

## 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, CLORETO .....	11.3.2-30
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 .....	11.3.2-50
11.3.2.3.	ATENDIMENTO AOS OBJETIVOS DO PROJETO .....	11.3.2-64
11.3.2.4.	ATENDIMENTO ÀS METAS DO PROJETO .....	11.3.2-66
11.3.2.5.	ATIVIDADES PREVISTAS .....	11.3.2-68
11.3.2.6.	ATENDIMENTO AO CRONOGRAMA .....	11.3.2-68
11.3.2.7.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	11.3.2-70
11.3.2.8.	EQUIPE TÉCNICA DE TRABALHO .....	11.3.2-71
11.3.2.9.	ANEXOS .....	11.3.2-71

## 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

O conteúdo deste Relatório Consolidado (RC) apresenta a continuidade das atividades executivas previstas no Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas ao longo do primeiro semestre de 2016, conforme preconizado no cronograma do PBA 11.3.2, caracterizando o início do monitoramento na fase de pós-enchimento dos reservatórios da UHE Belo Monte.

O principal objetivo do Projeto 11.3.2 é o acompanhamento das 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).

Na região de Altamira, a qualidade da água subterrânea foi caracterizada nos estudos de Análise de Impactos do EIA/RIMA<sup>1</sup> da UHE Belo (Volume 11), cujos resultados das análises da qualidade permitiram concluir que a água do aquífero raso em aluvião já se encontrava contaminada antes de qualquer intervenção. Conforme registros dos estudos ambientais preliminares, em função das elevadas demandas bioquímica e química de oxigênio, e dos elevados valores de coliformes totais e fecais, os agentes poluidores mais significativos verificados foram: o lançamento de efluentes domésticos nos igarapés, a existência de fossas e a disposição de resíduos sólidos de forma inadequada. 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 estava provavelmente associada à contaminação do entorno (considerando que, de maneira geral, as águas analisadas são provenientes de poços rasos). Não foi encontrada relação direta entre os resultados de qualidade e o nível de água dos poços.

---

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

De acordo com o EIA/RIMA<sup>2</sup> (Volume 31), a necessidade de implantação deste Projeto se estabeleceu devido à possível alteração da movimentação das águas subterrâneas com a formação dos reservatórios, provocando a elevação dos níveis freáticos/cargas hidráulicas e, conseqüentemente, acréscimo da vulnerabilidade dos aquíferos à contaminação.

As atividades inerentes ao presente Projeto 11.3.2 tiveram início em 2012, com a realização, primeiramente, do inventário complementar dos poços, que subsidiou a análise das condições dos poços existentes e, também, a definição e implantação da rede de monitoramento. A partir da implantação da rede de monitoramento procedeu-se, no mesmo ano de 2012, ao início das coletas e análises trimestrais de amostras de água na região de influência do empreendimento.

Adicionalmente, para a caracterização do meio Físico e conhecimento das características hidrodinâmicas da região em estudo, foram realizados os mapeamentos geológico, pedológico e hidrogeológico. Já para determinação da condutividade hidráulica vertical da zona não saturada do aquífero, foram realizados ensaios de infiltração *in situ*.

Ademais, nessa etapa inicial, foram caracterizados os valores de *baseline* das principais substâncias estudadas, com o objetivo de se verificar as eventuais modificações na qualidade original das águas subterrâneas que poderão ocorrer após a formação dos reservatórios da UHE Belo Monte, ressaltando-se que os primeiros dados coletados após o enchimento já foram comparados aos valores de *baseline*. Ressalta-se que o monitoramento da qualidade das águas subterrâneas na fase pós-enchimento dos reservatórios iniciou-se no primeiro semestre de 2016, sendo que os dados e resultados apresentados no presente relatório, das duas campanhas trimestrais realizadas (janeiro e abril/2016), já compõem esta nova etapa do PBA 11.3.2.

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 estão sendo realizadas desde outubro/2012 até o primeiro semestre de 2016, com um total de 16 (dezesesseis) campanhas trimestrais executadas. A coleta de janeiro/2016 foi realizada durante o enchimento e a coleta de abril foi a primeira após finalizada a formação dos reservatórios.

#### 11.3.2.2. RESULTADOS CONSOLIDADOS

A rede de monitoramento para este Projeto é composta por cisternas/cacimbas e poços cadastrados, bem como poços de monitoramento instalados especificamente

---

<sup>2</sup> Leme Engenharia. Estudos de Impacto Ambiental do AHE Belo Monte - Avaliação de Impactos e Prognóstico Global - PARTE 3 - Volume 31. 2009.

para este fim. A metodologia utilizada é apresentada no **Anexo 11.3.2 - 1** e 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 pelos usuários (cisternas/cacimbas e poços tubulares rasos) e poços implantados pela executora do PBA 10.3 (Programa de Monitoramento da Estabilidade das Encostas Marginais e Processos Erosivos), que compõem a rede de monitoramento, com o código atribuído a cada um deles, com suas coordenadas UTM e correlação com a malha proposta pelo Projeto Básico Ambiental (PBA), quando for o caso. O registro fotográfico das coletas realizadas durante o primeiro semestre de 2016 é apresentado nas fichas de campo no **Anexo 11.3.2 - 5**.

**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 <sup>3</sup> )
1	ALT_C2	Cisterna/cacimba	364820	9644448	PR57
2	ALT_C6	Cisterna/cacimba	362373	9642955	PR04
3	ALTC-17 / PZ-ALT20 / PZ-ALT2	Cisterna/cacimba / 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 tubular/raso / 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 instalado pela Executora / 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	

<sup>3</sup>Projeto Básico Ambiental da UHE Belo Monte. Projeto de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água Superficial. Norte Energia, 2011.

POÇO/CACIMBA		TIPO	X	Y	CORRELAÇÃO COM A MALHA SUGERIDA NO (PBA <sup>3</sup> )
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 Executora	364037	9644450	PZ22
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	

O banco de dados deste Projeto é atualizado semestralmente e está disponível em formato digital. 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**).

Os resultados das análises das coletas trimestrais 15 e 16, realizadas respectivamente em janeiro e abril/2016, estão compilados nas tabelas apresentadas no **Anexo 11.3.2 - 7** e os seus respectivos laudos laboratoriais são apresentados nos **Anexos 11.3.2 - 8** (coleta trimestral 15) e **11.3.2 - 9** (coleta trimestral 16).

Para a coleta trimestral 15, realizada em janeiro/2016, seguem as justificativas de poços/cacimbas não amostrados: BM\_PT2 - sem painel de energia para ligar a bomba; ALT\_PTR - bomba quebrada impossibilitando a coleta; PZ-RAPELD e PZ-RI5 - local sem acesso; PZ\_ALT3, PZ\_LX\_ALT1, PZ\_LX\_ALT2, PZ\_LX\_ALT\_4, PZ\_RI3, PZ\_RI\_4, PZ\_RI\_6 e BMP\_C1 - secos; e ALT\_C2 e ALT\_C6 - com lâmina de água insuficiente para coleta.

Para a coleta trimestral 16, os pontos não amostrados foram: BM\_PT2 - sem bomba; BMP\_PT1 - bomba queimada; PZ\_LX\_ALT\_4 - lâmina de água insuficiente para coleta; PZ\_RI\_3 - seco; PZ\_RI\_4 - não encontrado, provavelmente destruído por alguma máquina que limpou a estrada; e PZ-RAPELD e PZ\_RI\_5 - local sem acesso, nesta época.

Os resultados das análises das coletas trimestrais 15 e 16 estão compilados nas tabelas apresentadas no **Anexo 11.3.2 - 6** e **Anexo 11.3.2 - 7**, e os seus respectivos laudos laboratoriais apresentados nos **Anexos 11.3.2 - 8** e **11.3.2 - 9**.

Durante as 16 (dezesseis) coletas trimestrais já realizadas, 726 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.

- 60,19% dos registros (437 amostras) em não conformidade quanto ao ferro;
- 66,39% dos registros (482 amostras) em não conformidade quanto ao pH;
- 46,14% dos registros (335 amostras) em não conformidade quanto ao alumínio;
- 39,66% dos registros (288 amostras) em não conformidade quanto ao manganês;
- 55,78% dos registros (405 amostras) em não conformidade quanto à turbidez;

- 30,02% dos registros (218 amostras) em não conformidade quanto à presença de coliformes fecais;
- 13,36% dos registros (97 amostras) em não conformidade quanto ao chumbo;
- 12,12% dos registros (88 amostras) em não conformidade quanto ao nitrato;
- 9,16% dos registros (50 amostras) em não conformidade quanto à amônia;
- 35,81% dos registros (260 amostras) em não conformidade quanto à cor;
- 5,49% dos registros (30 amostras) em não conformidade quanto ao cromo;
- 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 (três amostras) em não conformidade quanto ao sulfato;
- 0,18 % dos registros (uma amostra) em não conformidade quanto ao mercúrio;  
e,
- 0,18 % dos registros (uma 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 <sup>4</sup>	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	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

<sup>4</sup> - 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 <sup>4</sup>	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO									
			manganês							
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,	pH, cor, nitrato,	pH, nitrato,	pH	pH, turbidez,	pH, coliformes	pH, turbidez,	pH	pH, turbidez,	pH, turbidez, nitrato,

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 <sup>4</sup>	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO									
	alumínio, manganês	ferro, alumínio, chumbo, cromo manganês	ferro e alumínio		nitrato, ferro e alumínio	fecais, nitrato, ferro, alumínio e manganês	ferro, alumínio		nitrato, ferro, alumínio	ferro, 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, 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,	Cor, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e	pH, turbidez, ferro, alumínio,	pH, turbidez, ferro, alumínio,	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo e	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio,	Cor, turbidez, ferro, alumínio,	Turbidez, ferro, alumínio,	pH, turbidez, ferro, alumínio,	pH, turbidez, ferro, alumínio, chumbo,

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 <sup>4</sup>	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO									
	manganês	manganês	chumbo, e manganês	chumbo e manganês	manganês	chumbo e manganês	chumbo, manganês	manganês	chumbo, manganês	manganês
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,	pH, cor, ferro, chumbo e manganês	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio,	pH, ferro e alumínio	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio,	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio,	pH, turbidez, ferro, alumínio, arsênio,	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, turbidez, coliformes fecais, 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 <sup>4</sup>	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO									
	manganês		chumbo e manganês		arsênio, chumbo e manganês	chumbo e manganês	chumbo, manganês			chumbo, manganês
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 em 2015 e 2016 (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)	15 (JAN/2016)	16 (ABR/2016)
PERÍODO	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
POÇO/ CACIMBA <sup>5</sup>	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO					
ALT-C2	pH, cor, turbidez	pH, coliformes fecais	pH, turbidez, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	Não coletado	pH, ferro total, alumínio
ALT-C6	Cor, turbidez, ferro	Ferro	pH, cor, turbidez, coliformes fecais	pH	pH (só foram medidos parâmetros <i>in situ</i> )	Coliformes fecais
ALT-C17/PZ-ALT20/PZ ALT 2	Não coletado	Não coletado	Cor, turbidez, ferro, manganês	Cor, turbidez, ferro, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, coliformes fecais, ferro, alumínio
ALT-C19	Não coletado	Não coletado	pH, nitrato	pH, cor, turbidez, nitrato	pH, cor, turbidez	pH, coliformes fecais, manganês
ALT-C25/ALT-C26	Turbidez	Cor, turbidez, ferro	pH, cor, coliformes fecais, nitrato	pH, cor aparente, turbidez, nitrato	pH, nitrato	Coliformes fecais, nitrato
ALT-PT4	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, coliformes fecais	Coliformes fecais	Cor, coliformes fecais	pH, cor, coliformes fecais	-
ALT-PT7	Turbidez	pH, coliformes fecais	pH, cor	pH, turbidez	-	pH
ALT-PT9/PZ-ALT1	Cor, turbidez, alumínio	pH, cor, coliformes fecais	pH, cor, turbidez	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, cor, ferro, alumínio
ALT-PT10	Turbidez, coliformes fecais, chumbo	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro	pH	pH	pH, cor	pH
ALT-PT29	Não coletado	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio, manganês	Cor, ferro, manganês	-	-	-
PZ-RX8/ALT-PTR	pH, cor, turbidez, nitrato, alumínio	pH, cor, turbidez, nitrato, manganês	Cor	Cor, turbidez, manganês	Não coletado	Cor, turbidez
SP-C1	pH, cor, turbidez, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro	Cor, turbidez, coliformes fecais	Cor, coliformes fecais, ferro	Turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio	Coliformes fecais, alumínio
SP-C2	Cor, turbidez, nitrato	Cor, turbidez, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, coliformes fecais	pH, alumínio	pH, coliformes fecais, alumínio
SP-PT1	pH, cor, turbidez, nitrato	Cor, turbidez	Cor, turbidez, ferro	Turbidez	Ferro, alumínio	Manganês
BM-PT1	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro	Turbidez, coliformes fecais, ferro, manganês	Não coletado	Não coletado	Cor	Turbidez, coliformes fecais
BM-PT2	pH, turbidez, manganês	pH, cor, manganês	Cor, turbidez, ferro, manganês	Cor, turbidez, ferro	Não coletado	Não Coletado
BM-PT3	cor, turbidez, ferro	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro	-	Turbidez	Cor	Cor
BMP-C1	pH, cor, turbidez, nitrato	pH, cor, turbidez, ferro	Coliformes fecais	pH, cor, coliformes fecais	Não coletado	pH, cor, coliformes fecais
BMP-C2	Cor, turbidez, ferro, manganês	Cor, turbidez, manganês	pH, coliformes fecais	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro	pH, cor, coliformes fecais	Cor, turbidez, coliformes fecais
BMP-PT2/BMP-C3	cor, turbidez, coliformes fecais, ferro	pH, cor, turbidez	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro	pH, turbidez, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio	Cor, coliformes fecais, ferro, alumínio
BMP-PT1	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez	Não coletado	-	Cor, coliformes fecais	Não coletado
PZ-ALT3	Não coletado	Cor, turbidez, ferro, manganês	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Cor, turbidez, nitrato, ferro,

<sup>5</sup> - 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 Reservatório Xingu; e, PZ-RI = poço de monitoramento instalado no entorno do Reservatório Intermediário.

COLETA	11 (JAN/2015)	12 (ABR/2015)	13 (JUL/2015)	14 (OUT/2015)	15 (JAN/2016)	16 (ABR/2016)
PERÍODO	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
POÇO/ CACIMBA <sup>5</sup>	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO					
						alumínio, manganês
PZ-ALT4	Não coletado	cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, manganês	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, manganês	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio, manganês	pH, nitrato, ferro, alumínio, manganês
PZ-ALT7	Cor, turbidez,	pH, cor, turbidez, ferro	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio
PZ-ALT8	Não coletado	Não havia água suficiente para coleta	Cor, turbidez, coliformes fecais	Cor, turbidez, ferro total	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, alumínio	Cor, turbidez, coliformes fecais, alumínio
PZ-ALT9	Cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	Cor, turbidez, ferro, manganês	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro	Cor, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio	Cor, turbidez, ferro, alumínio
PZ-ALT11	Não coletado	Não coletado	Cor, turbidez	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio, manganês	Cor, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro, alumínio, manganês
PZ-ALT12	Cor, turbidez	pH, turbidez	Cor, manganês	pH, cor, ferro, manganês	pH, turbidez, manganês	pH, cor aparente, manganês
PZ-ALT13	pH, cor, turbidez	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	Cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio
PZ-ALT14	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro total	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio
PZ-ALT16	pH, cor, turbidez, ferro	pH, cor, coliformes fecais	Cor, turbidez, ferro, manganês	Cor, turbidez, ferro, manganês	Cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	Cor, ferro, alumínio, manganês
PZ-ALT17	cor, turbidez,	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro	pH, cor, turbidez	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	Cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês
PZ-ALT18	pH, alumínio	pH, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, alumínio	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro, alumínio, manganês
PZ-LX-ALT1	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro	pH, turbidez, coliformes fecais	Cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	Não coletado	Não Coletado	Cor, turbidez, ferro, manganês
PZ-LX-ALT2	Cor aparente, turbidez,	Ferro	Não coletado	Não coletado	Não Coletado	Cor, turbidez, ferro, manganês
PZ-LX-ALT3	pH, cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio	pH, cor, turbidez, ferro	pH, cor, turbidez	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês
PZ-LX-ALT4	cor aparente, turbidez, ferro total, alumínio	pH, cor, turbidez, ferro	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado
PZ-LX-ALT6	pH (foram medidos apenas os parâmetros <i>in situ</i> )	Não coletado	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês
PZ-RAPELD	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado
PZ-RX-2	pH, cor aparente, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio	Não coletado	pH, cor, turbidez		pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, coliformes fecais, ferro, alumínio
PZ-RX-3	Não coletado	Não coletado	pH, cor, ferro	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês	Cor, turbidez (não foram analisados todos os parâmetros)	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, manganês
PZ-RX-4	Cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, chumbo, manganês	Não coletado	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, chumbo, manganês
PZ-RX-5	Cor, turbidez	pH, cor, turbidez	pH, cor, turbidez, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, cor aparente, ferro, alumínio
PZ-RX-6	pH, cor, turbidez	pH, coliformes fecais	Cor, turbidez	Cor, turbidez, ferro	Cor, turbidez, ferro, alumínio,	Ferro, alumínio, manganês

COLETA	11 (JAN/2015)	12 (ABR/2015)	13 (JUL/2015)	14 (OUT/2015)	15 (JAN/2016)	16 (ABR/2016)
PERÍODO	ENCHENTE	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
POÇO/ CACIMBA <sup>5</sup>	VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO					
					manganês	
PZ-RX-7	Cor, turbidez, ferro	Ferro total	pH, cor, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, ferro	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, turbidez, ferro, alumínio
PZ-RX-9	Não coletado	Não coletado	pH, cor, turbidez, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, cor, coliformes fecais, ferro, alumínio
PZ-RX-10	Não coletado	Não coletado	Cor, turbidez	Cor aparente	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez
PZ-RI-1	Turbidez	Cor, turbidez, ferro	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	Cor, turbidez, ferro, manganês	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio
PZ-RI-2	pH, cor, turbidez, coliforme fecais, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês
PZ-RI-3	Turbidez	pH, coliformes fecais	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, ferro, manganês	Não coletado	Não coletado
PZ-RI-4	Cor, turbidez, alumínio	pH, cor, coliformes fecais	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado
PZ-RI-5	Turbidez, coliformes fecais, chumbo	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado
PZ-RI-6	Não coletado	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro, alumínio, manganês	Não coletado	Não coletado	Não coletado	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês
PZ-RI-7	pH, cor, turbidez, nitrato, alumínio	pH, cor, turbidez, nitrato, manganês	pH, cor, turbidez, ferro	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês
PZ-RI-8	pH, cor, turbidez	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio	pH, cor, turbidez, ferro, manganês	pH, cor, turbidez, ferro, alumínio, manganês	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro, alumínio, manganês

#### 11.3.2.2.1. DIAGRAMAS DE PIPER

De acordo com LUCENA *et al.* (2004)<sup>6</sup>, o diagrama de *Piper* mostra a classificação das amostras quanto a seus íons dominantes, plotando as proporções dos cátions principais ( $\text{Ca}^{+2}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^{+2}$ ,  $\text{K}^{+}$ ) e dos ânions principais ( $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{-2}$ ) em dois diagramas triangulares respectivos, e combinando as informações dos dois triângulos em um losango situado entre os mesmos. Os gráficos mostram as proporções relativas dos íons principais, mas não suas concentrações absolutas.

Para facilitar a visualização dos resultados, foram separados grupos de poços/cacimbas (poços rasos escavados e cisternas em Altamira, e poços de monitoramento instalados especificamente para este fim na cidade de Altamira; Sítio Pimental; entorno dos reservatórios; e nas comunidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal).

Neste item, serão apresentadas as comparações das análises realizadas nos períodos de enchente e cheia para os anos de 2014, 2015 e 2016.

Os diagramas de *Piper* dos poços e cisternas/cacimbas monitorados na área urbana de Altamira para os períodos considerados como enchente (coletas trimestrais 7, 11 e 15) para a região (**Figuras 11.3.2 - 1 a 11.3.2 - 3**) mostram que a maior parte das amostras manteve a classificação (mesmo na coleta realizada durante o enchimento do reservatório – janeiro/2016). Isto indica que, durante o enchimento do reservatório, não houve diluição dos elementos em função das águas de recarga ou das águas do rio que, por inversão de fluxo, podem chegar a alimentar os aquíferos freáticos.

As **Figuras 11.3.2 - 4 a 11.3.2 - 6** dos poços e cisternas/cacimbas monitorados na área urbana de Altamira para os períodos considerados como cheia e os dados obtidos mostram que a maior parte das amostras também manteve a classificação para a primeira coleta realizada após o enchimento dos reservatórios – abril/2016.

---

<sup>6</sup> LUCENA, L.F.R.; ROSA FILHO, E.F.; BITTENCOURT, A.V. L. 2004. Características Hidroquímicas do Aquífero Barreiras no Âmbito do Setor Oriental da Bacia do Rio Pirangi - RN. Revista Águas Subterrâneas. Curitiba – PR 18 (18): 29-38.



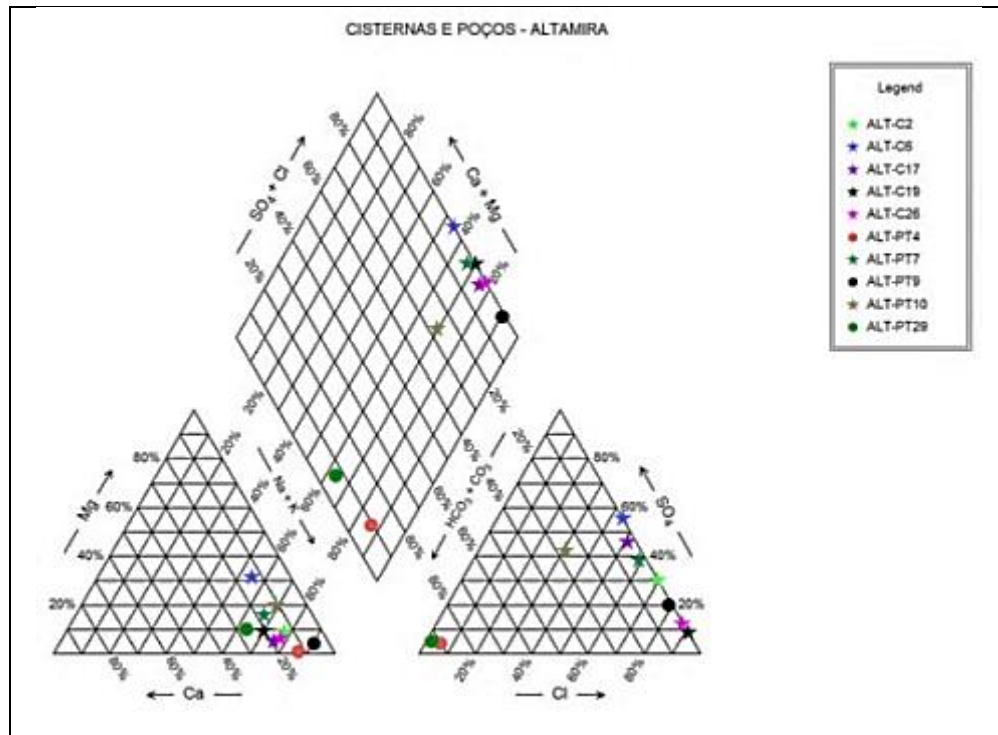


Figura 11.3.2 - 1 – Diagrama de *Piper* de cisternas e poços cadastrados Coleta Trimestral 7 (Janeiro/2014).

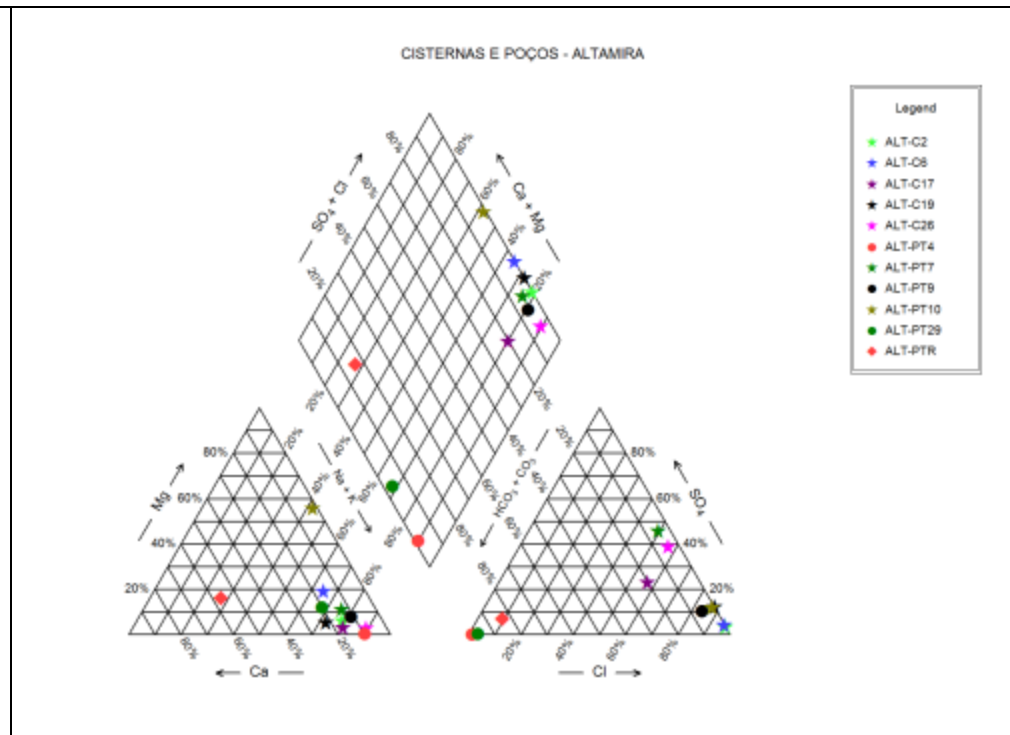


Figura 11.3.2 - 2 – Diagrama de *Piper* de cisternas e poços cadastrados Coleta Trimestral 11 (Janeiro/2015).

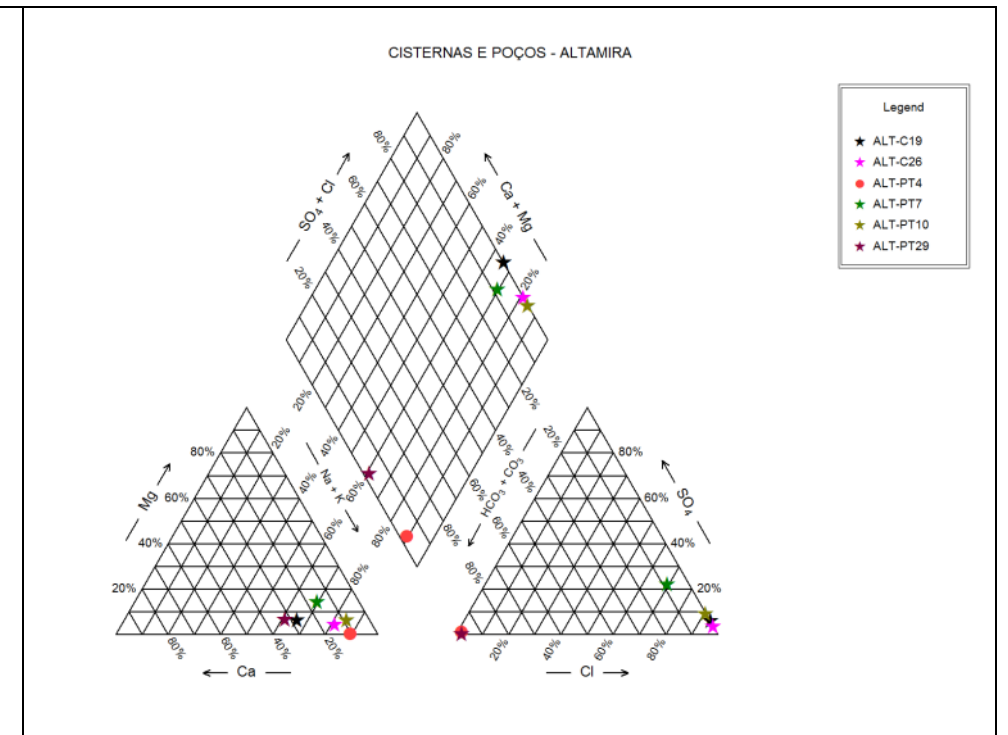


Figura 11.3.2 - 3 – Diagrama de *Piper* de cisternas e poços cadastrados Coleta Trimestral 15 (Janeiro/2016).

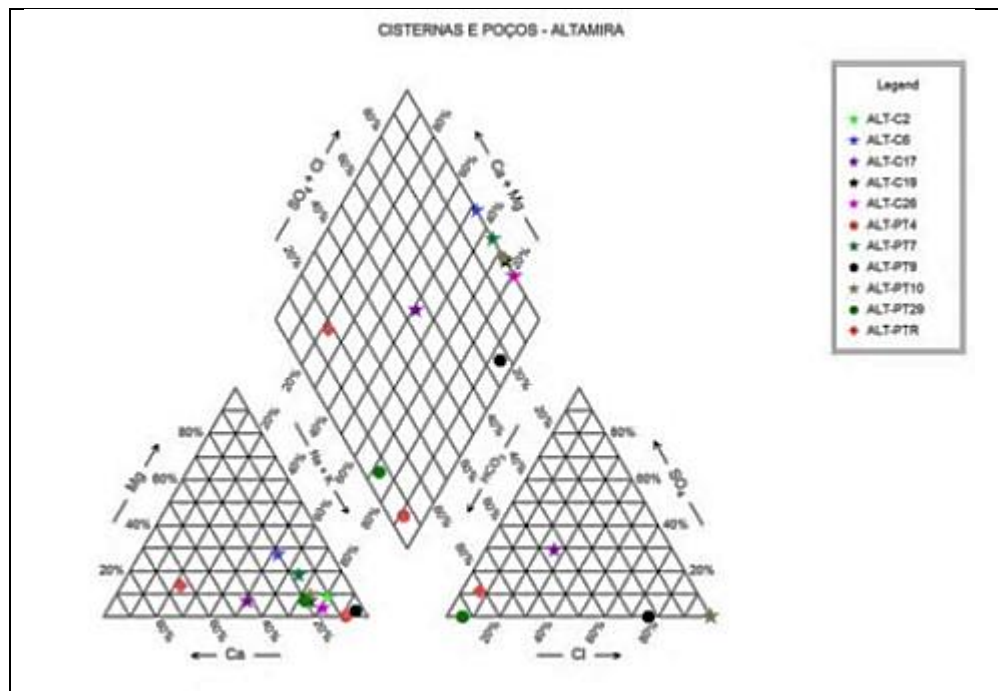


Figura 11.3.2 - 4 – Diagrama de *Piper* de cisternas e poços cadastrados Coleta Trimestral 8 (Abril/2014).

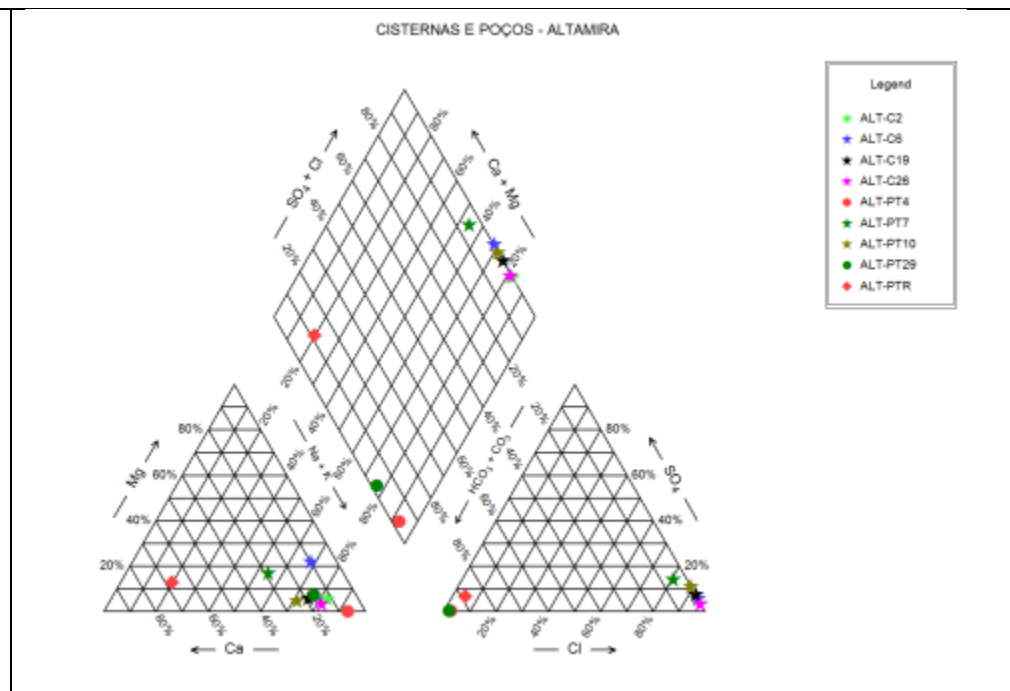


Figura 11.3.2 - 5 – Diagrama de *Piper* de cisternas e poços cadastrados Coleta Trimestral 12 (Abril/2015).

