822	PT23
7	ALT_PT7	Poço tubular/raso	363734	9644462	PR52
8	ALT-PT9/PZ-ALT1	Poço instalado pela Executora	365703	9647576	
9	ALT_PT10	Poço tubular/raso	366942	9648488	PR29
10	ALT_PT29	Poço tubular/raso	368661	9648443	PT05
11	PZ_RX_8 / ALT-PTR	Poço tubular/raso	363717	9646534	
12	SP_C1	Cisterna/cacimba	395981	9604881	
13	SP_C2	Cisterna/cacimba	397367	9605771	PR02
14	SP_PT1	Poço tubular/raso	399210	9601131	
15	BM_PT1	Poço tubular/raso	422336	9654091	
16	BM_PT2	Poço tubular/raso	422548	9654042	
17	BM_PT3	Poço tubular/raso	422322	9654368	
18	BMP_C1	Cisterna/cacimba	422497	9655642	
19	BMP_C2	Cisterna/cacimba	422193	9655060	
20	BMP_PT2 / BMP_C3	Cisterna/cacimba	422499	9655628	
21	BMP_PT1	Poço tubular/raso	422171	9655010	
22	PZ_ALT3	Poço instalado pela Executora	366155	9646258	PZ7
23	PZ_ALT4	Poço instalado pela Executora	365546	9646699	PZ8
24	PZ_ALT7	Poço instalado pela Executora	364914	9645310	PZ12
25	PZ_ALT8	Poço instalado pela Executora	364755	9645799	PZ13
26	PZ_ALT9	Poço instalado pela Executora	366074	9645613	PZ15
27	PZ_ALT11	Poço instalado pela Executora	365886	9645402	PZ17
8	PZ_ALT12	Poço instalado pela Executora	367438	9647250	PZ18
29	PZ_ALT13	Poço instalado pela Executora	364607	9644011	PZ19
30	PZ_ALT14	Poço instalado pela Executora	364312	9643642	PZ20
31	PZ_ALT16	Poço instalado pela	364037	9644450	PZ22

POÇO/CACIMBA		TIPO	X	Y	CORRELAÇÃO COM A MALHA SUGERIDA NO PBA
		Executora			
32	PZ_ALT17	Poço instalado pela Executora	363791	9645436	PZ23
33	PZ_ALT18	Poço instalado pela Executora	364474	9644707	PZ24
34	PZ_LX_ALT1	Poço instalado pela Executora	363091	9646968	
35	PZ_LX_ALT2	Poço instalado pela Executora	363046	9646904	
36	PZ_LX_ALT3	Poço instalado pela Executora	362609	9647004	
37	PZ_LX_ALT4	Poço instalado pela Executora	363000	9646847	
38	PZ_LX_ALT6	Poço instalado pela Executora	362889	9647025	
39	PZ_RAPELD	Poço instalado pela Executora	413660	9640475	
40	PZ_RX_2	Poço instalado pela Executora	358311	9621840	
41	PZ_RX_3	Poço instalado pela Executora	361237	9628258	
42	PZ_RX_4	Poço instalado pela Executora	364480	9639917	
43	PZ_RX_5	Poço instalado pela Executora	373231	9645182	
44	PZ_RX_6	Poço instalado pela Executora	382321	9645612	
45	PZ_RX_7	Poço instalado pela Executora	382591	9641561	
46	PZ_RX_9	Poço instalado pela Executora	387424	9636885	
47	PZ_RX_10	Poço instalado pela Executora	400645	9621090	
48	PZ_RI_1	Poço instalado pela Executora	408985	9630025	
49	PZ_RI_2	Poço instalado pela Executora	406724	9644779	
50	PZ_RI_3	Poço instalado pela Executora	404043	9636322	
51	PZ_RI_4	Poço instalado pela Executora	417663	9642871	
52	PZ_RI_5	Poço instalado pela Executora	414323	9648733	
53	PZ_RI_6	Poço instalado pela Executora	411625	9650373	
54	PZ_RI_7	Poço instalado pela Executora	422695	9655291	
55	PZ_RI_8	Poço instalado pela Executora	422222	9654323	

Ressalta-se que está disponível em formato digital o banco de dados, que é atualizado semestralmente. Os resultados das análises de água são comparados aos valores

estipulados pela Portaria do Ministério da Saúde (Nº 2914, de 12/12/2011) vigente, quanto aos padrões de potabilidade da água e sua qualidade para o consumo humano, bem como com a Resolução CONAMA Nº 396/2008, “*que dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas*” (conforme métodos apresentados no **Anexo 11.3.2 - 1**).

As tabelas apresentadas no **Anexo 11.3.2 - 7** e **Anexo 11.3.2 - 8** compilam os resultados das análises das coletas trimestrais 11 e 12, realizadas respectivamente em janeiro e abril/2015 e os seus respectivos laudos laboratoriais são apresentados nos **Anexos 11.3.2 - 9** (coleta trimestral 11) e **11.3.2 - 10** (coleta trimestral 12).

Para coleta trimestral 11, realizada em janeiro/2015, seguem as justificativas de poços/cacimbas não amostrados: BM_PT1, BM_PT2: bomba quebrada impossibilitando a coleta; PZ-RAPELD: local sem acesso; PZ_ALT3, PZ_LX_ALT1, PZ_LX_ALT2, PZ_LX_ALT_4, PZ_RI_4 e PZ_RI_6: secos; e PZ_RI03: com lâmina de água insuficiente para coleta.

Para a coleta trimestral 12, os pontos não amostrados foram: BM_PT1, BM_PT2: bomba quebrada; PZ-RAPELD: local sem acesso; PZ_LX_ALT_4: lâmina de água insuficiente para coleta; PZ_RI_3, PZ_RI_4 e PZ_RI_6: secos e PZ_RI_5: área alagada.

Já as tabelas apresentadas no **Anexo 11.3.2 - 11** e **Anexo 11.3.2 - 12** compilam os resultados das análises das coletas trimestrais 13 e 14, realizadas respectivamente em julho e outubro/2015 e os seus respectivos laudos laboratoriais apresentados nos **Anexos 11.3.2 - 13** (coleta trimestral 13) e **11.3.2 - 14** (coleta trimestral 14).

Para a coleta trimestral 13, poços/cacimbas não amostrados foram os seguintes: BM_PT1, BMP_PT1: bomba quebrada impossibilitando a coleta; PZ-RAPELD: sem acesso; PZ_ALT3, PZ_LX_ALT2, PZ_LX_ALT_4, PZ_RI_4 e PZ_RI6: secos; e PZ_RI5: área alagada impossibilitando a coleta.

Já durante a coleta trimestral 14, realizada em outubro/2015, os pontos não amostrados foram: PZ_ALT3, PZ_LX_ALT2, PZ_LX_ALT_4, PZ_RI_4, PZ_RI6 e PZ-RAPELD: poços que estavam secos; PZ_RI5: poço não encontrado, informando-se que no local onde o mesmo foi instalado foram depositados resíduos florestais; e BM_PT1: bomba quebrada.

Durante as 14 (quatorze) coletas trimestrais já realizadas, 638 amostras foram analisadas. O **Quadro 11.3.2 - 2** e o **Quadro 11.3.2 - 3** apresentam a compilação das não conformidades (resultados fora dos Valores Máximos/Mínimos Permitidos - VMPs) em todas as coletas realizadas até o momento.

- 59,71% dos registros (381 amostras) em não conformidade quanto ao **ferro**;
- 66,61% dos registros (425 amostras) em não conformidade quanto ao **pH**;

- 43,57% dos registros (278 amostras) em não conformidade quanto ao **alumínio**;
- 40,28% dos registros (257 amostras) em não conformidade quanto ao **manganês**;
- 55,01% dos registros (351 amostras) em não conformidade quanto à **turbidez**;
- 30,25% dos registros (193 amostras) em não conformidade quanto à presença de **coliformes fecais**;
- 15,04% dos registros (96 amostras) em não conformidade quanto ao **chumbo**;
- 12,22% dos registros (78 amostras) em não conformidade quanto ao **nitrato**;
- 9,16% dos registros (50 amostras) em não conformidade quanto à **amônia**;
- 30,87% dos registros (197 amostras) em não conformidade quanto à **cor**;
- 5,49% dos registros (30 amostras) em não conformidade quanto ao **chromo**;
- 2,93% dos registros (16 amostras) em não conformidade quanto ao **arsênio**;
- 2,93% dos registros (16 amostras) em não conformidade quanto ao **níquel**;
- 0,55 % dos registros (3 amostras) em não conformidade quanto ao **sulfato**;
- 0,18 % dos registros (1 amostra) em não conformidade quanto ao **mercúrio**; e,
- 0,18 % dos registros (1 amostra) em não conformidade quanto ao **cobre**.

Quadro 11.3.2 - 2 – Histórico de não conformidades por poço/cacimba coletados de 2012 a 2014 (quando não indicada a variável encontra-se em conformidade com a legislação pertinente)

COLETA	1 (OUT/2012)	2 (DEZ/2012)	3 (MAR/2013)	4 (MAI/2013)	5 (AGO/2013)	6 (OUT/2013)	7 (JAN/2014)	8 (ABR/2014)	9 (JUL/2014)	10 (OUT/2014)
PERÍODO	SECA	ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA
POÇO/ CACIMBA ³	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO									
ALT-C2	pH, turbidez, coliformes fecais, alumínio	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro e alumínio	pH e coliformes fecais	pH	pH e alumínio	pH, ferro e alumínio	pH e alumínio	pH, coliformes fecais	pH, coliformes fecais	pH, turbidez, coliformes fecais e alumínio
ALT-C6	pH, coliformes fecais, alumínio	pH, coliformes fecais, ferro alumínio e chumbo	pH e alumínio	pH, coliformes fecais e alumínio	pH, turbidez e alumínio	pH, coliformes fecais, ferro e alumínio	pH, turbidez, alumínio	pH, coliformes fecais, alumínio	pH, alumínio	pH, coliformes fecais, alumínio
ALT-C17	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro e alumínio	pH, turbidez e ferro	pH, turbidez, coliformes fecais e ferro	pH, turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro e alumínio	pH, turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, cor, turbidez coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês	Turbidez, coliformes fecais, ferro, manganês	pH, cor, coliformes fecais, ferro e alumínio	Não coletado
ALT-C19	pH, coliformes fecais, ferro, alumínio	pH, cor, nitrato, ferro, alumínio	pH, coliformes fecais, nitrato, alumínio	pH, coliformes fecais e alumínio	Não coletado	pH, coliformes fecais, nitrato, amônia e alumínio	pH, nitrato, alumínio	pH, nitrato, alumínio	pH, nitrato, alumínio	pH, nitrato, alumínio
ALT-C25/ALT-C26	pH, turbidez, ferro	pH	pH e nitrato	pH, nitrato e amônia	pH, amônia e alumínio	pH e amônia	pH e nitrato	pH, coliformes fecais, nitrato	pH, nitrato, amônia	pH, coliformes fecais, nitrato, amônia
ALT-PT4	-	Coliformes fecais	-	-	Ferro e manganês	Coliformes fecais	-	-	-	Amônia
ALT-PT7	pH, ferro	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH	pH, turbidez
ALT-PT9	pH, ferro	pH, cor, turbidez e ferro	Não coletado	pH, ferro	pH, amônia e ferro	pH, amônia e ferro	pH e ferro	Coliformes fecais, ferro	pH, turbidez, ferro	pH, turbidez, ferro
ALT-PT10		pH, cor e ferro	pH e coliformes fecais	pH e turbidez	Não coletado	pH	Coliformes fecais	pH	pH	pH
ALT-PT29	pH	-	-	-	pH e coliformes fecais	-	Coliformes fecais	-	Turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro, manganês	-
PZ-RX8/ALT-PTR	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Ferro e manganês	-	Turbidez, ferro
SP-C1	pH, coliformes fecais	-	pH e coliformes fecais	pH	pH e coliformes fecais	pH	pH e coliformes fecais	Coliformes fecais	Coliformes fecais	Turbidez, coliformes fecais, ferro e alumínio
SP-C2	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, alumínio	pH e cor	pH, coliformes fecais, ferro, alumínio e manganês	pH, coliformes fecais, ferro e alumínio	pH e coliformes fecais	pH, coliformes fecais, ferro e alumínio	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH, coliformes fecais e alumínio	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro e alumínio

³ - ALT-C = cisterna/cacimba cadastrada e monitorada na área urbana de Altamira; ALT-PT = poço cadastrado e monitorado na área urbana de Altamira; SP-C = cisterna/cacimba cadastrada e monitorada na região do Sítio Pimental; SP-PT = poço cadastrado e monitorado na região do Sítio Pimental; BM-PT = poço cadastrado e monitorado na área urbana da localidade Belo Monte; BMP-C = cisterna/cacimba cadastrada e monitorada na área urbana da localidade Belo Monte; BMP-PT = poço cadastrado e monitorado na área urbana da localidade Belo Monte do Pontal; PZ-ALT = poço de monitoramento instalado na área urbana de Altamira; PZ-RX = poço de monitoramento instalado no entorno do futuro Reservatório Xingu; e, PZ-RI = poço de monitoramento instalado no entorno do futuro Reservatório Intermediário.

COLETA	1 (OUT/2012)	2 (DEZ/2012)	3 (MAR/2013)	4 (MAI/2013)	5 (AGO/2013)	6 (OUT/2013)	7 (JAN/2014)	8 (ABR/2014)	9 (JUL/2014)	10 (OUT/2014)
PERÍODO	SECA	ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA
POÇO/ CACIMBA ³	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO									
SP-PT1	Cor, turbidez, ferro, manganês	Cor	Ferro e manganês	Ferro e manganês	Manganês	-	Ferro e manganês	-	Ferro e manganês	-
BM-PT1	Manganês	Manganês	Manganês	Manganês	Manganês	Manganês	-	Sulfato	Não coletado	Não coletado
BM-PT2	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, manganês	Ferro e manganês	Turbidez, coliformes fecais, ferro, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro e manganês	Turbidez, coliformes fecais, ferro e manganês	Turbidez, coliformes fecais, ferro e manganês	Turbidez, ferro, alumínio, manganês	Ferro e manganês	Ferro e manganês	Turbidez, coliformes fecais, ferro, manganês
BM-PT3	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro e manganês	Não coletado	Ferro e manganês	Ferro e manganês	Turbidez, coliformes fecais, ferro e manganês	Manganês	Coliformes fecais, manganês	-	Não coletado	-
BMP-C1	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro e alumínio	Coliformes fecais e ferro	pH, turbidez e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH	pH, coliformes fecais e amônia	pH, turbidez, coliformes fecais	Turbidez, coliformes fecais, ferro e manganês	pH, coliformes fecais	Coliformes fecais
BMP-C2	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro e alumínio	Coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio	Coliformes fecais	pH, coliformes fecais	pH
BMP-PT2/BMP-C3	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, manganês	Turbidez, ferro e manganês	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Cor, turbidez, coliformes fecais	pH, turbidez, ferro	pH
BMP-PT1	Não coletado	pH, coliformes fecais e ferro	pH	Turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	-	-	Coliformes fecais	Coliformes fecais, sulfato.	-	Ferro
PZ-ALT3	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, manganês	pH, cor, amônia, ferro, alumínio, arsênio, chumbo, cromo níquel e manganês	pH, turbidez, nitrato, ferro, alumínio, níquel e manganês	pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro, alumínio, chumbo, níquel e manganês	Não coletado	Não coletado	Não coletado	pH, cor, coliformes fecais, ferro, alumínio, arsênio, chumbo, níquel, manganês	Não coletado	Não coletado
PZ-ALT4	pH, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, nitrato, ferro, alumínio e manganês	pH, nitrato, ferro, alumínio e manganês	pH, turbidez, nitrato, amônia, alumínio e manganês	pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro, alumínio e manganês	pH, coliformes fecais, nitrato, amônia, ferro, alumínio e manganês	pH, nitrato, amônia, ferro, alumínio, manganês	pH, nitrato, amônia, alumínio, manganês	pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro, alumínio, manganês
PZ-ALT7	Cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio e manganês	pH, ferro, alumínio e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio, manganês
PZ-ALT8	pH, cor, ferro, alumínio, chumbo, manganês	Cor, coliformes fecais, ferro e alumínio	pH, nitrato, alumínio e manganês	Turbidez, coliformes fecais e alumínio	Turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro e alumínio	pH, turbidez, coliformes fecais, nitrato, amônia, ferro e alumínio	pH, coliformes fecais, nitrato, ferro, alumínio	pH, coliformes fecais, alumínio	Turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio	pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro, alumínio
PZ-ALT9	pH, turbidez, ferro, alumínio,	pH, cor, nitrato, ferro, alumínio,	pH, nitrato, ferro e alumínio	pH	pH, turbidez, nitrato, ferro e	pH, coliformes fecais, nitrato, ferro,	pH, turbidez, ferro, alumínio	pH	pH, turbidez, nitrato, ferro,	pH, turbidez, nitrato, ferro, alumínio,

