

ASSUNTO/MOTIVO

**RELATÓRIO ANUAL DO PROGRAMA DE MONITORAÇÃO DA QUALIDADE FÍSICO-QUÍMICA DOS SEDIMENTOS MARINHOS DAS ENSEADAS DE ITAORNA, PIRAQUARA DE FORA E PIRAQUARA DE DENTRO – 2014**

PÁGINA

1 / 40

LOCAL/DATA

Angra, 28/04/2015

REDATOR

Valdeci R. Almeida

U.O./TEL.

DLMA.G - 9872

REFERÊNCIA

CÓDIGO ARQUIVO

SUMÁRIO

Nº DE PÁGINAS

ANEXOS

40

Para ser providenciado  
Para conhecimento  
Prazos

## Sumário

1.0	INTRODUÇÃO .....	4
1.1	AUTORIZAÇÃO DE COLETA .....	4
2.0	MATERIAIS E MÉTODOS .....	4
3.0	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	4
3.1	CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO .....	5
4.0	CONCLUSÕES .....	5
5.0	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	5
6.0	APÊNDICES .....	9
6.1	RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO - Itaorna .....	9
6.2	RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – Z3 C .....	13
6.3	RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – Ponta Grande .....	17
6.4	RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – Z4 B .....	21
6.5	RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – Cloro 750 m B .....	25
6.6	RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – P 47 B .....	29
6.7	RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – P 50 B .....	33
6.8	RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – P 23 A .....	37

**Valdeci Ribeiro de Almeida**  
Supervisor de Química - Matr. 05004144-1  
Divisão Lab. de Monitoração Ambiental - DLMA.G  
CRQ 004348035

**Rodrigo Martins de Almeida**  
Supervisor de Biologia - Matr. 05004336-1  
Divisão Lab. de Monitoração Ambiental - DLMA.G  
CRBio 32999/02

**Aderval Ferrari Vaz de Almeida**  
Chefe de Divisão - Matr. 5002314-1  
Divisão Laboratório de Monitoração Ambiental  
DLMA.G

ASSINATURAS

REV.

DATA

PÁG.

VERIFICADO/  
APROVADO

AUTOR

VERIFICADO/APROVADO

DISTRIBUIÇÃO (QUANDO FOR ENCAMINHADO SOMENTE O SUMÁRIO PARA CONHECIMENTO COLOCAR "PC")

SM.G/ SC.O/ SU.O/ SD.O/ ST.O/ GGA.G

## FIGURAS

Figura 1. Malha amostral do programa de monitoração da qualidade físico-química dos sedimentos marinhos das enseadas de Itaorna, Piraquara de Fora e Piraquara de Dentro.	8
Figura 2. Molhe de Itaorna – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg .....	10
Figura 3. Molhe de Itaorna – concentração de bário e boro no sedimento em mg/L .....	10
Figura 4. Molhe de Itaorna – concentração de cádmio no sedimento em mg/L .....	11
Figura 5. Molhe de Itaorna – concentração de cromo no sedimento em mg/L .....	11
Figura 6. Molhe de Itaorna – concentração de mercúrio no sedimento em mg/L .....	12
Figura 7. Molhe de Itaorna – concentração de níquel no sedimento em mg/L .....	12
Figura 8. Z3 C – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg .....	14
Figura 9. Z3 C – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg .....	14
Figura 10. Z3 C – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg.....	15
Figura 11. Z3 C – concentração de cromo no sedimento em mg/kg .....	15
Figura 12. Z3 C – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg .....	16
Figura 13. Z3 C – concentração de níquel no sedimento em mg/kg .....	16
Figura 14. Ponta Grande – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg .....	18
Figura 15. Ponta Grande – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg.....	18
Figura 16. Ponta Grande – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg .....	19
Figura 17. Ponta Grande – concentração de cromo no sedimento em mg/kg.....	19
Figura 18. Ponta Grande – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg .....	20
Figura 19. Ponta Grande – concentração de níquel no sedimento em mg/kg .....	20
Figura 20. Z4 B – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg.....	22
Figura 21. Z4 B – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg .....	22
Figura 22. Z4 B – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg .....	23
Figura 23. Z4 B – concentração de cromo no sedimento em mg/kg .....	23
Figura 24. Z4 B – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg .....	24
Figura 25. Z4 B – concentração de níquel no sedimento em mg/kg .....	24
Figura 26. Cloro 750 m B – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg .....	26
Figura 27. Cloro 750 m B – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg .....	26
Figura 28. Cloro 750 m B – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg.....	27
Figura 29. Cloro 750 m B – concentração de cromo no sedimento em mg/kg .....	27
Figura 30. Cloro 750 m B – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg .....	28
Figura 31. Cloro 750 m B – concentração de níquel no sedimento em mg/kg .....	28



Figura 32. P 47 B – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg .....	30
Figura 33. P 47 B – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg .....	30
Figura 34. P 47 B – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg.....	31
Figura 35. P 47 B – concentração de cromo no sedimento em mg/kg .....	31
Figura 36. P 47 B – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg .....	32
Figura 37. P 47 B – concentração de níquel no sedimento em mg/kg .....	32
Figura 38. P50 B – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg .....	34
Figura 39. P50 B – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg .....	34
Figura 40. P50 B – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg.....	35
Figura 41. P50 B – concentração de cromo no sedimento em mg/kg .....	35
Figura 42. P50 B – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg .....	36
Figura 43. P50 B – concentração de níquel no sedimento em mg/kg .....	36
Figura 44. P 23 A – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg .....	38
Figura 45. P 23 A – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg .....	38
Figura 46. P 23 A – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg.....	39
Figura 47. P 23 A – concentração de cromo no sedimento em mg/kg .....	39
Figura 48. P 23 A – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg .....	40
Figura 49. P 23 A – concentração de níquel no sedimento em mg/kg .....	40

## TABELAS

Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta de amostras (DATUM: Córrego Alegre).....	6
Tabela 2. Níveis de classificação do material a ser dragado para metais e semi metais.....	6
Tabela 3. Umidade do sedimento.....	7
Tabela 4. Análise granulométrica do sedimento marinho (mm). .....	7
Tabela 5. Concentração de nitrogênio amoniacal, óleos e graxas, carbonatos e matéria orgânica no sedimento marinho.....	8



## **1.0 INTRODUÇÃO**

O Programa de Monitoração da Qualidade Físico Química dos Sedimentos Marinhos nas áreas da Enseada de Itaorna, Saco Piraquara de Fora e Piraquara de Dentro tem como objetivo definir os critérios de análise físico-química dos sedimentos marinhos e visa atender às condicionantes 2.22 e 2.27 da licença prévia nº 279/2008 da Usina Angra 3 emitida pelo IBAMA. Este relatório tem como objetivo apresentar os resultados obtidos no ano de 2014 e comparar os resultados com os dos anos anteriores.

### **1.1 AUTORIZAÇÃO DE COLETA**

A coleta das amostras na área da Estação Ecológica de Tamoios e em sua zona de amortecimento foi regulamentada pelos seguintes documentos: Autorização Direta nº. 002/2013 – ESEC Tamoios/ICMBio, Ofício nº. 61/2014 – ESEC Tamoios/ICMBio e Autorização nº. 530/2014 – DILIC/IBAMA.

## **2.0 MATERIAIS E MÉTODOS**

A malha amostral compreende 08 pontos (Tabela 1 e Figura 1) e a frequência de coleta é anual. A coleta das amostras foi realizada pelo Laboratório de Monitoração Ambiental da Eletronuclear e as análises foram realizadas pelo laboratório contratado Corplab que é acreditado pelo INMETRO na norma ISO/IEC 17025 para estes ensaios.

Em resposta à solicitação de esclarecimentos presente no Parecer Técnico IBAMA 005340/2013 a Eletronuclear informa que durante a 1ª campanha do atual programa de monitoração da qualidade físico-química dos sedimentos marinhos no entorno da Central Nuclear, realizada no ano de 2009, foi verificada a presença de uma laje submarina (formação rochosa, sedimento consolidado) exatamente na coordenada do ponto 63 B. A presença desta laje dificultava muito a coleta do sedimento através do amostrador do tipo Draga de Petersen, utilizado para a coleta de amostras de sedimento não consolidado, como areia, lama, etc. Desta forma, a partir da campanha seguinte este ponto foi substituído pelo ponto imediatamente adjacente, denominado ponto 50 B. Cabe ressaltar que o ponto 50 B já é monitorado no subprograma de zoobentos “profundo” (sedimento não consolidado) e atende ao solicitado pelo IBAMA, no Parecer IBAMA 10/2009, pois, assim como o ponto 63 B, também está localizado no “núcleo adjacente” área identificada no EIA da Usina de Angra 3 como possuidora de maiores índices de diversidade no Saco Piraquara de Fora.