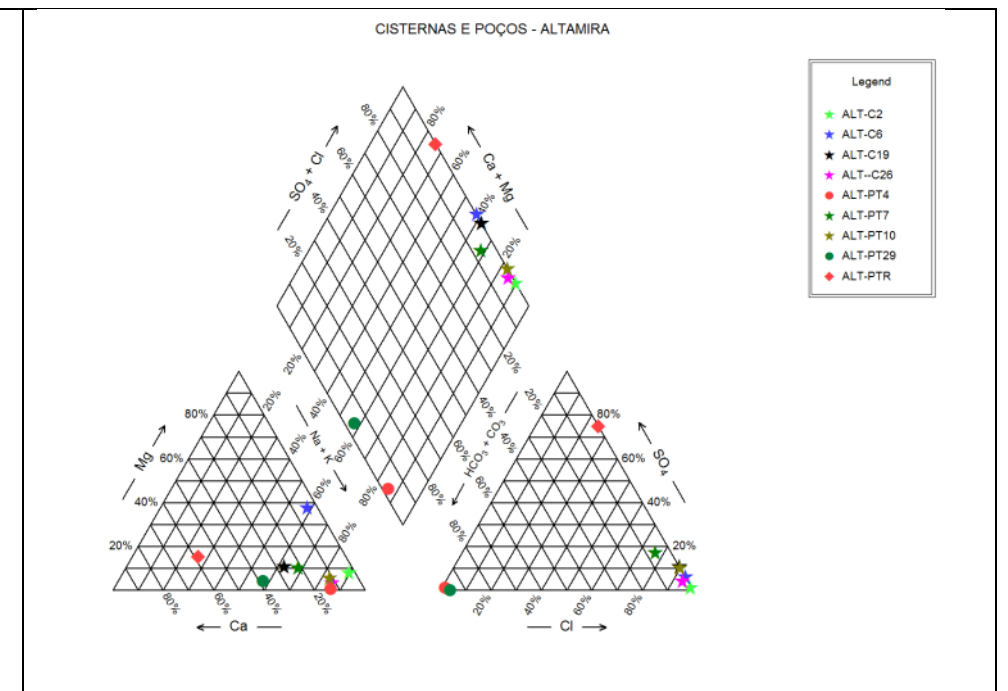


Figura 11.3.2 - 6 – Diagrama de *Piper* de cisternas e poços cadastrados Coleta Trimestral 16 (Abril/2016).

As **Figuras 11.3.2 - 7 a 11.3.2 - 9** apresentam os diagramas de *Piper* dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, para os períodos considerados como enchente para a região em 2014, 2015 e 2016 (Coletas 7, 11 e 15), cuja classificação das amostras é a seguinte nos respectivos anos:

- PZ-ALT 1: não fazia parte da rede – não fazia parte da rede – cloretada sódica;
- PZ-ALT 2: não fazia parte da rede – não fazia parte da rede – cloretada sódica;
- PZ-ALT4: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-ALT7: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-ALT8: água mista - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-ALT9: água mista - cloretada sódica – cloretada sódica;
- PZ-ALT11: bicarbonatada cálcica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-ALT12: água mista - bicarbonatada cálcica - água mista;
- PZ-ALT13: sulfatada sódica - cloretada sódica - sulfatada sódica;
- PZ-ALT14: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-ALT16: água mista - bicarbonatada cálcica - bicarbonatada sódica;
- PZ-ALT17: cloretada cálcica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-ALT18: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-LX-ALT3: sulfatada magnésiana - água mista - cloretada sódica; e
- PZ-LX-ALT6: água mista - água mista – cloretada sódica.

As **Figuras 11.3.2 - 10 a 11.3.2 - 12** apresentam os diagramas de *Piper* dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, para os períodos considerados como cheia para a região em 2014, 2015 e 2016 (Coleta 8,12 e 16), com classificação:

- PZ-ALT 1: não fazia parte da rede – não fazia parte da rede – cloretada sódica;
- PZ-ALT 2: não fazia parte da rede – não fazia parte da rede – cloretada sódica;
- PZ-ALT 3: sulfatada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-ALT4: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada cálcica;
- PZ-ALT7: sulfatada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-ALT8: sulfatada sódica - bicarbonatada cálcica – água mista;
- PZ-ALT9: sulfatada sódica - água mista - água mista;
- PZ-ALT11: água mista - bicarbonatada cálcica - bicarbonatada sódica;
- PZ-ALT12: cloretada cálcica - cloretada cálcica - cloretada cálcica;
- PZ-ALT13: sulfatada sódica - cloretada cálcica - sulfatada sódica;
- PZ-ALT14: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-ALT16: água mista - bicarbonatada sódica - bicarbonatada sódica;
- PZ-ALT17: água mista - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-ALT18: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-LX-ALT1: sulfatada sódica - bicarbonatada sódica - bicarbonatada sódica;
- PZ-LX-ALT2: não coletada - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-LX-ALT3: cloretada magnésiana - cloretada cálcica - cloretada sódica; e
- PZ-LX-ALT6: cloretada cálcica - bicarbonatada magnésiana - cloretada sódica.

A mudança da classificação, que ocorre em grande parte dos pontos amostrados (em relação aos períodos de vazante e seca) para águas cloretadas sódicas, é atribuída à eventual contaminação por esgoto doméstico, que amplia de forma significativa os teores de sódio e cloreto.

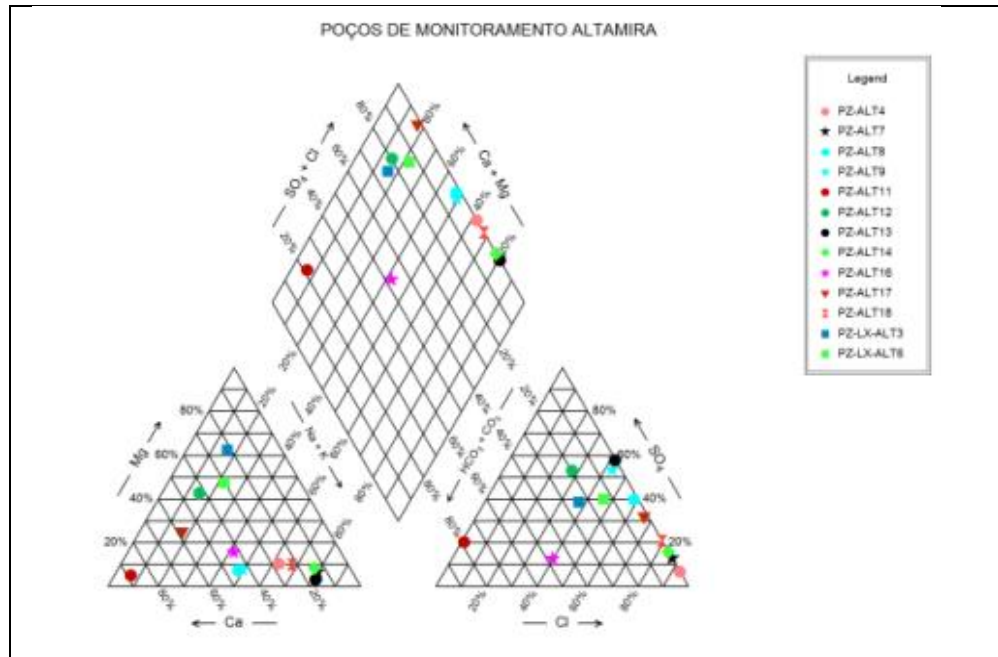


Figura 11.3.2 - 7 – Diagrama de *Piper* dos poços de monitoramento instalados Coleta Trimestral 7 (Janeiro/2014).

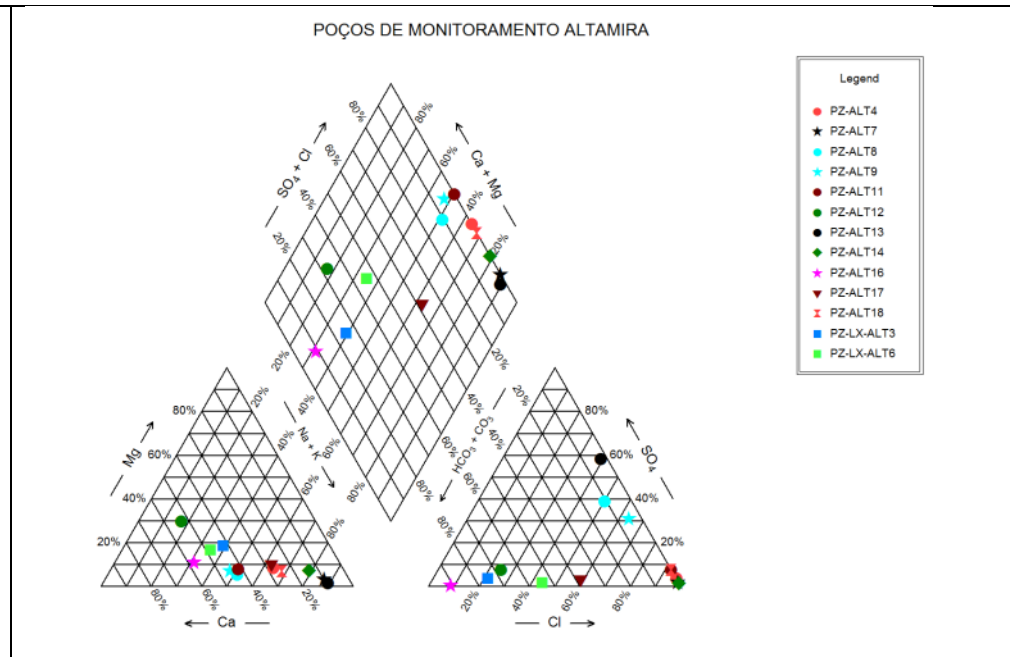


Figura 11.3.2 - 8 – Diagrama de *Piper* dos poços de monitoramento instalados Coleta Trimestral 11 (Janeiro/2015).

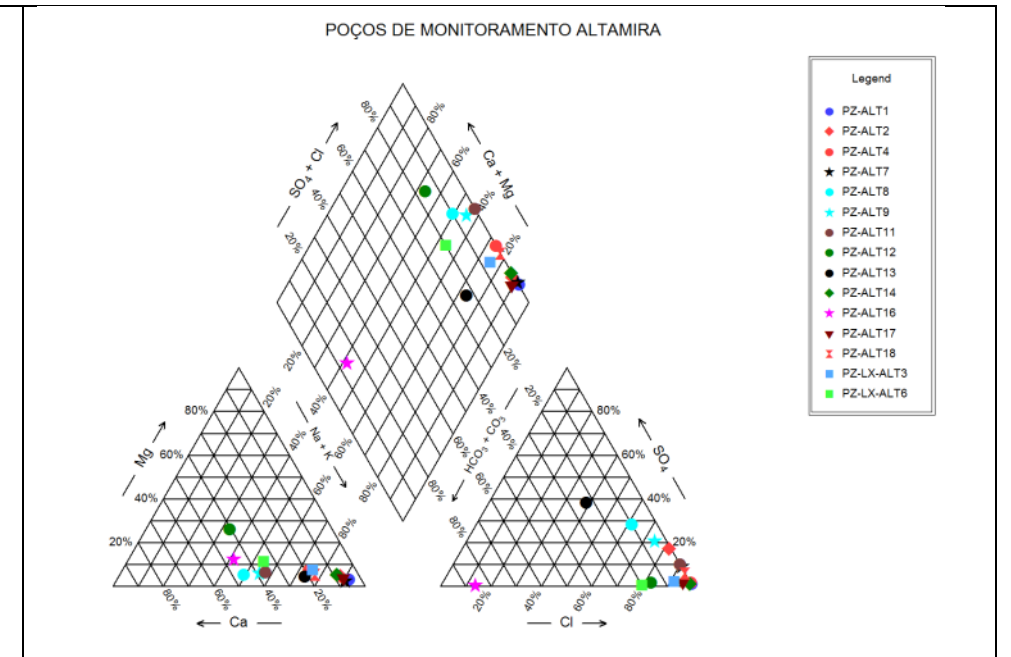


Figura 11.3.2 - 9 – Diagrama de *Piper* dos poços de monitoramento instalados Coleta Trimestral 15 (Janeiro/2016).

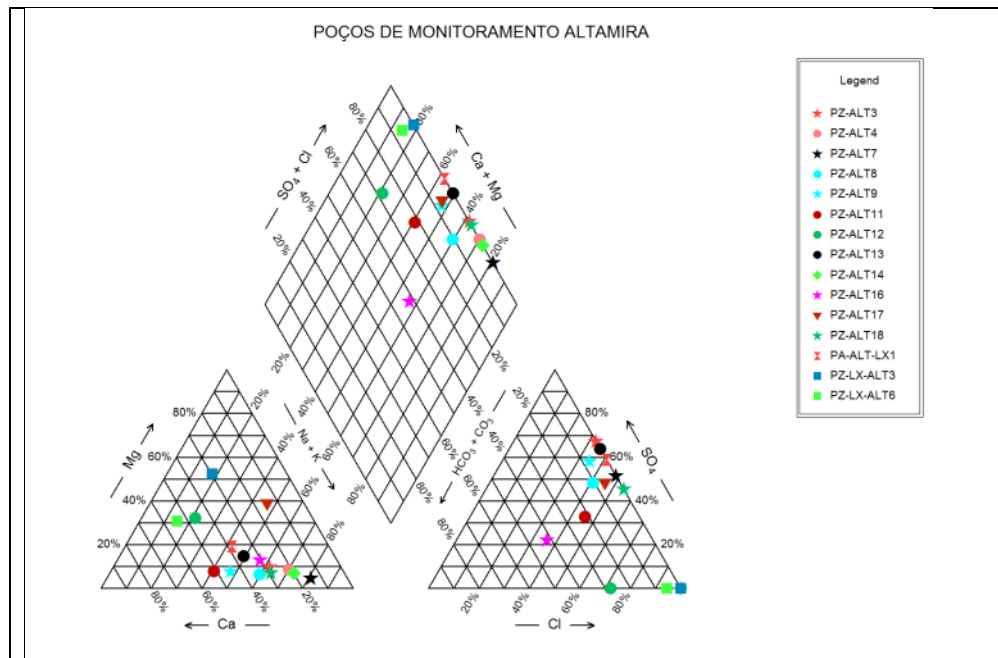


Figura 11.3.2 - 10 – Diagramas de *Piper* dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, Coleta Trimestral 7 (Abril/2014).

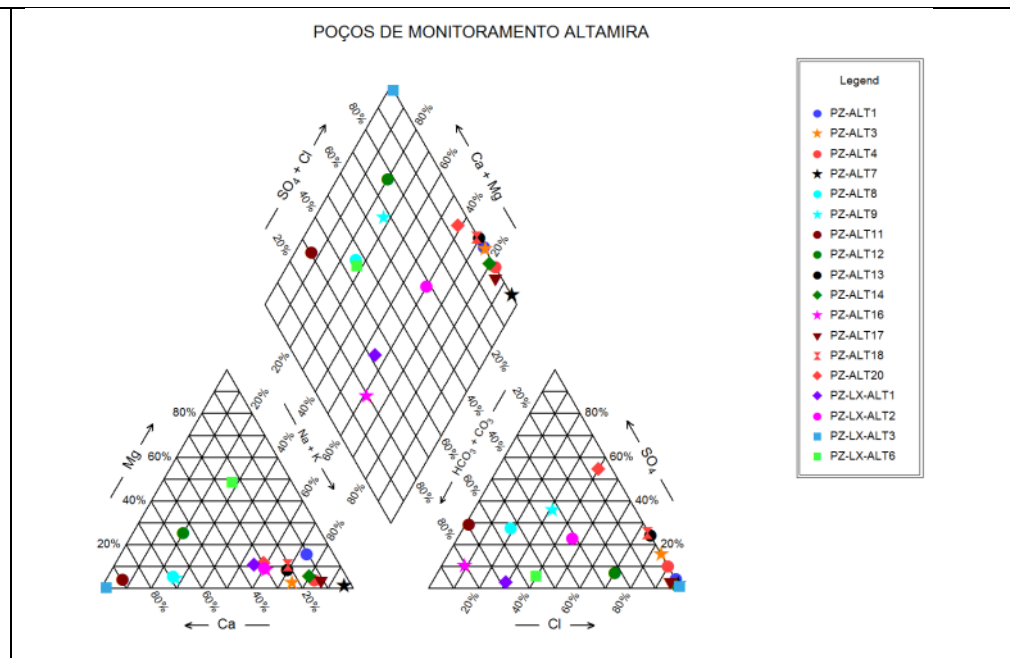


Figura 11.3.2 - 11 – Diagramas de *Piper* dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, Coleta Trimestral 11 (Abril/2015).

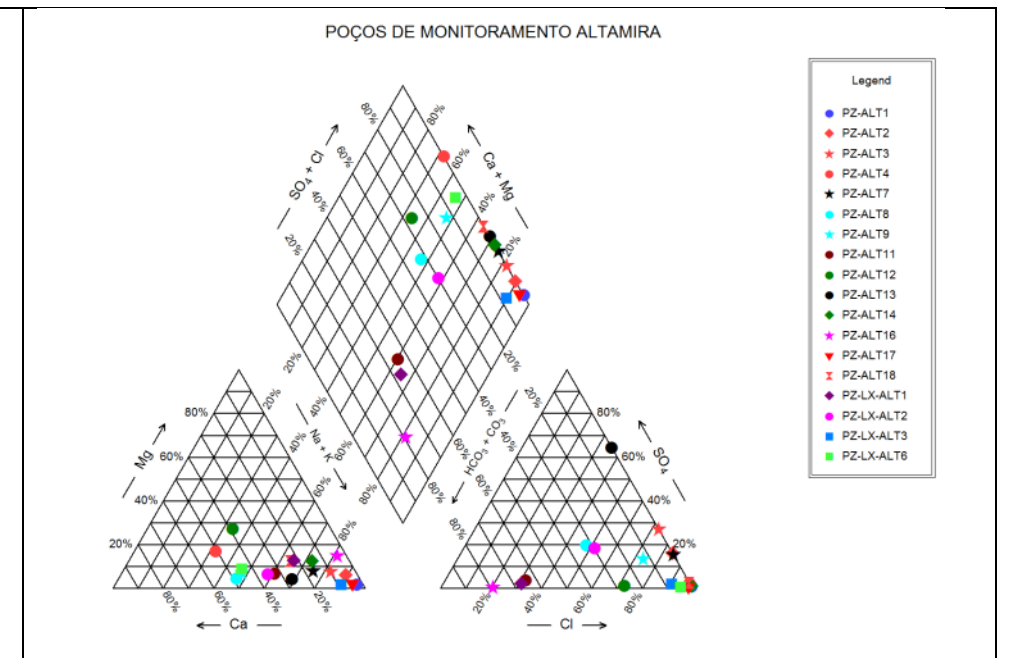


Figura 11.3.2 - 12 – Diagramas de *Piper* dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, Coleta Trimestral 16 (Abril/2016).

As **Figuras 11.3.2 - 13 a 11.3.2 - 15** apresentam os diagramas de *Piper* dos poços e cisternas monitorados na região do Sítio Pimental, para os períodos considerados como enchente para a região em 2014, 2015 e 2016 (Coletas 7, 11 e 15), cujas amostras mantiveram a mesma classificação.

- SP-C1: água mista - água mista – bicarbonatada magnesiana;
- SP-C2: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica; e
- SP-PT1: bicarbonatada cálcica - bicarbonatada cálcica- bicarbonatada cálcica.

As **Figuras 11.3.2 - 16 a 11.3.2 - 18** apresentam os diagramas de *Piper* dos poços e cisternas monitorados na região do Sítio Pimental para os períodos considerados como cheia para a região em 2014, 2015 e 2016 (Coleta 8,12 e 16), onde as amostras mantiveram a mesma classificação, indicando se tratar de águas em contato com saprolito ou rocha fresca, que mantêm a composição química.

- SP-C1: bicarbonatada magnesiana - bicarbonatada magnesiana - bicarbonatada magnesiana;
- SP-C2: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica; e
- SP-PT1: bicarbonatada cálcica - bicarbonatada cálcica - bicarbonatada cálcica.

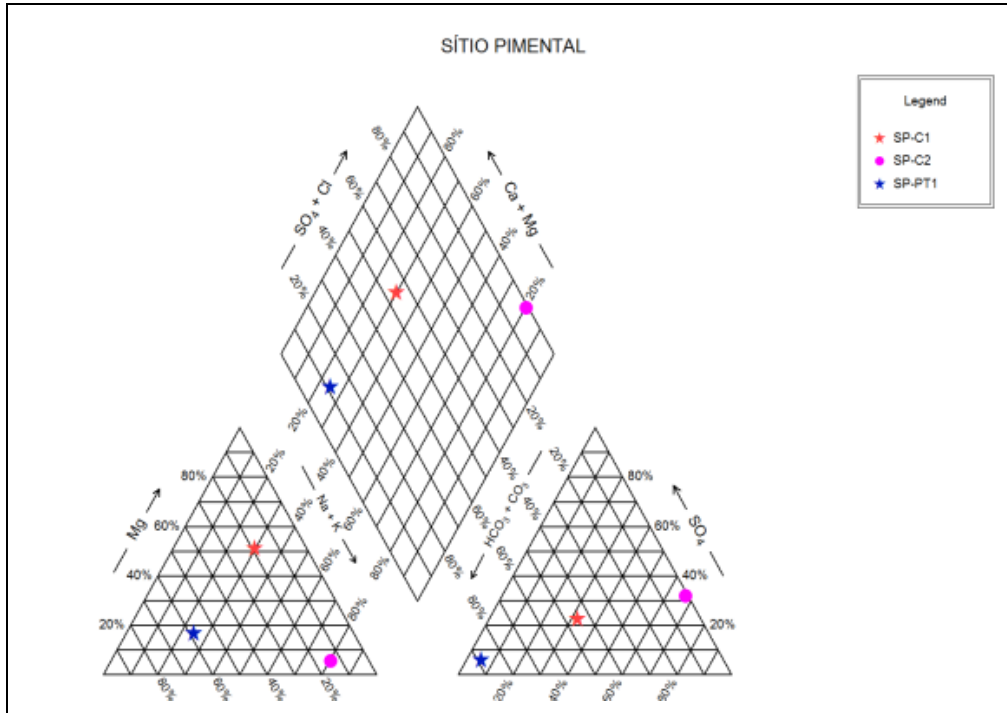


Figura 11.3.2 - 13 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados na região do Sítio Pimental, Coleta Trimestral 7 (Janeiro/2014).

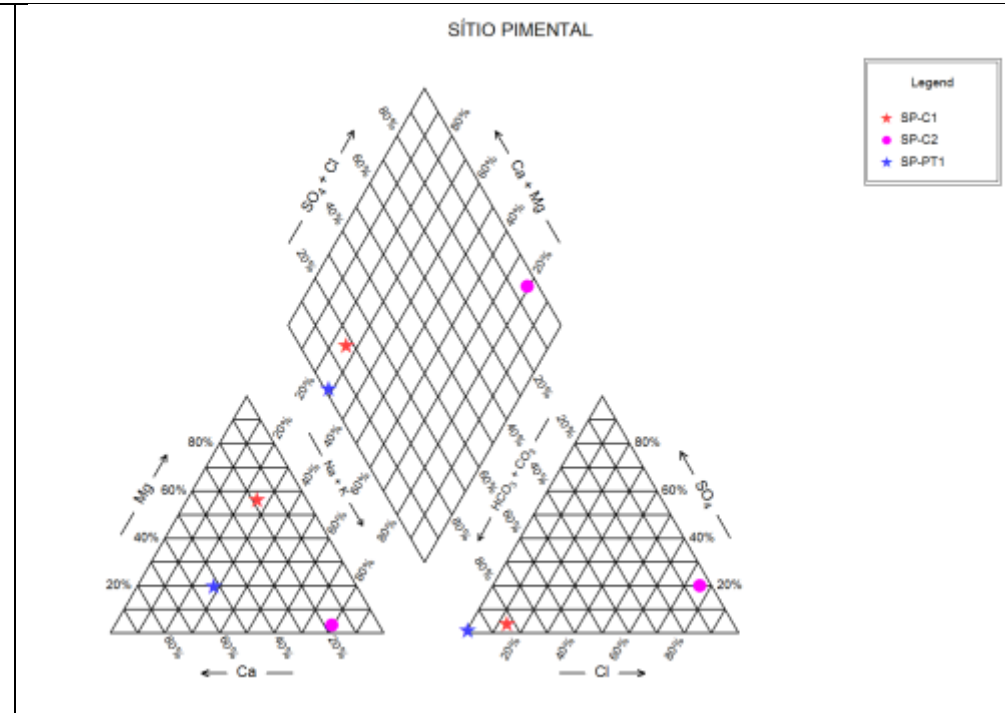


Figura 11.3.2 - 14 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados na região do Sítio Pimental, Coleta Trimestral 11 (Janeiro/2015).

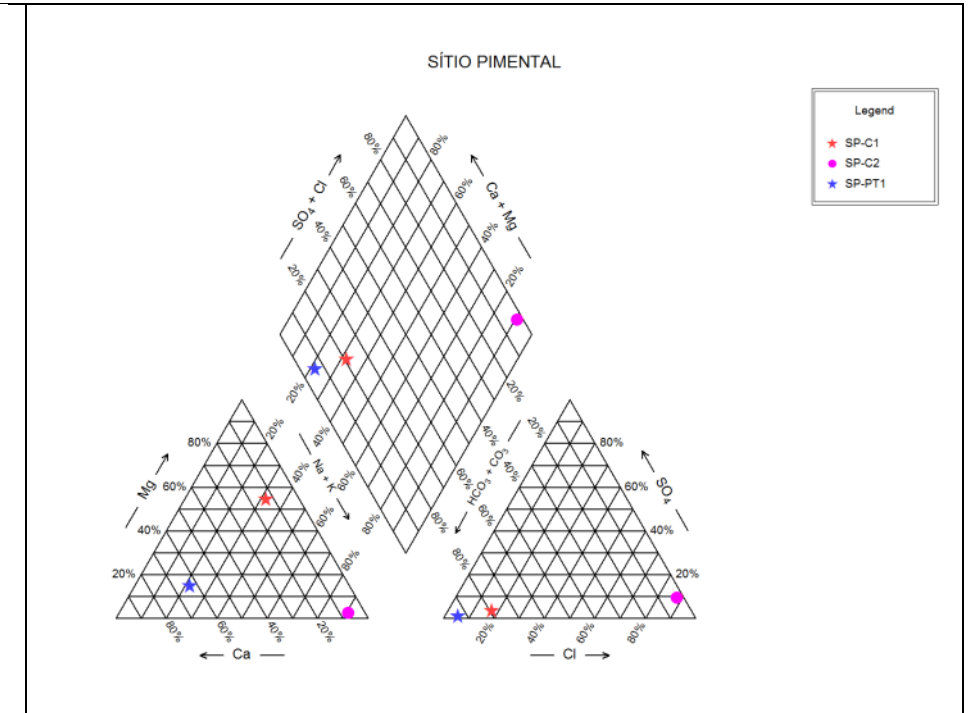


Figura 11.3.2 - 15 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados na região do Sítio Pimental, Coleta Trimestral 15 (Janeiro/2016).

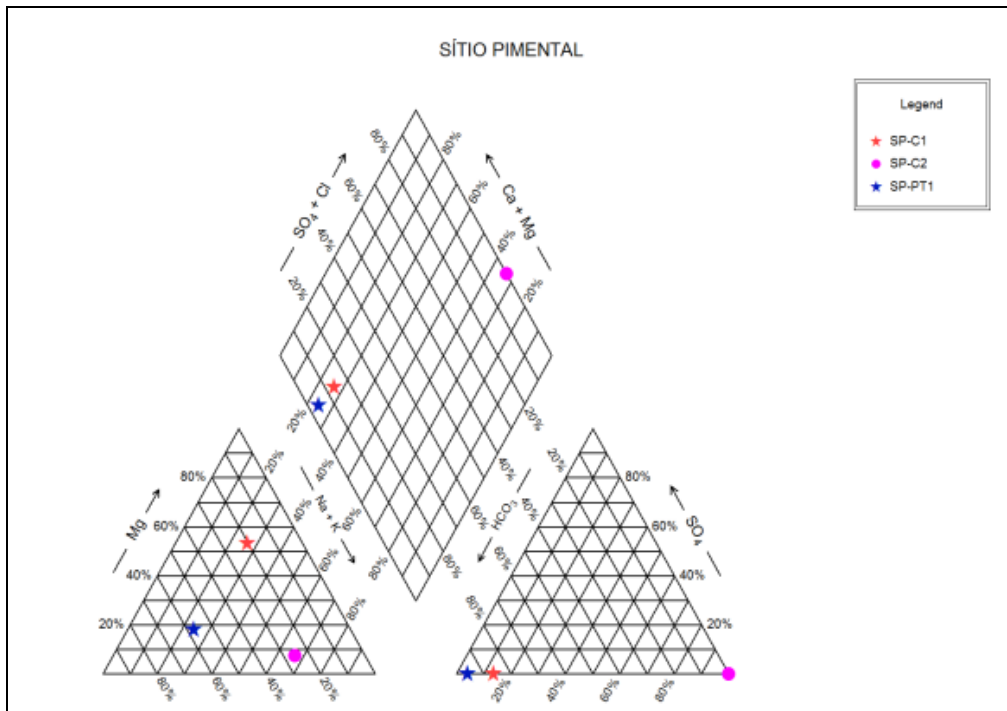


Figura 11.3.2 - 16 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados na região do Sítio Pimental, Coleta Trimestral 8 (Abril/2014).

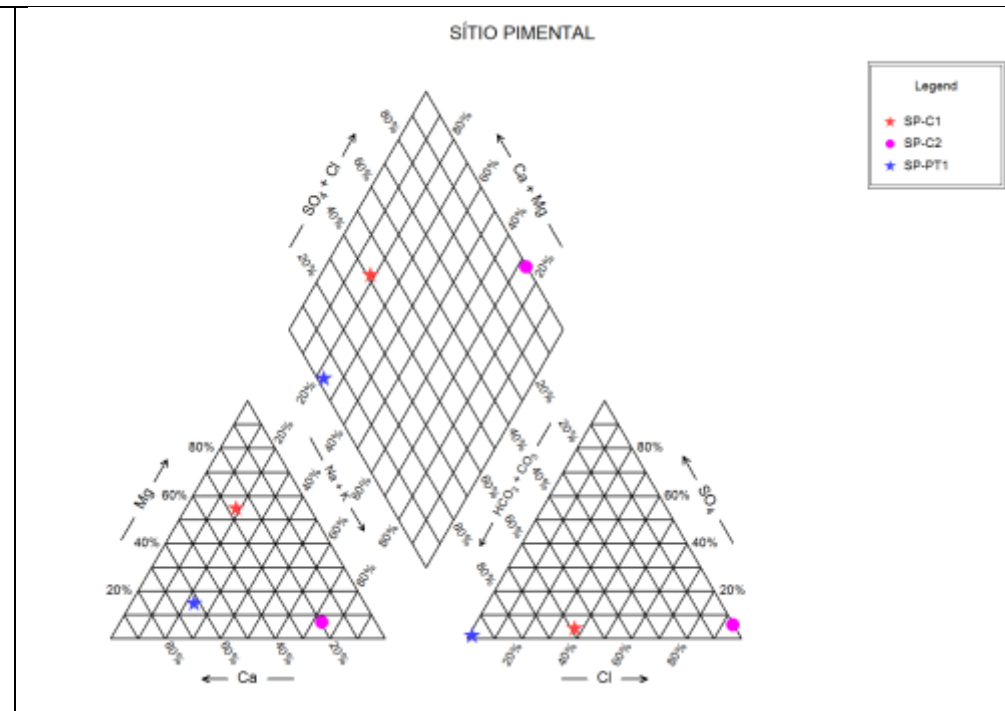


Figura 11.3.2 - 17 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados na região do Sítio Pimental, Coleta Trimestral 12 (Abril/2015).

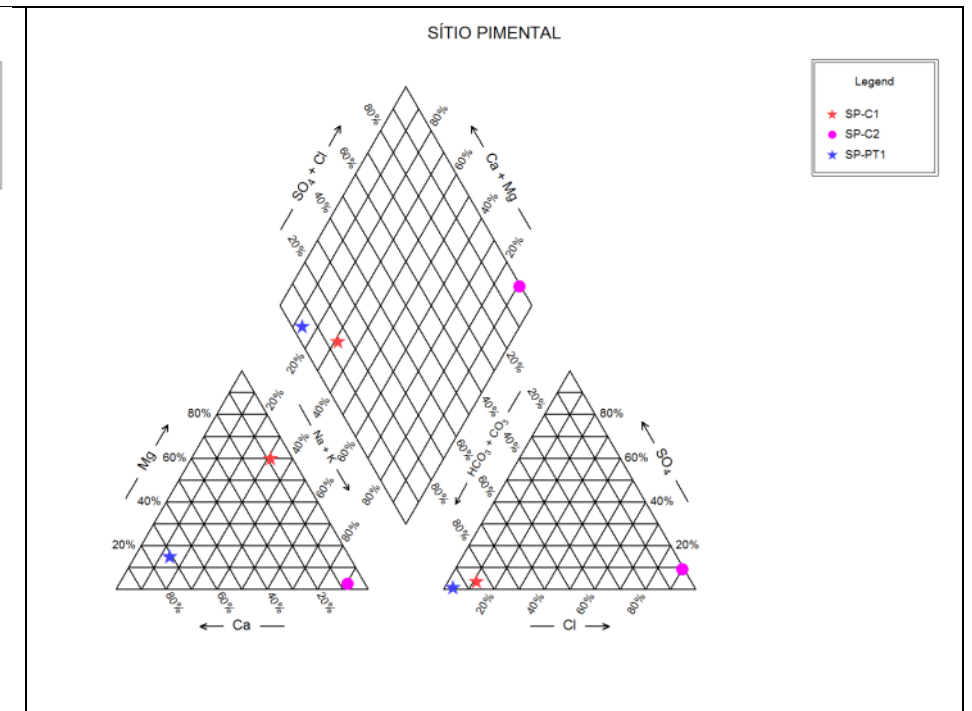


Figura 11.3.2 - 18 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados na região do Sítio Pimental, Coleta Trimestral 16 (Abril/2016).