COLETA	1 (OUT/2012)	2 (DEZ/2012)	3 (MAR/2013)	4 (MAI/2013)	5 (AGO/2013)	6 (OUT/2013)	7 (JAN/2014)	8 (ABR/2014)	9 (JUL/2014)	10 (OUT/2014)
PERÍODO	SECA	ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA
POÇO/ CACIMBA ³	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO									
	manganês	chumbo, cromo manganês			alumínio	alumínio e manganês			alumínio	chumbo, manganês
PZ-ALT11	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	Coliformes fecais, ferro, alumínio e manganês	Ferro, alumínio e manganês	Turbidez, coliformes fecais, ferro e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio e manganês	pH, nitrato, ferro, alumínio, arsênio e chumbo	Turbidez, ferro, alumínio, manganês	Nitrato e ferro	Coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, nitrato, ferro, alumínio, chumbo, manganês
PZ-ALT12	Cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, ferro e manganês	pH, ferro e manganês	pH, ferro e manganês	pH, ferro e manganês	pH, turbidez, ferro e manganês	pH, ferro, alumínio, manganês	pH, ferro, manganês	pH, ferro, manganês	pH, turbidez, ferro, manganês
PZ-ALT13	pH, cor, turbidez, coliformes fecais	pH, ferro e alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio e manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro, alumínio e manganês	pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro e alumínio	pH, turbidez, ferro e alumínio	pH, coliformes fecais, amônia, ferro, alumínio	pH, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro, alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e cromo
PZ-ALT14	pH, cor turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, ferro, alumínio e manganês	pH	pH	pH, turbidez, nitrato, ferro e alumínio	pH, turbidez, nitrato, ferro e alumínio	pH, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro, alumínio	pH, nitrato, alumínio	pH, turbidez, coliformes fecais, nitrato, amônia, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, turbidez, nitrato, ferro, alumínio
PZ-ALT16	Cor, turbidez, amônia, ferro, manganês	Cor, amônia, ferro e manganês	Turbidez, amônia, ferro e manganês	Turbidez, amônia, ferro e manganês	pH, turbidez, amônia, ferro e manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro, alumínio e manganês	Turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro, manganês	Amônia, ferro, manganês	Turbidez, amônia, ferro, manganês	Turbidez, amônia, ferro, alumínio, manganês
PZ-ALT17	Cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio e manganês	Cor, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo, níquel e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio, chumbo, cromo, níquel e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio, chumbo, cromo, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, arsênio, chumbo, cromo, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo, manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo, cromo, manganês
PZ-ALT18	pH, cor, ferro, alumínio	pH, ferro, alumínio e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio e manganês	pH	pH, turbidez, ferro e alumínio	pH, turbidez, nitrato, ferro e alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH e alumínio	pH, turbidez, nitrato, ferro, alumínio	pH, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro, alumínio
PZ-LX-ALT1	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês	Ferro, alumínio, chumbo e manganês	Não coletado	Não coletado	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	Não coletado	Não coletado	pH, turbidez, amônia, ferro, alumínio, chumbo, manganês	Não coletado	Não coletado
PZ-LX-ALT2	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Turbidez, amônia, ferro, alumínio e manganês	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado
PZ-LX-ALT3	Cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	Cor, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio, chumbo e manganês	Cor, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês	Turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês

COLETA	1 (OUT/2012)	2 (DEZ/2012)	3 (MAR/2013)	4 (MAI/2013)	5 (AGO/2013)	6 (OUT/2013)	7 (JAN/2014)	8 (ABR/2014)	9 (JUL/2014)	10 (OUT/2014)
PERÍODO	SECA	ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA
POÇO/ CACIMBA ³	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO									
PZ-LX-ALT4	Não havia água suficiente para coleta	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não havia água suficiente para coleta	Não coletado	Não coletado
PZ-LX-ALT6	Só foram medidos parâmetros <i>in situ</i>	Só foram medidos parâmetros <i>in situ</i>	pH, turbidez e coliformes fecais	pH e turbidez	Não coletado	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio, chumbo, cobre, níquel e manganês	Turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês
PZ-RAPELD	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado
PZ-RX-2	Cor, turbidez, ferro, alumínio, níquel, manganês	Coliformes fecais, ferro, alumínio e manganês	-	pH e manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, cromo e manganês	pH e ferro	pH	pH, turbidez, ferro, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, manganês
PZ-RX-3	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Turbidez, ferro, alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio
PZ-RX-4	pH, ferro, alumínio, chumbo, cromo, manganês	pH (só foram medidos parâmetros <i>in situ</i>)	pH e turbidez	pH, amônia, ferro, alumínio e manganês	Não coletado	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo e manganês	pH, ferro, alumínio, chumbo, cromo, manganês	pH, turbidez, sulfato, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês
PZ-RX-5	pH, coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, ferro, alumínio e manganês	pH	pH, turbidez, ferro e alumínio	pH, turbidez, ferro e alumínio	pH, ferro, alumínio, chumbo manganês	pH e coliformes fecais	pH, turbidez, ferro, alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio
PZ-RX-6	Cor, turbidez	pH, ferro, chumbo e manganês	Ferro e manganês	Ferro e manganês	Turbidez, ferro, alumínio e manganês	Turbidez, ferro e manganês	pH, coliformes fecais, amônia, ferro, manganês	Turbidez, coliformes fecais, ferro, manganês	Ferro	Turbidez, ferro, alumínio, manganês
PZ-RX-7	pH, cor, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo, cromo	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo e manganês	pH, ferro e alumínio	pH	pH, turbidez, ferro e alumínio	pH, ferro e alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo	pH	pH, ferro	pH, ferro, alumínio
PZ-RX-9	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio, chumbo e manganês	pH, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, ferro, alumínio, arsênio, chumbo e manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, ferro, alumínio	pH, coliformes fecais, ferro	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo
PZ-RX-10	Não coletado	Ferro e manganês	pH, turbidez, ferro e manganês	Turbidez, ferro e manganês	Coliformes fecais	pH, coliformes fecais, ferro, alumínio e manganês	Ferro, alumínio	-	Turbidez, ferro e alumínio	Turbidez, ferro, alumínio.
PZ-RI-1	pH, cor, coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, ferro, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio, chumbo e manganês	pH, ferro e alumínio	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, arsênio, chumbo e manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio, chumbo, manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo, manganês

COLETA	1 (OUT/2012)	2 (DEZ/2012)	3 (MAR/2013)	4 (MAI/2013)	5 (AGO/2013)	6 (OUT/2013)	7 (JAN/2014)	8 (ABR/2014)	9 (JUL/2014)	10 (OUT/2014)
PERÍODO	SECA	ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA
POÇO/ CACIMBA ³	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO									
PZ-RI-2	Não coletado	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo, níquel e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo, níquel e manganês	Não coletado	Não coletado	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio, chumbo, cromo, níquel e manganês	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, arsênio, chumbo, cromo, níquel, manganês	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo, mercúrio, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo, manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo, cromo, níquel, manganês
PZ-RI-3	pH, cor, coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês	Só foram medidos parâmetros <i>in situ</i>	Não coletado	pH, turbidez, ferro, alumínio e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, ferro, alumínio, chumbo, cromo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio, chumbo, cromo, níquel, manganês	pH, turbidez, ferro e alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo, níquel, manganês
PZ-RI-4	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Turbidez, ferro, alumínio, manganês	Não coletado	Não coletado
PZ-RI-5	pH, cor, coliformes fecais, ferro, manganês	pH e manganês	pH	pH	pH e amônia	pH, coliformes fecais, amônia, ferro e alumínio	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH, ferro	pH, turbidez
PZ-RI-6	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado
PZ-RI-7	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo, cromo, manganês	pH (só foram medidos parâmetros <i>in situ</i>)	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo e manganês	pH, turbidez, amônia, ferro, alumínio, chumbo, cromo, níquel e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio, chumbo cromo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo e manganês	Não coletado	pH, turbidez, amônia, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês	Turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês
PZ-RI-8	Coliformes fecais (não foram analisados todos os parâmetros)	Não coletado	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e manganês	Não coletado	pH, turbidez, amônia, ferro, alumínio, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo, cromo e manganês	pH, coliformes fecais, ferro, alumínio, chumbo, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, manganês	Turbidez, ferro, alumínio, chumbo, manganês

Quadro 11.3.2 - 3 – Histórico de não conformidades por poço/cacimba coletados de 2015 (quando não indicada a variável encontra-se em conformidade com a legislação pertinente)

COLETA	11 (JAN/2015)	12 (ABR/2015)	13 (JUL/2015)	14 (OUT/2015)
PERÍODO	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA
POÇO/ CACIMBA ⁴	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO			
ALT-C2	pH, cor aparente, turbidez	pH, coliformes fecais	pH, turbidez, coliformes fecais	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio
ALT-C6	Cor aparente, turbidez, ferro total	Ferro total	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais	pH
ALT-C17/PZ-ALT20	Não coletado	Não coletado	Cor aparente, turbidez, ferro total, manganês	Cor aparente, turbidez, ferro total, manganês
ALT-C19	Não coletado	Não coletado	pH, nitrato	pH, cor aparente, turbidez, nitrato
ALT-C25/ALT-C26	Turbidez	Cor aparente, turbidez, ferro total	pH, cor aparente, coliformes fecais, nitrato	pH, cor aparente, turbidez, nitrato
ALT-PT4	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais	Coliformes fecais	Cor aparente, coliformes fecais
ALT-PT7	Turbidez	pH, coliformes fecais	pH, , cor aparente	pH, turbidez
ALT-PT9/PZ-ALT1	Cor aparente, turbidez, alumínio	pH, cor aparente, coliformes fecais	pH, cor aparente, turbidez	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total, alumínio
ALT-PT10	Turbidez, Coliformes fecais, chumbo	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total	pH	pH
ALT-PT29	Não coletado	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total, alumínio, manganês	Cor aparente, ferro total, manganês	
PZ-RX8/ALT-PTR	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, manganês	Cor aparente	Cor aparente, turbidez, manganês
SP-C1	pH, cor aparente, turbidez	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro total	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais	Cor aparente, coliformes fecais, ferro total
SP-C2	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais, nitrato	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais
SP-PT1	pH, cor aparente, turbidez, nitrato	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais	Cor aparente, turbidez, ferro total	Turbidez
BM-PT1	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total	Turbidez, coliformes fecais, ferro total, manganês	Não coletado	Não Coletado
BM-PT2	pH, turbidez, manganês	pH, cor aparente, manganês	Cor aparente, turbidez, ferro total, manganês	Cor aparente, turbidez, ferro total
BM-PT3	cor aparente, turbidez, ferro total	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total		Turbidez
BMP-C1	pH, cor aparente, turbidez, nitrato	pH, cor aparente, turbidez, ferro total	Coliformes fecais	pH, cor aparente, coliformes fecais
BMP-C2	Cor aparente, turbidez, ferro total, manganês	Cor aparente, turbidez, manganês	pH, coliformes fecais	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total
BMP-PT2/BMP-C3	cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total	pH, cor aparente, turbidez	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro total	pH, turbidez , coliformes fecais
BMP-PT1	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro total, alumínio	pH, cor aparente, turbidez	Não coletado	
PZ-ALT3	Não coletado	Cor aparente, turbidez, ferro total, manganês	Não coletado	Não Coletado
PZ-ALT4	Não coletado	cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total, manganês	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total, alumínio, manganês	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total, manganês
PZ-ALT7	Cor aparente, turbidez,	pH, cor aparente, turbidez, ferro total	pH, cor aparente, turbidez , nitrato, ferro total	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio,

⁴ - ALT-C = cisterna/cacimba cadastrada e monitorada na área urbana de Altamira; ALT-PT = poço cadastrado e monitorado na área urbana de Altamira; SP-C = cisterna/cacimba cadastrada e monitorada na região do Sítio Pimental; SP-PT = poço cadastrado e monitorado na região do Sítio Pimental; BM-PT = poço cadastrado e monitorado na área urbana da localidade Belo Monte; BMP-C = cisterna/cacimba cadastrada e monitorada na área urbana da localidade Belo Monte; BMP-PT = poço cadastrado e monitorado na área urbana da localidade Belo Monte do Pontal; PZ-ALT = poço de monitoramento instalado na área urbana de Altamira; PZ-RX = poço de monitoramento instalado no entorno do futuro Reservatório Xingu; e, PZ-RI = poço de monitoramento instalado no entorno do futuro Reservatório Intermediário.

COLETA	11 (JAN/2015)	12 (ABR/2015)	13 (JUL/2015)	14 (OUT/2015)
PERÍODO	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA
POÇO/ CACIMBA ⁴	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO			
				manganês
PZ-ALT8	Não coletado	Não havia água suficiente para coleta	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais	Cor aparente, turbidez, ferro total
PZ-ALT9	Cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio, manganês	Cor aparente, turbidez, ferro total, manganês	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro total
PZ-ALT11	Não coletado	Não coletado	Cor aparente, turbidez	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total, alumínio, manganês
PZ-ALT12	Cor aparente, turbidez	pH, turbidez	Cor aparente, manganês	pH, cor aparente, ferro total, manganês
PZ-ALT13	pH, cor aparente, turbidez	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio
PZ-ALT14	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio, manganês	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio, manganês	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total
PZ-ALT16	pH, cor aparente, turbidez, ferro total	pH, cor aparente, coliformes fecais	Cor aparente, turbidez, ferro total, manganês	Cor aparente, turbidez, ferro total, manganês
PZ-ALT17	cor aparente, turbidez,	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total	pH, cor aparente, turbidez	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio, manganês
PZ-ALT18	pH, alumínio	pH, coliformes fecais	pH, cor aparente, turbidez, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total, alumínio
PZ-LX-ALT1	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total	pH, turbidez, coliformes fecais,	Cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio, manganês	Não coletado
PZ-LX-ALT2	Cor aparente, turbidez,	Ferro total	Não coletado	Não coletado
PZ-LX-ALT3	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, ferro total	pH, cor aparente, turbidez	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio, manganês
PZ-LX-ALT4	cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, ferro total	Não Coletado	Não coletado
PZ-LX-ALT6	pH (foram medidos apenas os parâmetros <i>in situ</i>)	Não coletado	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio, manganês	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio, manganês
PZ-RAPELD	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não Coletado
PZ-RX-2	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio	Não coletado	pH, cor aparente, turbidez	
PZ-RX-3	Não coletado	Não coletado	pH, cor aparente, ferro total	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio, manganês
PZ-RX-4	Cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio, manganês	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio, manganês	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, chumbo, manganês
PZ-RX-5	Cor aparente, turbidez	pH, cor aparente, turbidez	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total
PZ-RX-6	pH, cor aparente, turbidez	pH, coliformes fecais	Cor aparente, turbidez	Cor aparente, turbidez, ferro total
PZ-RX-7	Cor aparente, turbidez, ferro total	Ferro total	pH, cor aparente, coliformes fecais	pH, cor aparente, turbidez, ferro total
PZ-RX-9	Não coletado	Não coletado	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total
PZ-RX-10	Não coletado	Não coletado	Cor aparente, turbidez	Cor aparente
PZ-RI-1	Turbidez	Cor aparente, turbidez, ferro total	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio	Cor aparente, turbidez, ferro total, manganês
PZ-RI-2	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total, manganês
PZ-RI-3	Turbidez	pH, coliformes fecais	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, manganês
PZ-RI4	Cor aparente, turbidez, alumínio	pH, cor aparente, coliformes fecais	Não coletado	Não coletado

COLETA	11 (JAN/2015)	12 (ABR/2015)	13 (JUL/2015)	14 (OUT/2015)
PERÍODO	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA
POÇO/ CACIMBA ⁴	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO			
PZ-RI-5	Turbidez, coliformes fecais, chumbo	Cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total	Não coletado	Não Coletado
PZ-RI-6	Não coletado	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, ferro total, alumínio, manganês	Não coletado	Não Coletado
PZ-RI-7	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, nitrato, manganês	pH, cor aparente, turbidez, ferro total	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio, manganês
PZ-RI-8	pH, cor aparente, turbidez	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro total	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, manganês

11.3.2.2.1. DIAGRAMAS DE PIPER

Trimestralmente, são confeccionados Diagramas de *Piper*, de acordo com os resultados das análises obtidas após cada Coleta Trimestral. O **Anexo 11.3.2 - 15** apresenta a classificação das águas subterrâneas de todas as coletas realizadas até o momento, considerando as quatro campanhas do ano de 2015.

