

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” 11.3.2-11	
11.3.2.2.2.	GRÁFICOS - NITRATO X NITRITO X AMONIA	11.3.2-24
11.3.2.2.3.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE PH ...	11.3.2-31
11.3.2.2.4.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE TDS.	11.3.2-33
11.3.2.2.5.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS TEORES DE SÓDIO... 35	11.3.2-35
11.3.2.2.6.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE POTÁSSIO 11.3.2-38	
11.3.2.2.7.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE CÁLCIO 11.3.2-40	
11.3.2.2.8.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE MAGNÉSIO 11.3.2-42	
11.3.2.2.9.	GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE CLORETO 11.3.2-43	
11.3.2.2.10.	DISCUSSÃO DOS RESULTADOS.....	11.3.2-46
11.3.2.2.11.	CRONOGRAMA GRÁFICO.....	11.3.2-48
11.3.2.3.	ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS	11.3.2-50
11.3.2.4.	EQUIPE RESPONSÁVEL PELA IMPLEMENTAÇÃO NO PERÍODO 11.3.2-51	
11.3.2.5.	ANEXOS	11.3.2-52

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

O Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas tem como objetivo principal acompanhar possíveis alterações na composição físico-química e bacteriológica das águas freáticas, que possam vir a comprometer sua qualidade, durante a implantação do reservatório. Nesse contexto, é priorizada a região urbana de Altamira, incluindo o perímetro do lixão da cidade, o trecho a jusante do Sítio Pimental, além das comunidades de Belo Monte (Município Vitória do Xingu) e Belo Monte do Pontal (Município Anapú).

Nesta etapa, pretendeu-se caracterizar os valores de *background* ou de *baseline* das principais substâncias e posteriormente, com a formação dos lagos, verificar se ocorrerão eventuais modificações desta qualidade.

A rede de monitoramento da qualidade das águas subterrâneas é composta por poços e cisternas cadastradas durante a etapa de inventário complementar, além de poços de monitoramento instalados especificamente para este fim, no âmbito do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas. Estes últimos são os mais recomendados para esse tipo de monitoramento, já que são protegidos de forma efetiva de possíveis contaminações oriundas da superfície, ao contrário das cisternas, além de não sofrerem influência dos cones de rebaixamento ocasionados pela exploração de água, nos poços utilizados para abastecimento doméstico. As amostragens são trimestrais, de acordo com a definição do IBAMA.

Durante o segundo semestre de 2012, foram instalados os poços de monitoramento e foram realizadas duas campanhas para coleta de amostras para análise da qualidade das águas. Durante este período também foram processados e analisados todos os dados de campo e laboratoriais, e foi confeccionado o 3º Relatório Consolidado.

11.3.2.2. EVOLUÇÃO DAS ATIVIDADES, SEUS RESULTADOS E AVALIAÇÃO

As atividades vinculadas a este Projeto estão sendo desenvolvidas dentro do cronograma aprovado pelo IBAMA, no âmbito do monitoramento da qualidade das águas subterrâneas. Este relatório apresenta as atividades desenvolvidas no 1º semestre de 2013, das quais se destacam:

- Duas Coletas Trimestrais realizadas em fevereiro e abril-maio/2013;
- Processamento, análise e interpretação de todos os dados e resultados laboratoriais obtidos até o momento;
- Revisão do 3º Relatório consolidado.

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”.

Cada grupo de pontos (poços rasos e cisternas - Altamira; poços de monitoramento - Altamira; Sítio Pimental; Belo Monte-Belo Monte do Pontal; Reservatório Xingu e Reservatório Intermediário) foi representado graficamente em diagramas de Piper que são gráficos hidroquímicos que ilustram, sinteticamente, as principais características químicas de uma amostra d'água, quanto a seus íons dominantes (cátions principais: Ca^{2+} , Mg^{+2} , Na^+ e K^+ e ânions principais: HCO_3^- , Cl^- , SO_4^{2-}). Tais gráficos, confeccionados para as diferentes campanhas, são uma ferramenta relevante para a identificação de possíveis variações temporais ou espaciais que possam ocorrer em função de sazonalidade ou por problemas de contaminação.

Outros gráficos também foram confeccionados, para os mesmos grupos de amostras, contendo os valores obtidos nas diferentes campanhas, viabilizando uma interpretação mais detalhada, em relação à comparação dos resultados de nitrato, nitrito, amônia; pH; sólidos totais dissolvidos - TDS, sódio; potássio; cálcio; magnésio e cloreto.

As referências bibliográficas estão apresentadas no **Anexo 11.3.2 - 1**. Os materiais e métodos são apresentados no **Anexo 11.3.2 - 2**. O Banco de Dados do Projeto é trimestralmente atualizado e está disponível em formato digital.

A rede de monitoramento, como já mencionado nos relatórios anteriores, foi definida após avaliação das condições em campo quanto à possibilidade de amostragem dos poços existentes e cadastrados, bem como considerando os poços de monitoramento instalados exclusivamente para esse fim. Os mapas de localização da rede de monitoramento estão apresentados no **Anexo 11.3.2 - 3** ao **Anexo 11.3.2 - 5**.

O **Quadro 11.3.2 - 1** apresenta a rede de monitoramento, amostrada trimestralmente, com o código atribuído a cada ponto, coordenadas UTM e correlação com os pontos sugeridos no PBA, quando for o caso.

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
ALT_C2	Cisterna/cacimba	364820	9644448	PR57
ALT_C6	Cisterna/cacimba	362373	9642955	PR04
ALT_C17	Cisterna/cacimba	368705	9646517	PR34
ALT_C19	Cisterna/cacimba	365574	9646662	PR47
ALT_C26 ⁽¹⁾	Cisterna/cacimba	365612	9646385	PR40
ALT_PT4	Poço tubular/raso	362816	9646822	PT23
ALT_PT7	Poço tubular/raso	363734	9644462	PR52
ALT_PT9	Poço tubular/raso	366013	9647529	PR30
ALT_PT10	Poço tubular/raso	366976	9648068	PR29
ALT_PT29	Poço tubular/raso	368661	9648443	PT05
SP_C1	Cisterna/cacimba	395981	9604881	
SP_C2	Cisterna/cacimba	397367	9605771	PR02
SP_PT1	Poço tubular/raso	399210	9601131	
BM_PT1	Poço tubular/raso	422336	9654091	
BM_PT2	Poço tubular/raso	422548	9654042	
BM_PT3	Poço tubular/raso	422322	9654368	
BMP_C1	Cisterna/cacimba	422484	9655633	
BMP_C2	Cisterna/cacimba	422193	9655060	
BMP_PT1	Poço tubular/raso	422171	9655010	
BMP_PT2	Poço tubular/raso	422226	9655053	
PZ_ALT3	Poço instalado pela Executora	366155	9646258	PZ7
PZ_ALT4	Poço instalado pela Executora	365546	9646699	PZ8
PZ_ALT7	Poço instalado pela Executora	364914	9645310	PZ12
PZ_ALT8	Poço instalado pela Executora	364755	9645799	PZ13
PZ_ALT9	Poço instalado pela Executora	366074	9645613	PZ15
PZ_ALT11	Poço instalado pela Executora	365603	9645007	PZ17
PZ_ALT12	Poço instalado pela Executora	367438	9647250	PZ18
PZ_ALT13	Poço instalado pela Executora	364607	9644011	PZ19
PZ_ALT14	Poço instalado pela Executora	364312	9643642	PZ20
PZ_ALT16	Poço instalado pela Executora	364037	9644450	PZ22

PONTO	TIPO	X	Y	CORRELAÇÃO COM PONTOS SUGERIDOS NO PBA
PZ_ALT17	Poço instalado pela Executora	363791	9645436	PZ23
PZ_ALT18	Poço instalado pela Executora	364474	9644707	PZ24
PZ_LX_ALT1	Poço instalado pela Executora	363158	9646946	
PZ_LX_ALT2	Poço instalado pela Executora	363084	9646873	
PZ_LX_ALT3	Poço instalado pela Executora	362609	9647004	
PZ_LX_ALT4	Poço instalado pela Executora	363046	9646840	
PZ_LX_ALT6	Poço instalado pela Executora	362889	9647025	
PZ_RAPELD	Poço instalado pela Executora	413660	9640475	
PZ_RX_2	Poço instalado pela Executora	358311	9621840	
PZ_RX_3	Poço instalado pela Executora	361690	9628401	
PZ_RX_4	Poço instalado pela Executora	364480	9639917	
PZ_RX_5	Poço instalado pela Executora	373231	9645182	
PZ_RX_6	Poço instalado pela Executora	382321	9645612	
PZ_RX_7	Poço instalado pela Executora	382591	9641561	
PZ_RX_8	Poço instalado pela Executora	385334	9639748	
PZ_RX_9	Poço instalado pela Executora	387424	9636885	
PZ_RX_10	Poço instalado pela Executora	400645	9621090	
PZ_RI_1	Poço instalado pela Executora	408985	9630025	
PZ_RI_2	Poço instalado pela Executora	406724	9644779	
PZ_RI_3	Poço instalado pela Executora	404043	9636322	
PZ_RI_4	Poço instalado pela Executora	417663	9642871	
PZ_RI_5	Poço instalado pela Executora	414323	9648733	
PZ_RI_6	Poço instalado pela Executora	411625	9650373	
PZ_RI_7	Poço instalado pela Executora	422695	9655291	
PZ_RI_8	Poço instalado pela	422222	9654323	

PONTO	TIPO	X	Y	CORRELAÇÃO COM PONTOS SUGERIDOS NO PBA
	Executora			

- (1) O ponto ALT-C25 foi lacrado pelo proprietário; portanto foi substituído pelo ponto ALT-C26, considerando as características similares, que permitem a substituição sem alterar os parâmetros analisados e o objetivo do monitoramento.

A Coleta Trimestral 2 foi realizada em dezembro/2012. Ressalta-se que em alguns pontos a coleta de água não foi viável. Seguem as justificativas para as amostragens não realizadas:

- BM_PT3: A bomba não pôde ser acionada, devido a problemas elétricos;
- PZ_LX_ALT2: Boca do poço alagada, impedindo o acesso;
- PZ_LX_ALT1 e PZ_LX_ALT4: Poços inutilizados, tendo em vista a total remoção da proteção externa instalada (manilha de concreto com tampa e proteção interna com tampa e cadeado) - conforme nota técnica encaminhada a Norte Energia - NT_Nº04_PMDAS_PMQAS_08_03_2013_AMBT;
- PZ_LX_ALT6, PZ_RX_4, PZ_RI_3 e PZ_RI_7: Poços quase secos. O volume de água retirado só possibilitou a medição dos parâmetros analisados em campo (Temperatura, pH, Condutividade, Totais de Sólidos Dissolvidos - TDS e Oxigênio Dissolvido - OD);
- PZ_RX_8: Poço colapsado; e,
- PZ_RAPELD, PZ_RX_3, PZ_RI_4, PZ_RI_6 e PZ_RI_8: Poços totalmente secos.

Os resultados das análises são apresentados nos **Anexos 11.3.2 - 6** ao **Anexo 11.3.2 - 8**. Os laudos laboratoriais são apresentados no **Anexo 11.3.2 - 9**.

A Coleta Trimestral 3 foi realizada no período de 24 de fevereiro a 03 de março. Ressalta-se que em alguns pontos a coleta de água não foi viável. Seguem as justificativas para essas amostragens não realizadas:

- ALT_PT9: A residência se encontrava trancada;
- PZ_RI_3, PZ_RI_4 e PZ_RI_6: Poços secos;
- PZ_RX_3 e PZ_RAPELD: Acesso não permitido pelos proprietários das respectivas áreas;
- PZ_RX_4 e PZ_LX_ALT6: Volume de água suficiente apenas para a medição de alguns parâmetros analisados no laboratório, além dos parâmetros de campo;

- PZ_RX_8: Poço colapsado;
- PZ_LX_ALT1 e PZ_LX_ALT4: Poços inutilizados, tendo em vista a total remoção da proteção externa instalada (manilha de concreto com tampa e proteção interna com tampa e cadeado);
- PZ_LX_ALT2: Boca do poço alagada, impedindo a coleta de água no mesmo;
- BMP_PT2: Tal poço pertence à prefeitura de Belo Monte do Pontal e está localizado em uma área fechada/trancada. Com a mudança de prefeito do município, o responsável pelos poços e cisternas foi substituído, e este não soube informar onde estaria a chave do local.

Os resultados das análises amostradas são apresentados nos **Anexos 11.3.2 - 10** ao **Anexo 11.3.2 - 12**. Os laudos laboratoriais são apresentados no **Anexo 11.3.2 - 13**.

A Coleta Trimestral 4 foi realizada no período de 25 de abril a 06 de maio, também não foi possível a coleta em todos os pontos. Seguem as justificativas para as amostragens não realizadas:

- PZ_RI_2: Revestimento quebrado nos primeiros metros, não foi possível descer nem o medidor de nível;
- PZ_RI_4 e PZ_RAPELD: Poços secos;
- PZ_RI_8: Boca do poço coberto por terra, devido às obras de terraplanagem na estrada próxima ao ponto;
- PZ_RX_3: Acesso não permitido pelos proprietários das respectivas áreas;
- PZ_RX_8: Poço colapsado;
- PZ_LX_ALT1 e PZ_LX_ALT4: Poços inutilizados, tendo em vista a total remoção da proteção externa instalada (manilha de concreto com tampa e proteção interna com tampa e cadeado);
- PZ_LX_ALT2: Boca do poço alagada, impedindo a coleta de água no mesmo;
- BMP_PT2: Tal poço pertence à prefeitura de Belo Monte do Pontal e, portanto está localizado em uma área fechada/trancada. Com a mudança de prefeito do município, o responsável pelos poços e cisternas foi substituído, e este não soube informar onde estaria a chave do local.

Os resultados das análises amostradas são apresentados nos **Anexos 11.3.2 - 14** ao **Anexo 11.3.2 - 16**. Os laudos laboratoriais são apresentados no **Anexo 11.3.2 - 17**.

O **Quadro 11.3.2 - 2** apresenta os parâmetros com valores fora dos Valores Máximos Permitidos - VMP's, para as quatro Coletas Trimestrais já realizadas.

Quadro 11.3.2 - 2 – Comparação de análises de resultados

COLETA	COLETA TRIMESTRAL 1 (set - out/2012)	COLETA TRIMESTRAL 2 (dez/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (fev - mar/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (abr - maio/2013)
PONTO	PARÂMETROS FORA DOS VMP'S			
ALT-C2	pH, turbidez, coliformes fecais, nitrogênio total	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro total e alumínio	pH e coliformes fecais	pH
ALT-C6	pH, coliformes fecais, nitrogênio total e alumínio	pH, coliformes fecais, ferro total, alumínio e chumbo total	pH	pH, coliformes fecais e alumínio
ALT-C17	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, nitrogênio total, ferro total, alumínio e manganês total	pH, coliformes fecais, ferro total e alumínio	pH, turbidez e ferro total	pH, turbidez, coliformes fecais e ferro total
ALT-C19	pH, coliformes fecais, nitrogênio total, ferro total e alumínio	pH, cor, nitrato, ferro total, alumínio e mercúrio total	pH, coliformes fecais e nitrato	pH, coliformes fecais e alumínio
ALT-C26	-	pH	pH e nitrato	pH, nitrato e amônia
ALT-PT4	-	Coliformes fecais	-	-
ALT-PT7	pH e ferro total	pH	pH	pH
ALT-PT9	pH e ferro total	pH, cor, turbidez e ferro total	Não Coletado	pH, sulfeto e ferro total
ALT-PT10	-	pH, cor, turbidez e ferro total	pH e coliformes fecais	pH e turbidez
ALT-PT29	pH	-	-	-
SP-C1	pH e coliformes fecais	-	pH e coliformes fecais	pH
SP-C2	pH, cor, turbidez, nitrogênio total e alumínio	pH e cor	pH, coliformes fecais, ferro total, alumínio e manganês total	pH, coliformes fecais, ferro total e alumínio
SP-PT1	Cor, turbidez, ferro total e manganês total	Cor	Ferro total e manganês total	Ferro total e manganês total
BM-PT1	Manganês total	Manganês total	Manganês total	Manganês total
BM-PT2	Cor, turbidez, coliformes	Ferro total e manganês total	Coliformes fecais, ferro total, chumbo	pH, turbidez, ferro total e manganês

COLETA	COLETA TRIMESTRAL 1 (set - out/2012)	COLETA TRIMESTRAL 2 (dez/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (fev - mar/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (abr - maio/2013)
PONTO	PARÂMETROS FORA DOS VMP'S			
	fecais, ferro total e manganês total		e manganês total	total
BM-PT3	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro total e manganês total	Não Coletado	Ferro total e manganês total	Ferro total e manganês total
BMP-C1	pH, turbidez, coliformes fecais, ferro total e alumínio	Coliformes fecais e ferro total	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais
BMP-C2	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro total e alumínio	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais	pH e coliformes fecais
BMP-PT1	-	Coliformes fecais e ferro total	pH	Turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total
BMP-PT2	Cor, turbidez, coliformes fecais, ferro total e manganês total	Turbidez, ferro total e manganês total	Não Coletado	Não Coletado
PZ-ALT3	Cor, turbidez, coliformes fecais, nitrogênio total, ferro total e manganês total	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
PZ-ALT4	pH, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	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
PZ-ALT7	Cor, turbidez, nitrogênio total, ferro total, alumínio e manganês total	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
PZ-ALT8	pH, cor, nitrogênio total, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Cor, coliformes fecais, ferro total e alumínio	pH, nitrato, alumínio e manganês total	Turbidez, coliformes fecais e alumínio

COLETA	COLETA TRIMESTRAL 1 (set - out/2012)	COLETA TRIMESTRAL 2 (dez/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (fev - mar/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (abr - maio/2013)
PONTO	PARÂMETROS FORA DOS VMP'S			
PZ-ALT9	pH, turbidez, nitrogênio total, ferro total, alumínio e manganês total	pH, cor nitrato, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total, manganês total	pH, nitrato, ferro total e alumínio	pH
PZ-ALT11	pH, cor, turbidez, nitrogênio total, ferro total, alumínio e manganês total	Coliformes fecais, ferro total, alumínio e manganês total	Ferro total, alumínio e manganês total	Turbidez, coliformes fecais, ferro total e manganês total
PZ-ALT12	cor, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	pH, cor, ferro total e manganês total	pH, ferro total e manganês total	pH, ferro total e manganês total
PZ-ALT13	pH, cor, turbidez e coliformes fecais	pH, ferro total e alumínio	pH, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, coliformes fecais, amônia, ferro total, alumínio e manganês total
PZ-ALT14	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, ferro total, alumínio e manganês total	pH	pH
PZ-ALT16	Cor, turbidez, nitrogênio total, amônia, ferro total e manganês total	Cor, amônia, ferro total e manganês total	Turbidez, amônia, ferro total e manganês total	Turbidez, amônia, ferro total e manganês total
PZ-ALT17	Cor, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	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
PZ-ALT18	pH, cor, nitrogênio total, ferro total e alumínio	pH, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total	pH
PZ-LX-ALT1	pH, cor, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Não Coletado	Não Coletado
PZ-LX-	Cor, turbidez,	Cor, turbidez,	pH, ferro total,	pH, turbidez, ferro

COLETA	COLETA TRIMESTRAL 1 (set - out/2012)	COLETA TRIMESTRAL 2 (dez/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (fev - mar/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (abr - maio/2013)
PONTO	PARÂMETROS FORA DOS VMP'S			
ALT3	ferro total, alumínio e manganês total	ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	chumbo total e manganês total	total, alumínio, chumbo total e manganês total
PZ-LX-ALT6	-	Não Coletado	pH, turbidez e coliformes fecais	pH e turbidez
PZ-RX-2	Cor, turbidez, ferro total, alumínio, níquel total e manganês total	Coliformes fecais, ferro total, alumínio e manganês total	-	pH e manganês total
PZ-RX-4	pH, nitrogênio total, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	pH	pH e turbidez	pH, amônia, ferro total, alumínio e manganês total
PZ-RX-5	pH, coliformes fecais, ferro total, alumínio e manganês total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, ferro total, alumínio e manganês total	pH
PZ-RX-6	Cor e turbidez	pH, ferro total, chumbo total e manganês total	Ferro total e manganês total	Ferro total e manganês total
PZ-RX-7	pH, cor, coliformes fecais, ferro total, alumínio, chumbo total e cromo total	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	pH, ferro total e alumínio	pH
PZ-RX-9	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, nitrogênio total, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	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
PZ-RX-10	Não Coletado	Ferro total e manganês total	pH, turbidez, ferro total e manganês total	Turbidez, ferro total e manganês total
PZ-RI-1	pH, cor, coliformes fecais, ferro total, alumínio e manganês total	pH	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	pH, ferro total e alumínio
PZ-RI-2	Não Coletado	pH, cor, turbidez,	pH, turbidez, ferro	Não Coletado

COLETA	COLETA TRIMESTRAL 1 (set - out/2012)	COLETA TRIMESTRAL 2 (dez/2012)	COLETA TRIMESTRAL 3 (fev - mar/2013)	COLETA TRIMESTRAL 4 (abr - maio/2013)
PONTO	PARÂMETROS FORA DOS VMP'S			
		ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	total, alumínio, chumbo total, cromo total, níquel total e manganês total	
PZ-RI-3	pH, cor, coliformes fecais, nitrogênio total, ferro total, alumínio e manganês total	Não Coletado	Não Coletado	pH, turbidez, ferro total, alumínio e manganês total
PZ-RI-5	pH, cor, SD totais, ferro total e manganês total	pH e manganês total	pH e mercúrio total	pH
PZ-RI-7	pH, cor, turbidez, coliformes fecais, ferro total, alumínio, chumbo total, cromo total e manganês total	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
PZ-RI-8	Coliformes fecais	Não Coletado	pH, turbidez, ferro total, alumínio, chumbo total e manganês total	Não Coletado

11.3.2.2.1. DIAGRAMAS HIDROQUÍMICOS – DIAGRAMAS DE “PIPER”

A seguir são apresentados diagramas hidroquímicos para apresentar a classificação química das amostras analisadas facilitando sua caracterização, bem como para auxiliar na 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 em dezembro/2012, a **Figura 11.3.2 - 2** o diagrama para a coleta realizada em fevereiro/2013 e a **Figura 11.3.2 - 3** para a coleta realizada em abril-maio/2013.

