

# 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.	ANTECEDENTES .....	11.3.2-1
11.3.2.2.	EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO.....	11.3.2-2
11.3.2.2.1.	DIAGRAMAS HIDROQUÍMICOS – DIAGRAMAS DE “PIPER” .....	11.3.2-21
11.3.2.2.2.	GRÁFICOS - NITRATO X NITRITO X AMÔNIA .....	11.3.2-32
11.3.2.2.3.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE pH ...	11.3.2-39
11.3.2.2.4.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE TDS.	11.3.2-44
11.3.2.2.5.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS TEORES DE SÓDIO .....	11.3.2-48
11.3.2.2.6.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE POTÁSSIO .....	11.3.2-52
11.3.2.2.7.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE CÁLCIO .....	11.3.2-56
11.3.2.2.8.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE MAGNÉSIO .....	11.3.2-60
11.3.2.2.9.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE CLORETO .....	11.3.2-64
11.3.2.2.10.	ESPACIALIZAÇÃO DE VARIAÇÕES DE VALORES DE FERRO, CLORETO, AMÔNIA, NITRATO, CHUMBO, pH, COLIFORMES FECALIS e TURBIDEZ.....	11.3.2-68
11.3.2.2.11.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	11.3.2-77
11.3.2.2.12.	CRONOGRAMA GRÁFICO.....	11.3.2-81
11.3.2.3.	ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS .....	11.3.2-83
11.3.2.4.	EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO .....	11.3.2-83
11.3.2.5.	ANEXOS .....	11.3.2-83

## 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. ANTECEDENTES

Este Projeto é parte integrante do Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas e prioriza a região urbana de Altamira, incluindo o perímetro da área do antigo Lixão de Altamira, trecho a jusante do Sítio Pimental, o entorno dos Reservatórios Xingu e Intermediário, além das comunidades de Belo Monte (Município Vitória do Xingu) e Belo Monte do Pontal (Município Anapu).

O objetivo principal é acompanhar possíveis alterações na composição físico-química e bacteriológica das águas freáticas, que possam vir a comprometer sua qualidade durante a implantação e operação dos reservatórios da UHE Belo Monte.

Em 2012, foram realizadas atividades como o inventário complementar dos poços, que subsidiou a análise das condições dos poços existentes e auxiliou na definição da rede de monitoramento. Foram realizados os mapeamentos geológico, pedológico e hidrogeológico, fundamentais para a caracterização do meio físico e conhecimento das características hidrodinâmicas da região. Foram realizados, ainda, ensaios de infiltração *in situ* para determinação da condutividade hidráulica vertical da zona não saturada do aquífero.

No segundo semestre de 2012, definiu-se a rede de monitoramento e foram iniciadas as coletas trimestrais. Nesta etapa, pretendeu-se caracterizar os valores de *baseline* das principais substâncias para que se possa, com a formação dos lagos, verificar se ocorrerão eventuais modificações na qualidade original das águas subterrâneas.

Em 2013, foram realizadas quatro coletas trimestrais, cujos dados de campo e laboratoriais foram processados e analisados, sendo os resultados apresentados no Quinto RC. As coletas realizadas no primeiro semestre de 2014 são parte integrante deste Sexto RC.

### 11.3.2.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO

Este relatório apresenta as atividades realizadas no primeiro semestre de 2014, desenvolvidas de acordo com o cronograma aprovado pelo IBAMA, no âmbito do monitoramento da qualidade das águas subterrâneas. Neste semestre, foram realizadas duas coletas trimestrais (janeiro e abril), além do processamento, análise e interpretação dos dados e resultados laboratoriais obtidos.

Os resultados das análises de água são confrontados com os 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 metodologia apresentada no **Anexo 11.3.2 - 2**). As referências bibliográficas estão apresentadas no **Anexo 11.3.2 - 1**, enquanto o banco de dados é atualizado semestralmente e está disponível em formato digital.

Visando facilitar a visualização dos resultados, foram separados grupos de pontos (poços rasos e cisternas – Altamira: poços de monitoramento instalados especificamente para este fim na cidade de Altamira; Sítio Pimental; entorno dos futuros reservatórios; e, nas comunidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal).

Os diagramas de *Piper* são gráficos hidroquímicos que ilustram, sinteticamente, as principais características químicas de uma amostra d'água, quanto a seus íons dominantes (cátions principais:  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{+2}$ ,  $\text{Na}^+$  e  $\text{K}^+$ ; e, ânions principais:  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{Cl}^-$ ,  $\text{SO}_4^{2-}$ ). Esses diagramas, bem como os demais gráficos, confeccionados para as diferentes coletas são ferramentas relevantes para a identificação de possíveis variações temporais ou espaciais que possam ocorrer em função de sazonalidade ou por problemas de contaminação.

Os mapas de localização da rede de monitoramento estão apresentados no **Anexo 11.3.2 - 3**, **Anexo 11.3.2 - 4** e **Anexo 11.3.2 - 5**. O **Quadro 11.3.2 - 1** apresenta os pontos da rede de monitoramento (55 poços/cisternas no total), com o código atribuído a cada ponto, coordenadas UTM e correlação com os pontos sugeridos no PBA, quando for o caso. O **Anexo 11.3.2 - 6** apresenta fichas de campo atualizadas (abril/2014), com o registro fotográfico atualizado dos poços/cisternas amostradas.

Em 15/04/2014 foi realizada atividade com as equipes das Secretarias de Meio Ambiente (SEMAT) e de Viação e Obras (SEOV) da Prefeitura Municipal de Altamira, na qual foram apresentados as resoluções, parâmetros analisados e resultados obtidos nos pontos de monitoramentos de Qualidade da Água Subterrânea na Área da Remediação do antigo Lixão de Altamira. Também, foram demonstrados os procedimentos de coleta com utilização de *bailer*, sonda multiparâmetros (para medição *in situ*) e acondicionamento das amostras que são enviadas para análises laboratoriais.

A rede de monitoramento foi instalada em setembro/2012, que corresponde ao período de seca na região, sendo que os níveis freáticos ainda estavam em processo de rebaixamento. A presença de água em contato com material inconsolidado (aterro/solo), durante as atividades de perfuração, acarretou, em alguns casos, o desmoronamento das paredes dos poços, o que limitou o seu aprofundamento não alcançando o maciço rochoso.

Além das características físicas do meio é necessário ser avaliada a viabilidade para instalação da rede. Na área urbana de Altamira, para a viabilidade de instalação dos poços de monitoramento foram considerados: distância da rede elétrica, presença de tubulação de água, espacialização da malha a ser amostrada, existência de cisternas e/ou poços utilizados para abastecimento. Vale destacar que alguns locais previstos inicialmente para instalação dos poços foram modificados, já que várias tentativas de perfuração foram realizadas sem sucesso.

Além disso, as águas subterrâneas sofrem influência da sazonalidade climática, considerando que é necessário um tempo para infiltração da água e recarga do lençol freático, bem como para sua descarga. Portanto, é esperado que alguns pontos não apresentem água para coleta, especialmente nos períodos que os níveis freáticos estiverem mais rebaixados.

**Quadro 11.3.2 - 1 – Rede de monitoramento para coleta e análise da qualidade das águas no Projeto de Monitoramento da Qualidade da Água Subterrânea - UHE Belo Monte**

PONTO		TIPO	X	Y	CORRELAÇÃO COM PONTOS SUGERIDOS NO PBA
1	ALT_C2	Cisterna/cacimba	364820	9644448	PR57
2	ALT_C6	Cisterna/cacimba	362373	9642955	PR04
3	ALT_C17	Cisterna/cacimba	366875	9646517	PR34
4	ALT_C19	Cisterna/cacimba	365574	9646627	PR47
5	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	Poço tubular/raso	366013	9647529	PR30
9	ALT_PT10(1)	Poço tubular/raso	366942	9648488	PR29
10	ALT_PT29	Poço tubular/raso	368661	9648443	PT05
11	ALT-PTR(2)	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	



	PONTO	TIPO	X	Y	CORRELAÇÃO COM PONTOS SUGERIDOS NO PBA
18	BMP_C1	Cisterna/cacimba	422497	9655642	
19	BMP_C2	Cisterna/cacimba	422193	9655060	
20	BMP_C3(3)	Cisterna/cacimba	422499	9655628	
21	BMP_PT1	Poço tubular/raso	422171	9655010	
22	BMP_PT2(4)	Poço tubular/raso	422226	9655053	
23	PZ_ALT3	Poço instalado pela Executora	366155	9646258	PZ7
24	PZ_ALT4	Poço instalado pela Executora	365546	9646699	PZ8
25	PZ_ALT7	Poço instalado pela Executora	364914	9645310	PZ12
26	PZ_ALT8	Poço instalado pela Executora	364755	9645799	PZ13
27	PZ_ALT9	Poço instalado pela Executora	366074	9645613	PZ15
28	PZ_ALT11	Poço instalado pela Executora	365886	9645402	PZ17
29	PZ_ALT12	Poço instalado pela Executora	367438	9647250	PZ18
30	PZ_ALT13	Poço instalado pela Executora	364607	9644011	PZ19
31	PZ_ALT14	Poço instalado pela Executora	364312	9643642	PZ20
32	PZ_ALT16	Poço instalado pela Executora	364037	9644450	PZ22
33	PZ_ALT17	Poço instalado pela Executora	363791	9645436	PZ23
34	PZ_ALT18	Poço instalado pela Executora	364474	9644707	PZ24
35	PZ_LX_ALT1(5)	Poço instalado pela Executora	363158	9646946	
36	PZ_LX_ALT2(5)	Poço instalado pela Executora	363084	9646873	
37	PZ_LX_ALT3	Poço instalado pela Executora	362609	9647004	
38	PZ_LX_ALT4(5)	Poço instalado pela Executora	363046	9646840	
39	PZ_LX_ALT6	Poço instalado pela Executora	362889	9647025	
40	PZ_RAPELD	Poço instalado pela Executora	413660	9640475	
41	PZ_RX_2	Poço instalado pela Executora	358311	9621840	
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	

PONTO		TIPO	X	Y	CORRELAÇÃO COM PONTOS SUGERIDOS NO PBA
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	

- (1) Ponto substituído em abril/2014, devido à dificuldade de acesso para coleta;
- (2) Ponto inserido na rede de monitoramento em substituição ao PZ\_RX8;
- (3) Ponto inserido na rede de monitoramento em substituição ao BM\_PT2;
- (4) Excluído da rede de monitoramento em abril/2014; e,
- (5) Poços reinstalados na área do antigo lixão de Altamira.

Os resultados das análises da coleta trimestral 7 (janeiro/2014) são apresentados e compilados em tabelas nos **Anexos 11.3.2 - 7** e **Anexo 11.3.2 - 8**, e os laudos laboratoriais apresentados no **Anexo 11.3.2 - 9**. Ressalta-se que alguns pontos não foram amostrados, sendo apresentadas as justificativas a seguir:

- BM\_PT2 e PZ\_RX\_3: locais sem acesso → em relação ao BM\_PT2, a solução estabelecida foi sua substituição pela cisterna BMP\_C3 para a próxima coleta trimestral 8 (abril/2014). Já o PZ\_RX\_3, seu acesso estava impedido devido a cheia na região.
- PZ\_ALT3, PZ\_RAPELD; PZ\_RI\_4; PZ\_RI\_6 e PZ\_RI\_7 → não foram coletadas amostras de água, pois os referidos poços estavam secos ou com presença de uma pequena lâmina de água que impossibilitava sua coleta; e,
- PZ\_LX\_ALT1; PZ\_LX\_ALT2 e PZ\_LX\_ALT4 → poços danificados e obturados, que foram substituídos por novos poços em março/2014, solucionando o problema.

Os dados da coleta trimestral 8 (abril/2014) são apresentados no **Anexo 11.3.2 - 10** e **Anexo 11.3.2 - 11**, enquanto os laudos laboratoriais são apresentados no **Anexo 11.3.2 - 12**. A seguir são apresentadas as justificativas dos pontos não amostrados.

- PZ\_LX\_ALT2; PZ\_LX\_ALT4 e PZ\_RI\_6 → poços secos ou com presença de uma pequena lâmina de água que impossibilitava sua coleta; e,

- PZ\_RAPELD e PZ\_RX\_3: locais sem acesso → em relação ao poço PZ\_RAPELD, a via de acesso estava interdita e não foi encontrada uma via alternativa. Já o poço PZ\_RX\_3 continua sem acesso devido à época de cheia, caso esta situação persistir para as próximas campanhas será avaliada a substituição do mesmo.

O **Quadro 11.3.2 - 2** apresenta uma comparação de análises dos resultados com valores fora dos Valores Máximos/Mínimos Permitidos - VMPs, para as Coletas Trimestrais realizadas desde dezembro/2012.

Dos 55 pontos de coleta nas 7 coletas trimestrais apresentadas abaixo, 313 amostras foram de fato analisadas (71 amostras não foram coletadas porque os pontos estavam secos, não tinham acesso ou estavam obturados em algum momento e um ponto foi excluído da malha amostral (BMP PT2), em abril/2014). Todos os poços amostrados apresentaram registros de não conformidade em pelo menos uma campanha trimestral executada para algum parâmetro analisado, conforme pode ser observado no **Quadro 11.3.2 - 2**.

Do total de 313 amostras analisadas dos 55 pontos de coleta, apenas 23 amostras (7%) estiveram em total conformidade com a legislação, ou seja, 291 amostras (93%), coletadas em todos os poços, apresentaram não conformidades. Dos 26 parâmetros definidos na legislação, 16 apresentaram valores em não conformidade, dados de 2012 a 2014 (**Quadro 11.3.2 - 2**):

- 61 % dos registros (191 amostras) em não conformidade quanto ao **ferro total** em que 5% dos registros (15 amostras) também em não conformidade quanto ao **ferro dissolvido**;
- 52 % dos registros (163 amostras) em não conformidade quanto ao **pH**;
- 50 % dos registros (156 amostras) em não conformidade quanto ao **alumínio**;
- 48 % dos registros (152 amostras) em não conformidade quanto ao **manganês total**;
- 38 % dos registros (120 amostras) em não conformidade quanto à **turbidez**;
- 29 % dos registros (91 amostras) em não conformidade quanto à presença de **coliformes fecais**;
- 21 % dos registros (65 amostras) em não conformidade quanto ao **chumbo total**;
- 11 % dos registros (36 amostras) em não conformidade quanto ao **nitrito**;
- 11 % dos registros (36 amostras) em não conformidade quanto à **amônia**;

- 8 % dos registros (26 amostras) em não conformidade quanto à **cor**;
- 7 % dos registros (22 amostras) em não conformidade quanto ao **chromo total**;
- 5 % dos registros (17 amostras) em não conformidade quanto ao **arsênio**;
- 4 % dos registros (14 amostras) em não conformidade quanto aos **sólidos suspensos totais**;
- 4 % dos registros (11 amostras) em não conformidade quanto ao **níquel total**;  
e,
- 1 % dos registros (3 amostras) em não conformidade quanto ao **sulfato**.

**Quadro 11.3.2 - 2 – Comparação de análises de resultados (histórico de não conformidades por ponto de coleta 2012-2014)**

COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
1	ALT-C2	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro total e alumínio	pH e coliformes fecais	pH	pH e alumínio	pH, ferro total e alumínio	Alumínio	Coliformes fecais
2	ALT-C6	pH, coliformes fecais, ferro total, alumínio e chumbo total	pH	pH, coliformes fecais e alumínio	pH, turbidez e alumínio	pH, coliformes fecais, ferro total e alumínio	Turbidez, alumínio	Coliformes fecais, alumínio
3	ALT-C17	pH, coliformes fecais, ferro total e alumínio	pH, turbidez e ferro total	pH, turbidez, coliformes fecais e ferro total	pH, turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro total e alumínio	pH, turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Cor, coliformes fecais, nitrato, ferro total, alumínio, manganês total	Turbidez, coliformes fecais, ferro total, manganês total

<sup>1</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 de Belo Monte; BMP-C = cisterna/cacimba cadastrada e monitorada na área urbana de Belo Monte; BMP-PT = poço cadastrado e monitorado na área urbana de 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		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
4	ALT-C19	pH, cor, nitrato, ferro total, alumínio e mercúrio total	pH, coliformes fecais e nitrato	pH, coliformes fecais e alumínio	Não coletado	pH, coliformes fecais, nitrato, amônia e alumínio	Nitrato, alumínio	Nitrato, alumínio
5	ALT-C26	pH	pH e nitrato	pH, nitrato e amônia	pH, amônia e alumínio	pH e amônia	Nitrato	Coliformes fecais, nitrato
6	ALT-PT4	Coliformes fecais	-	-	Ferro total e manganês total	Coliformes fecais	-	-
7	ALT-PT7	pH	pH	pH	pH	pH	-	-
8	ALT-PT9	pH, cor, turbidez e ferro total	Não Coletado	pH, sulfeto e ferro total	pH, amônia e ferro total	pH, amônia e ferro total	Ferro total	Coliformes fecais, ferro total, ferro dissolvido
9	ALT-PT10	pH, cor, turbidez e ferro total	pH e coliformes fecais	pH e turbidez	Não coletado	pH	Coliformes fecais	-
10	ALT-PT29	-	-	-	pH e coliformes fecais	Não Coletado	Coliformes fecais	-
11	ALT-PTR	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Ferro total, ferro dissolvido, manganês total
12	SP-C1	-	pH e coliformes fecais	pH	pH e coliformes fecais	pH	Coliformes fecais	Coliformes fecais

COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
13	SP-C2	pH e cor	pH, coliformes fecais, ferro total, alumínio e manganês total	pH, coliformes fecais, ferro total e alumínio	pH e coliformes fecais	pH, coliformes fecais, ferro total e alumínio	Coliformes fecais	Coliformes fecais
14	SP-PT1	Cor	Ferro total e manganês total	Ferro total e manganês total	Manganês total	-	Ferro total, manganês total	-
15	BM-PT1	Manganês total	Manganês total	Manganês total	Manganês total	Manganês total	-	Sulfato
16	BM-PT2	Ferro total e manganês total	Coliformes fecais, ferro total, chumbo e manganês total	pH, turbidez, ferro total e manganês total	Turbidez, coliformes fecais, ferro total e manganês total	Turbidez, coliformes fecais, ferro total e manganês total	Turbidez, ferro total, alumínio, manganês total	Ferro total, ferro dissolvido, manganês total
17	BM-PT3	Não Coletado	Ferro total e manganês total	Ferro total e manganês total	Turbidez, coliformes fecais, ferro total e manganês total	Manganês total	Coliformes fecais, manganês total	-
18	BMP-C1	Coliformes fecais e ferro total	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH	pH, coliformes fecais e amônia	Turbidez, coliformes fecais	Turbidez, coliformes fecais, ferro total, ferro dissolvido, manganês total



COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
19	BMP-C2	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	Turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio	Coliformes fecais
20	BMP-C3	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Não coletado	Cor, turbidez, coliformes fecais
21	BMP-PT1	Coliformes fecais e ferro total	pH	Turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	-	-	Coliformes fecais	Coliformes fecais, sulfato
22	BMP-PT2	Turbidez, ferro total e manganês total	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Excluído da rede de monitoramento
23	PZ-ALT3	pH, cor, amônia, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total, cromo total, níquel total e manganês total	pH, turbidez, nitrato, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro total, alumínio, chumbo total, níquel total e manganês total	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Cor, coliformes fecais, ferro total, ferro dissolvido, alumínio, arsênio, chumbo total, níquel total, manganês total

COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
24	PZ-ALT4	pH, cor, nitrato, ferro total, alumínio e manganês total	pH, nitrato, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, nitrato, amônia, alumínio e manganês total	pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro total, alumínio e manganês total	pH, coliformes fecais, nitrato, amônia, ferro total, alumínio e manganês total	Nitrato, amônia, ferro total, alumínio, manganês total	Nitrato, amônia, alumínio, manganês total
25	PZ-ALT7	pH, ferro total, alumínio chumbo total e manganês total	pH, cor, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	pH, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, manganês total	ferro total, alumínio, manganês total
26	PZ-ALT8	Cor, coliformes fecais, ferro total e alumínio	pH, nitrato, alumínio e manganês total	Turbidez, coliformes fecais e alumínio	Turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro total e alumínio	pH, turbidez, coliformes fecais, nitrato, amônia, ferro total e alumínio	Coliformes fecais, nitrato, ferro total, alumínio	Coliformes fecais, alumínio
27	PZ-ALT9	pH, cor nitrato, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total, manganês total	pH, nitrato, ferro total e alumínio	pH	pH, turbidez, nitrato, ferro total e alumínio	pH, coliformes fecais, nitrato, ferro total, alumínio e manganês total	Turbidez, ferro total, alumínio	-

COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
28	PZ-ALT11	Coliformes fecais, ferro total, alumínio e manganês total	Ferro total, alumínio e manganês total	Turbidez, coliformes fecais, ferro total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	pH, nitrato, ferro total, alumínio, arsênio e chumbo total	Turbidez, ferro total, alumínio, manganês total	Nitrato, ferro total, ferro dissolvido
29	PZ-ALT12	pH, cor, ferro total e manganês total	pH, ferro total e manganês total	pH, ferro total e manganês total	pH, ferro total e manganês total	pH, turbidez, ferro total e manganês total	ferro total, alumínio, manganês total	ferro total, manganês total
30	PZ-ALT13	pH, ferro total e alumínio	pH, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, nitrato, amônia, ferro total e alumínio	pH, turbidez, ferro total e alumínio	Coliformes fecais, amônia, ferro total, alumínio	Turbidez, sólidos suspensos totais, coliformes fecais, nitrato, ferro total, alumínio, manganês total
31	PZ-ALT14	pH, ferro total, alumínio e manganês total	pH	pH	pH, turbidez, nitrato, ferro total e alumínio	pH, turbidez, nitrato, ferro total e alumínio	Turbidez, coliformes fecais, nitrato, ferro total, alumínio	Nitrato, alumínio

COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
32	PZ-ALT16	Cor, amônia, ferro total e manganês total	Turbidez, amônia, ferro total e manganês total	Turbidez, amônia, ferro total e manganês total	pH, turbidez, amônia, ferro total e manganês total	pH, turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro total, alumínio e manganês total	Turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro total, manganês total	Amônia, ferro total, ferro dissolvido, manganês total
33	PZ-ALT17	pH, cor, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	Cor, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total, níquel total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, cor, turbidez, nitrato, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total, níquel total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Turbidez, sólidos suspensos totais, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total, cromo total, manganês total	Cor, turbidez, sólidos suspensos totais, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total, cromo total, manganês total
34	PZ-ALT18	pH, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	pH	pH, turbidez, ferro total e alumínio	pH, turbidez, nitrato, ferro total e alumínio	Turbidez, sólidos suspensos totais, ferro total, alumínio, manganês total	Alumínio

COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
35	PZ-LX-ALT1	Ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Não Coletado	Não Coletado	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Não Coletado	Não Coletado	Turbidez, sólidos suspensos totais, ferro total, ferro dissolvido, alumínio, arsênio, chumbo total, manganês total
36	PZ-LX-ALT2	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Turbidez, amônia, sulfeto, ferro total, alumínio e manganês total	Não Coletado	Não Coletado	Não coletado
37	PZ-LX-ALT3	Cor, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, ferro total, chumbo total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total e manganês total	Cor, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, manganês total	Turbidez, ferro total, ferro dissolvido, alumínio, manganês total
38	PZ-LX-ALT4	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado

COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
39	PZ-LX-ALT6	Não havia água suficiente para análise	pH, turbidez e coliformes fecais	pH e turbidez	Não Coletado	pH, turbidez, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total, cobre total, níquel total e manganês total	Turbidez, sólidos suspensos totais, ferro total, alumínio, chumbo total, manganês total	Turbidez, sólidos suspensos totais, ferro total, ferro dissolvido, alumínio, chumbo total, manganês total
40	PZ-RAPELD	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado
41	PZ-RX-2	Coliformes fecais, ferro total, alumínio e manganês total	-	pH e manganês total	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio, e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, cromo total e manganês total	Ferro total	-
42	PZ-RX-4	pH	pH e turbidez	pH, amônia, ferro total, alumínio e manganês total	Não Coletado	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	Sólidos suspensos totais, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total, manganês total	Turbidez, sólidos suspensos totais, sulfato, ferro total, alumínio, chumbo total, manganês total

COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
43	PZ-RX-5	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, ferro total, alumínio e manganês total	pH	pH, turbidez, ferro total e alumínio	pH, turbidez, ferro total e alumínio	ferro total, alumínio, chumbo total, manganês total	Coliformes fecais
44	PZ-RX-6	pH, ferro total, chumbo total e manganês total	Ferro total e manganês total	Ferro total e manganês total	Turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	Turbidez, ferro total e manganês total	Coliformes fecais, amônia, ferro total, manganês total	Coliformes fecais, ferro total, ferro dissolvido, manganês total
45	PZ-RX-7	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	pH, ferro total e alumínio	pH	pH, turbidez, ferro total e alumínio	pH, ferro total e alumínio	Turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total	-
46	PZ-RX-9	pH, turbidez, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total e manganês total	pH, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total e manganês total	Turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio, chumbo total, manganês total	Ferro total, alumínio



COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
47	PZ-RX-10	Ferro total e manganês total	pH, turbidez, ferro total e manganês total	Turbidez, ferro total e manganês total	Coliformes fecais	pH, coliformes fecais, ferro total, alumínio e manganês total	ferro total, alumínio	-
48	PZ-RI-1	pH	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, ferro total e alumínio	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total e manganês total	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Turbidez, sólidos suspensos totais, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total, cromo total, manganês total	Turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio
49	PZ-RI-2	pH, cor, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total, níquel total e manganês total	Não Coletado	Não Coletado	pH, turbidez, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total, cromo total, níquel total e manganês total	Cor, turbidez, sólidos suspensos totais, coliformes fecais, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total, cromo total, níquel total, manganês total	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio, chumbo total, mercúrio total, manganês total

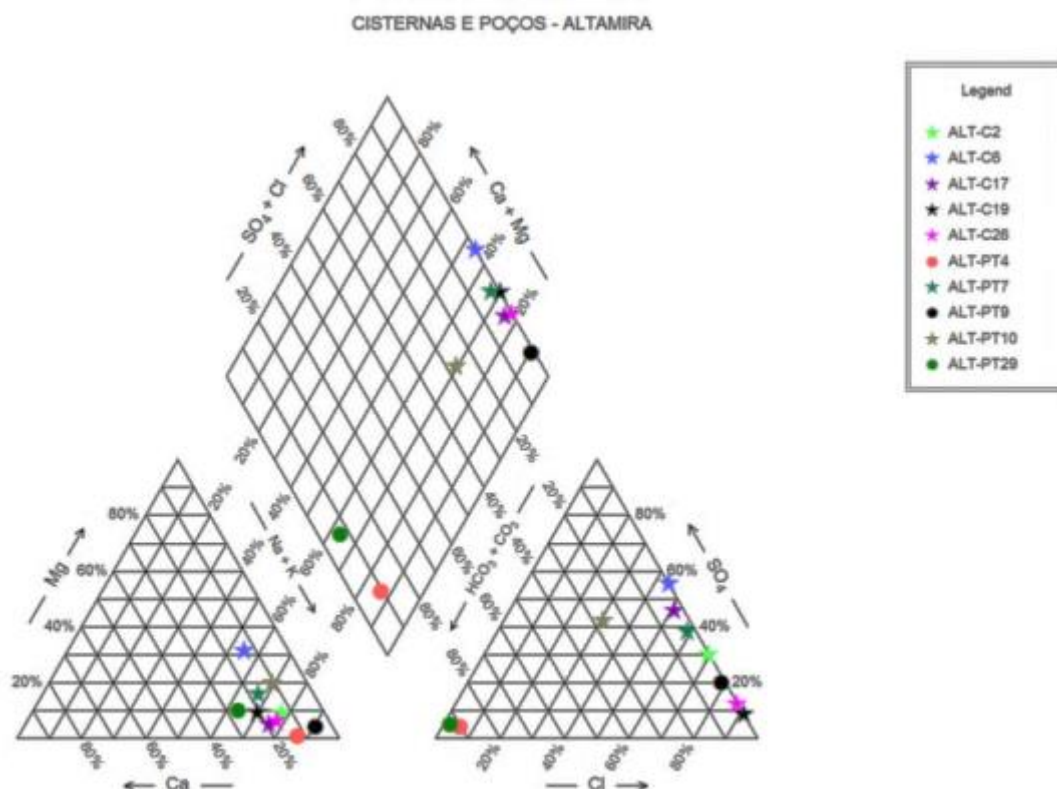
COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
50	PZ-RI-3	Não Coletado	Não Coletado	pH, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	Turbidez, sólidos suspensos totais, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total, cromo total, níquel total, manganês total	Turbidez, ferro total, ferro dissolvido, alumínio
51	PZ-RI-4	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Turbidez, sólidos suspensos totais, ferro total, ferro dissolvido, alumínio, manganês total
52	PZ-RI-5	pH e manganês total	pH e mercúrio total	pH	pH e amônia	pH, coliformes fecais, amônia, ferro total e alumínio	Coliformes fecais	Coliformes fecais
53	PZ-RI-6	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado	Não Coletado

COLETA		COLETA TRIMESTRAL 2 (DEZ/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (MAR/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (MAI/2013)	COLETA TRIMESTRAL 5 (AGO/2013)	COLETA TRIMESTRAL 6 (OUT/2013)	COLETA TRIMESTRAL 7 (JAN/2014)	COLETA TRIMESTRAL 8 (ABR/2014)
PERÍODO		ENCHENTE	CHEIA	CHEIA	VAZANTE	SECA	ENCHENTE	CHEIA
PONTO <sup>1</sup>		VARIÁVEIS ACIMA/ABAIXO DO VALOR MÁXIMO/MÍNIMO PERMITIDO						
54	PZ-RI-7	pH	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	pH, turbidez, amônia, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total, níquel total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total, cromo total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	Não coletado	Turbidez, sólidos suspensos totais, amônia, ferro total, ferro dissolvido, alumínio, chumbo total, manganês total
55	PZ-RI-8	Não Coletado	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Não Coletado	pH, turbidez, amônia, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	Coliformes fecais, ferro total, alumínio, arsênio, chumbo total, manganês total	Turbidez, ferro total, ferro dissolvido, alumínio, manganês total

### 11.3.2.2.1. DIAGRAMAS HIDROQUÍMICOS – DIAGRAMAS DE “PIPER”

Os diagramas apresentados neste item são utilizados para a classificação química das amostras analisadas durante o primeiro semestre de 2014, facilitando sua caracterização e a identificação de eventuais variações temporais ou espaciais de sua qualidade.