Este item apresenta as conclusões dessas análises por grupo de poços avaliados, em cada área de monitoramento. Ressalta-se que a diferença na quantidade de poços/cisternas amostrados se deve ao fato de que nem sempre há água suficiente para a realização de todas as análises, principalmente no período de seca. A classificação foi feita para diferentes grupos de resultados:

1) Poços e cisternas na área urbana de Altamira (137 amostras):

Nos períodos de enchente e cheia, a maior parte das amostras mantém a classificação, indicando que não houve significativa diluição dos elementos em função das águas de recarga ou das águas do rio que, por inversão de fluxo, alimentam os aquíferos freáticos.

Na maior parte dos poços/cacimbas a classificação é mantida, nos períodos de vazante e seca do rio Xingu, indicando estabilidade nos controles geogênicos, pedogênicos ou antropogênicos na composição química atual das águas.

2) Poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira (198 amostras):

Nos períodos de enchente e cheia, mais de 50% das amostras são classificadas como cloretadas sódico-potássicas; o restante como bicarbonatadas cálcicas e cloretadas magnesianas. A classificação é mantida (nos ciclos hidrológicos considerados), indicando estabilidade nos controles geogênicos, pedogênicos ou antropogênicos na composição química atual das águas.

Para os poços de monitoramento, a maior parte das amostras também mantém a classificação, nos períodos de vazante da região, mais uma vez indicando estabilidade nos controles geogênicos, pedogênicos ou antropogênicos na composição química das águas. Em alguns resultados há mudança no ânion predominante que passa de sulfato para cloreto, por provável entrada de cloreto de águas servidas infiltradas; em outros, há mudança do ânion dominante, que passa de cloreto para bicarbonato, o que sugere maior peso do controle geogênico. Nos pontos nos quais a água, que não apresenta dominância química, passa a ser bicarbonatada sódica, sugerem provável contaminação (corroborada pelos valores anômalos de pH).

Nos períodos de seca, as águas subterrâneas amostradas mantêm a mesma classificação nos ciclos hidrológicos considerados. Estes dados indicam que os controles geológico e pedogênico na composição das águas são mais estáveis e

evidentes na época de seca, o que já é esperado, pois neste período há maior tempo de contato entre as águas e seu reservatório (solo ou rocha).

3) Poços e cisternas monitorados na região do Sítio Pimental (42 amostras):

Nos meses de cheia, as amostras mantiveram a mesma classificação, indicando se tratar de águas em contato com saprolito ou rocha fresca, que mantém a composição química. Já nos períodos de enchente, o padrão químico se manteve igual nas duas primeiras coletas, e, na terceira, três amostras tiveram sua classificação alterada, mostrando que houve redução da diluição das águas de chuva.

O comportamento da composição química das águas mostra mudança da classificação, indicando menor influência da diluição pelas águas de chuva, nos períodos de vazante do rio Xingu. Nos períodos de seca, há maior estabilidade química das águas em um ponto, e a mudança da classe de água mista para bicarbonatada cálcica indica maior controle do contato água-rocha na composição da água subterrânea.

4) Poços e cisternas cadastrados nas localidades Belo Monte, Município de Vitória do Xingu, e de Belo Monte do Pontal, Município de Anapú, (81 amostras):

Para esta região, a maioria das amostras demonstra mudança na composição química das águas em todos os períodos, indicando que a diluição e o controle geogênico são igualmente responsáveis pela composição química das águas freáticas monitoradas.

5) Poços de monitoramento instalados no entorno do Reservatório Xingu (102 amostras):

Os resultados para este grupo indicam que, para a época de vazante, há mudança de cloretada sódica para bicarbonatada sódica em alguns poços, o que indica troca do cloreto pelo bicarbonato no conjunto de ânions predominante. No período seco, há maior estabilidade química das águas, sendo que apenas em um poço há mudança da classificação, que passa de água mista para bicarbonatada sódica. Nos demais períodos, a diversificação mais ampla da classificação deve ser em função da maior variedade de ambientes geológicos e materiais pedogenéticos interceptados pelos poços.

De qualquer modo não está claro qual o controle que faz com que ocorra a mudança de classificação das águas, se por diluição ou se por carreamento de substâncias com as águas de recarga do aquífero.

6) Poços de monitoramento instalados no entorno do Reservatório Intermediário (69 amostras):

No entorno do futuro Reservatório Intermediário, os poços monitorados apresentam comportamento contrastante quando comparado aos dados dos

poços das demais localidades. As águas mostram maior estabilidade química na época de vazante do que no período de seca. Aparentemente, na seca o controle geogênico fica mais nítido, entretanto, não se pode descartar a possibilidade de que a contaminação por cloreto cause a mudança da classificação das águas. Em amostras nas quais há mudança no ânion predominante, que passa de sulfato para cloreto, é provável que represente a entrada de cloreto de águas negras (caso haja nas proximidades dos poços alguma fossa negra, ou mesmo pela infiltração de excrementos animais) e cinzas (nas proximidades de residências rurais) infiltradas.

O cloreto, nas águas subterrâneas, é oriundo da percolação da água através de solos e rochas. As descargas de esgotos sanitários são fontes importantes de cloreto, sendo que cada pessoa expõe através da urina cerca de 4 g/dia de cloreto, sendo o restante expelido pelas fezes e pelo suor (WHO, 2009)⁵. Tais quantias fazem com que os esgotos apresentem concentrações de cloreto que ultrapassam 15 mg/L. O mesmo comportamento é observado na avaliação do sódio, uma vez que tais elementos, quando oriundos de contaminação antrópica, têm a mesma fonte que é representada pelo sal de cozinha (NaCl) lançado nos aquíferos a partir da infiltração em sistemas de saneamento *in situ*.

A maior parte das mudanças de composição das águas deve ser atribuída aos aquíferos freáticos, que são mais suscetíveis às variações por águas de rápida infiltração, variações por incrementos de íons a partir dos saprolitos e variações devidas à diluição, quando as chuvas se intensificam e regularizam na região. Caso o estudo incluísse poços tubulares profundos, com isolamento adequado da porção de solos e saprolitos, seria esperada maior estabilidade química das águas subterrâneas, uma vez que, nestes casos, há contato por maior tempo entre a água e seu reservatório.

11.3.2.2.2. VALORES DE NITRATO, NITRITO, AMÔNIA, pH, TDS, Na, K, Ca, Mg E CLORETO

O **Anexo 11.3.2 - 16** é composto pela apresentação gráfica dos valores dos parâmetros deste item, e tem como função facilitar a visualização dos resultados analíticos. A seguir, as conclusões dessas análises são apresentadas por grupo de poços avaliados, em cada área de monitoramento.

11.3.2.2.2.1. VALORES DE NITRATO (VMP = 10.000 µg/L), NITRITO (VMP = 1.000 µg/L) E AMÔNIA (VMP = 1,5 mg/L)

A análise dos resultados será apresentada para diferentes grupos:

⁵WHO. 2009. *Chemical hazards in drinking-water*. Disponível em: http://www.who.int/water_sanitation_health/dwq/chemicals/en/

1) Poços e cisternas analisados na área urbana de Altamira (337 amostras):

De acordo com a Portaria nº 2914/2011, valores de nitrato acima de 10.000 µg/L estão fora do padrão. Os pontos que apresentam valores de amônia > 1,5 mg/L evidenciam a contaminação por esgoto doméstico nas proximidades do ponto de amostragem.

A cidade de Altamira se situa sobre rochas que apresentam composições químicas essencialmente representadas por sílica, alumínio, ferro, cálcio e magnésio (basaltos e diques da Formação Penatecaua, além de siltitos e folhelhos da Formação Trombetas). Considerando que na geologia local não existe nenhum mineral que possa ser considerado fonte natural de substâncias nitrogenadas, valores de nitrato acima de 5 mg/L também evidenciam contaminação.

2) Poços e cisternas monitorados na região do Sítio Pimental (42 amostras):

Nas 14 (quatorze) coletas trimestrais realizadas até o momento na região do Sítio Pimental, nenhum ponto analisado apresentou valor de nitrato, nitrito e amônia acima do VMP previsto na legislação vigente, não apresentando evidências de contaminação por esgoto doméstico, mostrando que estas águas apresentam boa qualidade, próxima à natural, sem efeitos do uso e ocupação do território na composição das águas subterrâneas.

3) Poços e cisternas cadastrados nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal (80 amostras):

Nas localidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, nenhum ponto analisado apresentou valor de nitrato, nitrito e amônia acima do VMP previsto na legislação vigente, não apresentando evidências de contaminação por esgoto doméstico.

4) Poços de monitoramento instalados no entorno do Reservatório Xingu (102 amostras):

No entorno do futuro Reservatório Xingu, apenas dois pontos apresentaram valores de amônia acima do VMP previsto na legislação vigente, em diferentes períodos do ano. Vale ressaltar que o PZ-RX4 está localizado nas imediações de uma área recreativa (local conhecido pela população de Altamira como Pedral), que é utilizada pelos moradores da cidade, principalmente nos fins de semana (a área conta com edificações constituídas de churrasqueira, banheiros e bar). O PZ-RX6 está situado em região de agricultura e pecuária, podendo haver eventualmente circulação de animais, principalmente gado.

5) Poços de monitoramento instalados no entorno do Reservatório Intermediário (69 amostras):

No entorno do futuro Reservatório Intermediário, três pontos apresentaram valores de amônia acima do VMP previsto na legislação vigente, em diferentes períodos

do ano: o poço PZ-RI 5, evidenciando contaminação por esgoto doméstico (propriedade rural) ou infiltração de excrementos animais nas proximidades do ponto de amostragem; o poço PZ-RI 7, situado na localidade Belo Monte do Pontal, em frente à Unidade de Saúde, onde existe uma fossa negra; e o poço PZ-RI 8, localizado na área urbana da localidade Belo Monte, portanto provavelmente com contaminação devida à proximidade com algum sistema de saneamento *in situ* (fossa negra, fossa séptica com sumidouro ou vala de infiltração). Ressalta-se que estes dois últimos pontos (PZ-RI 7 e PZ-RI 8) situam-se, mais especificamente na região do Trecho de Restituição de Vazão (TRV), nas comunidades supracitadas que, no âmbito do Projeto, foram consideradas na rede de monitoramento do Reservatório Intermediário.

11.3.2.2.2.2. VALORES DE pH (VMP = 6,0 – 9,5)

De acordo com a Portaria Nº 2.914 (14/12/2011), que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade, é recomendável que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 e 9,5.

O pH representa a intensidade das condições ácidas ou alcalinas do meio líquido, por meio da medição da presença de íons hidrogênio (H⁺); seu valor influi na distribuição das formas livre e ionizada de diversos compostos químicos, além de contribuir para um maior ou menor grau de solubilidade das substâncias e de definir o potencial de toxicidade de vários elementos. As alterações de pH podem ter origem natural (dissolução de rochas, fotossíntese) ou antropogênica (despejos domésticos e industriais). Entretanto, o pH baixo não representa necessariamente fator de risco à saúde, pois o intervalo determinado para a potabilidade é proposto para proteção de corrosão e de incrustação nas tubulações adutoras, sem relação direta com interações orgânicas (Pereira, 2004 e Von Sperling, 1995)⁶.

- 1) Poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal (259 amostras):

A maioria dos pontos apresenta pH fora do padrão de potabilidade (parte deles é utilizada para consumo e abastecimento humano). Os valores de pH mostram que as águas freáticas são, de forma geral, levemente ácidas a neutras.

- 2) Poços de monitoramento instalados em Altamira (200 amostras):

Os valores de pH demonstram que as águas são ácidas a levemente ácidas, em concordância com as águas de precipitação pluvial, que é a principal fonte de recarga considerada para estas águas, além de demonstrar que os solos são pouco reativos.

⁶Pereira, R.S. 2004. Modelos de Qualidade de Água. Revista Eletrônica de Recursos Hídricos 1(1):37-48.
Von Sperling, M.V. 1995. Princípio do tratamento biológico de águas residuárias. IN: Introdução a qualidade das águas e ao tratamento de esgotos.

3) Poços de monitoramento instalados no entorno dos Reservatórios Xingu e Intermediário (191 amostras):

Os valores indicam, no geral, águas ácidas a levemente ácidas; a tendência é de que os valores de pH sejam mais altos no período com influência da seca e, provavelmente, menores com a infiltração de águas das chuvas, que são naturalmente mais ácidas.

Tanto nas áreas urbanas como no entorno dos futuros reservatórios, na maioria dos poços de monitoramento instalados, os valores de pH são menores que 6,0, evidenciando que toda a região tende a ter águas ácidas, assim como observado nas águas superficiais (resultados apresentados no relatório consolidado do Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Superficial - PBA11.4.1). O pH pode se tornar mais elevado após as interações água-aquífero, desde que a mineralogia das rochas-reservatórios seja favorável, por exemplo, na presença de carbonatos ou outros minerais insaturados em sílica (principalmente os feldspatoides - nefelina, sodalita, leucita etc. - olivinas ricas em magnésio, raros piroxênios, melilitas, perovskita e córindon - Wernick, 2004⁷).

De forma geral, o pH responde à entrada de águas de chuva, que são naturalmente mais ácidas. A variação nos dados de pH mostra que há uma pequena variação em função da sazonalidade.

11.3.2.2.2.3. VALORES DE TOTAIS DE SÓLIDOS DISSOLVIDOS (TDS) (VMP = 1.000 mg/L)

1) Poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal (259 amostras):

Nenhum ponto amostrado apresentou valor fora do padrão organoléptico de potabilidade (1.000 mg/L) da Portaria N^o 2.914 (14/12/2011), porém todos os valores superiores a 100 mg/L devem ser considerados como anômalos e muito provavelmente relacionados à contaminação antrópica. A contaminação do aquífero é favorecida pela existência de níveis de água rasos, somados à carência de saneamento básico, nos períodos da coleta, nas áreas urbanas, onde há grande quantidade de fossas e poços construídos sem requisitos mínimos de proteção sanitária.

2) Poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira (200 amostras):

⁷ Wernick, E. 2004. Rochas magmáticas: conceitos fundamentais e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica. São Paulo: Editora UNESP.

Na área urbana de Altamira, todos os poços de monitoramento apresentaram valores de TDS dentro dos padrões de potabilidade. Os valores superiores a 150 mg/L, mesmo estando dentro do VMP, devem ser considerados como possível contaminação, uma vez que os valores médios de *background* são inferiores a 50 mg/L.

- 3) Poços de monitoramento instalados no entorno dos Reservatórios Xingu e Intermediário (174 amostras):

A maioria dos dados dos poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios apresenta valores inferiores a 50 mg/L, coerentes com a geologia-solos e o clima chuvoso da região. Como os solos são profundos e representados por perfis muito intemperizados, os íons presentes nos saprolitos e rochas não são disponibilizados para as águas freáticas.

Valores superiores a 100 mg/l devem ser considerados como anômalos e muito provavelmente estão associados à contaminação antrópica ou representam substâncias introduzidas na fase de construção dos poços. No entanto, a própria desagregação mecânica do solo e saprolito favorecem a solubilização de fases minerais estáveis, que, depois de hidrolizadas pela água de recarga, voltam ao estágio de estabilização e diminuem sua disponibilização.