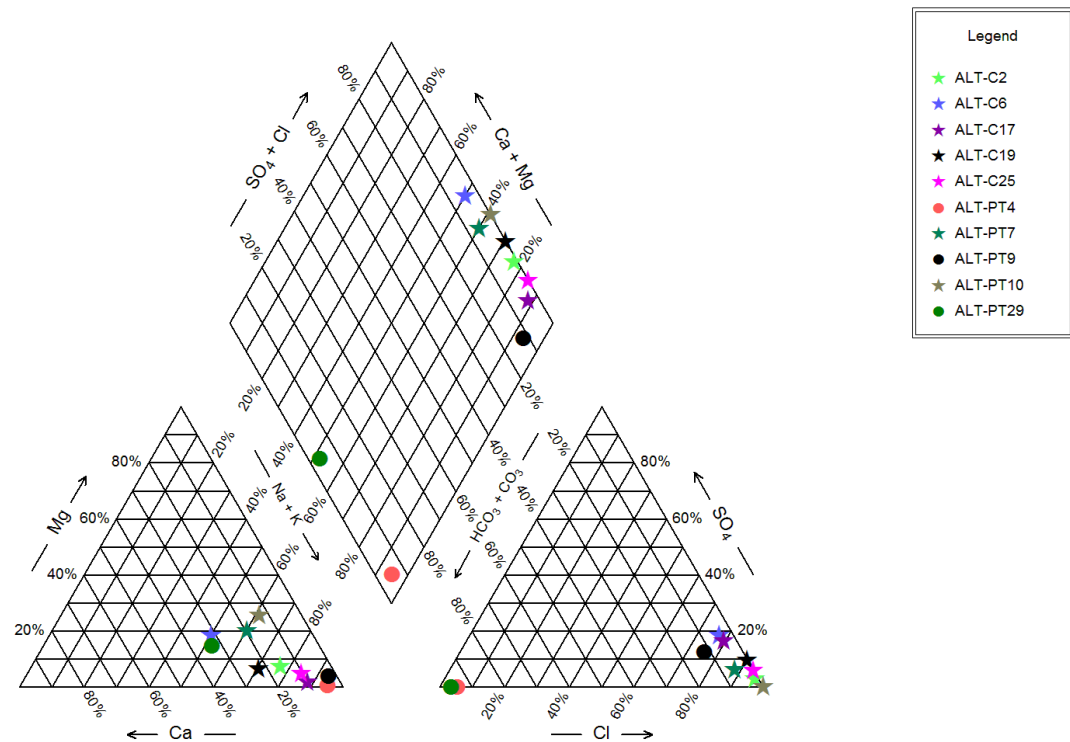


Figura 11.3.2 - 1 – Diagrama de Piper de cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira-PA (Coleta Trimestral 2 - dezembro/2012).

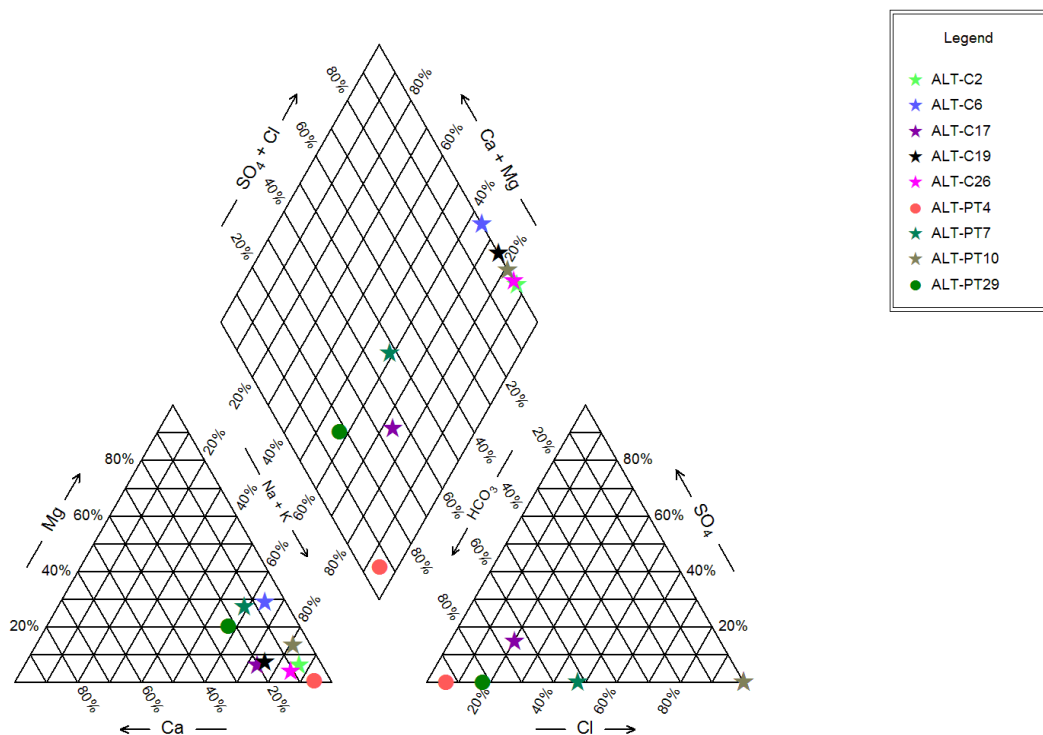


Figura 11.3.2 - 2 – Diagrama de Piper de cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira-PA (Coleta Trimestral 3 - fevereiro/2013).

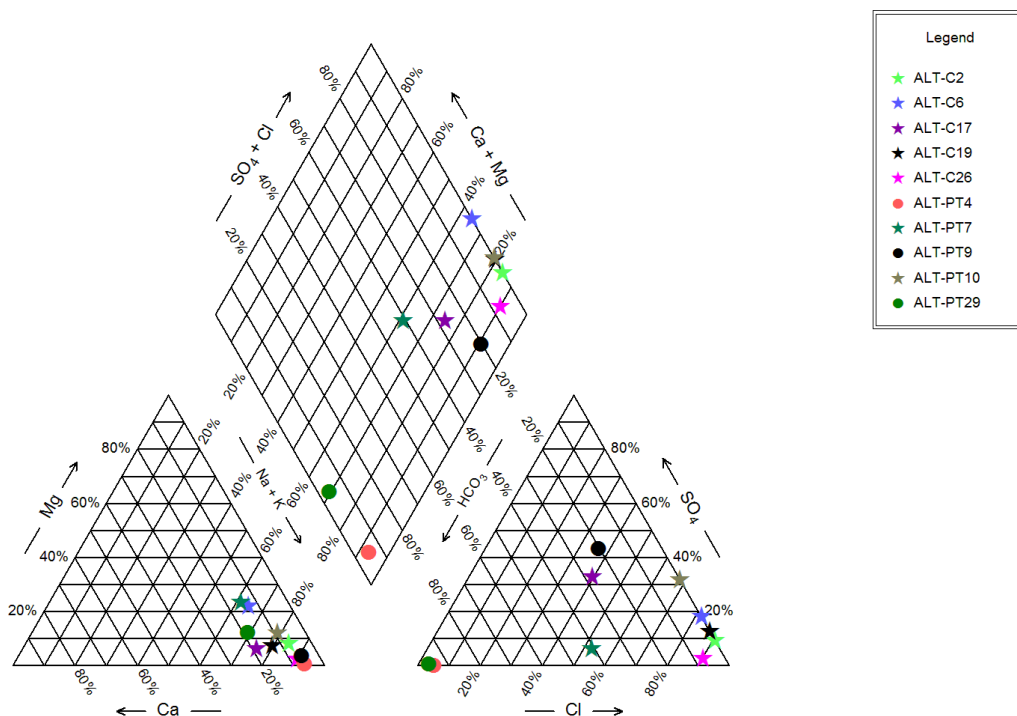


Figura 11.3.2 - 3 – Diagrama de Piper de cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira-PA (Coleta Trimestral 4 - abril-maio/2013).

A comparação entre as campanhas 2 e 3 mostra que houve uma significativa mudança da classificação das águas. Na Campanha 2, oito das dez amostras foram classificadas como cloretada sódico-potássicas e apenas duas plotaram na classe de águas bicarbonatada sódico-potássicas. Na Campanha 3, há uma inversão, sendo que a maior parte das amostras foi classificada como bicarbonatadas sódico-potássicas e apenas duas como cloretada sódico-potássicas. Na quarta Coleta Trimestral, as águas voltam a ter um padrão similar à Coleta 2 com ampla maioria das águas da classe cloretada sódico-potássica.

Estes resultados indicam o caráter sódico-potássico das águas subterrâneas freáticas e profundas na área urbana de Altamira.

A **Figura 11.3.2 - 4**, a **Figura 11.3.2 - 5** e a **Figura 11.3.2 - 6** apresentam os diagramas de Piper dos poços de monitoramento instalados em Altamira, para as amostragens realizadas em dezembro/2012, fevereiro/2013 e abril-maio/2013, respectivamente.

POÇOS DE MONITORAMENTO ALTAMIRA

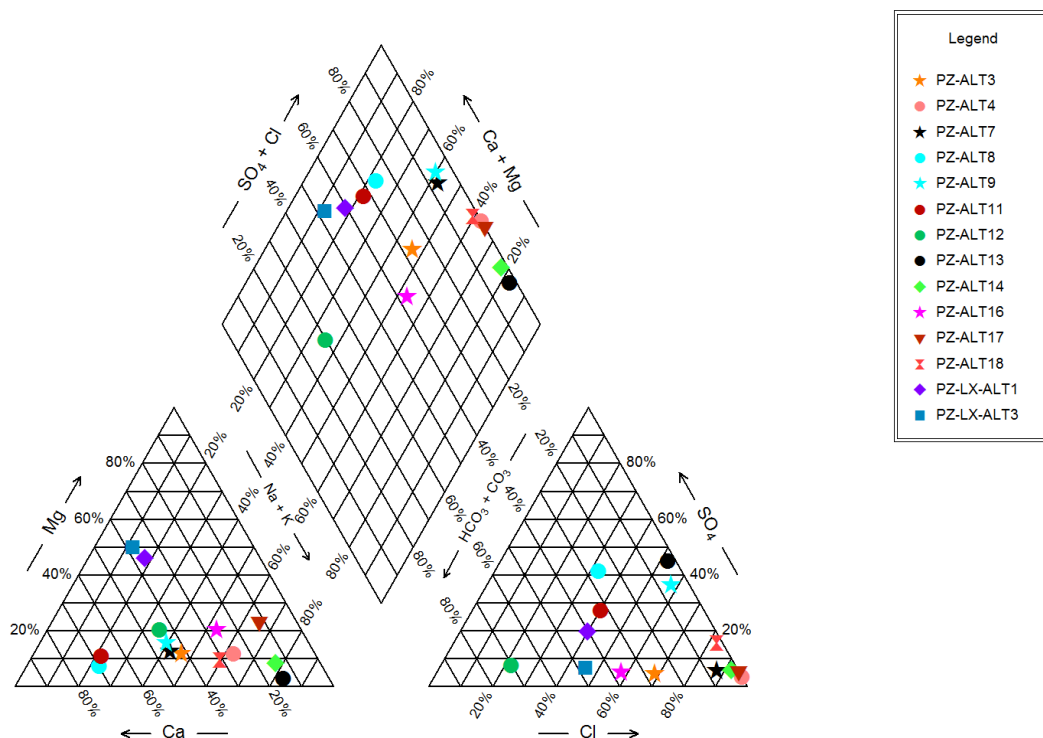


Figura 11.3.2 - 4 – Diagrama de Piper de poços de monitoramento da área urbana de Altamira (Coleta Trimestral 2 - dezembro/2012).

POÇOS DE MONITORAMENTO ALTAMIRA

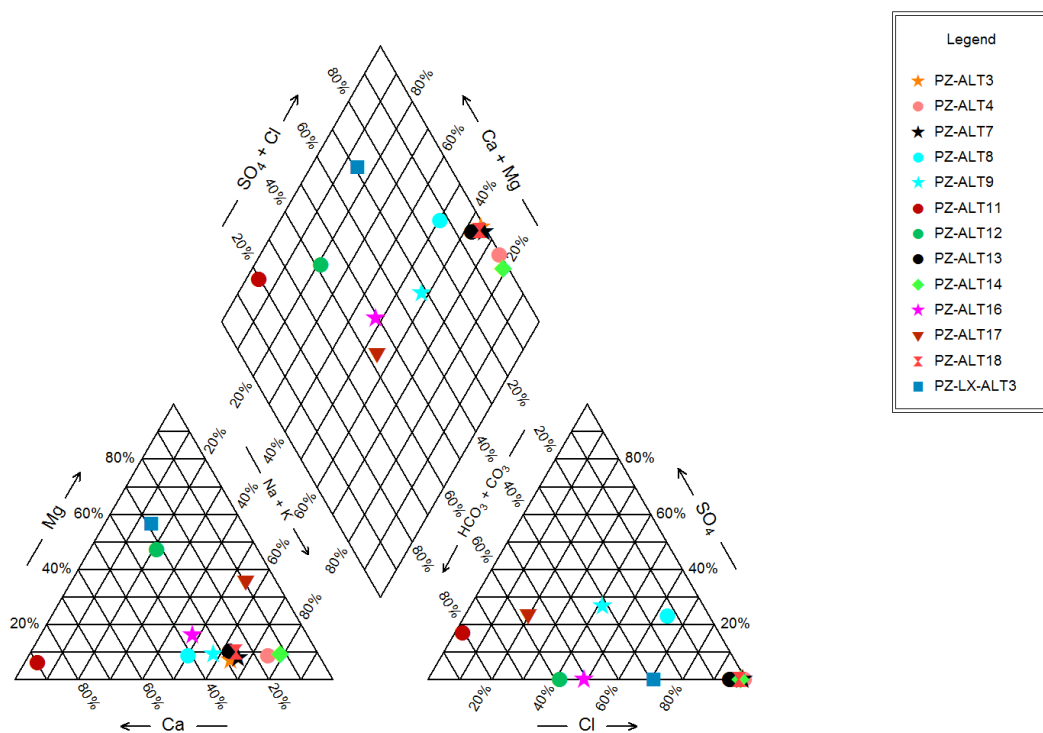


Figura 11.3.2 - 5 – Diagrama de Piper de poços de monitoramento da área urbana de Altamira (Coleta Trimestral 3 - fevereiro/2013).

POÇOS DE MONITORAMENTO ALTAMIRA

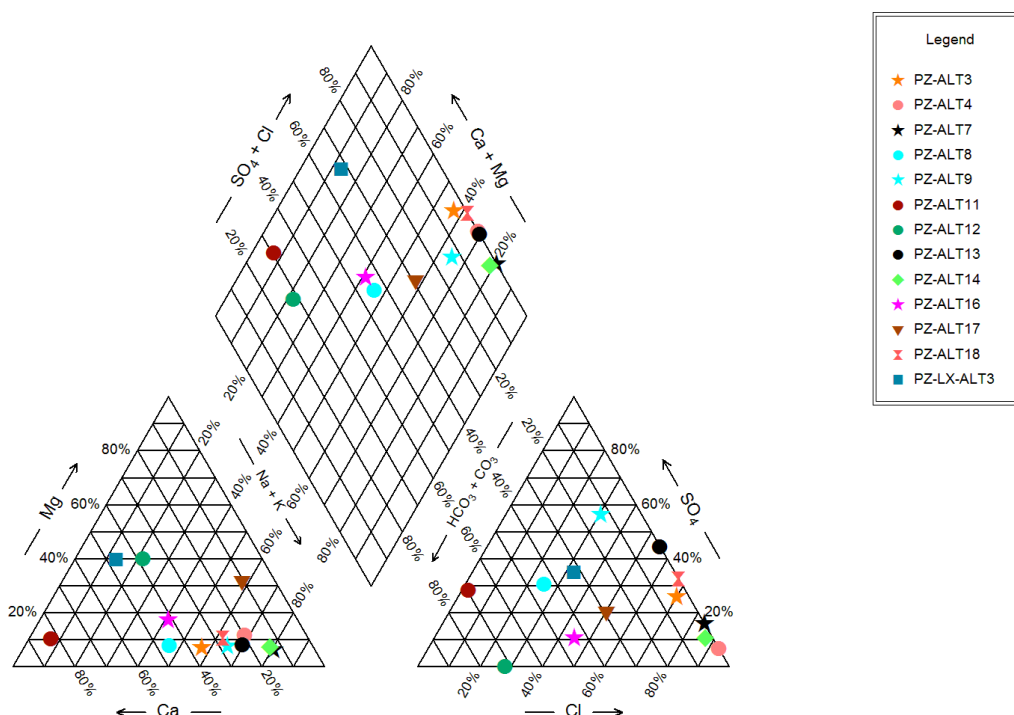


Figura 11.3.2 - 6 – Diagrama de Piper de poços de monitoramento da área urbana de Altamira (Coleta Trimestral 4 – abril-maio/2013).

Os dados indicam que não há modificação significativa entre as classificações nos três períodos de amostragem. Mais de 50% das amostras são classificadas como cloretadas sódico-potássicas; a amostra PZ-ALT-12 é classificada como bicarbonatada cálcica e as amostras PZ-LX-ALT1 e PZ-LX-ALT3 são classificadas como cloretada magnesianas.

Um número significativo de amostras é enquadrado como do tipo água mista, isto é, sem um par ânion - cátion predominante.

A classificação das águas das amostras próximas ao lixão de Altamira (nas campanhas 2 e 3) como cloretada magnesiana, não deve representar o caráter natural destas águas, mas efeitos deletérios de contaminação devido à operação do lixão. A classificação das águas como cloretada sódico-potássica ou bicarbonatada cálcica ou magnesiana deve representar os tipos mais próximos dos valores de *background* para a região, sendo esta classificação devida à própria geologia da região e às características dos solos locais.

As figuras apresentadas a seguir (**Figura 11.3.2 - 7**, **Figura 11.3.2 - 8** e **Figura 11.3.2 - 9**) apresentam os diagramas de Piper para as cisternas e poço monitorado no Sítio Pimental para as amostragens realizadas em dezembro/2012, fevereiro/2013 e abril-maio/2013, respectivamente.

SÍTIO PIMENTAL

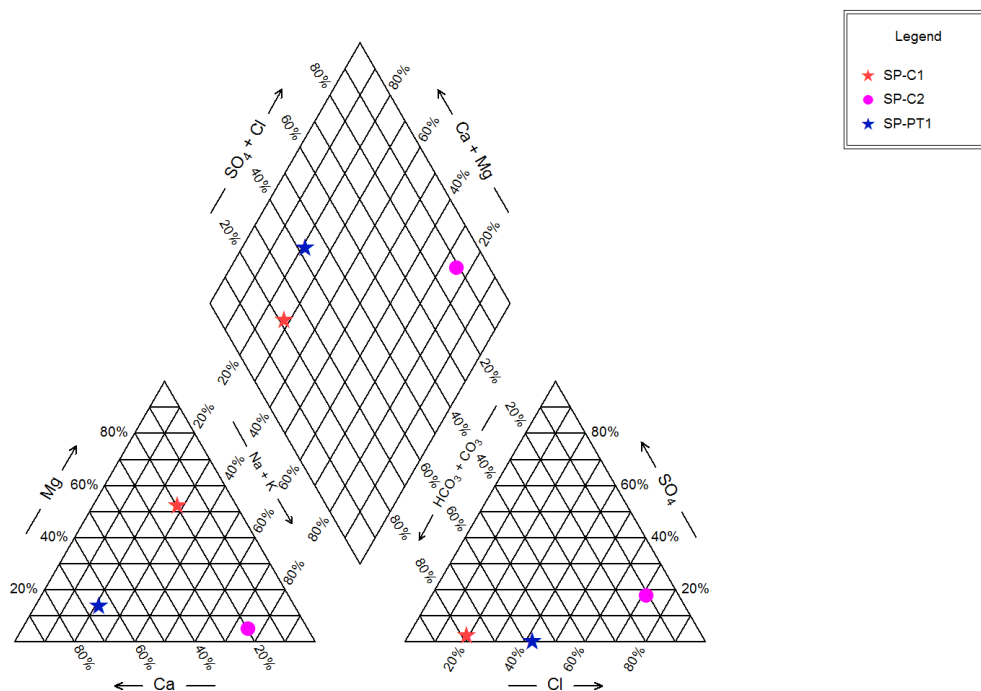


Figura 11.3.2 - 7 – Diagrama de Piper das cisternas e poço cadastrados no Sítio Pimental (Coleta Trimestral 2 - dezembro/2012).

SÍTIO PIMENTAL

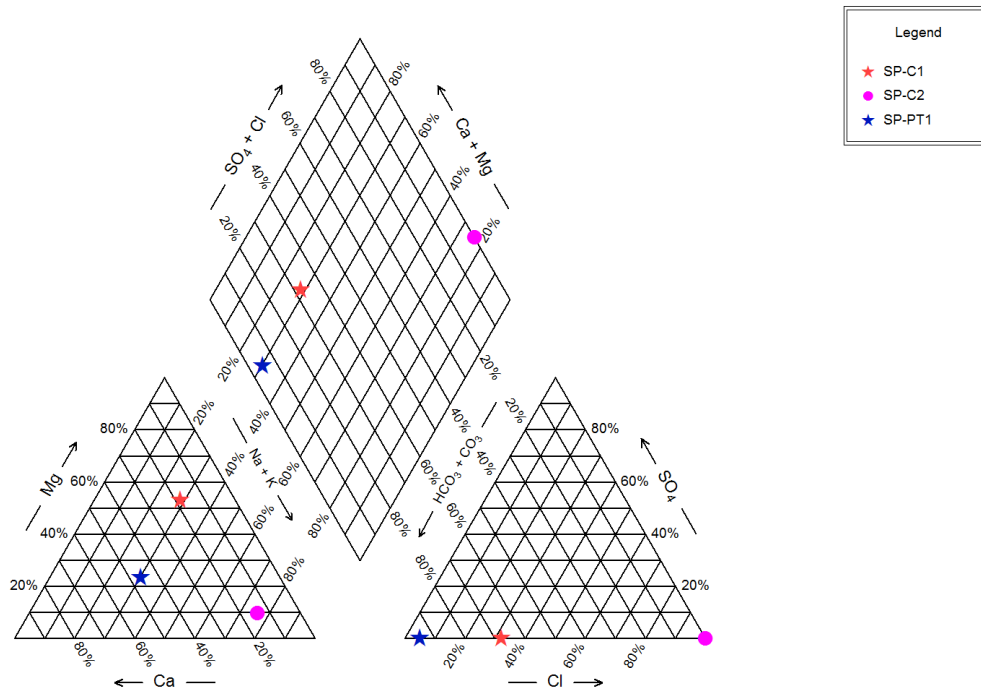


Figura 11.3.2 - 8 – Diagrama de Piper das cisternas e poço cadastrados no Sítio Pimental (Coleta Trimestral 3 - fevereiro/2013).