## **3.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Os resultados das análises de metais no período de 2009 a 2014 nos oito pontos de coleta são apresentados nas tabelas 5.1 à 5.8. Os resultados são balizados pelos valores estabelecidos na Resolução CONAMA Nº 454/12 que estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob a jurisdição nacional. Atendendo o Parecer do IBAMA 5340/2013 os parâmetros alumínio, ferro, antimônio e manganês foram eliminados do Programa de Monitoração por não possuírem padrões de avaliação pela Resolução CONAMA 344/2004. Os parâmetros



chumbo, cobre e zinco apesar de possuírem padrões de avaliação pela Resolução CONAMA 344/2004( que foi revogada pela Resolução CONAMA 454/12) também foram eliminados do programa por não possuírem relação com a operação da CNAAA e porque os valores encontrados em todas as campanhas realizadas anteriormente ficaram abaixo do valor de referência para sedimento nível 1.

### **3.1 CARACTERIZAÇÃO DO SEDIMENTO**

Para caracterização do sedimento foram realizadas análises de umidade, granulometria, nitrogênio amoniacal, óleos e graxas, carbonatos e matéria orgânica. Os resultados destas análises são apresentados nas Tabelas 3, 4 e 5.

### **4.0 CONCLUSÕES**

Os resultados obtidos na campanha de monitoração de sedimento no ano de 2014 para os metais arsênio, cádmio, cromo, mercúrio e níquel estiveram abaixo do nível 1 nos pontos de coleta Molhe de Itaorna, Z3 C, Ponta Grande, P47 B e P50 B. Os pontos de coleta Z4 B, cloro 750 m B e P23 A apresentaram resultados acima do nível 1 para o parâmetro cádmio o que já havia ocorrido em anos anteriores nestes mesmos pontos e a sua presença não está relacionada a operação da CNAAA. O parâmetro mercúrio no ponto P23 A foi quantificado pelo laboratório contratado Corplab como menor que 0,37 mg/kg não sendo possível com isso saber se a concentração de mercúrio neste ponto estava abaixo ou acima do nível 1. O laboratório Corplab justificou essa ocorrência devido às características da amostra que por possuir um alto teor de umidade interferiu diretamente no cálculo do limite de quantificação da amostra. Analisando os gráficos do programa de monitoração de sedimento no período de 2009 a 2014 observa-se que não está ocorrendo acúmulo de metais e de semi metais nas áreas monitoradas uma vez que os valores estão se mantendo estáveis, inclusive para os parâmetros bário e boro que apesar de não possuírem valores de referência na Resolução CONAMA 454/12 estão sendo monitorados atendendo ao Parecer do IBAMA 5340/13.

### **5.0 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

CONAMA. Resolução CONAMA Nº 454 de 01 de novembro de 2012.

ELETROBRAS ELETRONUCLEAR. Manual de Operação da Usina (MOU) - Procedimentos Administrativos PA-MA 18 - Programa de Monitoração e Controle da Qualidade Físico Química dos Sedimentos Marinhos das Enseadas de Itaorna, Piraquara de Fora e Piraquara de Dentro. 2014.

IBAMA. 2013. Parecer Técnico IBAMA 005340/2013 – COEND.



**Tabela 1. Coordenadas geográficas dos pontos de coleta de amostras (DATUM: Córrego Alegre).**

PONTOS DE COLETA	LOCALIZAÇÃO	COORDENADAS GEOGRÁFICAS
MOLHE DE ITAORNA	ITAORNA – ÁREA C	S 23°00'33,6" W44°27'35,3"
Z3 C	ITAORNA – ÁREA C	S 23°00'54,0" W44°27'42,0"
PONTA GRANDE	PRAIA BRAVA	S 23°00'39,3" W44°26'15,9"
Z4 B	PIRAQUARA DE FORA – ÁREA B	S 23°00'43,5" W44°26'32,2"
COLORO 750M B	PIRAQUARA DE FORA – ÁREA B	S 23°00'44,1" W44°26'21,5"
P47 B	PIRAQUARA DE FORA – ÁREA B	S 23°00'42,0" W44°26'12,0"
P50 B	PIRAQUARA DE FORA – ÁREA B	S 23°00'36,0" W44°25'54,0"
P23 A	PIRAQUARA DE DENTRO – ÁREA A	S 22°59'24,0" W44°26'00,0"

**Tabela 2. Níveis de classificação do material a ser dragado para metais e semi metais.**

SUBSTÂNCIAS		Níveis de Classificação do Material a ser Dragado (em unidade de material seco)	
		Água Salina/Salobra	
		Nível 1	Nível 2
Metais e Semi metais (mg/Kg)	Arsênio (As)	19	70
	Cádmio (Cd)	1,2	7,2
	Chumbo (Pb)	46,7	218
	Cobre (Cu)	34	270
	Cromo (Cr)	81	370
	Mercúrio (Hg)	0,3	1,0
	Níquel (Ni)	20,9	51,6
	Zinco (Zn)	150	410

Legenda:

Nível 1: limiar abaixo do qual prevê-se baixa possibilidade de efeitos adversos à biota.

Nível 2: limiar acima do qual prevê-se um provável efeito adverso à biota.



**Tabela 3. Umidade do sedimento.**

Ponto de Coleta	% Sólidos	% Umidade
Molhe Itaorna	60,2	39,8
Z3 C	69,8	30,2
Ponta Grande	70,6	29,4
Z4 B	53,6	46,4
Cloro 750 m B	35,5	64,5
P 47 B	63,8	36,2
P 50 B	70,6	29,4
P23 A	25,1	74,9

**Tabela 4. Análise granulométrica do sedimento marinho (mm).**

Ponto de Coleta	Areia muito grossa (2,0 a 1,00)	Areia grossa (1,0 a 0,50)	Areia média (0,5 a 0,25)	Areia fina (0,25 a 0,125)	Areia muito fina (0,125 a 0,062)	Silte (0,062 a 0,00394)	Argila (0,00394 a 0,0002)
Molhe Itaorna	0,0%	0,0%	0,0%	6,6%	64,0%	21,4%	8,0%
Z3 C	0,0%	0,0%	0,0%	4,2%	72,5%	20,7%	2,6%
Ponta Grande	0,0%	1,8%	5,5%	4,5%	68,2%	16,4%	3,6%
Z4 B	0,0%	0,0%	1,4%	7,2%	27,8%	49,9%	13,7%
Cloro 750 m B	0,0%	0,0%	1,4%	7,2%	11,5%	57,6%	30,9%
P 47 B	0,0%	0,0%	0,0%	1,2%	69,5%	20,5%	8,8%
P 50 B	0,0%	0,0%	0,7%	3,8%	79,2%	12,5%	3,8 %
P23 A	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,8%	59,1%	39,1 %



**Tabela 5. Concentração de nitrogênio amoniacal, óleos e graxas, carbonatos e matéria orgânica no sedimento marinho.**

Ponto de Coleta	Nitrogênio Amoniacal (mg/kg)	Óleos e graxas (%)	Carbonato (mg/kg)	Matéria Orgânica (%)
Molhe Itaorna	71,76	<0,08	<56,7	4,0
Z3 C	46,3	<0,07	< 49,3	3,5
Ponta Grande	28,04	<0,07	< 47,7	2,4
Z4 B	449,6	<0,09	<62,3	4,2
Cloro 750 m B	70,42	<0,1	<99,1	2,7
P 47 B	28,84	<0,08	<55,1	2,4



**Figura 1. Malha amostral do programa de monitoração da qualidade físico-química dos sedimentos marinhos das enseadas de Itaorna, Piraquara de Fora e Piraquara de Dentro.**



## 6.0 APÊNDICES

### 6.1 RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO - Itaorna

Ponto de coleta: Molhe de Itaorna

Análise	Unidade	CONAMA 454/12		Ano da Amostragem				
		Nível 1	Nível 2	2009	2011	2012	2013	2014
Alumínio	mg/Kg	---	---	19772	12798	16132	12700	---
Antimônio	mg/Kg	---	---	1,2	4,1	1,6	<1	---
Arsênio	mg/Kg	19	70	6	<1	6	<1	5,5
Bário	mg/Kg	---	---	37	25	29	27	28
Boro	mg/Kg	---	---	60	10	43	67	23
Cádmio	mg/Kg	1,2	7,2	0,4	1,7	0,3	<0,1	1,6
Chumbo	mg/Kg	46,7	218	5,7	4,6	4	3,7	---
Cobre	mg/Kg	34	270	4,0	2,3	3,1	< 1	---
Cromo	mg/Kg	81	370	32,5	26,8	33,5	16	18
Ferro	mg/Kg	---	---	18989	9661	15370	13877	---
Manganês	mg/Kg	---	---	190,1	104,7	153	147	---
Merúrio	mg/Kg	0,3	1,0	0,07	<0,02	<0,02	<0,05	<0,16
Níquel	mg/Kg	20,9	51,6	---	2,8	5	4,1	4,3
Zinco	mg/Kg	150	410	40,1	23,6	32	28	---