11.3.2.2.4. VALORES DE SÓDIO (VMP = 200.000 µg/L)

- 1) Poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal (258 amostras):

Nenhum poço/cacimba apresentou valor acima do VMP (200.000 µg/L) da Portaria Nº 2.914 (14/12/2011), nas 14 (quatorze) coletas trimestrais realizadas até o momento.

- 2) Poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira (197 amostras):

Nenhum dos poços de monitoramento instalado na área urbana de Altamira apresentou valor acima do VMP previsto na legislação vigente.

- 3) Poços de monitoramento instalados no entorno dos Reservatórios Xingu e Intermediário (149 amostras):

No entorno dos futuros Reservatórios, nenhum ponto, assim como nos demais pontos amostrados, apresentou valores acima do VMP (200.000 µg/L).

Em todos os casos, os valores superiores a 20 mg/L devem ser considerados como afetados por contaminação antrópica. Nos demais casos, nos quais o sódio é inferior a 15 mg/L, este elemento é considerado de origem geogênica e muito provavelmente é derivado da alteração de feldspatos alcalinos e outros minerais sódicos.

11.3.2.2.2.5. VALORES DE POTÁSSIO

- 1) Poços e cisternas cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal (258 amostras):

A maioria dos poços/cacimbas apresentam valores de potássio maiores nos períodos que sofrem influência das águas pluviais (período considerado como cheia na região - março a maio). Os valores até 9.000 µg/L são compatíveis com os ambientes geológicos monitorados. Os valores acima de 5.000 µg/L podem estar associados ao potássio liberado de argilominerais e/ou feldspatos sob condições de pH adequado.

Valores superiores a 10.000 µg/L devem ser considerados anômalos e provavelmente relacionados à contaminação por atividades agropecuárias ou por efluentes domésticos.

- 2) Poços de monitoramento instalados na área urbana Altamira (197 amostrados):

Na maioria dos poços/cisternas, os valores de potássio são menores que 10.000 µg/L. Valores superiores a 10.000 µg/L devem ser considerados anômalos e, provavelmente, relacionados à contaminação por atividades agropecuárias ou por efluentes domésticos.

- 3) Poços de monitoramento instalados no entorno dos Reservatórios Xingu e Intermediário (172 amostras):

A maioria dos valores é menor que 15.000 µg/L. Os poços PZ-RI2, PZ-RI3 e PZ-RI 7 apresentam valores anômalos em períodos diferentes. Apesar de não ter sido identificado nenhum foco de contaminação em suas proximidades, este valor é interpretado como vinculado a algum tipo de contaminação antrópica, provavelmente por atividades agropecuárias, em que o potássio é utilizado como fertilizante solúvel na forma de cloreto de potássio ou NPK (mistura de nitrato, fosfato e potássio).

11.3.2.2.2.6. VALORES DE CÁLCIO

- 1) Poços e cisternas cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal (259 amostras):

Os teores de cálcio para águas amostradas nessas localidades, que se encontram no intervalo de entre 20.000 e 50.000 µg/L, são compatíveis com águas que circulam em fraturas de diabásio, e, neste caso, a fonte de cálcio é representada pelo diopsídio (piroxênio rico em cálcio).

Os poços/cacimbas com valores do íon cálcio inferiores a 10.000 µg/L são compatíveis com águas armazenadas em latossolos ricos em óxidos e hidróxidos, sem uma fonte específica para o cálcio.

Valores muito superiores a 20.000 µg/L devem ser considerados como alerta à eventual contaminação, a qual deverá ser confirmada a partir dos valores de outras substâncias que se elevam de forma concomitante ao cálcio.

2) Poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira (198 amostras):

Como já observado para outras substâncias, nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, existe um número considerável de poços com valores de cálcio acima de 20.000 µg/L, cuja causa é atribuída à contaminação por atividades antrópicas.

3) Poços de monitoramento instalados no entorno dos Reservatórios Xingu e Intermediário (173 amostras):

A maioria dos resultados das águas coletadas nos poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios apresenta valores inferiores a 5.000 µg/L, o que é coerente com a geologia e os solos da região.

Alguns poços apresentaram valores maiores que 25.000 µg/L nas duas últimas campanhas, podendo ser atribuído à contaminação por atividades antrópicas.

11.3.2.2.7. VALORES DE MAGNÉSIO

1) Poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal (259 amostras):

Em Altamira, a maioria dos poços/cisternas apresenta teores de magnésio menores que 4.000 µg/L, exceto o ALT-PT29 e o ALT-PTR.

Nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal, a maioria dos resultados são > 4.000 µg/L.

As amostras que apresentam valores inferiores a 2.000 µg/L evidenciam águas de aquíferos freáticos associados a coberturas de solos.

2) Poços de monitoramento instalados em Altamira (197 amostras):

Na maioria dos poços, os teores são menores que 10.000 µg/L.

3) Poços de monitoramento instalados no entorno dos Reservatórios Xingu e Intermediário (173 amostras):

Os valores obtidos são compatíveis com as características geológicas da região, sendo que o magnésio é um componente comum em minerais máficos, como anfibólio, piroxênio e biotita, presentes nos gnaisses, granitos e migmatitos presentes na região.

11.3.2.2.8. VALORES DE CLORETO (VMP = 250.000 µg/L)

Em águas brutas e tratadas, geralmente os cloretos estão presentes (na forma de cloretos de sódio, cálcio e magnésio) em concentrações que podem variar de pequenos traços até centenas de mg/l. De acordo com a Portaria nº 2914/2011, para água potável o VMP é de 250.000 µg/L. Concentrações altas de cloretos podem restringir o uso da água em razão do sabor que eles conferem e pelo efeito laxativo que eles podem provocar.

- 1) Poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal (261 amostras):

Nenhum poço/cacimba apresentou valor acima do VMP permitido pela legislação vigente (250.000 µg/L).

Porém, alguns poços/cacimbas apresentam valores anômalos, principalmente nos período com déficit hídrico; apesar de dezembro ser o mês de início da enchente, as águas subterrâneas dependem da infiltração, que precisa de tempo para chegar até a zona saturada. Mesmo os poços com teores da ordem de 5.000 µg/L são considerados não compatíveis com os aquíferos, uma vez que não há nenhuma fase mineral que pode ser considerada fonte deste ânion.

Assim, considera-se que todos os poços com valores superiores a 10.000 µg/L são resultantes de infiltração a partir de águas residuárias do uso doméstico. Esta interpretação é corroborada pelo fato de o cloreto apresentar valores elevados em concordância com o sódio, o que é indicativo da origem a partir de efluentes sanitários.

- 2) Poços de monitoramento instalados em Altamira (197 amostras):

Nenhum poço/cisterna apresentou valores acima do VMP permitido pela legislação vigente (250.000 µg/L).

- 3) Poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros Reservatórios Xingu e Intermediário (146 amostras):

A maioria dos pontos amostrados em diferentes períodos apresenta valores de cloreto menores que 20.000 µg/L.

Porém, na coleta realizada em julho/2015 são observadas anomalias nos pontos PZ-RX5 e PZ-RX7, que apresentaram valores maiores que 40.000 µg/L; e PZ-RI3 e PZ-RI8 apresentaram valores acima do VMP permitido pela legislação vigente

(250.000 µg/L). O PZ-RI8 está situado na localidade de Belo Monte, portanto pode ser indicativo de efluentes sanitários.

11.3.2.2.3. ESPACIALIZAÇÃO DE VARIAÇÕES DE VALORES DE FERRO, CLORETO, AMÔNIA, NITRATO, CHUMBO, pH, COLIFORMES FECAIS E TURBIDEZ NA ÁREA URBANA DE ALTAMIRA

Neste item são apresentados mapas com a variação das principais variáveis utilizadas para avaliação da potabilidade da água, para a área urbana de Altamira.

Conforme mencionado no Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas, as áreas críticas na cidade de Altamira, devido aos possíveis riscos pela elevação do lençol freático e aos aspectos de vulnerabilidade à contaminação dos aquíferos, são definidas pelas porções com cotas altimétricas inferiores a 100 m, nas quais foram realizadas as atividades de relocação da população ali residente, demolição das edificações e estruturas existentes.

11.3.2.2.3.1. FERRO E CLORETO

Nos períodos de enchente e cheia, coincidentes com a maior concentração das chuvas, há a natural diluição de todos os elementos, pois as águas de precipitação são desprovidas de ferro. A **Figura 11.3.2 - 1** apresenta as variações dos valores de ferro total na área urbana de Altamira para os períodos de enchente e cheia para os anos de 2014 e 2015. Em janeiro/2015, se observa menor concentração de ferro, principalmente na porção NE da cidade. No período de enchente, abril/2015, também se pode observar menor concentração do elemento, porém em pontos mais localizados.

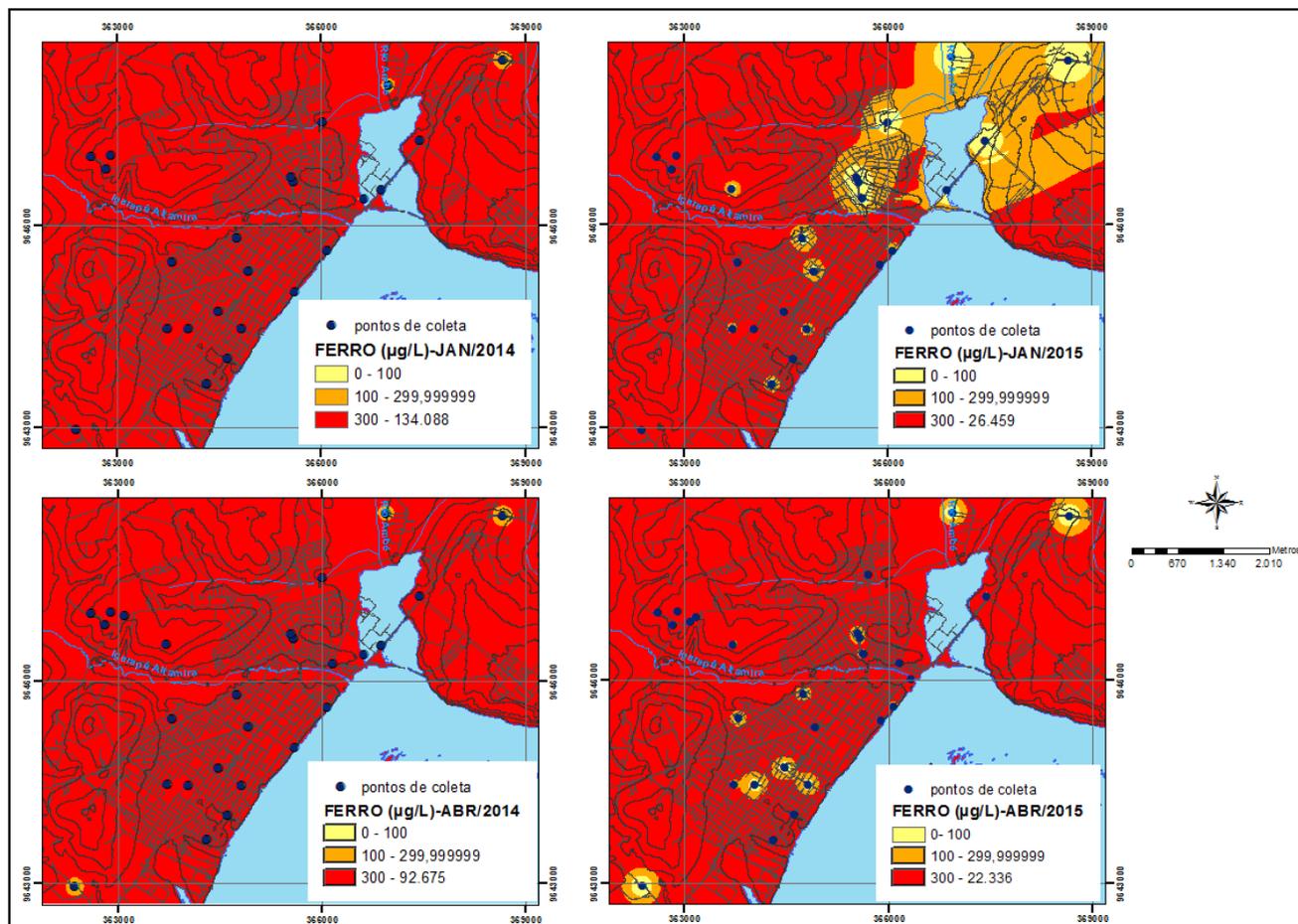


Figura 11.3.2 - 1 – Variação dos valores de ferro total nos períodos de enchente e cheia - 2014 e 2015, na área urbana de Altamira.

Nos períodos secos, há maior concentração do ferro total devido à menor recarga e consequente menor diluição deste metal nas águas freáticas, o que pode ser observado principalmente na porção NE do mapa. A **Figura 11.3.2 - 2** mostra as variações dos valores de ferro total para os períodos de vazante e seca de 2014 e 2015.

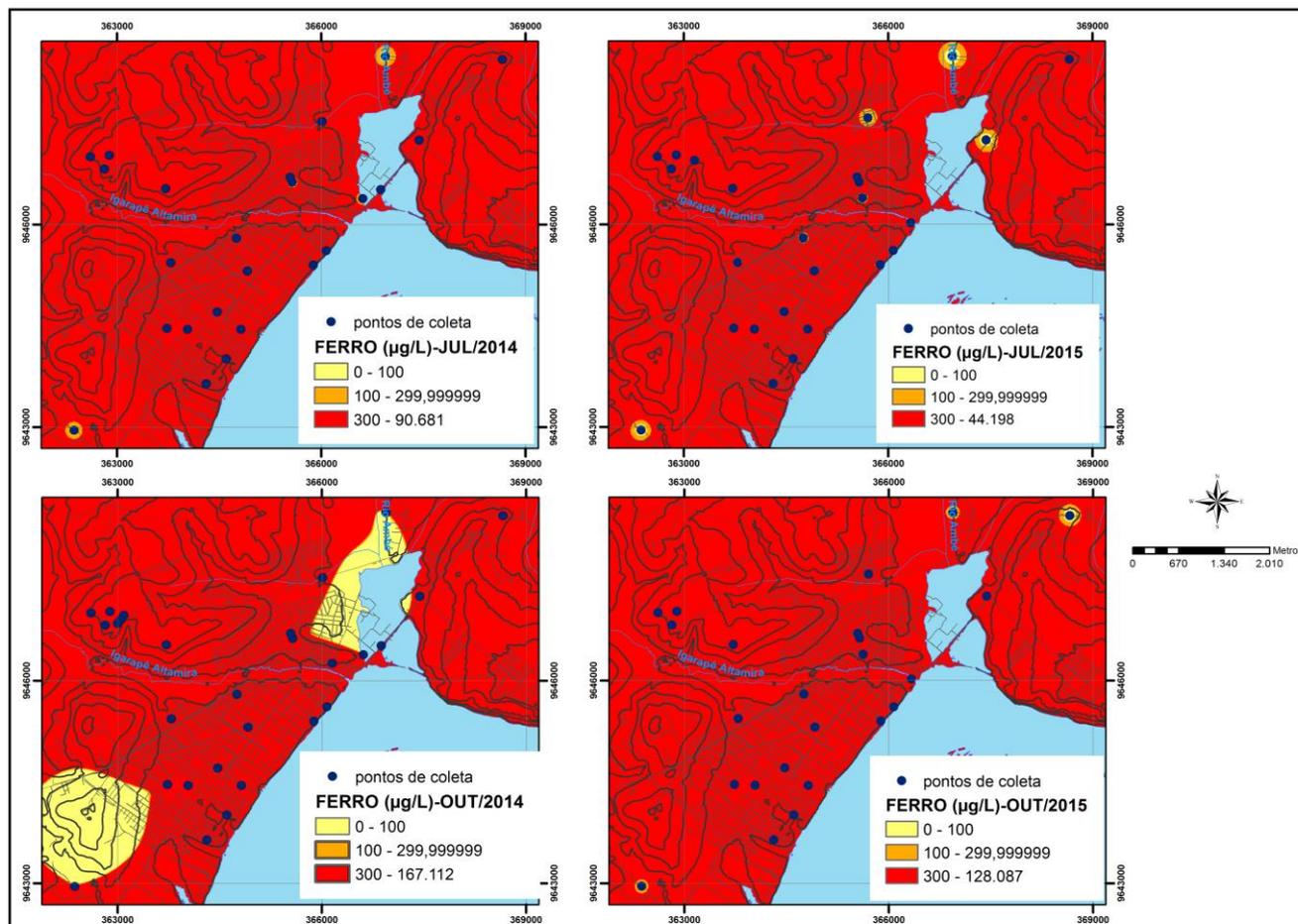


Figura 11.3.2 - 2 – Variação dos valores de ferro total, nos períodos de vazante e seca - 2014 e 2015 na área urbana de Altamira.