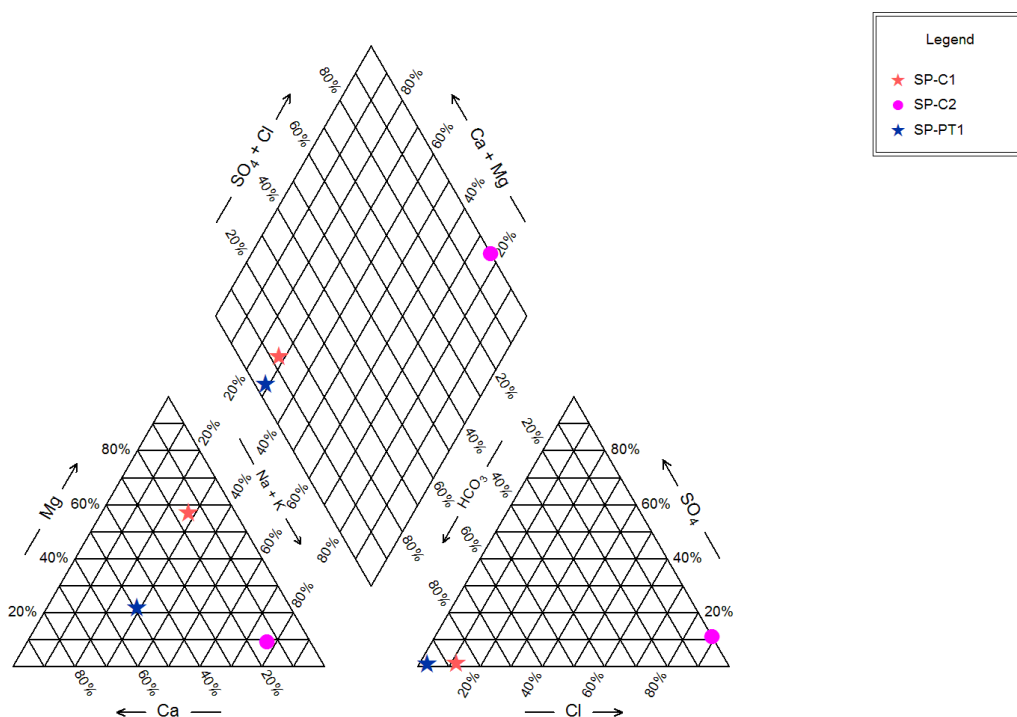


Figura 11.3.2 - 9 – Diagrama de *Piper* das cisternas e poço cadastrados no Sítio Pimental (Coleta Trimestral 4 – abril-maio/2013).

As amostras são classificadas como bicarbonatada magnésiana (SP-C1), bicarbonatada cálcica (SP-PT1) e cloretada sódica (SP-C2) em todas as três campanhas de amostras. A consistência da classificação no tempo indica se tratar de águas em contato com saprolito ou rocha fresca que mantém a composição química independentemente do período do ano.

As **Figuras 11.3.2 - 10, 11.3.2 - 11 e 11.3.2 - 12** apresentam respectivamente os diagramas de *Piper* para as amostras coletadas em dezembro/2012, fevereiro/2013 e abril-maio/2013, em Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

Nas localidades de Belo Monte e Belo Monte do Pontal, as águas são classificadas na Coleta Trimestral 2 como: 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 mantém para o conjunto de amostras e a amostra BMP-PT1 é classificada como mista. Para a Coleta Trimestral 3, as classes se matem com pequenas mudanças, sem que a classificação seja modificada. Apenas a amostra BMP-PT1 passa a classe de água sulfatada sódico-potássica.

BELO MONTE - BELO MONTE DO PONTAL

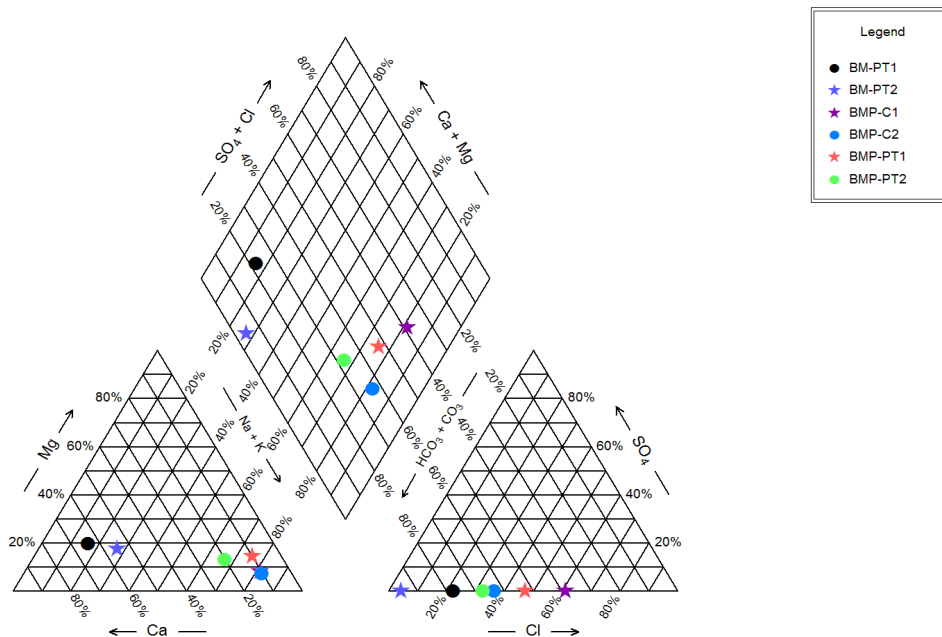


Figura 11.3.2 - 10 – Diagrama de Piper de poços cadastrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (Coleta Trimestral 2 - dezembro/2012).

BELO MONTE - BELO MONTE DO PONTAL

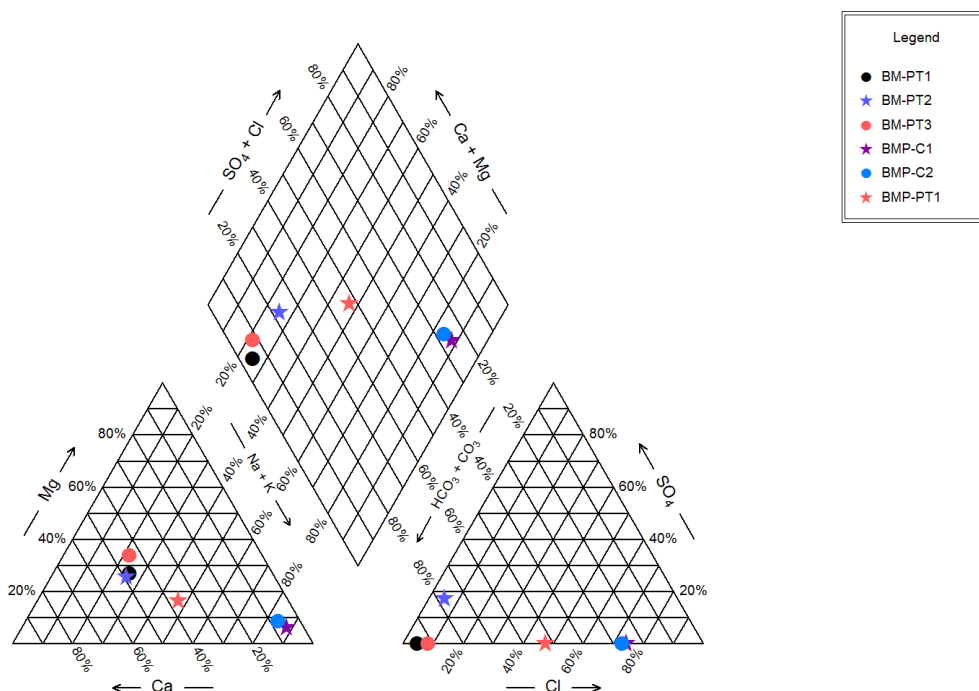


Figura 11.3.2 - 11 – Diagrama de Piper de poços cadastrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (Coleta Trimestral 3 - fevereiro/2013).

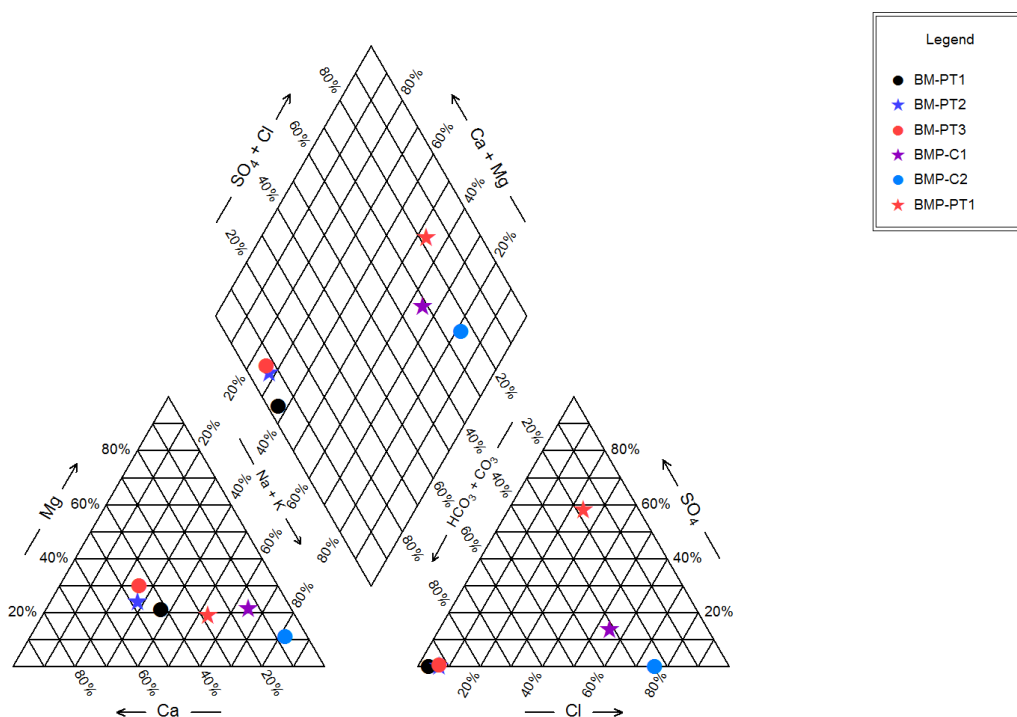


Figura 11.3.2 - 12 – Diagrama de Piper de poços cadastrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (Coleta Trimestral 4 – abril-maio/2013).

As figuras a seguir apresentadas (**Figura 11.3.2 - 13**, **Figura 11.3.2 - 14** e **Figura 11.3.2 - 15**) mostram os diagramas de Piper para as amostragens dos poços de monitoramento instalados no entorno do futuro Reservatório Xingu realizadas, respectivamente em dezembro/2012, fevereiro/2013 e abril-maio/2013.

Os dados mostram que houve uma pequena mudança na classificação das águas quando comparadas as três campanhas de amostragens. As amostras são classificadas como se segue:

Campanha de dezembro de 2012:

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

Campanha de fevereiro de 2013:

- 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

Campanha de abril-maio de 2013:

- 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.

É possível que as mudanças reflitam alteração da composição em função da circulação de águas de precipitação, que ingressam no sistema a partir da elevação dos níveis freáticos (como observado a partir das leituras de níveis).

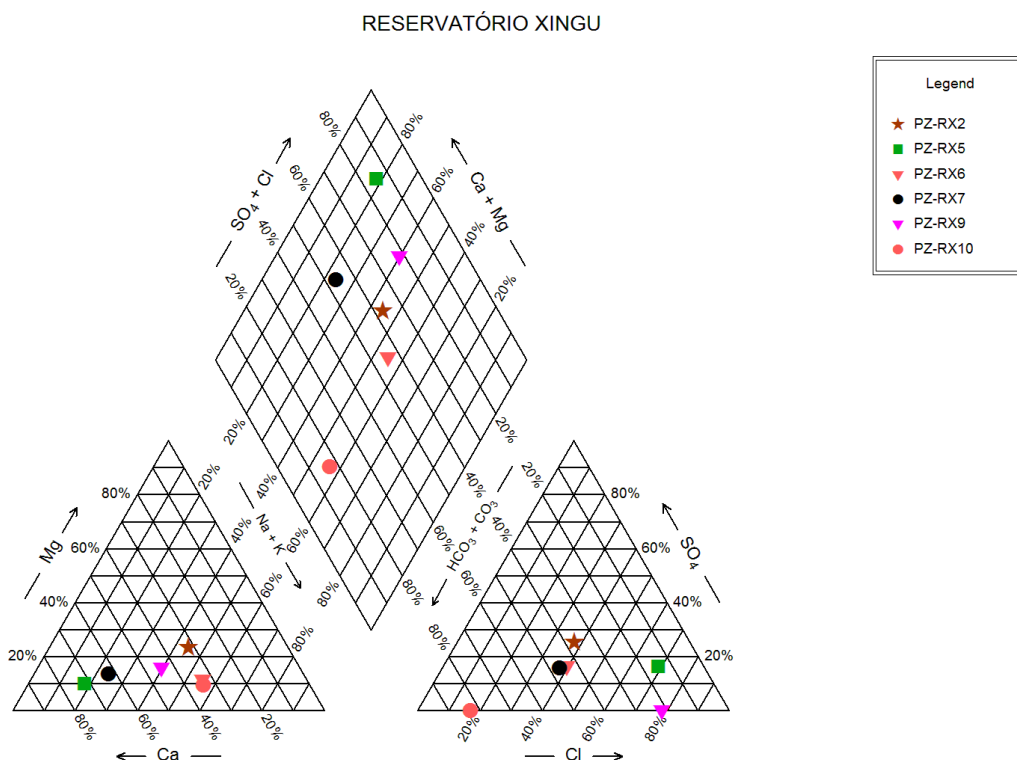


Figura 11.3.2 - 13 – Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento no entorno do futuro Reservatório Xingu (Coleta Trimestral 2 - dezembro/2012).

RESERVATÓRIO XINGU

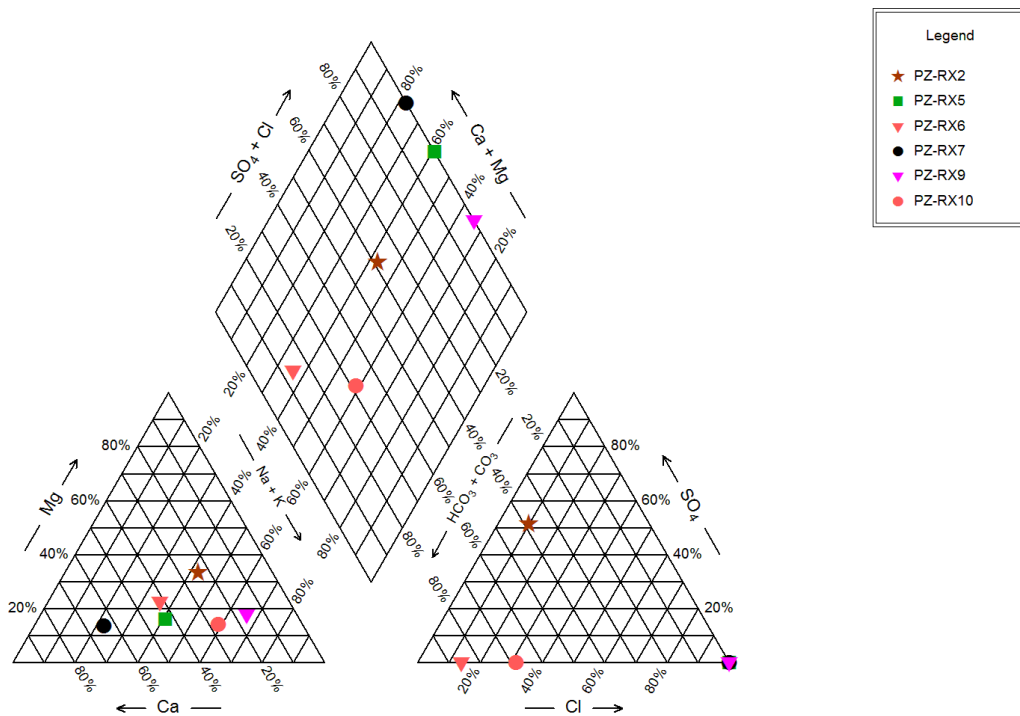


Figura 11.3.2 - 14 – Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento no entorno do futuro Reservatório Xingu (Coleta Trimestral 3 - fevereiro/2013).

RESERVATÓRIO XINGU

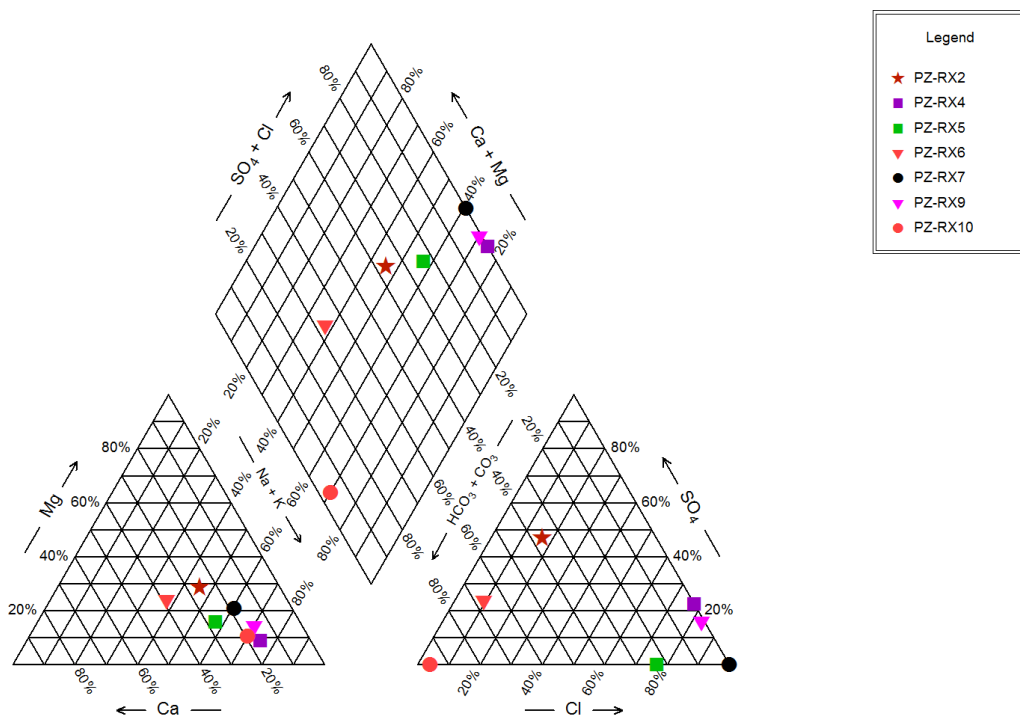


Figura 11.3.2 - 15 – Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento no entorno do futuro Reservatório Xingu (Coleta Trimestral 4 – abril-maio/2013).

A seguir são apresentados os diagramas de *Piper* para as coletas realizadas nos poços de monitoramento instalados no entorno do futuro Reservatório Intermediário em dezembro/2012, fevereiro/2013 e abril-maio/2013 (**Figura 11.3.2 - 16**, **Figura 11.3.2 - 17** e **Figura 11.3.2 - 18**).

As águas são classificadas como se segue:

Campanha de dezembro de 2012:

- PZ-RI-2 e PZ-RI-5 águas mistas, isto é, sem predominância de cátion e ânions específicos.

Campanha de fevereiro de 2013:

- PZ-RI-7 cloretada cálcica;
- PZ-RI-8 cloretada sódica;
- PZ-RI-2 cloretada magnésiana;
- PZ-RI-1 PZ-RI-5 águas mistas

Campanha de abril-maio de 2013:

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

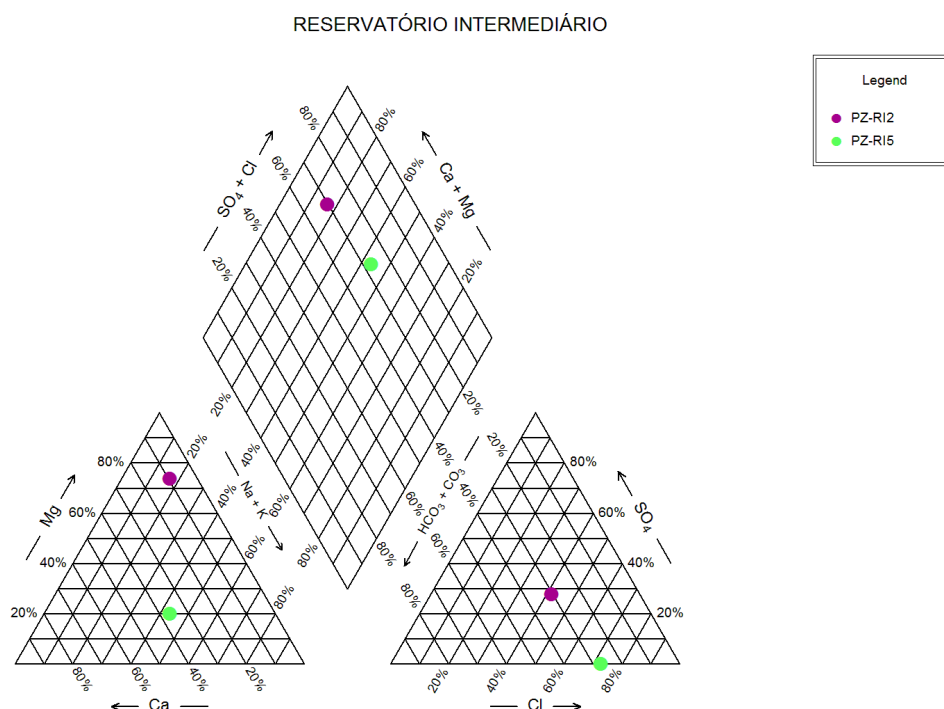


Figura 11.3.2 - 16 – Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento no entorno do futuro Reservatório Intermediário (Coleta Trimestral 2 - dezembro/2012).

RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

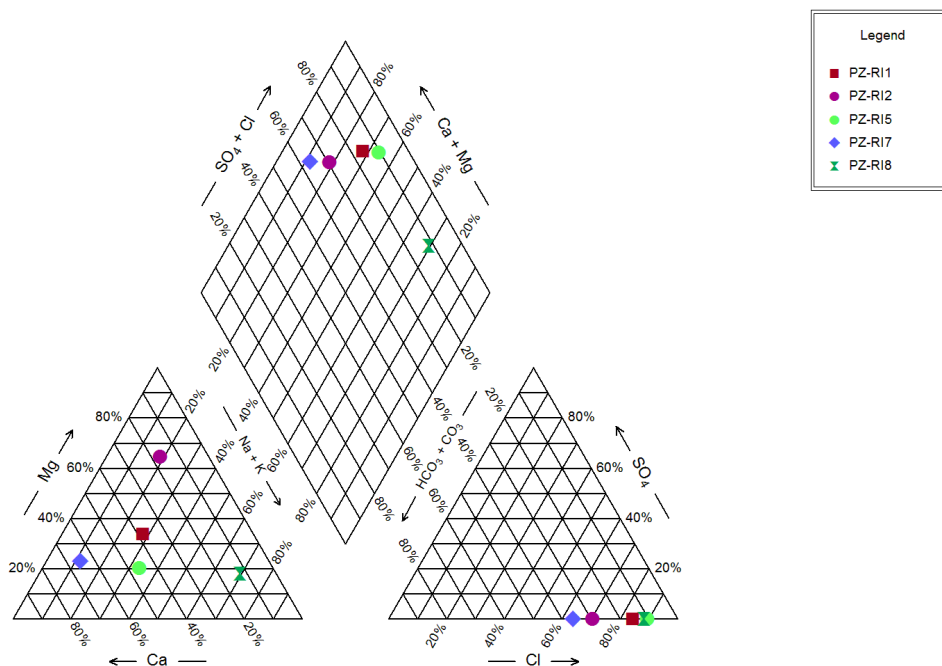


Figura 11.3.2 - 17 – Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento no entorno do futuro Reservatório Intermediário (Coleta Trimestral 3 - fevereiro/2013).

RESERVATÓRIO INTERMEDIÁRIO

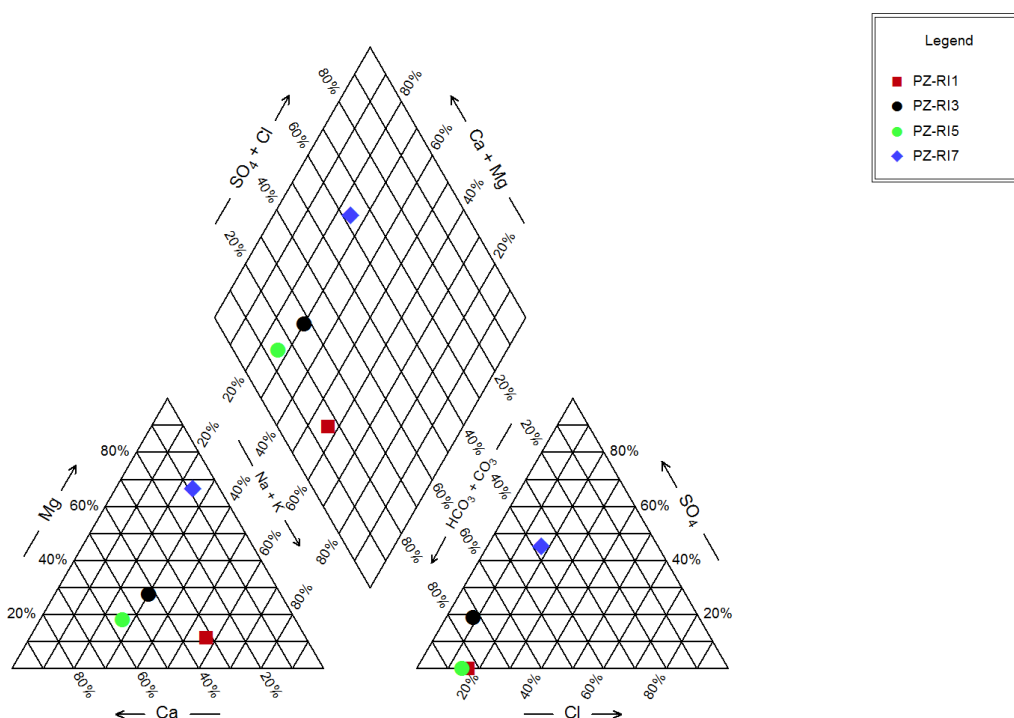


Figura 11.3.2 - 18 – Diagrama de *Piper* de poços de monitoramento no entorno do futuro Reservatório Intermediário (Coleta Trimestral 4 – abril-maio/2013).

11.3.2.2.2. GRÁFICOS - NITRATO X NITRITO X AMONIA

O gráfico da **Figura 11.3.2 - 19** apresenta os valores de nitrato, nitrito e amônia obtidos nos pontos amostrados na área urbana de Altamira em dezembro/2012.

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 considerados contaminados pela mesma fonte dos demais poços.

Os pontos ALT-C17; PZ-ALT3 e PZ-ALT16 apresentam valor 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 indicativo 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.

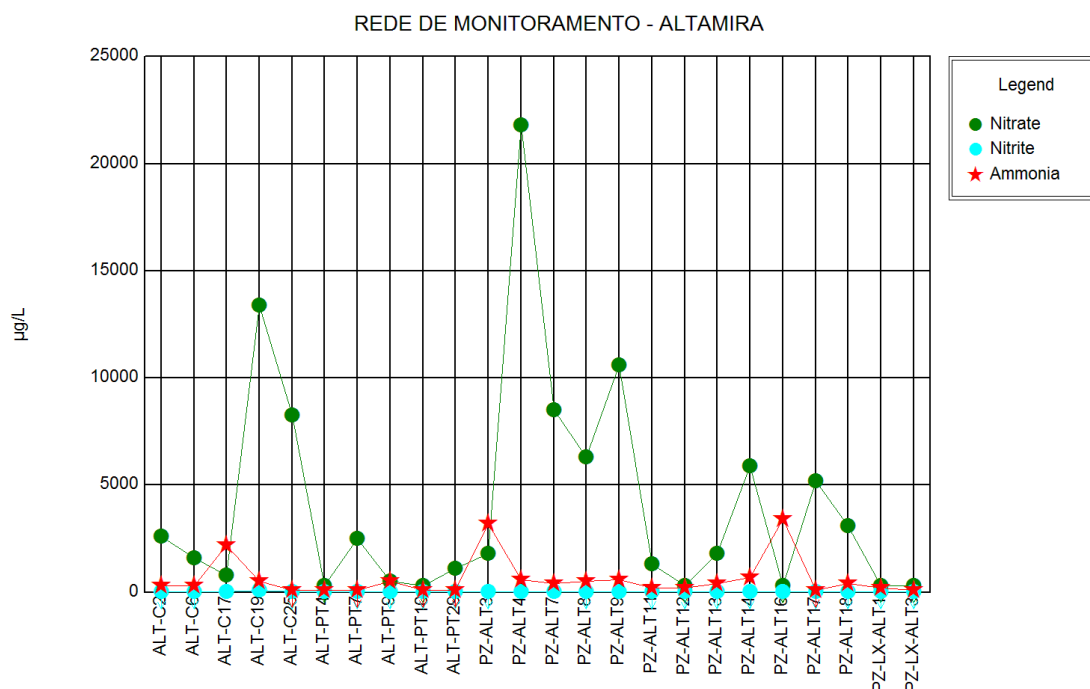


Figura 11.3.2 - 19 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados na área urbana de Altamira-PA (Coleta Trimestral 2 - dezembro/2012).

A **Figura 11.3.2 - 20** apresenta os valores de nitrato, nitrito e amônia obtidos nos pontos amostrados na área urbana de Altamira em fevereiro/2013.

Os pontos ALT-C19; ALT-C26; PZ-ALT3; PZ-ALT4; PZ-ALT8 e PZ-ALT9 apresentaram valores 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.

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.

A **Figura 11.3.2 - 21** apresenta os resultados de nitrato, nitrito e amônia obtidos nos pontos amostrados na área urbana de Altamira em abril-maio/2013.

Os pontos ALT-C26; PZ-ALT3; PZ-ALT4 apresentaram valores 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 apresentam valores de amônia acima do VMP (1,5 mg/L), evidenciando contaminação por esgoto doméstico situada próxima ao ponto de amostragem.

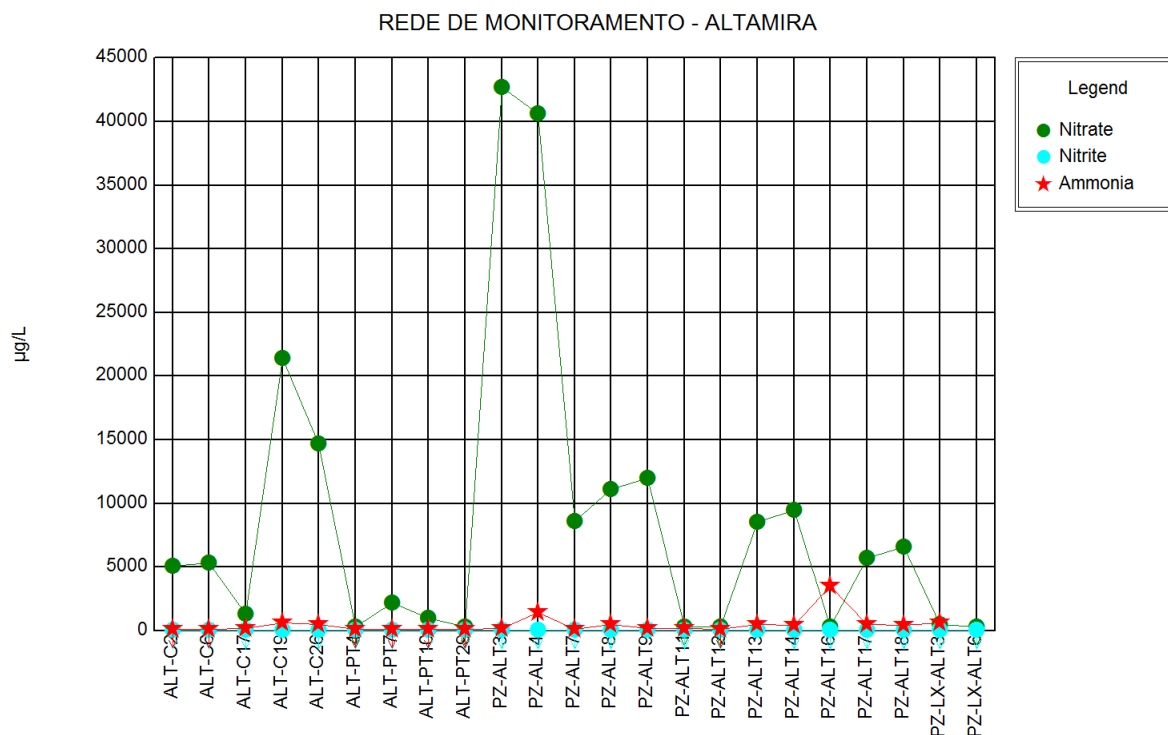


Figura 11.3.2 - 20 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados na área urbana de Altamira-PA (Coleta Trimestral 3 - fevereiro/2013).

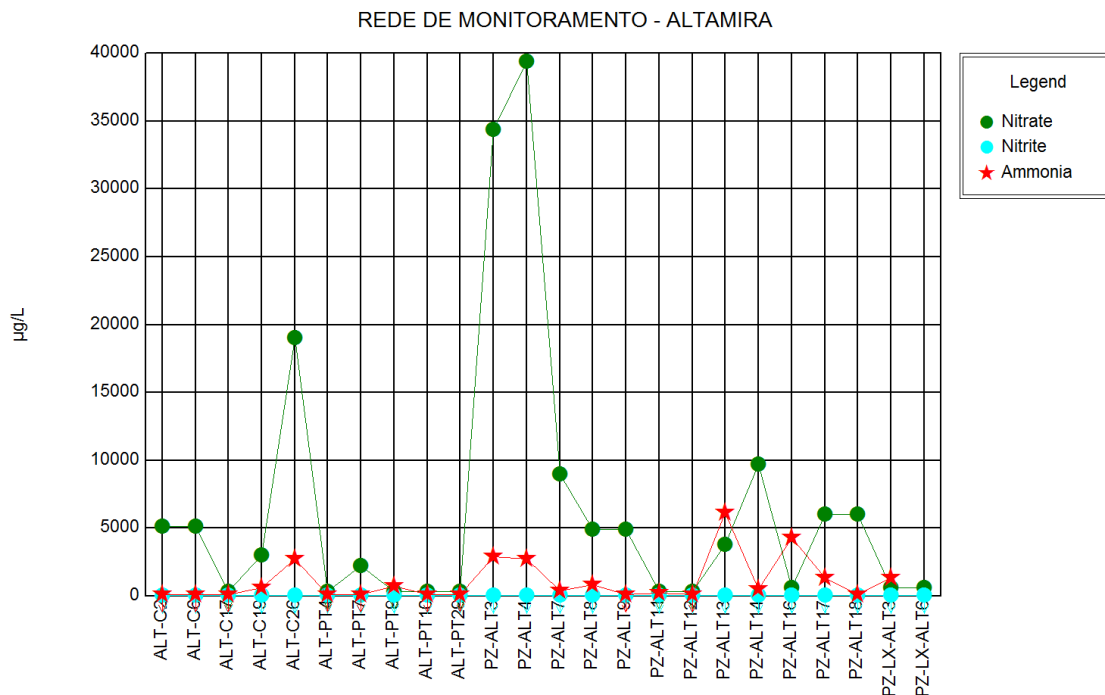


Figura 11.3.2 - 21 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados na área urbana de Altamira-PA (Coleta Trimestral 4 - abril-maio/2013).

Os gráficos apresentados na **Figura 11.3.2 - 22**, na **Figura 11.3.2 - 23** e na **Figura 11.3.2 - 24** mostram os valores de nitrato, nitrito e amônia obtidos nos pontos amostrados na região de Belo Monte e Belo Monte do Pontal (em dezembro/2012, fevereiro/2013 e abril-maio/2013, respectivamente) e nenhum ponto apresentou valor acima do VMP previsto na legislação vigente.

Pode-se observar ainda que em todos os pontos os valores são menores na última coleta, representando maior diluição devido à influência das águas pluviais infiltradas na região. Mesmo abaixo do valor de referência para água potável os pontos de amostragem BM-PT2 e BMP-PT2 devem ser avaliados com apreensão, pois os teores de nitrato da ordem de 3 mg/l já devem ser considerados como valores de alerta.

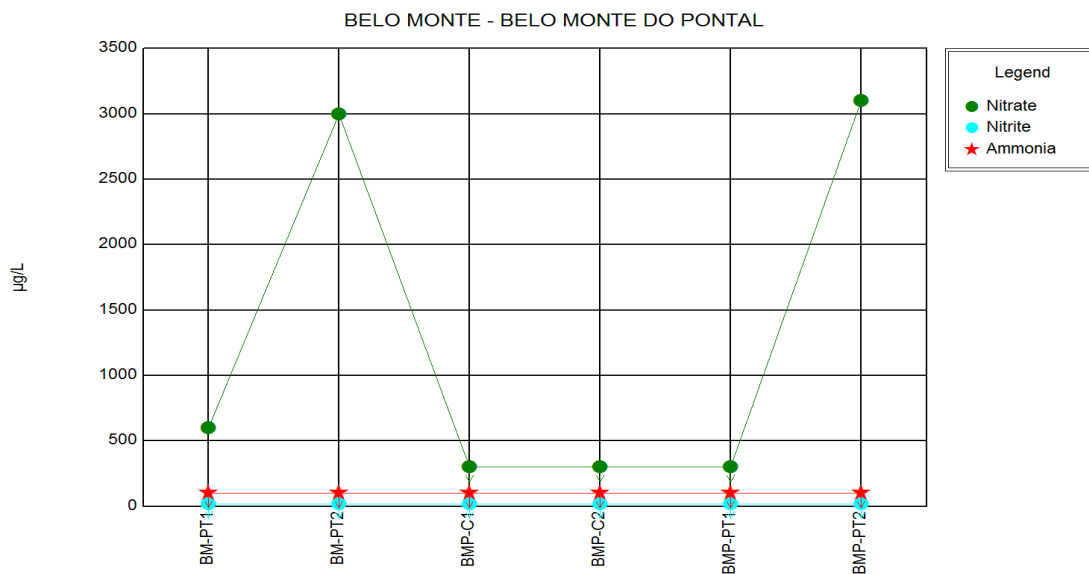


Figura 11.3.2 - 22 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (Coleta Trimestral 2 – dezembro/2012).

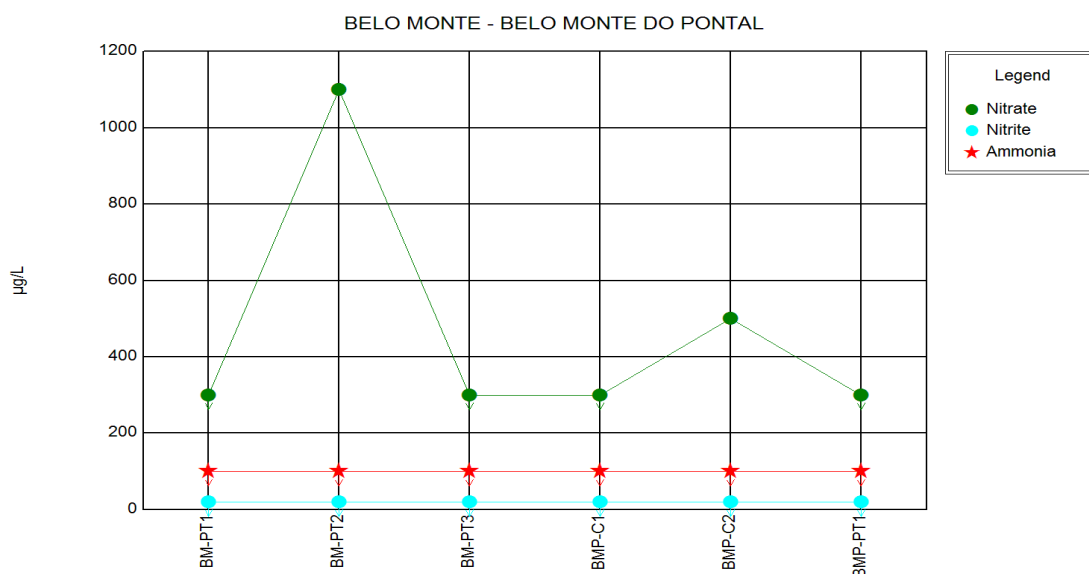


Figura 11.3.2 - 23 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (Coleta Trimestral 3 – fevereiro/2013).

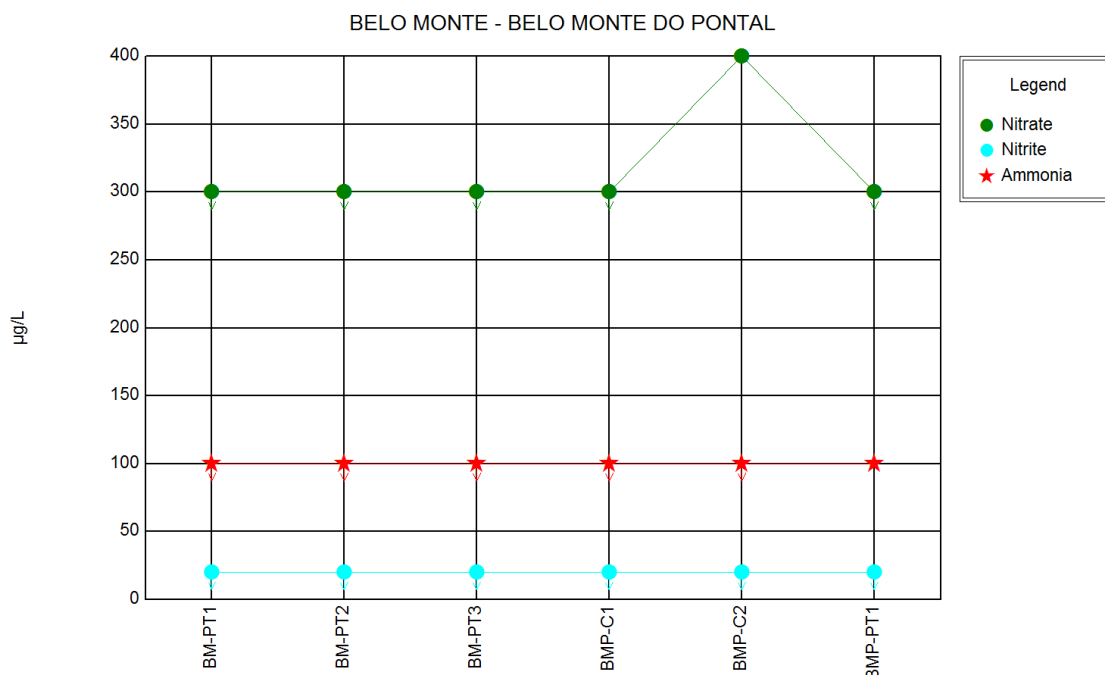


Figura 11.3.2 - 24 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados em Belo Monte e Belo Monte do Pontal (Coleta Trimestral 4 - abril-maio/2013).

A **Figura 11.3.2 - 25**, a **Figura 11.3.2 - 26** e **Figura 11.3.2 - 27** apresentam os valores de nitrato, nitrito e amônia obtidos nos pontos amostrados na região do Sítio Pimental e nenhum ponto apresentou valor acima do VMP (valor máximo permitido) previsto na legislação vigente.

Observa-se que no ponto SP-C2 os valores são menores em dezembro/2012, diminuem em fevereiro/2013 e voltam a aumentar em abril-maio/2013, não correspondendo à diluição esperada devido à influência das águas pluviais infiltradas na região.