As **Figuras 11.3.2 - 19 a 11.3.2 - 21** apresentam os diagramas de *Piper* dos poços e cisternas monitorados nas localidades Belo Monte, Município de Vitória do Xingu e de Belo Monte do Pontal, Município de Anapú, para os períodos considerados como enchente para a região em 2014, 2015 e 2016 (Coletas 7, 11 e 15), cuja classificação das amostras é a seguinte nos respectivos anos:

- BM-PT1: bicarbonatada cálcica - não coletada - bicarbonatada cálcica;
- BM-PT3: bicarbonatada cálcica - bicarbonatada cálcica - bicarbonatada cálcica;
- BMP-C1: sulfatada sódica - cloretada sódica - não coletada;
- BMP-C2: sulfatada sódica - cloretada sódica - bicarbonatada cálcica;
- BMP-C3: não fazia parte da rede - bicarbonatada cálcica - bicarbonatada sódica; e
- BMP-PT1: bicarbonatada cálcica - bicarbonatada sódica - bicarbonatada cálcica.

Ressalta-se que o ponto BM-PT1 manteve a nomenclatura, porém foi alterada sua localização para um local com relevo mais rebaixado e mais próximo do rio.

As **Figuras 11.3.2 - 22 a 11.3.2 - 24** apresentam os diagramas de *Piper* dos poços e cisternas monitorados nas localidades Belo Monte, Município de Vitória do Xingu e de Belo Monte do Pontal, Município de Anapú, para os períodos considerados como cheia para a região em 2014, 2015 e 2016 (Coleta 8,12 e 16), cuja classificação das amostras é a seguinte nos respectivos anos:

- BM-PT1: sulfatada cálcica - não coletada - bicarbonatada sódica;
- BM-PT3: bicarbonatada cálcica - bicarbonatada cálcica - bicarbonatada cálcica;
- BMP-C1: bicarbonatada cálcica - cloretada cálcica - água mista;
- BMP-C2: sulfatada sódica - cloretada sódica - bicarbonatada cálcica;
- BMP-C3: sulfatada cálcica - cloretada sódica - bicarbonatada sódica; e
- BMP-PT1: sulfatada cálcica - cloretada sódica - não coletada.

Para essa 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. No mesmo sentido, é possível que as variações sazonais sejam

controladas por processos antropogênicos, isto é, sejam oriundas de contaminação local do aquífero.



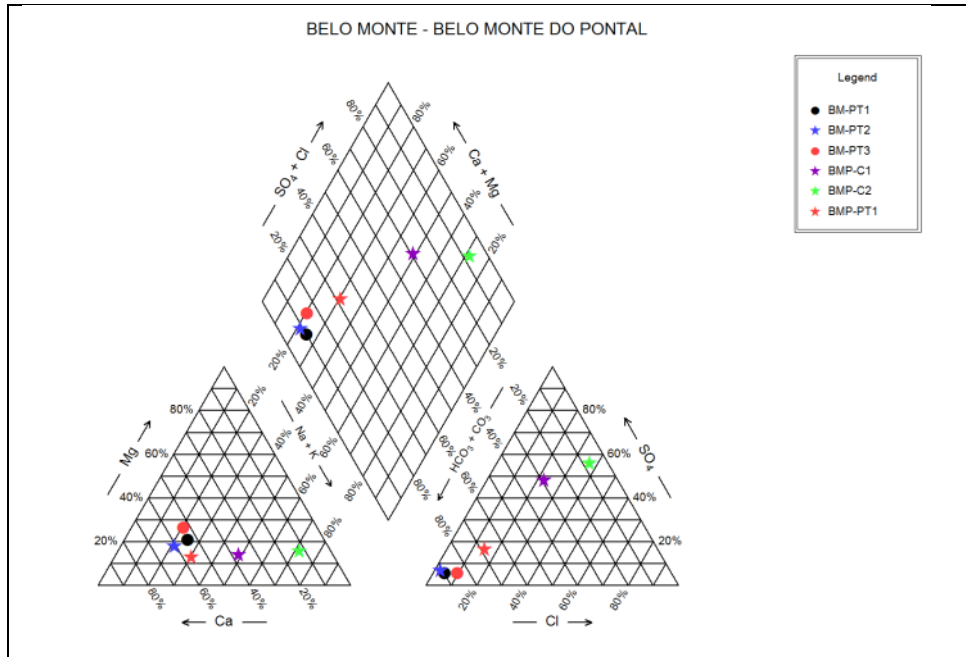


Figura 11.3.2 - 19 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal, Coleta Trimestral 7 (Janeiro/2014).

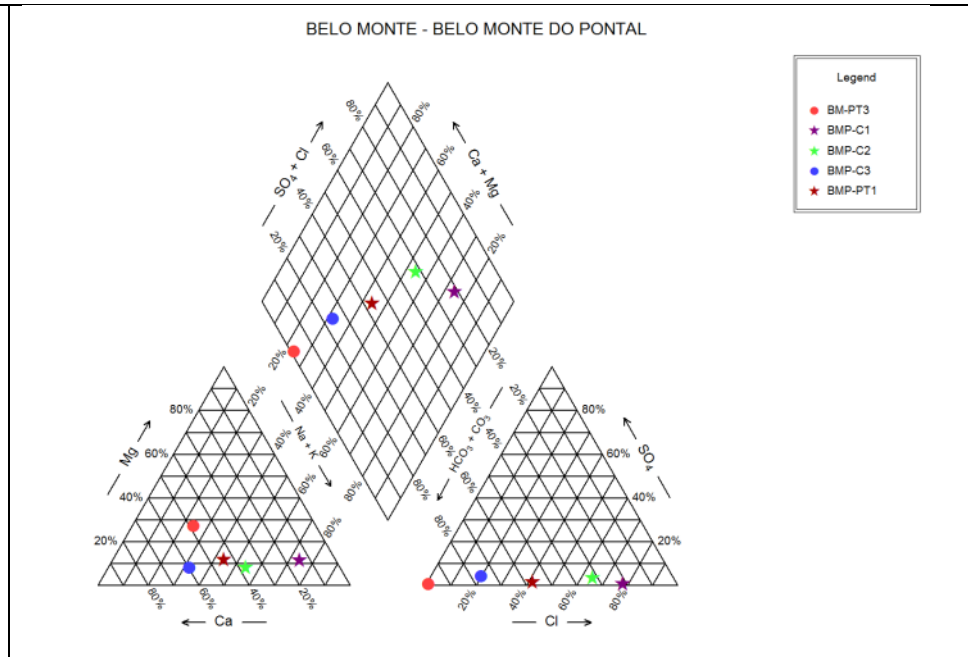


Figura 11.3.2 - 20 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal, Coleta Trimestral 11 (Janeiro/2015).

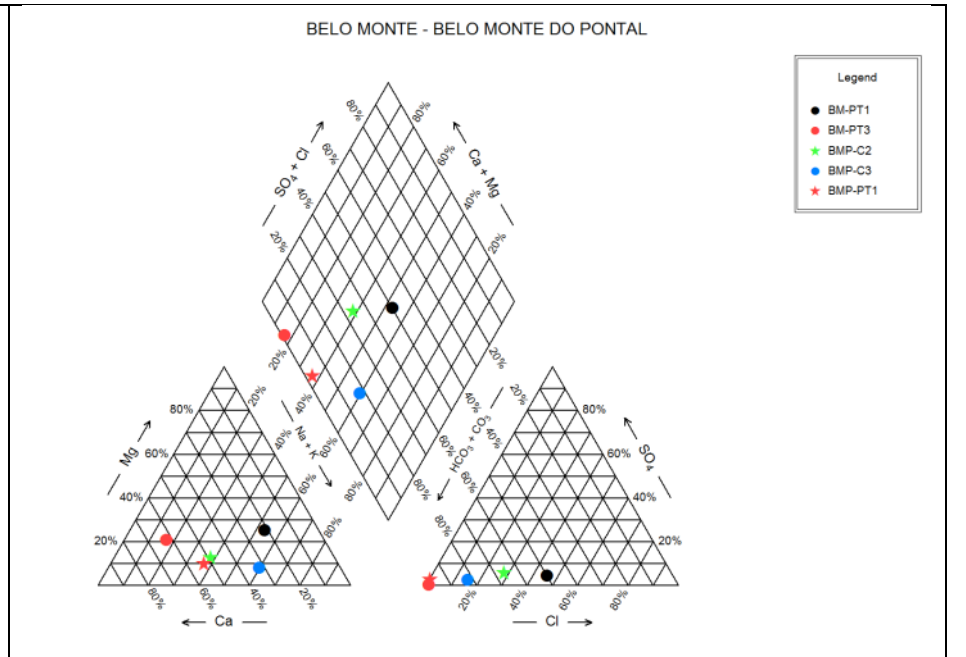


Figura 11.3.2 - 21 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal, Coleta Trimestral 15 (Janeiro/2016).

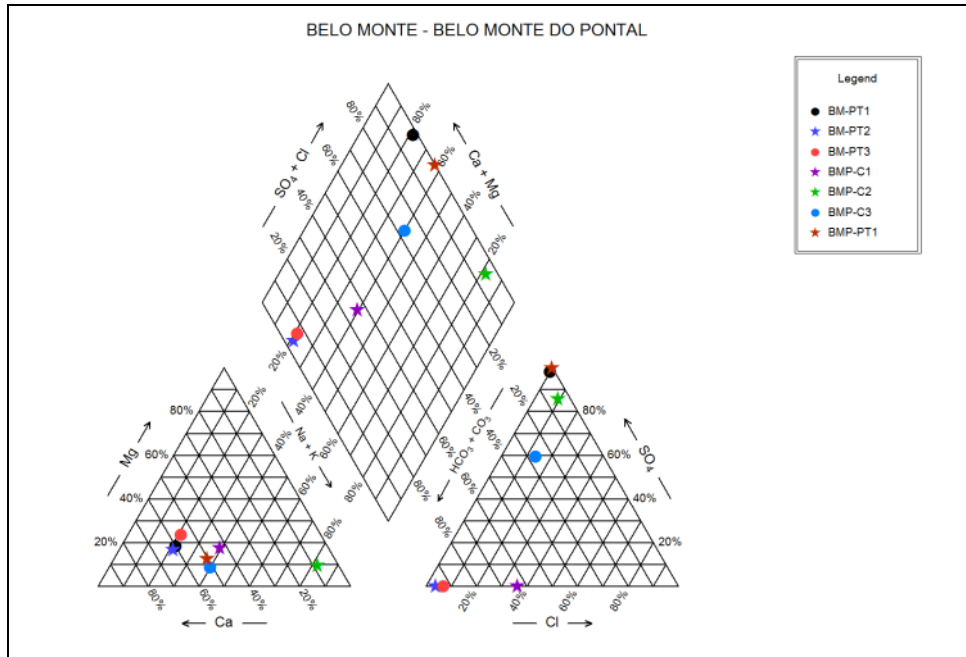


Figura 11.3.2 - 22 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal, Coleta Trimestral 8 (Abril/2014).

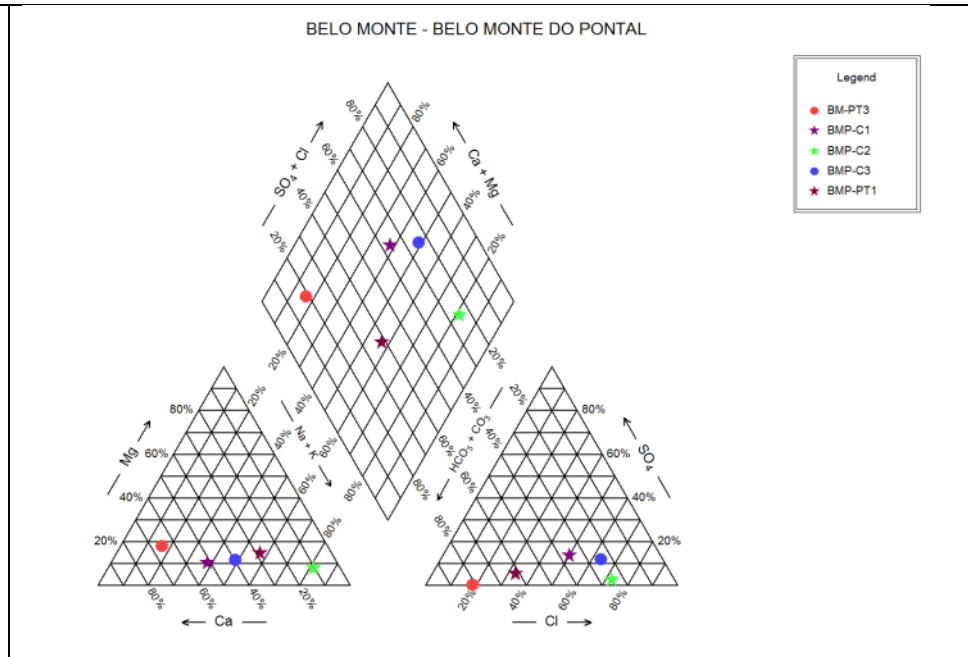


Figura 11.3.2 - 23 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal, Coleta Trimestral 12 (Abril/2015).

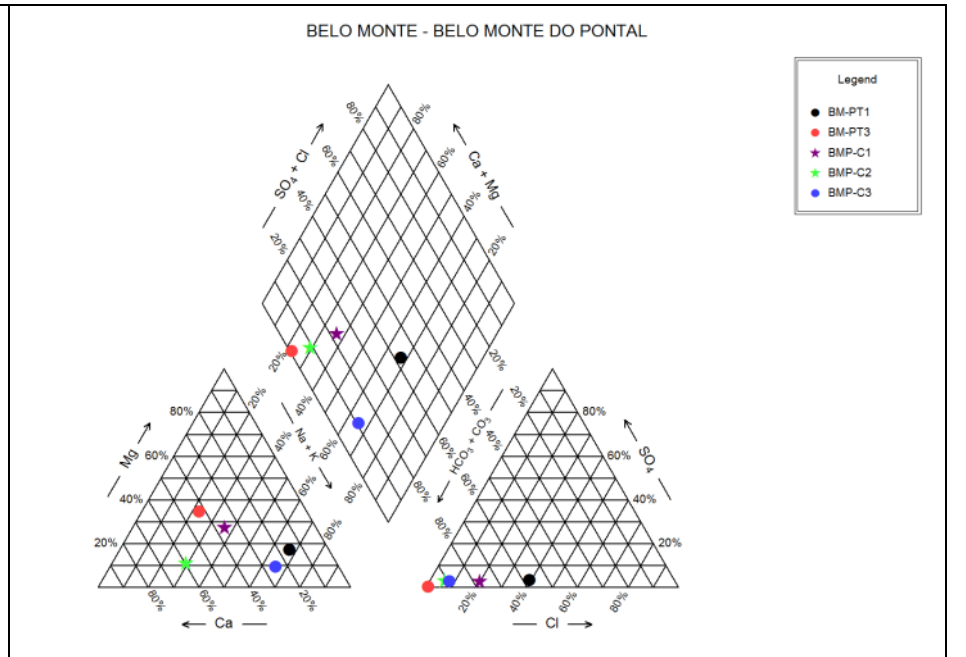


Figura 11.3.2 - 24 – Diagramas de *Piper* dos poços/cacimbas monitorados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal, Coleta Trimestral 16 (Abril/2016).

As **Figuras 11.3.2 - 25 a 11.3.2 - 27** apresentam os diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Xingu para os períodos considerados como enchente para a região em 2014, 2015 e 2016 (Coletas 7, 11 e 15), cuja classificação das amostras é a seguinte nos respectivos anos:

- PZ-RX2: sulfatada sódica - sulfatada sódica - água mista;
- PZ-RX4: sulfatada sódica - sulfatada sódica - não coletada;
- PZ-RX5: sulfatada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-RX6: sulfatada sódica - bicarbonatada sódica - bicarbonatada sódica;
- PZ-RX7: sulfatada cálcica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-RX9: sulfatada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica; e
- PZ-RX10: água mista - cloretada sódica - cloretada sódica.

As **Figuras 11.3.2 - 28 a 11.3.2 - 30** apresentam os diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Xingu, para os períodos considerados como cheia para a região em 2014, 2015 e 2016 (Coleta 8,12 e 16), cuja classificação das amostras é a seguinte nos respectivos anos:

- PZ-RX2: sulfatada sódica - bicarbonatada sódica - bicarbonatada sódica;
- PZ-RX4: cloretada sódica - cloretada cálcica - cloretada sódica;
- PZ-RX5: cloretada cálcica - cloretada magnésiana - cloretada sódica;
- PZ-RX6: bicarbonatada sódica - cloretada sódica - bicarbonatada cálcica;
- PZ-RX7: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-RX9: sulfatada sódica - sulfatada sódica - sulfatada sódica; e
- PZ-RX10: bicarbonatada sódica - bicarbonatada sódica - cloretada sódica;

Tanto nos períodos de enchente, quanto nos períodos de seca, a diversificação ampla da classificação deve ser em função da maior variedade de ambientes geológicos e materiais pedogenéticos interceptados pelos poços.

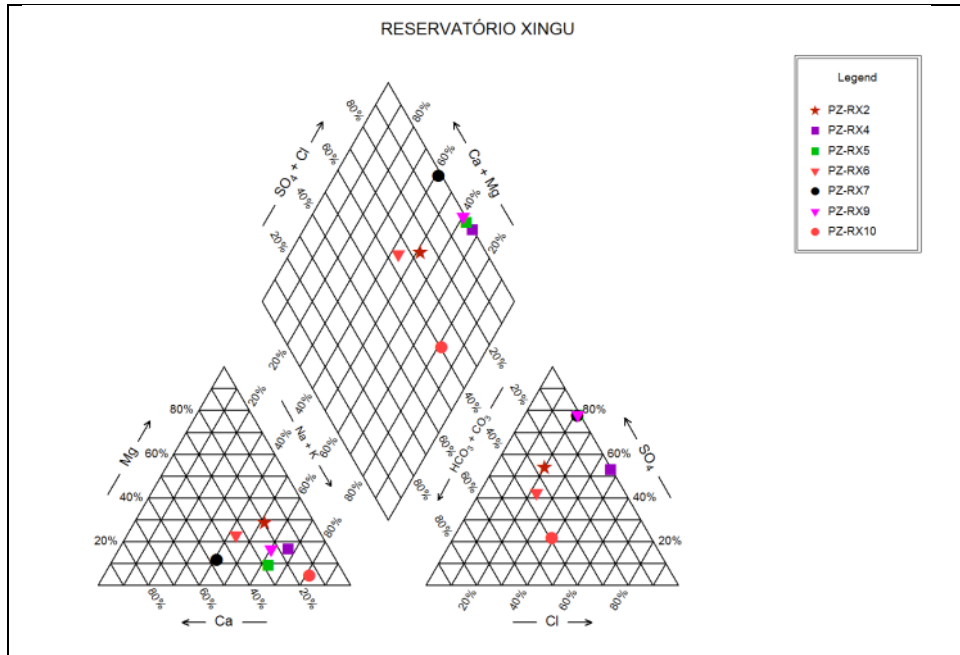


Figura 11.3.2 - 25 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Xingu, Coleta Trimestral 7 (Janeiro/2014).

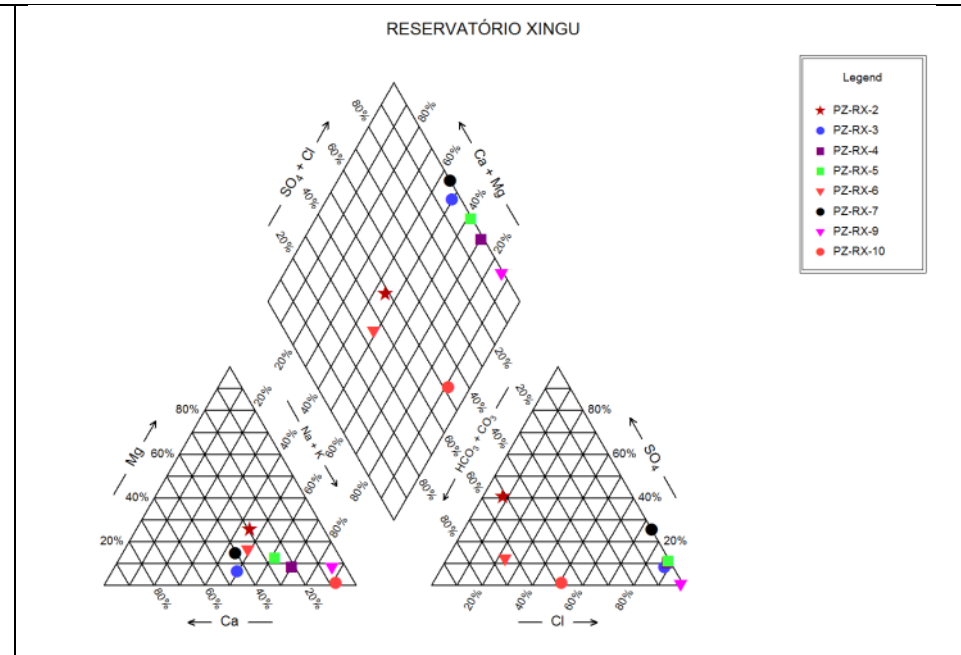


Figura 11.3.2 - 26 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Xingu, Coleta Trimestral 11 (Janeiro/2015).

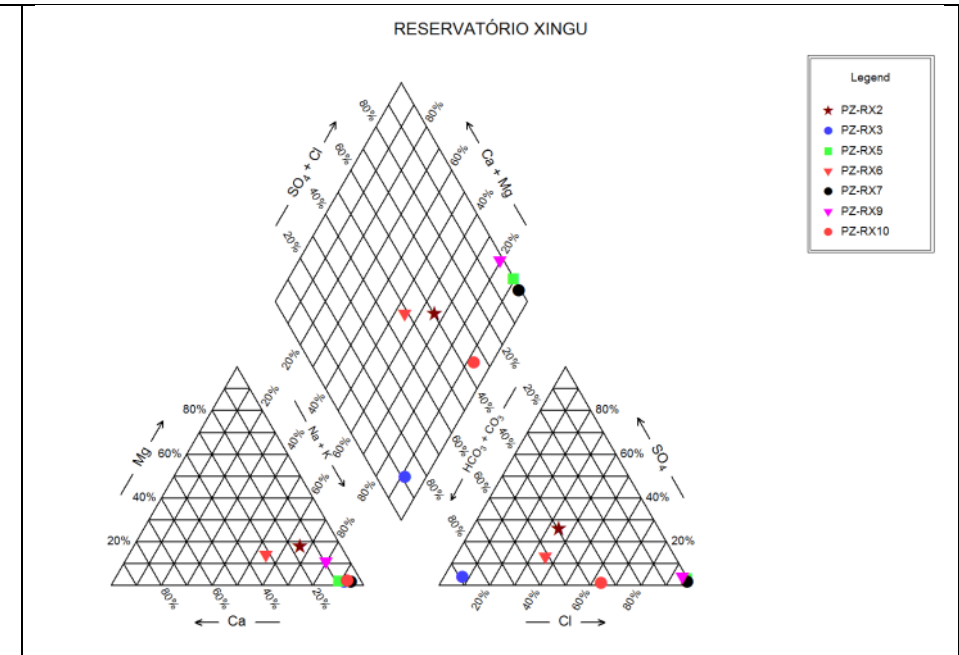


Figura 11.3.2 - 27 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Xingu, Coleta Trimestral 15 (Janeiro/2016).

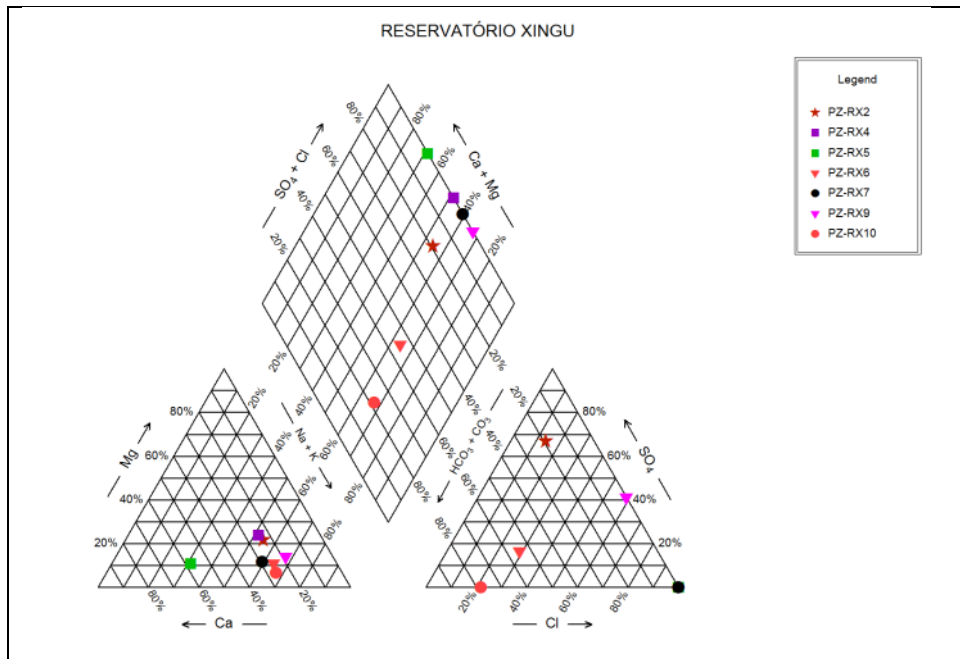


Figura 11.3.2 - 28 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Xingu, Coleta Trimestral 8 (Abril/2014).

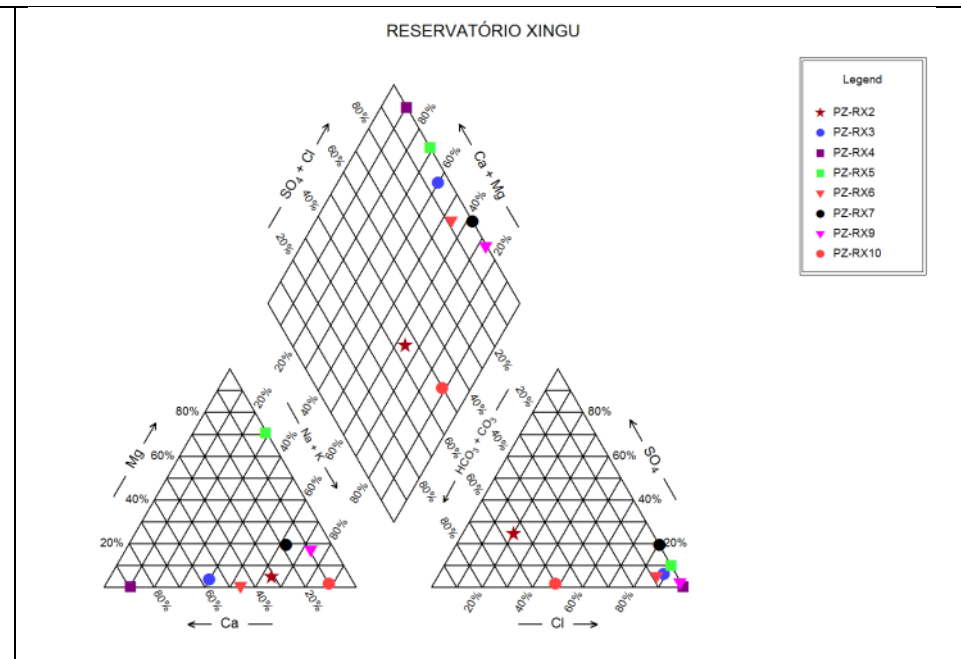


Figura 11.3.2 - 29 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Xingu, Coleta Trimestral 12 (Abril/2015).

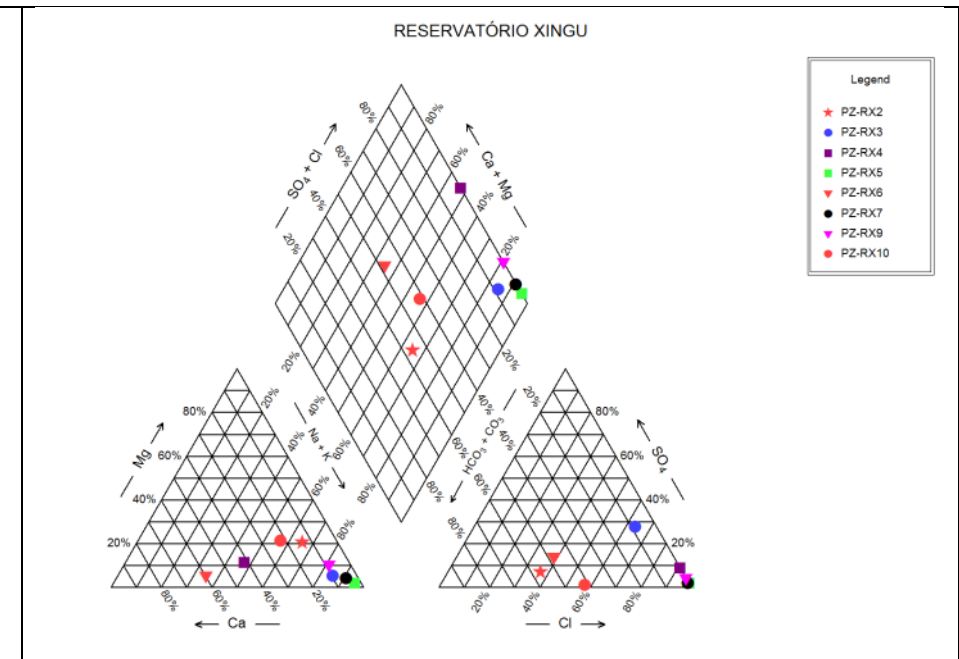


Figura 11.3.2 - 30 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Xingu, Coleta Trimestral 16 (Abril/2016).

As **Figuras 11.3.2 - 31 a 11.3.2 - 33** apresentam os diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do Reservatório Intermediário para os períodos considerados como enchente para a região em 2014, 2015 e 2016 (Coletas 7, 11 e 15), cuja classificação das amostras é a seguinte nos respectivos anos:

- PZ-RI1: água mista - bicarbonatada sódica - cloretada sódica;
- PZ-RI2: sulfatada magnesiana - bicarbonatada sódica – cloretada sódica;
- PZ-RI3: sulfatada sódica - cloretada sódica - não coletada;
- PZ-RI5: sulfatada sódica - cloretada sódica - não coletada;
- PZ-RI7: não coletada - cloretada sódica - cloretada sódica; e
- PZ-RI8: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica.

As **Figuras 11.3.2 - 34 a 11.3.2 - 36** apresentam os diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do Reservatório Intermediário para os períodos considerados como cheia para a região em 2014, 2015 e 2016 (Coleta 8,12 e 16), cuja classificação das amostras é a seguinte nos respectivos anos:

- PZ-RI1: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-RI2: cloretada magnesiana - cloretada sódica - cloretada sódica;
- PZ-RI3: cloretada magnesiana - não coletada - não coletada;
- PZ-RI4: bicarbonatada cálcica - não coletada - não coletada;
- PZ-RI5: sulfatada sódica - não coletada - não coletada;
- PZ-RI6: não coletada - não coletada - cloretada cálcica;
- PZ-RI7: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica; e
- PZ-RI8: cloretada sódica - cloretada sódica - cloretada sódica.

No entorno da área do Reservatório Intermediário, os poços monitorados apresentam comportamento contrastante quando comparado aos dados dos poços das demais localidades. 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.

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.

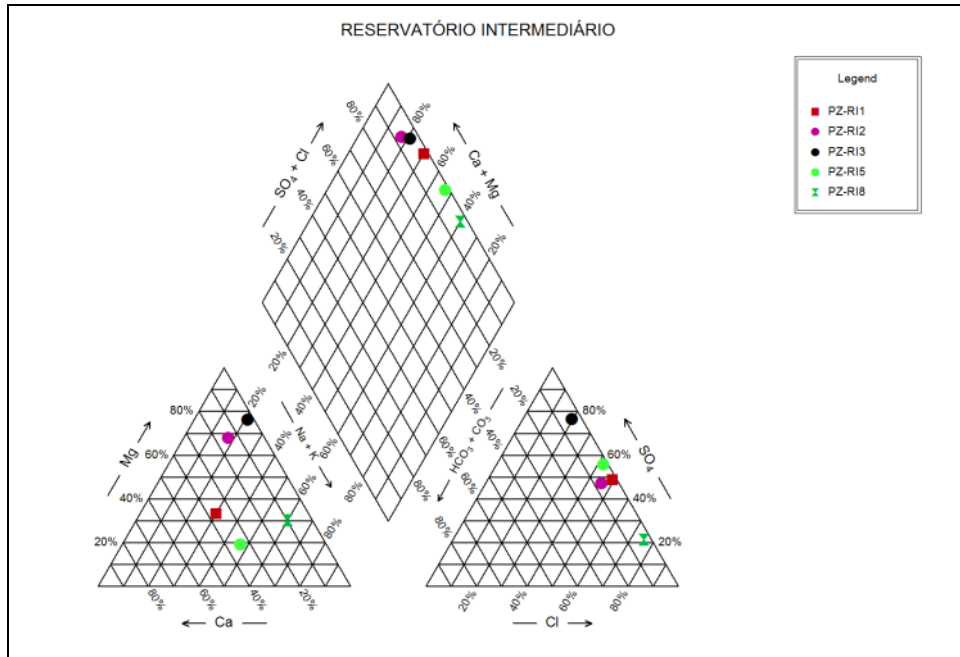


Figura 11.3.2 - 31 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Intermediário, Coleta Trimestral 7 (Janeiro/2014).