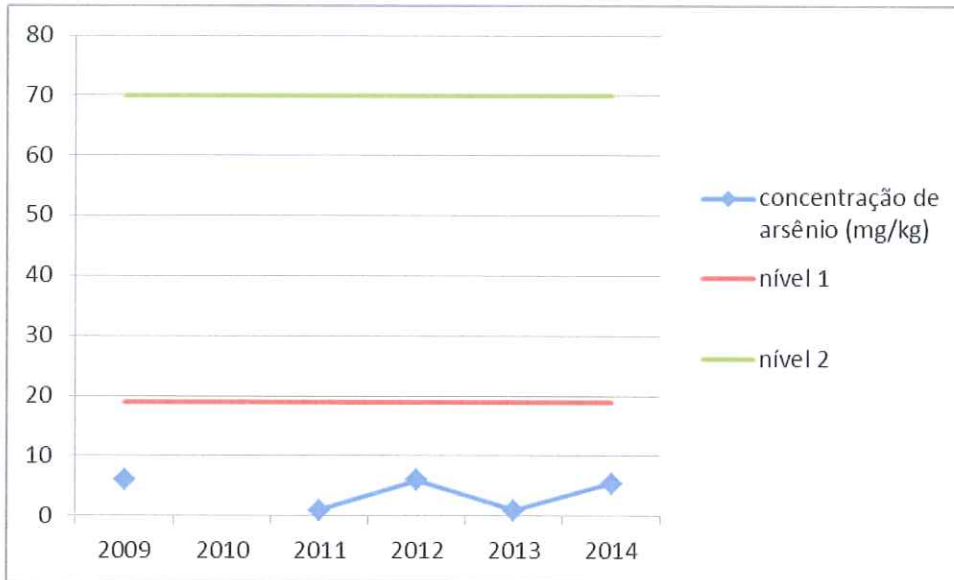


Figura 2. Molhe de Itaorna – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg