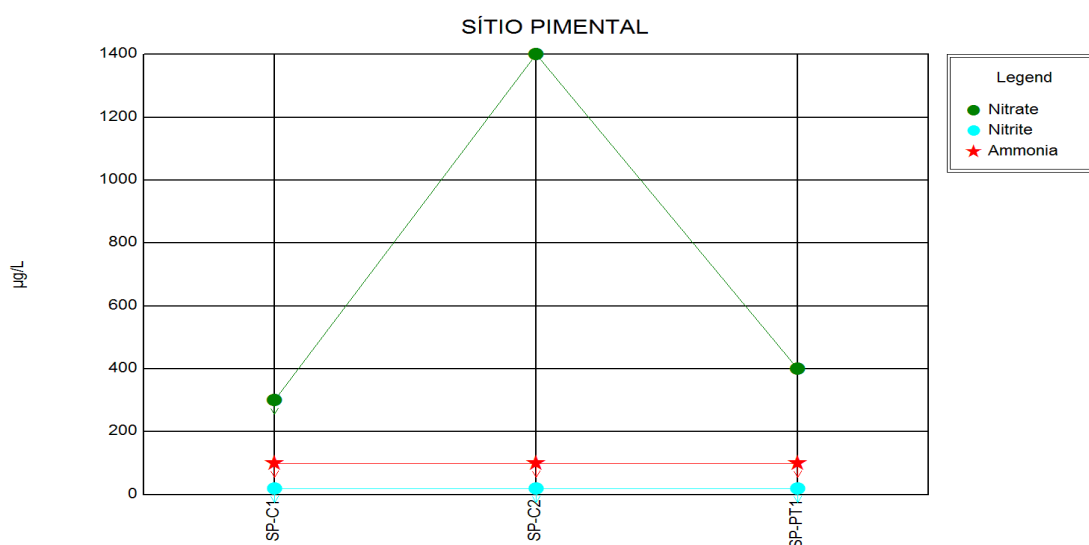


Figura 11.3.2 - 25 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados no Sítio Pimental (Coleta Trimestral 2 - dezembro/2012).

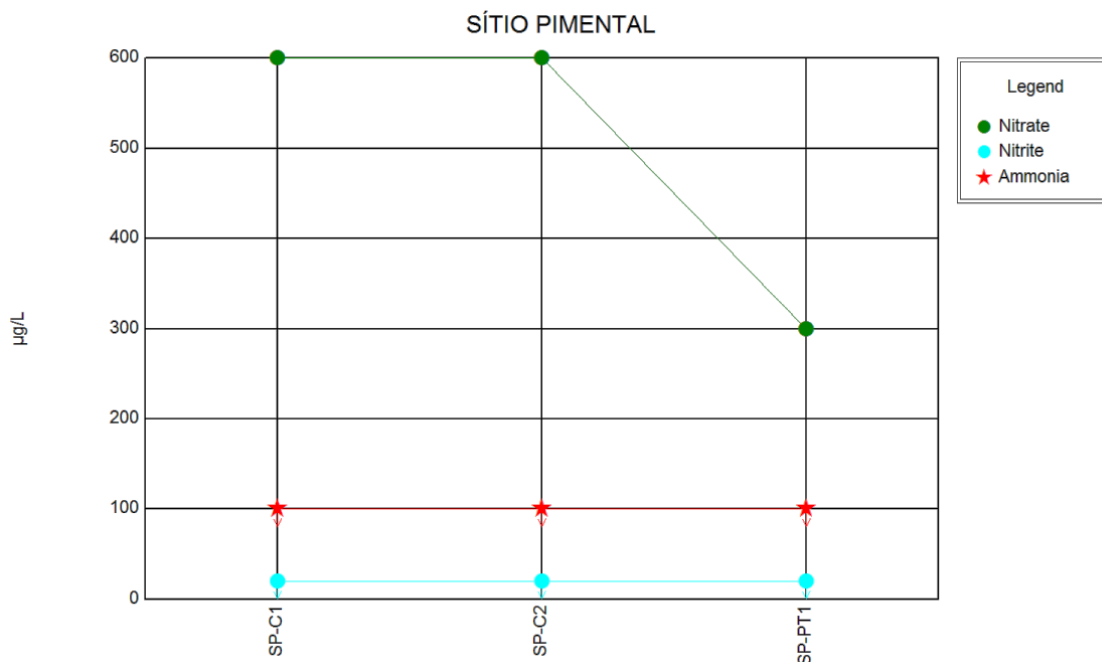


Figura 11.3.2 - 26 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados no Sítio Pimental (Coleta Trimestral 3 - fevereiro/2013).

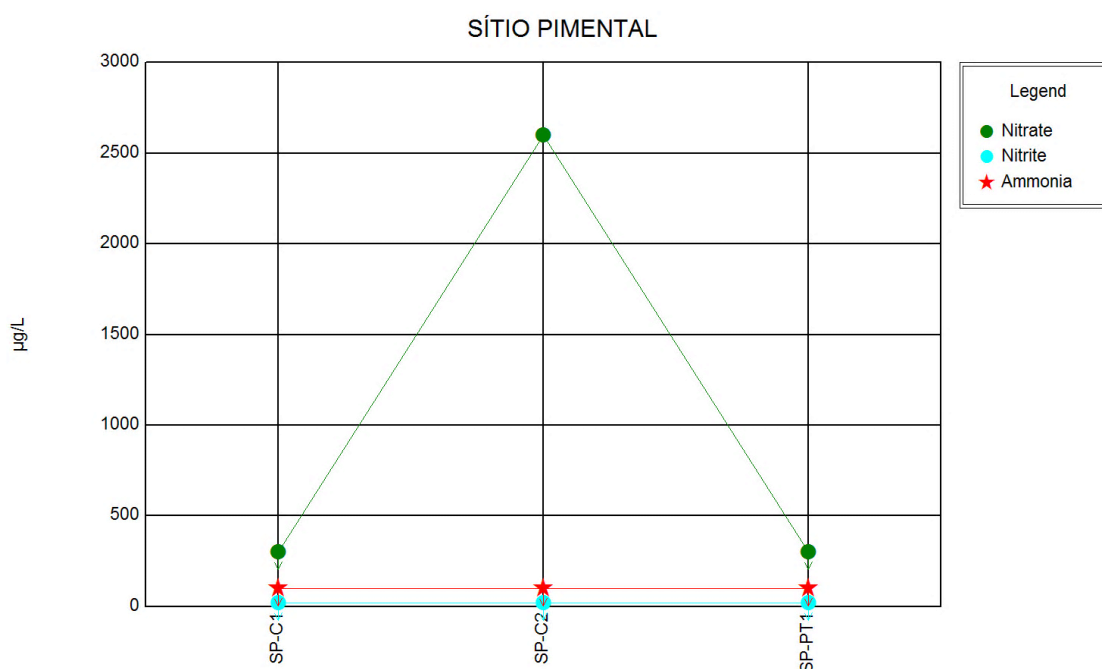


Figura 11.3.2 - 27 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados no Sítio Pimental (Coleta Trimestral 4 - abril-maio/2013).

Os gráficos apresentados na **Figura 11.3.2 - 28** e na **Figura 11.3.2 - 29** mostram os valores de nitrato, nitrito e amônia obtidos nos pontos nos poços instalados no entorno dos futuros reservatórios (em dezembro/2012 e fevereiro/2013, respectivamente) e nenhum ponto apresentou valor acima do VMP previsto na legislação vigente. Os poços PZ-RI1, PZ-RI2 PZ-RI5 PZ-RI7 e PZ-RI8 devem ser considerados como condição de alerta para amônia.

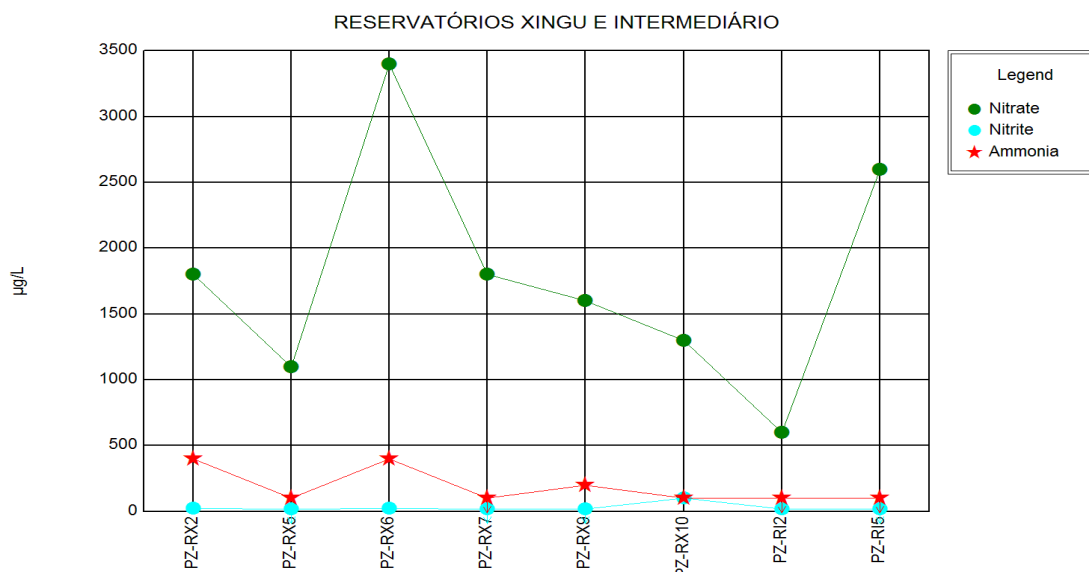


Figura 11.3.2 - 28 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados no entorno dos reservatórios Xingu e Intermediário (Coleta Trimestral 2 - dezembro/2012).

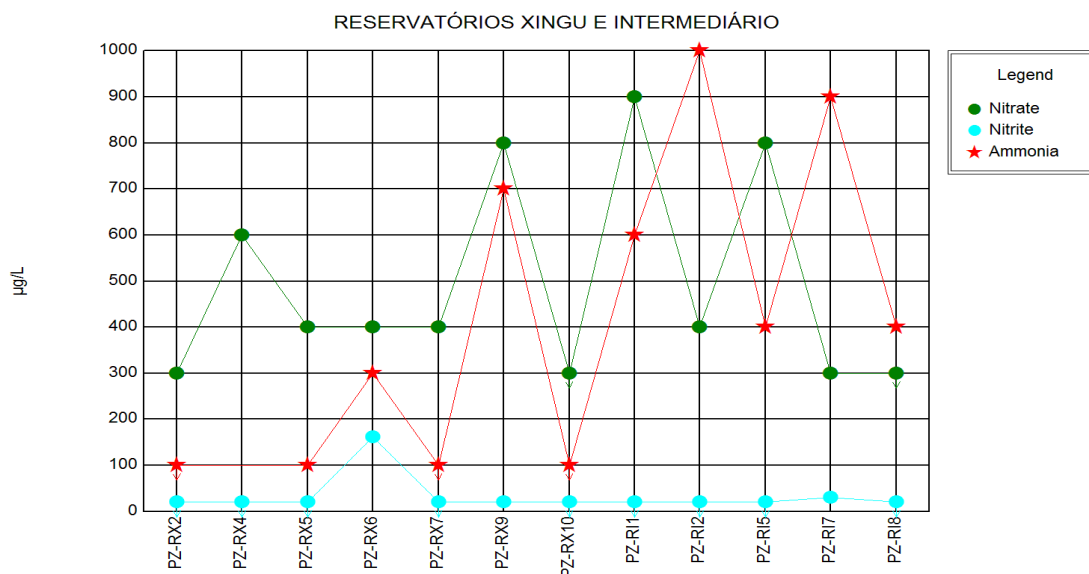


Figura 11.3.2 - 29 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados no entorno dos reservatórios Xingu e Intermediário (Coleta Trimestral 3 - fevereiro/2013).

A **Figura 11.3.2 - 30** apresenta os resultados de nitrato, nitrito e amônia obtidos nos pontos nos poços instalados no entorno dos futuros reservatórios e os pontos PZ_RX4 e PZ-RI7 apresentam 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-RI7 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).

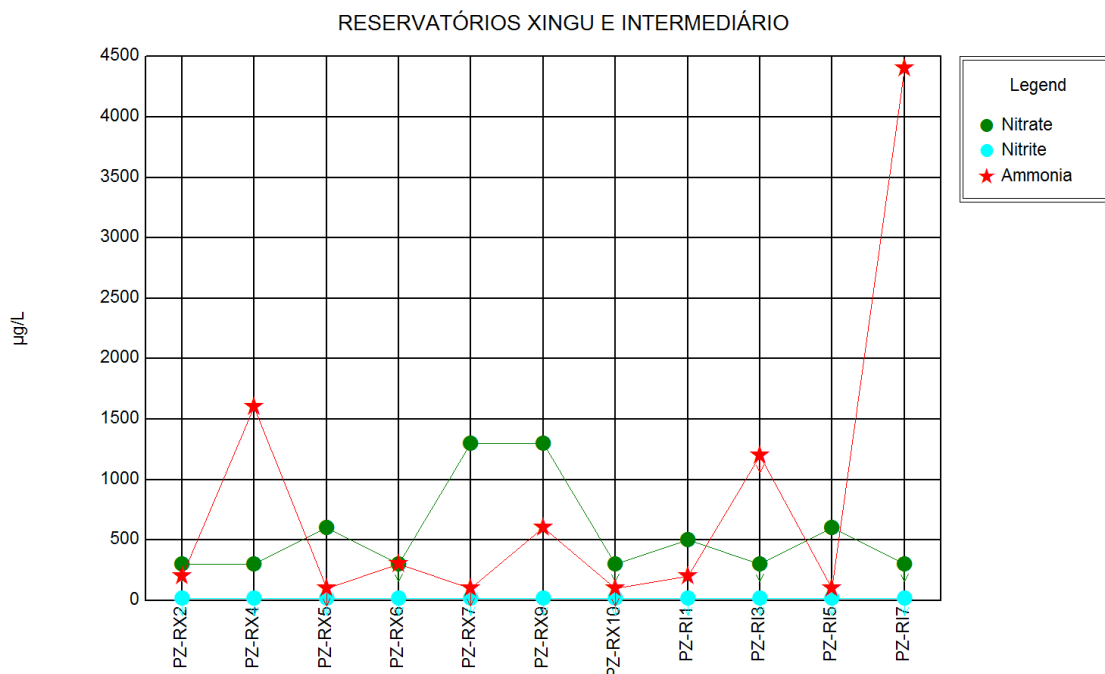


Figura 11.3.2 - 30 – Valores de nitrato, nitrito e amônia dos pontos amostrados no entorno dos reservatórios Xingu e Intermediário (Coleta Trimestral 4 – abril-maio/2013).

11.3.2.2.3. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE pH

A **Figura 11.3.2 - 31** apresenta os valores de pH das cisternas e poços cadastrados em Altamira, no Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal em períodos com influência das chuvas e em períodos de seca.

Pode-se observar que a maioria dos pontos apresenta valores de pH superiores nos períodos com influência das chuvas (dezembro de 2012 a maio de 2013). Fato digno de nota à coerência dos valores que são muito consistentes em cada poço avaliado, mostrando que as águas freáticas são predominantemente levemente ácidas a neutras. Apenas o ponto ALT-PT4 apresenta água alcalina e o poço ALT-PT29 águas levemente alcalinas a neutras.

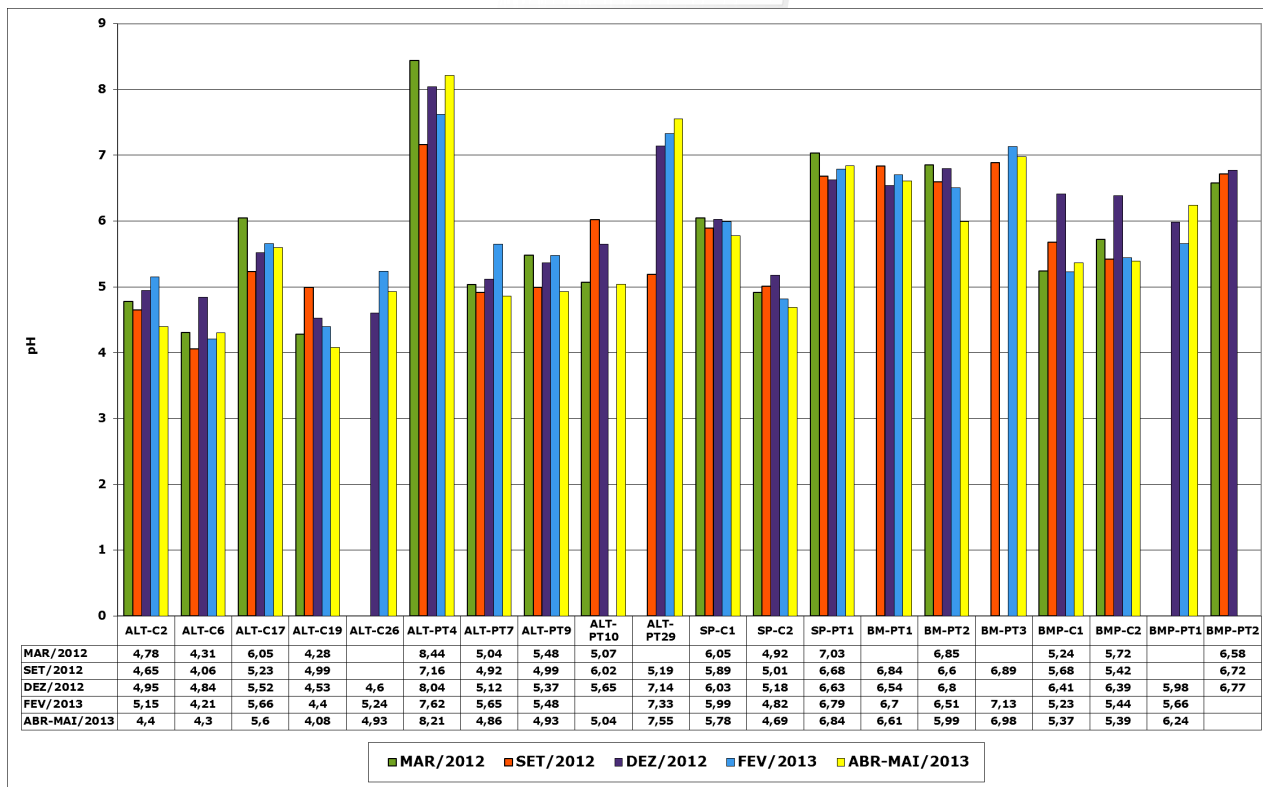


Figura 11.3.2 - 31 – Valores de pH dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

A Figura 11.3.2 - 32 apresenta os valores de pH dos poços de monitoramento instalados em Altamira. Os resultados indicam que todas as águas são ácidas a levemente ácidas.

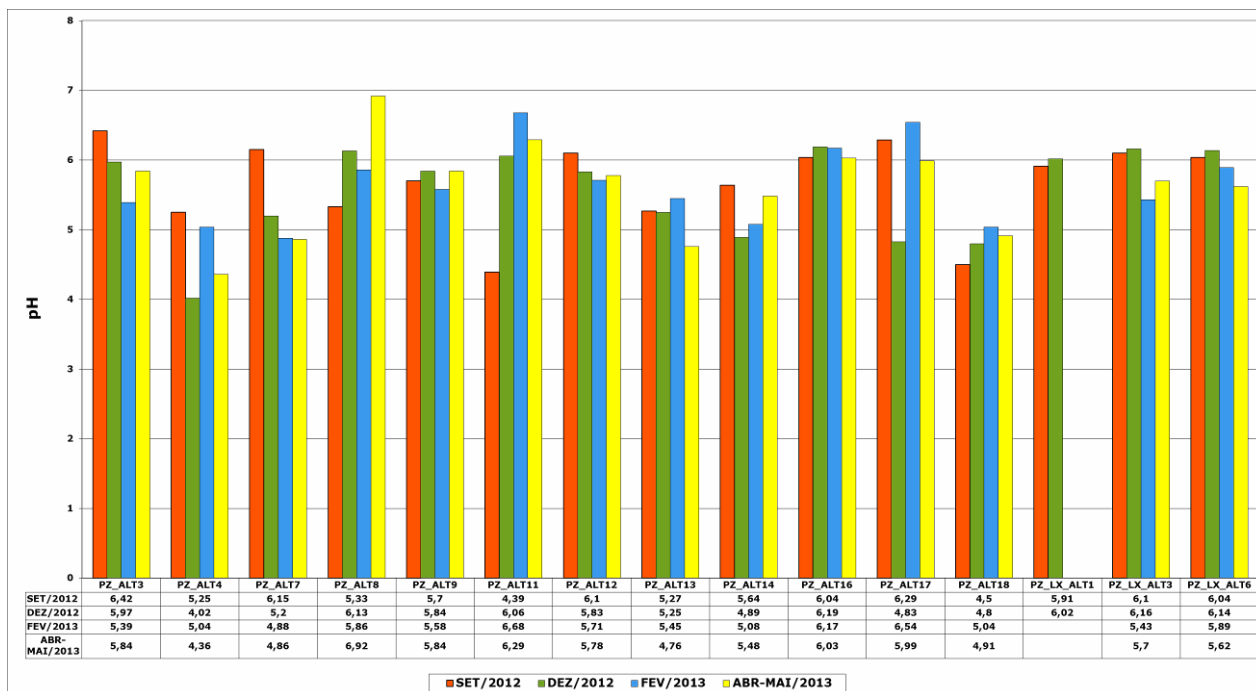


Figura 11.3.2 - 32 – Valores de pH dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.

A **Figura 11.3.2 - 33** apresenta os valores de pH dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios Xingu e Intermediário. Observa-se que na maioria dos pontos os valores de pH são mais altos no período de seca e provavelmente reduzem com a infiltração de águas das chuvas que são naturalmente mais ácidas.