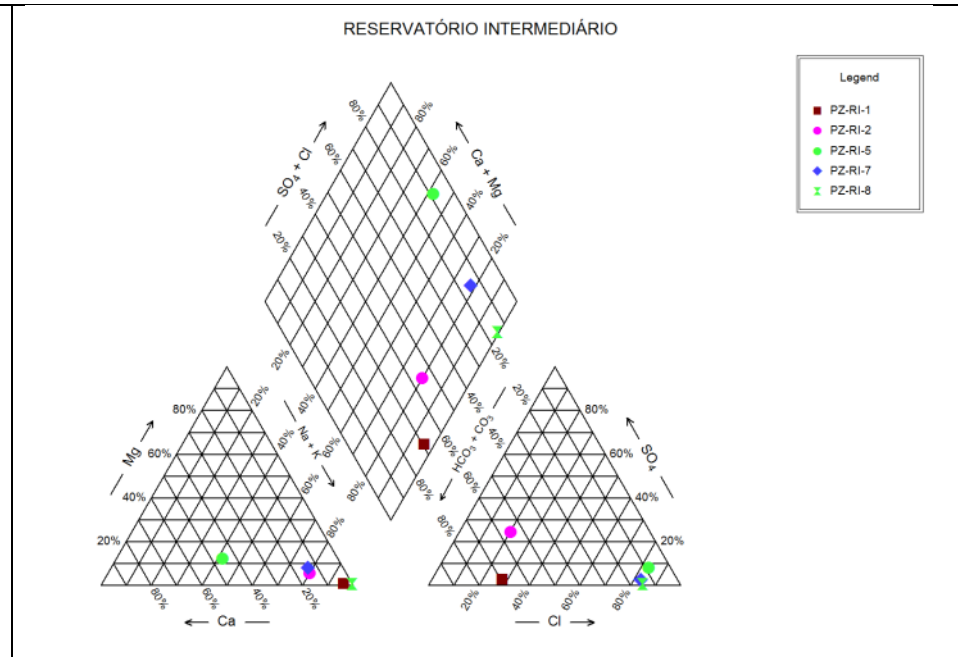


Figura 11.3.2 - 32 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Intermediário, Coleta Trimestral 11 (Janeiro/2015).

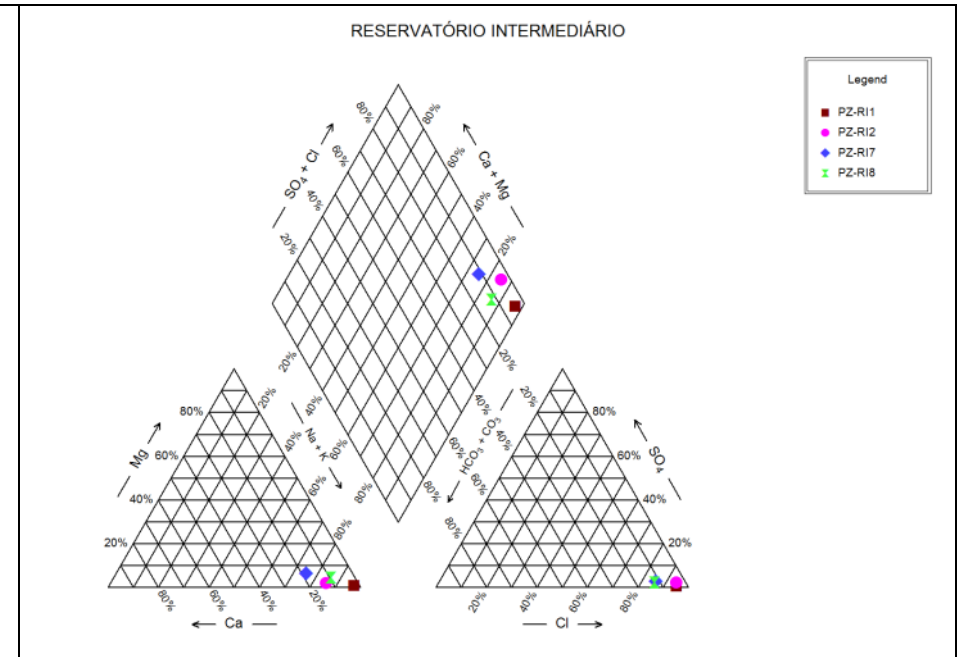


Figura 11.3.2 - 33 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Intermediário, Coleta Trimestral 15 (Janeiro/2016).

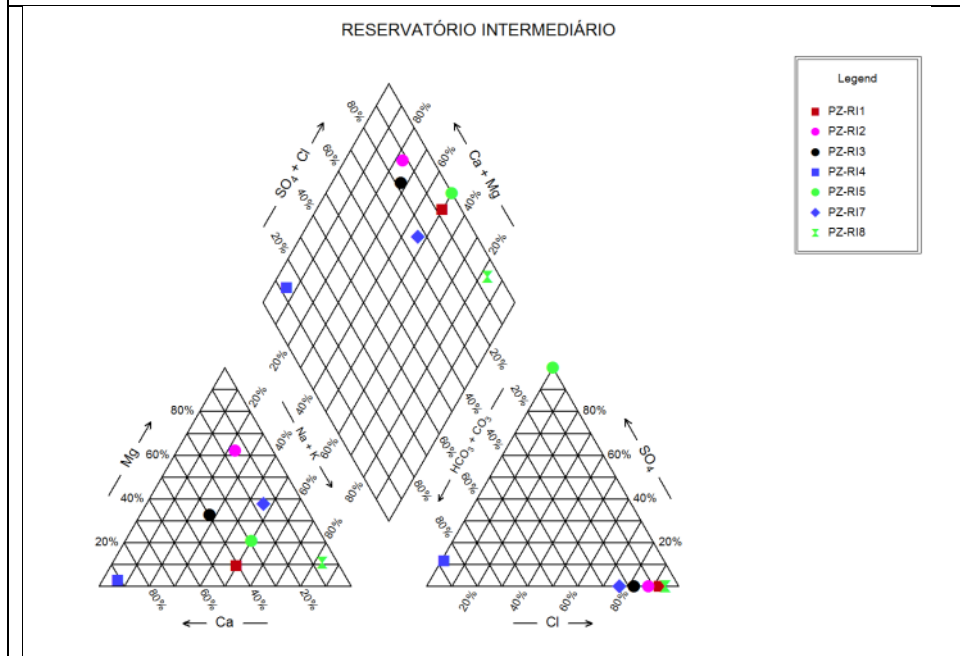


Figura 11.3.2 - 34 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Intermediário, Coleta Trimestral 8 (Abril/2014).

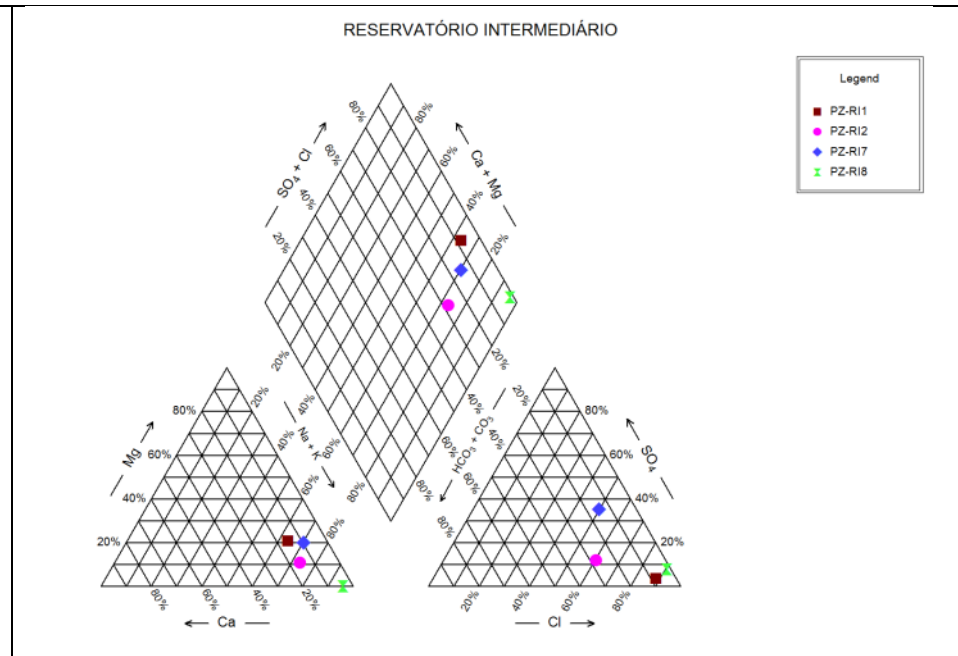


Figura 11.3.2 - 35 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Intermediário, Coleta Trimestral 12 (Abril/2015).

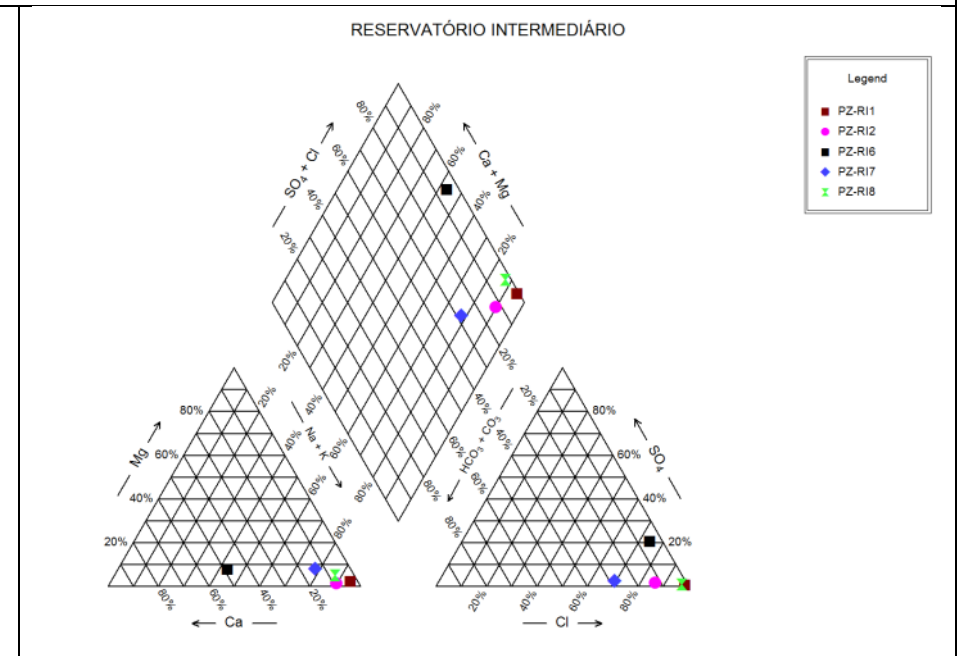


Figura 11.3.2 - 36 – Diagramas de *Piper* dos poços instalados no entorno do reservatório Intermediário, Coleta Trimestral 16 (Abril/2016).

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

##### 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)

Neste item serão apresentados os gráficos com os resultados das análises de nitrato, nitrito e amônia para os períodos de enchente e cheia nos anos de 2014, 2015 e 2016.

As **Figuras 11.3.2 - 37 a 11.3.2 - 39** apresentam os gráficos para os poços que compõem a rede de monitoramento na área urbana de Altamira. 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.

As **Figuras 11.3.2 - 43 a 11.3.2 - 48** apresentam os gráficos para os poços e cisternas monitorados na região do Sítio Pimental. Nas 16 (dezesseis) 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.

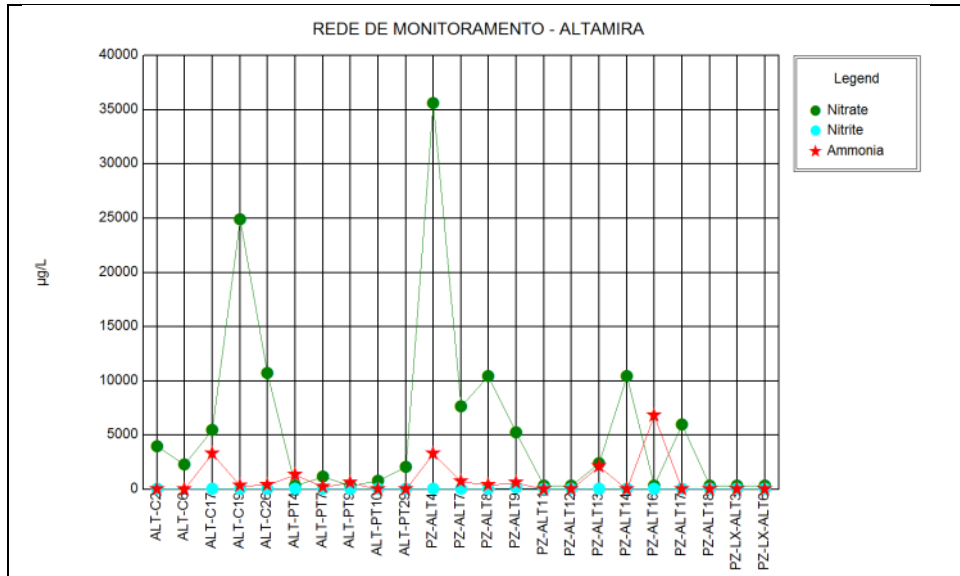


Figura 11.3.2 - 37 – Coleta Trimestral 7 (Janeiro/2014).

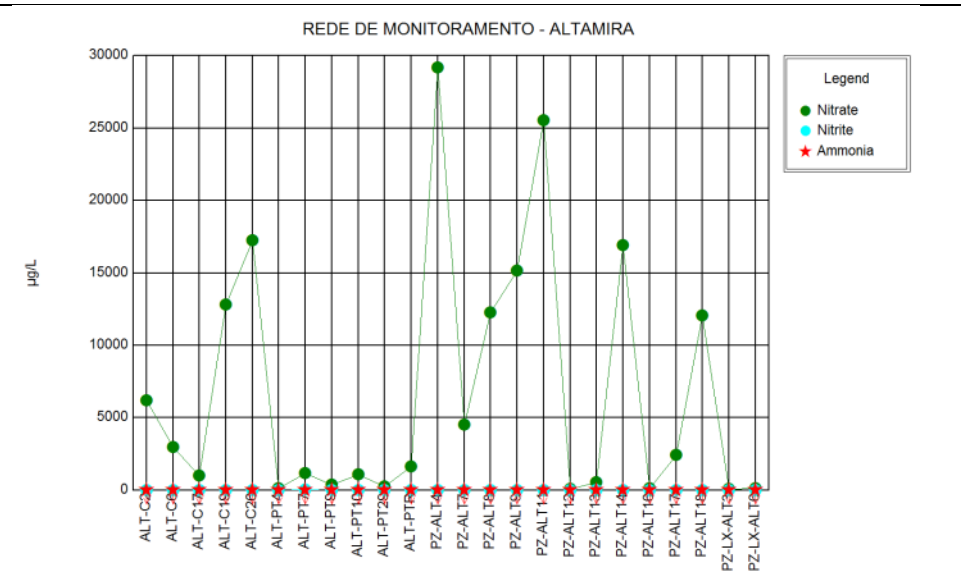


Figura 11.3.2 - 38 – Coleta Trimestral 11 (Janeiro/2015).

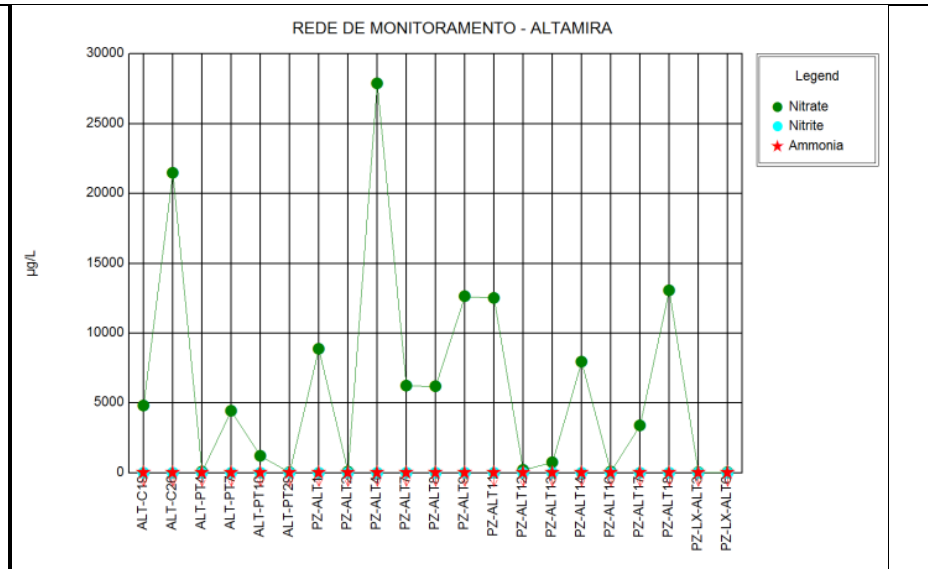


Figura 11.3.2 - 39 – Coleta Trimestral 15 (Janeiro/2016).

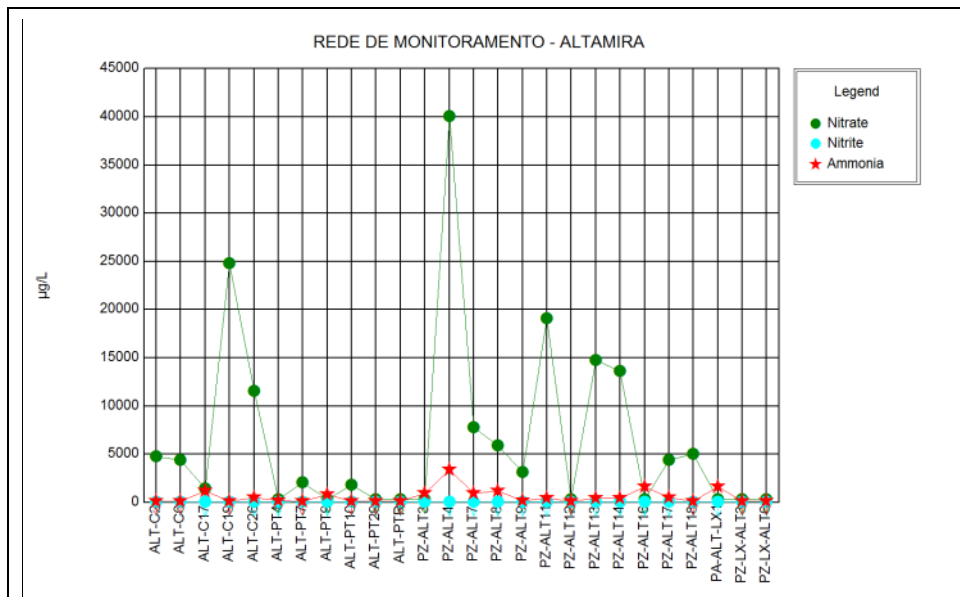


Figura 11.3.2 - 40 – Coleta Trimestral 8 (Abril/2014).

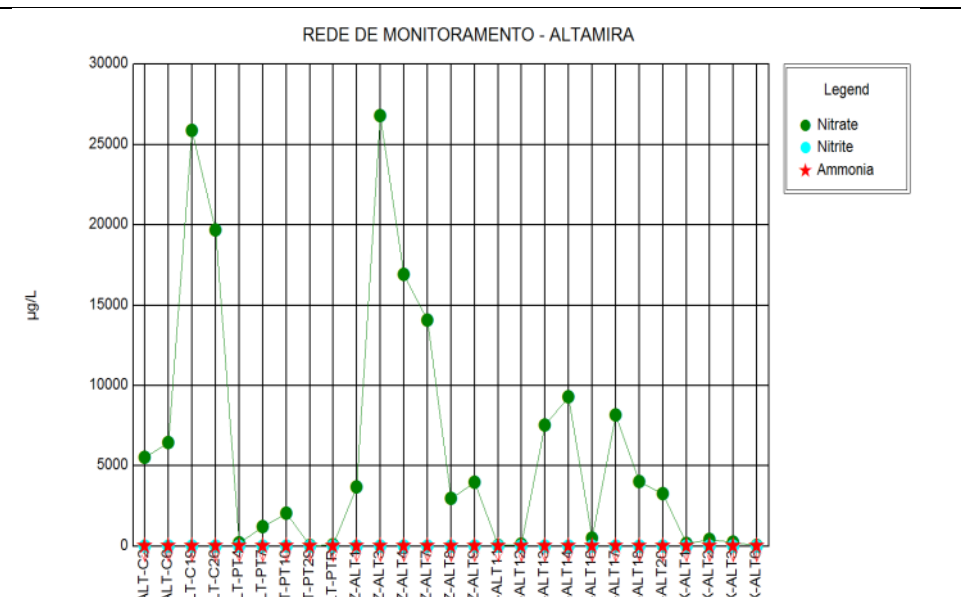


Figura 11.3.2 - 41 – Coleta Trimestral 12 (Abril/2015).

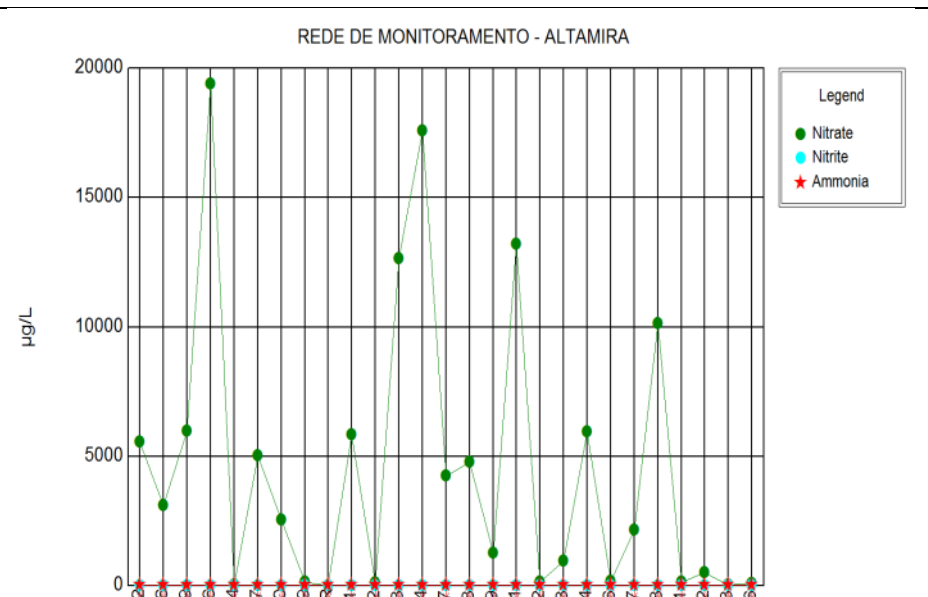


Figura 11.3.2 - 42 – Coleta Trimestral 16 (Abril/2016).



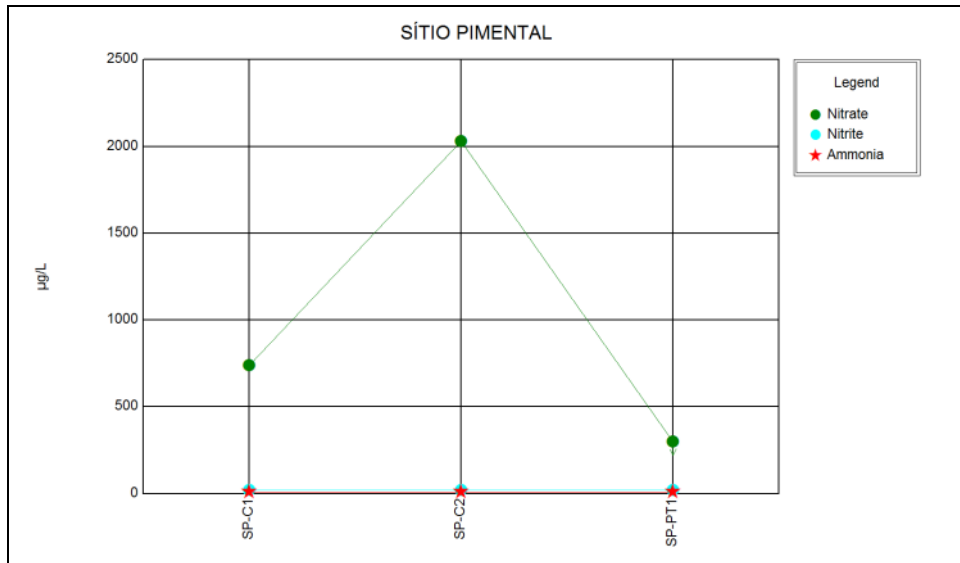


Figura 11.3.2 - 43 – Coleta Trimestral 7 (Janeiro/2014).

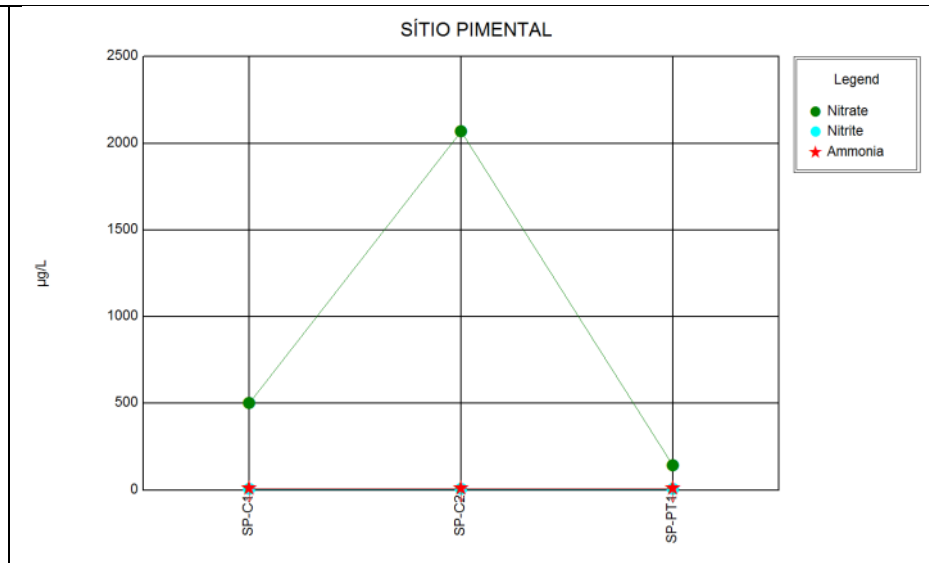


Figura 11.3.2 - 44 – Coleta Trimestral 11 (Janeiro/2015).

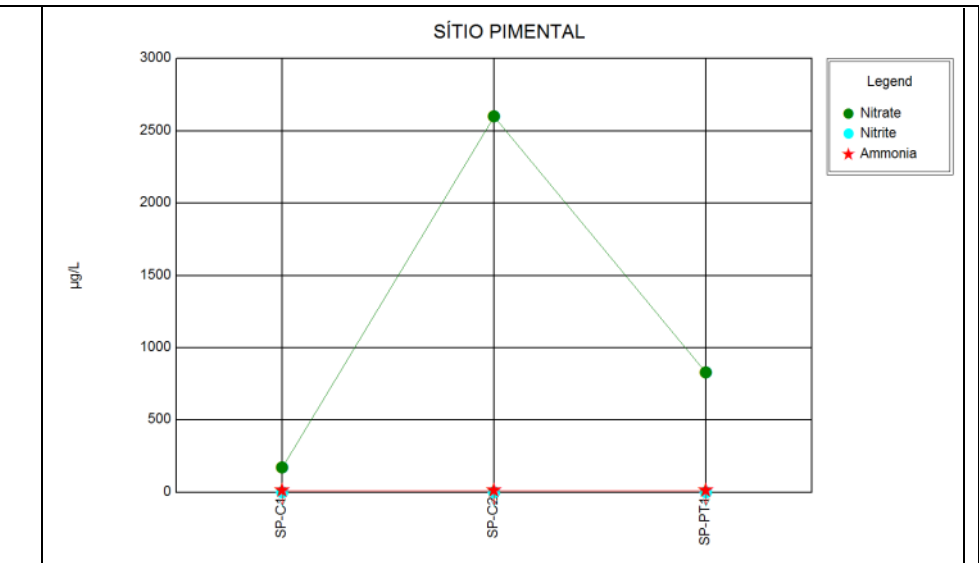


Figura 11.3.2 - 45 – Coleta Trimestral 15 (Janeiro/2016).

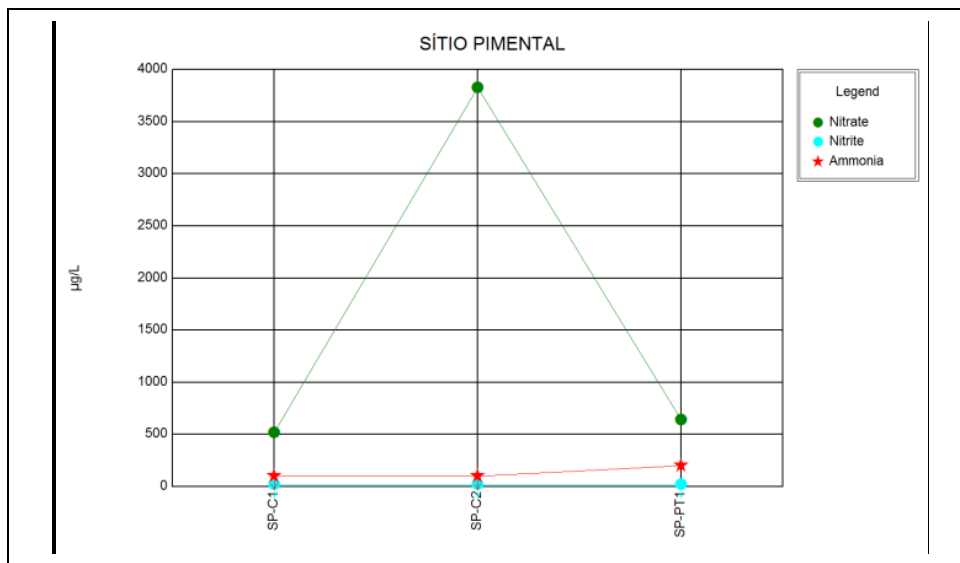


Figura 11.3.2 - 46 – Coleta Trimestral 8 (Abril/2014).

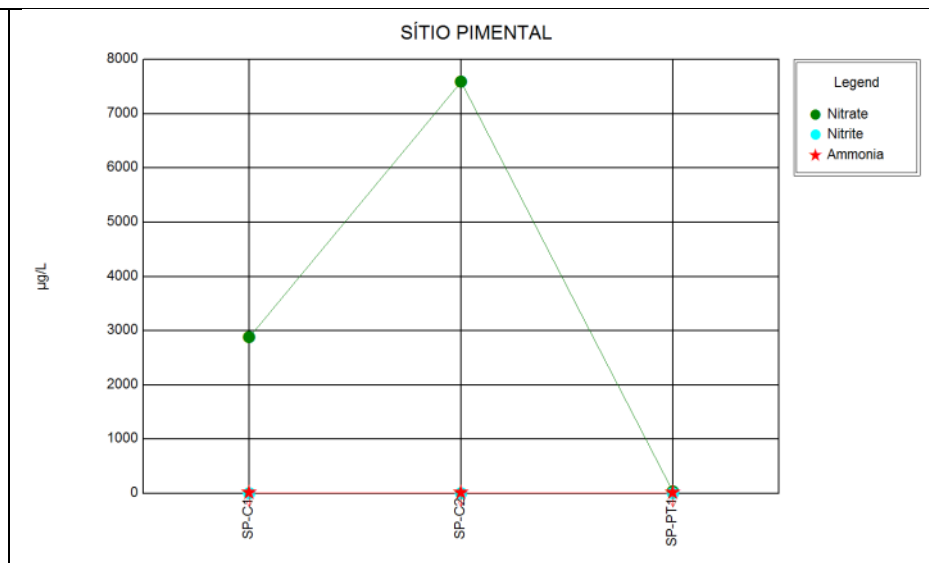


Figura 11.3.2 - 47 – Coleta Trimestral 12 (Abril/2015).

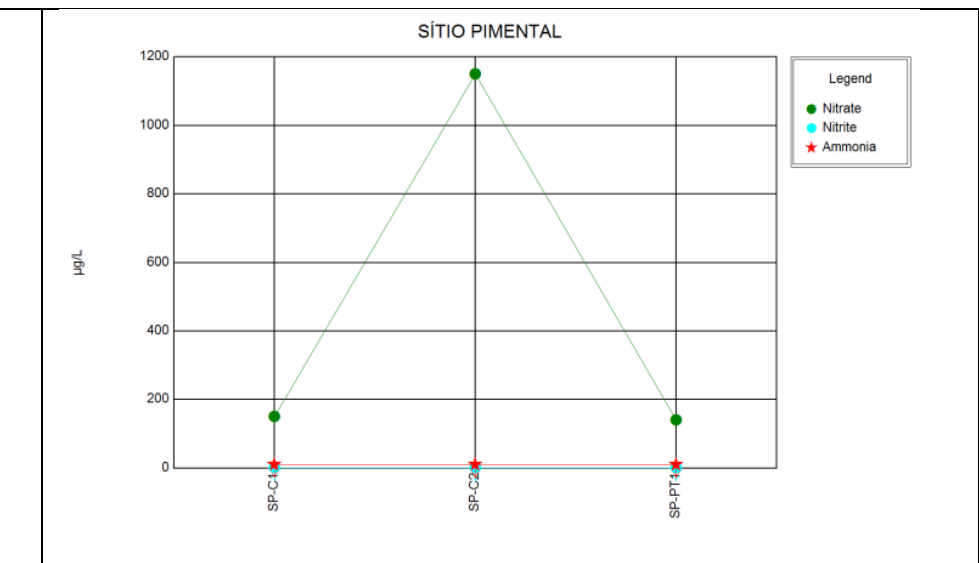


Figura 11.3.2 - 48 – Coleta Trimestral 16 (Abril/2016).

As **Figuras 11.3.2 - 49 a 11.3.2 - 54** apresentam os gráficos para os poços e cisternas cadastrados nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal e 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.

As **Figuras 11.3.2 - 55 a 11.3.2 - 57** apresentam os gráficos para os poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios e nos períodos de enchente e cheia em 2014, 2015 e 2016 (antes, durante e após o enchimento, respectivamente). Apenas dois pontos apresentaram valores de amônia acima do VMP previsto na legislação vigente: na coleta de janeiro/2014 (PZ-RX6, que está situado em região de agricultura e pecuária, podendo haver eventualmente circulação de animais, principalmente gado); e na coleta de abril/2014 (PZ-RI7 situado na localidade Belo Monte do Pontal, em frente à Unidade de Saúde, onde a contaminação, provavelmente, se deve à proximidade com algum sistema de saneamento *in situ* - fossa negra, fossa séptica com sumidouro ou vala de infiltração).