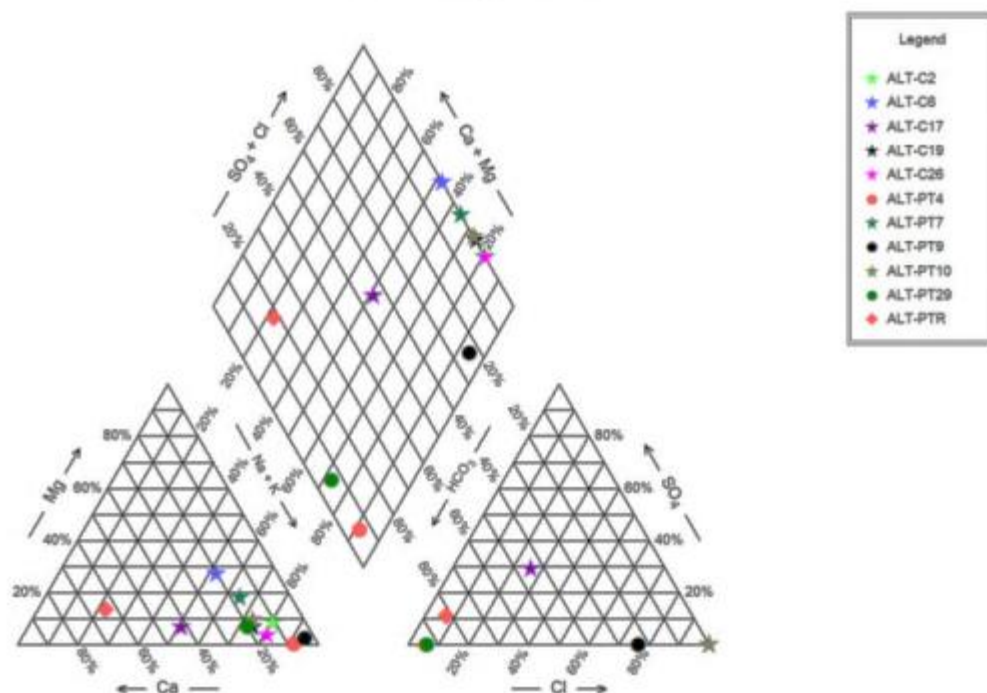
A **Figura 11.3.2 - 1** apresenta o diagrama de *Piper* dos poços e cisternas cadastrados e monitorados na área urbana de Altamira – coleta trimestral 7 (enchente), cujas amostras apresentam padrão similar ao da coleta trimestral 2, realizada no período de enchente (entre dezembro/2012 e fevereiro/2013), cujos resultados mostraram: 8 amostras classificadas como cloretada sódicas e 2 amostras plotaram na classe de águas bicarbonatadas sódicas.



**Figura 11.3.2 - 1 – Diagrama de *Piper* de cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira-PA (coleta trimestral 7 - janeiro/2014).**

A **Figura 11.3.2 - 2** apresenta o diagrama para a coleta trimestral 8 (cheia), onde a maioria das amostras é classificada como águas sódicas. As amostras coletadas no período de cheia/2013 (coleta trimestral 4) quando comparadas com o período de cheia/2014 (coleta trimestral 8) não apresentam alteração na sua classificação denominada de águas cloretadas sódicas.

O novo ponto cadastrado durante a coleta trimestral 8 ALT-PTR, bem como os pontos ALT-PT4 e ALT-PT29, são classificados como águas bicarbonatadas cálcicas.



**Figura 11.3.2 - 2 – Diagrama de Piper de cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira-PA (coleta trimestral 8 - abril/2014).**

A **Figura 11.3.2 - 3** apresenta o diagrama da coleta trimestral 7 (enchente), dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, onde as amostras são classificadas como: cloretada sódica (PZ-ALT 4, PZ-ALT 7, PZ-ALT 8, PZ-ALT 9, PZ-ALT 13, PZ-ALT 14, PZ-ALT 16 e PZ-ALT 18); cloretada cálcica (PZ-ALT 17); sulfatada cálcica (PZ-ALT 13); bicarbonatada cálcica (PZ-ALT 11) e águas mistas (PZ-LX-ALT 3 e PZ-LX-ALT 6).

A **Figura 11.3.2 - 4** apresenta o diagrama de Piper da coleta trimestral 8 (cheia), onde as amostras são classificadas como: sulfatada sódica (PZ-ALT 3, PZ-ALT 9, PZ-ALT 13, PZ-ALT 14, PZ-ALT 17); cloretada sódica (PZ-ALT 4, PZ-ALT 7, PZ-ALT 8, PZ-ALT 9, PZ-ALT 18 e PZ-LX-ALT 6); cloretada cálcica (PZ-ALT 11 e PZ-ALT 12); bicarbonatada sódica (PZ-ALT 16) cloretada magnesiana (PZ-LX-ALT 3) e água mista PZ-LX-ALT 1).

POÇOS DE MONITORAMENTO ALTAMIRA

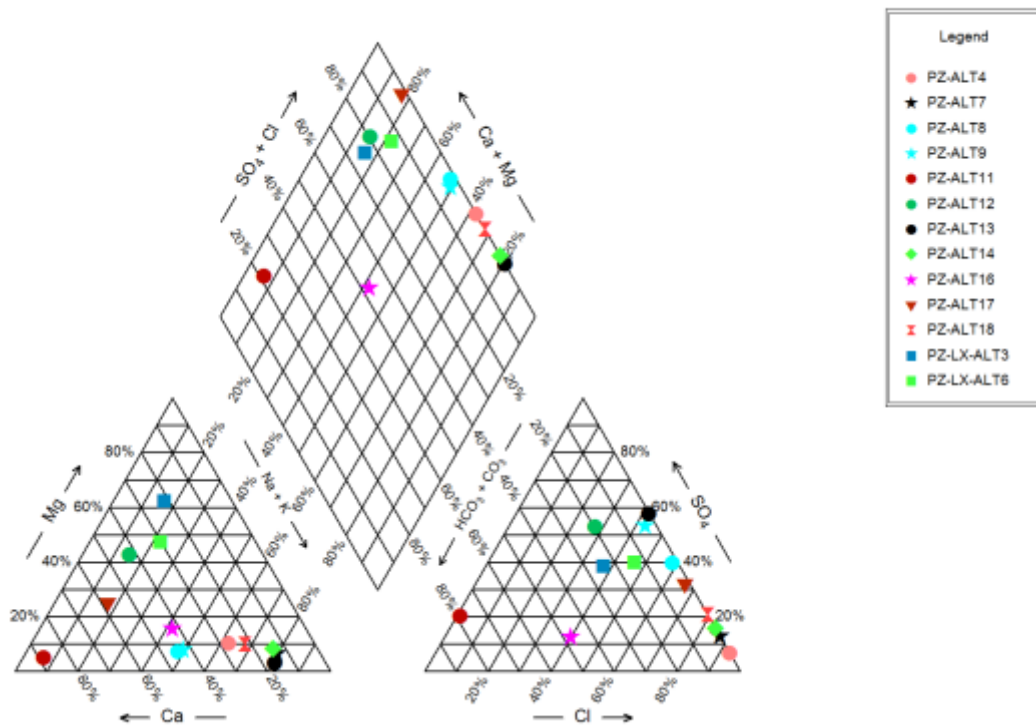


Figura 11.3.2 - 3 – Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento da área urbana de Altamira (coleta trimestral 7 - janeiro/2014).

POÇOS DE MONITORAMENTO ALTAMIRA

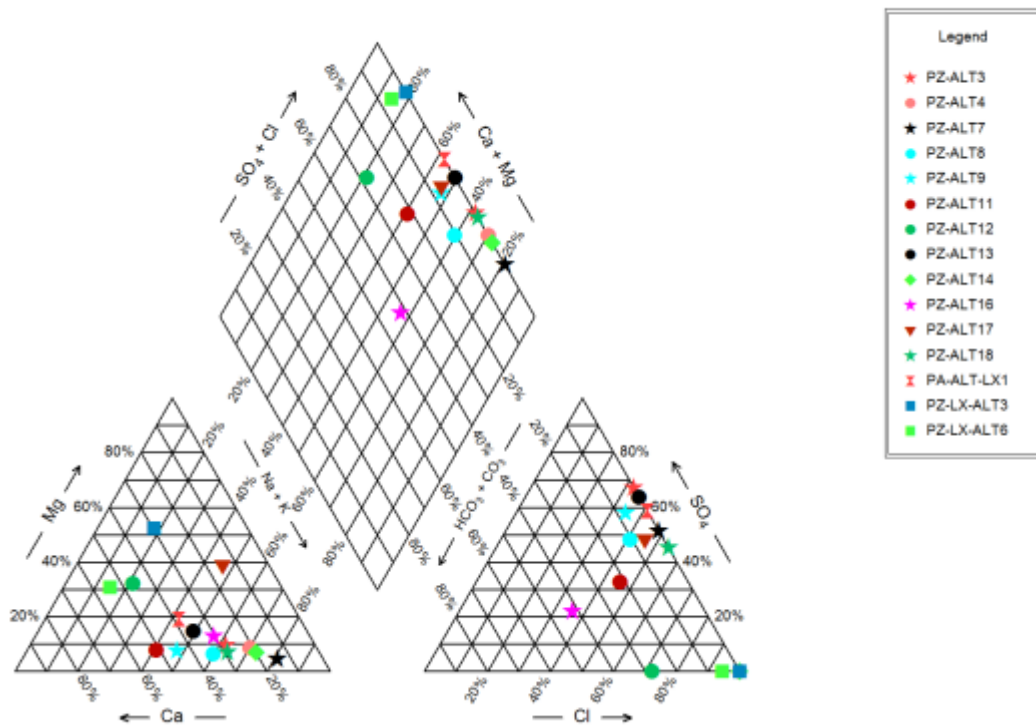


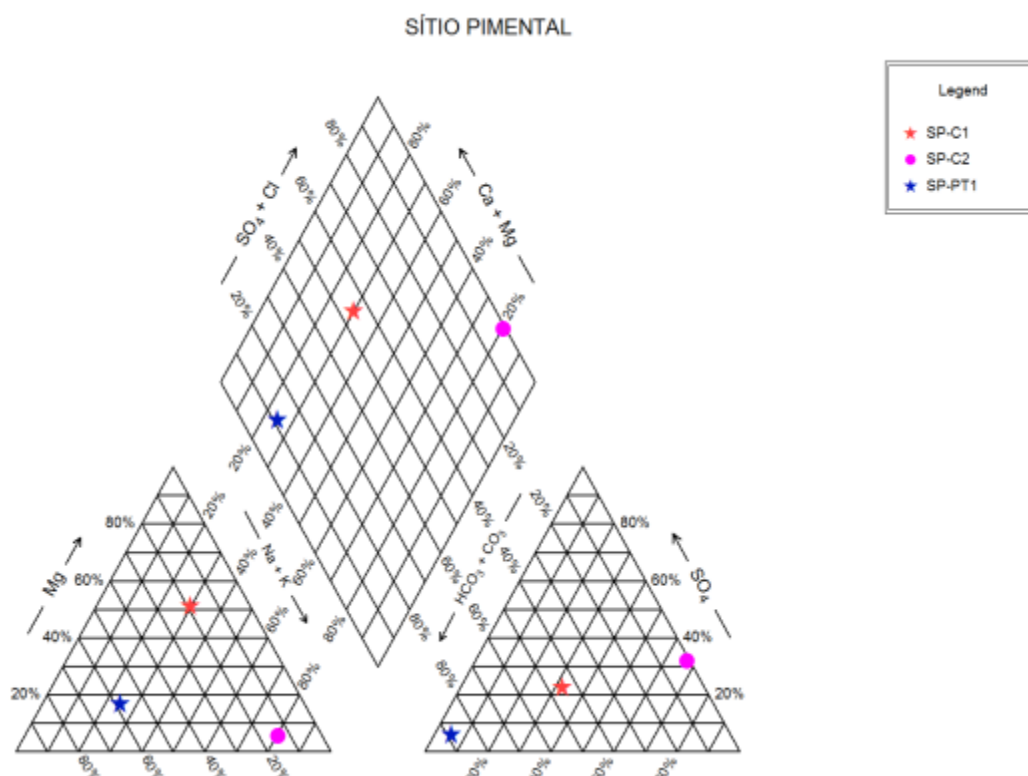
Figura 11.3.2 - 4 – Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento da área urbana de Altamira (coleta trimestral 8 - abril/2014).

A **Figura 11.3.2 - 5** apresenta o diagrama da coleta trimestral 7 (enchente) das cisternas e poço cadastrados no Sítio Pimental, onde: o ponto SP-C1 está classificado como água mista; SP-C2 - cloretada sódica e SP-PT1 - bicarbonatada cálcica.

A **Figura 11.3.2 - 6** apresenta o diagrama da coleta trimestral 8 (cheia), onde o ponto SP-C1 está classificado como bicarbonatada magnesiana; o SP-C2 como cloretada sódica e o ponto SP-PT1 como bicarbonatada cálcica.

Os diagramas apresentados nos relatórios semestrais anteriores mostraram que as amostras dos pontos monitorados na região do Sítio Pimental foram classificadas como bicarbonatada magnesiana (SP-C1), bicarbonatada cálcica (SP-PT1) e cloretada sódica (SP-C2) nas coletas trimestrais 2, 3 e 4. A consistência da classificação no tempo indica se tratar de águas em contato com saprolito ou rocha fresca que mantém a mesma composição química independentemente do período do ano.

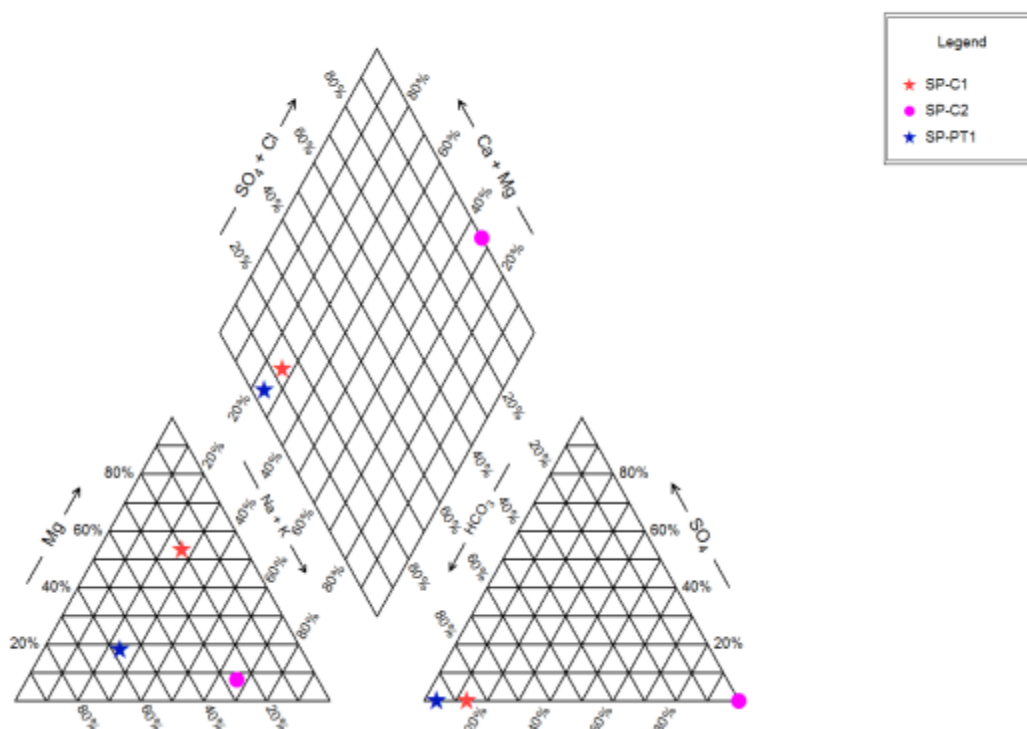
A amostra SP-C2 apresenta água cloretada sódica nas Coletas Trimestrais 5 e 6; a amostra SP-PT1 é enquadrada como água bicarbonatada cálcica em ambas as coletas e a amostra SP-C1 foi classificada como bicarbonatada magnesiana na 6ª coleta e como água mista na 5ª coleta. Mesmo sendo enquadrada como mista a água apresenta elevado teor em magnésio e bicarbonato, situando-se próxima à classe bicarbonatada magnesiana.



**Figura 11.3.2 - 5 – Diagrama de Piper das cisternas e poço cadastrados no Sítio Pimental (coleta trimestral 7 - janeiro/2014).**



SÍTIO PIMENTAL



**Figura 11.3.2 - 6 – Diagrama de Piper das cisternas e poço cadastrados no Sítio Pimental (coleta trimestral 8 - abril/2014).**

A **Figura 11.3.2 - 7** apresenta o diagrama da coleta trimestral 7 (enchente) nos pontos cadastrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal, onde as águas foram classificadas como: bicarbonatada cálcica (BM-PT-1, BM-PT2, BM-PT3 e BMP-PT-1) e sulfatadas sódicas (BMP-C1 e BMP-C2).

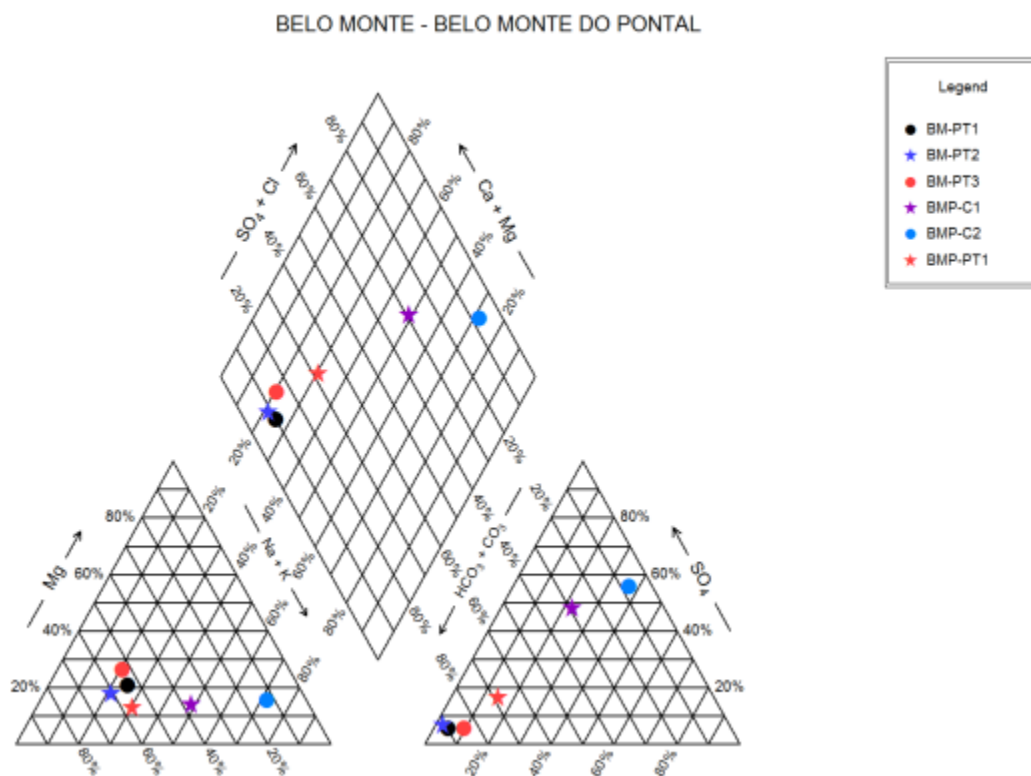
A **Figura 11.3.2 - 8** apresenta o diagrama da coleta trimestral 8 (cheia), onde as águas foram classificadas da seguinte forma: sulfatada cálcica (BM-PT-1, BMP-C3 e BMP-PT-1); bicarbonatada cálcica (BM-PT2, BM-PT3 e BMP-C1) e sulfatada sódica (BMP-C2).

Na coleta trimestral 2, a classificação das águas foi: bicarbonatada cálcica (BM-PT-1, BM-PT2 e BM-PT3); bicarbonatada sódica (BMP-PT1, BM-PT2 e BMP-C2) e cloretada sódica (BMP-C1).

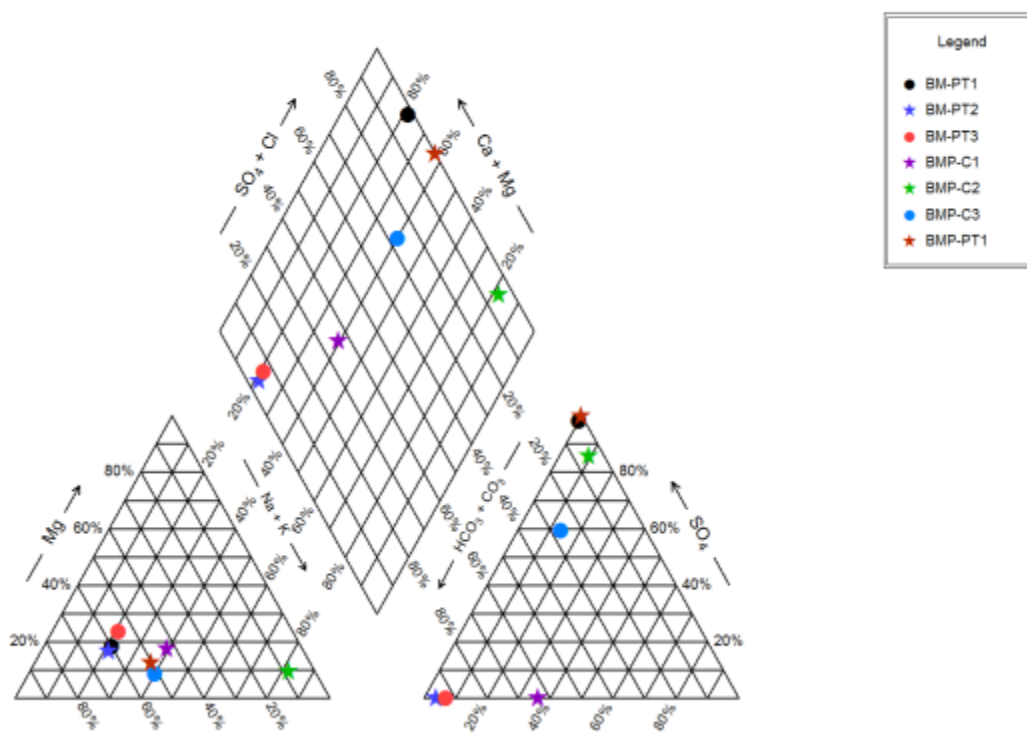
Na coleta trimestral 3, o padrão químico se manteve igual ao da coleta 2 para o conjunto de amostras e a amostra BMP-PT1 é classificada como mista. Para a coleta trimestral 4, as classes se mantiveram com pequenas mudanças, sem que a classificação fosse modificada. Apenas a amostra BMP-PT1 passou à classe de água sulfatada sódico-potássica.

Na coleta trimestral 5, as águas foram classificadas como bicarbonatada sódica (amostra BMP-C2) e todas as demais foram enquadradas como bicarbonatada cálcica (amostras BM-PT1, BM-PT2, BM-PT3, BMP-C1 e BMP-PT1).

Na coleta trimestral 6, as águas foram classificadas como: cloretada sódica (amostras BM-PT3 e BMP-C3) e bicarbonatada cálcica (amostras BM-PT1, BM-PT2, BMP-C1 e BMP-PT1).



**Figura 11.3.2 - 7 – Diagrama de *Piper* de pontos cadastrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (coleta trimestral 7 - janeiro/2014).**



**Figura 11.3.2 - 8 – Diagrama de Piper de pontos cadastrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (coleta trimestral 8 - abril/2014).**

Os diagramas dos poços de monitoramento instalados no entorno do Reservatório do Xingu mostram a seguinte classificação das águas:

Coleta Trimestral 2 – período de enchente:

- PZ-RX-5 cloretada cálcica;
- PZ-RX-10 bicarbonatada cálcica; e,
- PZ-RX-2; PZ-RX-6; PZ-RX-7 e PZ-RX-9 são águas mistas (sem predominância de cátion e ânions específicos).

Coleta Trimestral 3 – período de cheia:

- PZ-RX-5 e PZ-RX-7 cloretada cálcicas;
- PZ-RX-6 e PZ-RX-10 bicarbonatada sódicas;
- PZ-RX-2 sulfatada sódica; e,
- PZ-RX-9 cloretada sódica.

Coleta Trimestral 4 – período de cheia:

- PZ-RX-4, PZ-RX-5 e PZ-RX-7 cloretada cálcicas;
- PZ-RX-10 bicarbonatada sódica; e,
- PZ-RX-2, PZ-RX-6, PZ-RX-9 águas mistas.

Coleta Trimestral 5, período de vazante:

- PZ-RX2 - sulfatada sódica;
- PZ-RX5, PZ-RX7 e PZ-RX9 - cloretada sódica;
- PZ-RX10 - bicarbonatada sódica; e,
- PZ-RX6 - água mista.

Coleta Trimestral 6, período de seca:

- PZ-RX4, PZ-RX5, PZ-RX7 e PZ-RX9 - cloretada sódica;
- PZ-RX6 e PZ-RX10 - bicarbonatada sódica; e,
- PZ-RX2 - água mista.

Coleta Trimestral 7, período de enchente (**Figura 11.3.2 - 9**):

- PZ-RX2, PZ-RX4, PZ-RX5, PZ-RX7 e PZ-RX9 - sulfatada sódica; e,
- PZ-RX10 - água mista.

Coleta Trimestral 8, período de cheia (**Figura 11.3.2 - 10**):

- PZ-RX2, PZ-RX4, PZ-RX9 - sulfatada sódica;
- PZ-RX5 – cloretada cálcica;
- PZ-RX6, PZ-RX10 – bicarbonatada sódica; e,
- PZ-RX7 – cloretada sódica.