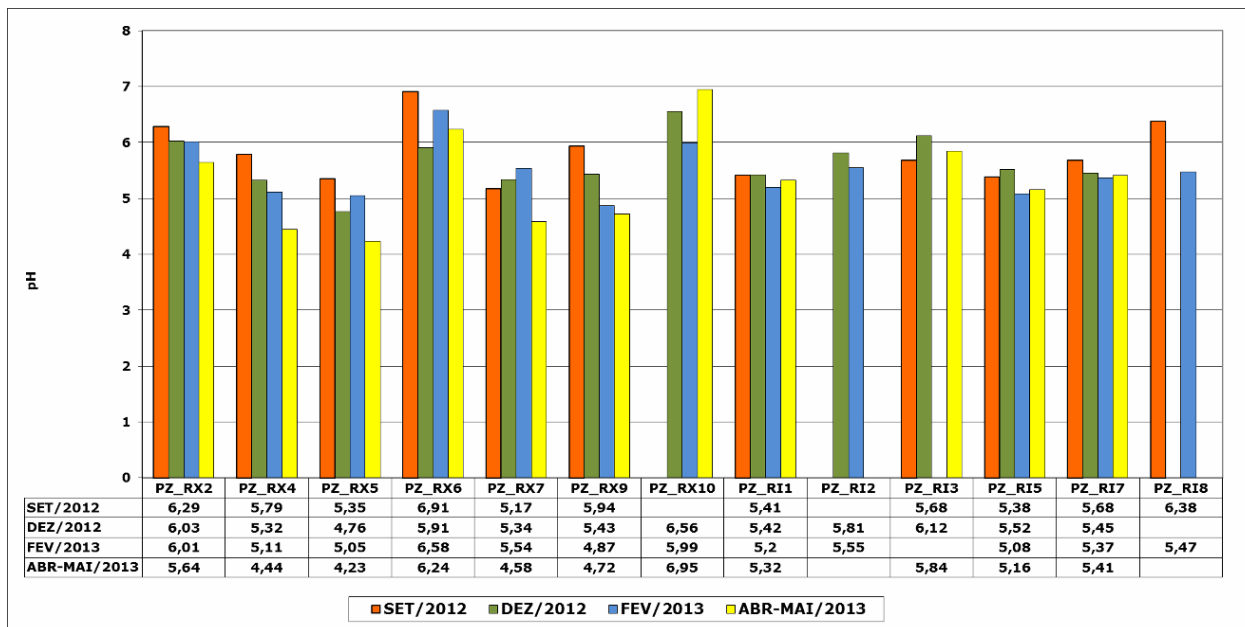


Figura 11.3.2 - 33 – Valores de pH dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios Xingu e Intermediário.

11.3.2.2.4. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE TDS

A **Figura 11.3.2 - 34** apresenta os valores de TDS das cisternas e poços cadastrados em Altamira, no Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal. Todos os valores superiores a 100 mg/l devem ser considerados como anômalos e muito provavelmente relacionados à contaminação antrópica.

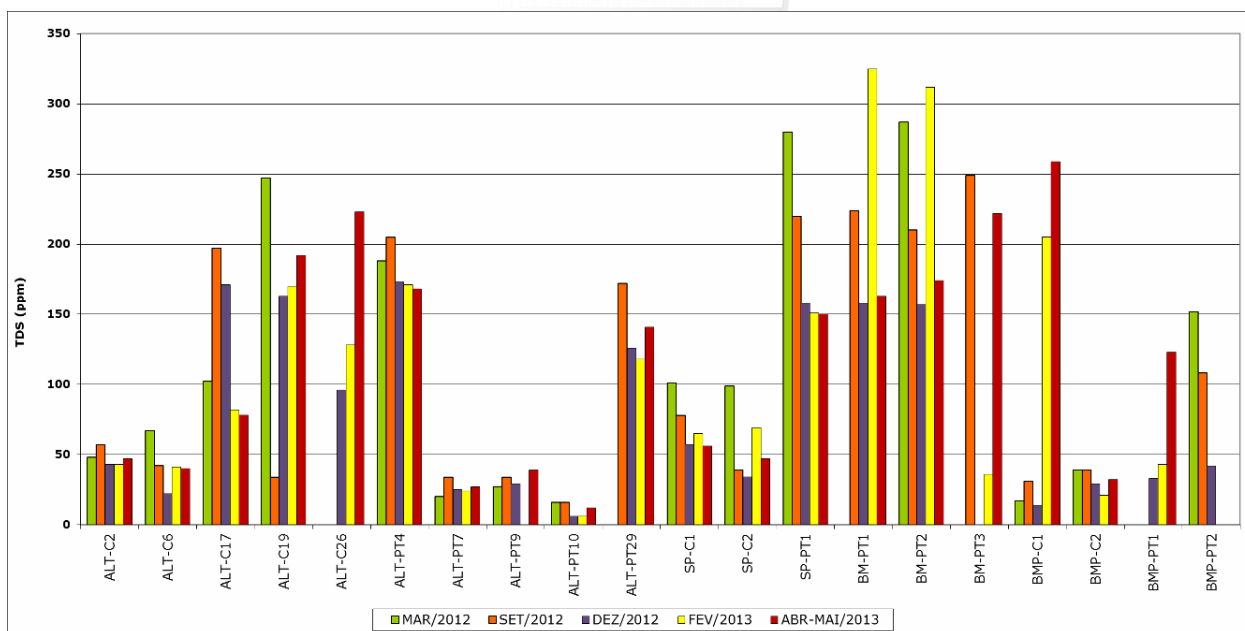


Figura 11.3.2 - 34 – Valores de TDS dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

A **Figura 11.3.2 - 35** apresenta os valores de TDS dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira. Os valores superiores a 150 mg/l devem ser considerados como possível contaminação.

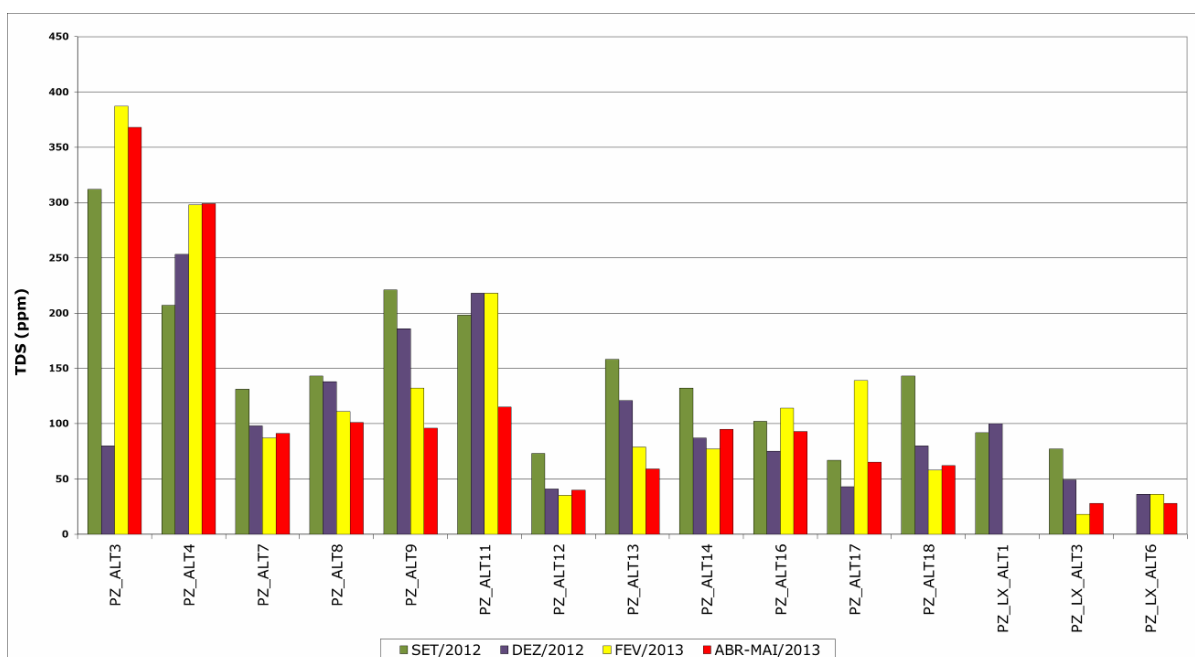


Figura 11.3.2 - 35 – Valores de TDS dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.

A **Figura 11.3.2 - 36** apresenta os valores de TDS dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios Xingu e Intermediário. O ponto PZ-RI5 com valor anômalo sem dúvida é associado a uma contaminação pontual, muito provavelmente associada à construção dos poços.

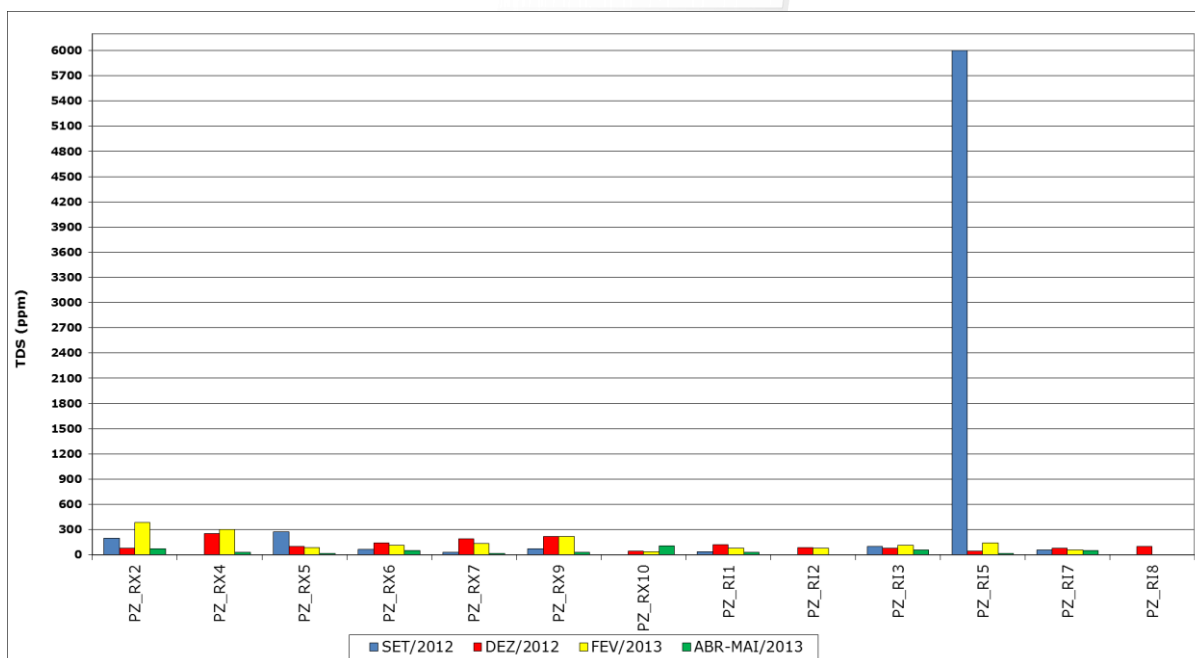


Figura 11.3.2 - 36 – Valores de TDS dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios Xingu e Intermediário.

11.3.2.2.5. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS TEORES DE SÓDIO

A **Figura 11.3.2 - 37** apresenta os teores de sódio para as cisternas e poços cadastrados na área urbana de Altamira, no Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal e nenhum ponto apresenta valores acima do VMP (200.000 µg/L). Apesar disto, os pontos que apresentam valores superiores a 10.000µg/L podem ser interpretados como afetados por contaminação a partir de fossas sépticas.

O ponto ALTC19 apresentou um comportamento muito contrastante com valor menor que 5.000 µg/L em setembro/2012 e valores maiores que 30.000 µg/L nos outros períodos de coleta, o que pode indicar fonte intermitente de contaminação.

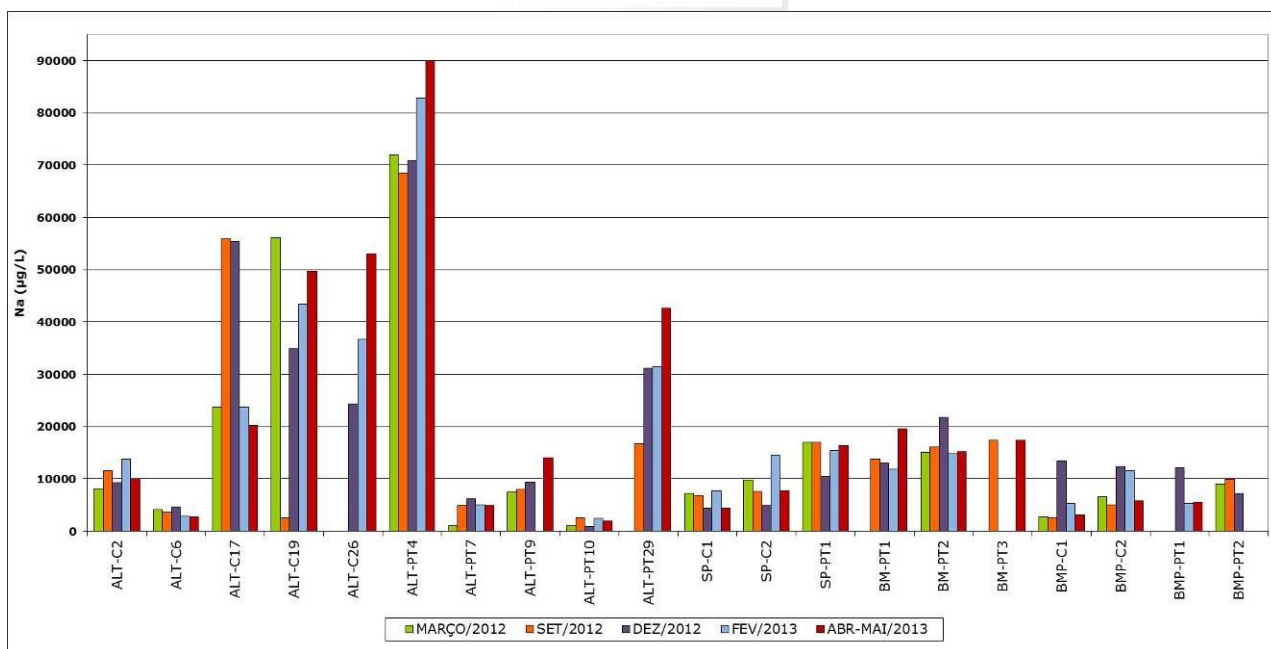


Figura 11.3.2 - 37 – Valores de sódio dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

A **Figura 11.3.2 - 38** 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 - 39** apresenta os teores de sódio obtidos nos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros Reservatórios Xingu e Intermediário e nenhum ponto apresentou valores acima do VMP (200.000 µg/L).

Em todos os casos, área urbana de Altamira, e futuros reservatórios, valores superiores a 20 mg/L devem ser considerados como afetados por contaminação antrópica.

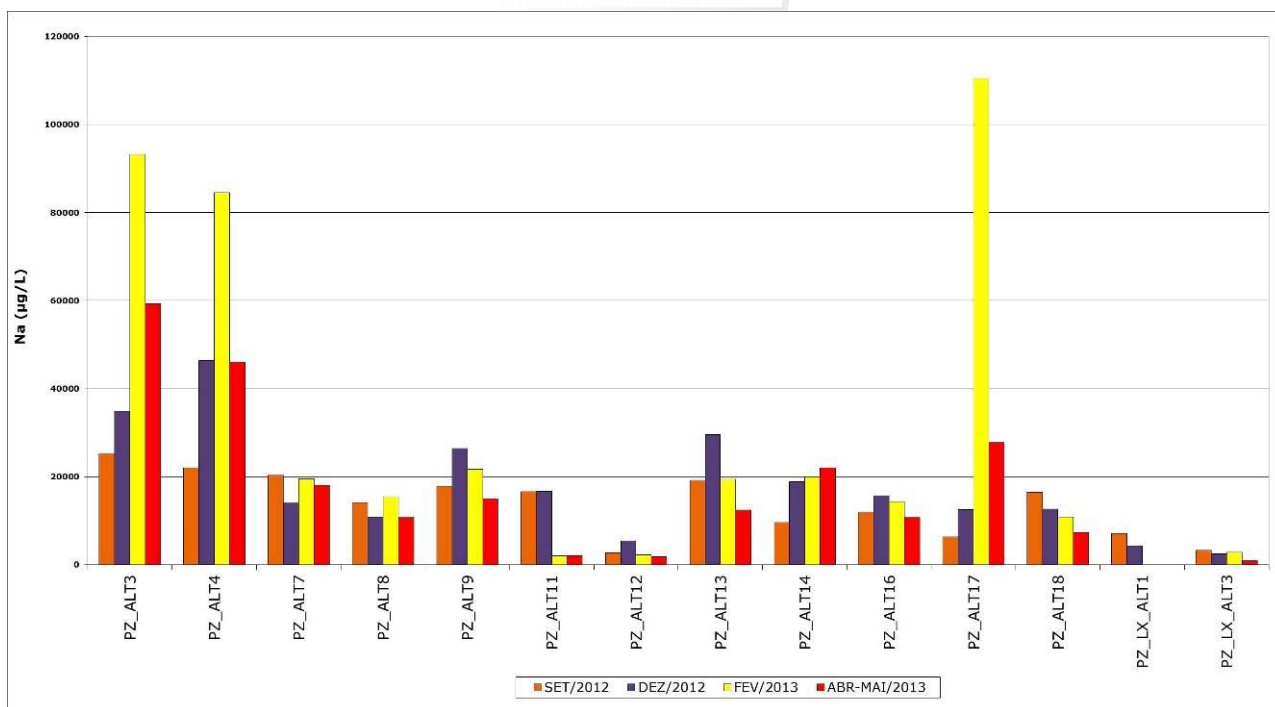


Figura 11.3.2 - 38 – Valores de sódio dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.

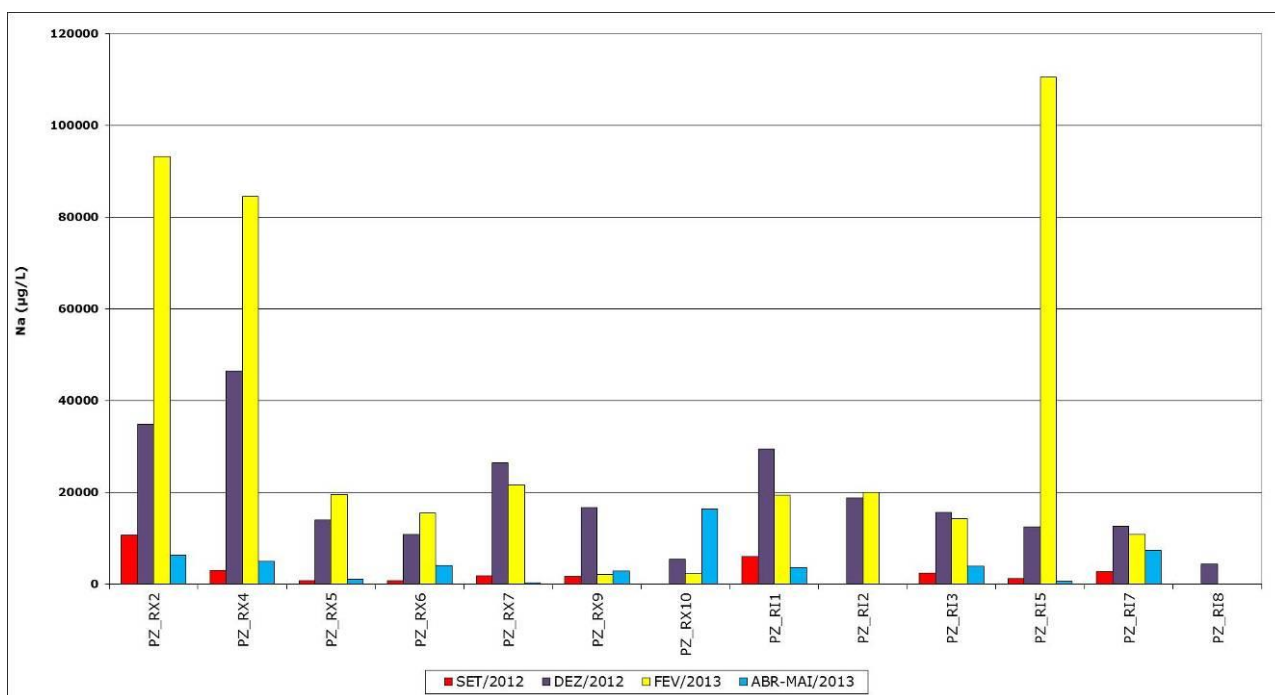


Figura 11.3.2 - 39 – Valores de sódio dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios Xingu e Intermediário.

11.3.2.2.6. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE POTÁSSIO

A **Figura 11.3.2 - 40** apresenta os valores de potássio para as cisternas e poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira, no Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal. Pode-se observar que na maioria dos pontos os valores são maiores nos períodos que sofrem influência das águas pluviais.

O ponto ALT-C17 apresentou valor fora do padrão de potabilidade, provavelmente, por se tratar de uma contaminação pontual. As análises das demais amostras coletadas nos mesmos pontos apresentam-se com valores próximos aos das demais coletas e não foi constatado nenhum foco específico de contaminação.

Nos demais pontos de coletas, os valores oscilam entre 52 µg/L a no máximo 9.220 µg/L o que é compatível com os meios geológicos em estudo. Os valores acima de 5.000 µg/L podem estar associados a potássio liberado de argilominerais e/ou feldspatos sob condições de pH adequado.

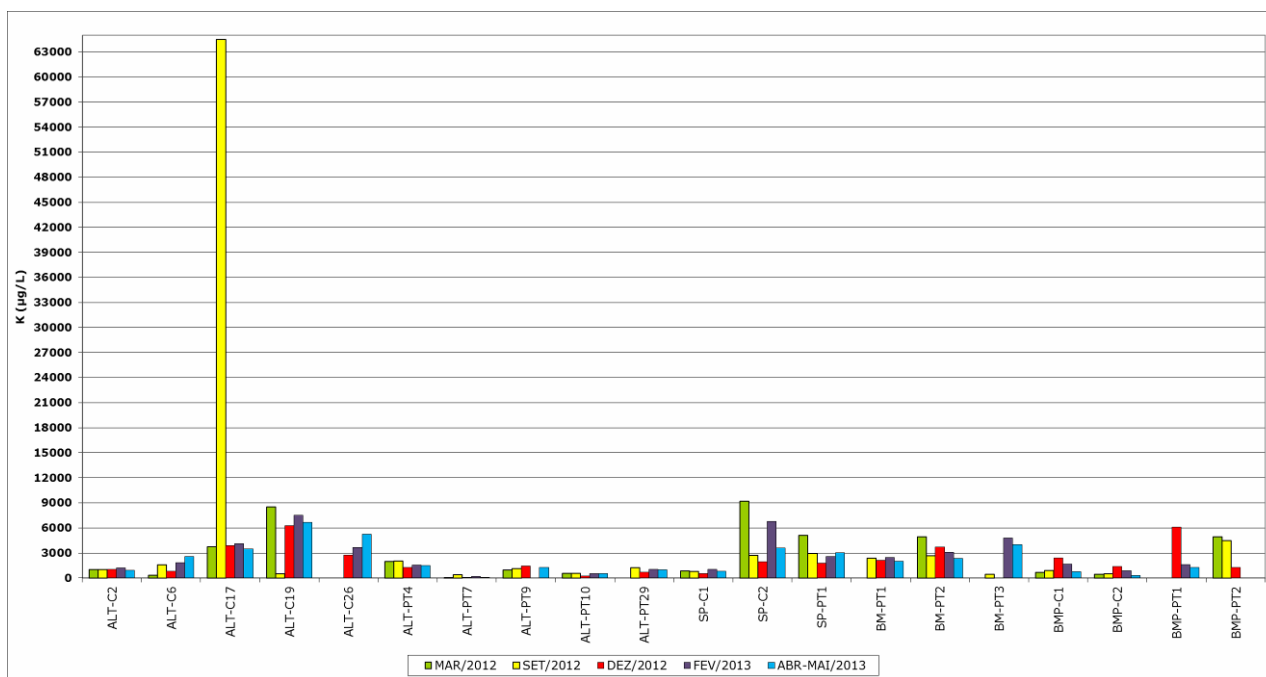


Figura 11.3.2 - 40 – Valores de potássio dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

A **Figura 11.3.2 - 41** apresenta os resultados de potássio dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira. Observa-se que na maioria dos pontos os valores são mais elevados em setembro.