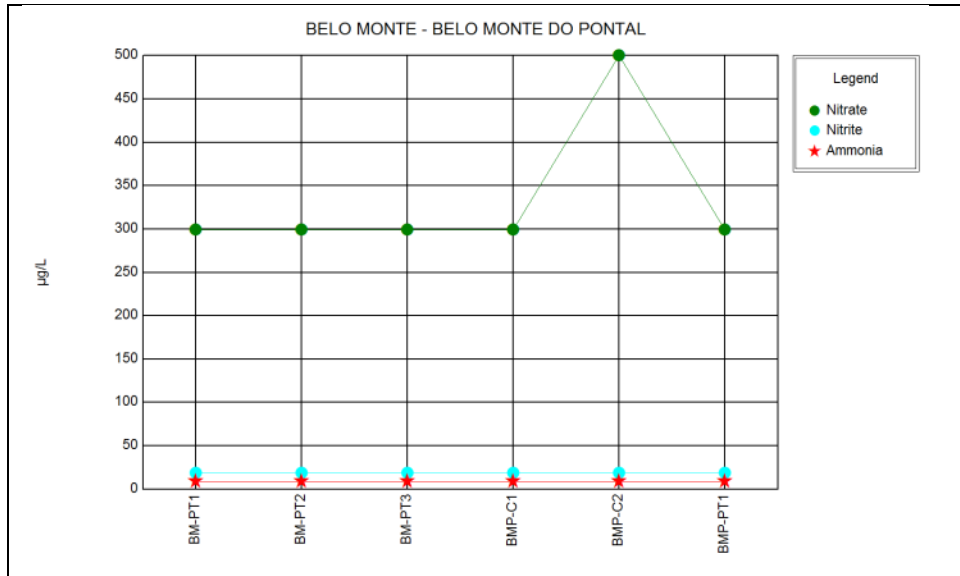


Figura 11.3.2 - 49 – Coleta Trimestral 7 (Janeiro/2014).

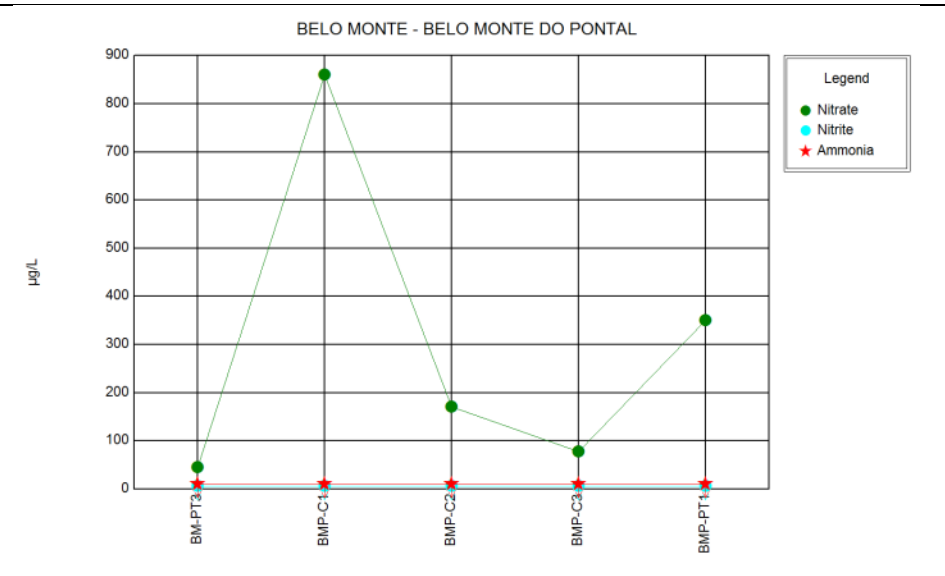


Figura 11.3.2 - 50 – Coleta Trimestral 11 (Janeiro/2015).

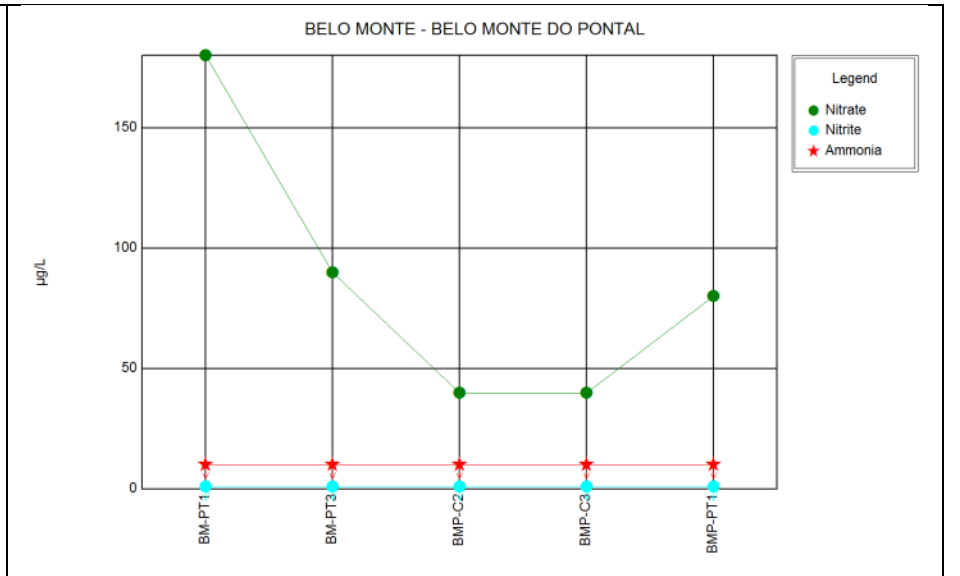


Figura 11.3.2 - 51 – Coleta Trimestral 15 (Janeiro/2016).

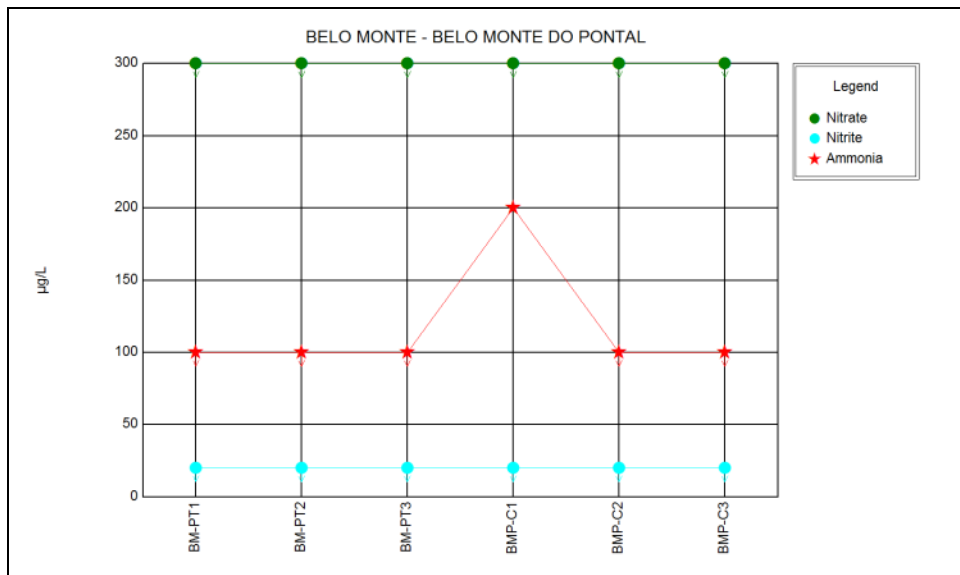


Figura 11.3.2 - 52 – Coleta Trimestral 8 (Abril/2014).

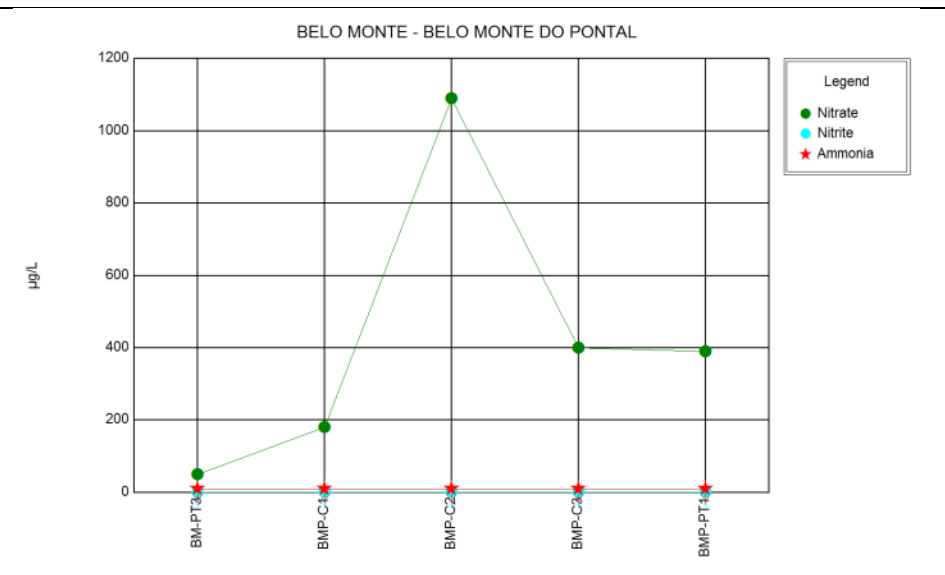


Figura 11.3.2 - 53 – Coleta Trimestral 12 (Abril/2015).

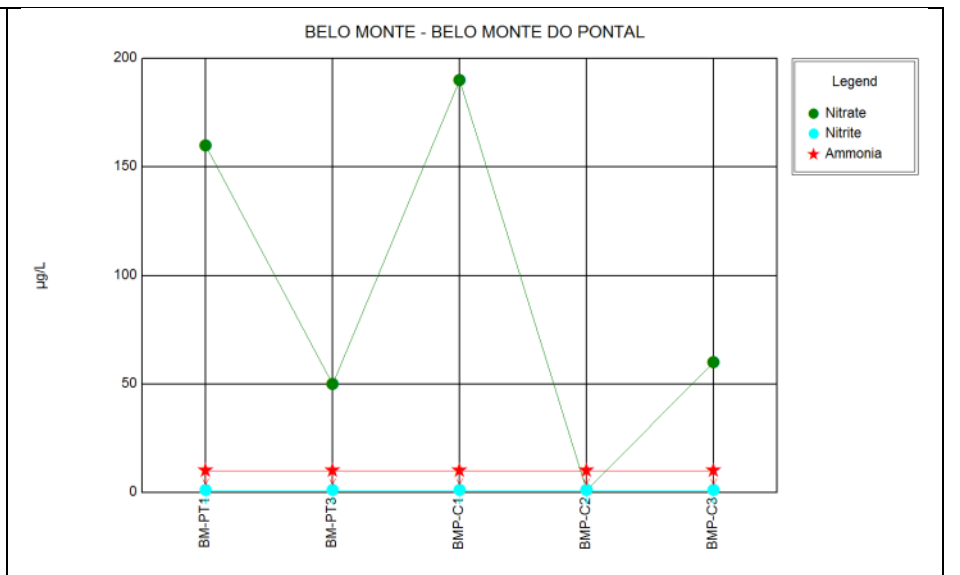


Figura 11.3.2 - 54 – Coleta Trimestral 16 (Abril/2016).

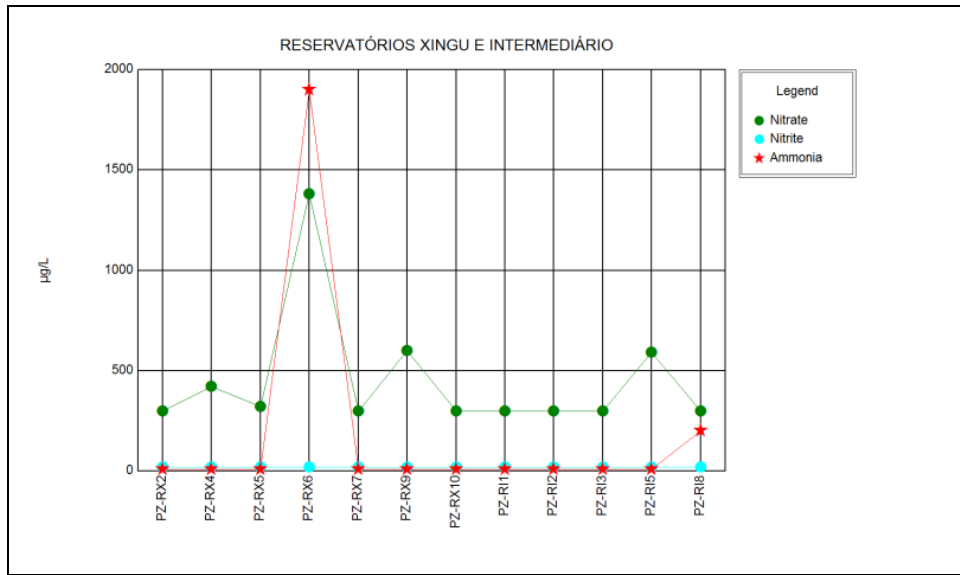


Figura 11.3.2 - 55 – Coleta Trimestral 7 (Janeiro/2014).

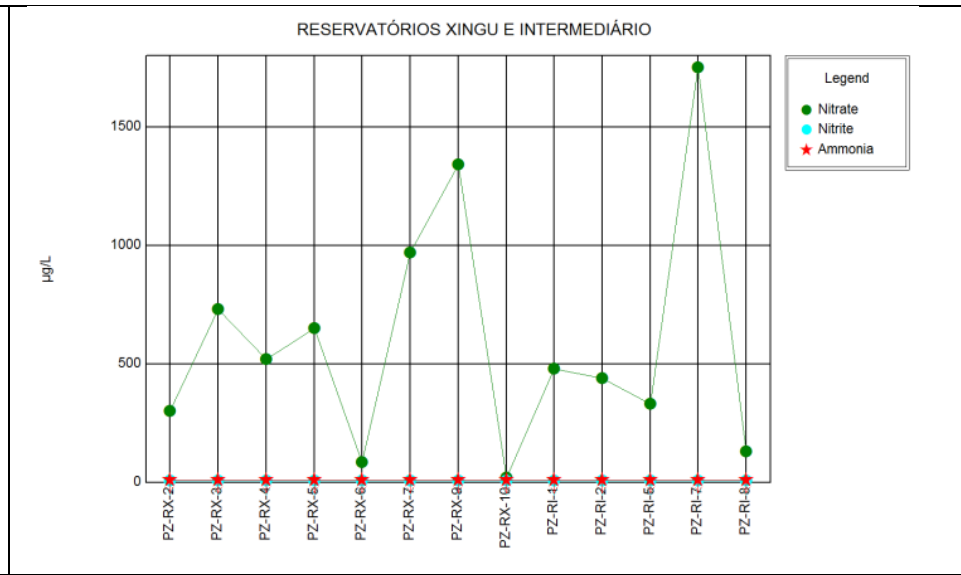


Figura 11.3.2 - 56 – Coleta Trimestral 11 (Janeiro/2015).

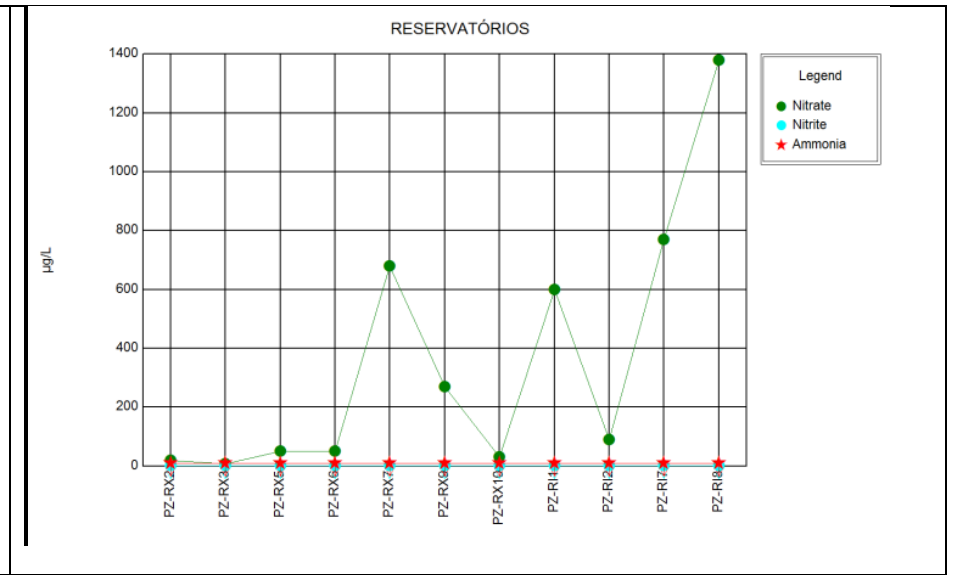


Figura 11.3.2 - 57 – Coleta Trimestral 15 (Janeiro/2016).

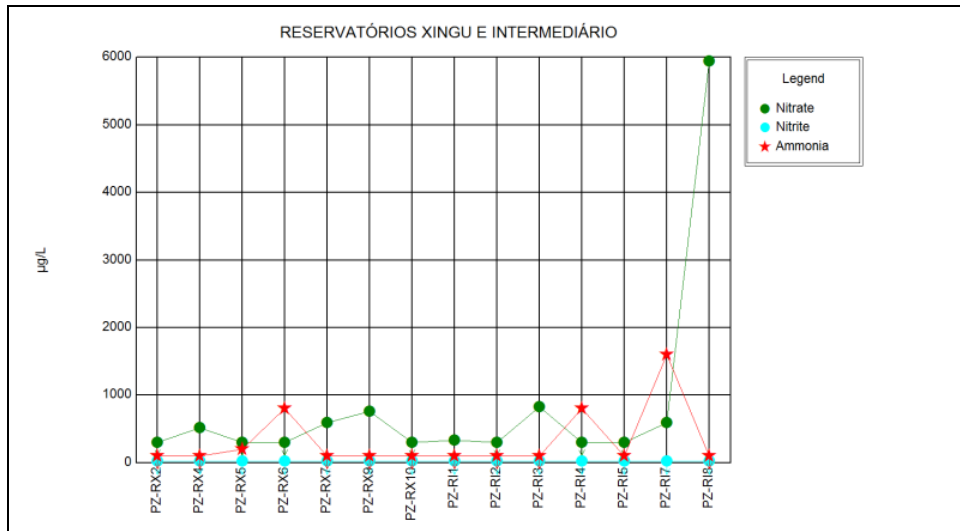


Figura 11.3.2 - 58 – Coleta Trimestral 8 (Abril/2014).

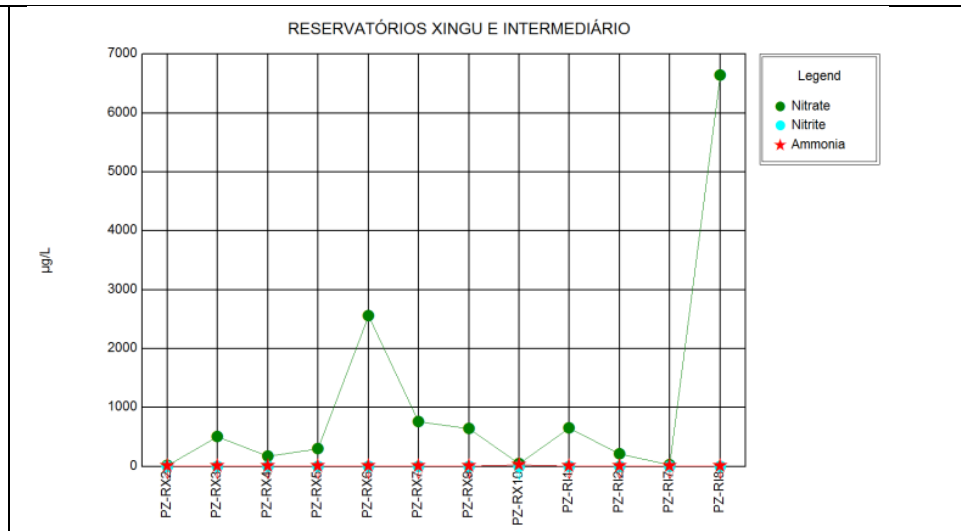


Figura 11.3.2 - 59 – Coleta Trimestral 12 (Abril/2015).

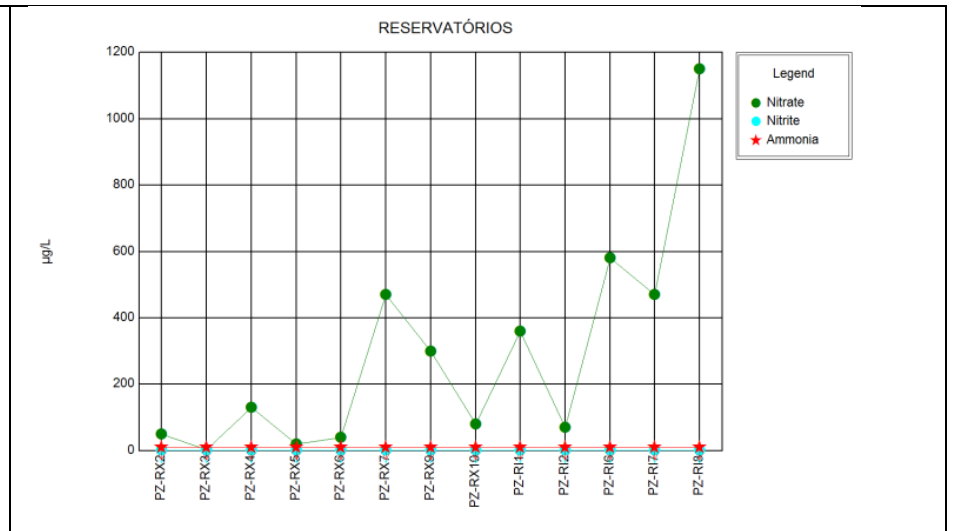


Figura 11.3.2 - 60 – Coleta Trimestral 16 (Abril/2016).

#### 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 a 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<sup>+</sup>); 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)<sup>7</sup>.

A **Figura 11.3.2 - 61** apresenta valores de pH para os períodos de enchente e cheia de 2014, 2015 e 2016 das cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal. A maioria dos pontos apresenta pH fora do padrão de potabilidade (parte dos poços e cisternas é utilizada consumo humano). Os valores de pH mostram que as águas freáticas são, de forma geral, levemente ácidas a neutras.

Para os poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira (**Figura 11.3.2 - 62**), 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.

---

<sup>7</sup>Pereira, 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.*

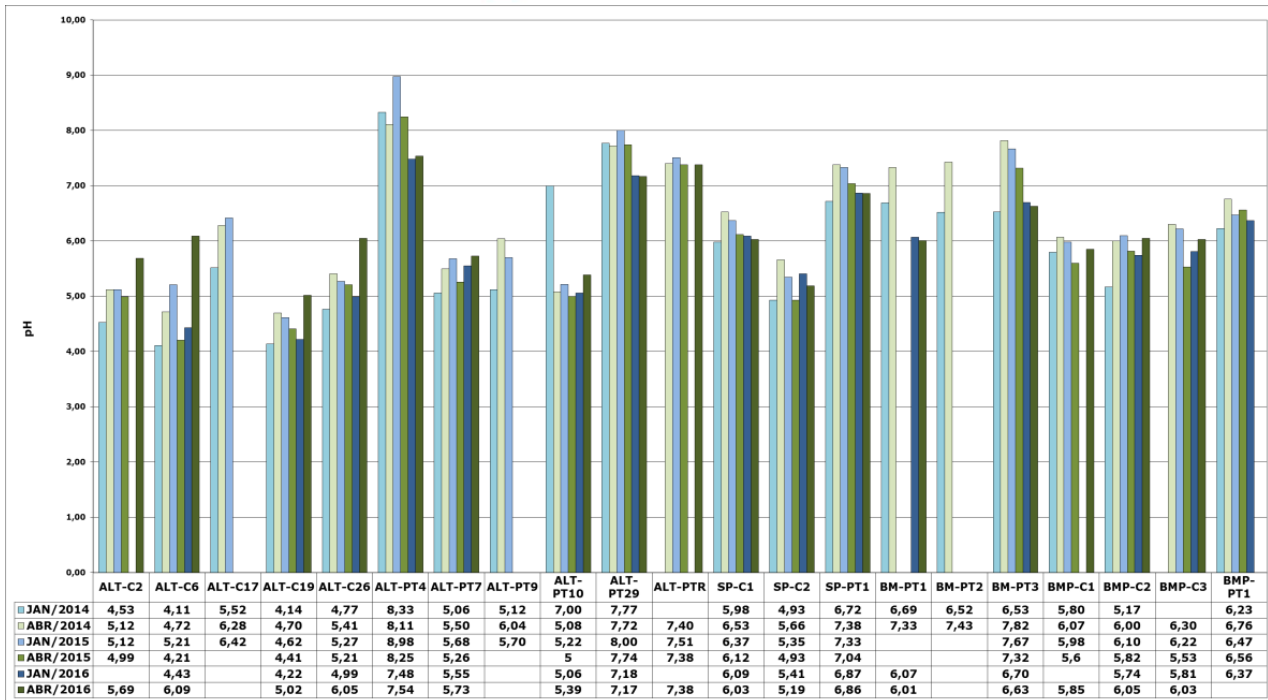


Figura 11.3.2 - 61 – Valores de pH para enchente e cheia (2014 a 2016) nas cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

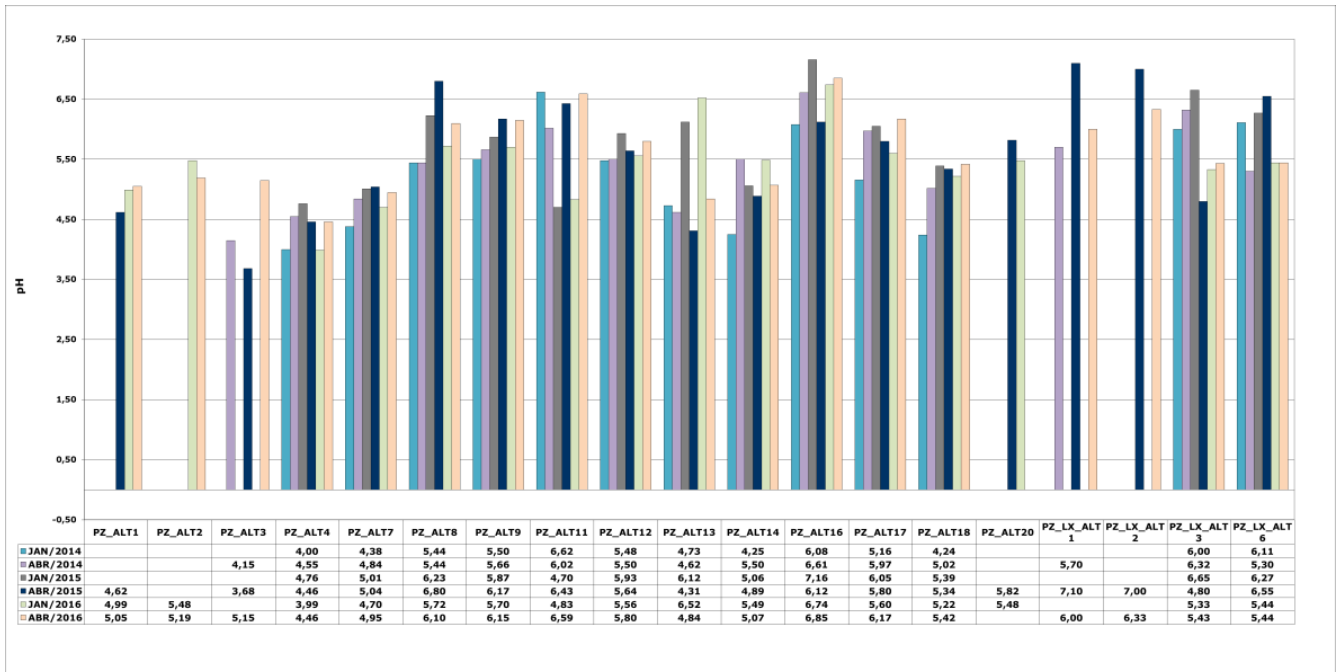
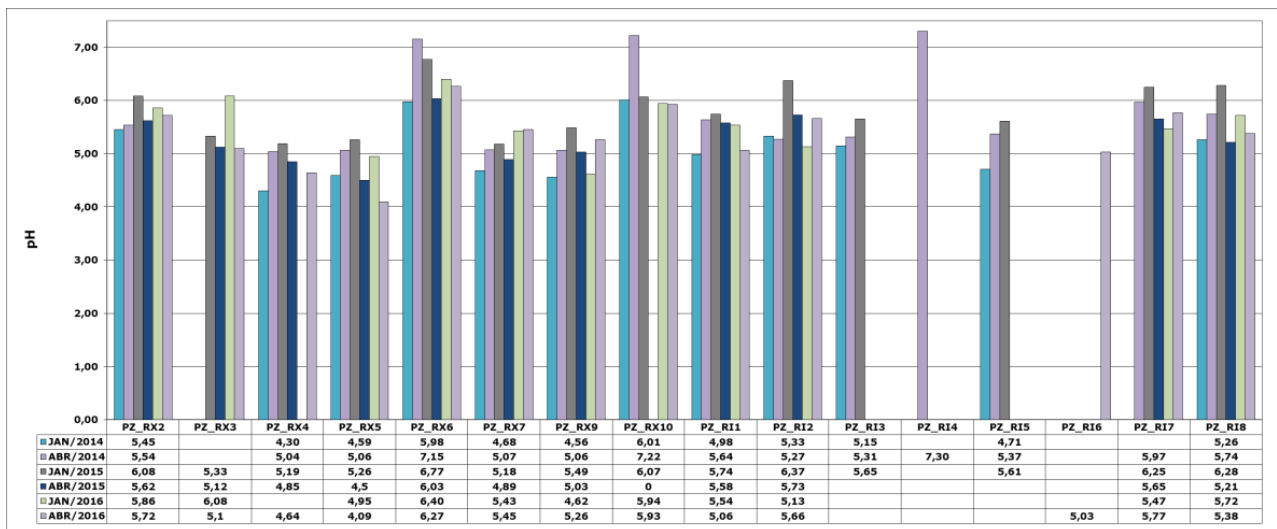


Figura 11.3.2 - 62 – Valores de pH para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.

A **Figura 11.3.2 - 63** apresenta o gráfico com valores de pH para os poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios. 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 das áreas dos 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 RC do Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Superficial – PBA 11.4.1). 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 feldspatóides - nefelina, sodalita, leucita e outros - olivinas ricas em magnésio, raros piroxênios, melilitas, perovskita e córdon, de acordo com Wernick, 2004<sup>8</sup>).

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.



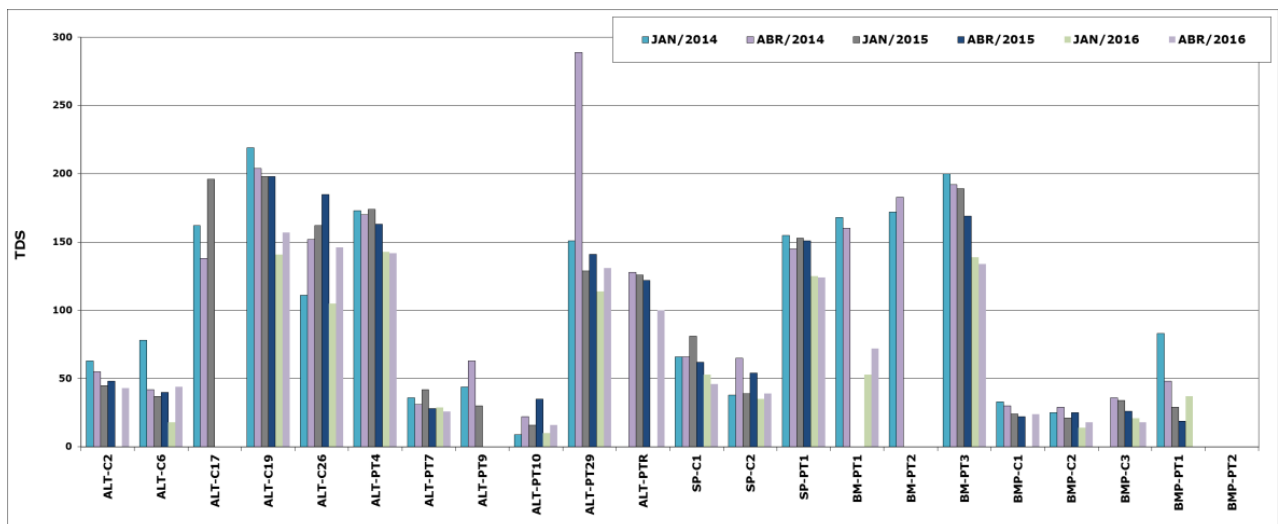
**Figura 11.3.2 - 63 – Valores de pH para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios.**

<sup>8</sup> Wernick, E. 2004. Rochas magmáticas: conceitos fundamentais e classificação modal, química, termodinâmica e tectônica. São Paulo: Editora UNESP.

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

A **Figura 11.3.2 - 64** apresenta valores de TDS para os períodos de enchente e cheia de 2014, 2015 e 2016 das cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental e nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

Nenhum ponto amostrado apresentou valor fora do padrão organoléptico de potabilidade (1.000 mg/L) da Portaria Nº 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. Na maioria dos pontos, os valores de TDS foram menores durante janeiro/2016 e após o enchimento (abril/2016) que os mesmos períodos nos anos anteriores.



**Figura 11.3.2 - 64 – Valores de TDS para enchente e cheia (2014 a 2016) nas cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal.**

Para os poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira (**Figura 11.3.2 - 65**), todos os valores de TDS estão 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.

Conforme **Figura 11.3.2 - 66**, 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.