RESERVATÓRIO XINGU

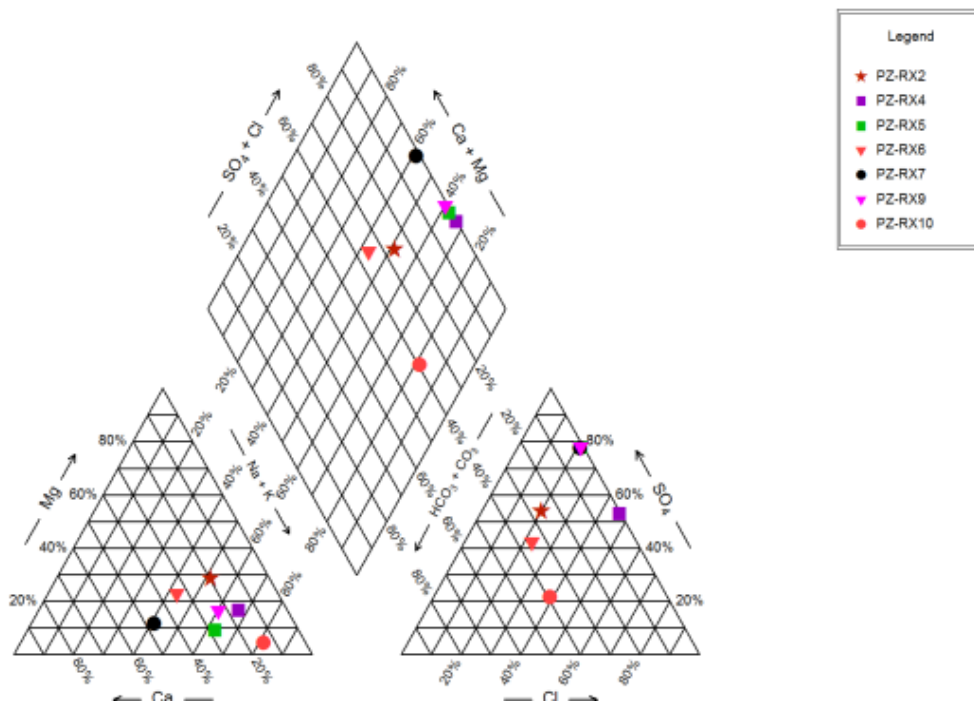


Figura 11.3.2 - 9 – Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento no entorno do futuro Reservatório do Xingu (coleta trimestral 7 - janeiro/2014).

RESERVATÓRIO XINGU

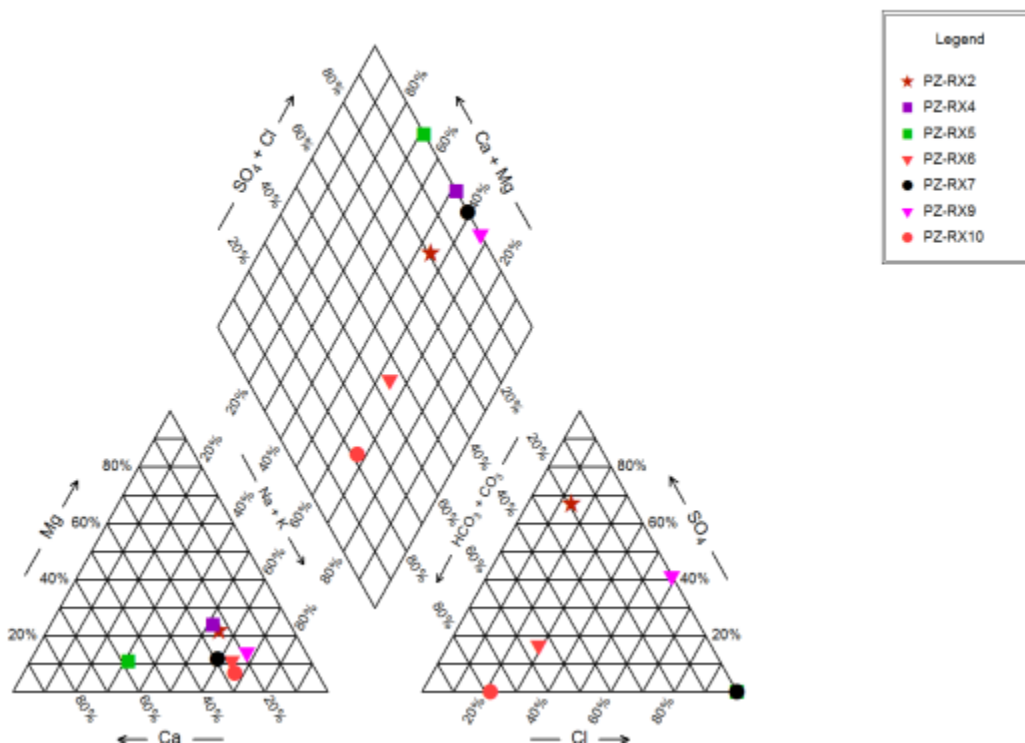


Figura 11.3.2 - 10 – Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento no entorno do futuro Reservatório do Xingu (coleta trimestral 8 - abril/2014).

Para os poços de monitoramento instalados na região do Reservatório Intermediário, as águas são classificadas como se segue:

Coleta Trimestral 2 - período de enchente:

- PZ-RI-2e PZ-RI-5 águas mistas (sem predominância de cátion e ânions específicos).

Coleta Trimestral 3 - período de cheia:

- PZ-RI-7 cloretada cálcica;
- PZ-RI-8 cloretada sódica;
- PZ-RI-2 cloretada magnesiana; e,
- PZ-RI-1 PZ-RI-5 águas mistas.

Coleta Trimestral 4 - período de cheia:

- PZ-RI-5 bicarbonatada cálcica;
- PZ-RI-1 bicarbonatada sódica; e,
- PZ-RI-2, PZ-RI-7, PZ-RI-8 águas mistas.

Coleta Trimestral 5 - período de vazante:

- PZ-RI-7 cloretada cálcica;
- PZ-RI-8 cloretada sódica;
- PZ-RI-2 cloretada magnesiana; e,
- PZ-RI-1 PZ-RI-5 águas mistas.

Coleta Trimestral 6 - período de seca:

- PZ-RI-5 bicarbonatada cálcica;
- PZ-RI-1 bicarbonatada sódica; e,
- PZ-RI-2, PZ-RI-7, PZ-RI-8 águas mistas.

Coleta Trimestral 7, período de enchente (**Figura 11.3.2 - 11**):

- PZ-RI - águas mistas;

- PZ-RI-2, PZ-RI-3 – sulfatada magnesiana;
- PZ-RI-5 – sulfatada sódica; e,
- PZ-RI-8 – cloretada sódica.

Coleta Trimestral 8, período de cheia (**Figura 11.3.2 - 12**):

- PZ-RI-1, PZ-RI-8 - cloretada sódica;
- PZ-RI-2 – cloretada magnesiana;
- PZ-RI-3, PZ-RI-7 – água mista;
- PZ-RI-4 – bicarbonatada cálcica; e,
- PZ-RI-5 – sulfatada sódica.



**Figura 11.3.2 - 11 – Diagrama de Piper de poços de monitoramento no entorno do futuro Reservatório Intermediário (coleta trimestral 7 - janeiro/2014).**



RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

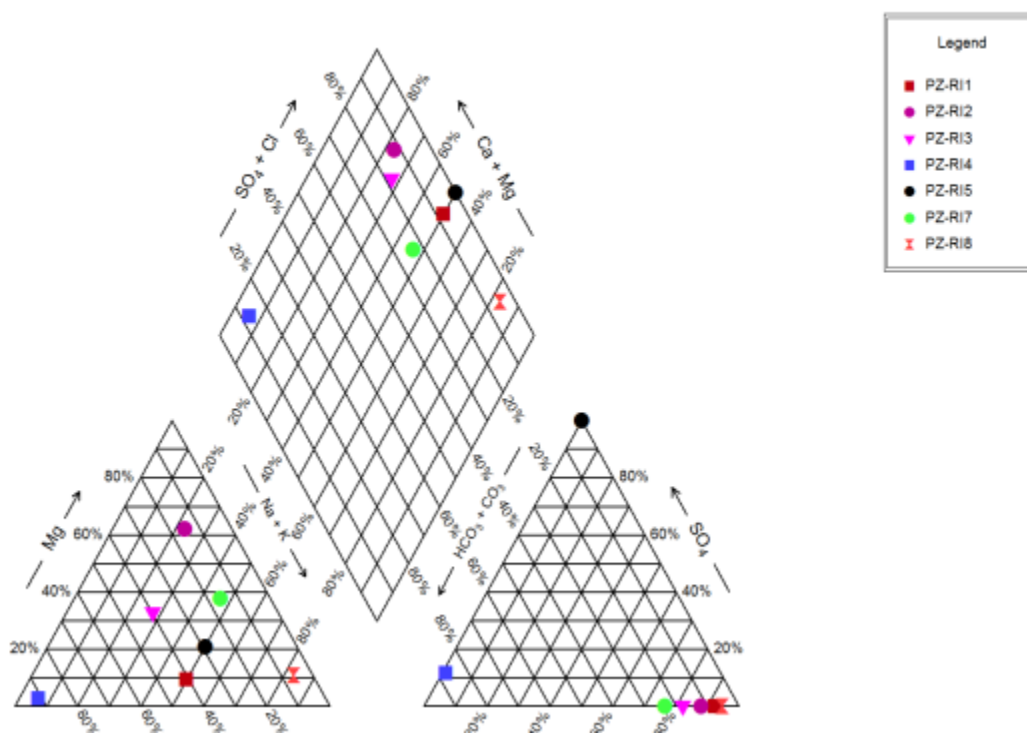


Figura 11.3.2 - 12– Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento no entorno do futuro Reservatório Intermediário (coleta trimestral 8 – abril/2014).

11.3.2.2.2. GRÁFICOS - NITRATO X NITRITO X AMÔNIA

Na coleta trimestral 2 – período de enchente - para a área urbana de Altamira, os pontos ALT-C19; PZ-ALT4 e PZ-ALT9 apresentaram valores de nitrato acima do VMP (10.000 µg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico. As amostras relativas aos pontos ALT-C2; ALT-C29 e PZ-ALT17, mesmo não tendo valores superiores a 10 mg/L, também podem ser consideradas contaminadas pela mesma fonte dos demais poços.

Os pontos ALT-C17; PZ-ALT3 e PZ-ALT16 apresentam valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), fato que evidencia contaminação recente por esgoto doméstico.

Os pontos ALT-C26; PZ-ALT7; PZ-ALT8; PZ-ALT14 e PZ-ALT18, apesar de não apresentarem valores de nitrato acima do VMP, podem ser considerados como indicativos de contaminação antrópica, pois apresentam valores acima de 5 mg/L, uma vez que na geologia local não existe nenhum mineral que possa ser considerado fonte natural de substâncias nitrogenadas. Altamira se situa sobre basaltos e diques da Formação Penatecaua, além de siltitos e folhelhos da Formação Trombetas. Tais rochas apresentam composições químicas essencialmente representadas por sílica, alumínio, ferro, cálcio e magnésio.

**Na coleta trimestral 3 – período de cheia** - os pontos ALT-C19; ALT-C26; PZ-ALT3; PZ-ALT4; PZ-ALT8 e PZ-ALT9 apresentaram valores de nitrato acima do VMP (10.000 µg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico.

O ponto PZ-ALT16 apresenta valor de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), fato que evidencia contaminação por esgoto doméstico situada próxima ao ponto de amostragem (provavelmente fossas das casas no entorno).

Os pontos ALT-C2; ALT-C6; PZ-ALT13; PZ-ALT14; PZ-ALT17 e PZ-ALT18 não apresentaram valores acima do VMP, porém podem ser considerados como indicativo de contaminação antrópica, pois apresentam valores acima de 5.000 µg/L.

**Na coleta trimestral 4 – período de cheia** – os pontos ALT-C26; PZ-ALT3; PZ-ALT4 apresentaram valores de nitrato acima do VMP (10.000 µg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico.

Os pontos ALT-C26, PZ-ALT3; PZ-ALT4, PZ-ALT13 e PZ-ALT16 apresentaram valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico situada próxima ao ponto de amostragem. Caso a fonte fosse distante, a amônia já teria sido oxidada formando nitrito e nitrato.

**Na coleta trimestral 5 – período de vazante** – o ponto ALT-C19 apresenta valores de nitrato acima do VMP (10.000 µg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico.

Os pontos ALT-C17, ALT-C26, ALT-PT9, PZ-ALT4, PZ-ALT 8, PZ-ALT13, PZ-ALT16 e PZ-LX-ALT2 apresentam valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico situada próxima ao ponto de amostragem.

**Na coleta trimestral 6 – período de seca** – os pontos PZ-ALT4, PZ-ALT 8, PZ-ALT 9, PZ-ALT11, PZ-ALT14 apresentam valores de nitrato acima do VMP (10.000 µg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico.

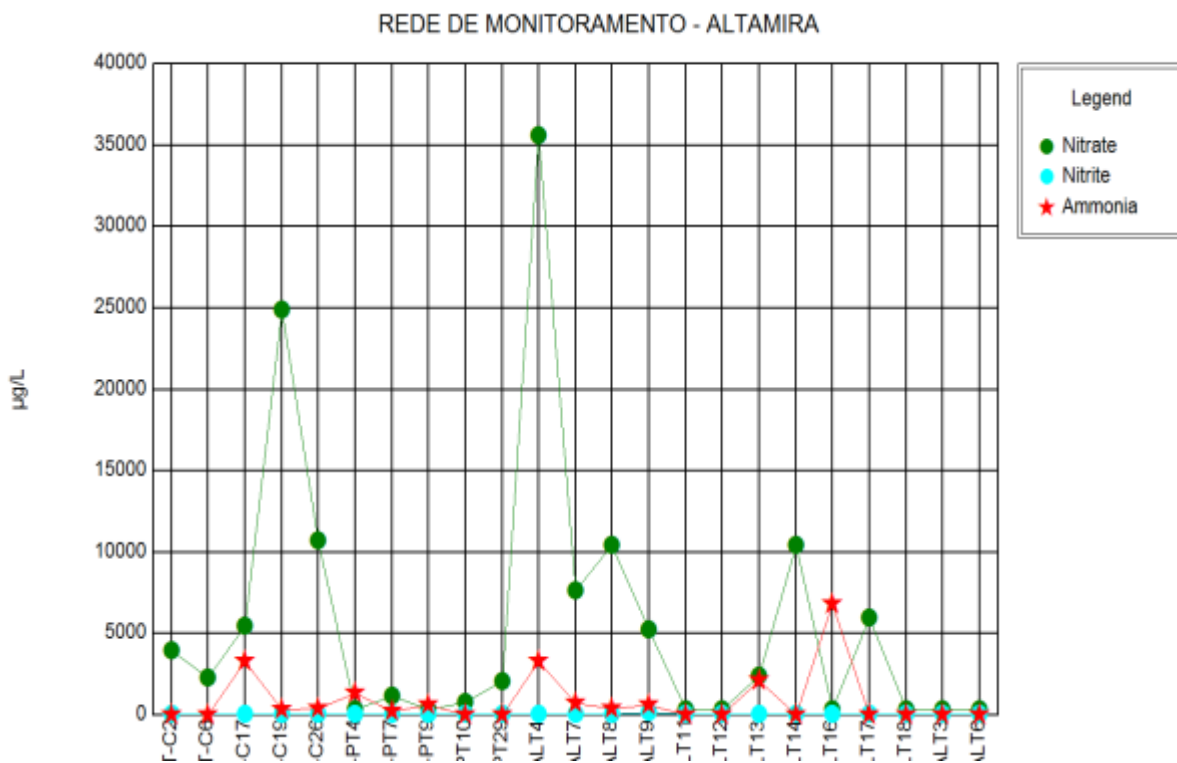
Os pontos ALT-C17, ALT-C19, ALT-C26, ALT-PT9, BMP-C1, PZ-ALT4, PZ-ALT8 e PZ-ALT16 apresentam valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), indicando contaminação por esgoto doméstico, cuja fonte se situa próxima ao ponto de amostragem. Caso a fonte fosse mais distante, a amônia teria se oxidado para nitrito e posteriormente para nitrato.

**Na coleta trimestral 7 – período de enchente** - os pontos ALT-C19, ALT-C26, PZ-ALT4, PZ-ALT8, PZ-ALT14 apresentam valores de nitrato acima do VMP (10.000 µg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico (**Figura 11.3.2 - 13**).

Os pontos PZ-ALT4, PZ-ALT13 e PZ-ALT16 apresentam valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), indicando contaminação por esgoto doméstico, com fonte próxima ao ponto de amostragem.

Na coleta trimestral 8 – período de cheia - os pontos ALT-C19, ALT-C26, PZ-ALT4, PZ-ALT11, PZ-ALT13, PZ-ALT14 apresentam valores de nitrato acima do VMP (10.000 µg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico (**Figura 11.3.2 - 14**).

Os pontos PZ-ALT4, PZ-ALT16 e PZ-LX-ALT1 apresentam valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), indicando contaminação por esgoto doméstico, cuja fonte se situa próxima ao ponto de amostragem.



**Figura 11.3.2 - 13 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados na área urbana de Altamira-PA (coleta trimestral 7 - janeiro/2014).**

REDE DE MONITORAMENTO - ALTAMIRA

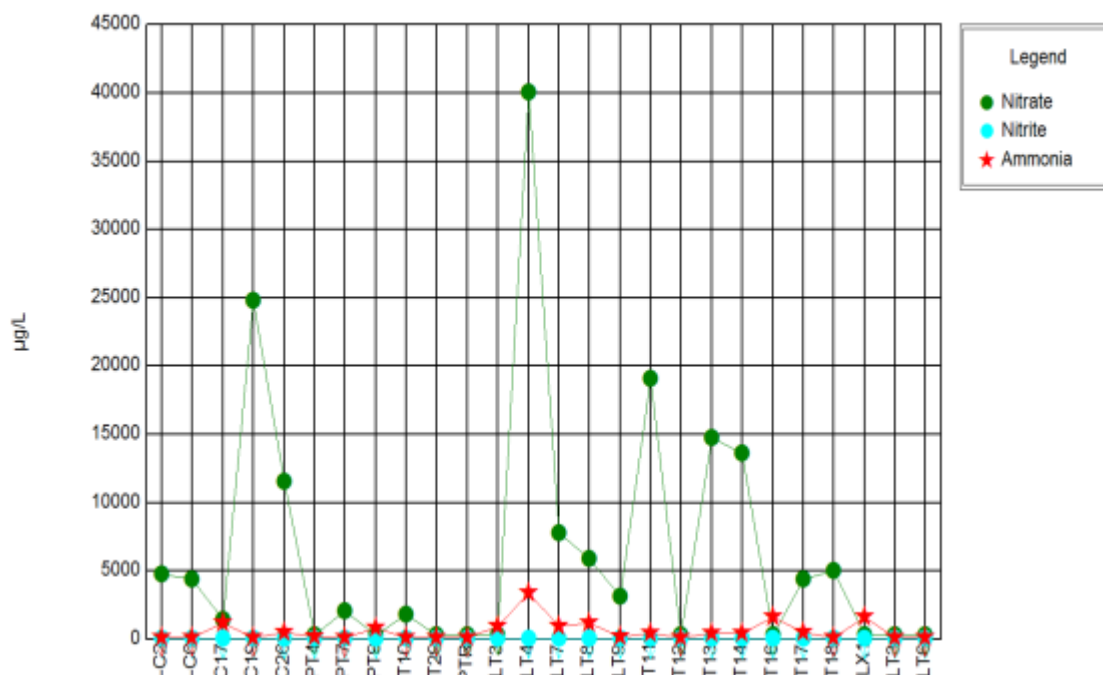
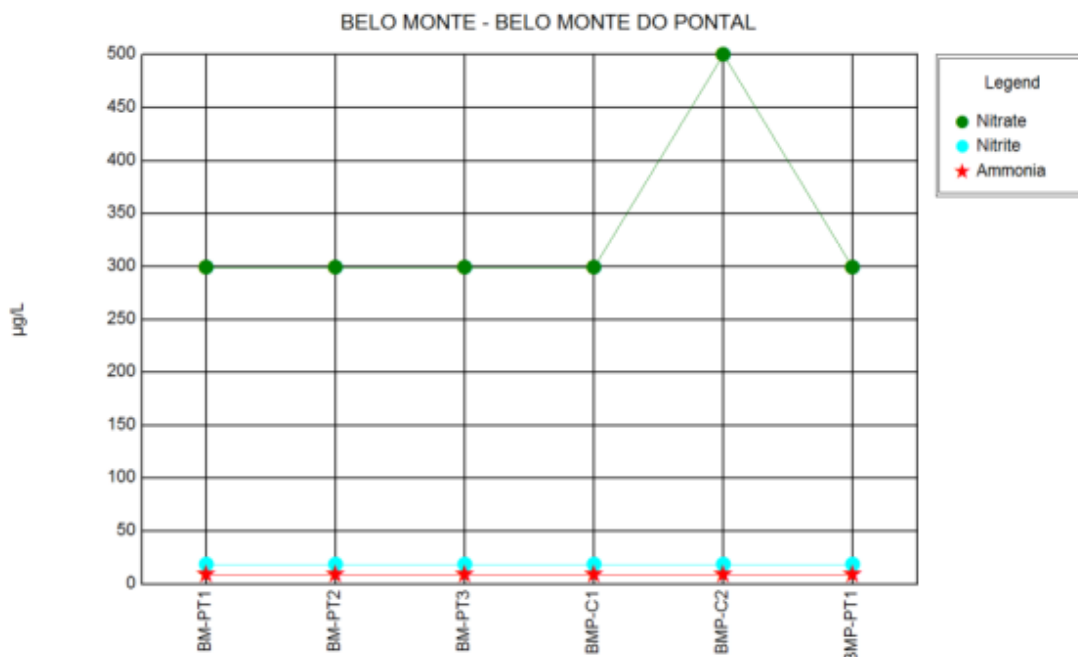


Figura 11.3.2 - 14 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados na área urbana de Altamira-PA (coleta trimestral 8 - abril/2014).

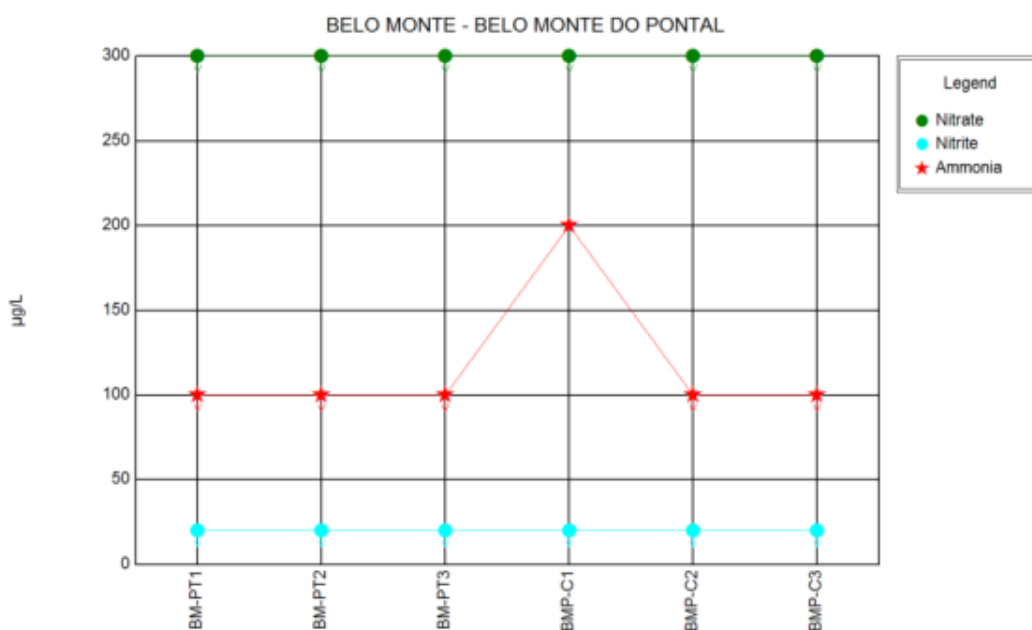
Para pontos amostrados na região de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, nas coletas trimestrais 2 a 5, nenhum ponto apresentou valores de nitrato, nitrito ou amônia acima do VMP previsto na legislação vigente.

**Na coleta trimestral 6 – período de seca** – o ponto BMP-C1 apresenta valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), o que indica contaminação por efluentes domésticos com fonte situada próxima ao ponto de amostragem.

Nas coletas trimestrais 7 e 8 nenhum ponto apresentou valores de nitrato, nitrito ou amônia acima do VMP previsto na legislação vigente (**Figura 11.3.2 - 15** e **Figura 11.3.2 - 16**).



**Figura 11.3.2 - 15 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (coleta trimestral 7 - janeiro/2014).**



**Figura 11.3.2 - 16 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (coleta trimestral 8 - abril/2014).**

Para pontos amostrados na região do sítio Pimental, em todas as coletas realizadas até o momento, inclusive nas coletas trimestrais 7 e 8, respectivamente, **Figura 11.3.2 - 17 e Figura 11.3.2 - 18**, nenhum ponto apresentou valores de nitrato, nitrito ou amônia acima do VMP previsto na legislação vigente.

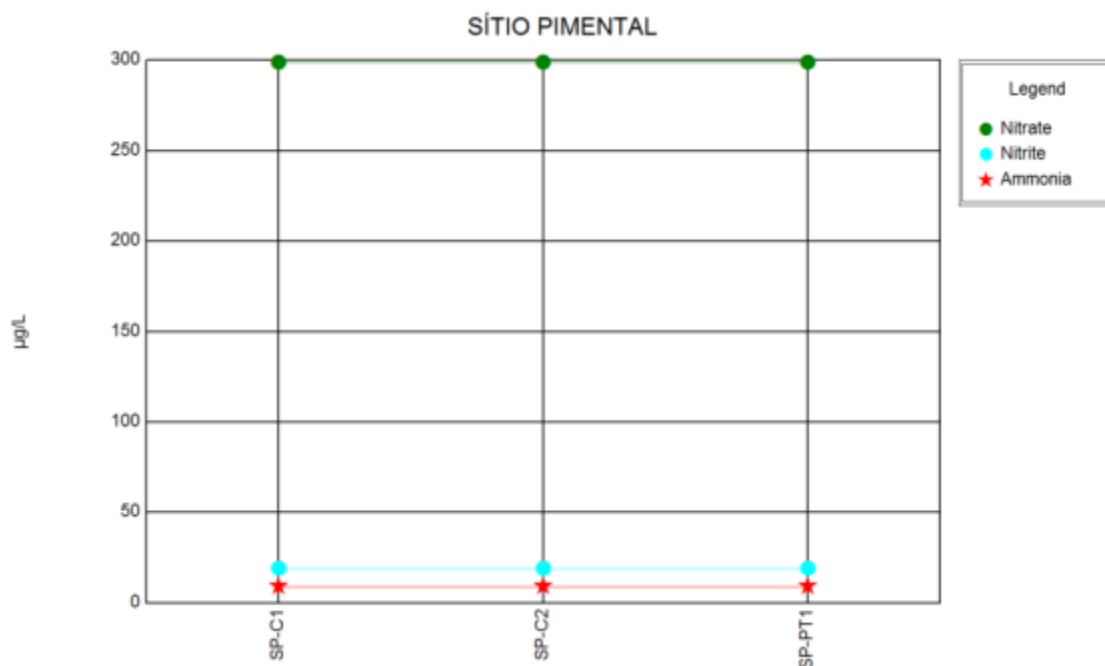


Figura 11.3.2 - 17 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados no Sítio Pimental (coleta trimestral 7 - janeiro/2014).