Valores superiores a 10 mg/L devem ser considerados anômalos e provavelmente relacionados à contaminação por atividades antrópicas.

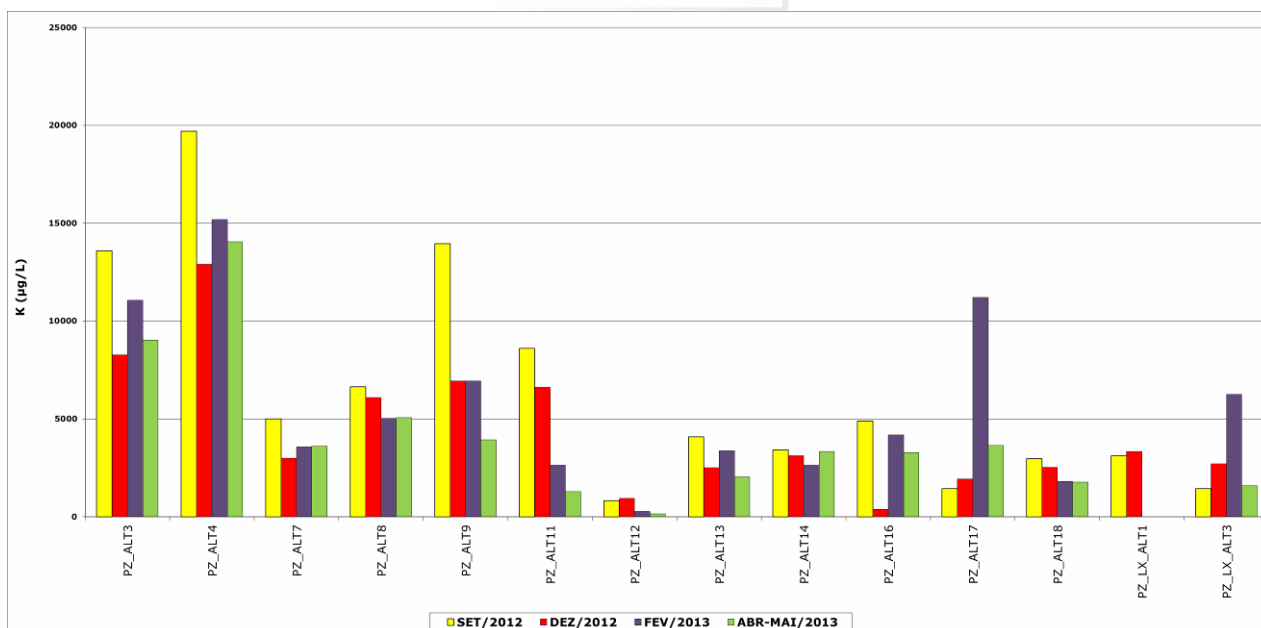


Figura 11.3.2 - 41 – Valores de potássio dos poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira.

A **Figura 11.3.2 - 42** apresenta os valores de potássio dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatório Xingu e Intermediário.

O ponto PZ_R12 apresenta valor maior que 40 mg/L nas coletas de dezembro/2012 e fevereiro/2013, e mesmo que não tenha sido identificado nenhum foco de contaminação em suas proximidades este valor é interpretado como vinculado à contaminação antrópica.

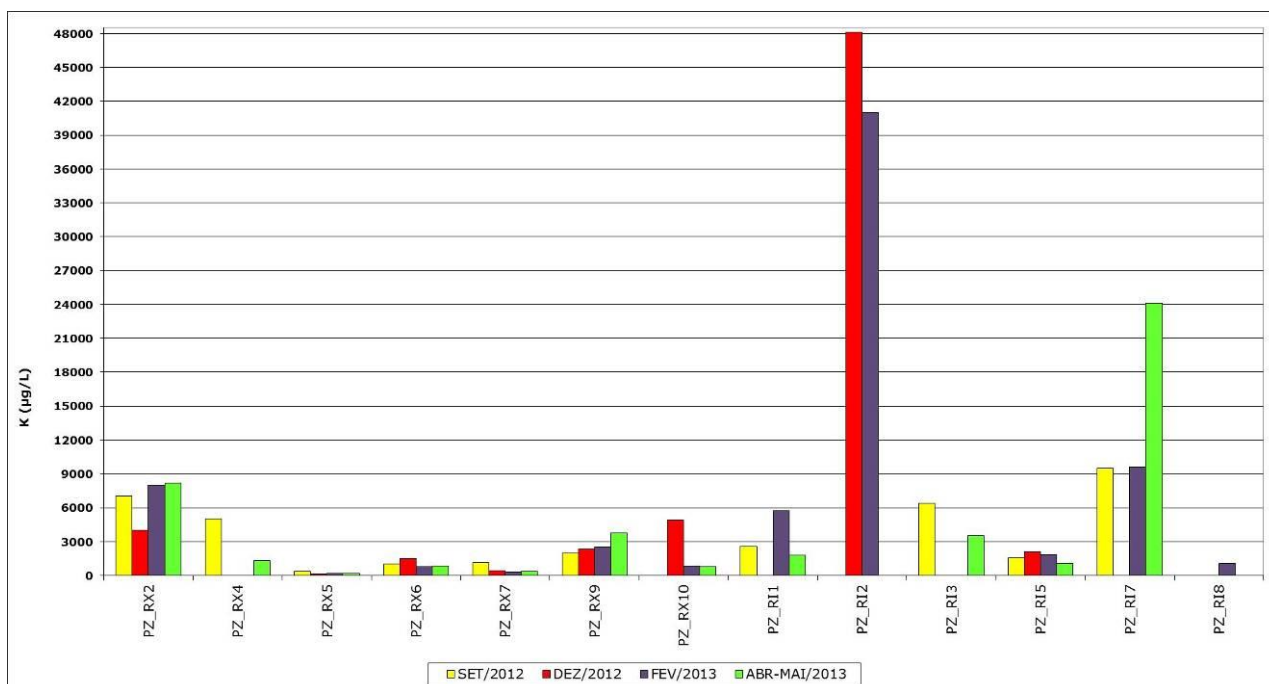


Figura 11.3.2 - 42 – Valores de potássio dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios Xingu e Intermediário.

11.3.2.2.7. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE CÁLCIO

A **Figura 11.3.2 - 43** apresenta os resultados para o cálcio para os poços e cisternas cadastradas na área urbana de Altamira, no Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

Valores de cálcio 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).

Na maioria dos pontos amostrados, os valores do íon cálcio são inferiores a 10.000 µg/L, o que é compatível 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 de alerta, sendo que estes poços devem ser monitorados com bastante cuidado. A eventual contaminação deverá ser confirmada a partir dos valores de outras substâncias que se elevam de forma concomitante ao cálcio.

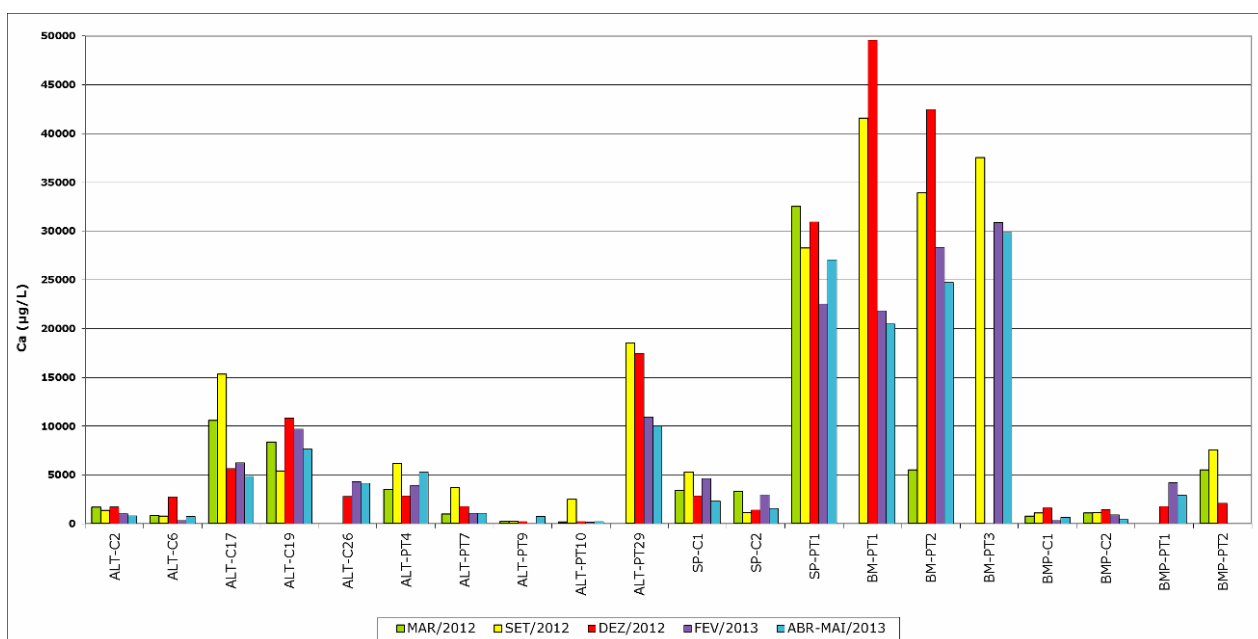


Figura 11.3.2 - 43 – Valores de cálcio dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

A **Figura 11.3.2 - 44** apresenta os resultados para o cálcio para os 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.

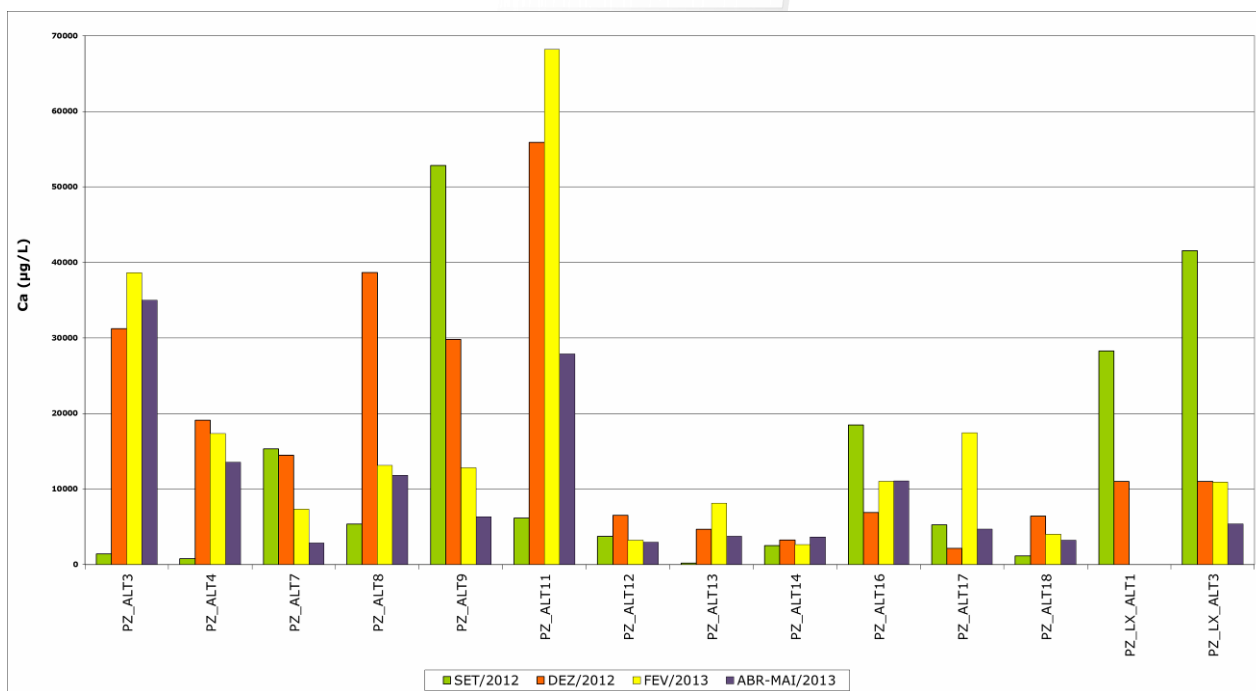


Figura 11.3.2 - 44 – Valores de cálcio dos poços de monitoramento instalados em Altamira.

A **Figura 11.3.2 - 45** apresenta os resultados para o cálcio para os poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatório Xingu e Intermediário.

O ponto PZ_RX7 que apresentou valor de cálcio acima de 50.000 µg/L, está localizado em local de pastagem e não foi identificado nenhum foco de contaminação, sendo que este valor foi considerado como função de contaminação após a instalação do poço.

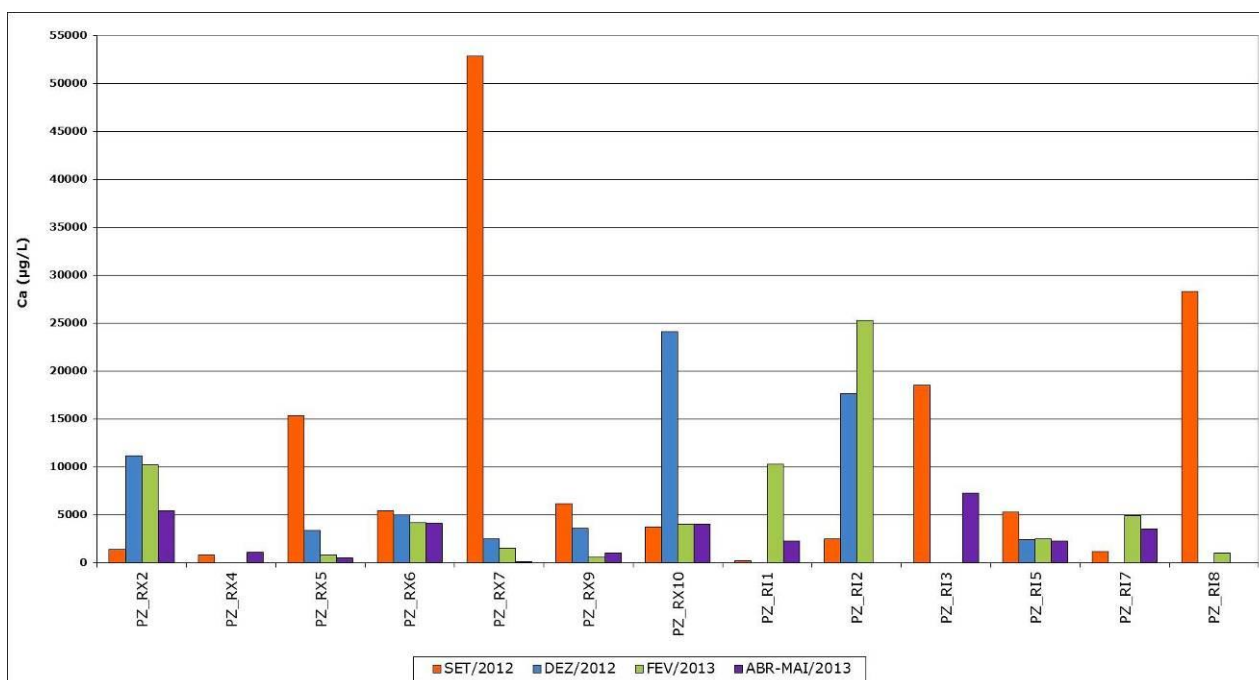


Figura 11.3.2 - 45 – Valores de cálcio dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatório Xingu e Intermediário.

11.3.2.2.8. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE MAGNÉSIO

A **Figura 11.3.2 - 46** mostra os valores de magnésio para os poços e cisternas cadastradas na área urbana de Altamira, no Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal, onde se pode observar que, em geral os pontos que apresentam teores de magnésio maiores que 6.000 µg/L coincidem com os pontos com teores elevados de cálcio. Este dado mostra a provável origem geogênica destes elementos, que têm comportamento geoquímico similar em ambientes pedológicos e geológicos.

As amostras dos demais pontos apresentam valores inferiores a 2.000 µg/L, o que é comum em águas de aquíferos freáticos associados a coberturas de solos.

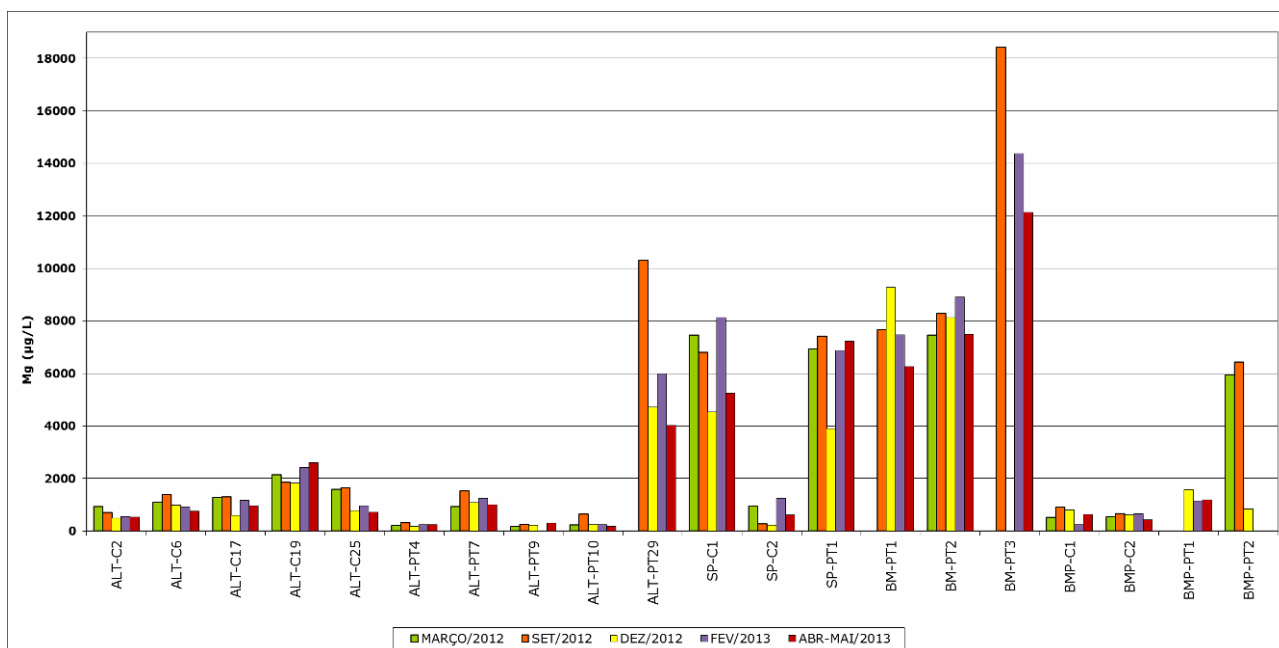


Figura 11.3.2 - 46 – Valores de magnésio dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

A **Figura 11.3.2 - 47** apresenta os valores de magnésio para os poços de monitoramento instalados na área urbana de Altamira. A maioria dos pontos apresenta valores menores que 10.000 µg/L.

O ponto PZ-ALT17 apresenta valores elevados na amostragem de fevereiro/2013 e observa-se que este ponto tem valores elevados na mesma época de TDS, sódio, potássio e cálcio. Este fato permite interpretar que esta amostra sofreu contaminação a partir de foco pontual, pois os outros três meses de amostragens não exibiram tais valores anômalos.

A **Figura 11.3.2 - 48** apresenta os valores de magnésio para os poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatórios Xingu e Intermediário.

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.

A maioria dos pontos apresenta valores inferiores a 10.000 µg/L. O valor mais anômalo é do ponto PZ-RI2, que também apresenta valores altos de potássio, os quais são interpretados como função de contaminação local.

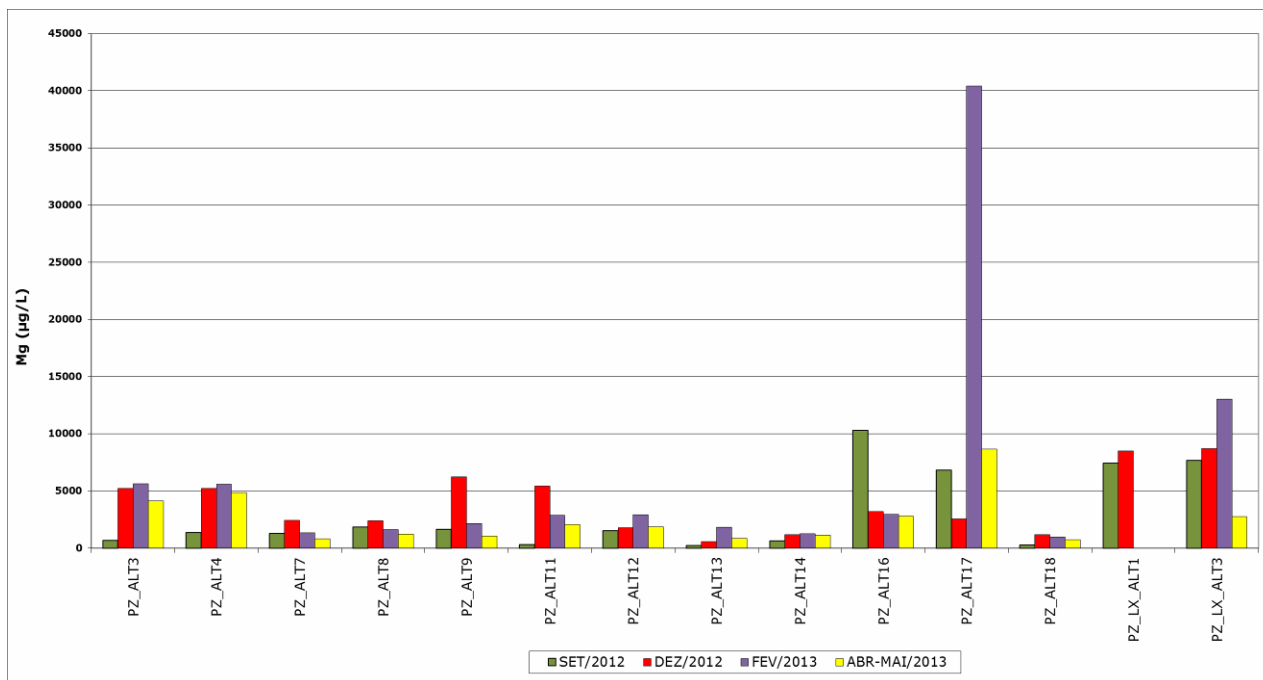


Figura 11.3.2 - 47 – Valores de magnésio dos poços de monitoramento instalados em Altamira.