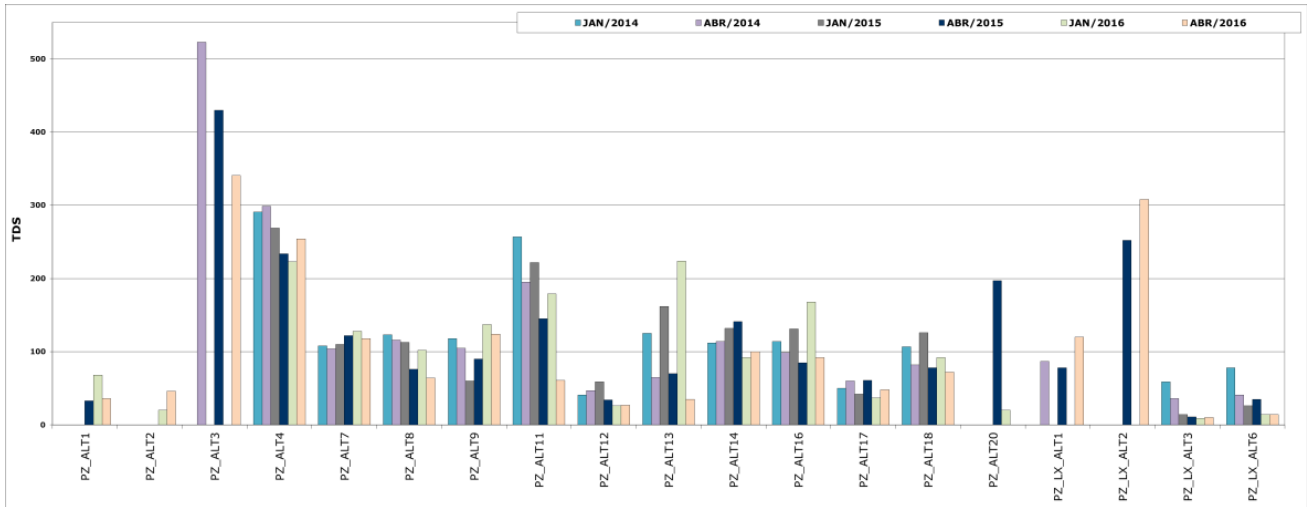


Figura 11.3.2 - 65 – Valores de TDS para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.

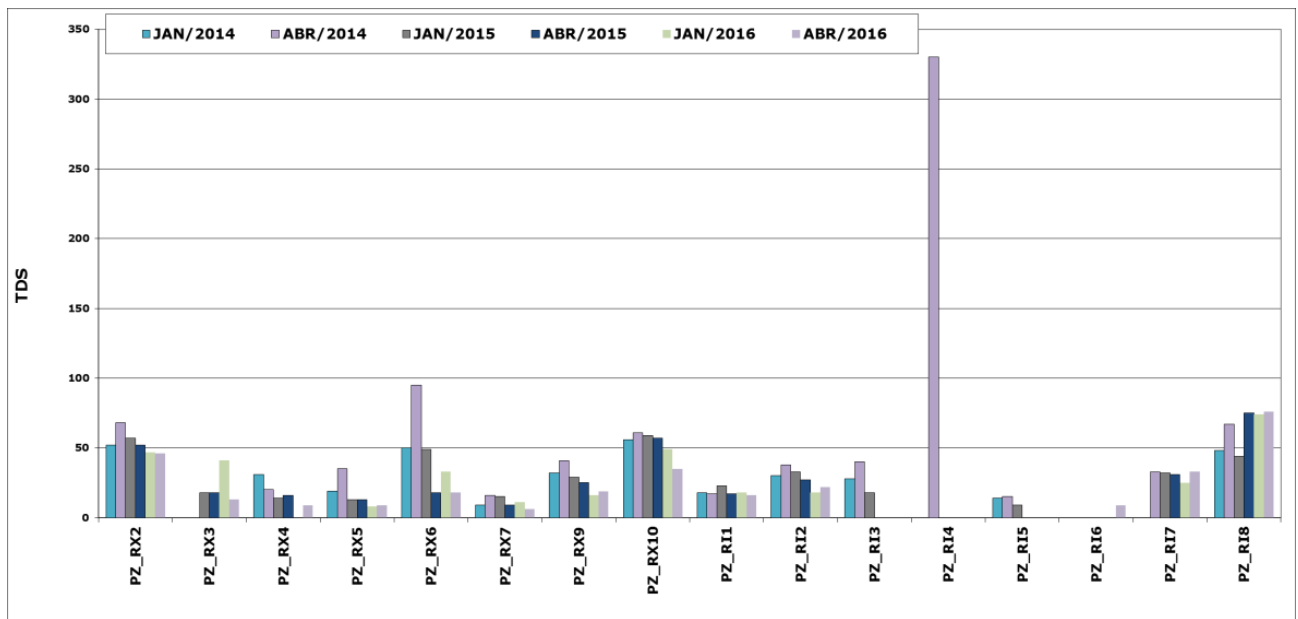


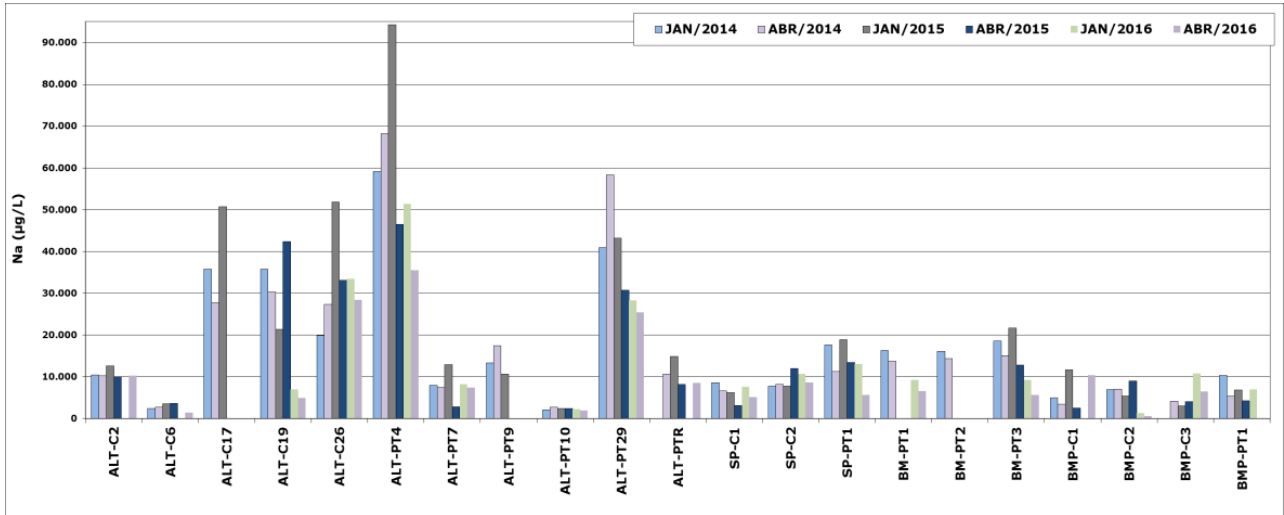
Figura 11.3.2 - 66 – Valores de TDS para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios.

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

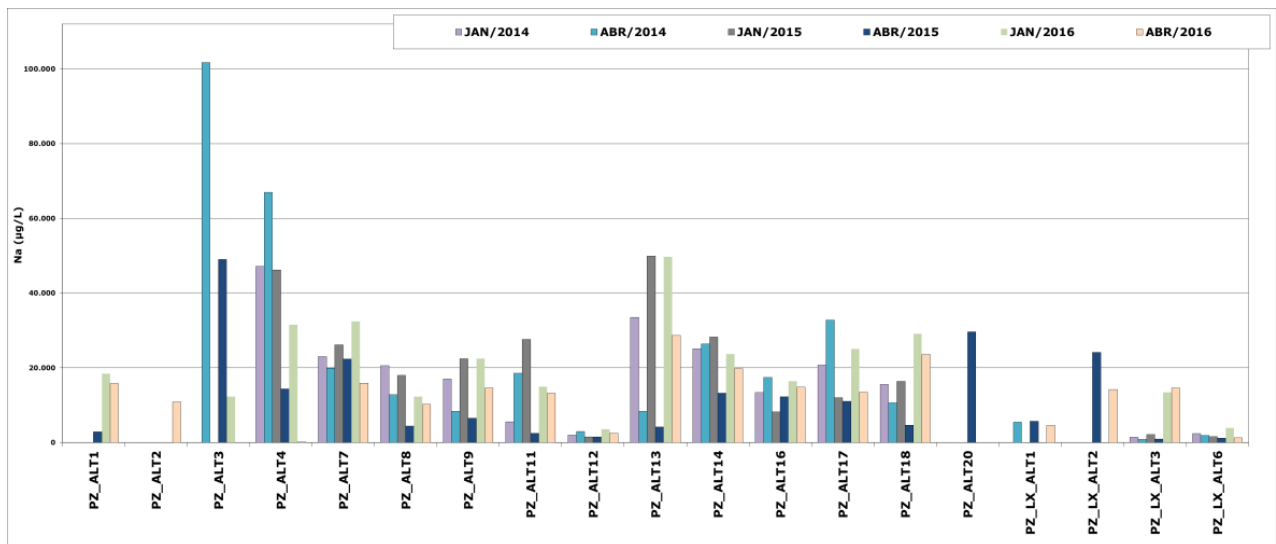
A Figura 11.3.2 - 67 apresenta os valores de sódio para os períodos de enchente e cheia de 2014, 2015 e 2016, das cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal. Nenhum

poço/cacimba apresentou valor acima do VMP (200.000 µg/L) da Portaria Nº 2.914 (14/12/2011) nas 16 (dezesseis) coletas trimestrais realizadas até o momento.

Nenhum dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira (**Figura 11.3.2 - 68**) apresentou valor acima do VMP previsto na legislação vigente.



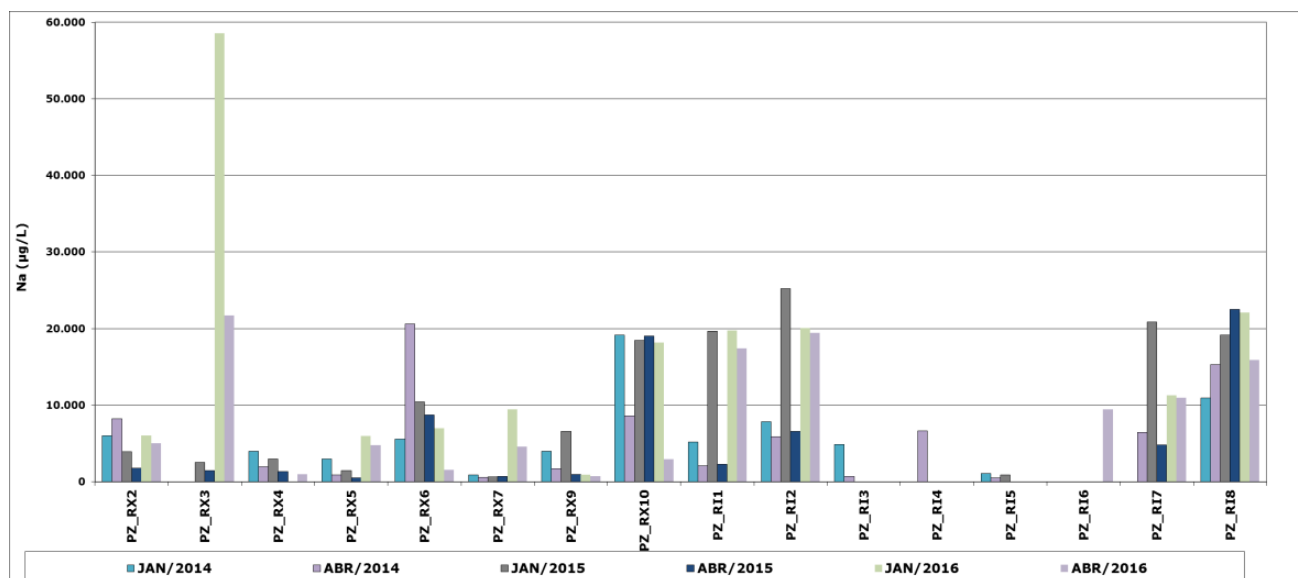
**Figura 11.3.2 - 67 – Valores de sódio para enchente e cheia (2014 a 2016) nas cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal.**



**Figura 11.3.2 - 68 – Valores de sódio para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.**

A **Figura 11.3.2 - 69** apresenta os valores de sódio para os poços de monitoramento instalados no entorno dos 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.

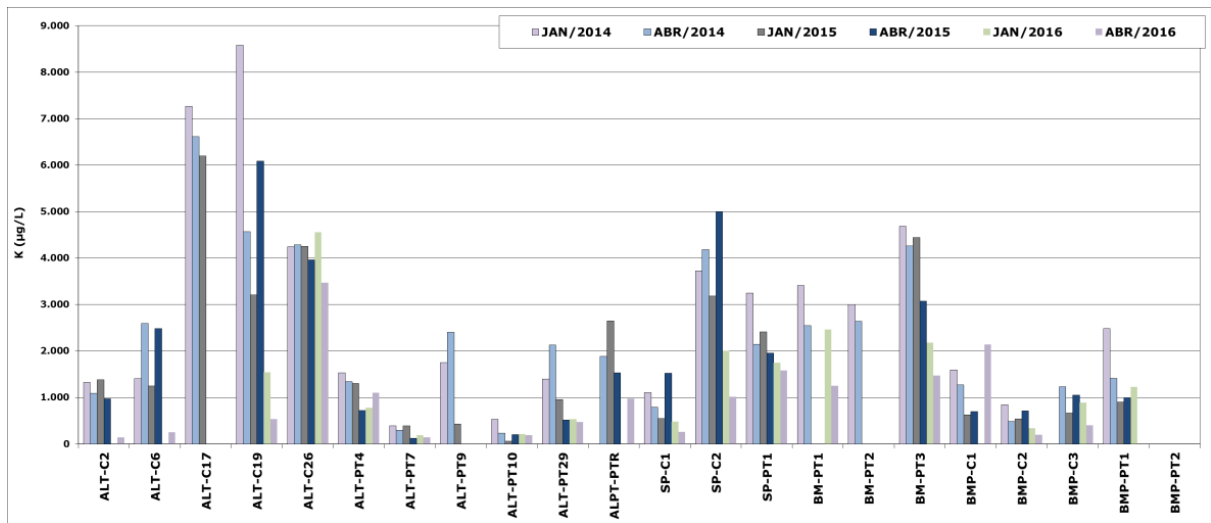


**Figura 11.3.2 - 69 – Valores de sódio para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios.**

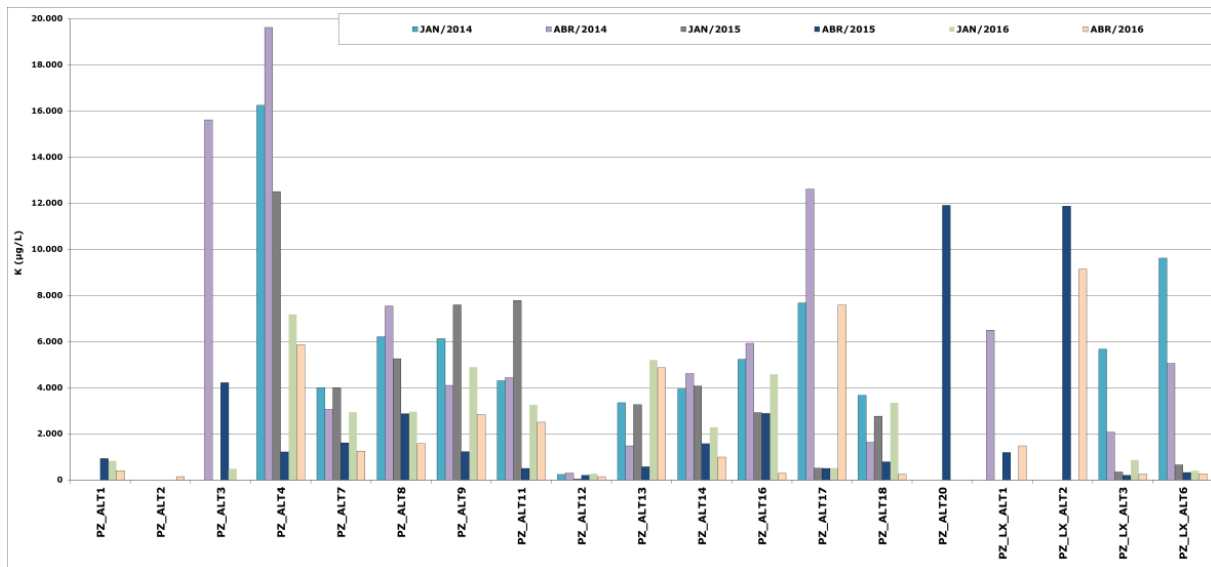
#### 11.3.2.2.5. VALORES DE POTÁSSIO

A **Figura 11.3.2 - 70** apresenta o gráfico com valores de potássio dos poços e cisternas cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal, e a **Figura 11.3.2 - 71** mostra os valores para os poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira. 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.

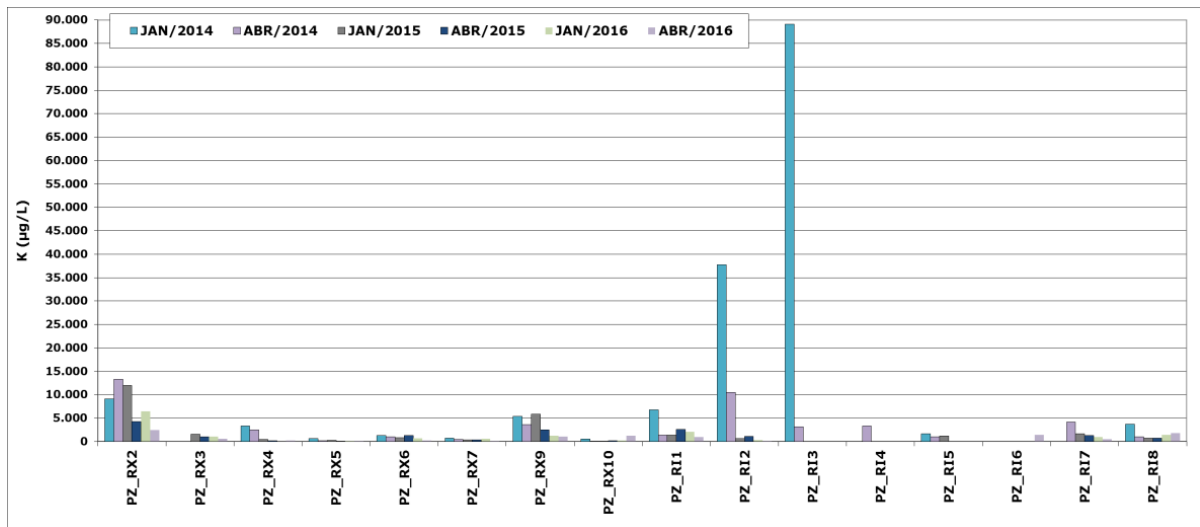


**Figura 11.3.2 - 70 – Valores de potássio para enchente e cheia (2014 a 2016) nas cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal.**



**Figura 11.3.2 - 71 – Valores de potássio para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.**

Para os períodos de enchente e cheia monitorados, a maioria poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios apresenta valores menores que 5.000 µg/L. Os poços PZ-RI2 e PZ-RI3 apresentaram valores anômalos em janeiro/2014. 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).



**Figura 11.3.2 - 72 – Valores de potássio para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios.**

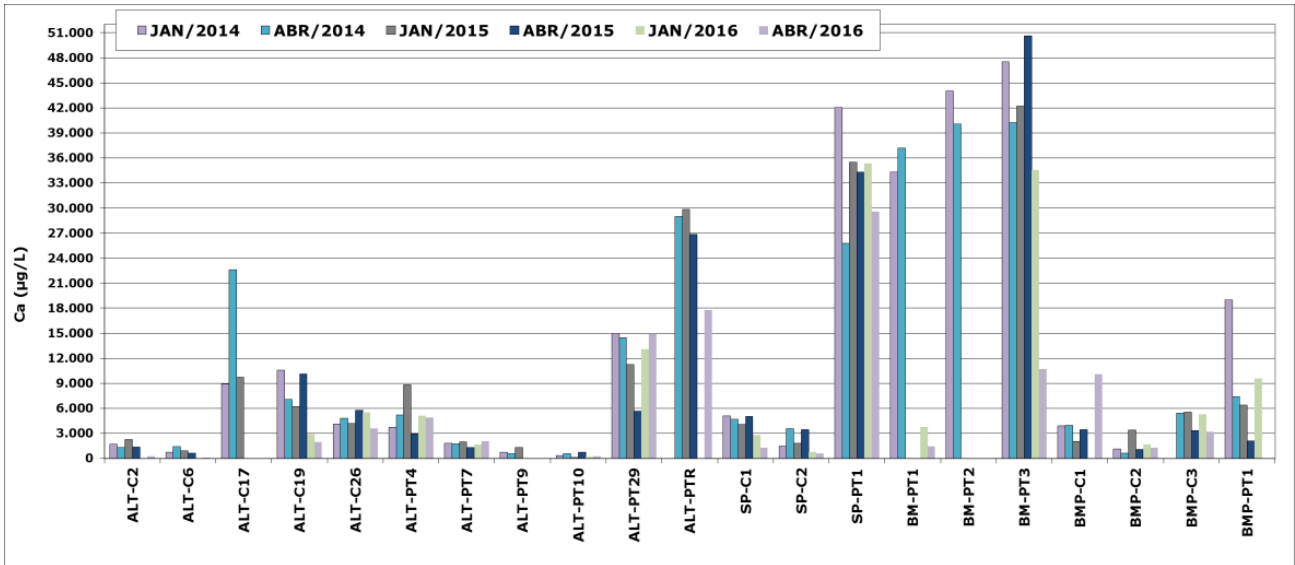
#### 11.3.2.2.2.6. VALORES DE CÁLCIO

Os teores de cálcio para águas amostradas nos poços e cisternas cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal (**Figura 11.3.2 - 73**), 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 por presença de diopsídio (piroxênio rico em cálcio).

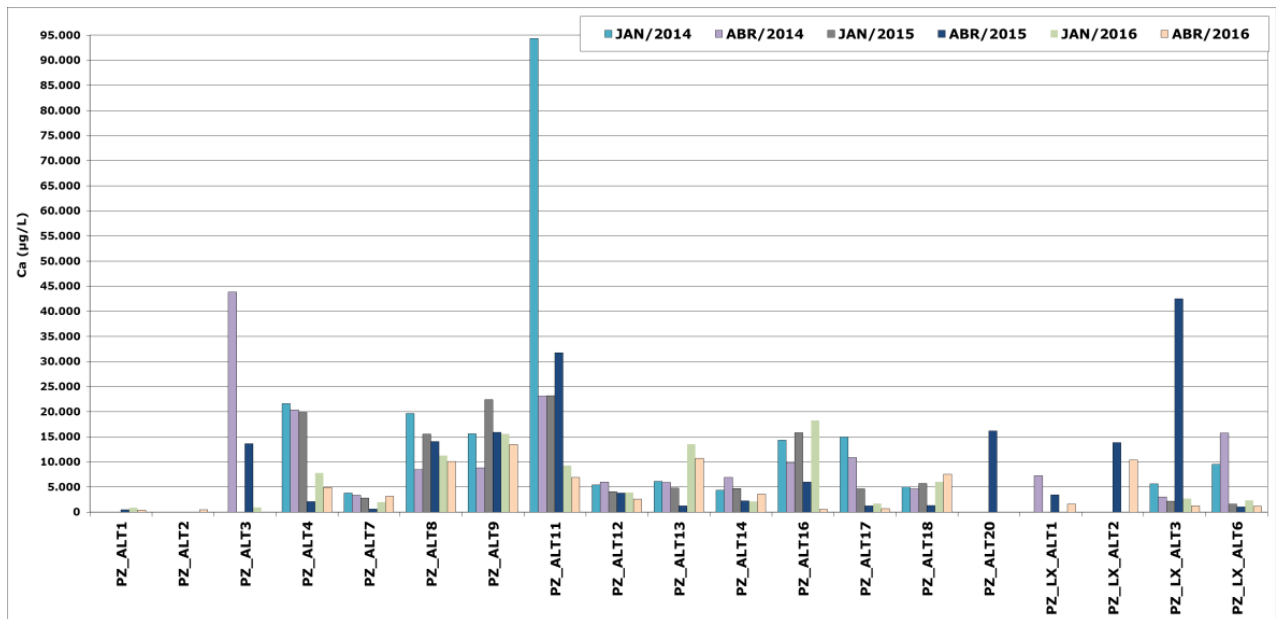
Os poços/cacimbas com valores do íon cálcio inferiores a 10.000 µg/L são compatíveis com águas armazenadas em latossolos ricos em óxidos e hidróxidos, sem uma fonte específica para o cálcio.

Para os poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira (**Figura 11.3.2 - 74**), a maioria dos valores de cálcio é inferior a 20.000 µg/L.

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.

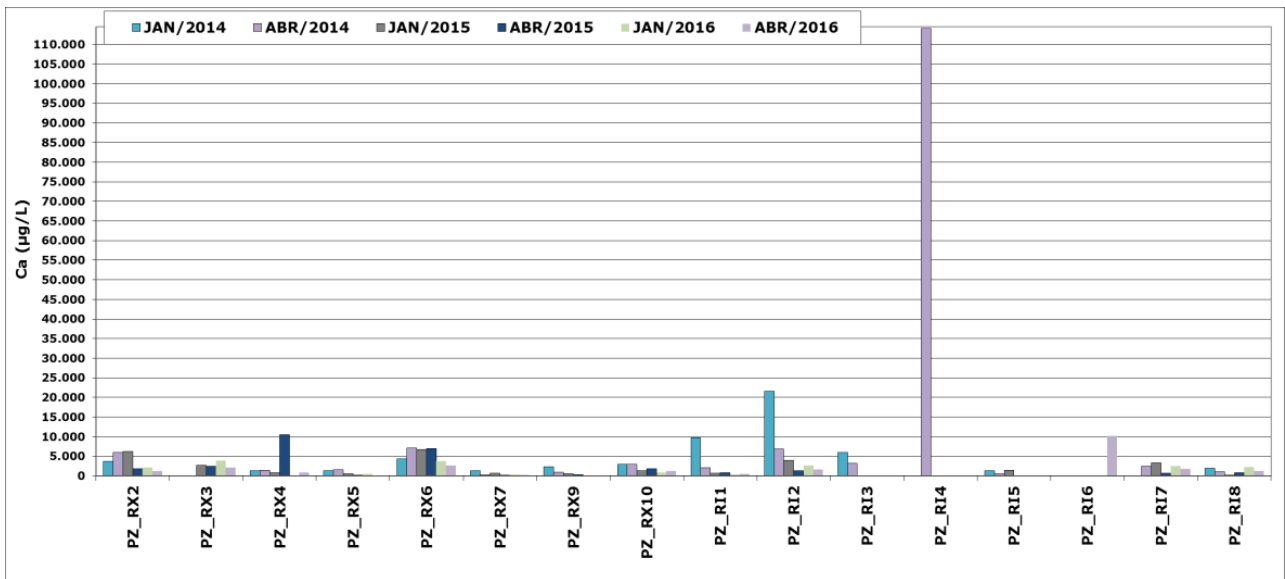


**Figura 11.3.2 - 73 – Valores de cálcio para enchente e cheia (2014 a 2016) nas cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal.**



**Figura 11.3.2 - 74 – Valores de cálcio para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.**

A **Figura 11.3.2 - 75** apresenta os valores de cálcio para os poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios e a maioria dos resultados apresenta valores inferiores a 5.000 µg/L, o que é coerente com a geologia e os solos da região. O valor maior que 25.000 µg/L pode ser atribuído à contaminação por atividades antrópicas.



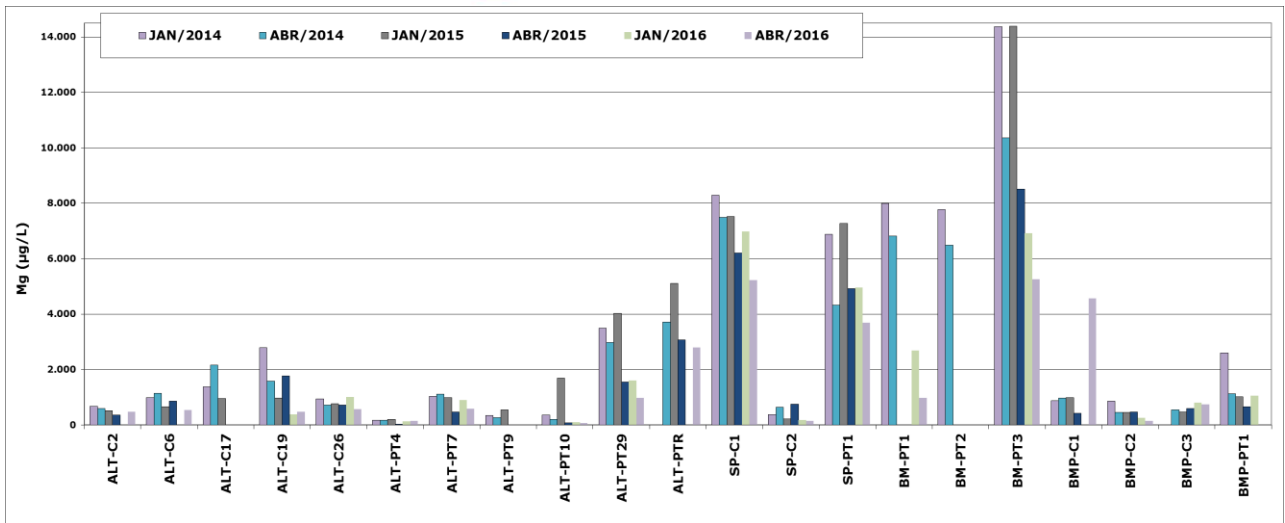
**Figura 11.3.2 - 75 – Valores de cálcio para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios.**

#### 11.3.2.2.2.7. VALORES DE MAGNÉSIO

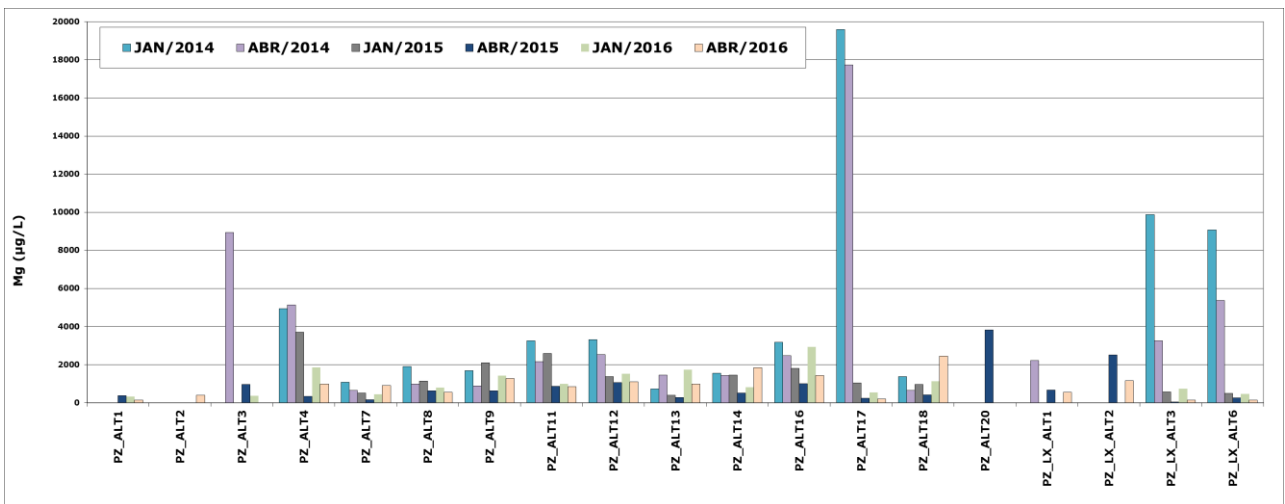
A **Figura 11.3.2 - 76** apresenta os valores de magnésio para águas dos poços e cisternas cadastradas na área urbana de Altamira, no Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal. Em Altamira, a maioria dos poços/cacimbas apresenta teores de magnésio menores que 4.000 µg/L, exceto o ALT-PT29 e o ALT-PTR. Em 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.

Na maioria dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira (**Figura 11.3.2 - 77**), os teores são menores que 10.000 µg/L. O PZ-ALT17 apresenta valores elevados e observa-se que este poço também tem teores altos de potássio e sódio.

Para os poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios (**Figura 11.3.2 - 78**), 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 e granitos mapeados na região. Os poços PZ-RI2 e PZ-RI3 apresentam valores elevados de magnésio e observa-se que também aferiram valores elevados de potássio.