As variações dos valores de cloreto na área urbana de Altamira para os períodos de enchente e cheia, para os anos de 2014 e 2015, são apresentadas na **Figura 11.3.2 - 3**. A **Figura 11.3.2 - 4** traz as variações dos valores de cloreto para os períodos de vazante e seca de 2014 e 2015.

Nenhum poço/cisterna apresentou valor superior ao valor máximo permitido pela legislação ($250.000 \mu\text{g/L}$); apesar disto, os poços/cisternas com valores de cloreto mais elevados, em geral, correspondem àqueles que também apresentaram valores superiores ao VMP para amônia ($1,5 \text{ mg/L}$) e nitrato ($10.000 \mu\text{g/L}$).

As distribuições das áreas de maior concentração ocorrem de forma consistente em associação com certos poços, além de a coincidência com anomalias de amônia e nitrato, mostrar que a elevada concentração de cloreto é devida à contaminação por efluentes domésticos infiltrados através de fossas sépticas e fossas negras.

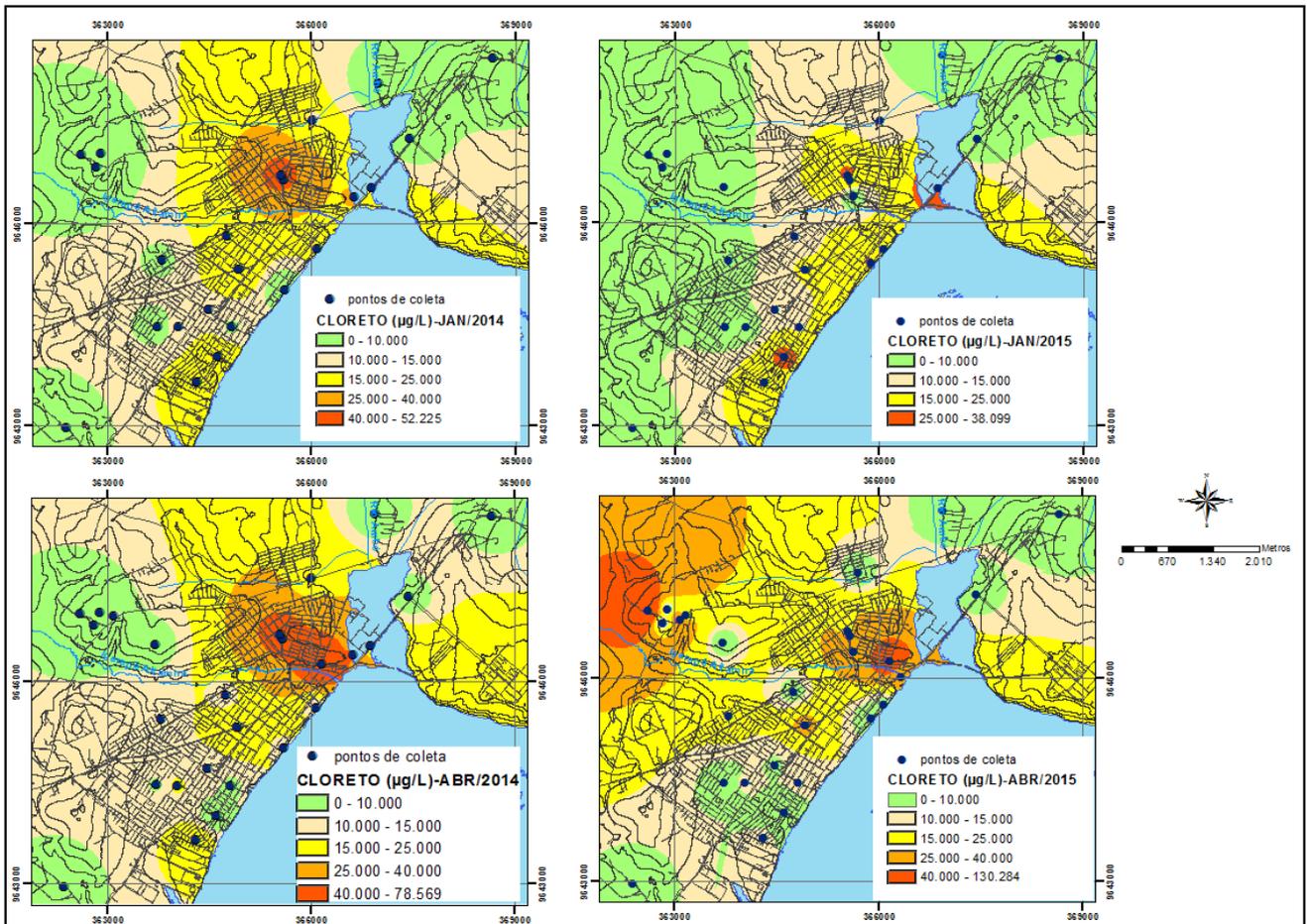


Figura 11.3.2 - 3 – Variação dos valores de cloreto, nos períodos de enchente e cheia - 2014 e 2015, na área urbana de Altamira.

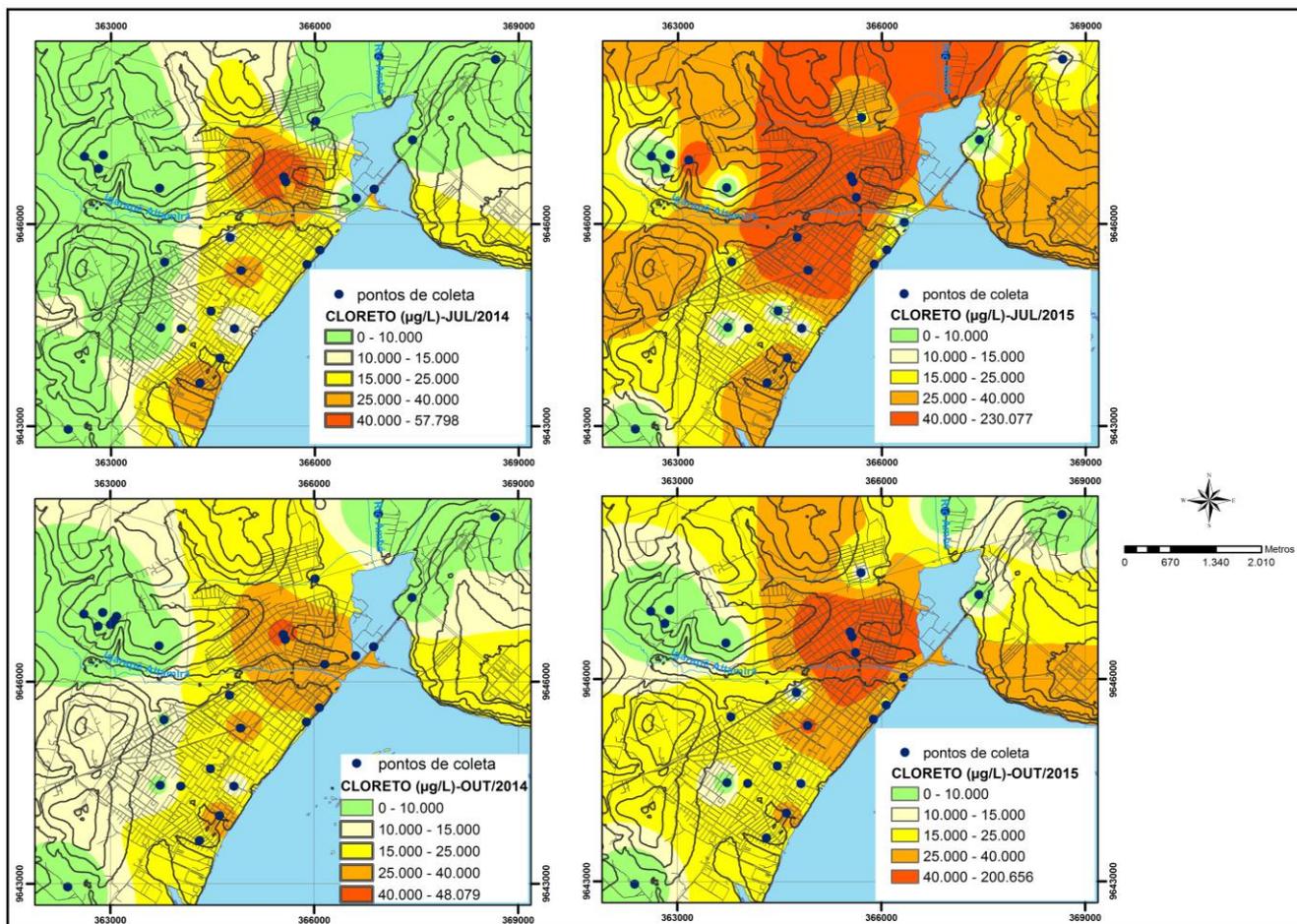


Figura 11.3.2 - 4 – Variação dos valores de cloreto, nos períodos de vazante e seca - 2014 e 2015 na área urbana de Altamira.

11.3.2.2.3.2. AMÔNIA, NITRATO E COLIFORMES FECALIS

As variações dos valores de amônia na área urbana de Altamira para os períodos de enchente e cheia, para os anos de 2014 e 2015, são apresentadas na **Figura 11.3.2 - 5**. Os resultados das análises mostram que todos os pontos amostrados na área urbana de Altamira, referentes ao ano de 2015, tiveram o parâmetro amônia com valor menor que o limite de detecção do aparelho utilizado no laboratório (0,01 mg/L).

Em 2014, foram constatadas duas anomalias em porções da cidade com alta taxa de ocupação humana. A variação entre os anos de 2014 para 2015 pode estar associada à diluição por águas de chuva, naturalmente com baixa salinidade e totalmente desprovida de amônia.

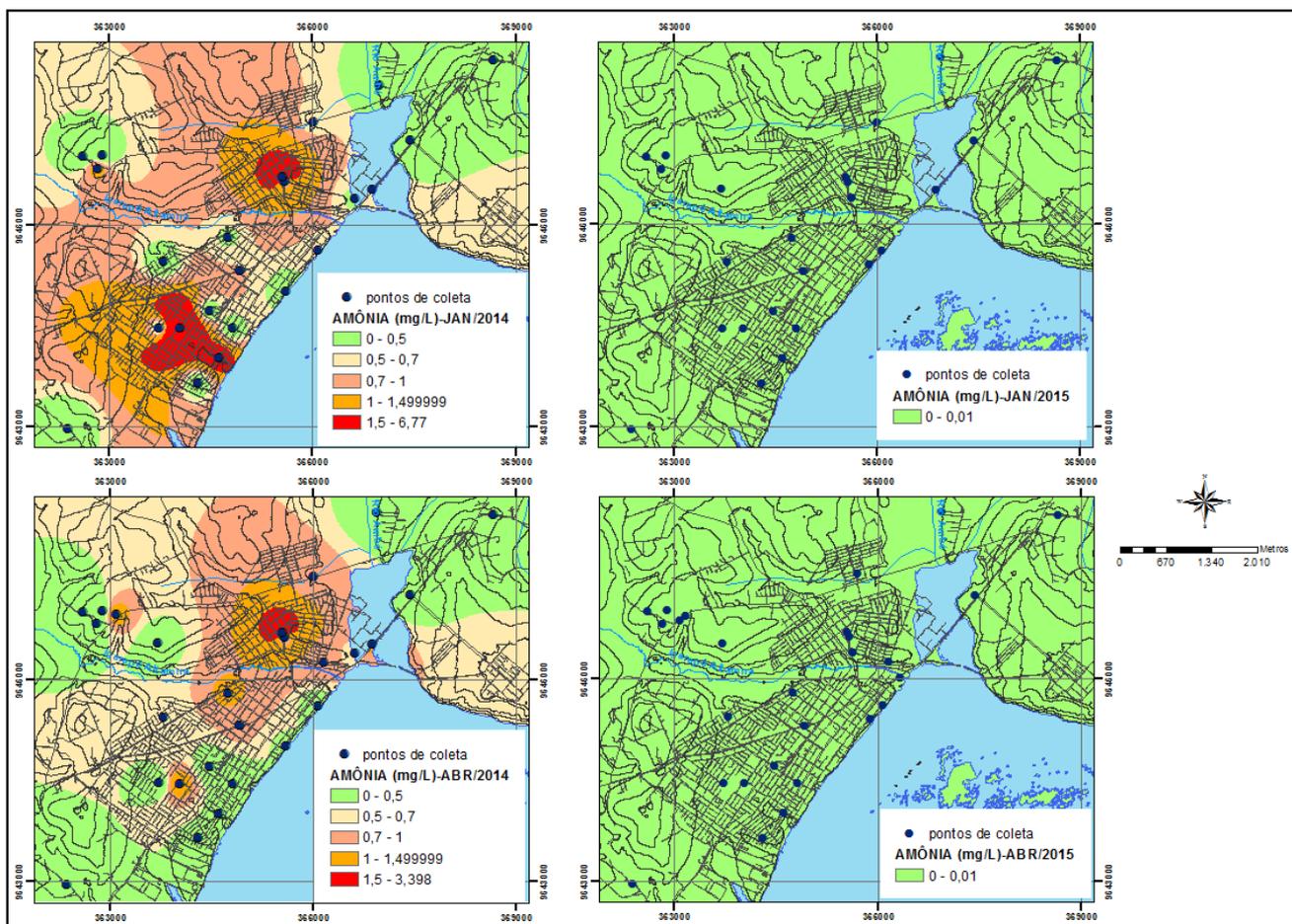


Figura 11.3.2 - 5 – Variação dos valores de amônia, nos períodos de enchente e cheia - 2014 e 2015, na área urbana de Altamira.

As variações dos valores de amônia para os períodos de vazante e seca de 2014 e 2015 são apresentadas na **Figura 11.3.2 - 6**. É possível notar que os teores de amônia são mais concentrados no período de seca e mais diluídos no período de chuvas. Este comportamento é esperado e é interpretado como resultante da diluição *in situ* pela infiltração das águas de chuva que não apresentam amônia. A amônia é oriunda de urina humana, sendo formada a partir da metabolização da ureia. Na série nitrogenada, a amônia é oxidada para se transformar em nitrito, que, depois de nova oxidação se transforma na forma mais estável que é o nitrato.