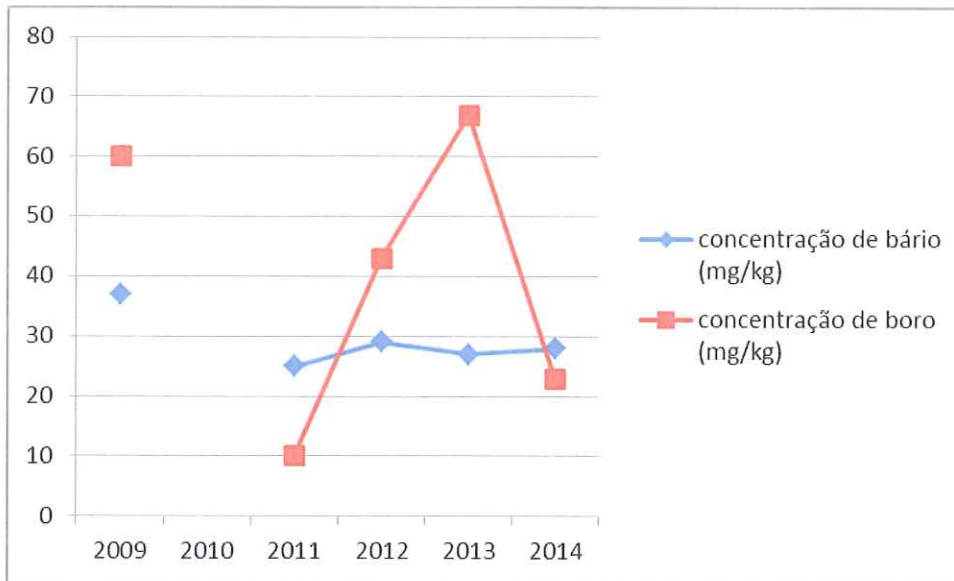


Figura 3. Molhe de Itaorna – concentração de bário e boro no sedimento em mg/L

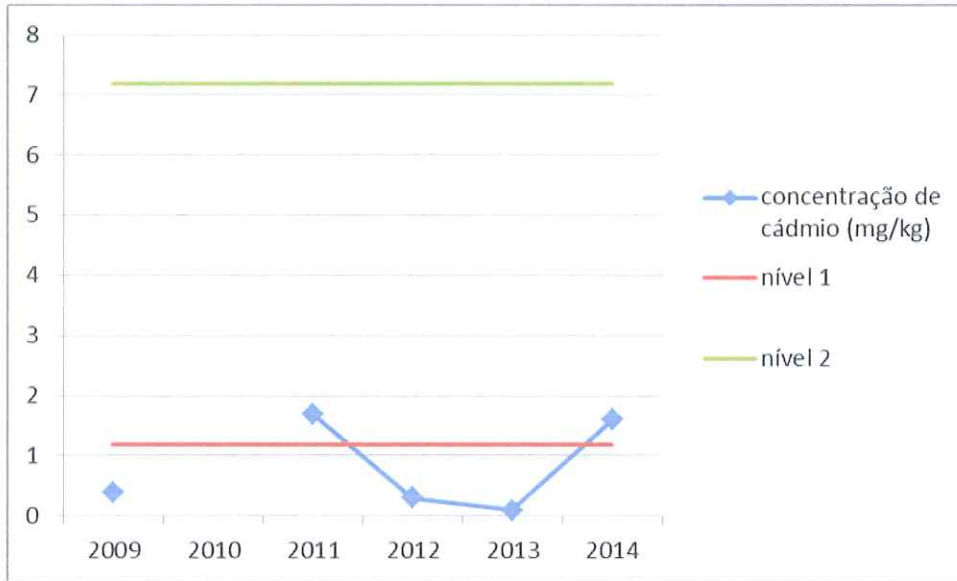


Figura 4. Molhe de Itaorna – concentração de cádmio no sedimento em mg/L

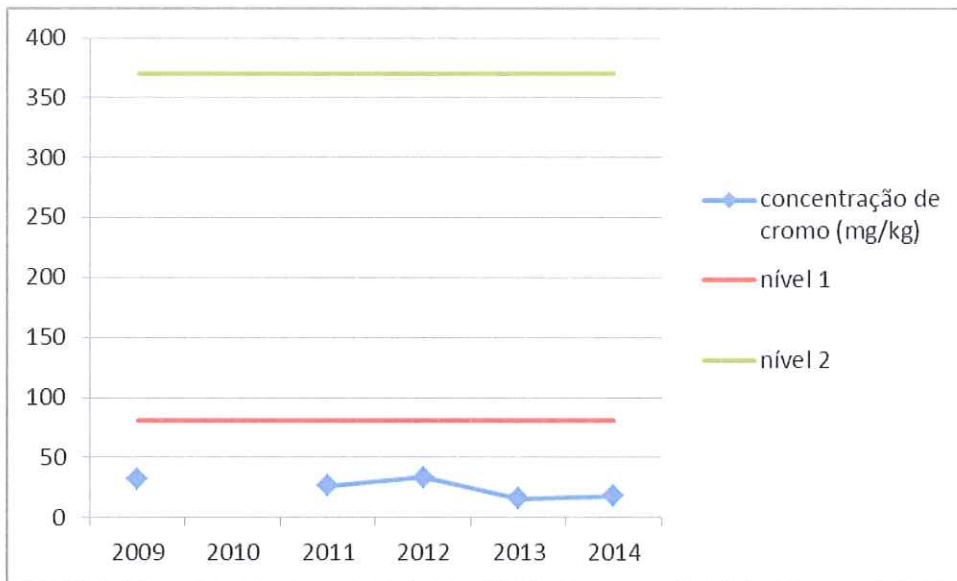


Figura 5. Molhe de Itaorna – concentração de cromo no sedimento em mg/L

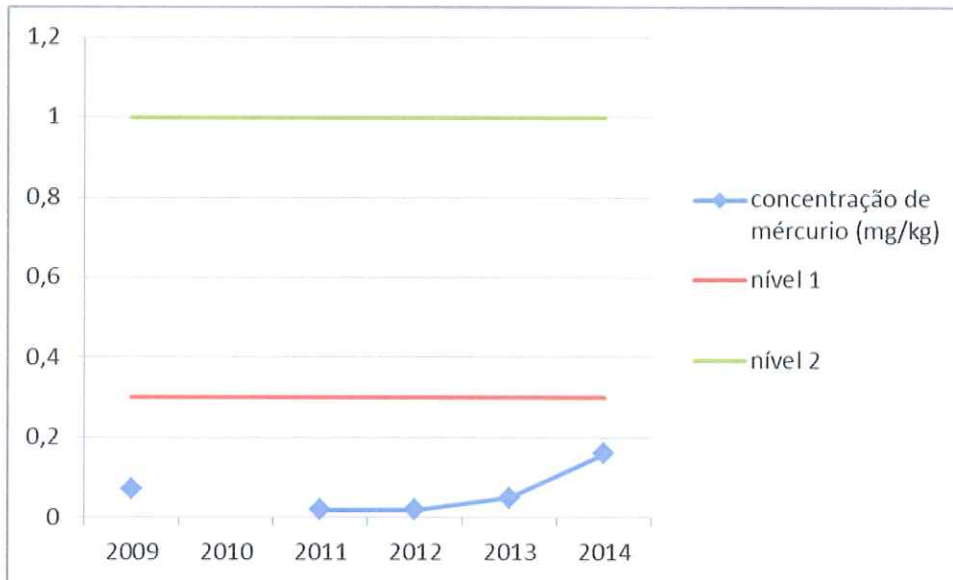


Figura 6. Molhe de Itaorna – concentração de mercúrio no sedimento em mg/L

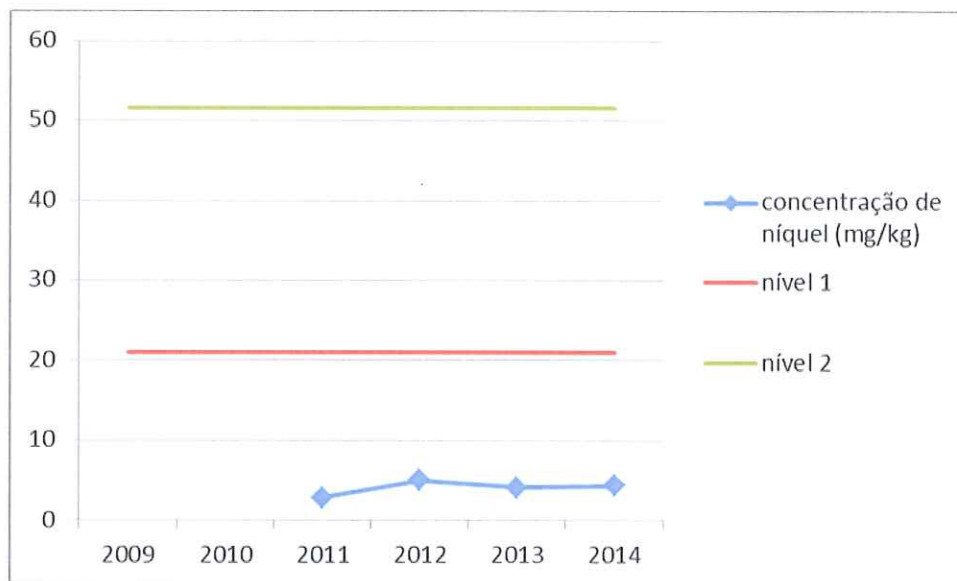


Figura 7. Molhe de Itaorna – concentração de níquel no sedimento em mg/L

## 6.2 RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – Z3 C

Ponto de coleta: Z3 C

Análise	Unidade	CONAMA 454/12		Ano da Amostragem				
		Nível 1	Nível 2	2009	2011	2012	2013	2014
Alumínio	mg/Kg	---	---	9813	8997	16445	11872	---
Antimônio	mg/Kg	---	---	1,3	2,3	1,3	<1	---
Arsênio	mg/Kg	19	70	4	<1	4	<1	3,9
Bário	mg/Kg	---	---	13	16	26	21	15,0
Boro	mg/Kg	---	---	35	6	47	54	16,0
Cádmio	mg/Kg	1,2	7,2	0,2	1,3	0,3	<0,1	1,0
Chumbo	mg/Kg	46,7	218	3,3	4,8	4	<1	---
Cobre	mg/Kg	34	270	1,3	1,2	3,0	<1	---
Cromo	mg/Kg	81	370	19,8	20,8	32,0	13	13,0
Ferro	mg/Kg	---	---	10722	7807	15051	10873	---
Manganês	mg/Kg	---	---	114,6	78,2	157	115	---
Mercúrio	mg/Kg	0,3	1,0	0,03	<0,02	<0,05	<0,05	<0,14
Níquel	mg/Kg	20,9	51,6	---	2,4	5	2,8	2,6
Zinco	mg/Kg	150	410	20,5	16,3	31	22	---