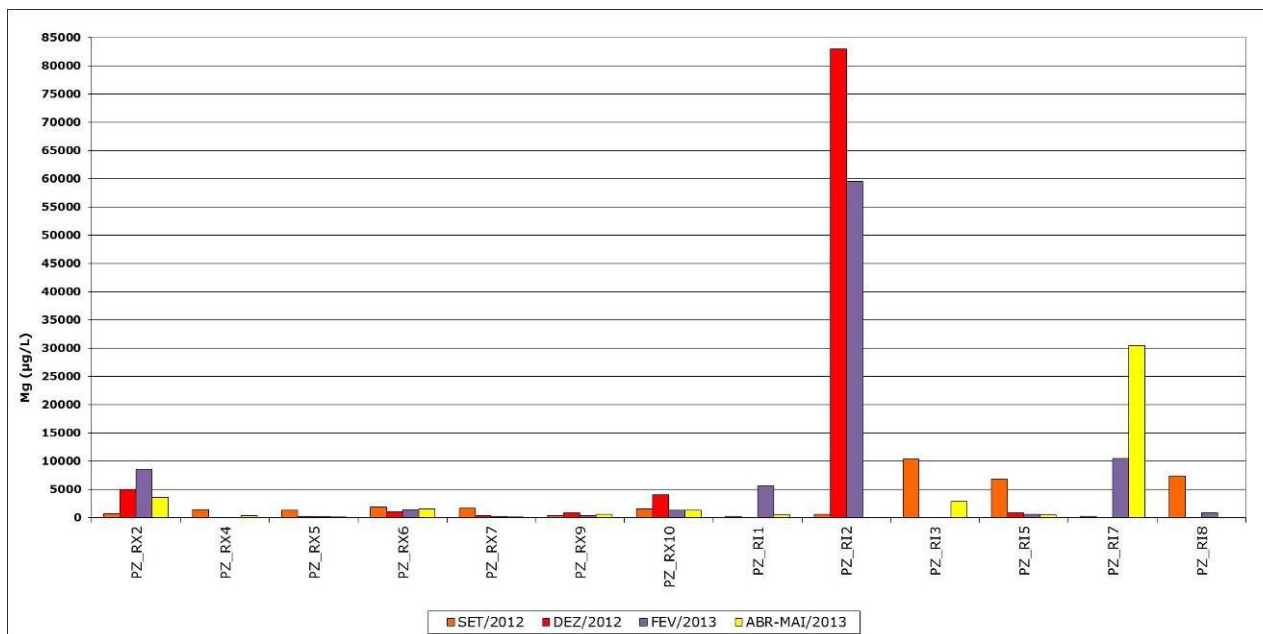


Figura 11.3.2 - 48 – Valores de magnésio dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatório Xingu e Intermediário.

11.3.2.2.9. GRÁFICOS DA EVOLUÇÃO DOS VALORES DE CLORETO

A **Figura 11.3.2 - 49** 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-C26 e ALT-C17 apresentam valores anômalos, principalmente para a coleta realizada em setembro/2012 (época de níveis freáticos mais baixos). 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 5.000 µg/L são resultantes de infiltração a partir de águas residuárias 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.

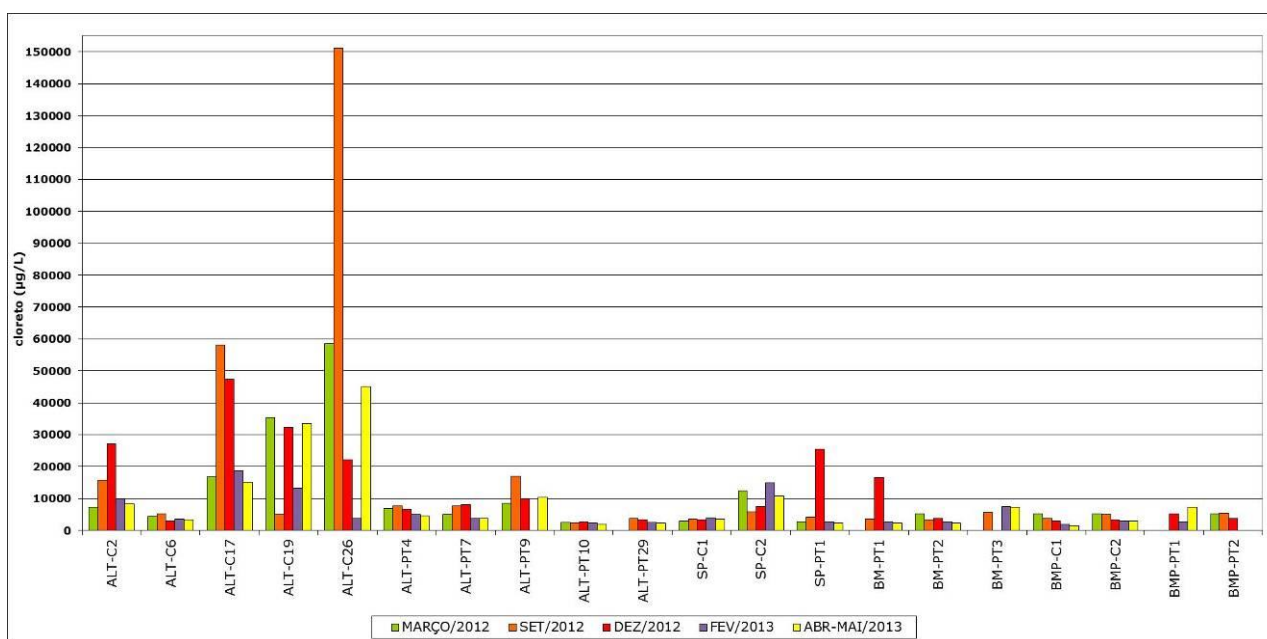


Figura 11.3.2 - 49 – Valores de cloreto dos poços e cisternas cadastrados em Altamira, Sítio Pimental, Belo Monte e Belo Monte do Pontal.

A **Figura 11.3.2 - 50** 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, o ponto PZ_ALT9 apresenta valores anômalos na coleta de setembro/2012 e observando-se os outros gráficos, identificam-se valores anômalos na mesma época para cálcio e potássio, o que indica provável contaminação destas águas.

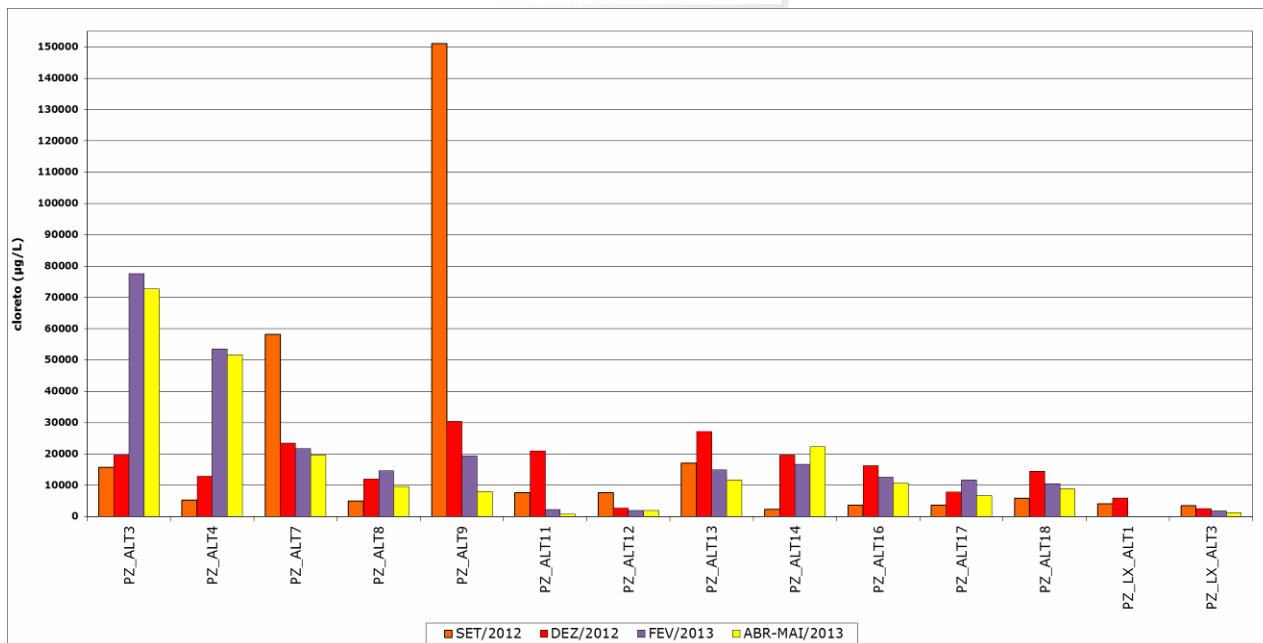


Figura 11.3.2 - 50 – Valores de cloreto dos poços de monitoramento instalados em Altamira.

A **Figura 11.3.2 - 51** apresenta os valores de cloreto dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatório Xingu e Intermediário e nenhum ponto apresenta valores acima do VMP permitido pela legislação vigente (250.000 µg/L). Entretanto, os poços com valores acima de 30 mg/L devem ser considerados anômalos e muito provavelmente atribuídos à contaminação dos aquíferos nas adjacências daqueles poços.

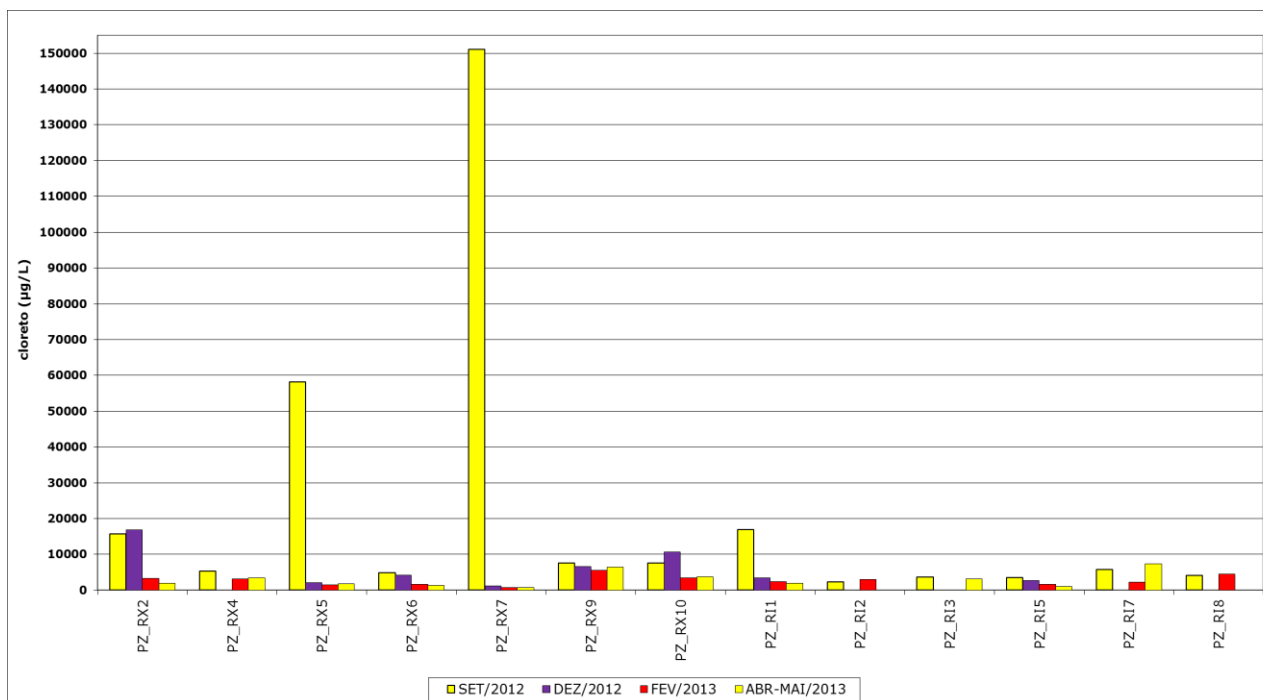


Figura 11.3.2 - 51 – Valores de cloreto dos poços de monitoramento instalados no entorno dos futuros reservatório Xingu e Intermediário.

11.3.2.2.10. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Nota-se certa tendência de alguns parâmetros em se manterem fora dos valores máximos permitidos. Os mais recorrentes são: 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 da Coleta Trimestral 1 (com menor influência das águas pluviais - período de seca).

No entanto, considerando as Coletas Trimestrais já realizadas se observa, devido à maior influência das águas pluviais, as quais atingem o lençol freático, que os elementos e substâncias presentes nas águas subterrâneas são diluídos no sistema, e aparecem em menor concentração após o período das chuvas.

Segundo a FUNASA (2006), a turbidez da água é devida à presença de materiais sólidos em suspensão, que reduzem a sua transparência. 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 ou de despejos domésticos e industriais. Pode favorecer a decantação de flocos pesados, além de dificultar os processos de desinfecção protegendo microrganismos no contato direto com os desinfetantes. É um indicador sanitário utilizado como padrão de aceitação da água para consumo humano.

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). Segundo FREITAS *et al.* (2001) essas contaminações, 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 extremamente tóxicas ao homem e ao meio ambiente.

As bactérias do grupo coliforme constituem o principal indicador de contaminação microbiológica da água, geralmente provenientes da contaminação pelas fezes humanas e de outros animais. Uma água para consumo potável não pode conter bactérias do grupo coliforme, principalmente, termotolerantes, como o que aparece nos resultados encaminhados pelo laboratório, pois indica ocorrência de bactérias patogênicas. Nota-se também que é mais comum contaminação por coliformes em cisternas, devido a dificuldade de sua vedação, possibilitando a entrada de diferentes tipos de elementos externos (inclusive por escoamento superficial em alguns casos).

Para integração dos dados apresentados neste Projeto e o Programa de Saúde Pública, o número de casos de doença diarréica aguda (DDA) em todas as faixas etárias, nos municípios na Área de Influência Direta da UHE Belo Monte, são mostrados no **Quadro 11.3.2 - 3**. O número de casos apresentado é ainda subestimado, já que casos clínicos mais brandos da doença, provavelmente, são sub-notificados, pois são tratados em casa, sem o envolvimento dos postos de saúde. A causa da DDA provavelmente tem veiculação hídrica e a presença consistente (no espaço e no tempo) de coliformes fecais nas águas subterrâneas da região se dá pelo

fato de não haver sistema de esgotamento sanitário em Altamira. As residências possuem fossas, muitas vezes bem próximas aos poços e/ou cisternas, gerando tal contaminação. De fato, 55% dos poços analisados apresentaram, pelo menos em alguma amostragem, coliformes fecais em não conformidade com a legislação específica. A associação da informação de poços contaminados ao elevado número de casos de DDA, indicam a necessidade de melhor avaliação e capacitação dos municípios para estabelecer ações de saúde e de saneamento mais efetivas. O contínuo acompanhamento dos indicadores de saúde ao longo do monitoramento, em princípio, deve evidenciar alteração da situação atual porque está previsto o saneamento básico na cidade de Altamira.

Quadro 11.3.2 - 3 – Número de casos de doença diarreica aguda (DDA) em todas as faixas etárias, nos municípios na Área de Influência Direta da UHE Belo Monte, como indicador de saúde obtidos na 10ª. Regional de Proteção Social (PA)

MUNICÍPIO	ANO		
	2010	2011	2012
Anapu	952	2592	2539
Altamira	1921	1599	1553
Brasil Novo	588	388	631
Senador José Porfírio	372	118	388
Vitoria do Xingu	469	396	241

ALABURDA & NISHIHARA (1998) consideram que concentrações superiores a 3,0 mg/L de nitrato são indicativas de contaminação por atividades antropogênicas. A população de Altamira, em quase sua totalidade, não possui qualquer sistema de saneamento, e se utiliza de 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.

O manganês e o ferro, metais amplamente distribuídos no ambiente, podem ser de origem natural ou humana (KUNITO *et al.*, 2004). O ferro e o manganês em estado de oxidação +3 não causam problemas no ser humano, porém, quando oxidados, formam precipitados que provocam manchas em sanitários e roupas (DI BERNARDO, 1993). Quando em estado reduzido (Fé 2+ e Mn 2+) estes metais são muito tóxicos aos seres vivos sendo causa de problemas neurológicos quando ingeridos por prolongado período de tempo.

O alumínio tem uma ocorrência bastante comum na composição de rochas e do solo (elemento químico mais abundante na crosta terrestre). 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).

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.

11.3.2.2.11. CRONOGRAMA GRÁFICO





O cronograma abaixo ilustra o desenvolvimento das atividades no cronograma atual que foi aprovado junto ao IBAMA em março de 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

Desvio do rio pelo vertedouro (sítio Pimental)
 Início enchimento Reserv. Xingu - Emissão prevista da LO da casa de força complementar
 Início geração comercial da 1ª UG CF Complementar
 Enchimento Reserv. Interm. - LO Casa de Principal (Belo Monte)
 Entrada operação última UG da CF Complementar
 Início geração comercial CF Principal

Item	Descrição	2011				2012				2013				2014				2015				2016				2017					
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4		
CRONOGRAMA DO PACOTE DE TRABALHO																															
11	11. PLANO DE GESTÃO DE RECURSOS HÍDRICOS																														
11.3	11.3 Programa de Monitoramento das Águas Subterrâneas																														
11.3.2	11.4.1 Projeto de Monitoramento Limnológico e de Qualidade da Água Superficial																														
1	Coletas de amostras de água																														
1	Coletas de amostras de água																														
2	Processamento das amostras																														
2	Processamento das amostras																														
3	Elaboração de relatórios semestrais consolidados																														
3	Elaboração de relatórios semestrais consolidados																														
4	Reavaliação do Projeto																														
4	Reavaliação do Projeto																														

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

11.3.2.3. ENCAMINHAMENTOS PROPOSTOS

A rede de pontos para o Projeto de Monitoramento da Qualidade das Águas Subterrâneas, como mencionado anteriormente, é composta por poços tubulares e cisternas, existentes e cadastrados durante a coleta de verificação de malha amostral, realizada no período de 26/03 a 10/04/2012. Além destes, a rede é composta por poços de monitoramento instalados, no âmbito deste Projeto de Monitoramento na região de Altamira e no entorno dos Reservatórios Xingu e Intermediário.

Ressalta-se, portanto, a necessidade de conservação dos monitores, para que se possa garantir a coleta de dados trimestralmente, como previsto no PBA, bem como alcançar as metas estabelecidas para este projeto de monitoramento.

As classificações químicas de cada poço serão definidas e constantemente comparadas entre as diferentes coletas, a fim de se identificar quaisquer alterações, durante a implantação do reservatório, e se possível identificar suas origens: contaminação, origem geogênica ou simplesmente sazonalidade climática. Os laudos das análises de água serão sempre analisados detalhadamente, monitorando-se, assim, as hipóteses sobre os teores de alguns íons anômalos até então detectados, por meio da classificação química de cada ponto.

Durante as próximas campanhas de coleta, os arredores dos pontos nos quais se identificou qualquer anormalidade deverão ser investigados, a fim de se identificar possíveis locais ou focos de contaminação próximos, como fossas, igarapés contaminados, rio Xingu, postos de abastecimento de combustíveis, resíduos sólidos acumulados a montante do poço, *etc.*

Serão informados à Norte Energia os poços que sofreram depredação ou de alguma forma perderam sua funcionalidade, de forma que a empresa possa restabelecer o ponto de amostragem com a construção de novos poços quando necessário. Um exemplo deste caso são três poços de monitoramento próximos ao Lixão de Altamira que foram danificados, em função da própria operação do lixão, ou por pessoas que usam a área para acumular clandestinamente seus resíduos. Ressalta-se que dois desses poços já foram recuperados para monitoramento.

Com a finalização de um ano hidrológico completo, mapas com espacialização das áreas/pontos mais vulneráveis à contaminação antrópica dos aquíferos subjacentes e de áreas críticas para a cidade de Altamira, mostrando os pontos que podem sofrer alteração devido a subida do lençol freático (após integração com resultados do Projeto de Monitoramento da Dinâmica das Águas Subterrâneas) serão elaborados.

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
Thaís Becker	Geóloga	Responsável por coletas de campo, vistorias técnicas.	CREA/DF 18421/D	512496

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 no entorno do Reservatório Xingu

Anexo 11.3.2 - 5 – Mapa de localização da rede de monitoramento no entorno do Reservatório Intermediário

Anexo 11.3.2 - 6 – Resultados das Análises Físico-Químicas (1) Referente à Coleta Trimestral 2

Anexo 11.3.2 - 7 – Resultados das Análises Físico-Químicas (2) Referente à Coleta Trimestral 2

Anexo 11.3.2 - 8 – Resultados dos Parâmetros Medidos In Situ Referente à Coleta Trimestral 2

Anexo 11.3.2 - 9 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 2

Anexo 11.3.2 - 10 – Resultados das Análises Físico-Químicas (1) Referente à Coleta Trimestral 3

Anexo 11.3.2 - 11 – Resultados das Análises Físico-Químicas (2) Referente à Coleta Trimestral 3

Anexo 11.3.2 - 12 – Resultados dos Parâmetros Medidos In Situ Referente à Coleta Trimestral 3

Anexo 11.3.2 - 13 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 3

Anexo 11.3.2 - 14 – Resultados das análises físico-químicas (1) referente à Coleta Trimestral 4

Anexo 11.3.2 - 15 – Resultados das análises físico-químicas (2) referente à Coleta Trimestral 4

Anexo 11.3.2 - 16 – Resultados dos parâmetros medidos *in situ* referente à Coleta Trimestral 4

Anexo 11.3.2 - 17 – Laudos laboratoriais da Coleta Trimestral 4