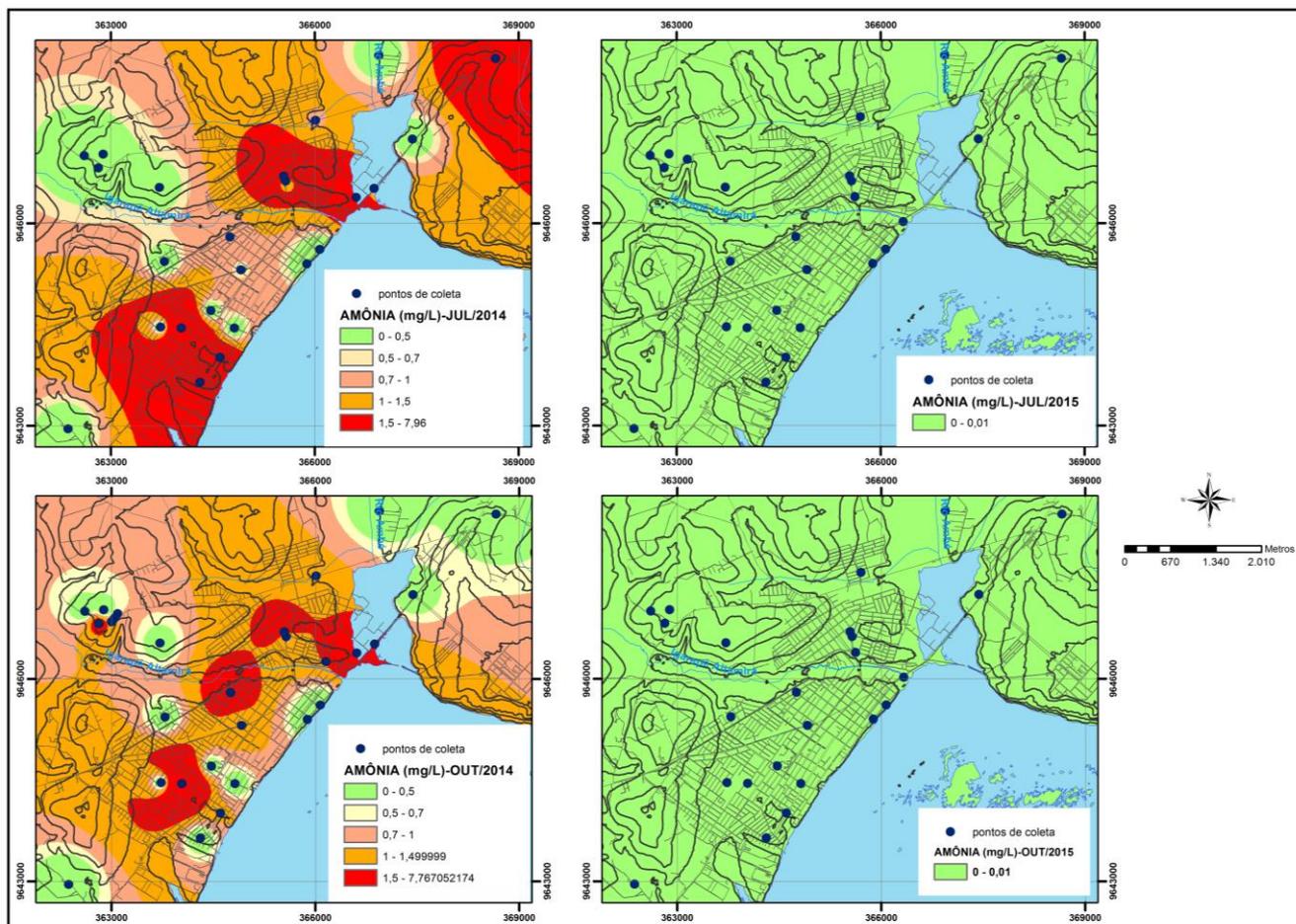


Figura 11.3.2 - 6 – Variação dos valores de amônia, nos períodos de vazante e seca - de 2014 e 2015 na área urbana de Altamira.

As variações dos valores de nitrato e os pontos nos quais foi registrada presença de coliformes fecais na área urbana de Altamira para os períodos de enchente e cheia, para os anos de 2014 e 2015, são apresentados na **Figura 11.3.2 - 7**. A variação de nitrato se manteve similar nos dois anos e a presença de coliformes fecais é dispersa.

Para os períodos de vazante e seca de 2014 e 2015, a **Figura 11.3.2 - 8** apresenta as variações dos valores de nitrato e os pontos nos quais foi registrada presença de coliformes fecais na área urbana de Altamira. Esta associação confirma a contaminação por meio de efluente doméstico infiltrado no solo a partir de fossas e valas de esgotos a céu aberto, pois há forte correlação entre presença de coliformes e valores mais elevados de nitrato (cores alaranjadas e vermelhas).

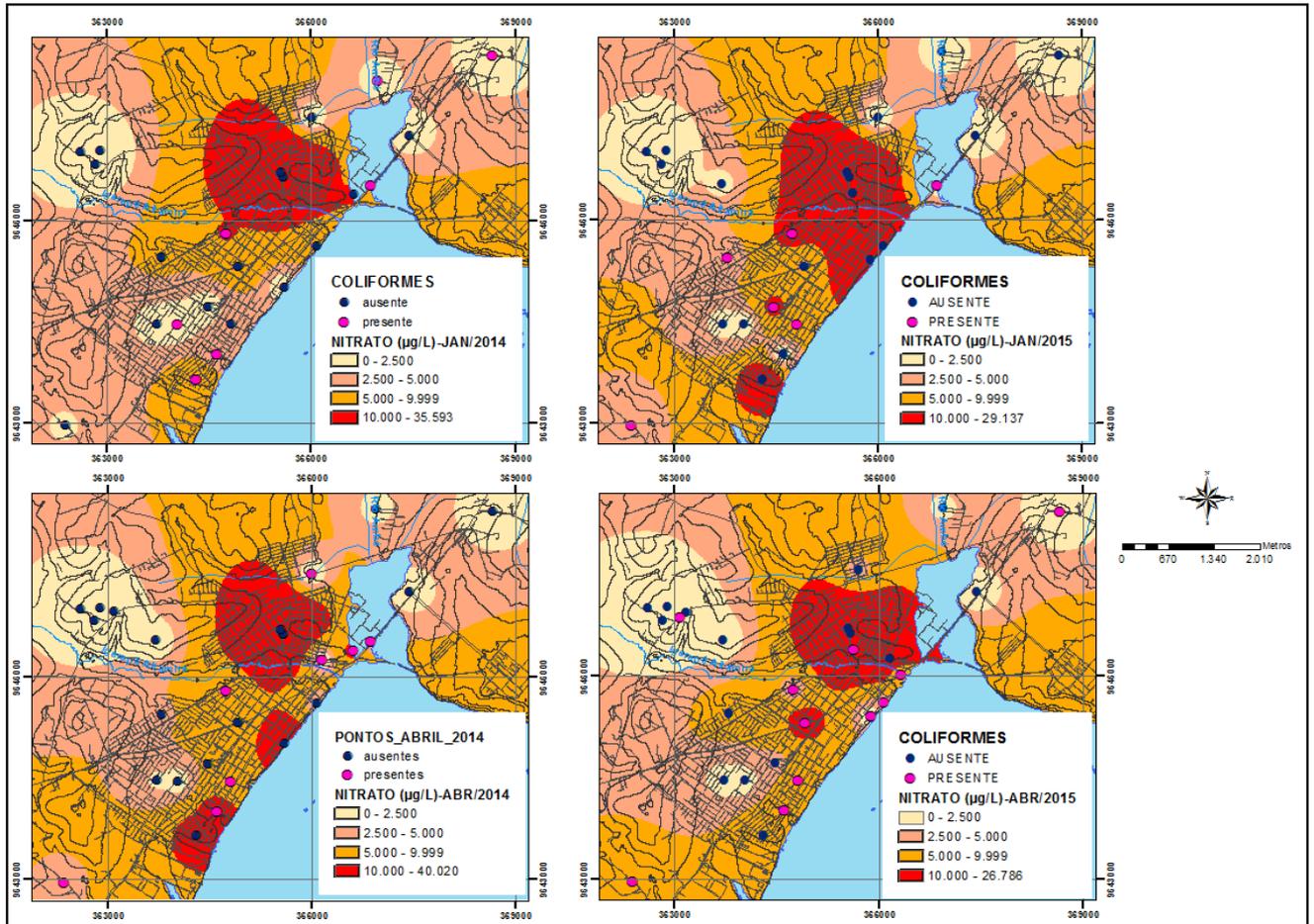


Figura 11.3.2 - 7 – Variação dos valores de nitrato nos períodos de enchente e cheia - de 2014 e 2015. Na área urbana de Altamira e poços/cisternas onde foi registrada presença de coliformes fecais (em rosa).

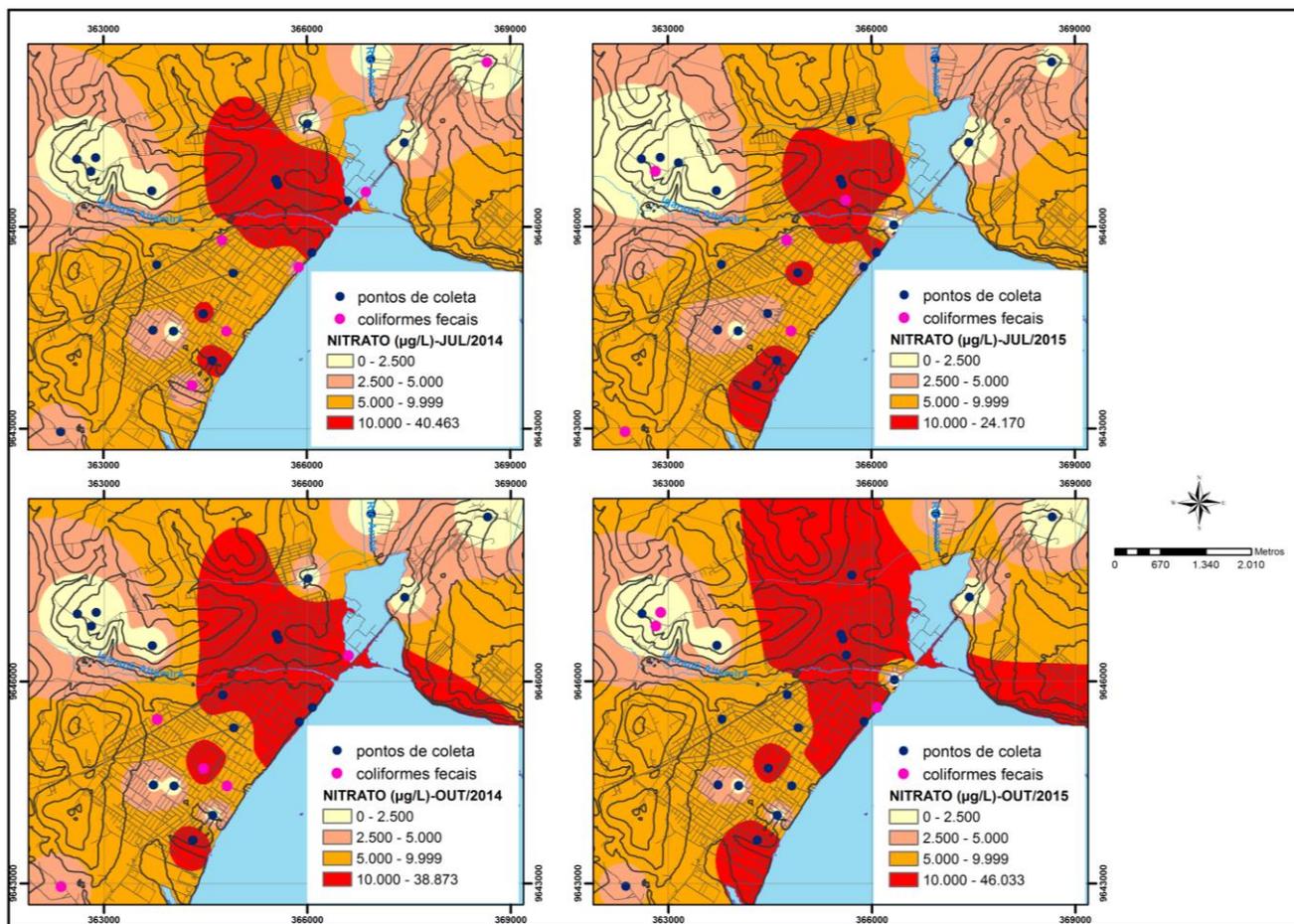


Figura 11.3.2 - 8 – Variação dos valores de nitrato, nos períodos de vazante e seca - 2014 e 2015 na área urbana de Altamira e poços/cisternas onde foi registrada presença de coliformes fecais (poços/cacimbas em rosa).

11.3.2.2.3.3. CHUMBO

A **Figura 11.3.2 - 9** mostra as variações dos valores de chumbo na área urbana de Altamira para os períodos de enchente e cheia, para os anos de 2014 e 2015. Em 2014, no período de enchente e cheia foram registrados 19 (dezenove) pontos com teores de chumbo acima do VMP; para os mesmos períodos em 2015, apenas dois pontos apresentaram valores acima do VMP.

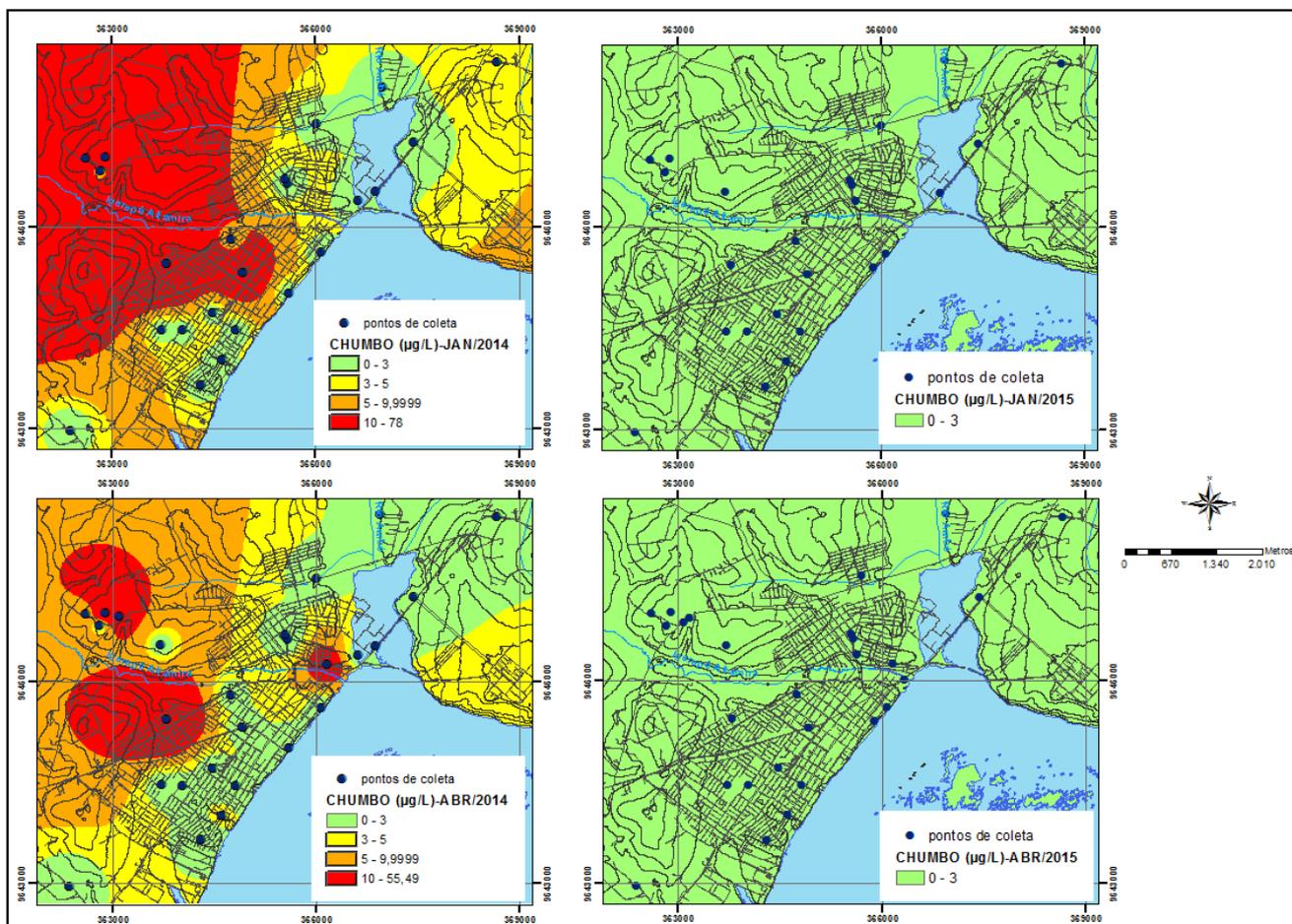


Figura 11.3.2 - 9 – Variação dos teores de chumbo, nos períodos de enchente e cheia - de 2014 e 2015, na área urbana de Altamira.

Para os períodos de vazante e seca de 2014 e 2015, as variações dos valores de chumbo são apresentadas na **Figura 11.3.2 - 10**. Em 2014, no período de vazante e seca foram registrados 19 (dezenove) pontos com teores de chumbo acima do VMP; para os mesmos períodos em 2015, apenas um ponto apresentou valor de chumbo acima do VMP.