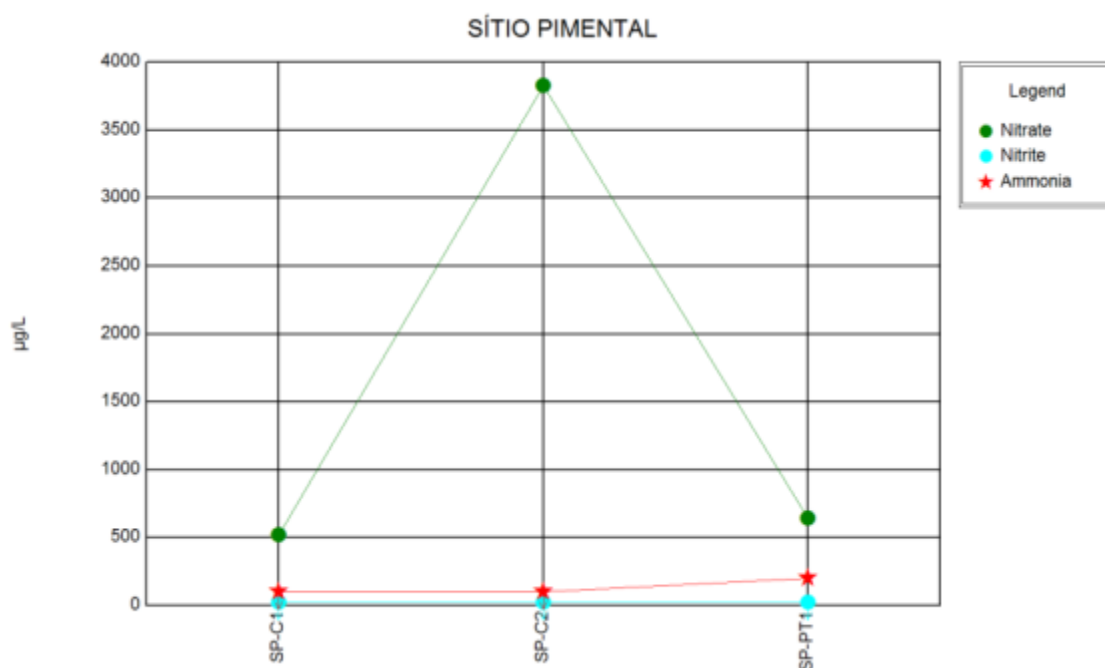


Figura 11.3.2 - 18 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados no Sítio Pimental (coleta trimestral 8 - abril/2014).

**Na coleta trimestral 2 (enchente) e na coleta trimestral 3 (cheia)** – para os poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios, nenhum ponto apresentou valor acima do VMP previsto na legislação vigente. Porém, os poços PZ-R11, PZ-R12 PZ-R15 PZ-R17 e PZ-R18 foram considerados como condição de alerta para amônia.

**Na coleta trimestral 4 – período de cheia** – os pontos PZ-RX4 e PZ-R17 apresentaram valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico com fonte situada próxima ao ponto de amostragem.

O PZ-RX4 está localizado nas imediações de uma área recreativa. Utilizada pelos moradores da cidade principalmente nos fins de semana, a área conta com edificações com churrasqueira, banheiros e bar. O ponto PZ-R17 está situado em Belo Monte do Pontal, em frente à Unidade de Saúde, onde também existe um sistema de saneamento *in situ* (fossa e sumidouro).

**Na coleta trimestral 5 – período de vazante** – os pontos PZ-R15 e PZ-R18 apresentaram valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico situada próxima ao ponto de amostragem. O PZ-R18 está localizado na área urbana da comunidade Belo Monte, portanto provavelmente é contaminação devida à proximidade com algum sistema de saneamento *in situ*.

**Na coleta trimestral 6 – período de seca** – apenas o PZ-R15 apresenta valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico situada próxima ao ponto de amostragem.

**Na coleta trimestral 7 – período de enchente** – apenas o PZ-RX6 apresenta valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L) (**Figura 11.3.2 - 19**).

**Na coleta trimestral 8 – período de cheia** – apenas o PZ-R17 apresenta valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L) (**Figura 11.3.2 - 20**).

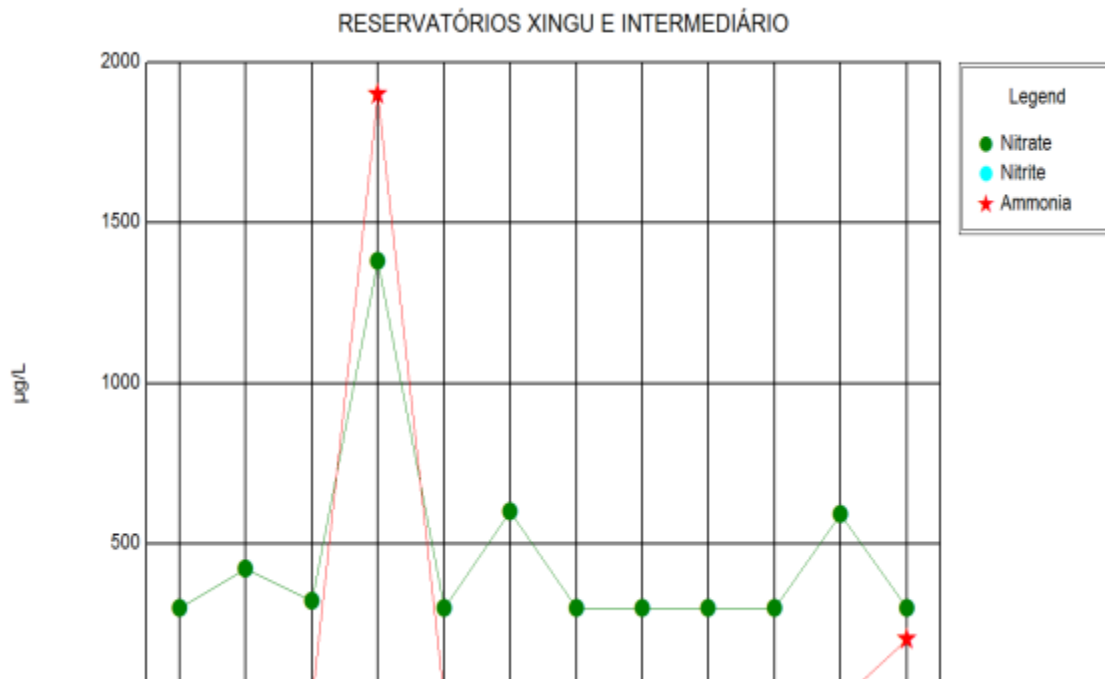


Figura 11.3.2 - 19 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados no entorno dos futuros reservatórios (coleta trimestral 7 - janeiro/2014).

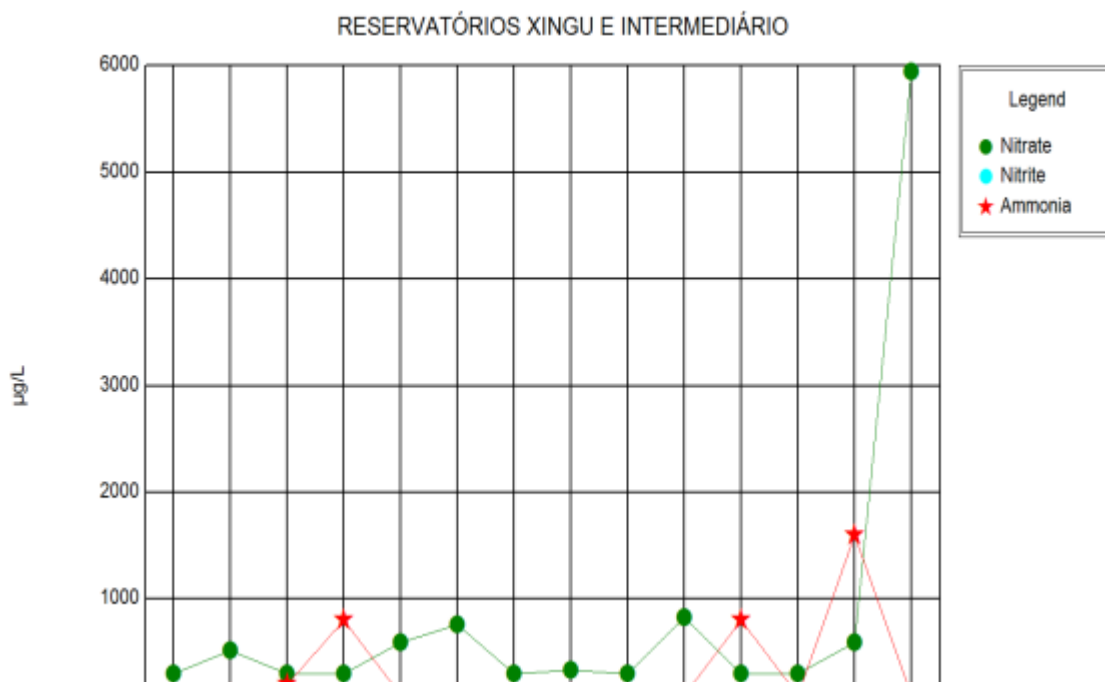


Figura 11.3.2 - 20 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados no entorno dos futuros reservatórios (coleta trimestral 8 - abril/2014).

### 11.3.2.2.3. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE PH

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, recomenda que o pH da água seja mantido na faixa de 6,0 e 9,5. Considerando os



dados de poços e cisternas monitorados e utilizados para consumo, a maioria dos pontos apresenta pH fora do padrão de potabilidade. Entretanto, o pH baixo não necessariamente representa fator de risco a 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.

A **Figura 11.3.2 - 21** apresenta os valores de pH das cisternas e poços cadastrados em Altamira, no Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal. Os dados mostram que as águas freáticas são, de forma geral, levemente ácidas a neutras. Apenas as águas obtidas dos poços ALT-PT4 e ALT-PT29 apresentam pH levemente alcalinas a neutro.

A **Figura 11.3.2 - 22** apresenta os valores de pH dos poços de monitoramento instalados em Altamira. Os resultados indicam que todas 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.

A **Figura 11.3.2 - 23** apresenta os valores de pH dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios. Observa-se que na maioria dos pontos os valores de pH são mais altos no período com influência da seca e provavelmente reduzem com a infiltração de águas das chuvas que são naturalmente mais ácidas.

Nos poços de monitoramento instalados, inclusive os do entorno dos futuros reservatórios, os valores de pH também são em sua maioria menores que 6,0, mostrando que toda a região tende a ter águas ácidas, assim como observado nas águas superficiais (resultados apresentados no relatório consolidados do Projeto de Monitoramento Limnológico e da Qualidade da Água Superficial). O pH pode se tornar mais elevado após as interações água-aquífero, desde que a mineralogia das rochas-reservatórios seja favorável, por exemplo, quando contém carbonatos ou outros minerais insaturados em sílica.

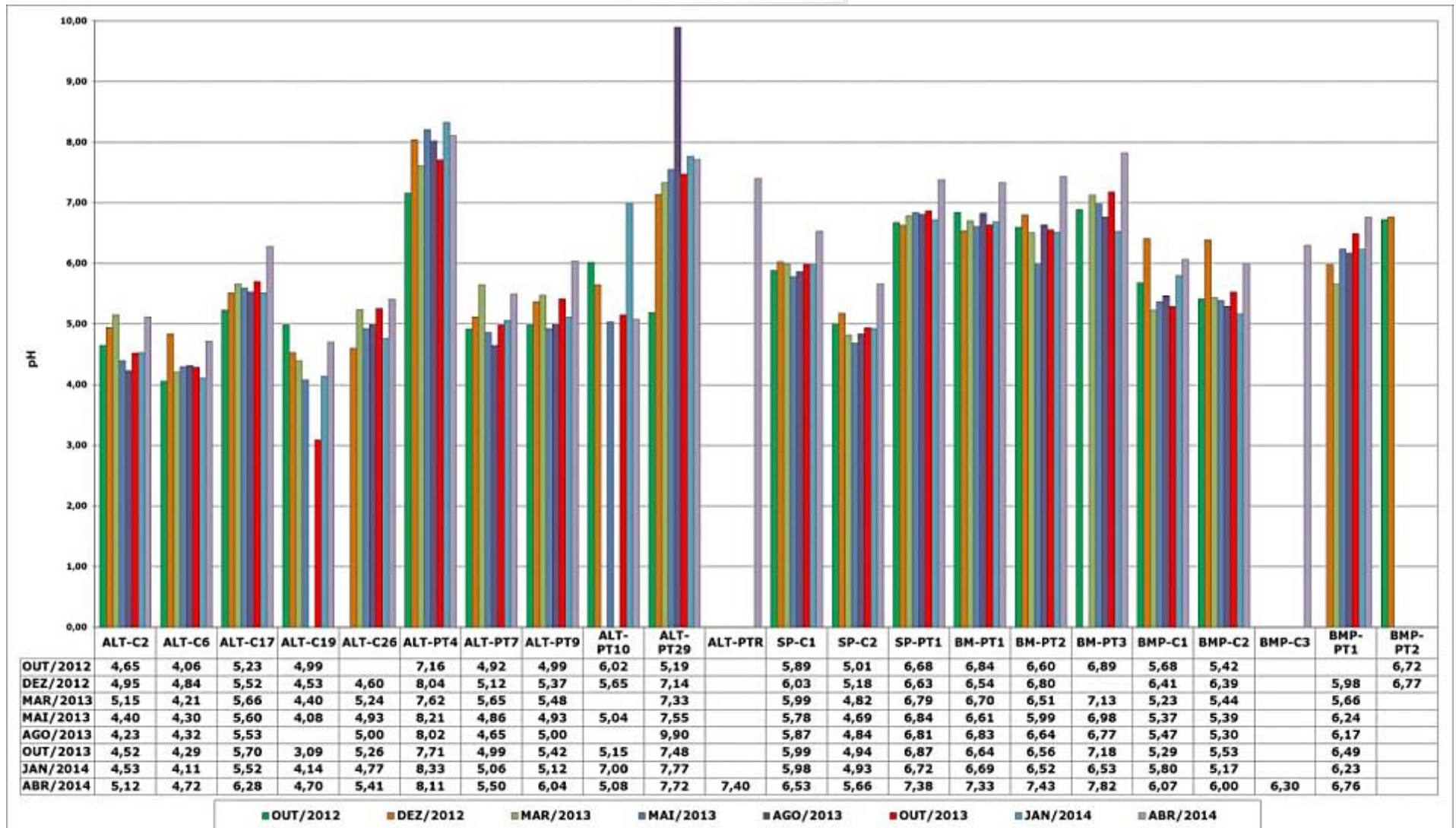


Figura 11.3.2 - 21 – Valores de pH dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

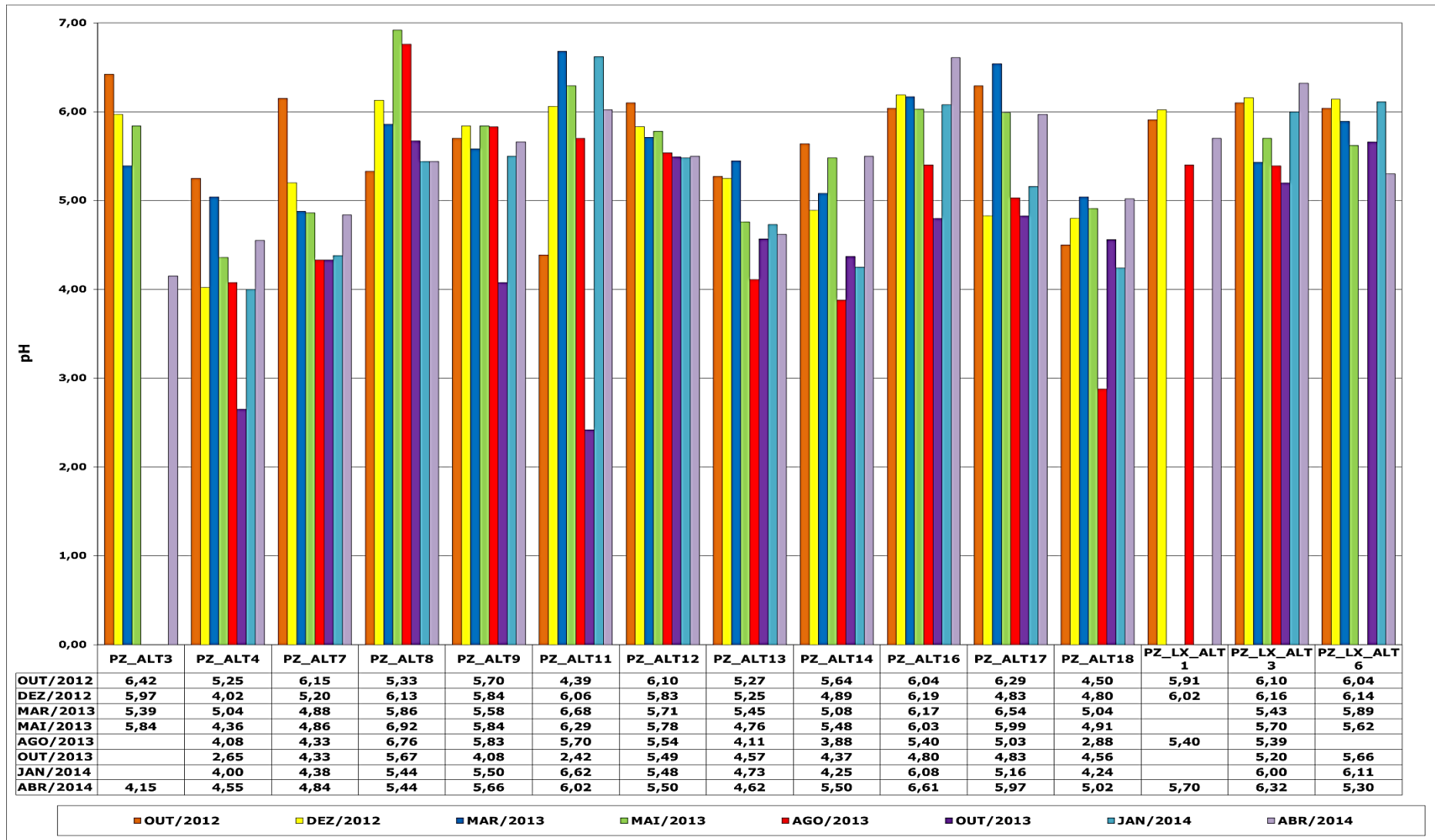


Figura 11.3.2 - 22 – Valores de pH dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.

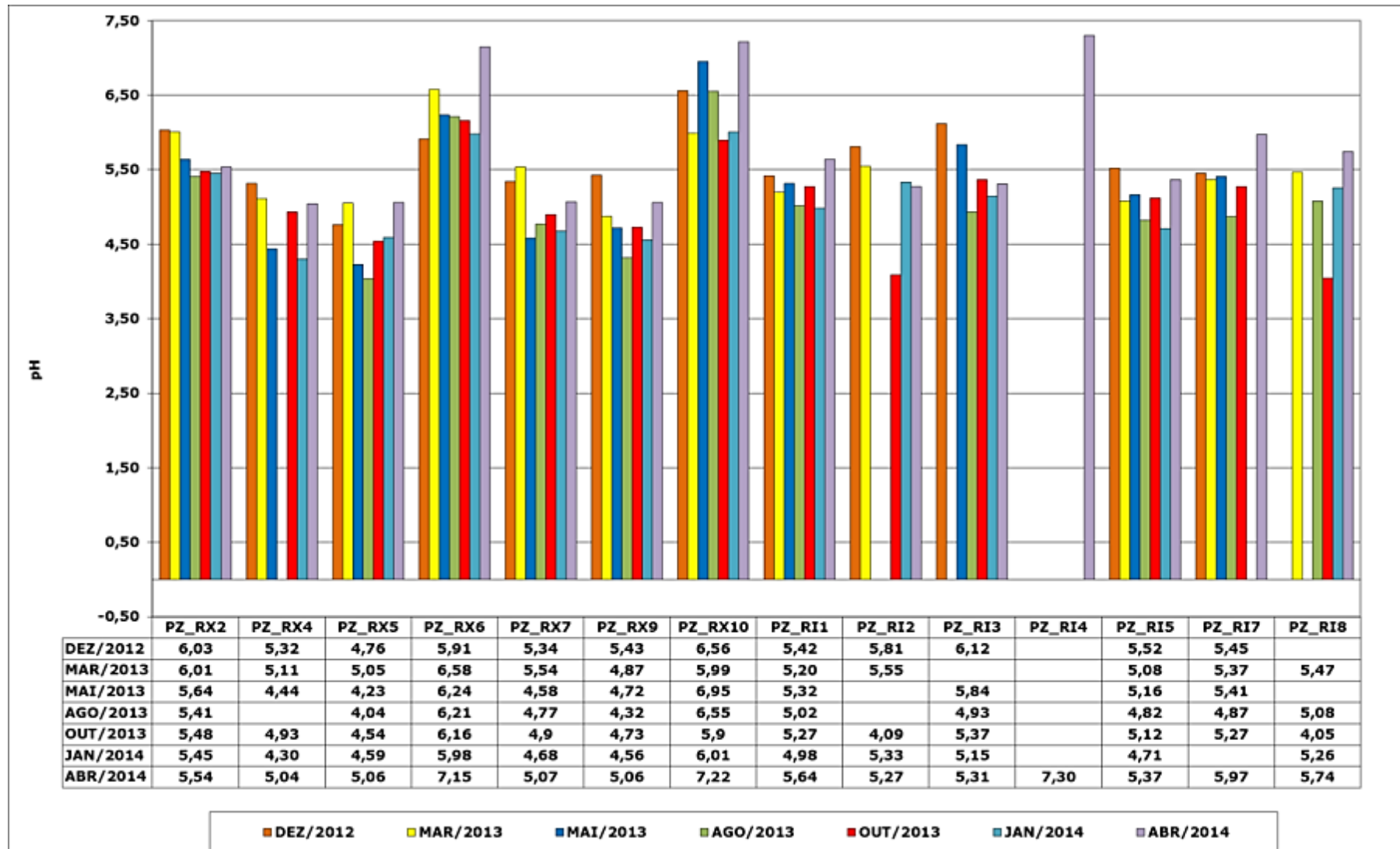


Figura 11.3.2 - 23 – Valores de pH dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios.

A avaliação da variabilidade de todos os dados de pH mostra que há uma pequena variação em função da sazonalidade. De forma geral, o pH responde à entrada de águas de chuva que são naturalmente mais ácidas. Outro fato observado é que há excelente consistência dos dados, pois há forte agrupamento dos dados para cada poço individualmente.

#### 11.3.2.2.4. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE TDS

A **Figura 11.3.2 - 24** apresenta os valores de TDS (totais de sólidos dissolvidos) das águas das cisternas e poços cadastrados em Altamira, no Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

Nenhum ponto apresenta 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 existência de níveis de água rasos somados à carência de saneamento básico na área urbana de Altamira, onde há grande quantidade de fossas e poços construídos sem requisitos mínimos de proteção sanitária, favorece a contaminação do aquífero.

A **Figura 11.3.2 - 25** mostra os valores de TDS dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, estando todos os valores também dentro dos padrões de potabilidade. Os valores superiores a 150 mg/l devem ser considerados como possível contaminação.

A **Figura 11.3.2 - 26** apresenta os valores de TDS dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios. Grande parte dos dados apresenta valores inferiores a 50 mg/L. O valor anômalo do PZ-RI5 (outubro/2012) foi retirado do gráfico para melhorar a visualização dos outros resultados e por não ter sido identificada outra anomalia nas demais coletas. Porém, o resultado está contido no banco de dados digital.

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

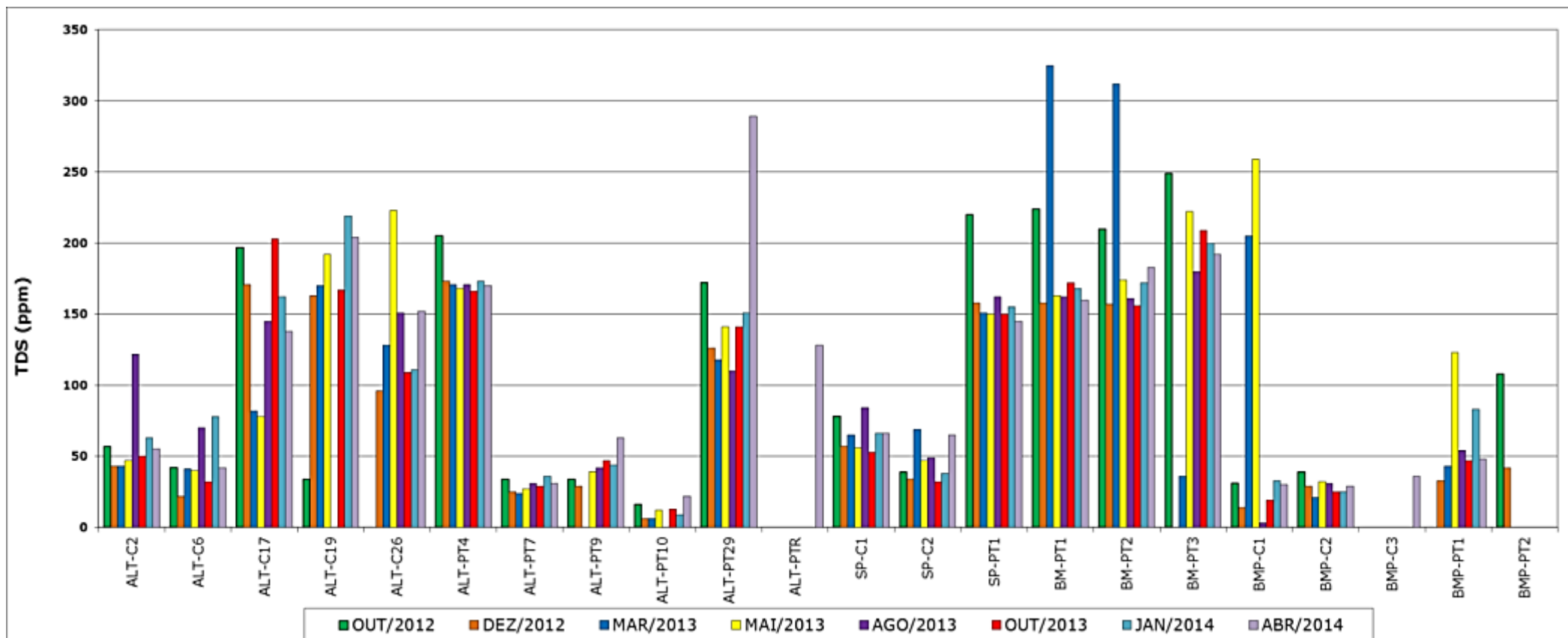


Figura 11.3.2 - 24 – Valores de TDS dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

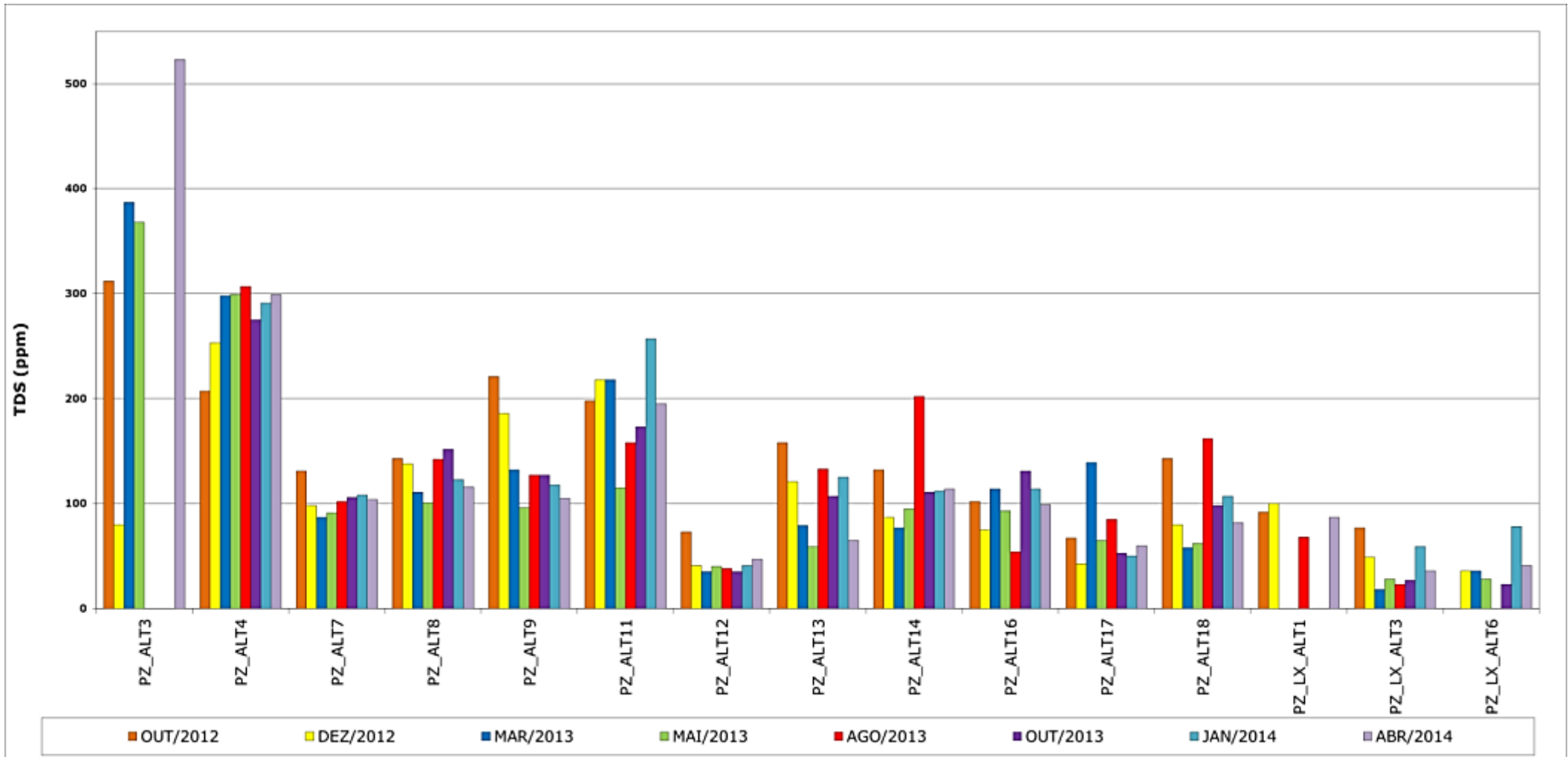


Figura 11.3.2 - 25 – Valores de TDS dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.