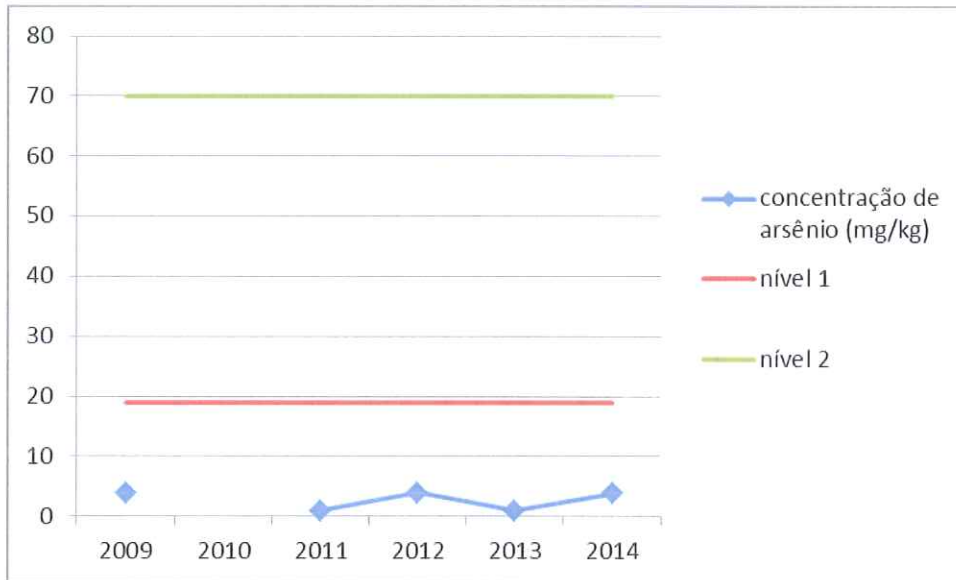


Figura 8. Z3 C – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg

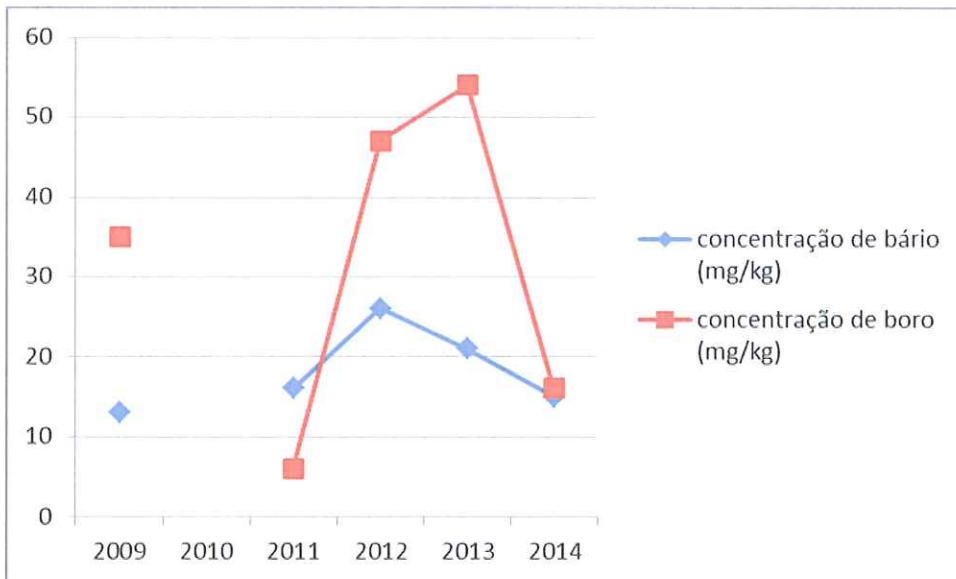


Figura 9. Z3 C – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg

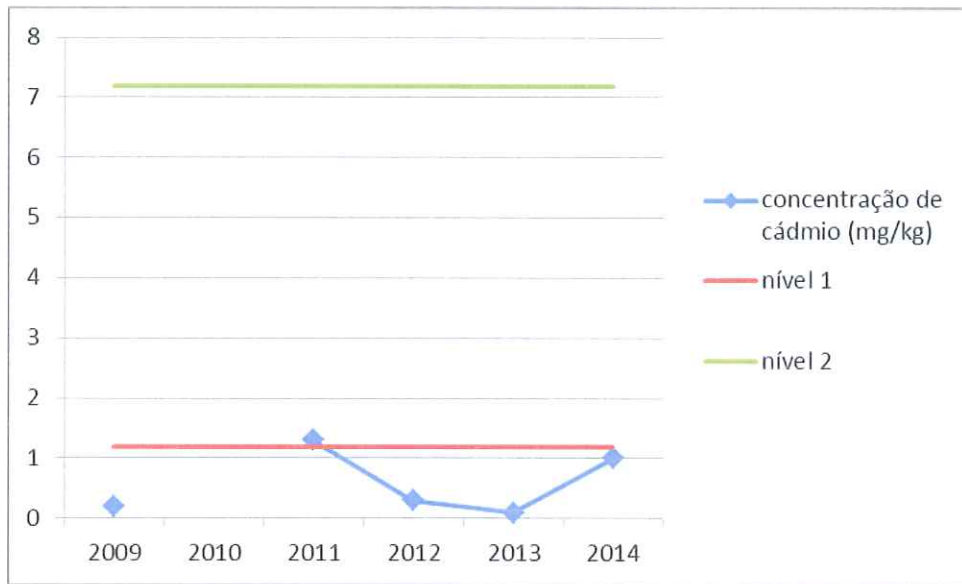


Figura 10. Z3 C – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg

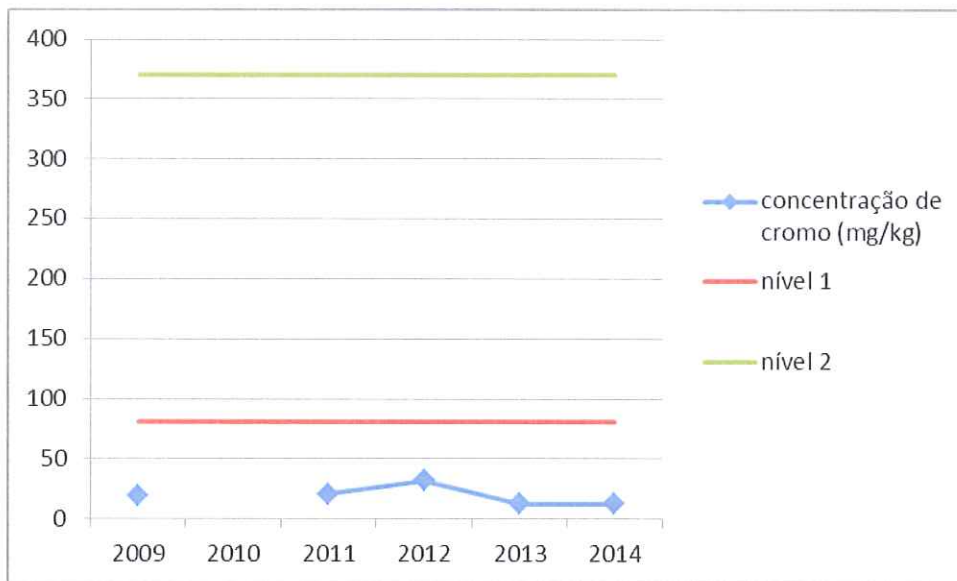


Figura 11. Z3 C – concentração de cromo no sedimento em mg/kg



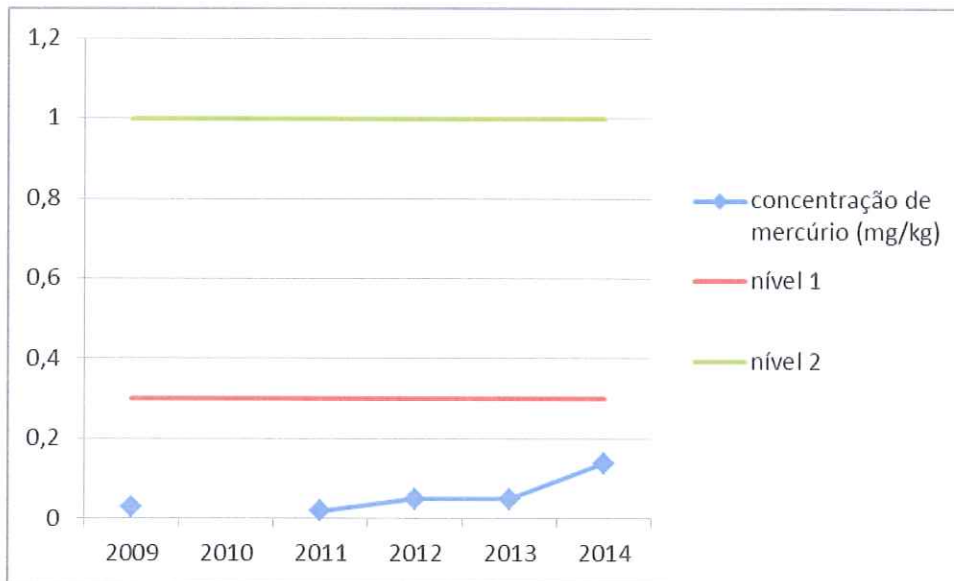


Figura 12. Z3 C – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg

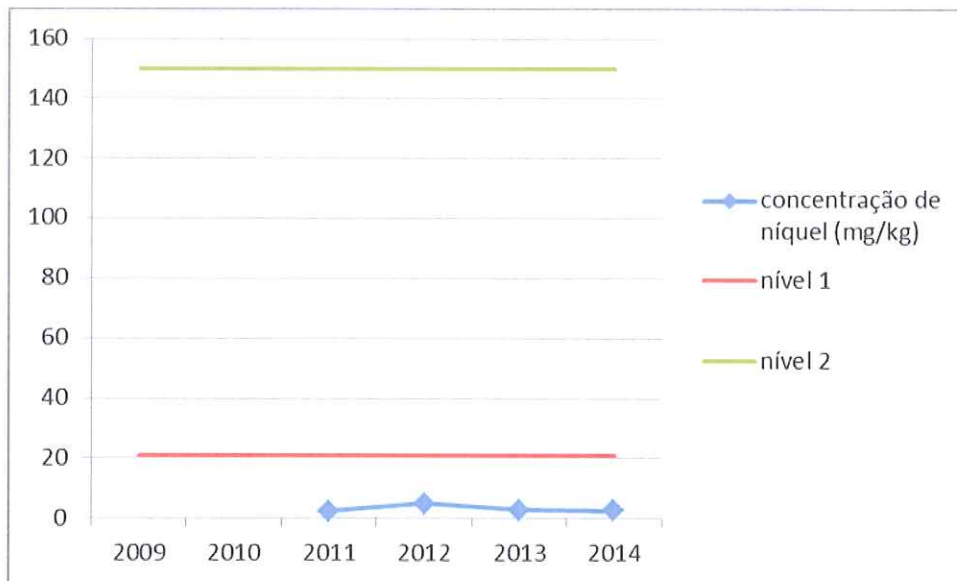


Figura 13. Z3 C – concentração de níquel no sedimento em mg/kg





### 6.3 RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – Ponta Grande

Ponto de coleta: Ponta Grande

Análise	Unidade	CONAMA 454/12		Ano da Amostragem				
		Nível 1	Nível 2	2009	2011	2012	2013	2014
Alumínio	mg/Kg	---	---	28678	15773	7580	7077	---
Antimônio	mg/Kg	---	---	2,5	<0,2	1,1	<1	---
Arsênio	mg/Kg	19	70	9	<1	4	<1	5,2
Bário	mg/Kg	---	---	47	60	13	11	17,0
Boro	mg/Kg	---	---	76	9	24	38	14,0
Cádmio	mg/Kg	1,2	7,2	0,5	3,5	<0,2	<0,1	1,1
Chumbo	mg/Kg	46,7	218	7,8	6,0	2	<1	---
Cobre	mg/Kg	34	270	5,5	2,3	1,1	<1	---
Cromo	mg/Kg	81	370	38,9	34,0	23,3	10	14,0
Ferro	mg/Kg	---	---	23661	16370	8792	8014	---
Manganês	mg/Kg	---	---	326,0	228,6	82	83	---
Mercurio	mg/Kg	0,3	1,0	0,04	0,09	<0,02	<0,05	<0,13
Níquel	mg/Kg	20,9	51,6	---	3,6	3	<1	3,0
Zinco	mg/Kg	150	410	47,3	41,2	16	15	---