O chumbo pode ser inserido no meio ambiente por meio da mineração, fundição, reciclagem, descarte de materiais contaminantes, entre outros. Sua utilização é vasta, sendo encontrado em baterias, cabos, pigmentos, aditivos de gasolina, soldas e produtos de aço. Portanto, não é possível pontuar a fonte de contaminação. Na área urbana de Altamira, a contaminação podia ter origem a partir do antigo Lixão, mesmo com a existência da barreira hidráulica (Igarapé Altamira), mas também pode ser proveniente de escoamento superficial a partir de resíduos acumulados de forma irregular nas adjacências dos poços/cacimbas contaminados (como comumente observado), ou ainda pode ser proveniente de atividades agrícolas anteriormente desenvolvidas na porção a noroeste e nordeste da área do antigo Lixão.

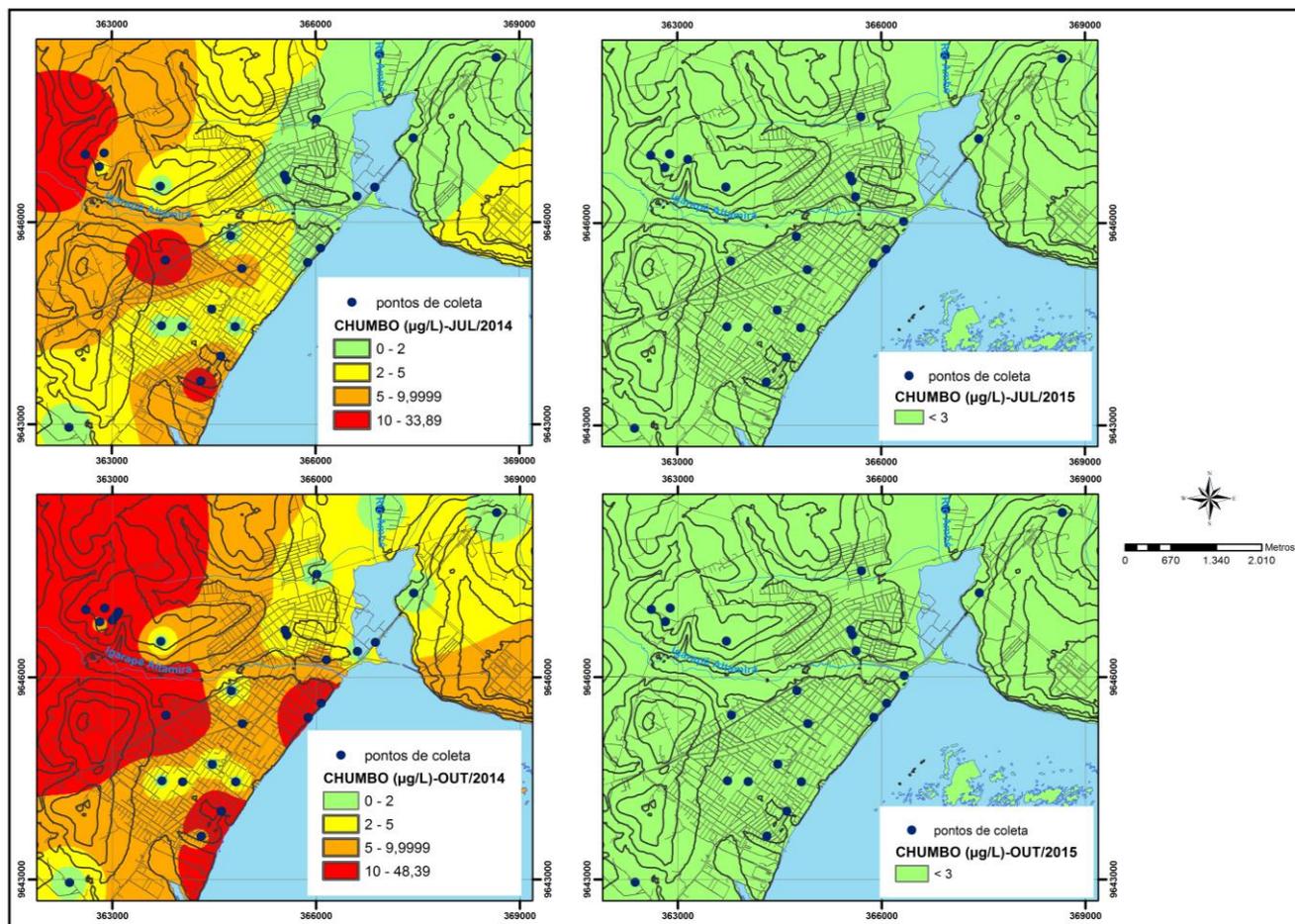


Figura 11.3.2 - 10 – Variação nas concentrações de chumbo, nos períodos de vazante e seca - de 2014 e 2015 na área urbana de Altamira.

Ressalta-se que, devido à espacialização dos poços/cacimbas amostrais que subsidia a interpolação dos dados, no mapa a área com valores acima de 10 µg/L é ampliada para gerar a superfície, porém não significa que toda a área em vermelho (**Figura 11.3.2 - 9** e a **Figura 11.3.2 - 10**) tenha valores altos (os valores superiores ao VMP são confirmados apenas nos poços/cacimbas amostrados e analisados).

Valores acima de 10 µg/L de chumbo também já foram registrados, em algumas das campanhas trimestrais, na área de entorno dos futuros reservatórios (Reservatório do Xingu PZ-RX4, PZ-RX5, PZ-RX6, PZ-RX7 e PZ-RX9 e Reservatório Intermediário PZ-R11, PZ-R13, PZ-R17 e PZ-R18). Como as áreas são pouco antropizadas, não se pode descartar a possibilidade de uma origem geogênica deste elemento.

11.3.2.2.3.4. pH

Na área urbana de Altamira, para os períodos de enchente e cheia para os anos de 2014 e 2015 (**Figura 11.3.2 - 11**), os dados mostram que a maior parte da cidade apresenta valores de pH fora do padrão de potabilidade recomendado pela legislação vigente (6,5 - 9).

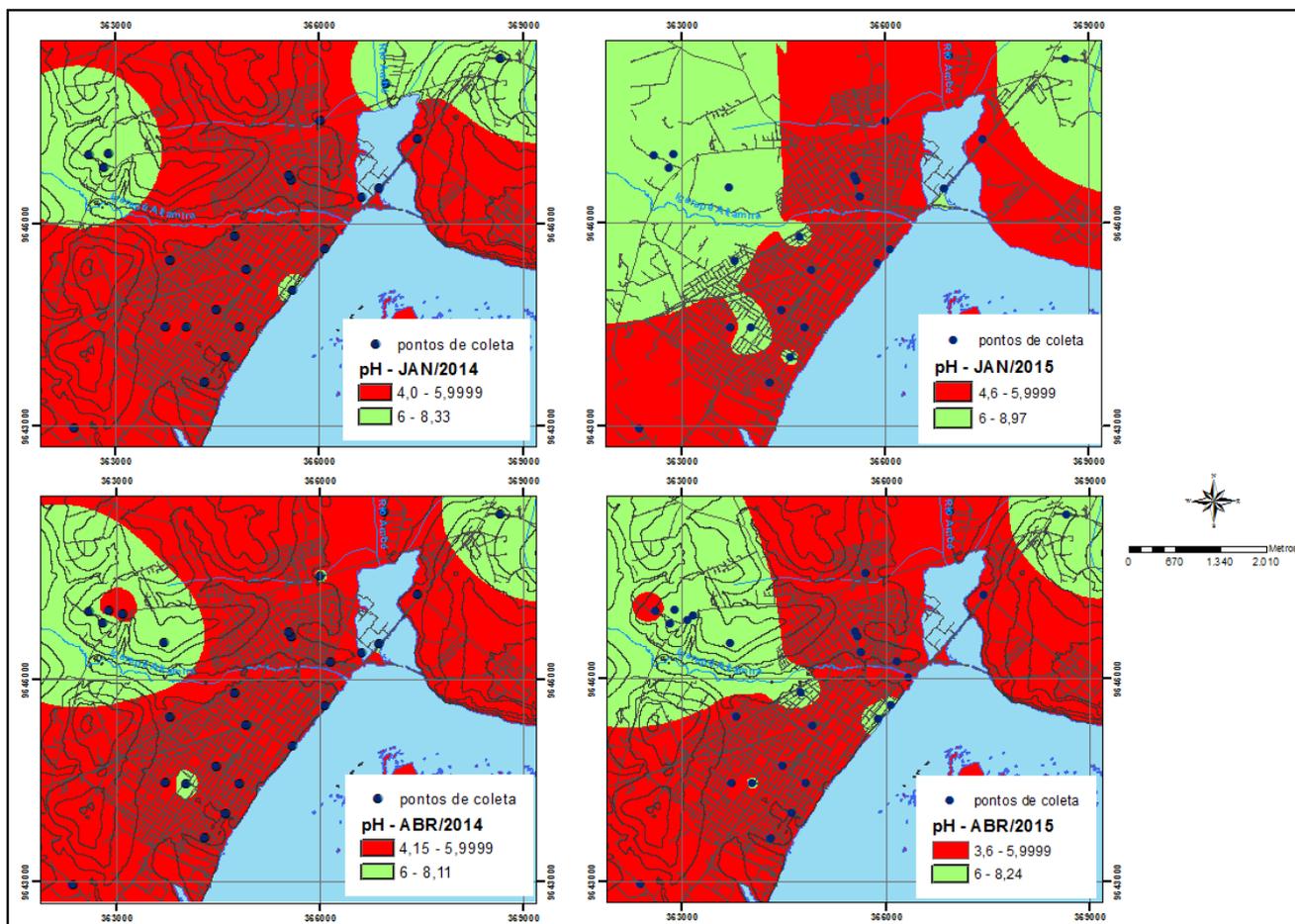


Figura 11.3.2 - 11 – Variação dos valores de pH, nos períodos de enchente e cheia - 2014 e 2015, na área urbana de Altamira.

A **Figura 11.3.2 - 12** exibe as variações dos valores de pH para os períodos de vazante e seca de 2014 a 2015. A maior parte da área apresenta valores fora do padrão de potabilidade, porém as águas ácidas a levemente ácidas são comuns na região, devido ao regime de precipitação que é a principal fonte de recarga, além dos tipos de solos observados na região, que são naturalmente ácidos (com destaque para os latossolos).

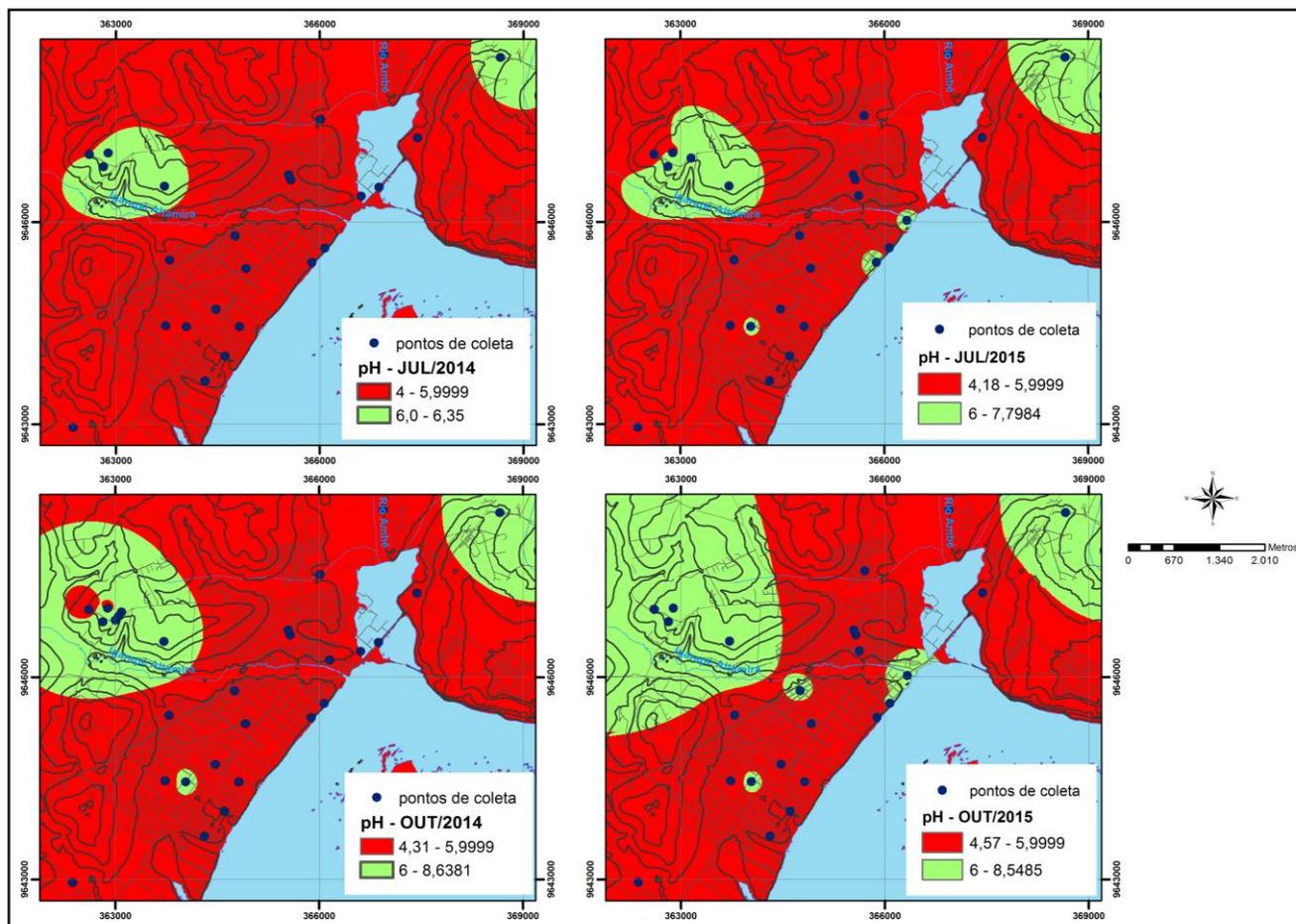


Figura 11.3.2 - 12 – Variação dos valores de pH, nos períodos de vazante e seca - 2014 e 2015 na área urbana de Altamira.

11.3.2.2.3.5. TURBIDEZ

De acordo com a Portaria nº 2914/2011, o VMP para turbidez da água é de 5 NTU. A **Figura 11.3.2 - 13** mostra as variações dos valores de turbidez na área urbana de Altamira para os períodos de enchente e cheia, para os anos de 2014 e 2015. Na coleta realizada em janeiro/2015, os valores de turbidez foram bem mais elevados que em janeiro/2014, provavelmente devido à diferença da precipitação média (janeiro/2014 = 198,2 mm e janeiro/2015 = 293,8 mm), que pode causar fluxo turbulento para o interior dos poços.