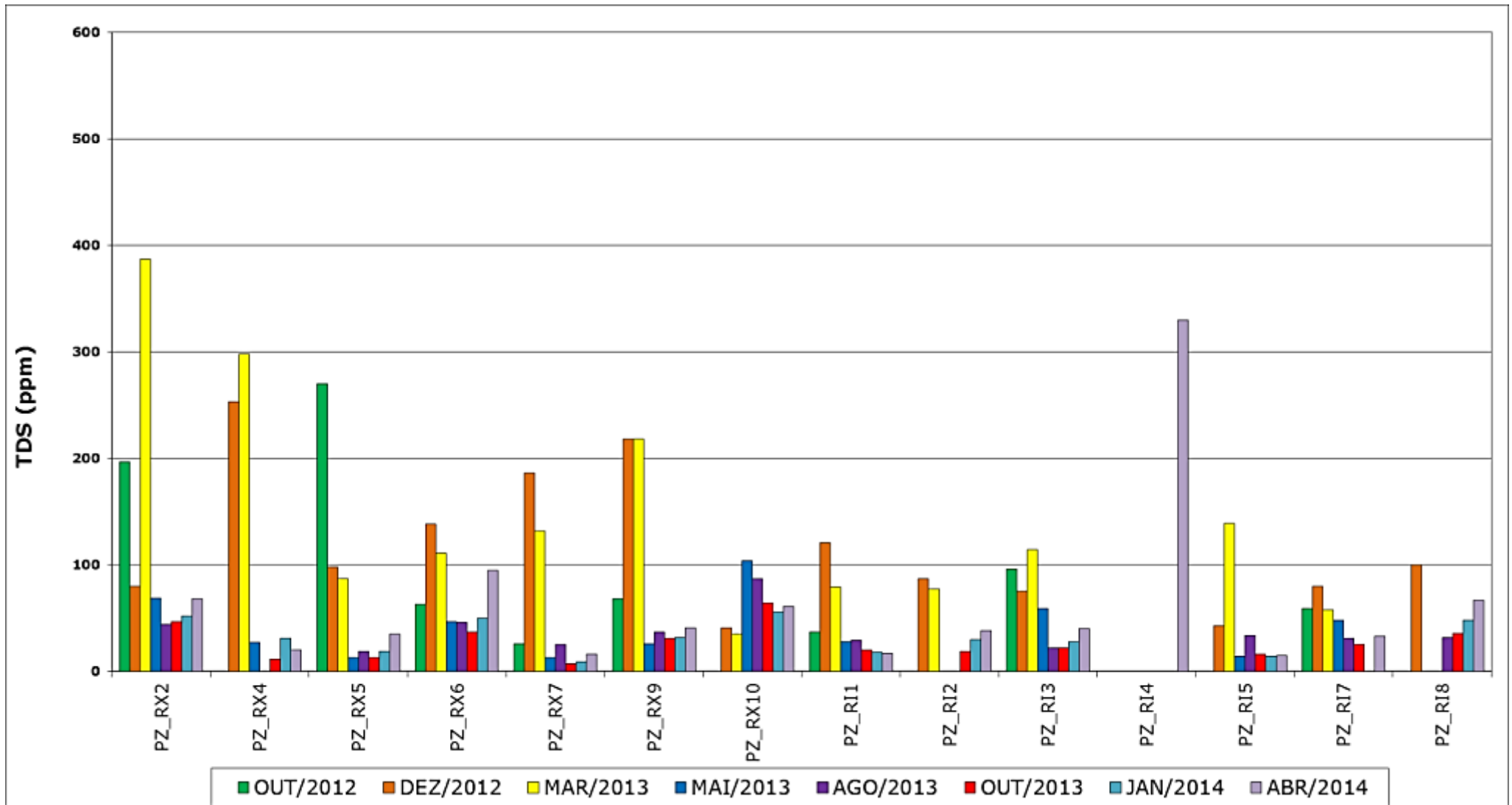


Figura 11.3.2 - 26 – Valores de TDS dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios.



#### 11.3.2.2.5. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS TEORES DE SÓDIO

A **Figura 11.3.2 - 27** apresenta os teores de sódio para as cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, no Sítio Pimental, em Belo Monte e Belo Monte do Pontal e nenhum ponto apresenta valor acima do VMP (200.000 µg/L).

A **Figura 11.3.2 - 28** apresenta os resultados de sódio obtidos nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira e nenhum ponto apresenta valores acima do VMP (200.000 µg/L).

A **Figura 11.3.2 - 29** mostra a distribuição dos teores de sódio obtidos nos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios e nenhum ponto apresenta valores acima do VMP (200.000 µg/L).

Em todos os casos, área urbana de Altamira e futuros reservatórios, os valores superiores a 20 mg/L devem ser considerados como afetados por contaminação antrópica. Este fato é observado nos poços ALT-C17, ALT-C19, ALT-C26, ALT-PT14 e ALT-PT29. Nos demais casos (sódio inferior a 15 mg/L), este elemento é considerado de origem geogênica e muito provavelmente é derivado da alteração de feldspatos alcalinos.

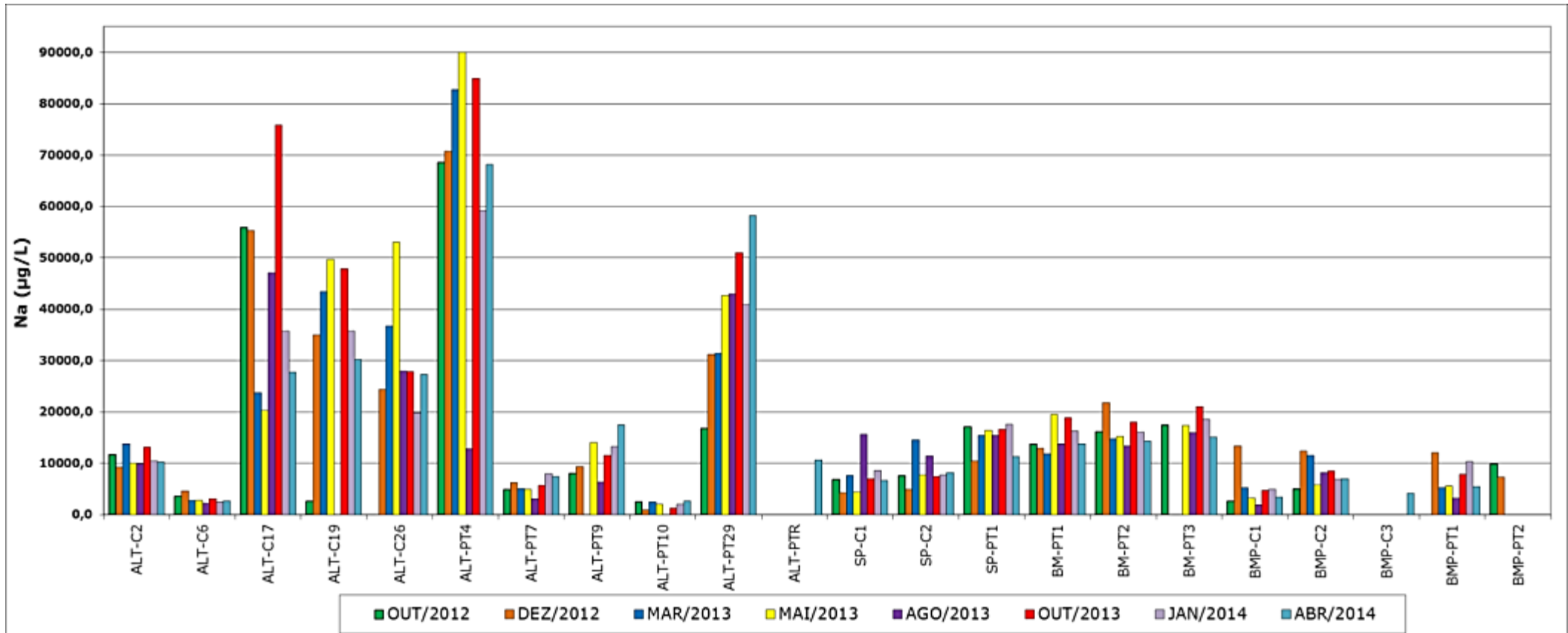


Figura 11.3.2 - 27 – Valores de sódio dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

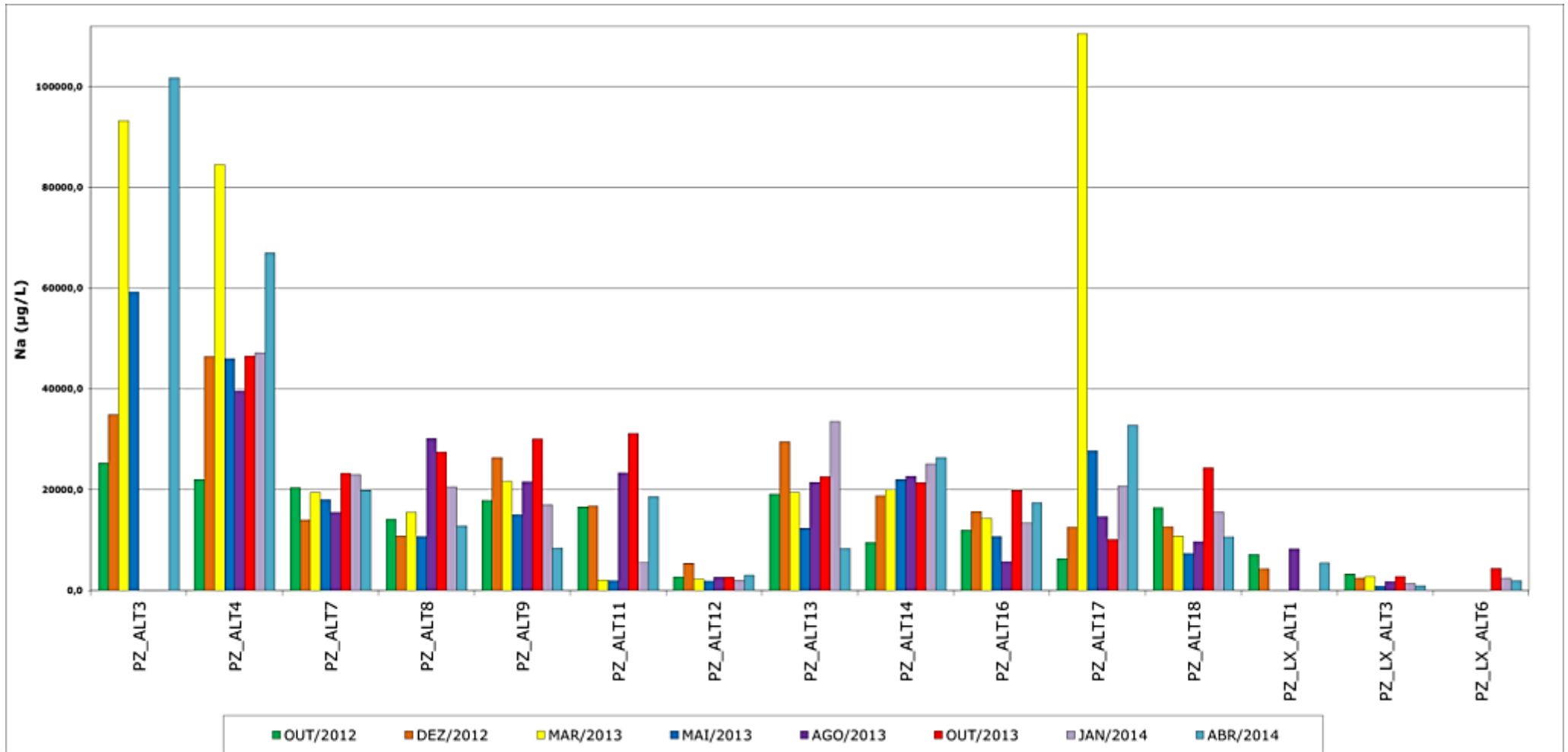


Figura 11.3.2 - 28 – Valores de sódio dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.

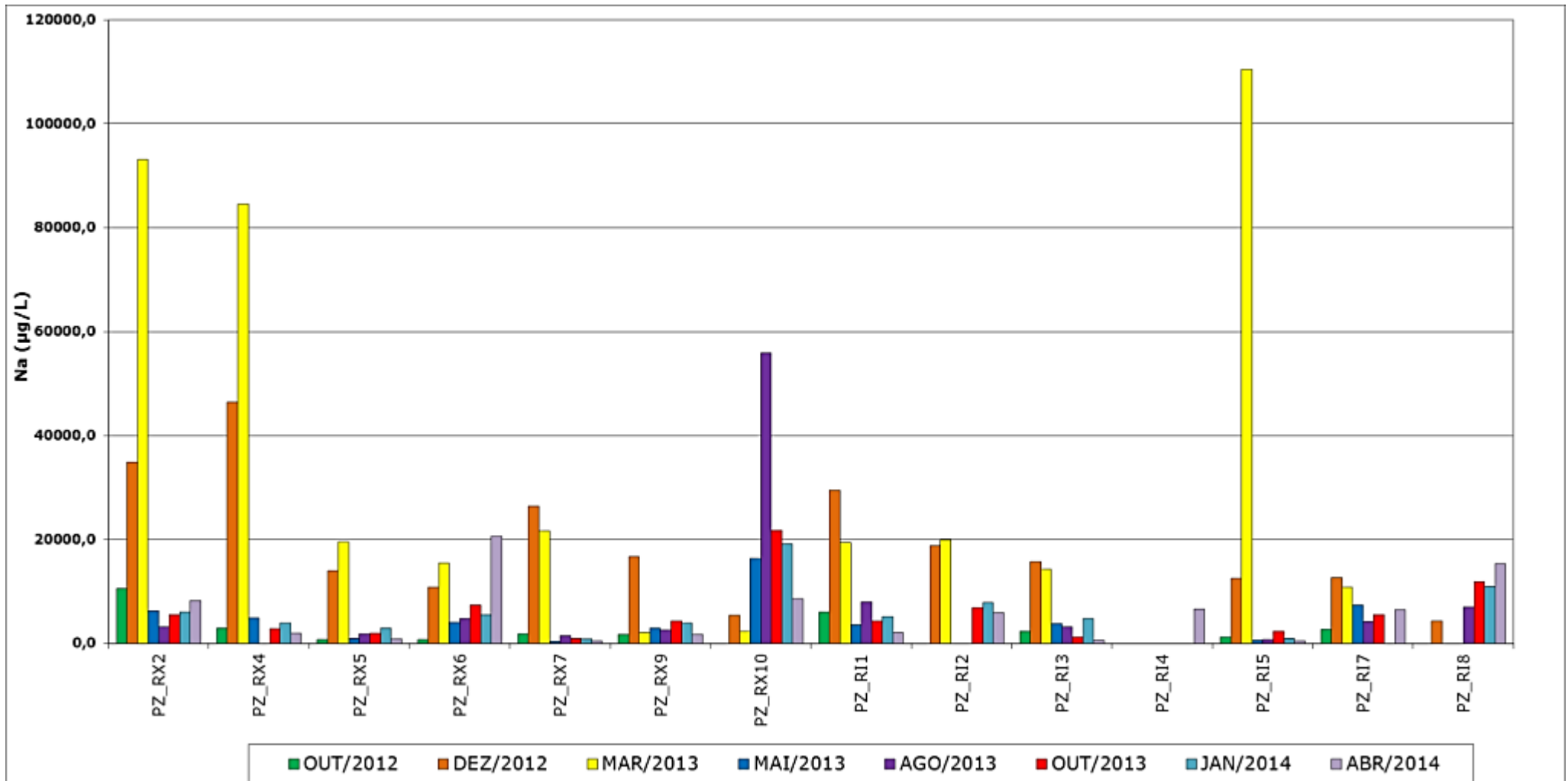


Figura 11.3.2 - 29 – Valores de sódio dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios.

#### 11.3.2.2.6. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE POTÁSSIO

A **Figura 11.3.2 - 30** mostra a distribuição dos teores de potássio para as cisternas e poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, no Sítio Pimental, em Belo Monte e Belo Monte do Pontal. Na maioria dos pontos, os valores são maiores nos períodos que sofrem influência das águas pluviais (período considerado como cheia na região – março a maio).

Os valores até 9.000 µg/L são compatíveis com os meios geológicos em estudo. Os valores acima de 5.000 µg/L podem estar associados ao potássio liberado de argilominerais e/ou feldspatos sob condições de pH adequado.

O valor anômalo do ATL-C17 (outubro/2012) foi retirado do gráfico para melhorar a visualização dos outros resultados e por não ter sido identificada outra anomalia nas demais coletas. Porém, o resultado está contido no banco de dados digital. Por se tratar de um ponto em área alagada sob palafitas, provavelmente está associado a alguma contaminação da água superficial por atividades agropecuária ou por efluentes domésticos.

A **Figura 11.3.2 - 31** exibe os resultados de potássio dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira. Observa-se que na maioria dos pontos os valores são menores que 10.000 µg/L. Valores superiores a 10.000 µg/L devem ser considerados anômalos e provavelmente relacionados à contaminação por atividades agropecuárias ou por efluentes domésticos.

A **Figura 11.3.2 - 32** apresenta os valores de potássio de águas oriundas dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios. Os pontos PZ\_RI2 e PZ\_RI3 apresentam valores anômalos, em períodos considerados como seca, enchente e cheia. 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.

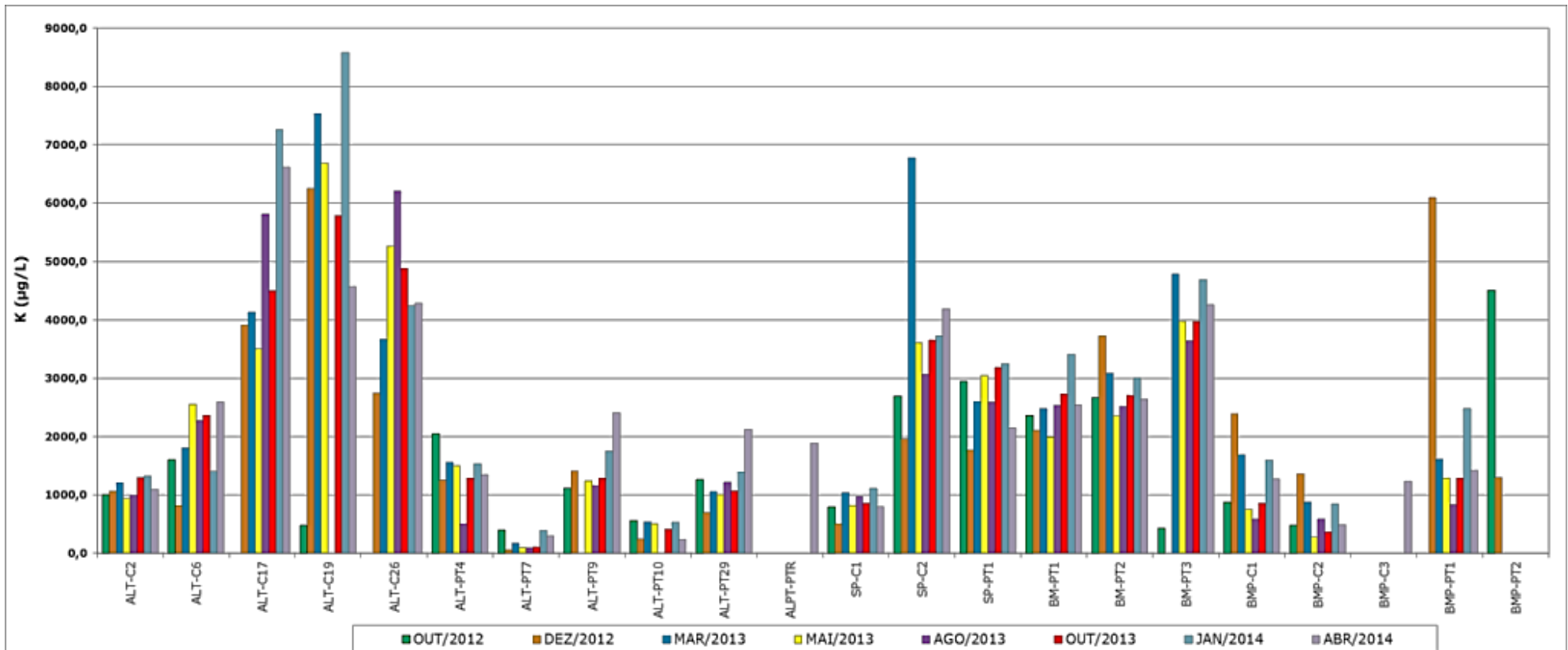


Figura 11.3.2 - 30 – Valores de potássio dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

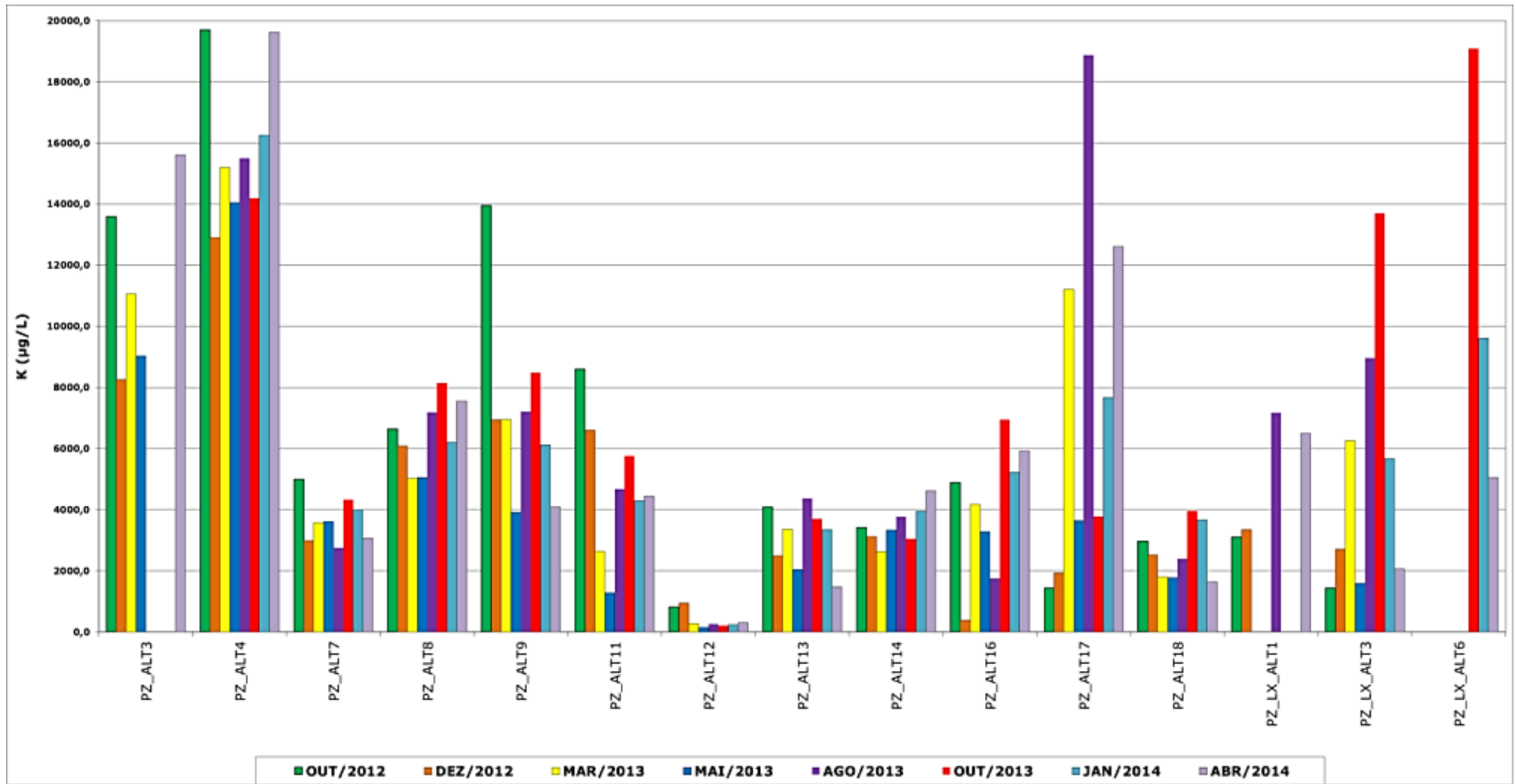


Figura 11.3.2 - 31 – Valores de potássio dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.

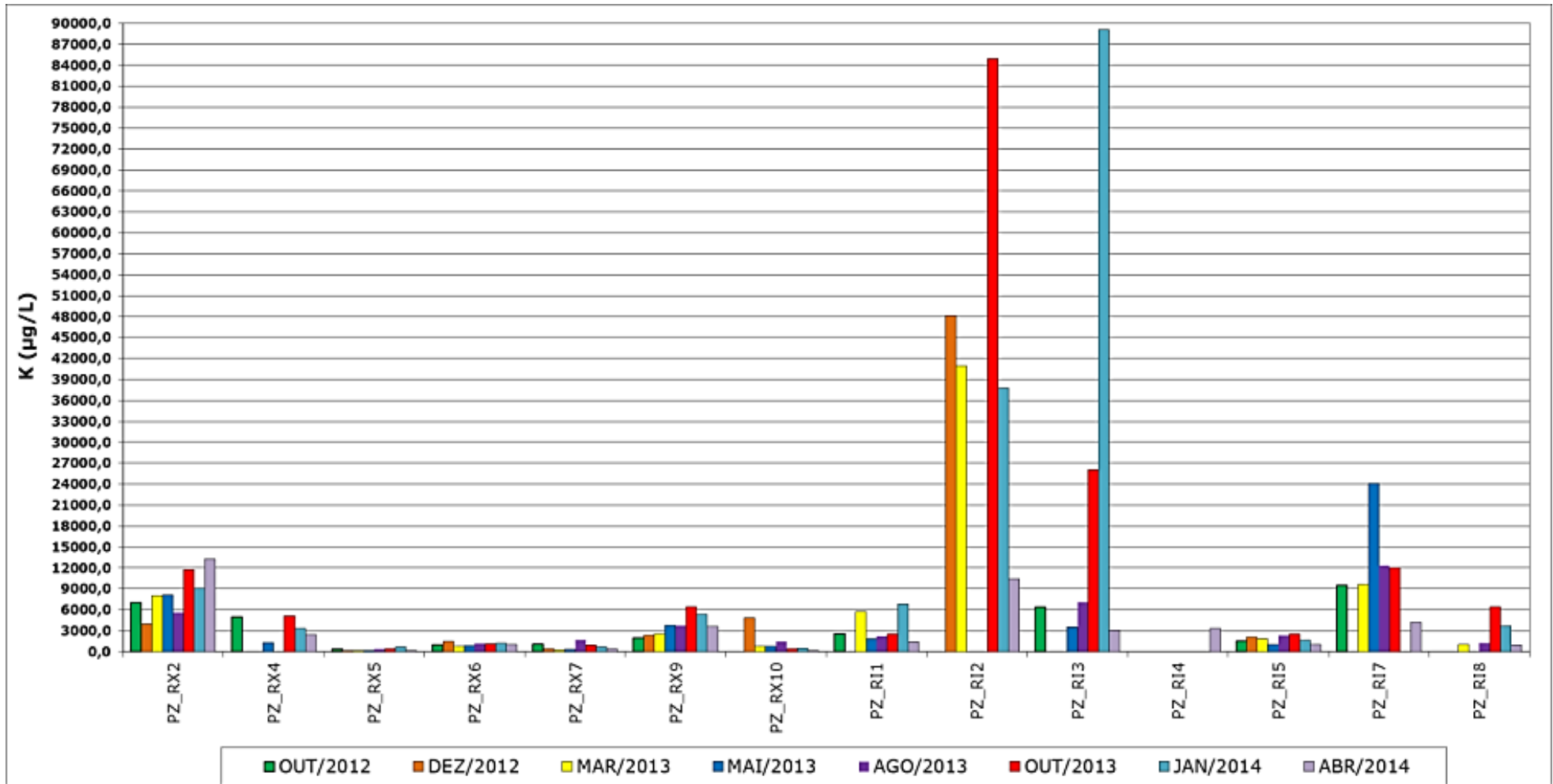


Figura 11.3.2 - 32 – Valores de potássio dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios.