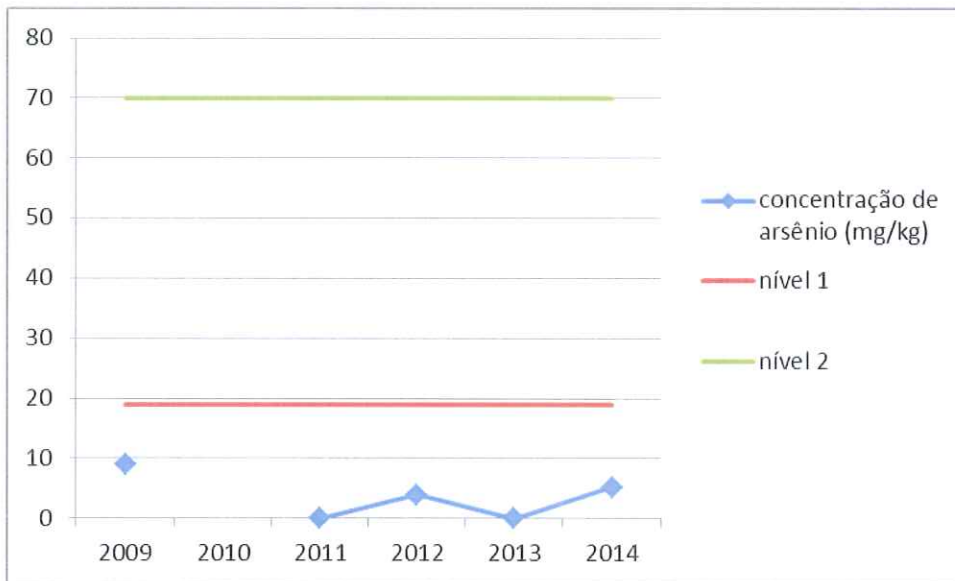


Figura 14. Ponta Grande – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg

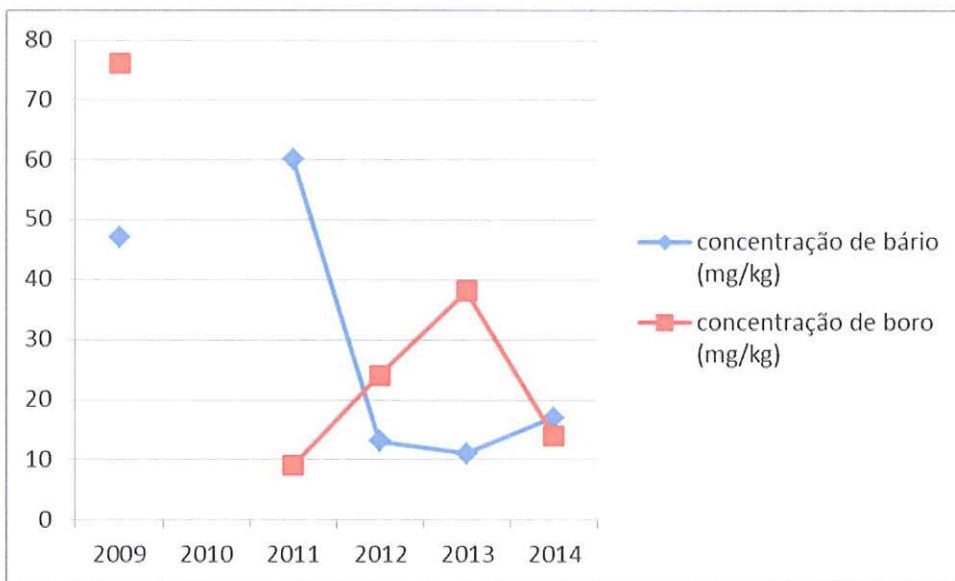


Figura 15. Ponta Grande – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg

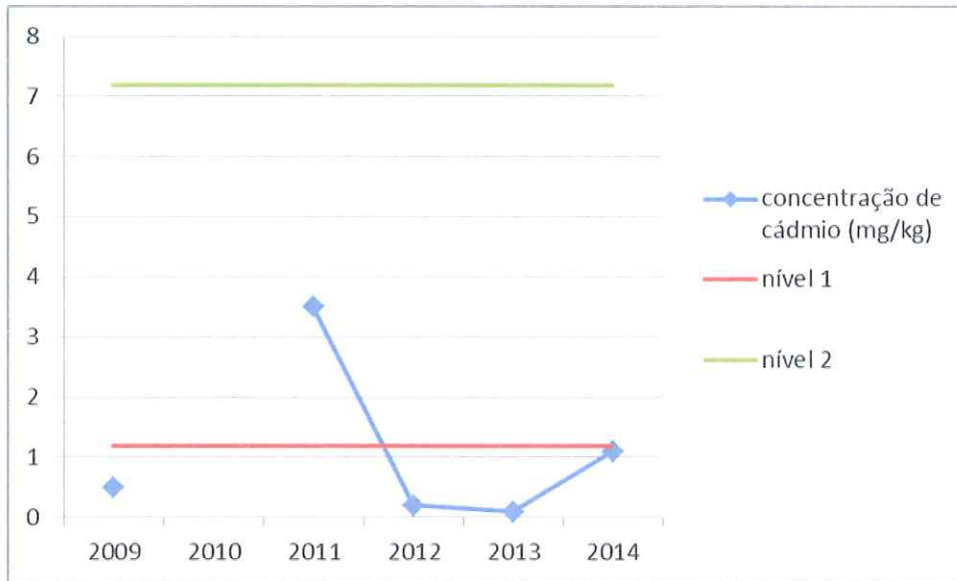


Figura 16. Ponta Grande – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg

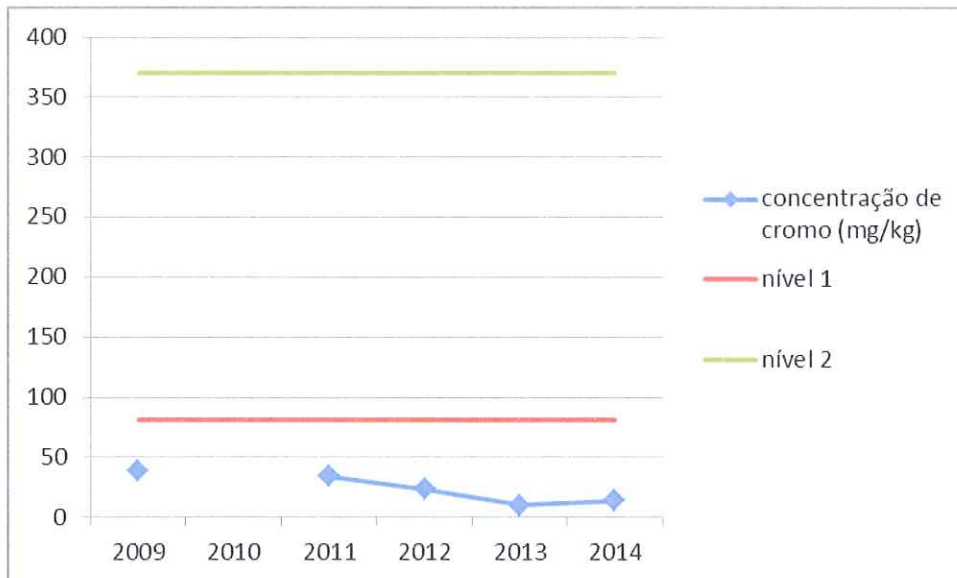
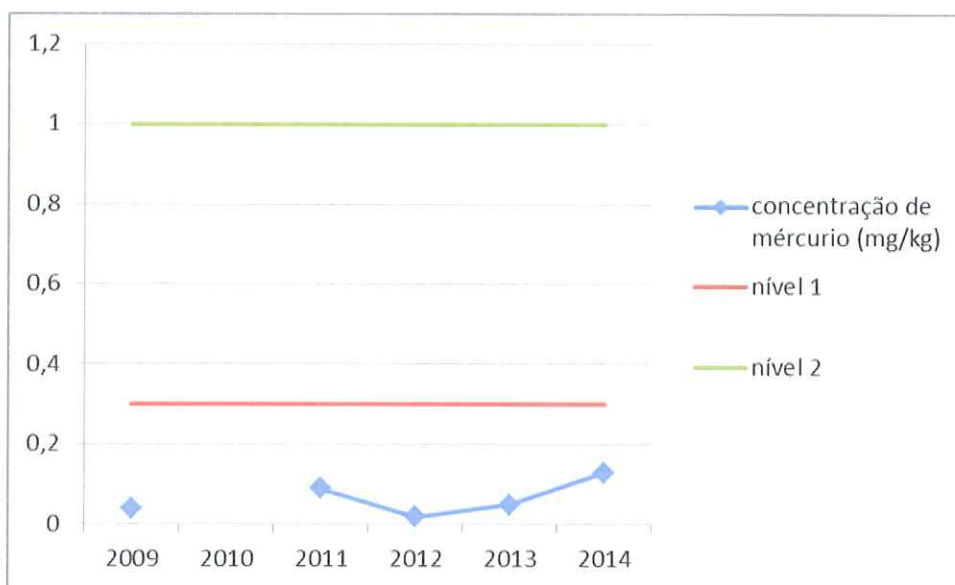
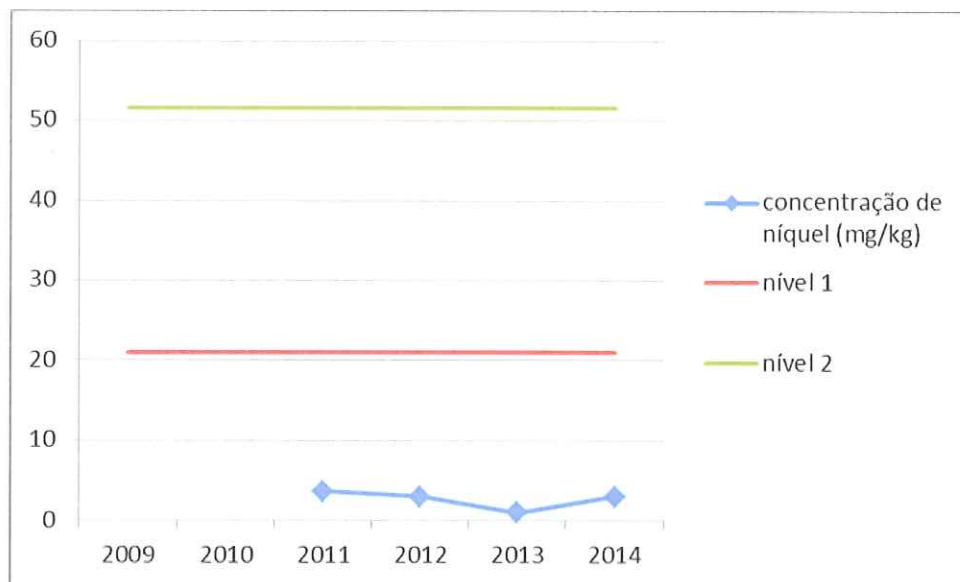