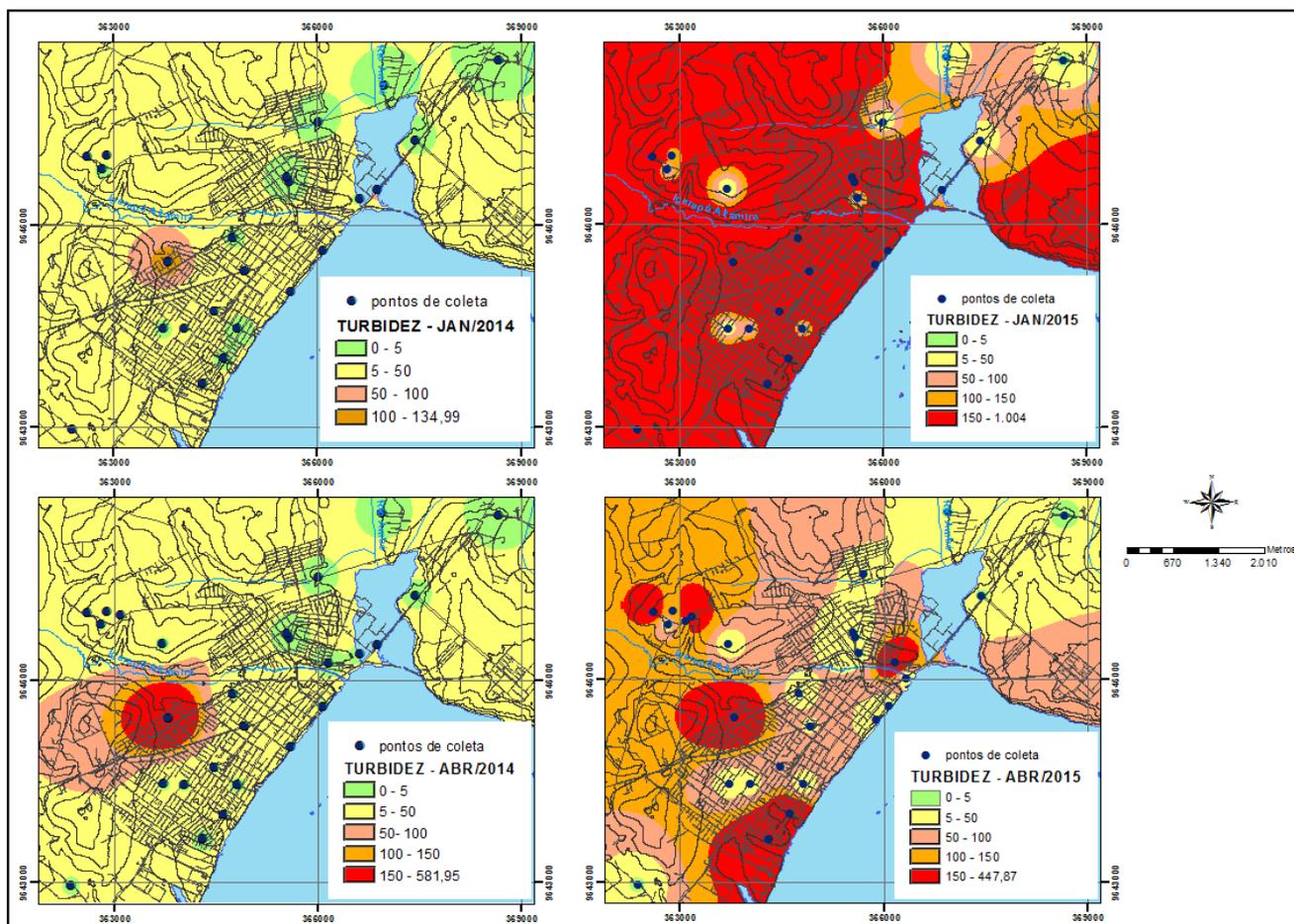


Figura 11.3.2 - 13 – Variação dos valores de turbidez, nos períodos de enchente e cheia - 2014 e 2015, na área urbana de Altamira.

A **Figura 11.3.2 - 14** apresenta as variações dos valores de turbidez para os períodos de vazante e seca de 2014 a 2015. Geralmente, são esperados valores mais elevados no período de seca, devido ao restrito volume de água contida em vários poços, que no momento da amostragem proporciona a floculação do material particulado depositado na porção mais profunda dos poços. Quando o amostrador (*bailer*) desce ao longo do poço, faz com que o material se desagregue e seja captado. Nas épocas de níveis mais elevados, o *bailer* penetra menos na coluna de água e amostra águas consideradas mais limpas. No período mais seco do ano, as variações de turbidez não são representativas de variação sazonal da qualidade das águas, mas sim resultado das condições de amostragem.

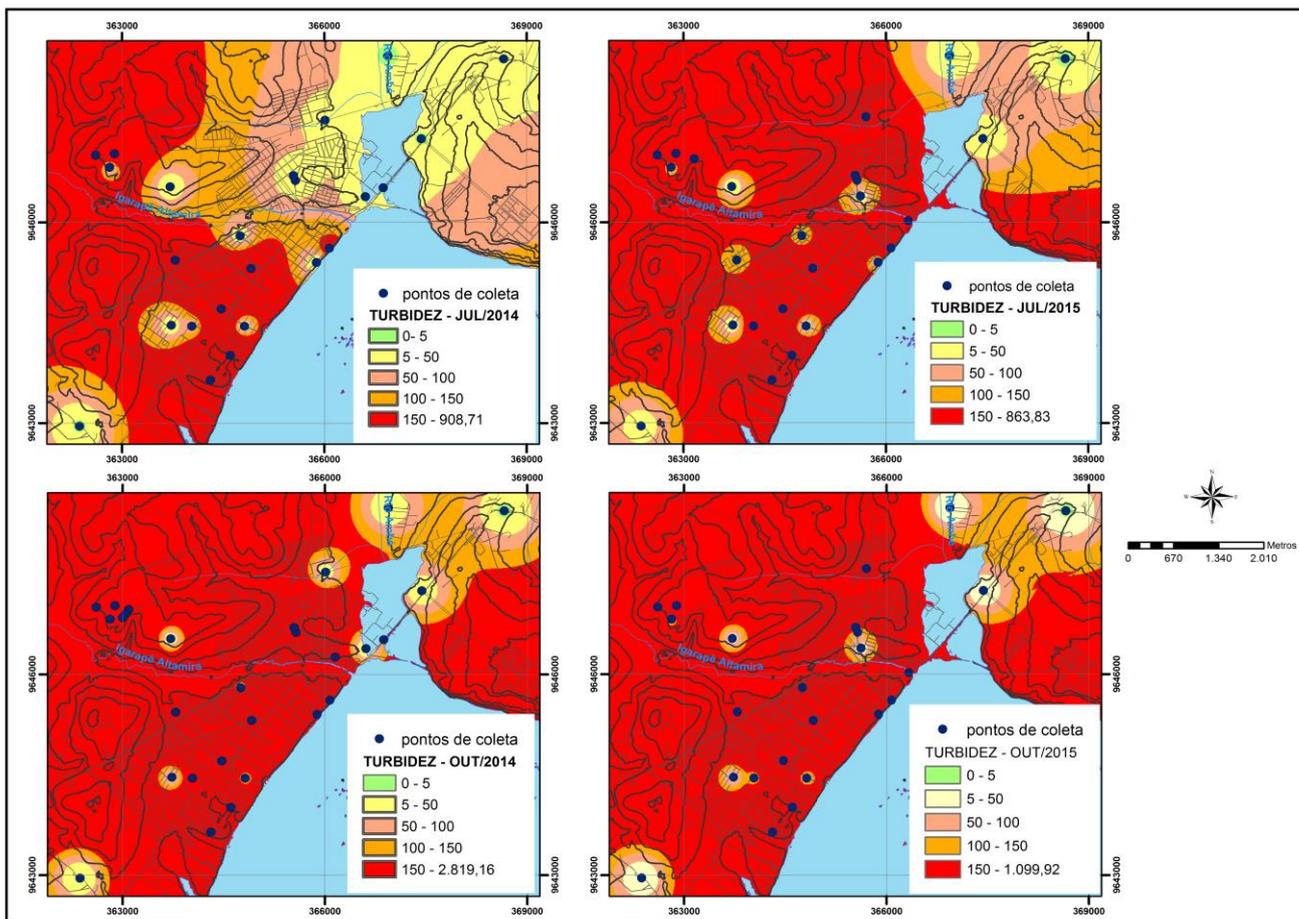


Figura 11.3.2 - 14 – Variação dos valores de turbidez, nos períodos de vazante e seca - 2014 e 2015 na área urbana de Altamira.

11.3.2.2.3.6. OUTRAS VARIÁVEIS

Algumas outras variáveis também apresentaram valores fora dos limites de potabilidade (como cor aparente, cromo, níquel, mercúrio e arsênio), principalmente nos períodos de seca, onde há menor recarga e conseqüente menor diminuição de concentração por diluição.

Para estes casos, não será realizada uma análise gráfica ou estatística dos resultados, pois estes elementos e substâncias, ao contrário das demais que ocorrem de forma sistemática e constante, não permitem uma avaliação mais detalhada.

11.3.2.3. ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO

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

OBJETIVOS GERAIS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	STATUS DE ATENDIMENTO	ALTERAÇÕES DE ESCOPO OU PRAZO	JUSTIFICATIVA PARA O STATUS E ALTERAÇÕES
Acompanhar as possíveis alterações na qualidade das águas subterrâneas que possam ocorrer pela implantação do empreendimento.	-	Em andamento	Sem alterações de escopo e prazo.	Rede de monitoramento implantada e execução das coletas trimestrais em andamento. Atividades de manutenção da rede definida. Atividades de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas contínuas sendo realizadas conforme previsto no Projeto.

11.3.2.4. ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO

A planilha de atendimento às metas do Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas é apresentada na sequência.

META	STATUS DE ATENDIMENTO	ALTERAÇÕES DE ESCOPO OU PRAZO	JUSTIFICATIVA PARA O STATUS E ALTERAÇÕES
Identificar as condições dos poços tubulares superficiais existentes e caracterizar a qualidade da água através da determinação de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos.	Concluída	Sem alterações de escopo e prazo.	Fase de acompanhamento pré-enchimento concluída até T4/2015.
Enquadrar as águas dentro da classificação proposta, indicando seus possíveis usos.	Em andamento	Sem alterações de escopo e prazo.	A classificação, de cada ponto amostrado, é apresentada em diagramas de <i>Piper</i> , encaminhados nos relatórios consolidados e os valores obtidos são comparados ao valor máximo permitido pela Portaria nº 2.914/2011, que dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade.
Acompanhar as variações sazonais da qualidade da água.	Em andamento	Sem alterações de escopo e prazo.	Os dados com as variações são apresentados semestralmente nos relatórios consolidados. Considerando os parâmetros medidos <i>in situ</i> e as análises laboratoriais, são elaborados gráficos e mapas para visualização das variações.
Monitorar as possíveis interferências do empreendimento na qualidade da água subterrânea.	Em andamento	Sem alterações de escopo e prazo.	Atividade a ser desenvolvida até o fim do monitoramento
Detalhar as fontes de poluição relacionadas ou não ao empreendimento hidrelétrico.	Em andamento	Sem alterações de escopo e prazo.	Possíveis fontes de poluição são descritas nos relatórios semestrais sempre que identificadas.
Fornecer subsídios e orientação às comunidades e gestores governamentais na tomada de decisões para o planejamento, execução e gestão de programas relacionados aos recursos hídricos subterrâneos.	Em andamento	Sem alterações de escopo e prazo.	Fase de acompanhamento pré-enchimento concluída até T4/2015. Atividade contínua a ser realizada por todo o período de monitoramento.

11.3.2.5. ATIVIDADES PREVISTAS

Considerando os objetivos e metas estabelecidos do Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas, terão continuidade as coletas e análises trimestrais de amostras de água subterrânea nos pontos de monitoramento que compõem a rede de monitoramento implantada. Além disso, serão realizadas verificações de campo nos arredores dos poços/cisternas monitorados, a fim de se identificar possíveis locais ou focos de contaminação próximos, como fossas, igarapés contaminados, postos de abastecimento de combustíveis, resíduos sólidos acumulados a montante dos poços, entre outros, assim como a manutenção periódica da rede de monitoramento implantada.

Quando surgirem dificuldades sistemáticas nas coletas trimestrais, principalmente em função da falta de acesso, poços/cisternas cadastrados que compõem a rede de monitoramento deverão ser substituídos, sempre que possível, por outros nas proximidades.

11.3.2.6. ATENDIMENTO AO CRONOGRAMA

O Cronograma das Atividades Previstas apresentado abaixo para a continuidade do Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas não sofreu qualquer tipo de adequação ou modificação em relação àquele que foi encaminhado no conteúdo do documento de atendimento ao item 2 do Ofício OF 02001.006165/2015-03 DILIC/IBAMA.

11.3.2.7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, as fontes de contaminação antropogênicas das águas subterrâneas são oriundas de despejos domésticos, industriais e/ou chorume de aterros de lixo que contaminam os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos (FREITAS & ALMEIDA, 1998)⁸, além de metais de transição e outras substâncias. Segundo FREITAS *et al.* (2001)⁹, estes ambientes, além de promoverem a mobilização de metais naturalmente contidos no solo, como alumínio, ferro e manganês (NORDBERG *et al.*, 1985)¹⁰, também são potenciais fontes de nitrato e substâncias orgânicas tóxicas ao homem e ao meio ambiente.

Os dados obtidos ao longo do monitoramento até o momento evidenciam a influência sazonal natural do rio Xingu. A formação dos reservatórios poderá gerar impactos positivos e negativos. Como principais impactos negativos, se pode citar o risco de contaminação das águas dos aquíferos (no caso de a água dos reservatórios apresentar qualidade comprometida); aumento do risco de contaminação pela infiltração de poluentes (pois haverá a diminuição da espessura da zona não saturada, que representa a principal proteção dos aquíferos); e formação de áreas alagadas ou brejos que podem contribuir com o desenvolvimento de insetos e mau cheiro.

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

Até o momento, os dados obtidos durante as coletas trimestrais não mostram nenhuma fonte de contaminação diretamente relacionada à implantação do empreendimento. As análises físico-químicas das águas subterrâneas mostram que o principal foco de contaminação é a falta de sistema de saneamento, isto é, utilização de fossas e sumidouros ou fossas negras que resultam na infiltração de efluentes domésticos nos aquíferos. Esta carga contaminante de grande volume e com ampla persistência migra através da zona vadosa e alcança a zona saturada.

A avaliação de possíveis modificações na qualidade da água subterrânea, após a formação e estabilização dos reservatórios artificiais, será baseada nos dados coletados na fase pré-enchimento, tanto nas áreas urbanas, quanto no entorno dos futuros reservatórios.

⁸FREITAS, M.B.; ALMEIDA, L.M. Qualidade da água subterrânea e sazonalidade de organismos coliformes em áreas densamente povoadas com saneamento básico precário. In: X Congresso Brasileiro de Águas Subterrâneas. CD-ROM, São Paulo: Sonopress-Rimo. 1998.

⁹FREITAS, M.B.; BRILHANTE O.M.; ALMEIDA L.M. Importância da análise de água para a saúde pública em duas regiões do Estado do Rio de Janeiro: enfoque para coliformes fecais, nitrato e alumínio. *Cad. de Saúde Pública* 17(3): 651-660. 2001.

¹⁰NORDBERG, G.F., GOYET, R.A.; CLARKSON, T.W. Impact of effects of acid precipitation on toxicity of metals. *Environ. Health Perspect.*, 63: 169-180. 1985.

11.3.2.8. EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
José Eloi Guimarães Campos	Geólogo, Dr.	Coordenador Geral	CREA/DF 7896/D	264969
Leonardo de Melo Santos	Geólogo	Diretor Executivo; responsável por coletas de campo, vistorias técnicas, confecção de relatórios.	CREA/DF 12544/D	1698978
Joyce Pinheiro de Oliveira Fiori	Geóloga, M. Sc	Responsável por coletas de campo, vistorias técnicas, confecção de relatórios.	CREA/DF 10699/D	293922
Veldson de Souza Pinto	-	Auxiliar de campo	-	-

11.3.2.9. ANEXOS

Anexo 11.3.2 - 1 – Métodos do Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas do PBA da UHE Belo Monte

Anexo 11.3.2 - 2 – Mapa de localização da rede de monitoramento em Altamira

Anexo 11.3.2 - 3 – Mapa de localização da rede de monitoramento na região do futuro Reservatório Xingu e TVR

Anexo 11.3.2 - 4 – Mapa de localização da rede de monitoramento na região do futuro Reservatório Intermediário

Anexo 11.3.2 - 5 – Fichas de campo atualizadas_1º semestre/2015

Anexo 11.3.2 - 6 – Fichas de campo atualizadas_2º semestre/2015

Anexo 11.3.2 - 7 – Resultados das variáveis medidas *in situ* referentes à Coletas Trimestrais 11 e 12

Anexo 11.3.2 - 8 – Resultados das análises físico-químicas referentes às Coletas Trimestrais 11 e 12

Anexo 11.3.2 - 9 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 11 (janeiro/2015)

Anexo 11.3.2 - 10 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 12 (abril/2015)

Anexo 11.3.2 - 11 – Resultados dos parâmetros medidos *in situ* referentes às Coletas Trimestrais 13 e 14

Anexo 11.3.2 - 12 – Resultados das análises físico-químicas referentes às Coletas Trimestrais 13 e 14

Anexo 11.3.2 - 13 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 13 (julho/2015)

Anexo 11.3.2 - 14 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 14 (outubro/2015)

Anexo 11.3.2 - 15 – Diagramas de *Piper* referentes às Coletas Trimestrais 1 a 14

Anexo 11.3.2 - 16 – Gráficos Hidroquímicos referentes às Coletas Trimestrais 1 a 14