#### 11.3.2.2.7. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE CÁLCIO

A **Figura 11.3.2 - 33** exibe os resultados para os teores de cálcio para águas amostradas em poços e cisternas na área urbana de Altamira, no Sítio Pimental, nas comunidades Belo Monte e Belo Monte do Pontal. Valores entre 20.000 e 50.000 µg/L são compatíveis com águas que circulam em fraturas de diabásios, e neste caso a fonte de cálcio é representada pelo diopsídio (piroxênio rico em cálcio).

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

Valores muito superiores a 20 mg/L devem ser considerados como alerta a eventual contaminação, a qual deverá ser confirmada a partir dos valores de outras substâncias que se elevam de forma concomitante ao cálcio.

A **Figura 11.3.2 - 34** mostra resultados para cálcio de amostras obtidas nos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira. Como já observado para outras substâncias, existe um número considerável de poços com valores acima de 20 mg/L cuja causa é atribuída à contaminação por atividades antrópicas.

A **Figura 11.3.2 - 35** exibe resultados para cálcio das águas coletadas nos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios. 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 ponto PZ\_RI4 apresentou na coleta de abril/2014 valores acima de 110.000 µg/L, porém foi a primeira vez que o poço foi amostrado tendo em vista que em todas as coletas anteriores o poço encontrava-se seco.

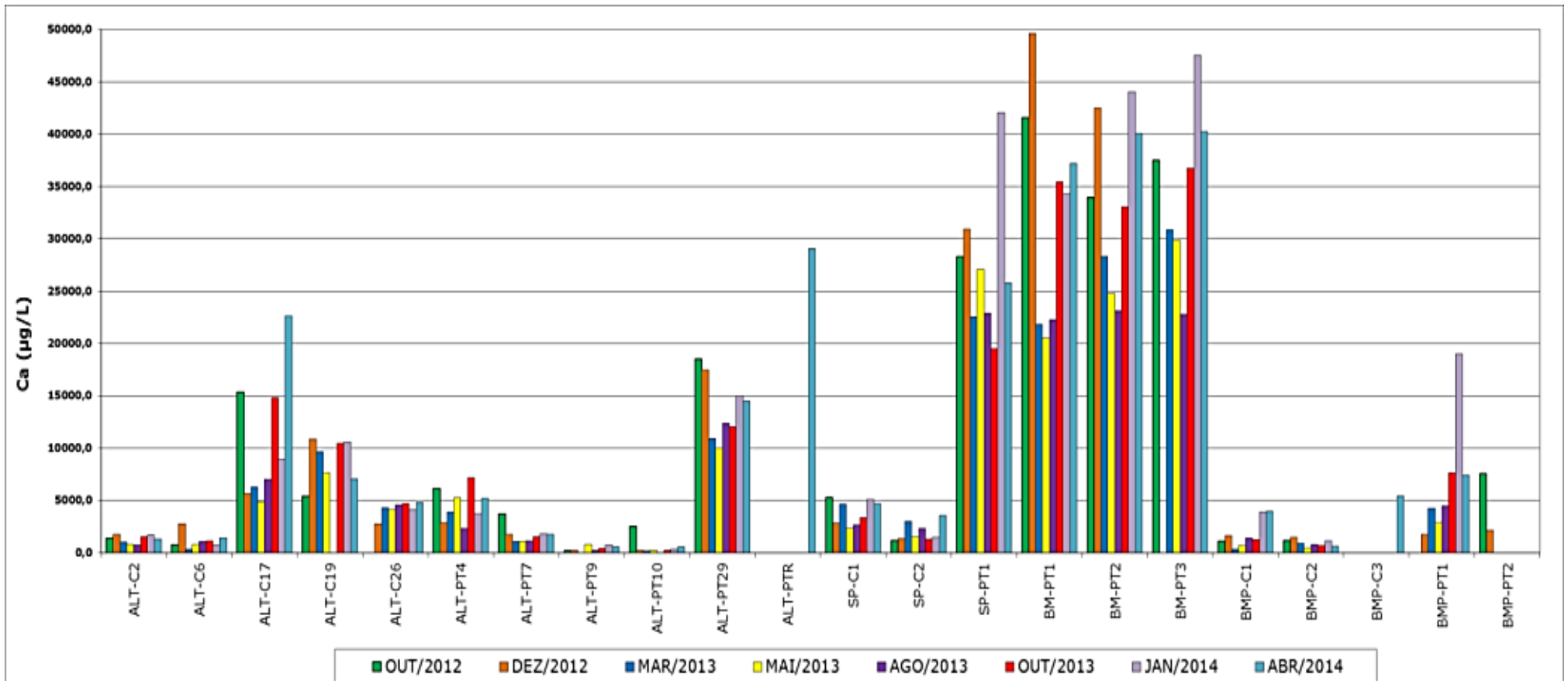


Figura 11.3.2 - 33 – Valores de cálcio dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

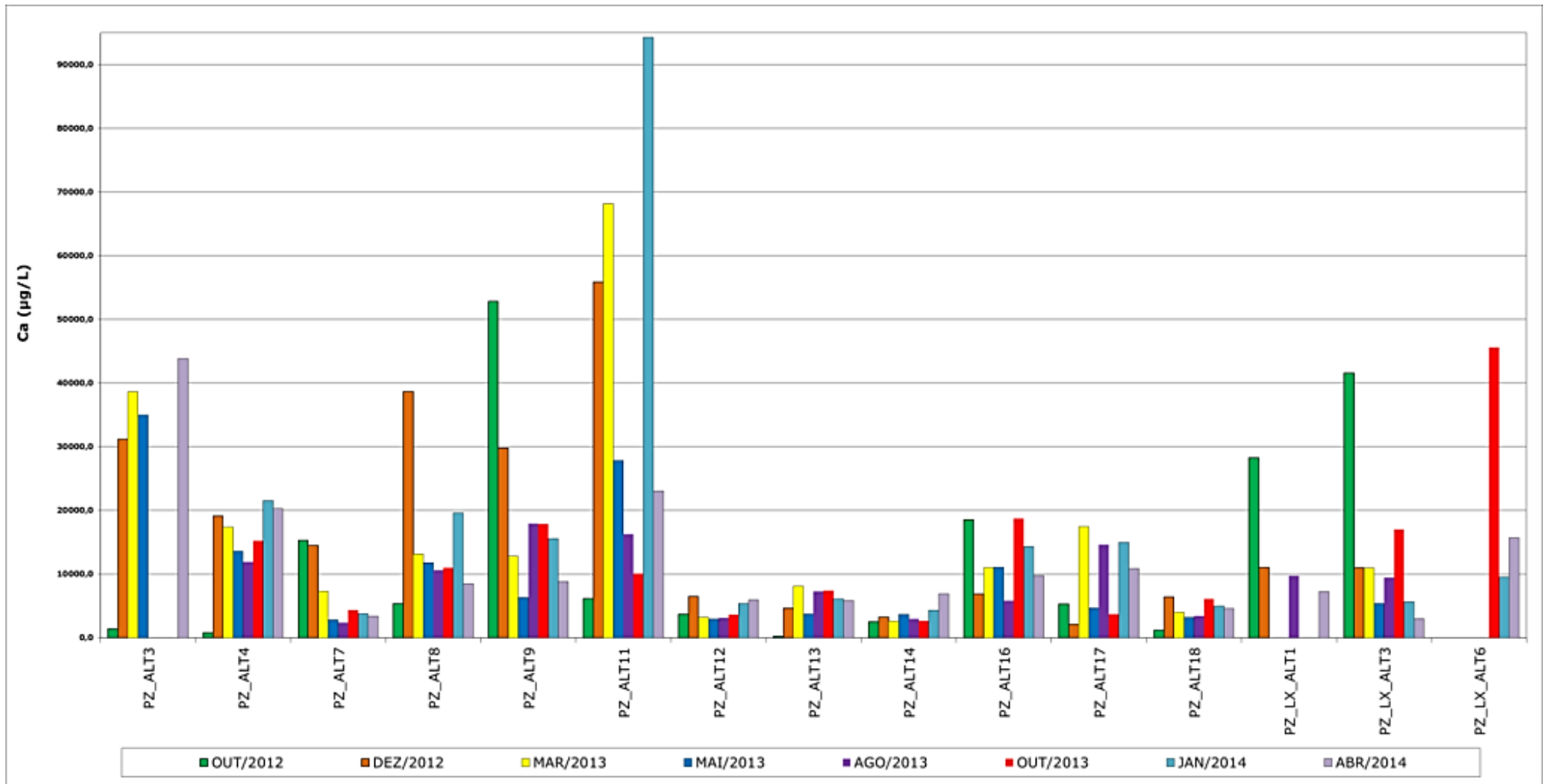


Figura 11.3.2 - 34 – Valores de cálcio dos poços de monitoramento instalados em Altamira.

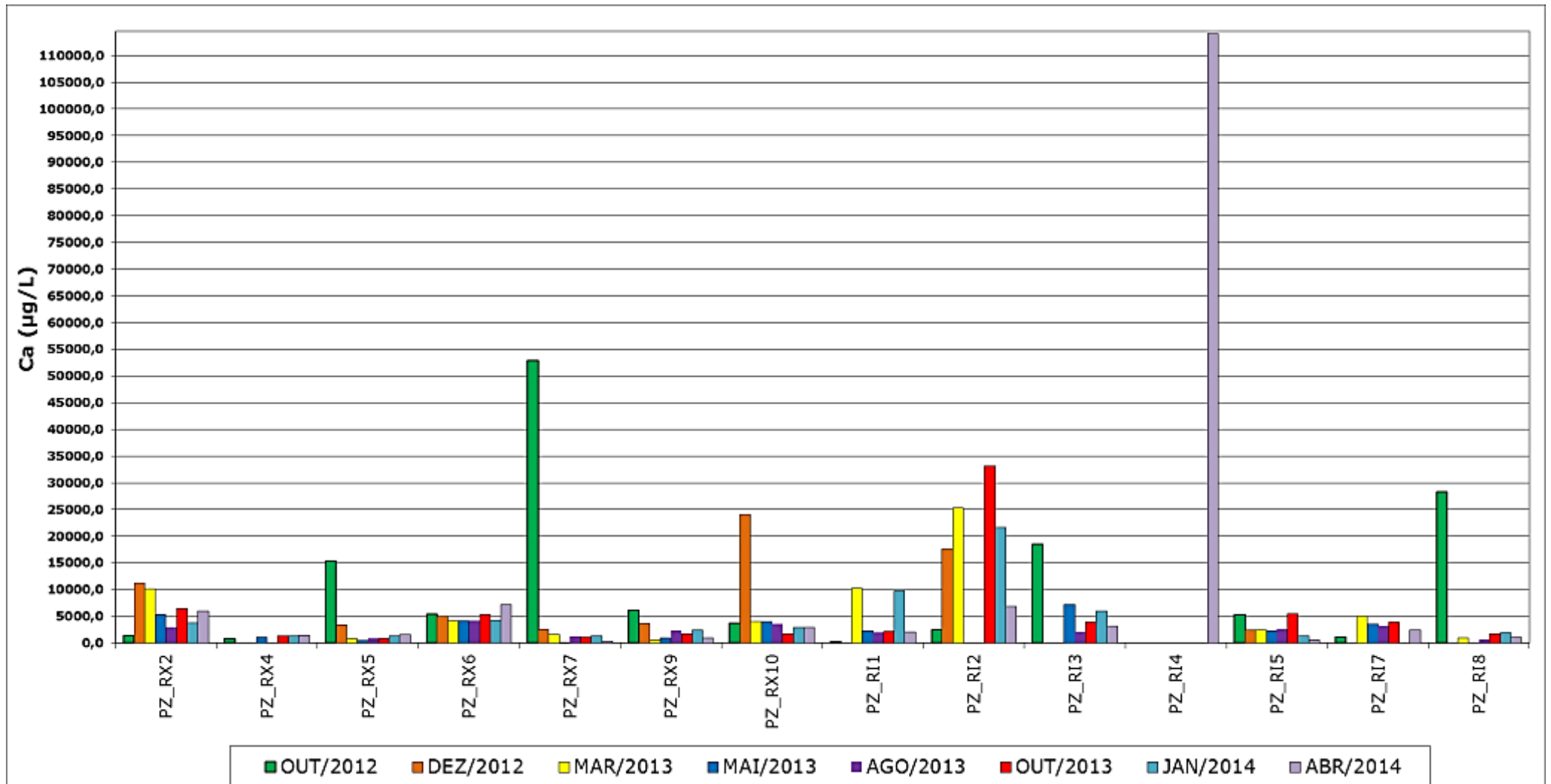


Figura 11.3.2 - 35 – Valores de cálcio dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios.

#### 11.3.2.2.8. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE MAGNÉSIO

A **Figura 11.3.2 - 36** mostra 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 pontos apresenta teores de magnésio menores que 4.000 µg/L, exceto o ALT-PT29 que em outubro/2012 apresentou valores > 10.000 µg/L, coincidindo com teores elevados de cálcio e sódio, mostrando provável origem geogênica destes elementos, que têm comportamento geoquímico similar em ambientes pedológicos e geológicos.

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.

A **Figura 11.3.2 - 37** apresenta os valores de magnésio para águas provenientes de poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira. Na maioria dos poços os teores são menores que 10.000 µg/L.

O ponto PZ-ALT17 apresenta valores elevados e observa-se que este poço também tem teores altos de potássio e sódio.

A **Figura 11.3.2 - 38** exhibe os valores de magnésio para águas de poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios. 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 cartografados na região.

Os poços PZ-RI2, PZ-RI3 e PZ-RI7 apresentam valores elevados e observa-se que estes pontos também aferiram valores elevados de potássio e magnésio.

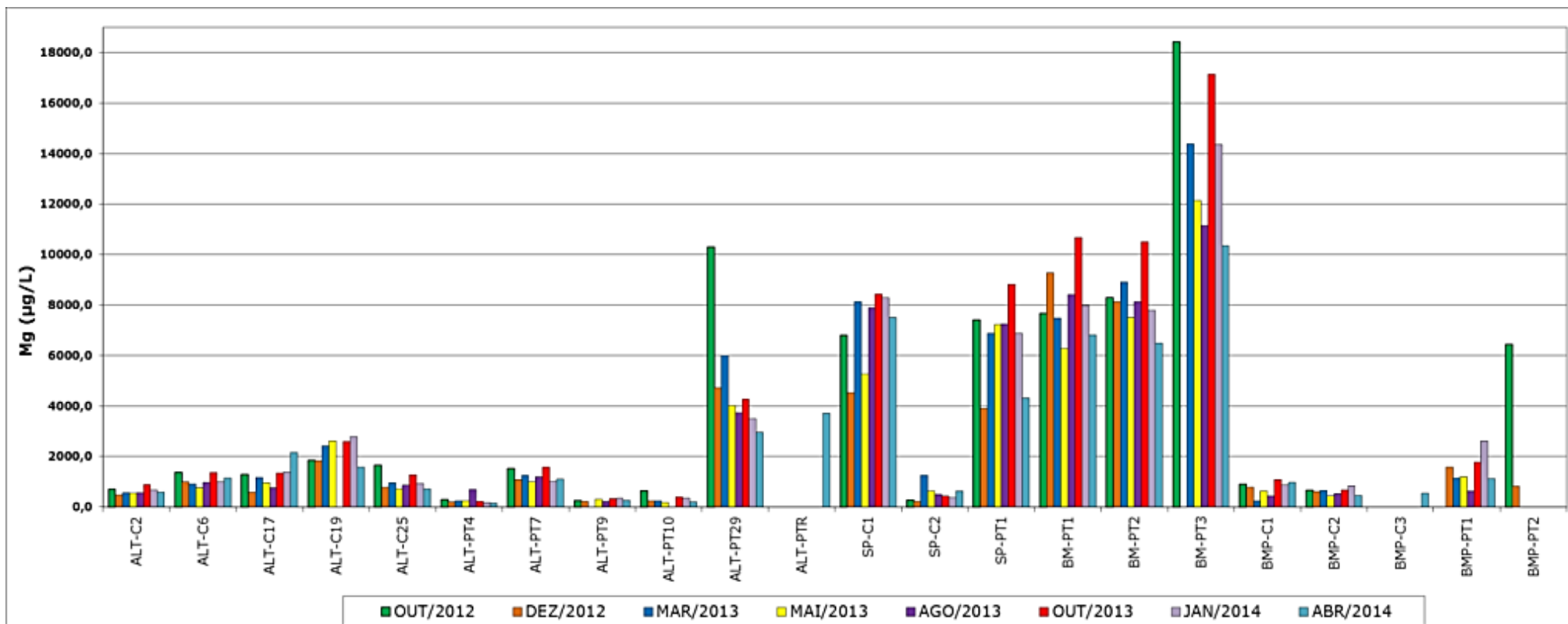


Figura 11.3.2 - 36 – Valores de magnésio dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

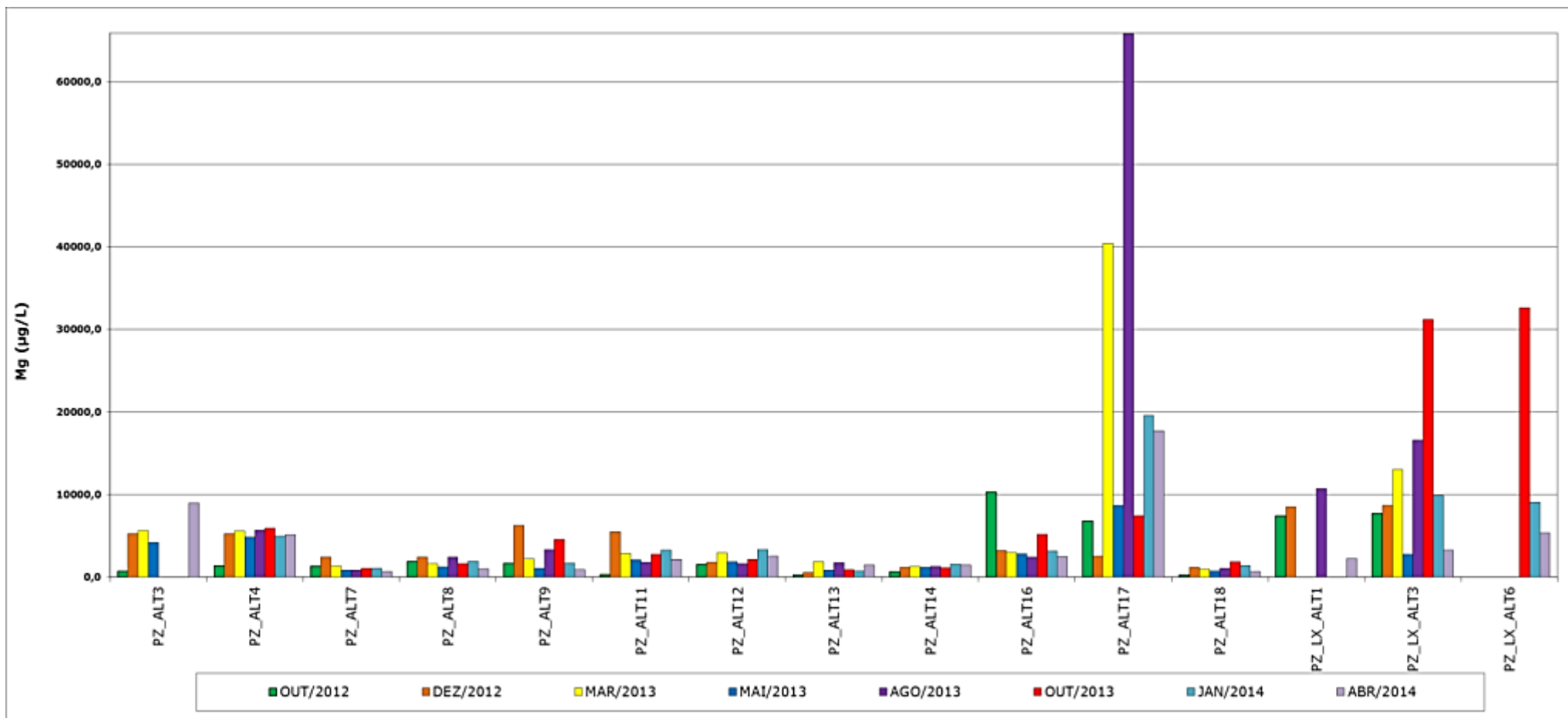


Figura 11.3.2 - 37 – Valores de magnésio dos poços de monitoramento instalados em Altamira.

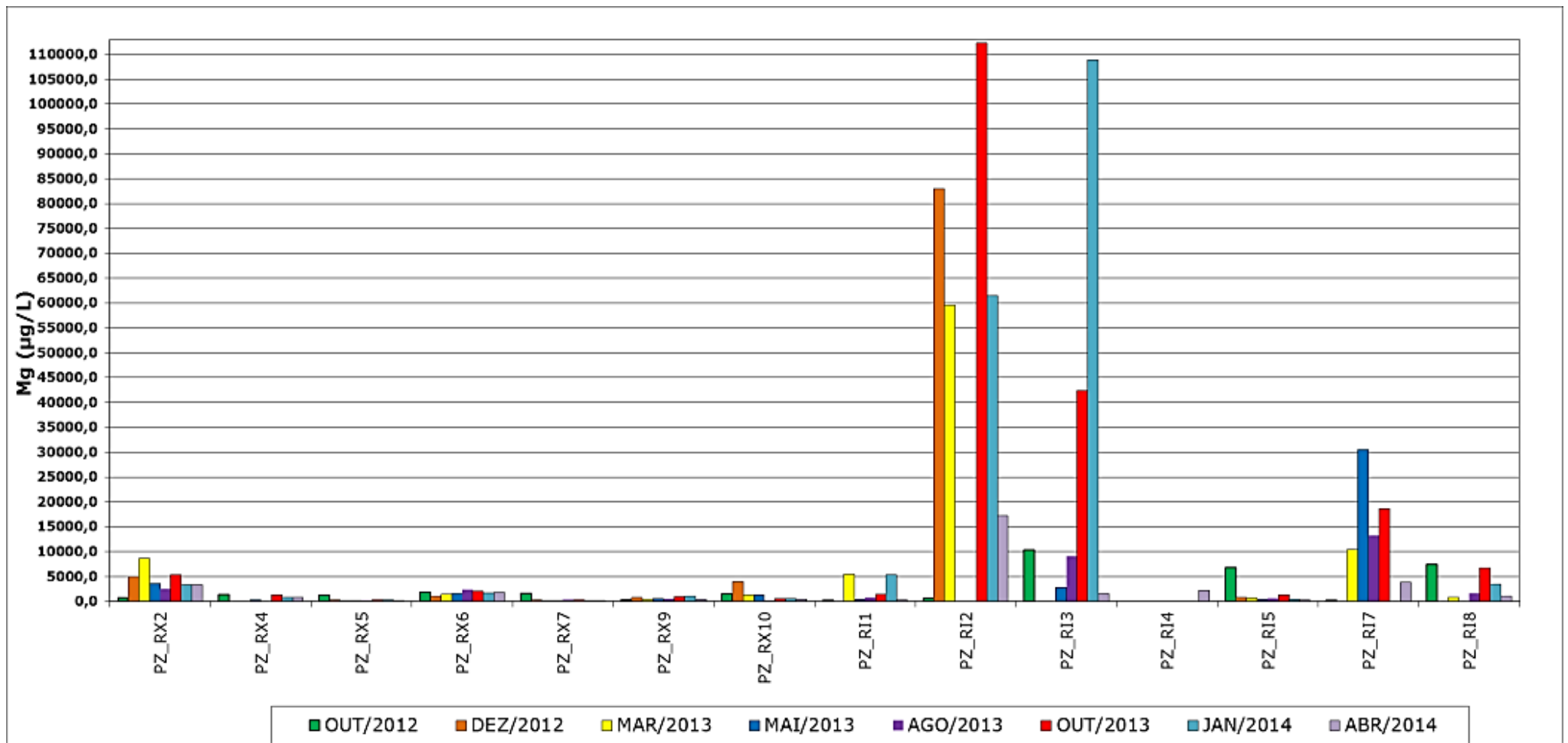


Figura 11.3.2 - 38 – Valores de magnésio dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios.



#### 11.3.2.2.9. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE CLORETO

A **Figura 11.3.2 - 39** apresenta os valores de cloreto dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal e nenhum ponto apresenta valores acima do VMP permitido pela legislação vigente (250.000 µg/L).

Porém, os pontos ALT-C2, ALT-C17, ALT-C19, ALT-C26 e SP-PT1 apresentam valores anômalos, principalmente em dezembro/2012, período com maior déficit hídrico, apesar de dezembro ser o mês de início da enchente, as águas subterrâneas dependem da infiltração, que precisa de tempo para chegar até a zona saturada. Os dados do projeto de monitoramento da dinâmica das águas subterrâneas mostram que os níveis mais baixos são registrados nesse período.

Mesmo os poços com teores da ordem de 5.000 µg/L são considerados não compatíveis com os aquíferos, uma vez que não há nenhuma fase mineral que pode ser considerada fonte deste ânion. Assim, considera-se que todos os poços com valores superiores a 10.000 µg/L são resultantes de infiltração a partir de águas residuais do uso doméstico.

Esta interpretação é corroborada pelo fato do 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 - 40** apresenta os valores de cloreto dos poços de monitoramento instalados em Altamira e nenhum ponto apresenta valores acima do VMP permitido pela legislação vigente (250.000 µg/L). Porém, os pontos PZ\_ALT3, PZ\_ALT4, PZ\_ALT9 e PZ\_ALT11 apresentaram valores maiores que 40.000 µg/L em pelo menos uma coleta de amostras.

A **Figura 11.3.2 - 41** apresenta os valores de cloreto dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios e nenhum ponto apresenta valores acima do VMP permitido pela legislação vigente (250.000 µg/L).

Entretanto, os poços PZ-RX5 e PZ-RX7 apresentaram valores acima de 50.000 µg/L (no período de seca/2012) e o PZ-RI7 apresentou valores > 50.000 µg/L (no período de seca/2013), portanto são considerados anômalos e muito provavelmente atribuídos à contaminação dos aquíferos nas adjacências daqueles poços. A anomalia do PZ-RX7 (registrada em outubro/2012) foi retirada do mapa para melhorar a visualização dos outros resultados e pelo fato desta anomalia não se repetir nas demais coletas. Por se tratar de área de pastagem, supõe-se que tenha sido uma contaminação local esporádica.