Figura 17. Ponta Grande – concentração de cromo no sedimento em mg/kg



**Figura 18. Ponta Grande – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg**



**Figura 19. Ponta Grande – concentração de níquel no sedimento em mg/kg**

#### 6.4 RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – Z4 B

Ponto de coleta: Z4 B

Análise	Unidade	CONAMA 454/12		Ano da Amostragem				
		Nível 1	Nível 2	2009	2011	2012	2013	2014
Alumínio	mg/Kg	---	---	27799	33686	36681	17527	---
Antimônio	mg/Kg	---	---	2,0	7,0	2,6	<1	---
Arsênio	mg/Kg	19	70	7,0	<1	9	<1	7,1
Bário	mg/Kg	---	---	72	68	88	49	54,0
Boro	mg/Kg	---	---	67	20	84	110	25,0
Cádmio	mg/Kg	1,2	7,2	0,6	4,9	0,7	<0,1	2,6
Chumbo	mg/Kg	46,7	218	7,5	11,5	10	7,8	---
Cobre	mg/Kg	34	270	7,7	8,1	10,0	5,3	---
Cromo	mg/Kg	81	370	39,5	52,1	61,4	21	21,0
Ferro	mg/Kg	---	---	28911	21848	33402	24490	---
Manganês	mg/Kg	---	---	264,5	160,0	247	192	---
Mercúrio	mg/Kg	0,3	1,0	0,02	0,18	<0,02	0,100	<0,16
Níquel	mg/Kg	20,9	51,6	---	8,3	10	6,0	6,7
Zinco	mg/Kg	150	410	60,0	48,1	68	42	---