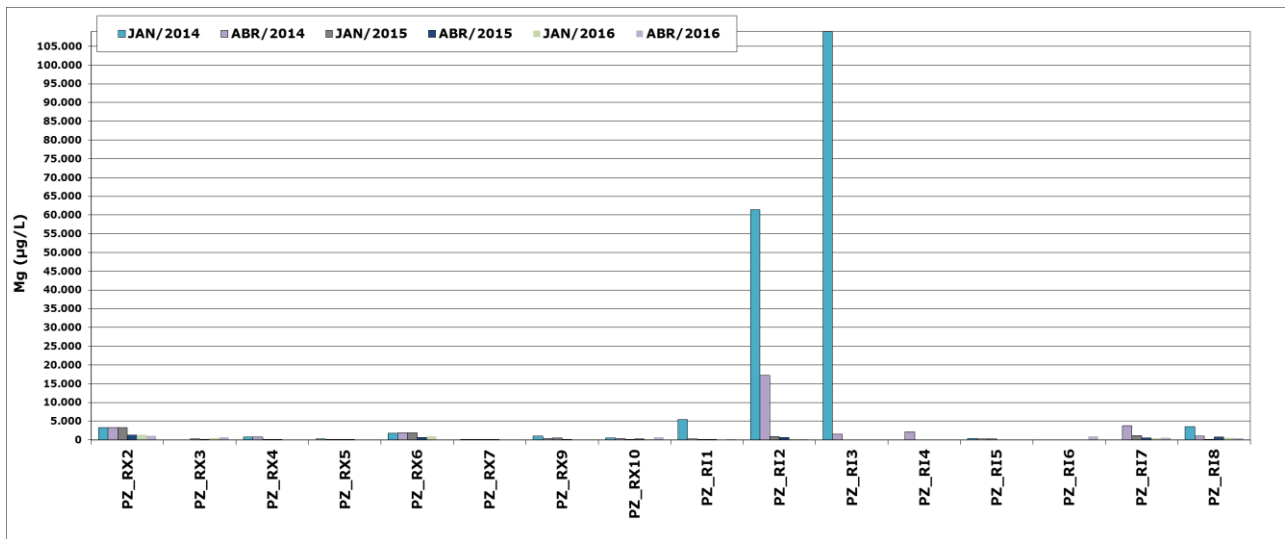


**Figura 11.3.2 - 76 – Valores de magnésio para enchente e cheia (2014 a 2016) nas cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal.**



**Figura 11.3.2 - 77 – Valores de magnésio para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.**





**Figura 11.3.2 - 78 – Valores de magnésio para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios.**

#### 11.3.2.2.8. VALORES DE CLORETO

Para as amostras de águas coletadas nos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal (**Figura 11.3.2 - 79**) nenhum poço/cacimba apresentou valores de cloreto acima do VMP pela legislação vigente (250.000 µg/L). Porém, 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 de 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.

A **Figura 11.3.2 - 80** apresenta os valores de cloreto dos poços de monitoramento instalados em Altamira e nenhum poço/cacimba apresentou valores acima do VMP permitido pela legislação vigente (250.000 µg/L).

Para os poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios (**Figura 11.3.2 - 81**), a maioria dos pontos amostrados apresenta valores de cloreto menores que 20.000 µg/L.

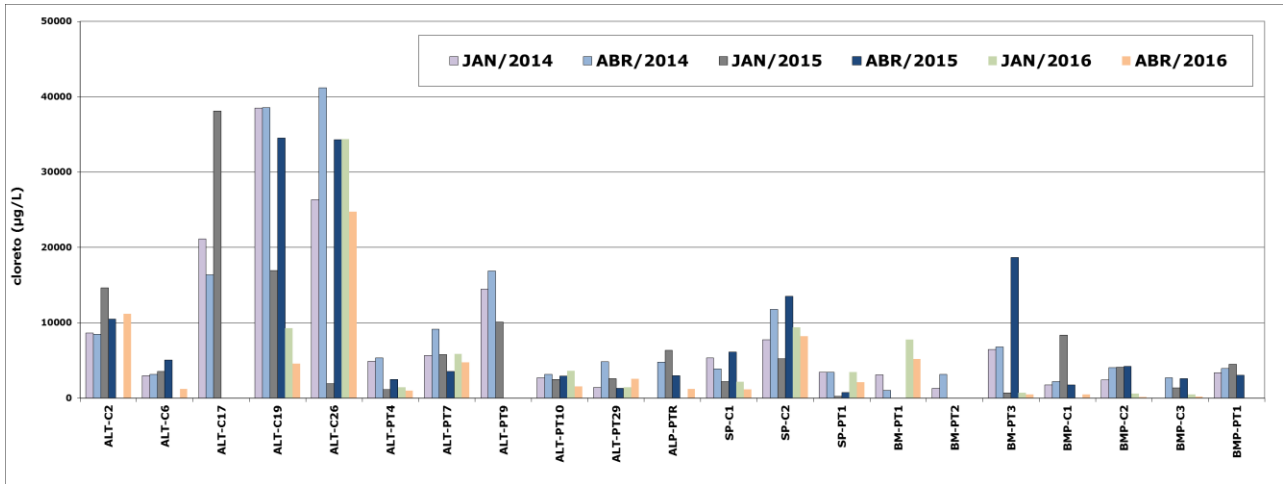


Figura 11.3.2 - 79 – Valores de cloreto para enchente e cheia (2014 a 2016) nas cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, Sítio Pimental, nas localidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

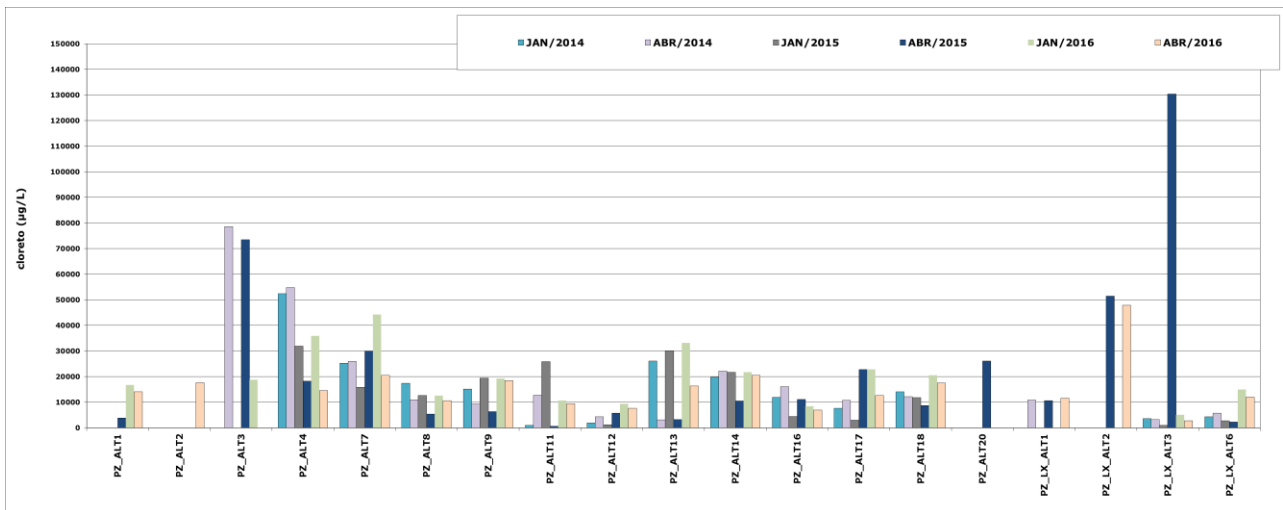
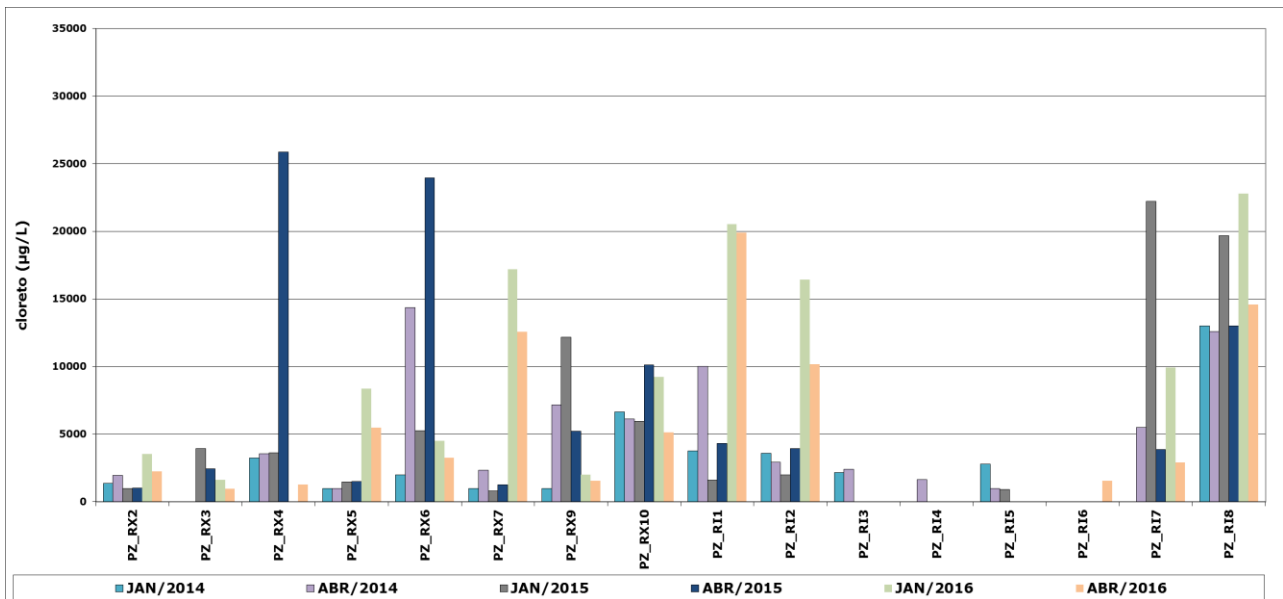


Figura 11.3.2 - 80 – Valores de cloreto para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.



**Figura 11.3.2 - 81 – Valores de cloreto para enchente e cheia (2014 a 2016) nos poços de monitoramento instalados no entorno dos reservatórios.**

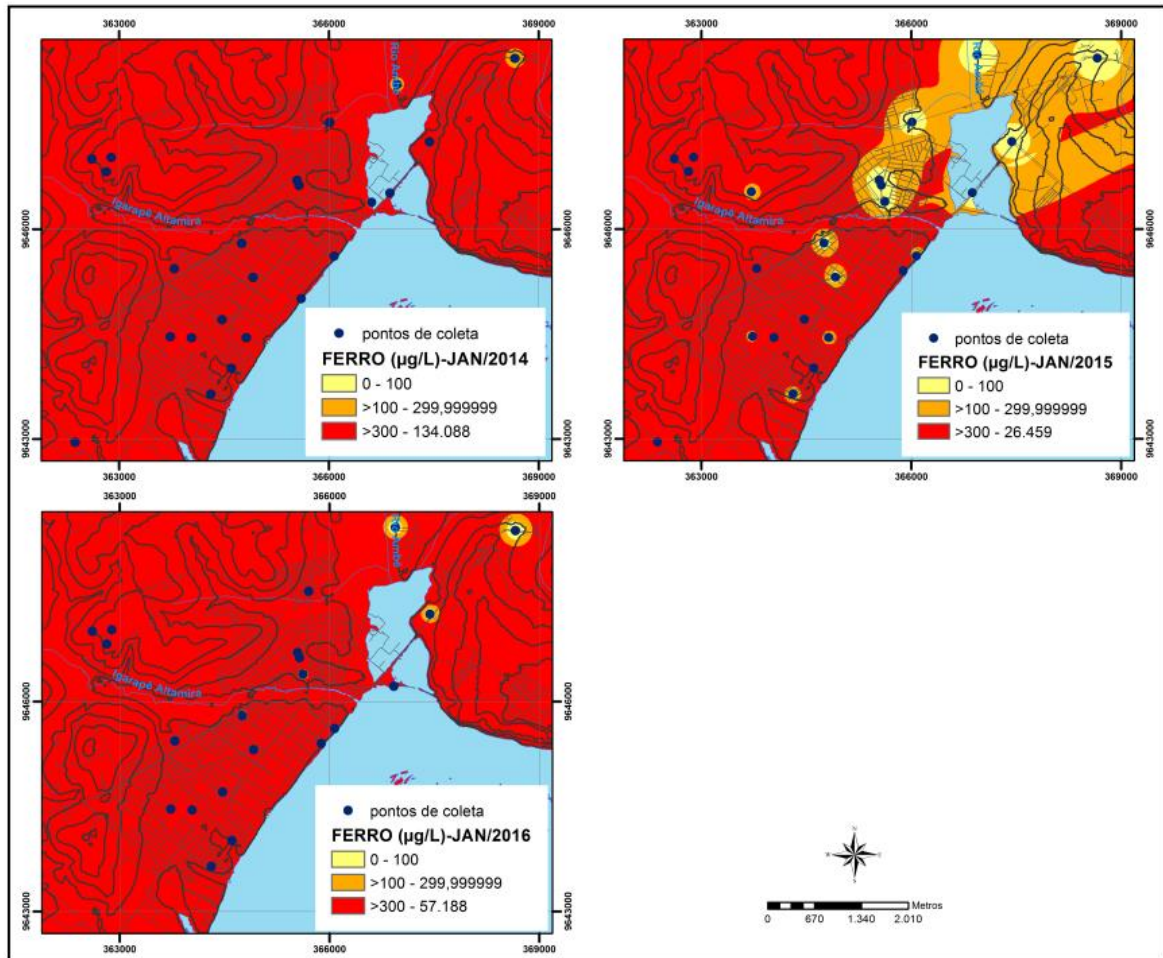
### 11.3.2.2.3. ESPACIALIZAÇÃO DE VARIAÇÕES DE VALORES DE FERRO, CLORETO, AMÔNIA, NITRATO, CHUMBO, pH, COLIFORMES FECALIS E TURBIDEZ NA ÁREA URBANA DE ALTAMIRA

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

#### 11.3.2.2.3.1. FERRO E CLORETO

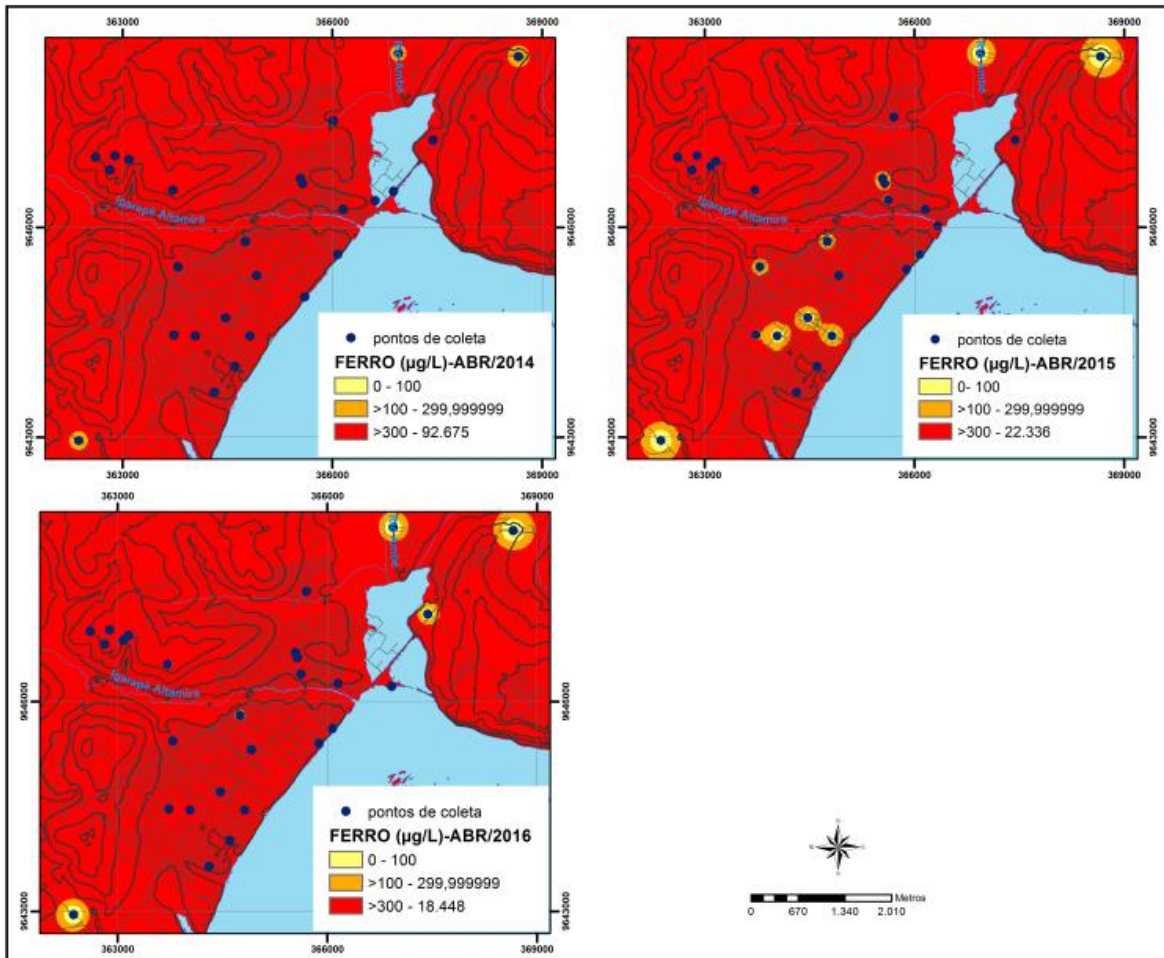
Nos períodos de enchente e cheia, coincidentes com a maior concentração das chuvas, há a natural diluição de todos os elementos, pois as águas de precipitação são desprovidas de ferro.

A **Figura 11.3.2 - 82** apresenta as variações dos valores de ferro total na área urbana de Altamira para os períodos de enchente nos anos de 2014, 2015 e 2016; em janeiro/2015, se observa menor concentração de ferro, principalmente na porção NE da cidade.



**Figura 11.3.2 - 82 – Variação dos valores de ferro total nos períodos de enchente – 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.**

A **Figura 11.3.2 - 83** apresenta as variações dos valores de ferro total na área urbana de Altamira para os períodos de cheia nos anos de 2014, 2015 e 2016; em abril/2015 se observa, em alguns pontos específicos, menor concentração de ferro, provavelmente devido à menor diluição do metal na água devido as menores taxas de precipitação ocorridas no início de 2015, em comparação aos mesmos períodos em 2014 e 2016.



**Figura 11.3.2 - 83 – Variação dos valores de ferro total nos períodos de cheia – 2014, 2015 e 2016, 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, 2015 e 2016, são apresentadas nas **Figuras 11.3.2 - 84 e 11.3.2 – 85**, respectivamente.

Nenhum poço/cisterna apresentou valor superior ao valor máximo permitido pela legislação (250.000 µg/L); apesar disso, os poços/cisternas com valores de cloreto mais elevados, em geral, correspondem àqueles que também apresentaram valores superiores ao VMP para amônia (1,5 mg/L) e nitrato (10.000 µg/L) devido à contaminação por efluentes domésticos infiltrados através de fossas sépticas e fossas negras.

Como se pode observar na **Figura 11.3.2 – 85**, os valores de cheia de abril/2016 (pós-enchimento) são menores que nos mesmos períodos nos anos anteriores, porém vale ressaltar que os meses de março e abril/2016 tiveram as maiores concentrações pluviométricas na região desde o início do monitoramento em 2012.

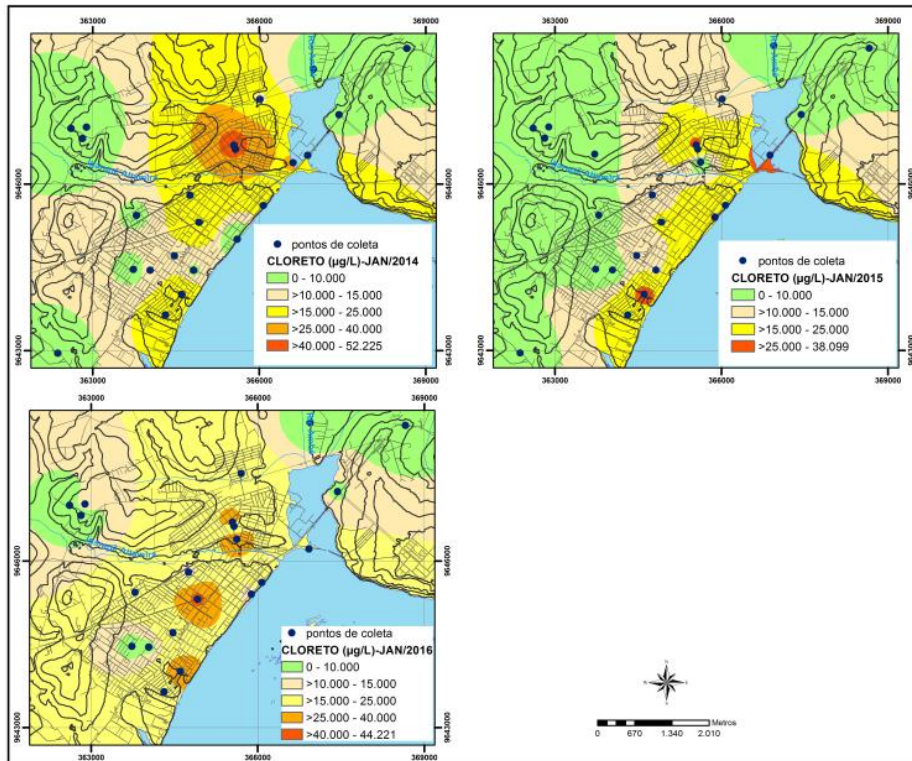


Figura 11.3.2 - 84 – Variação dos valores de cloreto nos períodos de enchente - 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.

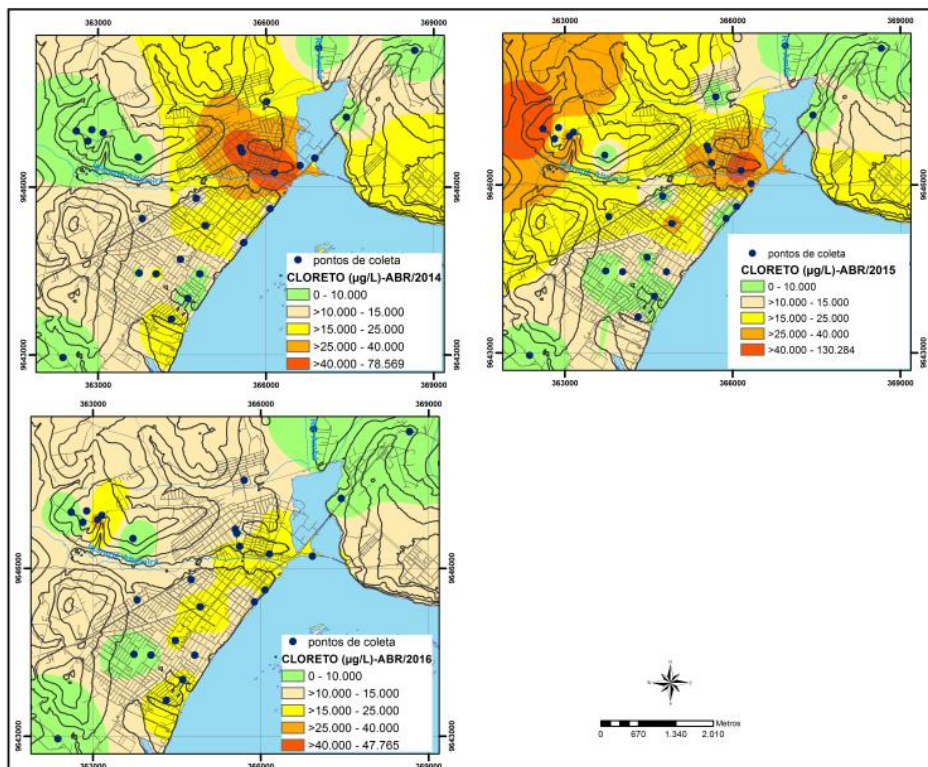


Figura 11.3.2 - 85 – Variação dos valores de cloreto nos períodos de cheia - 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.

### 11.3.2.2.3.2. AMÔNIA, NITRATO E COLIFORMES FECALIS

Este item apresenta as variações dos valores de amônia na área urbana de Altamira para os períodos de enchente e cheia para os anos de 2014, 2015 e 2016.

Em 2014, tanto no período de enchente, quanto na cheia, foram constatadas duas anomalias em porções da cidade com alta taxa de ocupação humana. Em 2015 e 2016, os valores foram todos menores que o limite de detecção do equipamento utilizado no laboratório.

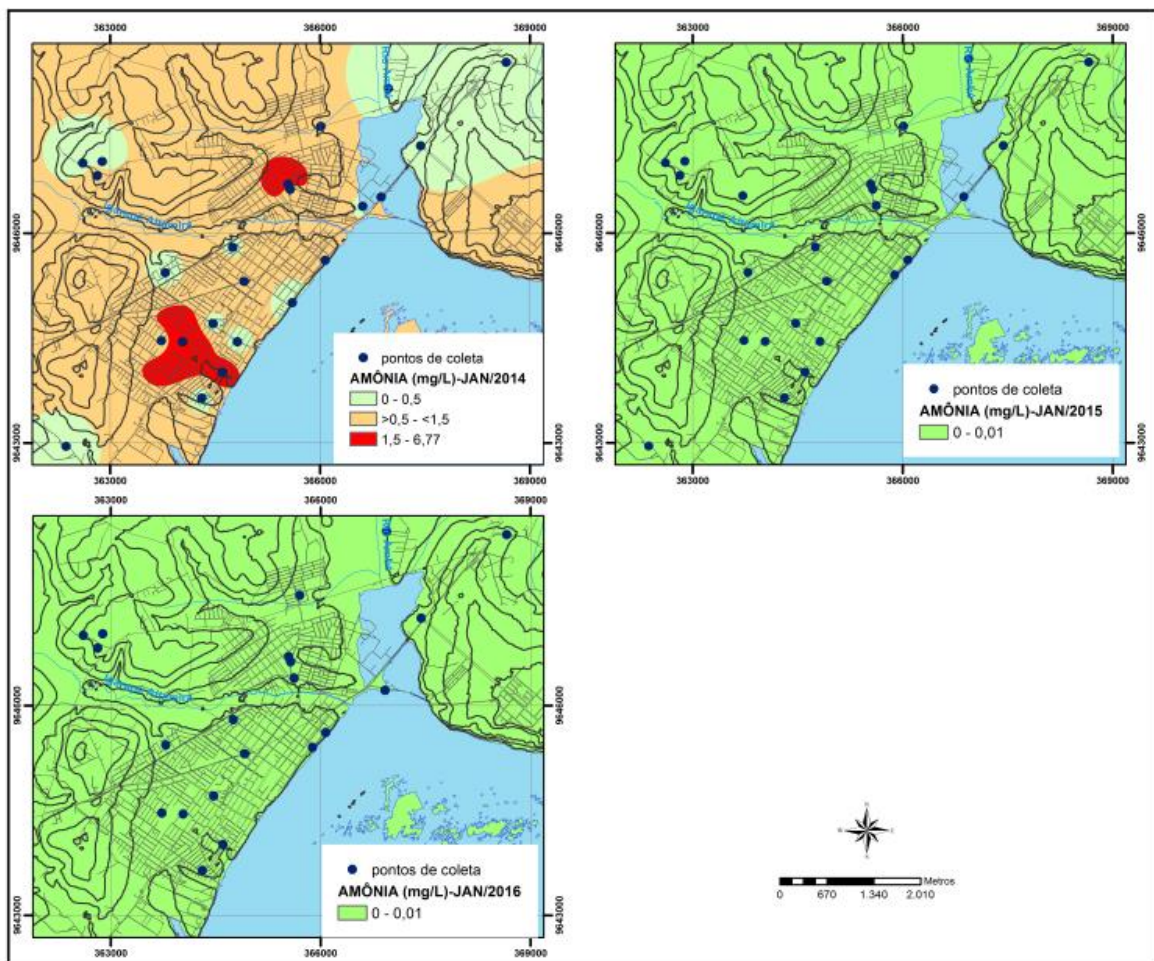
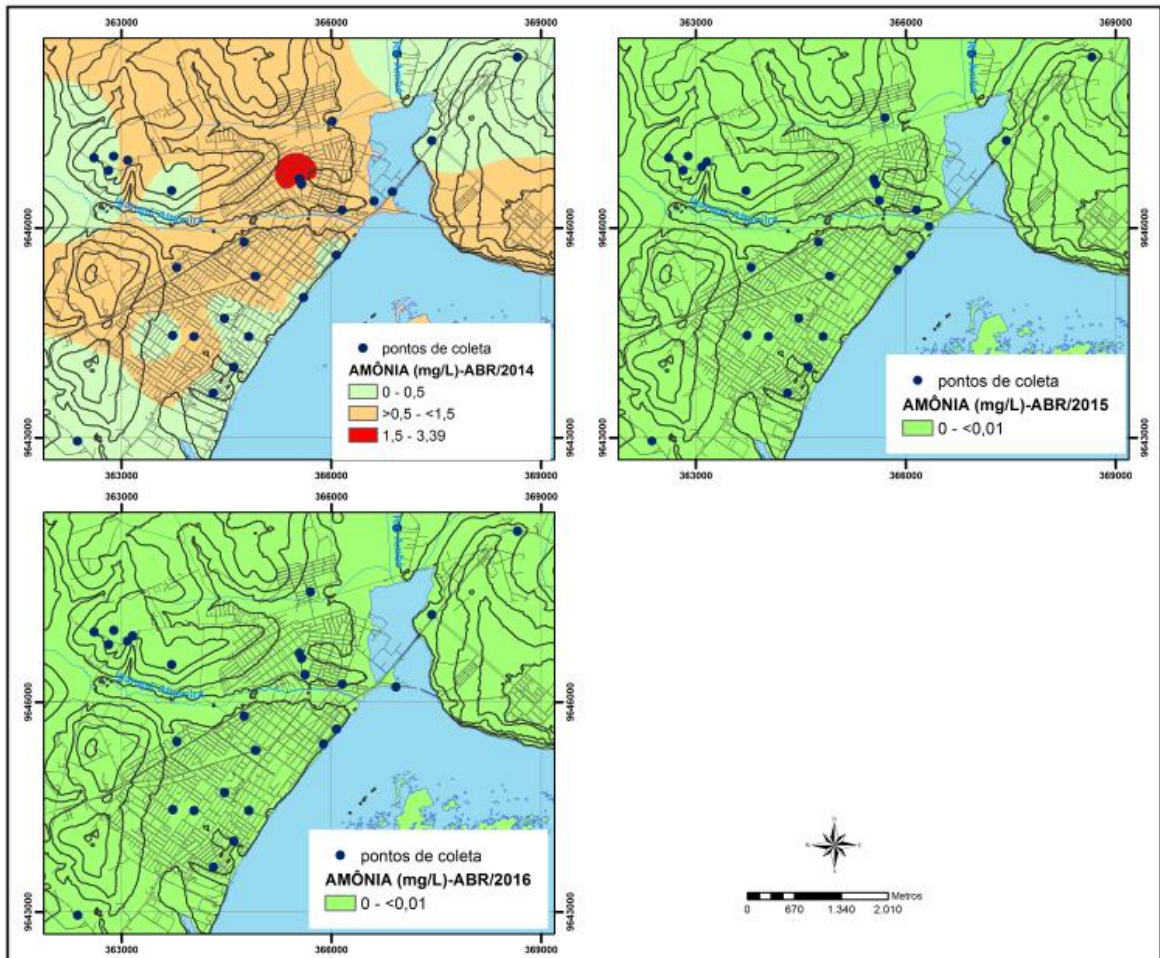


Figura 11.3.2 - 86 – Variação dos valores de amônia nos períodos de enchente – 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.



**Figura 11.3.2 - 87 – Variação dos valores de amônia nos períodos de cheia – 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.**

A **Figura 11.3.2 - 88** apresenta a variação 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 em 2014, 2015 e 2016, que se manteve similar nos três anos. Já para os coliformes fecais, é possível notar que em janeiro/2016 (durante o enchimento), sua presença foi observada apenas em dois pontos. Já para os períodos de cheia (**Figura 11.3.2 - 89**), a presença de coliformes é dispersa, assim como nos anos anteriores.

A associação de valores de nitrato e presença de coliformes fecais 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).