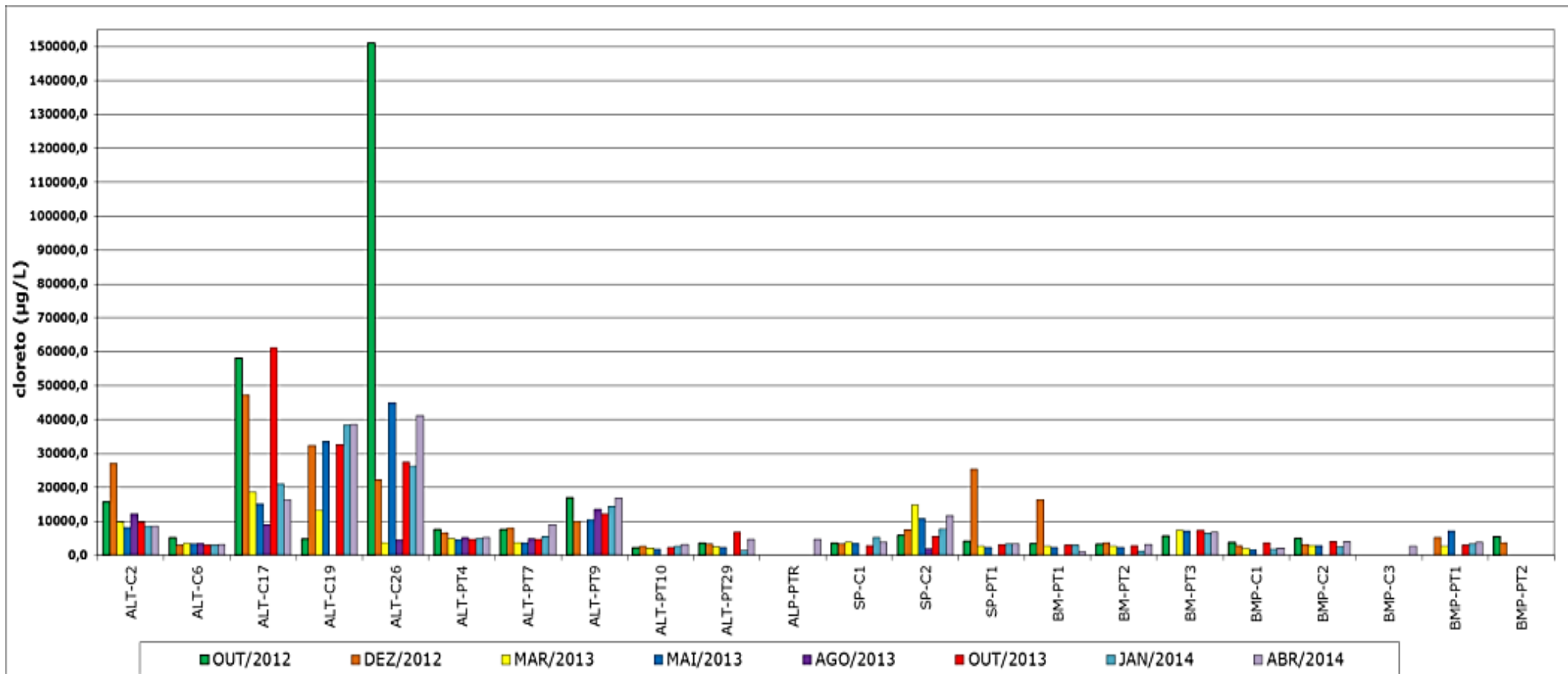


Figura 11.3.2 - 39 – Valores de cloreto dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

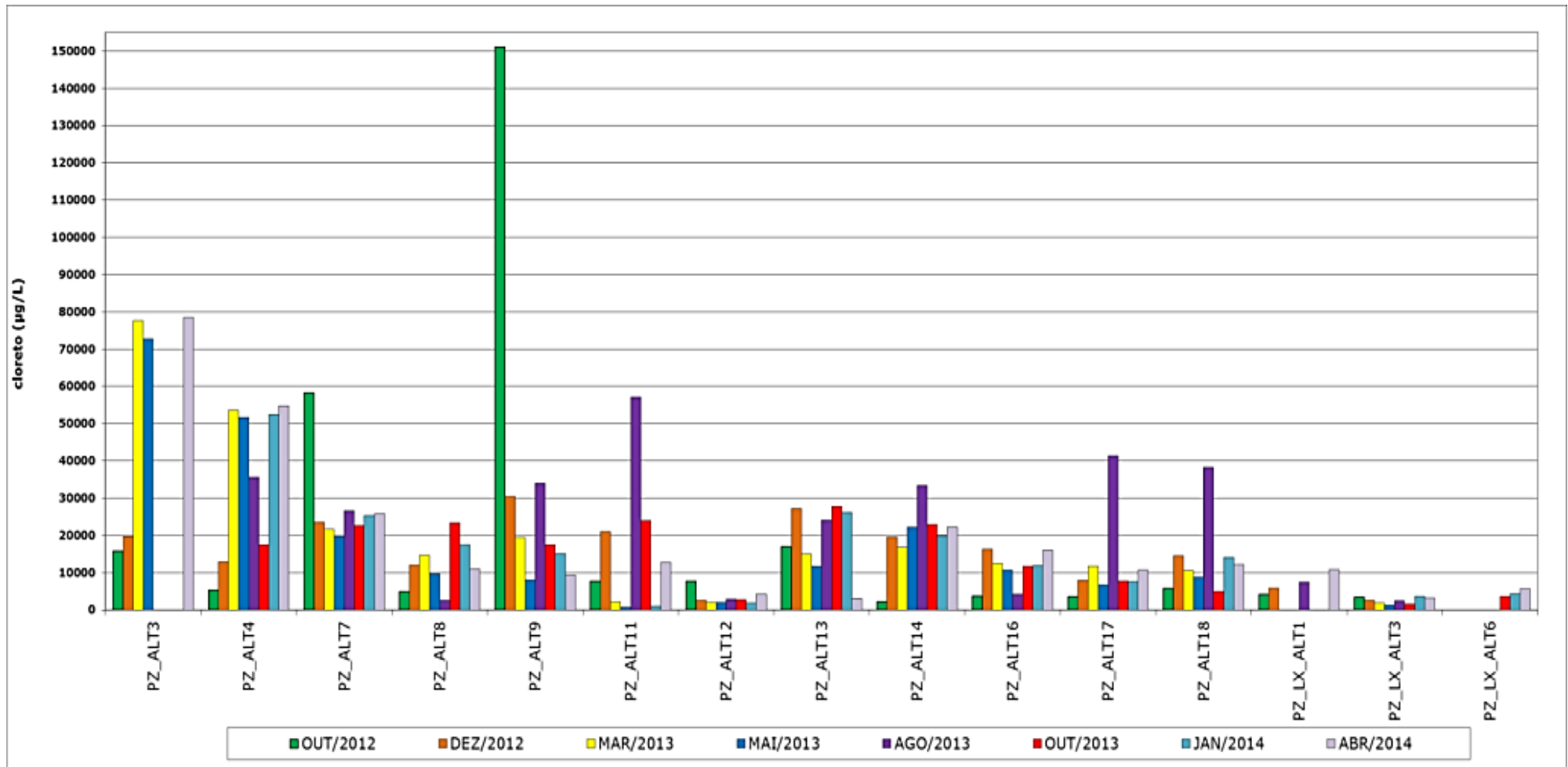


Figura 11.3.2 - 40 – Valores de cloreto dos poços de monitoramento instalados em Altamira.

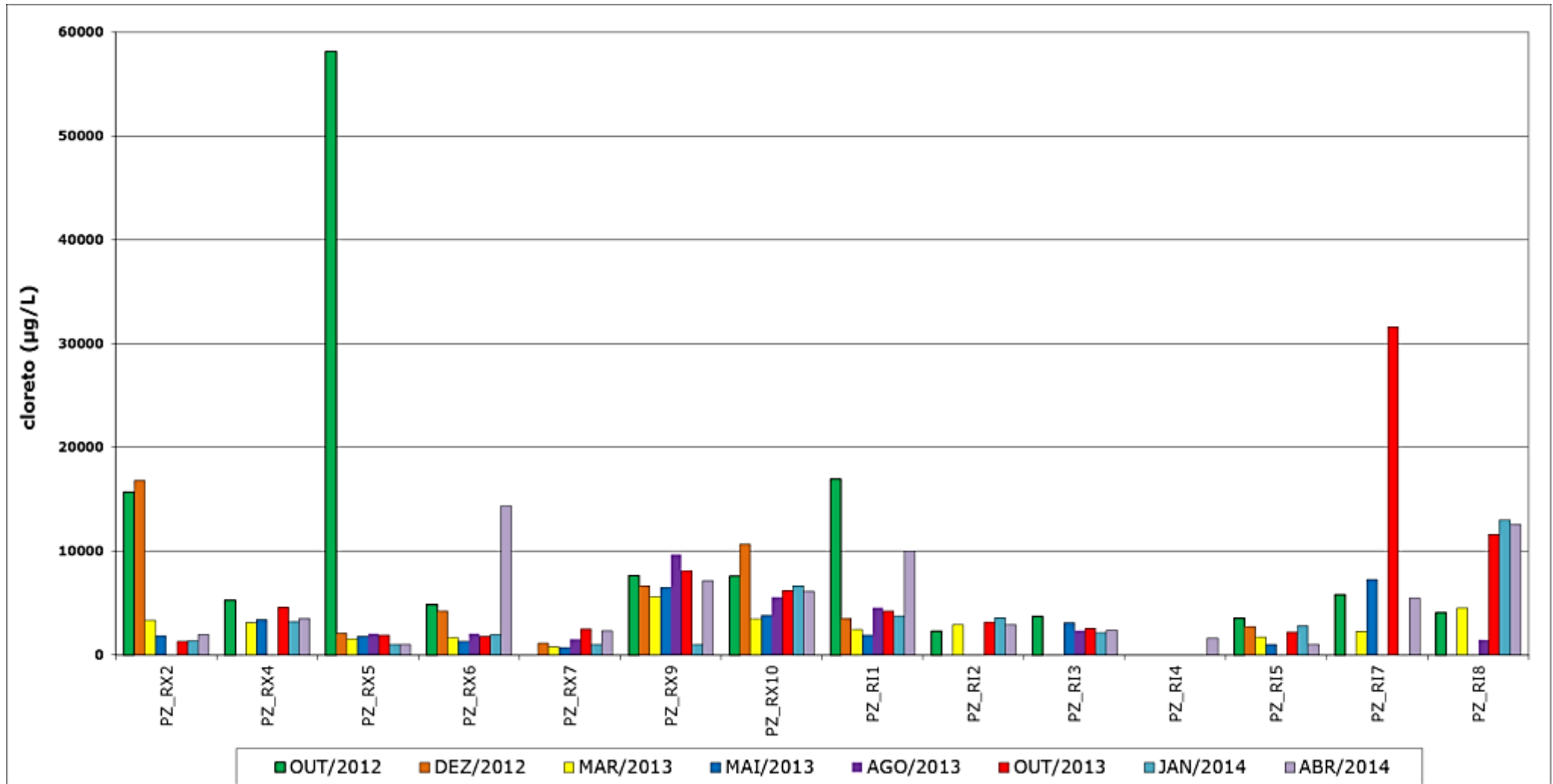


Figura 11.3.2 - 41 – Valores de cloreto dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios.

#### 11.3.2.2.10. ESPACIALIZAÇÃO DE VARIAÇÕES DE VALORES DE FERRO, CLORETO, AMÔNIA, NITRATO, CHUMBO, pH, COLIFORMES FECALIS E TURBIDEZ

As figuras apresentadas neste item apresentam mapas com a variação das áreas mais vulneráveis à contaminação na área urbana de Altamira, visando a avaliação da potabilidade da água. Os mapas foram elaborados a partir da interpolação dos valores obtidos para cada variável utilizada. A princípio se tentou fazer uma interpolação não linear, em krigagem, contudo, em função da baixa variância de alguns elementos, os resultados não ficaram satisfatórios, pois o modelo tenta aplicar variabilidade na interpolação. Portanto, o interpolador que apresentou melhores resultados foi o linear de efeito local, em função de não se necessitar expandir a interpolação para áreas muito extensas e da distribuição espacial concentrada.

Todas as figuras apresentam variações dos dados das coletas trimestrais realizadas em agosto/2013 (vazante), outubro/2013 (seca), janeiro/2014 (enchente) e abril/2014 (cheia).

A **Figura 11.3.2 - 42** apresenta o mapa da variação dos valores de ferro total, na área urbana de Altamira. A maioria dos pontos analisados em Altamira apresenta valores de ferro total superior ao VMP (300 µg/L). Este fato é coerente com a associação de solos ricos em ferro e pH baixo que permite a solubilização do ferro.

A **Figura 11.3.2 - 43** mostra o mapa da variação dos valores de cloreto na área urbana de Altamira, onde nenhum ponto apresentou valor superior ao valor máximo permitido pela legislação (250.000 µg/L). Apesar disso, os pontos com valores de cloreto mais elevados, em geral correspondem aos pontos que também apresentam valores superiores ao VMP para amônia (1,5 mg/L) (**Figura 11.3.1 - 44**) e nitrato (10.000 µg/L) (**Figura 11.3.2 - 45**).

Na **Figura 11.3.2 - 46** é possível observar que os teores de amônia são mais concentrados no período de seca e mais diluídos no período de chuvas.

A **Figura 11.3.2 - 47** também indica os poços/cisternas nos quais se registrou presença de coliformes fecais (pontos amostrados marcados em rosa). Assim, esta associação confirma a contaminação por meio de efluente doméstico.

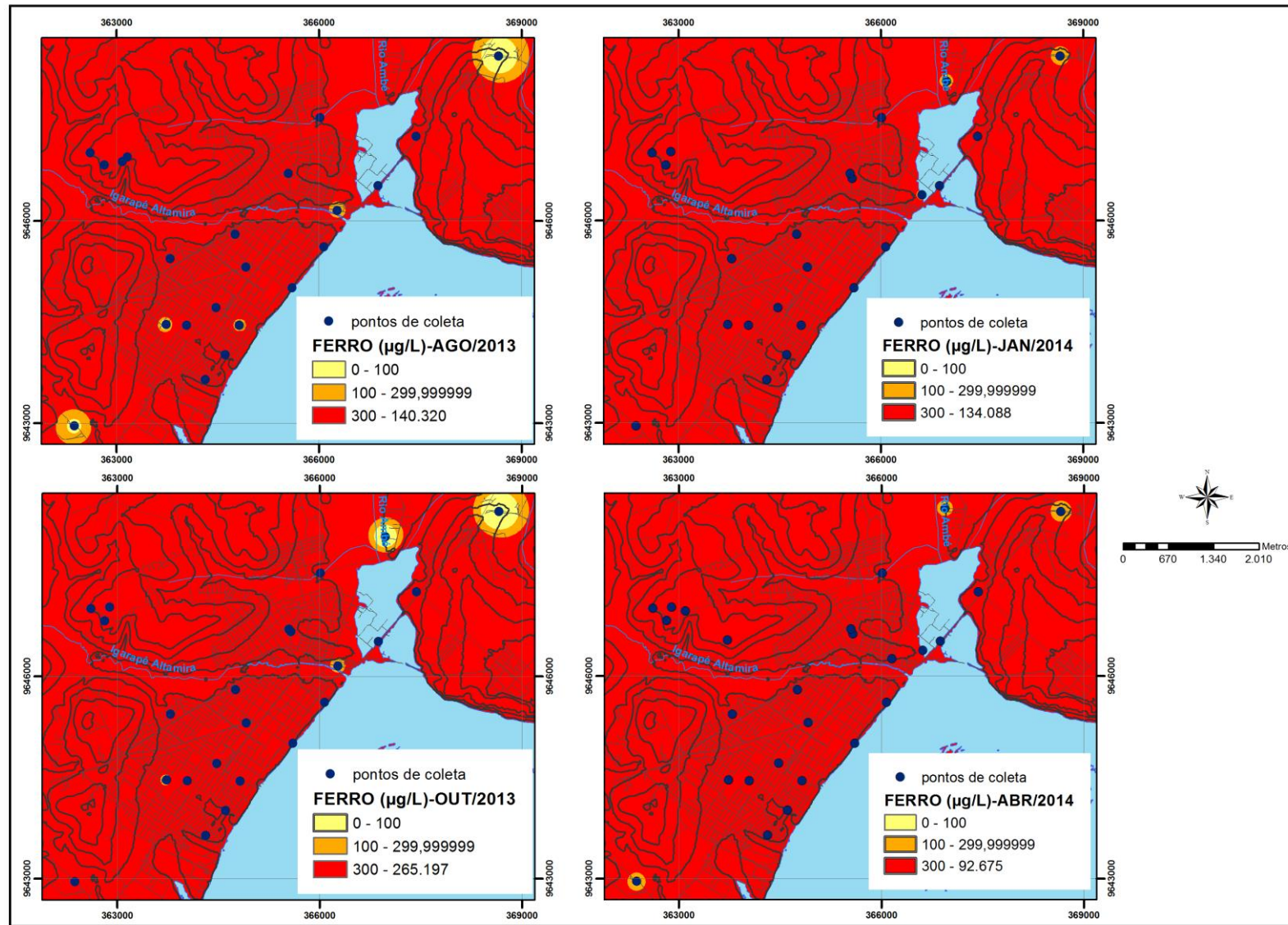


Figura 11.3.2 - 42 – Variação dos valores de ferro total, na área urbana de Altamira.



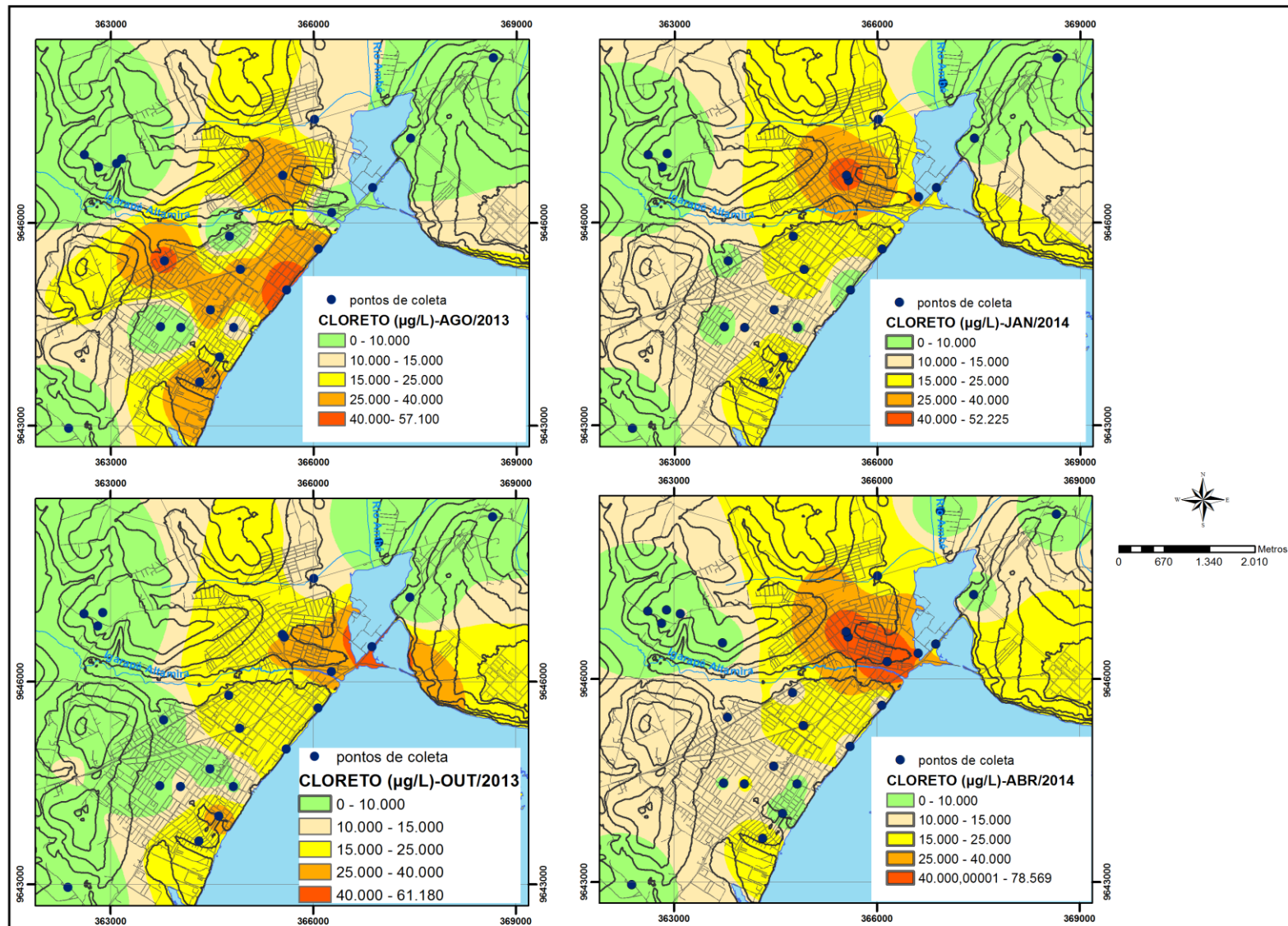


Figura 11.3.2 - 43 – Variação dos valores de cloreto, na área urbana de Altamira.

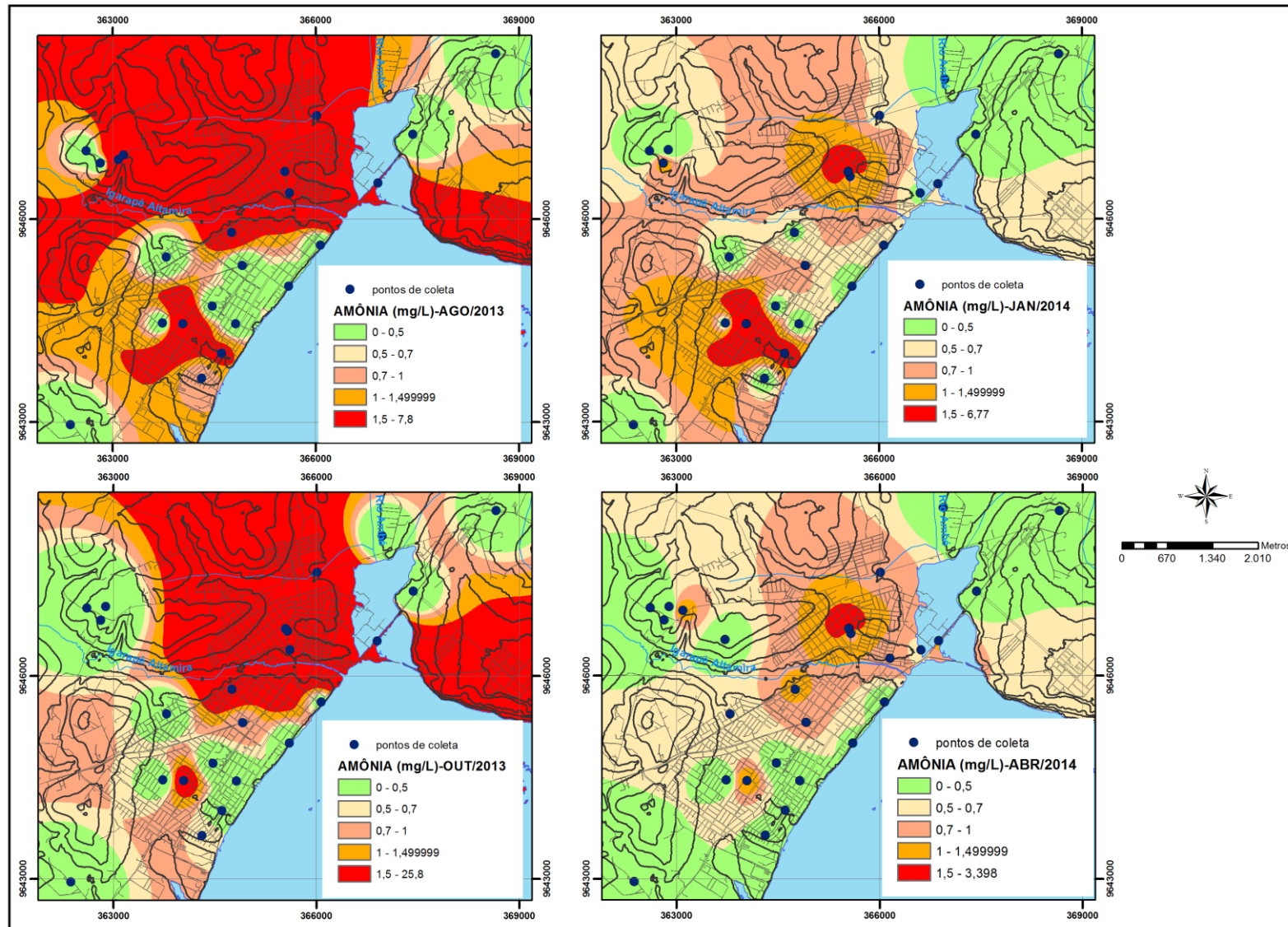
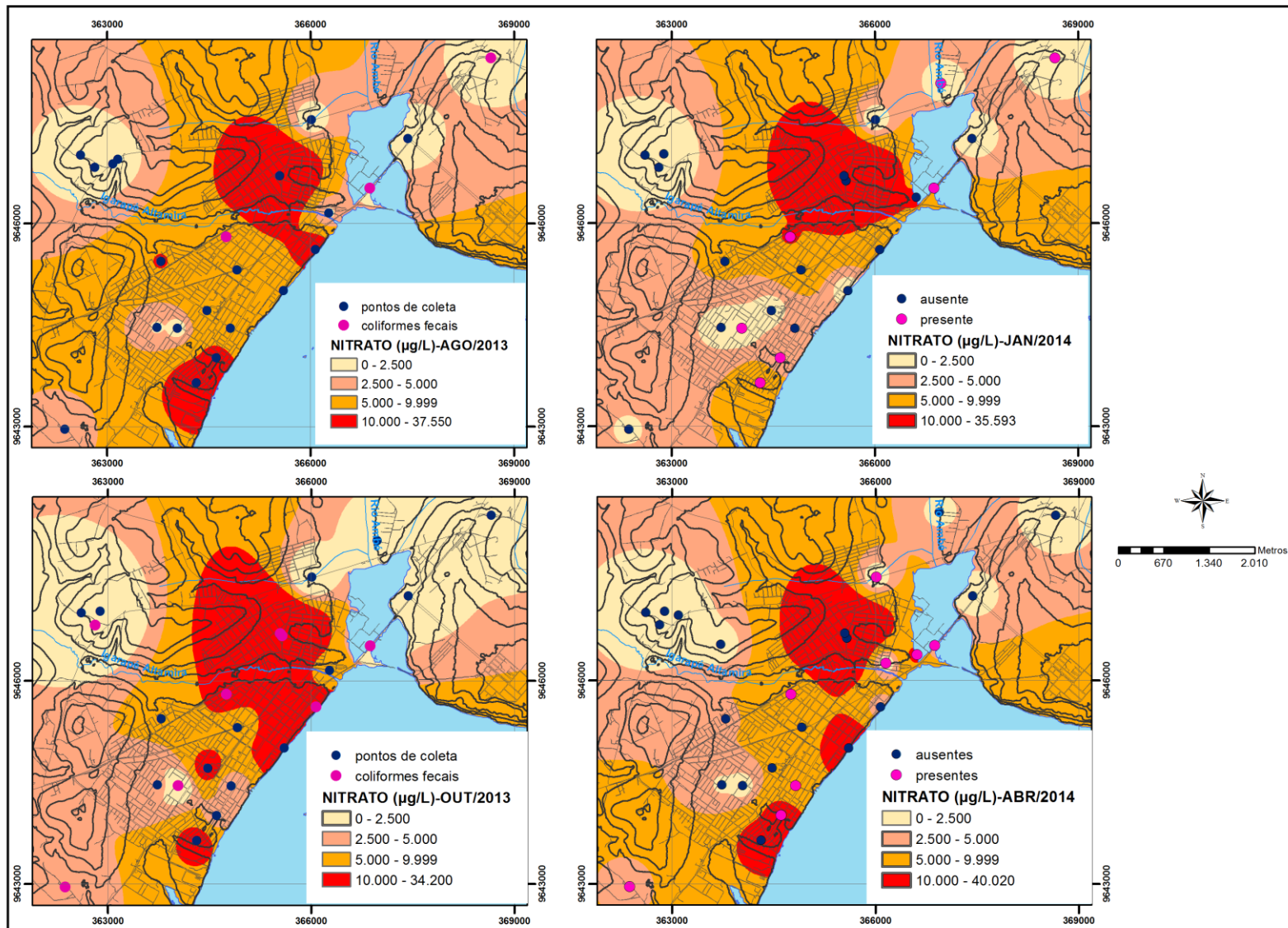


Figura 11.3.2 - 44 – Variação dos valores de amônia, na área urbana de Altamira.





**Figura 11.3.2 - 45 – Variação dos valores de nitrato, na área urbana de Altamira e poços/cisternas onde foi registrada presença de coliformes fecais (em rosa).**

A **Figura 11.3.2 - 46** apresenta o mapa da variação dos valores de chumbo na área urbana de Altamira.

Os pontos com valores maiores que o VMP (10 µg/L) estão sempre na área do antigo lixão de Altamira, ou nas proximidades do Igarapé Altamira ou do Igarapé Ambé. O chumbo pode entrar no meio ambiente através da mineração, fundição, processamento, usos, reciclagem e descarte. 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, sendo que a mesma pode ter origem a partir do antigo Lixão (mesmo com a existência da barreira hidráulica), mas também pode ser proveniente de escoamento superficial a partir de resíduos acumulados de forma irregular nas adjacências do antigo Lixão, ou adjacências dos pontos contaminados (como comumente observado) ou ainda pode ser proveniente de atividades agrícolas anteriormente desenvolvidas na porção a noroeste e nordeste da área do antigo Lixão.

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

Valores acima de 10 µg/L de chumbo também já foram registrados, em algumas das campanhas trimestrais, na área de entorno dos futuros reservatórios (Reservatório do Xingu PZ-RX4, PZ-RX5, PZ-RX6, PZ-RX7 e PZ-RX9 e Reservatório Intermediário PZ-RI1, PZ-RI3, PZ-RI7 e PZ-RI8). A possível origem deste elemento será verificada nas próximas campanhas, caso permaneçam teores anômalos.

A **Figura 11.3.2 - 47** apresenta o mapa da variação dos valores de pH, na área urbana de Altamira. A maior parte da área apresenta valores fora do padrão de potabilidade, porém as águas ácidas a levemente ácidas são comuns na região, devido ao regime de precipitação que é a principal fonte de recarga, além dos tipos de solos observados na região, que são naturalmente ácidos (com destaque para os latossolos).

A **Figura 11.3.2 - 48** apresenta o mapa da variação dos valores de turbidez (VMP é 5). Observa-se que os valores são mais elevados no período de seca.

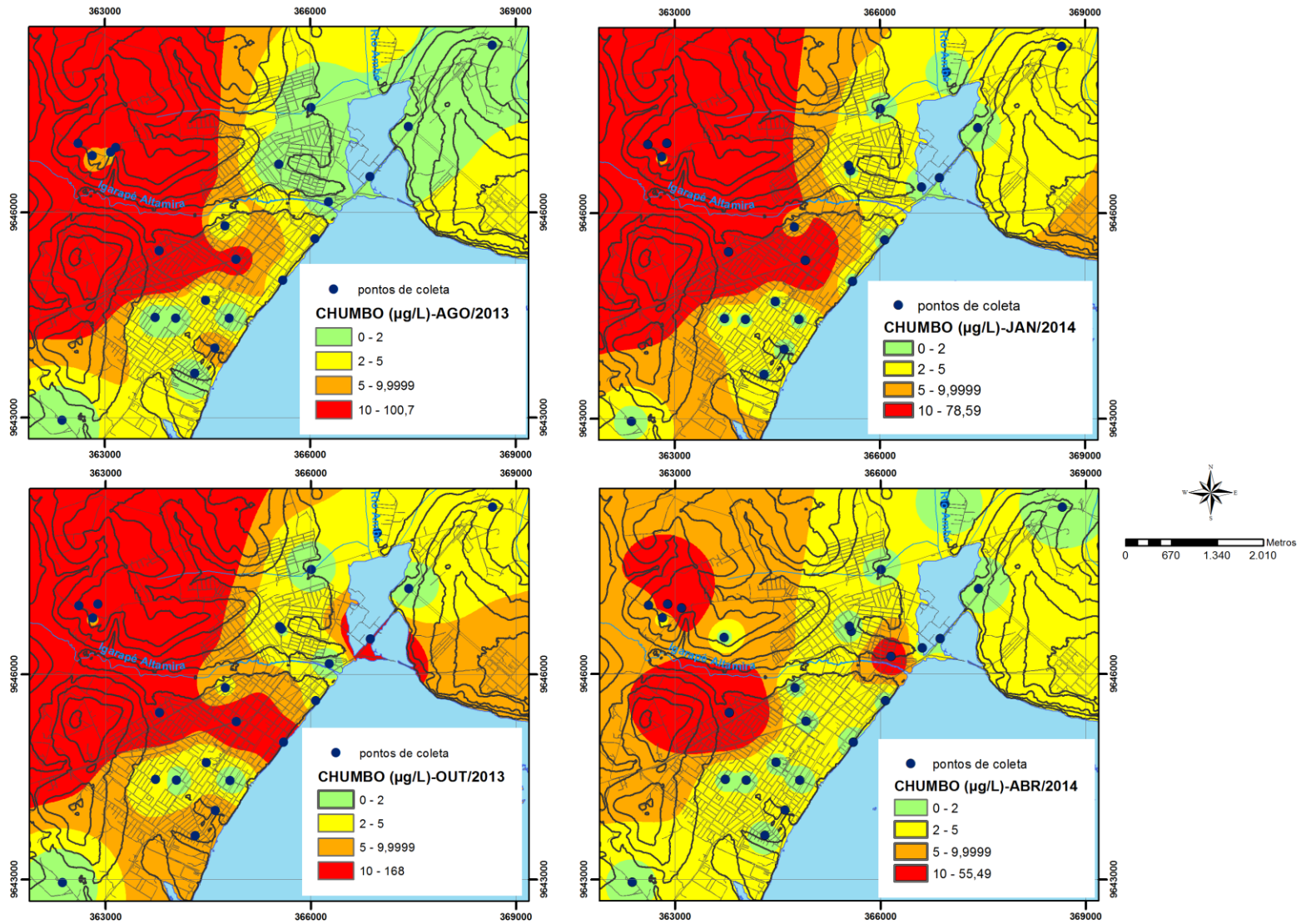


Figura 11.3.2 - 46 – Variação dos valores de chumbo, na área urbana de Altamira.



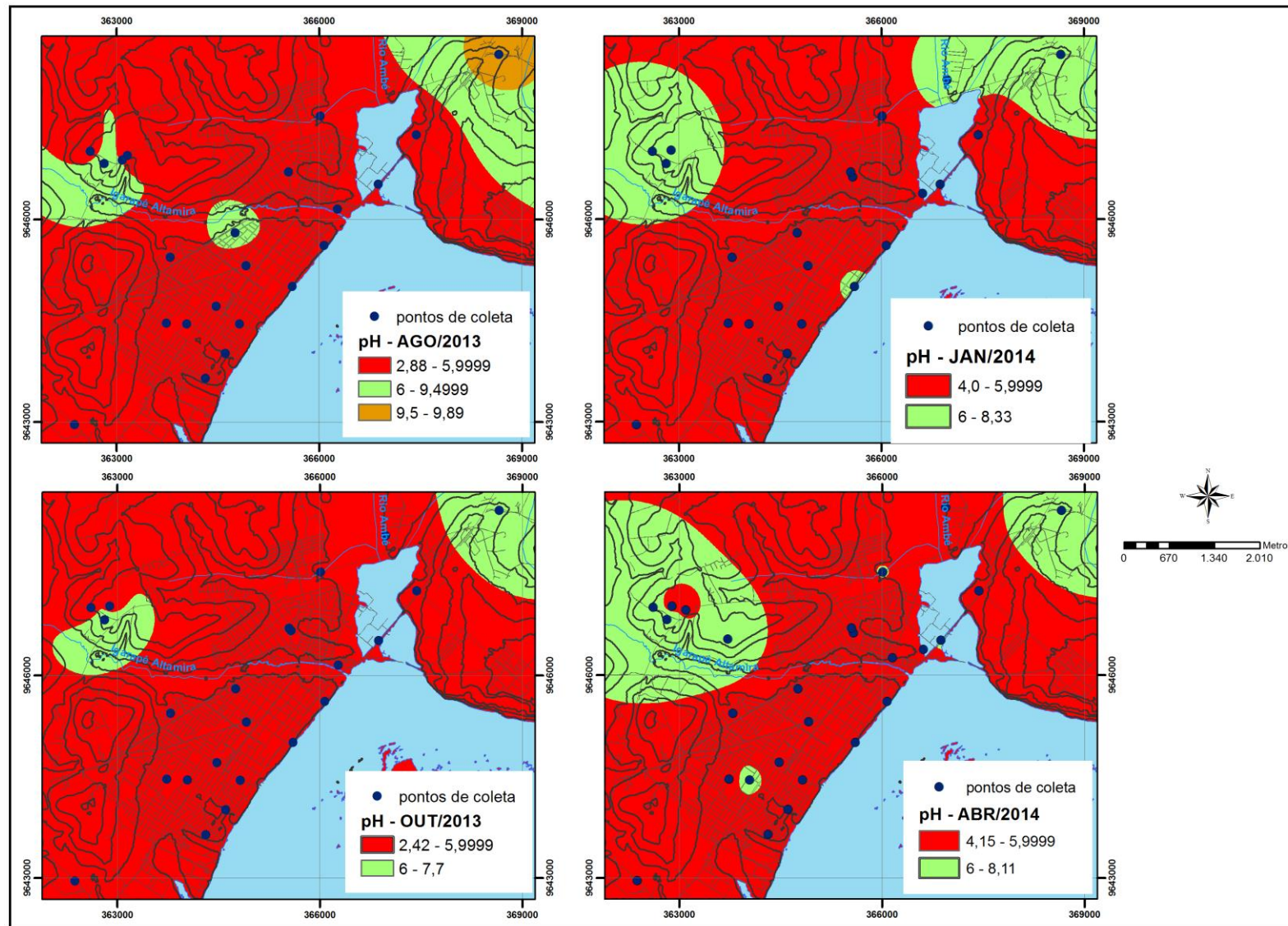


Figura 11.3.2 - 47 – Variação dos valores de pH, na área urbana de Altamira.

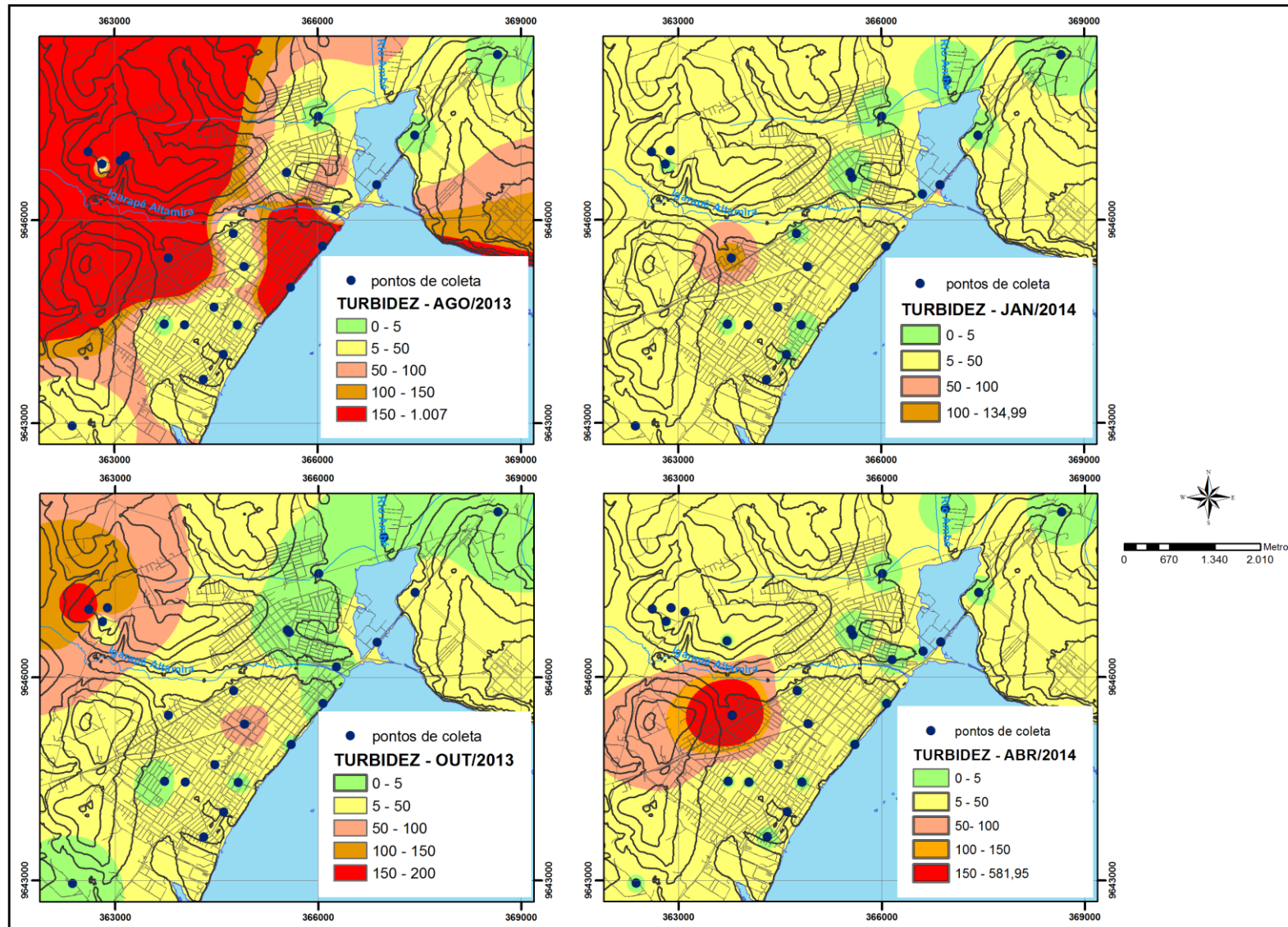


Figura 11.3.2 - 48 – Variação dos valores de turbidez, na área urbana de Altamira.

#### 11.3.2.2.11. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Os resultados obtidos mostram que existe certa tendência de algumas variáveis se manterem fora dos valores máximos permitidos, principalmente turbidez, coliformes, nitrato, ferro total, alumínio, manganês e chumbo. Cor aparente, cromo, níquel, mercúrio e arsênio também se apresentaram fora dos limites de potabilidade, principalmente em período de seca, onde há menor recarga e conseqüente diminuição de diluição.

A turbidez é um indicador sanitário utilizado como padrão de aceitação da água para consumo humano. Segundo a FUNASA (2006), a turbidez da água é devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. Pode favorecer a decantação de flocos pesados, além de dificultar os processos de desinfecção protegendo microrganismos no contato direto com os desinfetantes à base de cloretos ou hipocloritos. Também pode ser resultado da presença de algas, plâncton, matéria orgânica e outras substâncias como o ferro e manganês (elementos também identificados nas análises) e areia, oriundos de processo natural de erosão, de despejos domésticos e industriais ou das condições construtivas dos próprios poços que permitem a entrada de argilas da formação para o seu interior. No caso em estudo, o aumento da turbidez é atribuído à própria argila e argilominerais aderidos no interior da tubulação dos poços. Não é um atributo do aquífero, pois de forma geral as águas subterrâneas não mostram elevada turbidez.

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

Um dos principais indicadores de contaminação microbiológica da água são as bactérias do grupo coliforme, geralmente provenientes da contaminação pelas fezes humanas e de outros animais. A água para consumo potável não pode conter bactérias do grupo coliforme, principalmente termotolerantes, como as que aparecem nos resultados encaminhados pelo laboratório, pois indica ocorrência de bactérias patogênicas. A contaminação por coliformes é mais comum em cisternas, devido à dificuldade de sua vedação, possibilitando a entrada de diferentes tipos de elementos externos (inclusive por escoamento superficial em alguns casos, ou pela queda de pequenos animais). A forma de retirada das águas com uso de balde e sarilho também favorece a contaminação, por haver em muitos casos contato direto entre usuários e os recipientes. , A retirada da água das cisternas (ou poços escavados) deve ser feita com auxílio de bombas submersíveis com tamponamento total da boca do poço por laje de concreto e deve-se evitar o uso de tampas de madeira que permitem o desenvolvimento e aderência de insetos (cupim, formiga) e aracnídeos, além de suas



colônias e casulos. No entanto, estas recomendações não são aplicadas pelos usuários dessas cisternas na região de estudo.

Concentrações superiores a 3,0 mg/L de nitrato em águas subterrânea são indicativas de contaminação por atividades antropogênicas (ALABURDA & NISHIHARA, 1998). A cidade de Altamira ainda não possui sistema de saneamento, portanto a população utiliza fossas negras, muitas vezes, escavadas até o nível freático, atingindo diretamente a zona saturada do aquífero. Outro agravante é a proximidade de tais fossas aos poços e cisternas utilizados para o abastecimento de água doméstico. A série nitrogenada (amônia, nitrito e nitrato) é especialmente útil para verificar a contaminação por efluentes domésticos, uma vez que não há nenhum mineral (ígneo ou metamórfico) que contenha nitrogênio em sua estrutura química. Quando as substâncias nitrogenadas se elevam progressivamente com o aumento do sódio e do cloreto, pode-se confirmar que a fonte da contaminação é oriunda de efluentes domésticos, sendo que a forma nitrogenada provém da uréia e o sódio e cloreto do excesso de sal de cozinha (NaCl) consumido pela população.

Segundo KUNITO *et al.* (2004), o manganês e o ferro, metais amplamente distribuídos no ambiente, podem ser de origem natural ou humana. O ferro e o manganês em estado de oxidação  $3+$  (forma mais oxidada e pouco solúvel) não causam problemas ao ser humano. Quando em estado reduzido ( $Fe^{2+}$  e  $Mn^{2+}$ ) estes metais são tóxicos aos seres vivos, sendo causa de problemas neurológicos quando ingeridos por prolongado período de tempo. As formas encontradas na maior parte da área em estudo são oxidados, em função da grande aeração dos solos. As análises de ferro e manganês são de Fe total e de Mn total; para se determinar a espécie química (mais oxidada ou mais reduzida) seria necessário realizar análises específicas, em geral não disponíveis em laboratórios comerciais. Portanto, a distribuição generalizada de ferro observada nos mapas da **Figura 11.3.2 - 42** não deve ser motivo de preocupação, pois o ferro encontrado nestes ambientes está na forma oxidada e não reduzida.

O alumínio, elemento químico mais abundante na crosta terrestre, tem ocorrência bastante comum na composição de rochas e do solo. Segundo FREITAS *et al.* (2001), assim como outros metais existentes naturalmente no solo (ferro, manganês), pode ser mobilizado de sua forma original para a forma dissolvida em águas subterrâneas. Isto se deve à alteração de pH e de potencial redutor (Eh) causada pelos líquidos oriundos de fossa negras e/ou chorumes de lixões ao atingirem os lençóis freáticos. Estudos realizados na área de saúde apontam o alumínio como um composto neurotóxico (MEYER-BARON *et al.*, 2007). Na área em estudo o alumínio não é preocupante, uma vez que, dentro das faixas de pH e Eh medidas este metal forma óxidos e hidróxidos (alumina, gibisita, entre outros) e se mantém inerte no ambiente hidrogeológico.

O chumbo, segundo BEREZUK & GASPARETTO (2002), é um elemento muito comum nas atividades industriais que geram resíduos não degradáveis, compostos principalmente de metais pesados, bem como nas atividades agrícolas, sendo utilizado na composição de pesticidas e herbicidas. O chumbo, depois de ingerido, não é eliminado pelo organismo, sendo, portanto, cumulativo (KLAASEN, 1985), e pode causar danos ao sistema nervoso central. Na área urbana de Altamira existe uma

porção situada a noroeste em que há teores acima de 10 µg/L. Este fato pode ser atribuído à contaminação difusa ou a processos naturais.

O mercúrio foi detectado em três pontos (ALT-C19 em dezembro/2012, ponto próximo a um posto de combustível na zona urbana de Altamira, que já passou por medidas de remediação, conforme relatado por moradores da área; PZ-RI5, em março/2013, área rural na qual não foi detectada nenhuma atividade além da agricultura; e PZ-RI2 em abril/2014 também em zona rural sem atividade agrícola). Ressalta-se que estas ocorrências têm sido apenas pontuais e estão sendo verificadas a cada coleta trimestral. O mercúrio é um metal naturalmente encontrado na crosta terrestre, ocorrendo no ar, no solo e na água. Este metal assume diversas formas químicas, que podem ser divididas nas seguintes categorias: mercúrio metálico ou elementar (Hg), mercúrio inorgânico, principalmente na forma de sais mercúricos (HgCl<sub>2</sub>, HgS) e mercurosos (Hg<sub>2</sub>Cl<sub>2</sub>), e mercúrio orgânico, ligado a radicais de carbono, por exemplo metilmercúrio e etilmercúrio.

Podem ser observados níveis elevados de mercúrio em atividades econômicas, como fábricas de cloro-soda, mineração de ouro, minas de mercúrio, fábricas e recicladoras de lâmpadas fluorescentes, fábricas de termômetros, refinarias, clínicas dentais e fábricas de pilhas. O mercúrio pode ser ainda usado como conservante de vacinas, em cosméticos e sabões clareadores, e na forma de agrotóxicos. Estes usos estão proibidos no Brasil, sendo apenas permitido o uso de mercúrio como anti-séptico, na forma de timerosal (etilmercúriotiossalicilato de sódio) para conservação de algumas vacinas (MMA, 2014).

O cromo pode ser disponibilizado por meio de atividades antrópicas relacionadas a processos químicos: a cromita (mineral) é transformada em vários produtos químicos essenciais. Por exemplo, 4% da cromita são convertidas em óxido de cromo (VI), usado nas cromações (galvanoplastias) e como oxidante, 15% dela são destinados à fabricação de produtos químicos utilizados em pigmentos e curtumes. Também são fontes potenciais de cromo a siderurgia, fundições, indústria do cimento e de pilhas. Fontes não naturais de cromo também ocorrem em lixões, incineradores, aterros sanitários, aterros industriais, bem como em disposições de resíduos como lodo de curtumes. Também são fornecedores de cromo os fertilizantes que em sua composição contenham níveis apreciáveis de cromo, como os nitrogenados, os fosfatados e os superfosfatados.

Os dados apresentados mostram que, como esperado, existe influência sazonal natural na região. Na área urbana de Altamira, como já mencionado em relatórios anteriores, as áreas com cotas topográficas menores que 100 metros são as que mais apresentam variações dos níveis nos diferentes períodos do ano. Essas áreas seguem a orla do rio Xingu adentram a cidade seguindo os igarapés e indicam os locais mais favoráveis à influência da subida do lençol freático. Nos locais com declividade menos acentuada, espera-se que a influência da elevação do nível freático seja mais acentuada.

A formação dos reservatórios pode acarretar impactos positivos e negativos. Como impactos positivos podem ser citados: maior circulação e recarga da água subterrânea



(que deverá infiltrar a partir do lago em direção à zona saturada); aumento da disponibilidade e facilidade de acesso à água subterrânea (em função da maior proximidade da zona saturada à superfície) e subirrigação na Área de Preservação Permanente (com aumento da biomassa nesta faixa).

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

É importante salientar que qualquer impacto apenas poderá ser verificado após a formação e estabilização dos reservatórios artificiais e que qualquer impacto apenas é esperado em uma restrita faixa marginal ao lago ou ao longo de faixas marginais de igarapés que contribuem diretamente com os reservatórios.

A formação do reservatório poderá influenciar de forma positiva ou negativa na qualidade das águas freáticas. Caso as águas do reservatório apresentem problemas de qualidade, espera-se uma tendência de perda de qualidade das águas freáticas, uma vez que durante o enchimento haverá inversão do sentido do fluxo que migrará do reservatório em direção aos aquíferos freáticos. Porém, se houver manutenção de um bom índice de qualidade das águas do Reservatório Xingu haverá a tendência de melhoria da qualidade das águas freáticas, pois os teores elevados de nitrato, cloreto, sódio e outras substâncias deverão ser diluídos.

Um aspecto importante que deverá controlar a qualidade das águas freáticas será a condição de recarga dos aquíferos a partir das áreas urbanas. Quanto maior a recarga natural por águas de precipitação pluvial (reconhecidamente de excelente qualidade) maior será a tendência de manutenção de bons índices de qualidade das águas subterrâneas freáticas e profundas.

As informações obtidas até o momento, não mostram nenhuma fonte de contaminação relacionada diretamente à implantação do empreendimento. Os dados das análises físico-químicas das águas mostram que o principal foco de contaminação é a questão do saneamento in situ, isto é, utilização de fossas e sumidouros ou fossas negras que resultam na infiltração de efluentes domésticos nos aquíferos. Esta carga contaminante de grande volume e com ampla persistência migra através da zona vadosa e alcança a zona saturada.

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

#### 11.3.2.2.12. CRONOGRAMA GRÁFICO

O cronograma a seguir ilustra o desenvolvimento das atividades no cronograma atual que foi aprovado junto ao IBAMA em março/2012. Os espaços preenchidos pela cor laranja representam o que foi estabelecido e proposto; e as linhas preenchidas em amarelo, o que já foi executado. Além disto, os espaços amarelos hachurados são atividades previstas e ainda não executadas até o final do programa. O cronograma tem sido mantido de forma normal e contínua sem qualquer tipo de necessidade de adequação ou alteração.

## PACOTE DE TRABALHO: 11.3.2 Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas

Atividades   Produtos		<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <span>Desvio do rio pelo vertedouro (sítio Fimental) ▼</span> <span>▼</span> <span>Início enchimento Reserv. Xingu - Emissão prevista da LO da casa de força complementar ▼</span> <span>▼</span> <span>Início geração comercial da 1ª UG CF Complementar ▼</span> <span>▼</span> <span>Enchimento Reserv. Interm. - LO Casa de Principal (Belo Monte) ▼</span> <span>▼</span> <span>Entrada operação última UG da CF Complementar ▼</span> <span>▼</span> <span>Início geração comercial CF Principal ▼</span> </div>																											
		2011				2012				2013				2014				2015				2016							
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4				
<b>CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO</b>																													
11	<b>11. PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS</b>																												
11.3	<b>11.3 Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas</b>																												
11.3.2	<b>11.3.2 Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas</b>																												
1	Coletas de amostras de água																												
1	Coletas de amostras de água																												
2	Processamento das amostras																												
2	Processamento das amostras																												
3	Relatórios semestrais consolidados																												
3	Relatórios semestrais consolidados																												
4	Elaboração de relatórios semestrais consolidados																												
4	Elaboração de relatórios semestrais consolidados																												

### LEGENDA

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

### 11.3.2.3. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS

A manutenção da rede de monitoramento é fundamental para que se possa continuar desenvolvendo as atividades previstas no PBA, bem como para se alcançar as metas estabelecidas para este projeto. Portanto, a inspeção de toda rede e sua manutenção deve continuar em execução.

Afim 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 etc., os arredores dos pontos nos quais são identificadas anormalidades são inspecionados durante as coletas trimestrais.

Sempre que forem identificadas dificuldades sistemáticas nas coletas trimestrais dos pontos cadastrados (cisternas e poços já existentes e utilizados para consumo), principalmente em função da falta de acesso, tais pontos são substituídos por outro ponto nas proximidades.

### 11.3.2.4. EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO

PROFISSIONAL	FORMAÇÃO	FUNÇÃO	REGISTRO ÓRGÃO DE CLASSE	CADASTRO TÉCNICO FEDERAL - CTF
Prof. Dr. José Eloi Guimarães Campos	Geólogo, Dr.	Coordenador Geral	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

### 11.3.2.5. ANEXOS

**Anexo 11.3.2 - 1 – Referências Bibliográficas**

**Anexo 11.3.2 - 2 – Metodologias Aplicadas**

**Anexo 11.3.2 - 3 – Mapa de localização da rede de monitoramento em Altamira**

**Anexo 11.3.2 - 4 – Mapa de localização da rede de monitoramento na região do Reservatório Xingu**

**Anexo 11.3.2 - 5 – Mapa de localização da rede de monitoramento na região do Reservatório Intermediário**

**Anexo 11.3.2 - 6 – Fichas de campo atualizadas (abril/2014)**

**Anexo 11.3.2 - 7 – Resultados dos parâmetros medidos *in situ* referentes à Coleta Trimestral 7**

**Anexo 11.3.2 - 8 – Resultados das análises físico-químicas referentes à Coleta Trimestral 7**

**Anexo 11.3.2 - 9 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 7**

**Anexo 11.3.2 - 10 – Resultados dos parâmetros medidos *in situ* referentes à Coleta Trimestral 8**

**Anexo 11.3.2 - 11 – Resultados das análises físico-químicas referentes à Coleta Trimestral 8**

**Anexo 11.3.2 - 12 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 8**