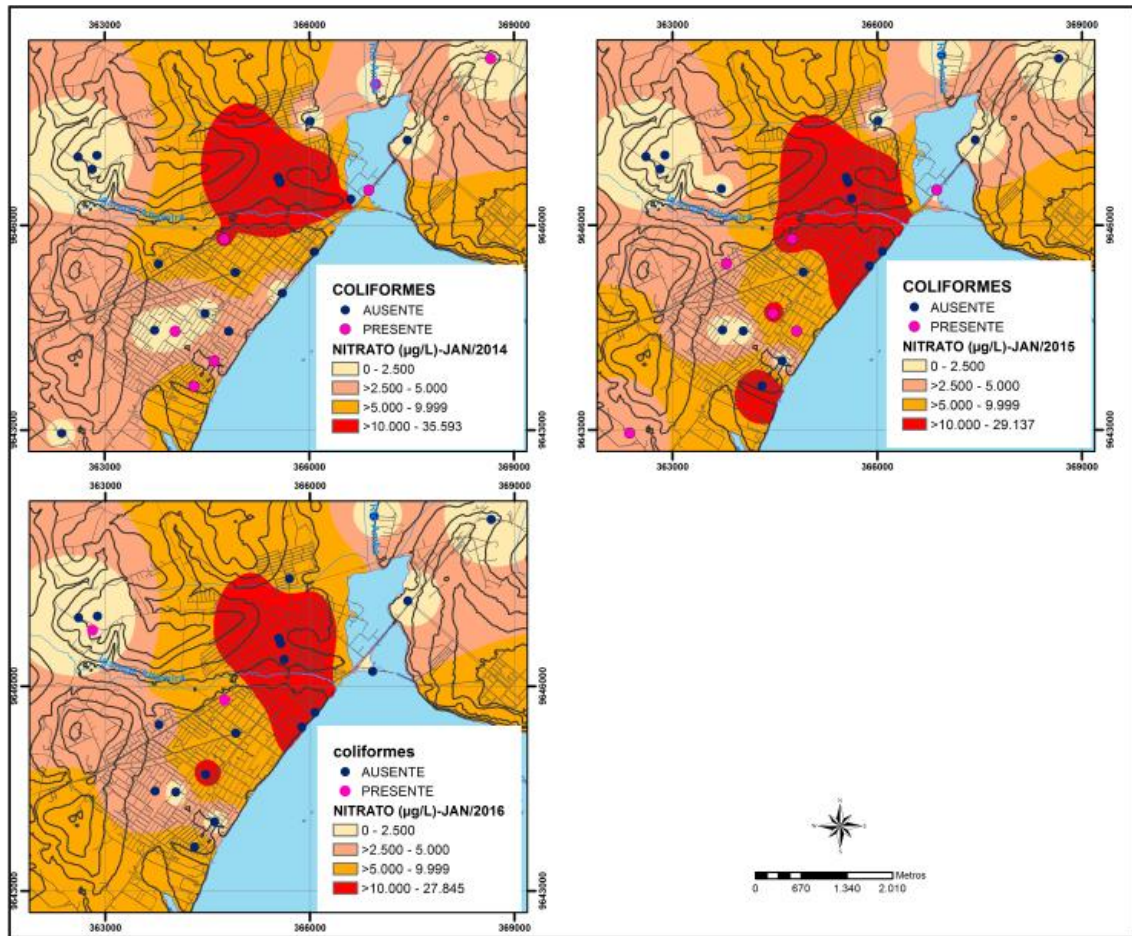
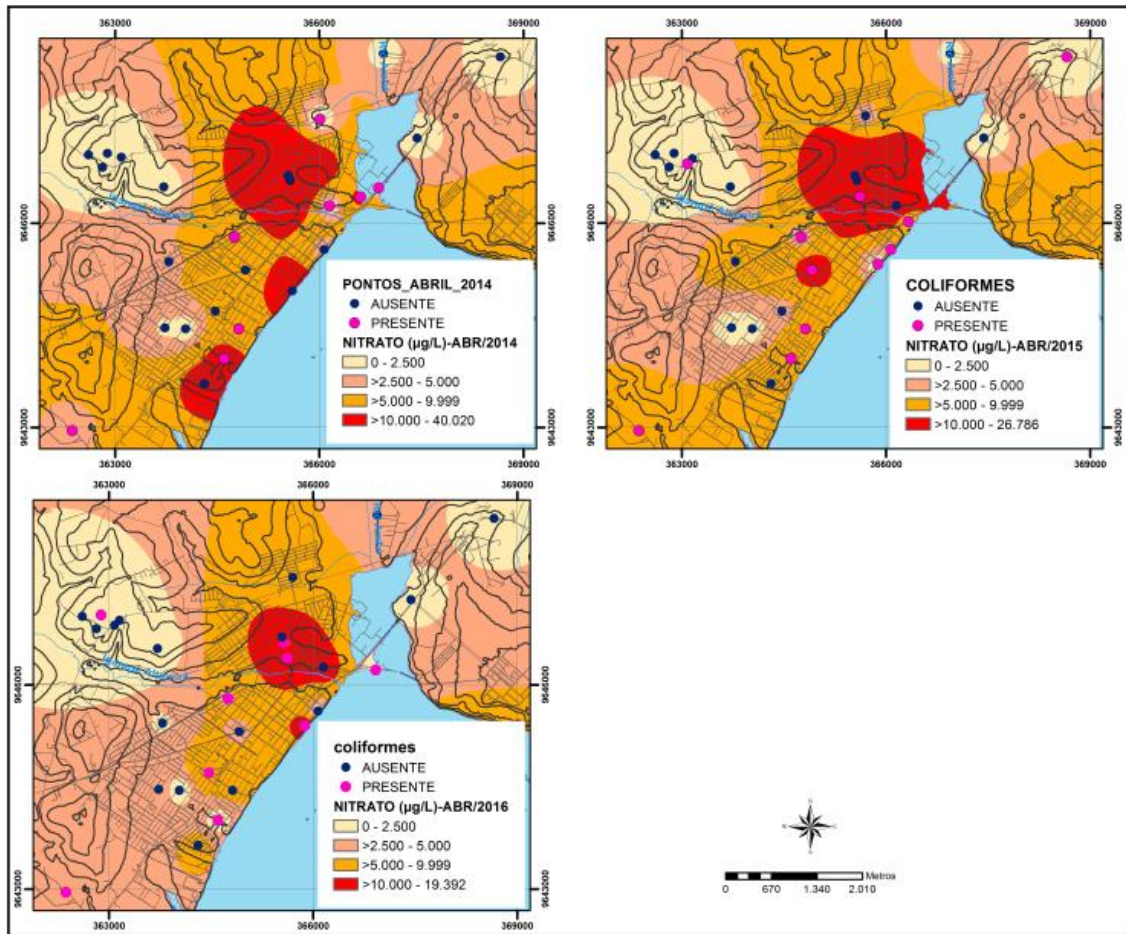


Figura 11.3.2 - 88 – Variação dos valores de nitrato e registro de coliformes fecais nos períodos de enchente – 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.



**Figura 11.3.2 - 89 – Variação dos valores de nitrato e registro de coliformes fecais nos períodos de cheia – 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.**

#### 11.3.2.2.3.3. CHUMBO

As **Figuras 11.3.2 - 90 e 11.3.2 - 91** mostram as variações dos valores de chumbo na área urbana de Altamira para os períodos de enchente e cheia de 2014, 2015 e 2016, respectivamente.

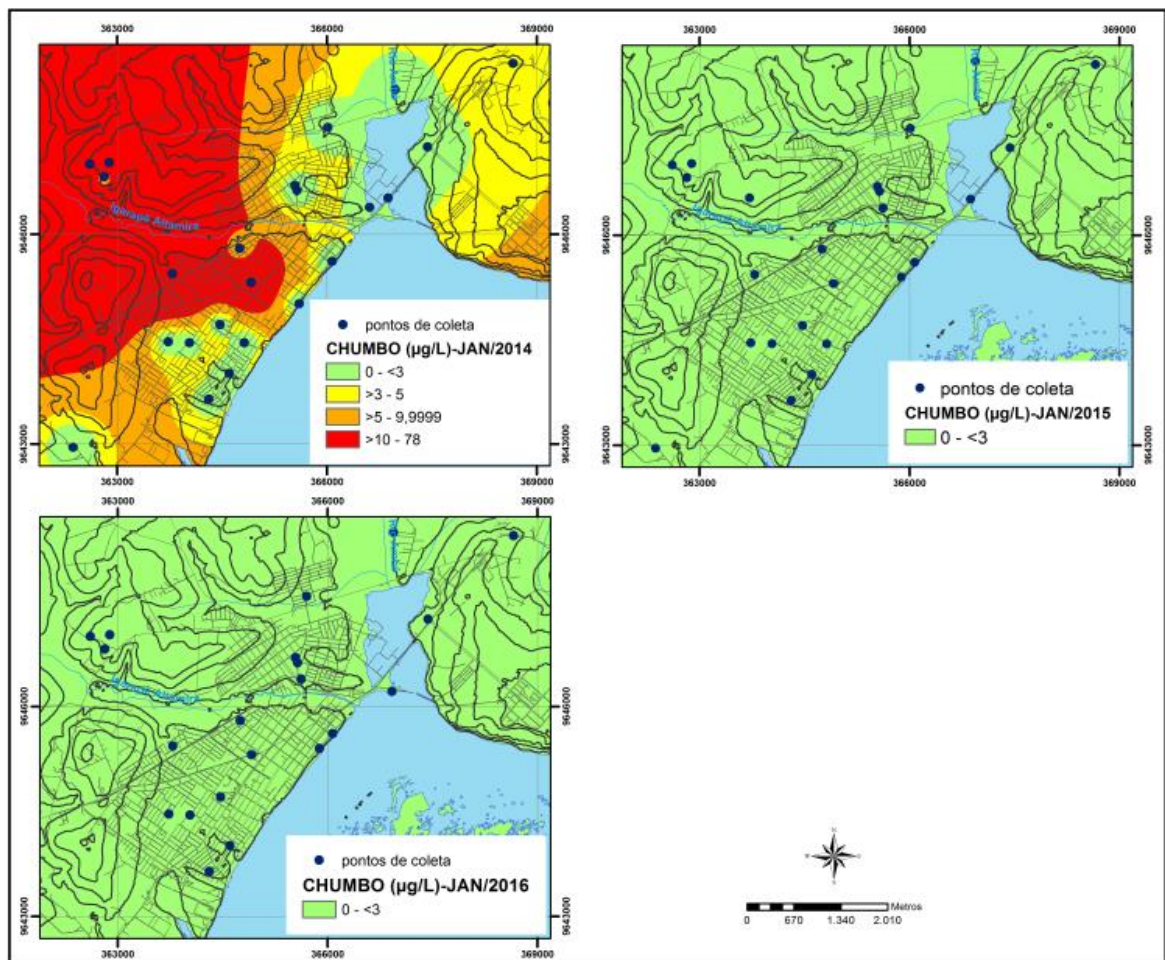
Em 2014, tanto para o período de enchente, quanto para o de cheia, foram registrados alguns pontos com teores de chumbo acima do VMP, principalmente nas imediações do antigo lixão de Altamira.

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.

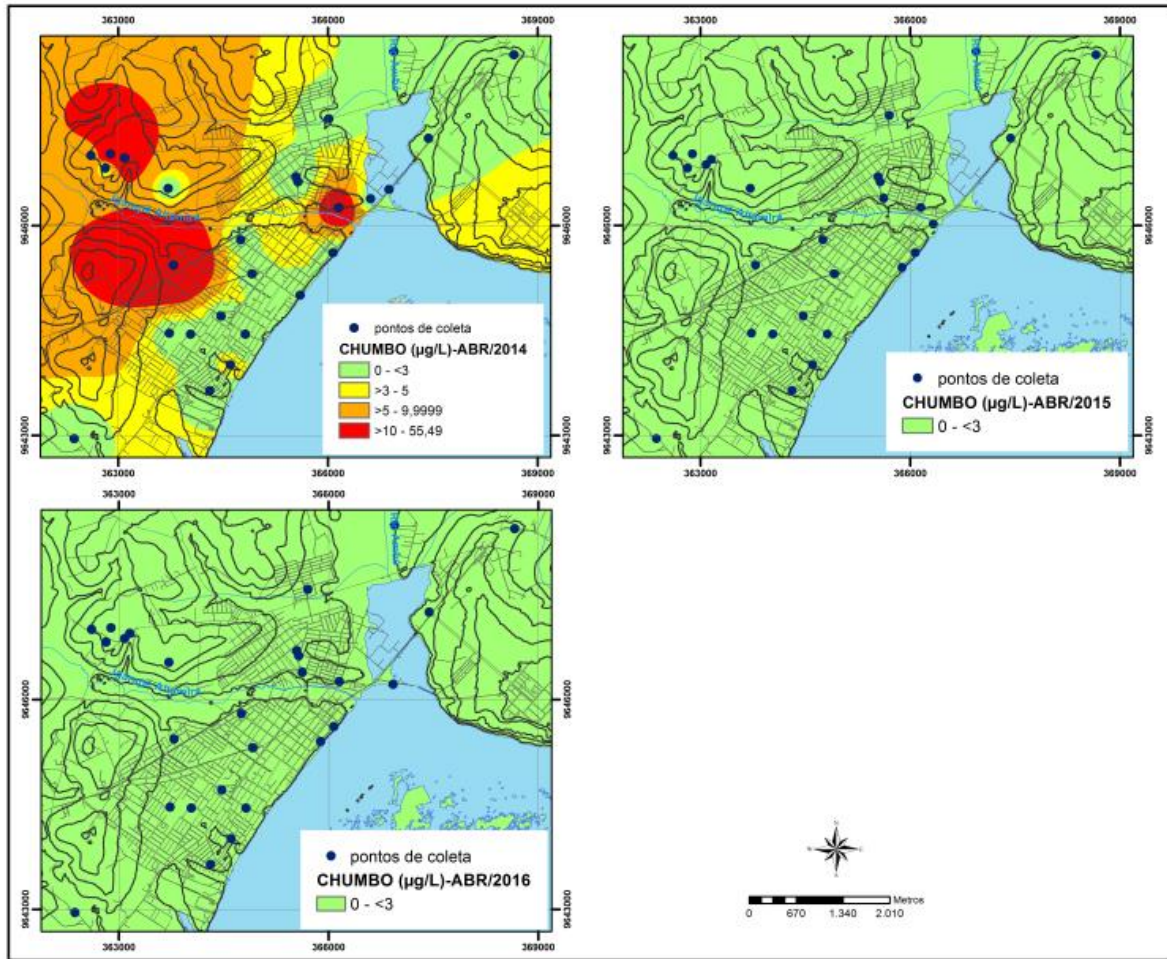
Em face ao que foi exposto, na área urbana de Altamira, a contaminação podia ter origem a partir do antigo lixão, mesmo com a existência da barreira hidráulica (Igarapé

Altamira), mas também poderia ser proveniente de escoamento superficial a partir de resíduos acumulados de forma irregular nas adjacências dos poços/cacimbas contaminados (como comumente observado), ou ainda de atividades agrícolas anteriormente desenvolvidas na porção a noroeste e nordeste da área do antigo lixão.

Todas as amostras coletadas após a implantação das atividades de remediação (janeiro e abril/2015 e janeiro e abril/2016) na área do antigo lixão tiveram resultados menores que o limite de detecção do equipamento utilizado no laboratório, portanto, provavelmente foi cessada a fonte de contaminação.



**Figura 11.3.2 - 90 – Variação dos valores de chumbo nos períodos de enchente – 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.**



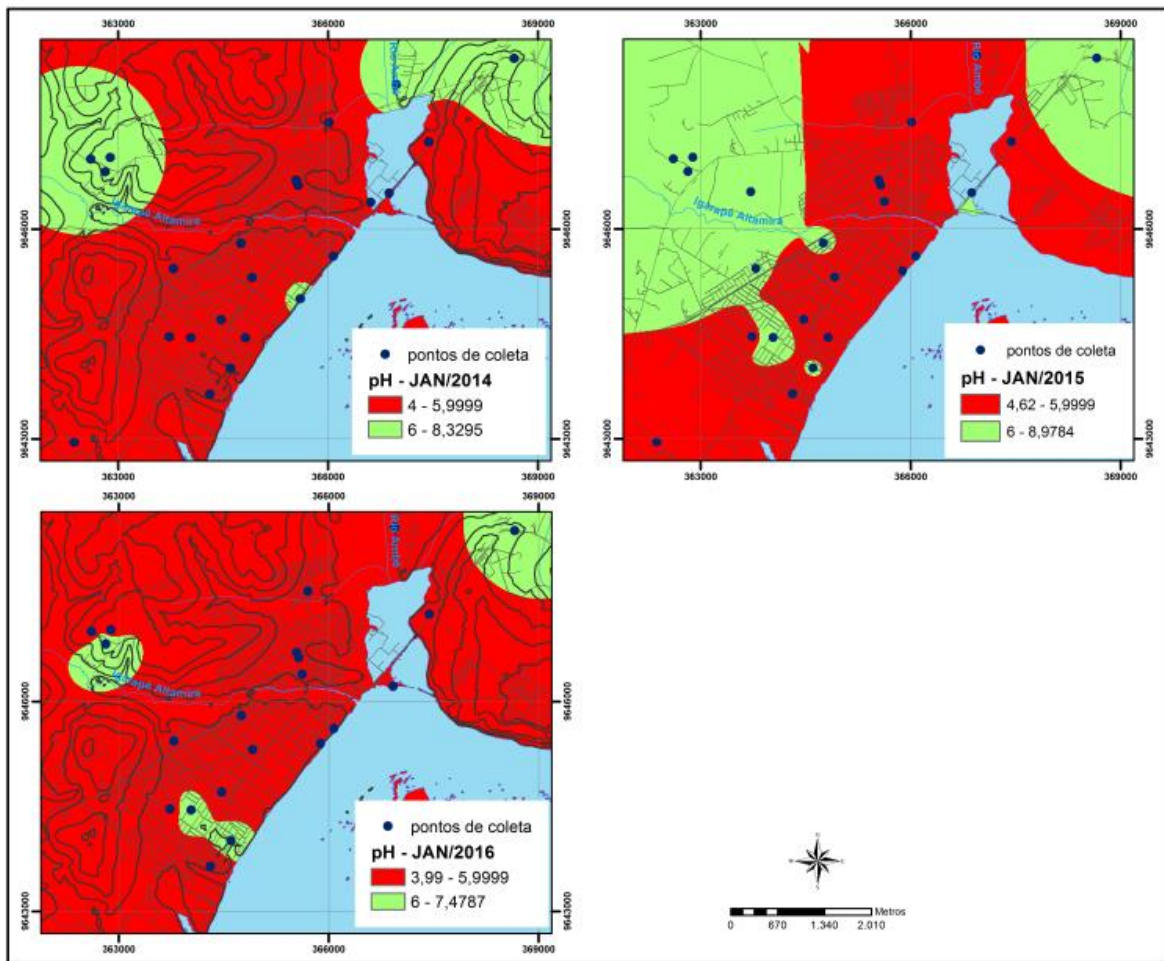
**Figura 11.3.2 - 91 – Variação dos valores de chumbo nos períodos de cheia – 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.**

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 - 90** e **Figura 11.3.2 - 91**) tenha valores altos (os valores superiores ao VMP são confirmados apenas nos poços/cacimbas amostrados e analisados).

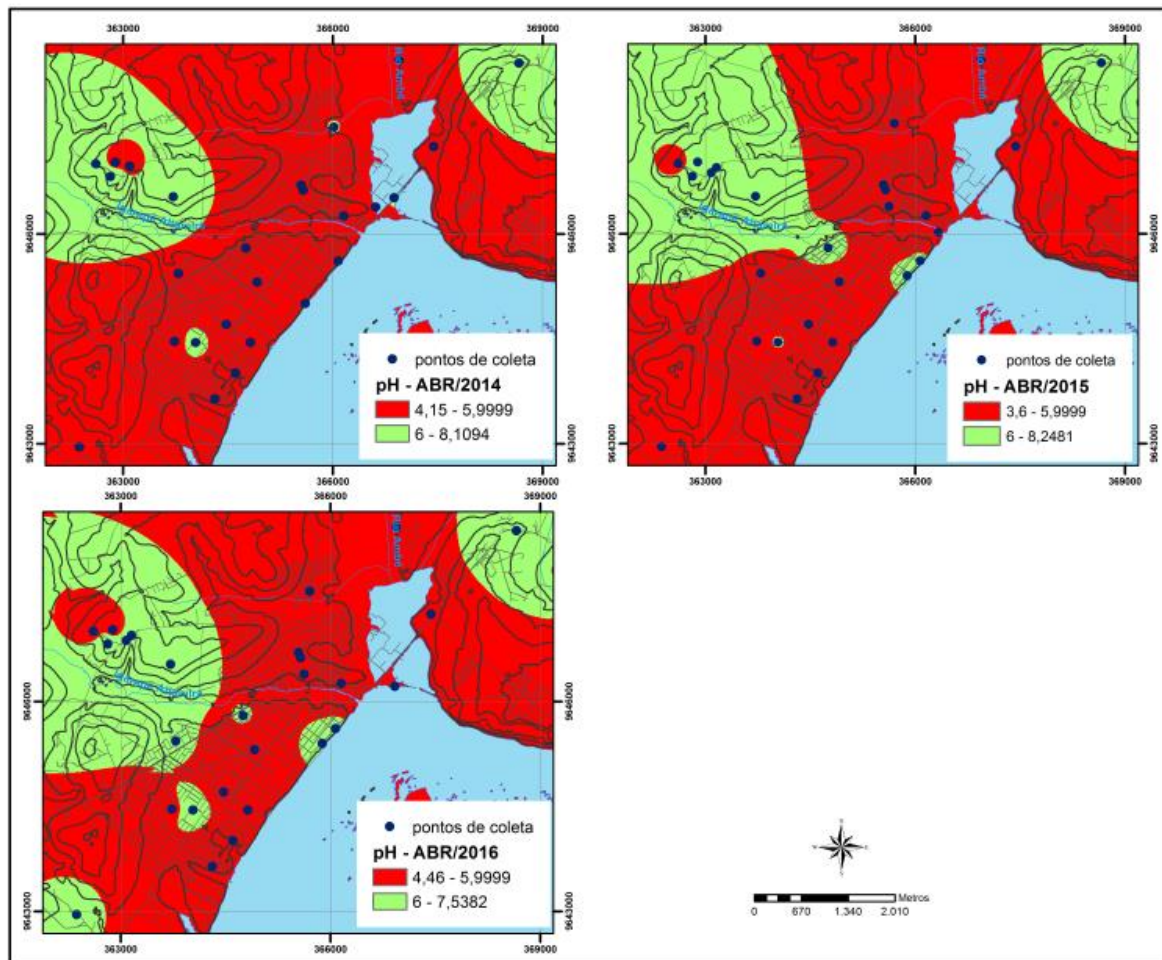
Valores acima de 10 µg/L de chumbo também já foram registrados, em algumas das campanhas trimestrais, na área de entorno dos reservatórios. Como as áreas são pouco antropizadas, não se pode descartar a possibilidade de uma origem geogênica deste elemento.

### 11.3.2.2.3.4. pH

Na área urbana de Altamira, para os períodos de enchente e cheia para os anos de 2014 a 2016 (**Figuras 11.3.2 - 92 e 11.3.2 - 93**), 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), 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, que são naturalmente ácidos (com destaque para os latossolos).



**Figura 11.3.2 - 92 – Variação dos valores de pH nos períodos de enchente – 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.**



**Figura 11.3.2 - 93 – Variação dos valores de pH nos períodos de cheia – 2014, 2015 e 2016, 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 - 94** mostra as variações dos valores de turbidez na área urbana de Altamira para os períodos de enchente nos anos de 2014, 2015 e 2016. Nas coletas realizadas em janeiro/2015 e janeiro/2016, os valores de turbidez foram bem mais elevados que em janeiro/2014, provavelmente devido à diferença da precipitação média (próximo de 300 mm em janeiro/2015 e >200 mm em janeiro/2016), que pode causar fluxo turbulento para o interior dos poços.

A **Figura 11.3.2 - 95** apresenta as variações dos valores de turbidez para os períodos de cheia de 2014 a 2016. Em abril/2014, a precipitação total mensal foi < 400 mm; em abril/2015 < 300 mm e em abril/2016 > 450 mm.

O aparente aumento da turbidez em janeiro de 2015 e 2016 pode estar associado ao fluxo turbulento observado na seção de pré-filtro dos poços de monitoramento, que

permite a remoção de argilas da formação para o interior do poço. Dificilmente esta alteração pode ser atribuída à elevação do nível freático decorrente da formação do Reservatório Xingu, pois o fluxo no meio aquífero natural (fora da região do pré-filtro dos poços) é do tipo laminar, não possibilitando a floculação de argilas e argilominerais.

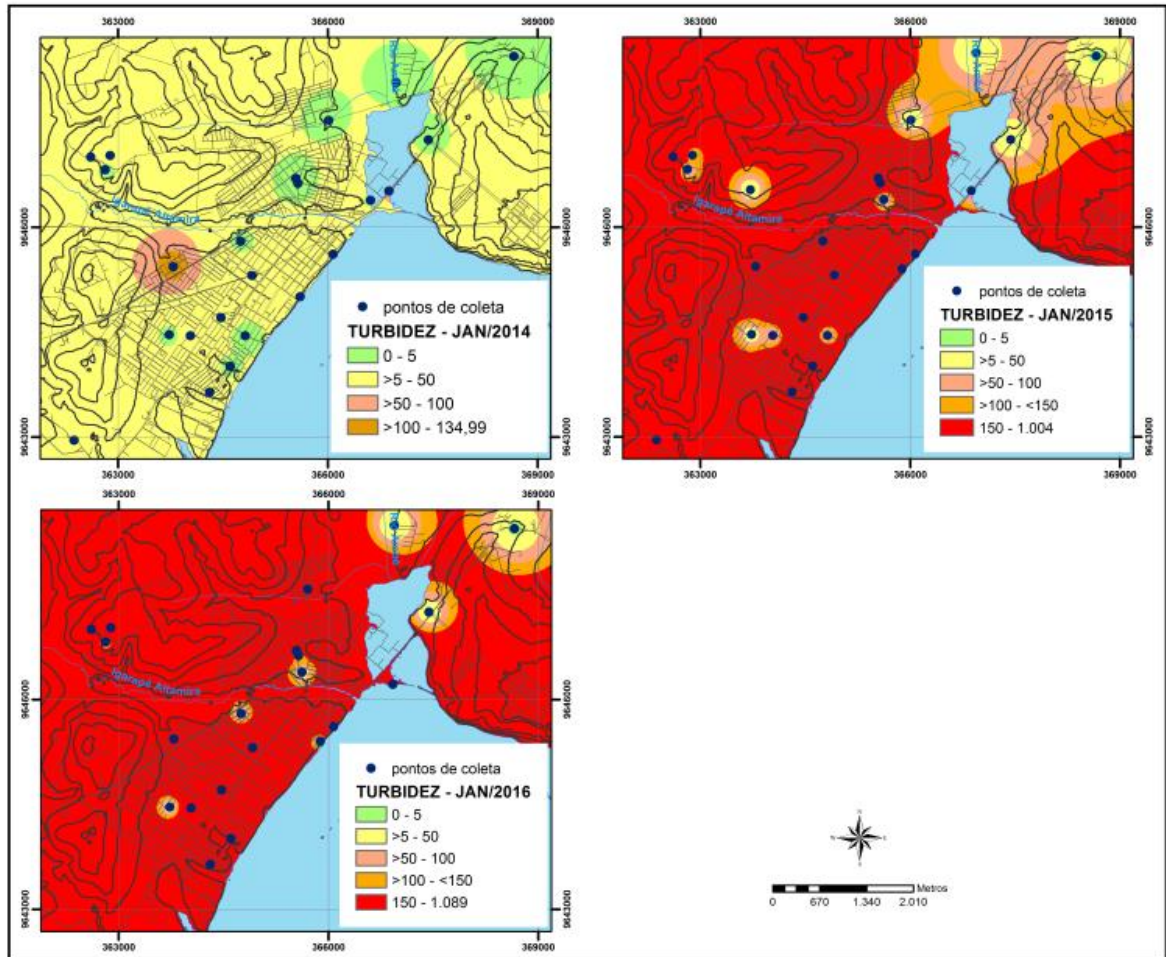


Figura 11.3.2 - 94 – Variação dos valores de turbidez nos períodos de enchente – 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.

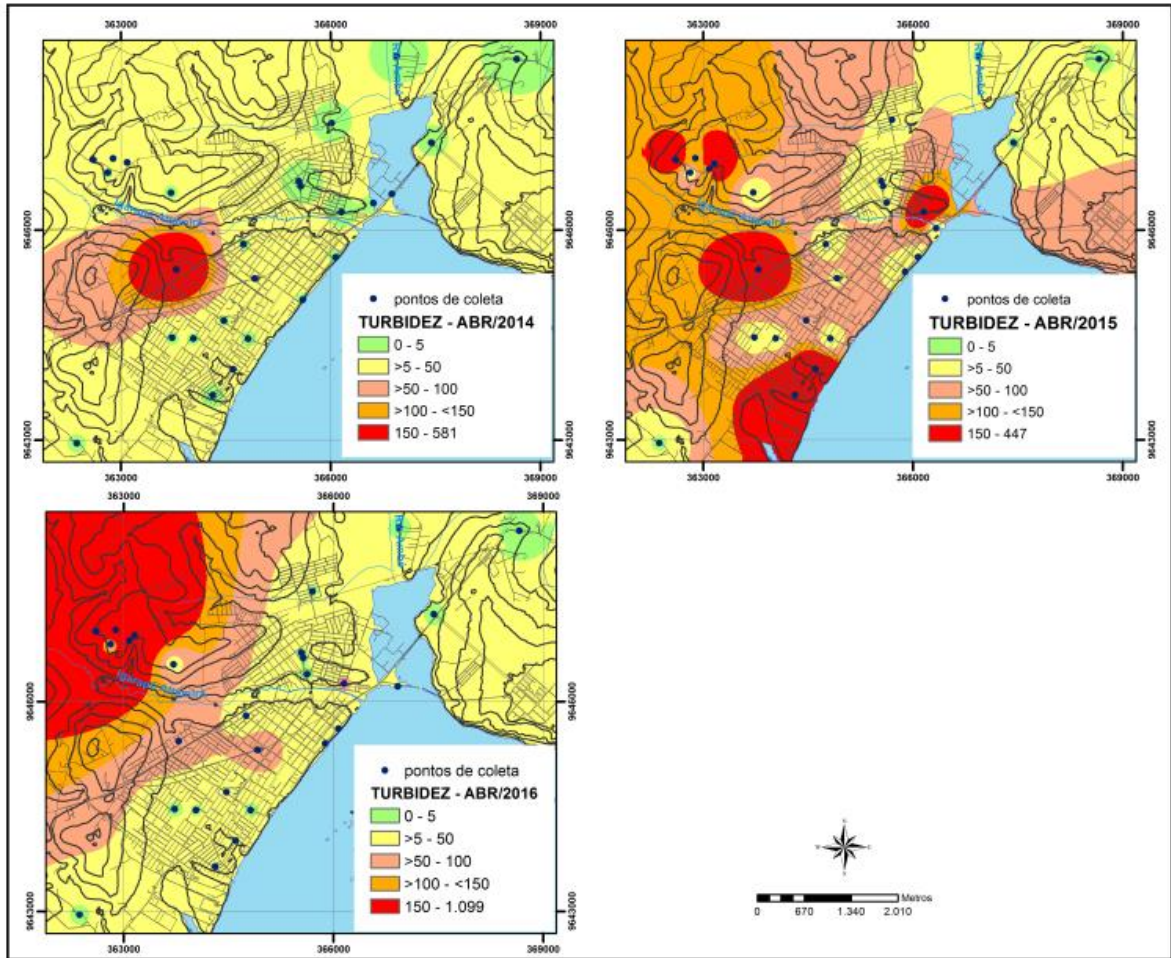


Figura 11.3.2 - 95 – Variação dos valores de turbidez nos períodos de cheia – 2014, 2015 e 2016, na área urbana de Altamira.



### 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	STATUS DE ATENDIMENTO
<p>Acompanhar as possíveis alterações na qualidade das águas subterrâneas que possam ocorrer pela implantação do empreendimento.</p>	<p><b><u>Em andamento</u></b> - Rede de monitoramento implantada e execução das coletas trimestrais em andamento. Atividades de manutenção da rede definidas. Atividades de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas contínuas sendo realizadas conforme previsto no Projeto.</p>

#### 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
Identificar as condições dos poços tubulares superficiais existentes e caracterizar a qualidade da água por meio da determinação de parâmetros físicos, químicos e bacteriológicos.	<b><u>Em Andamento</u></b> - Fases de acompanhamento pré e durante o enchimento concluídas e iniciada a fase pós enchimento.
Enquadrar as águas dentro da classificação proposta, indicando seus possíveis usos.	<b><u>Em Andamento</u></b> - A classificação, de cada ponto amostrado é apresentada em diagramas de Piper, encaminhados nos relatórios consolidados, e os valores obtidos são comparados ao valor máximo permitido (VMP) 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.	<b><u>Em Andamento</u></b> - 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.	<b><u>Em Andamento</u></b> - Atividade a ser desenvolvida até o fim do monitoramento.
Detalhar as fontes de poluição relacionadas ou não ao empreendimento hidrelétrico.	<b><u>Em Andamento</u></b> - 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.	<b><u>Em Andamento</u></b> - Fases de acompanhamento pré e durante o enchimento concluídas. Atividade contínua a ser realizada por todo o período de monitoramento.

#### 11.3.2.5. ATIVIDADES PREVISTAS

As atividades referentes às coletas e análises trimestrais de amostras de água subterrânea nos pontos de monitoramento que compõem a rede implantada continuarão se desenvolvendo de acordo com o cronograma do presente Projeto 11.3.2. Além disso, continuarão a ser 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. Tais atividades também são realizadas trimestralmente, concomitante às campanhas de coleta de amostras de água.

Para o segundo semestre de 2016, estão previstas mais duas campanhas de coleta e análise de amostras de água a serem executadas nos meses de julho e outubro/2016, cujos dados subsidiarão a avaliação de eventuais alterações na qualidade das águas subterrâneas nos períodos de vazante e seca definidos para a região, após o enchimento dos reservatórios da UHE Belo Monte.

Sempre que 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, quando 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

As águas subterrâneas, de maneira geral, têm como fontes de contaminação antropogênicas despejos domésticos, industriais e/ou chorume de aterros de lixo que contaminam os lençóis freáticos com microrganismos patogênicos (FREITAS & ALMEIDA, 1998)<sup>9</sup>, além de metais de transição e outras substâncias. Segundo FREITAS *et al.* (2001)<sup>10</sup>, estes ambientes, além de promoverem a mobilização de metais naturalmente contidos no solo, como alumínio, ferro e manganês (NORDBERG *et al.*, 1985)<sup>11</sup>, também são potenciais fontes de nitrato e substâncias orgânicas tóxicas ao homem e ao meio ambiente.

Os dados obtidos na coleta realizada durante o enchimento dos reservatórios (janeiro/2016) – período sazonal de enchente -, e na primeira coleta realizada após o enchimento (abril/2016) – período sazonal de cheia -, não mostraram nenhuma significativa alteração na qualidade das águas subterrâneas proveniente da formação dos reservatórios.

As análises físico-químicas das águas subterrâneas mostram, até o momento, que o principal foco de contaminação é a 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. Ressalta-se que a rede de saneamento básico da cidade de Altamira foi implantada pela Norte Energia (estando em fase de implantação as ligações intradomiciliares) e a população do entorno dos igarapés e de áreas com cotas inferiores à cota 100 m foi reassentada nos Reassentamentos Urbanos Coletivos (RUCs), cujos efluentes são encaminhados à Estação de Tratamento de Esgotos (ETEs), em funcionamento. Tais ações diminuirão significativamente os focos de contaminação em relação ao cenário que já era prevalente na região antes do enchimento dos reservatórios.

---

<sup>9</sup>FREITAS, 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.

<sup>10</sup>FREITAS, 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.

<sup>11</sup>NORDBERG, 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/2016**

**Anexo 11.3.2 - 6 – Resultados das variáveis medidas *in situ* referentes à Coletas Trimestrais 15 e 16**

**Anexo 11.3.2 - 7 – Resultados das análises físico-químicas referentes às Coletas Trimestrais 15 e 16**

**Anexo 11.3.2 - 8 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 15 (janeiro/2016)**

**Anexo 11.3.2 - 9 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 16 (abril/2016)**