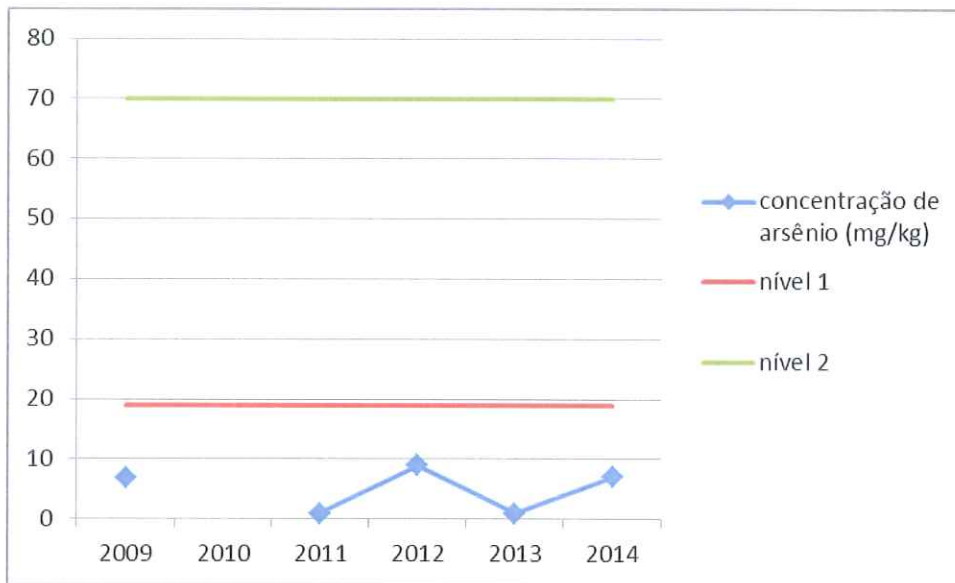


Figura 20. Z4 B – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg

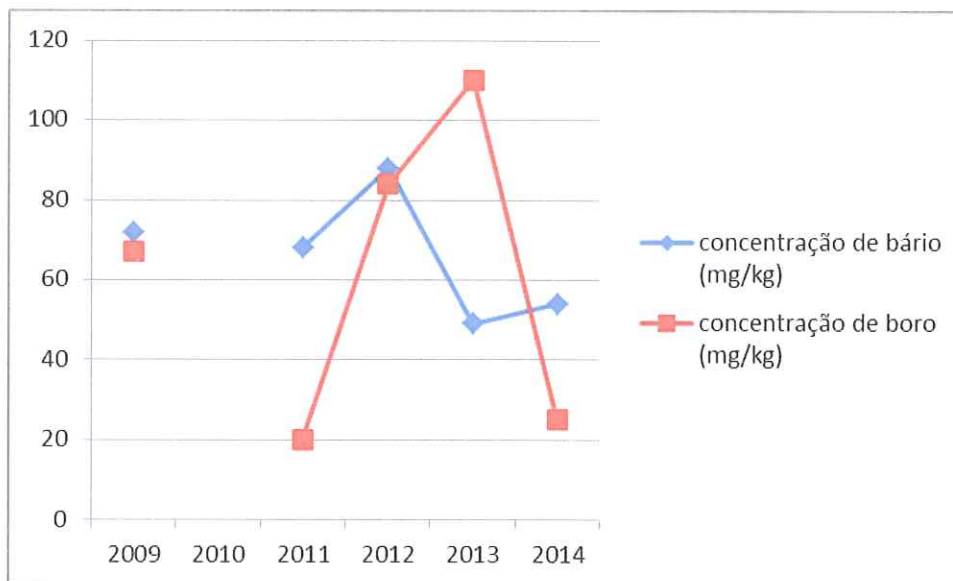


Figura 21. Z4 B – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg



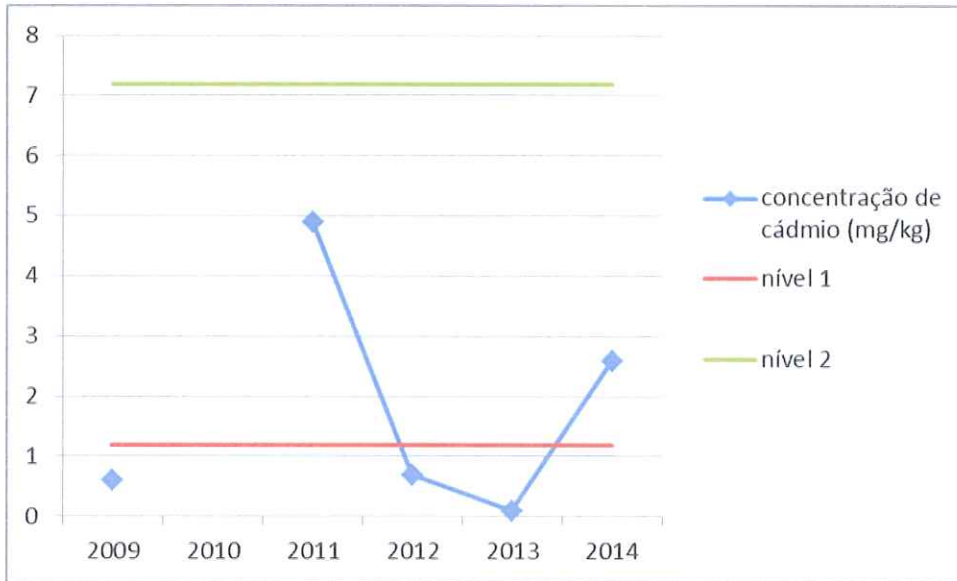


Figura 22. Z4 B – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg

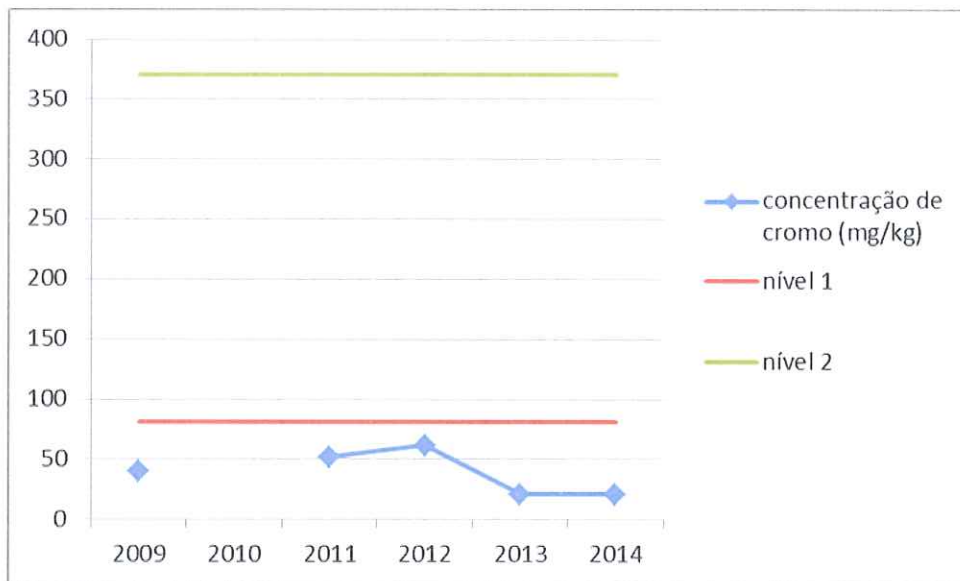
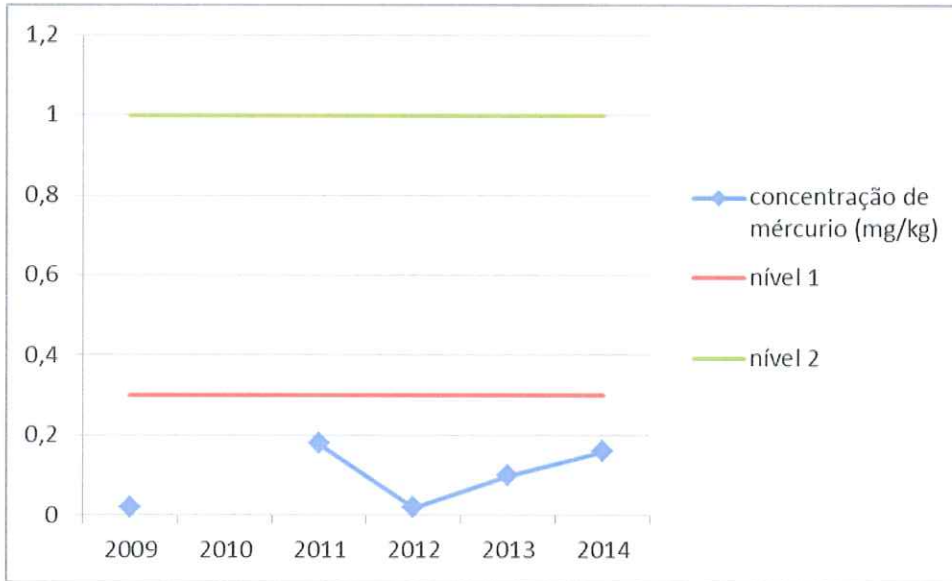
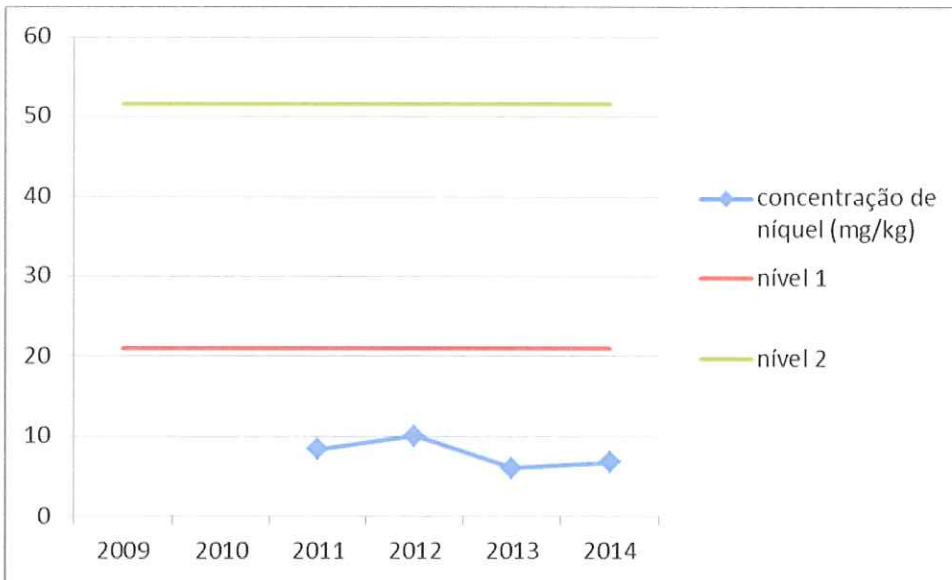


Figura 23. Z4 B – concentração de cromo no sedimento em mg/kg





**Figura 24. Z4 B – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg**



**Figura 25. Z4 B – concentração de níquel no sedimento em mg/kg**

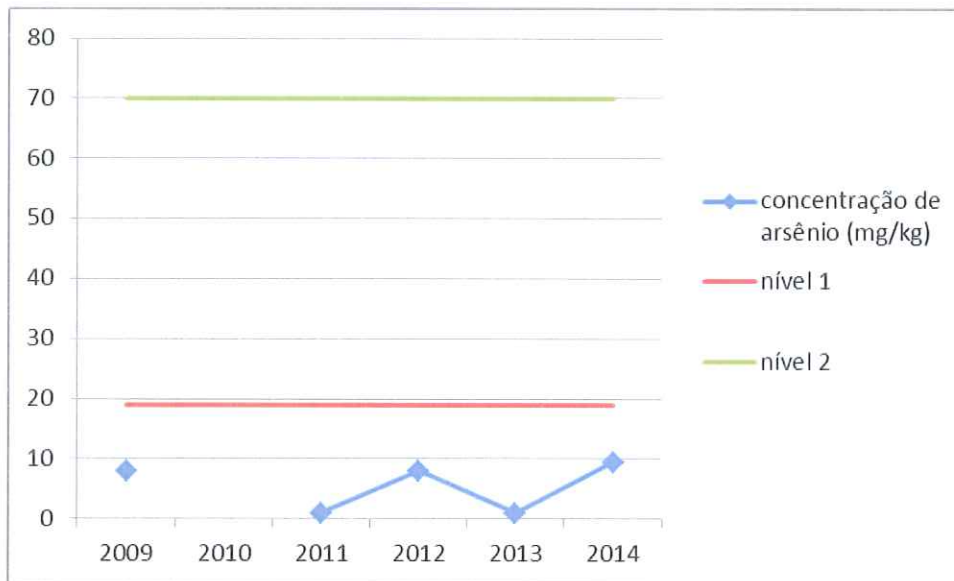


## 6.5 RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – Cloro 750 m B

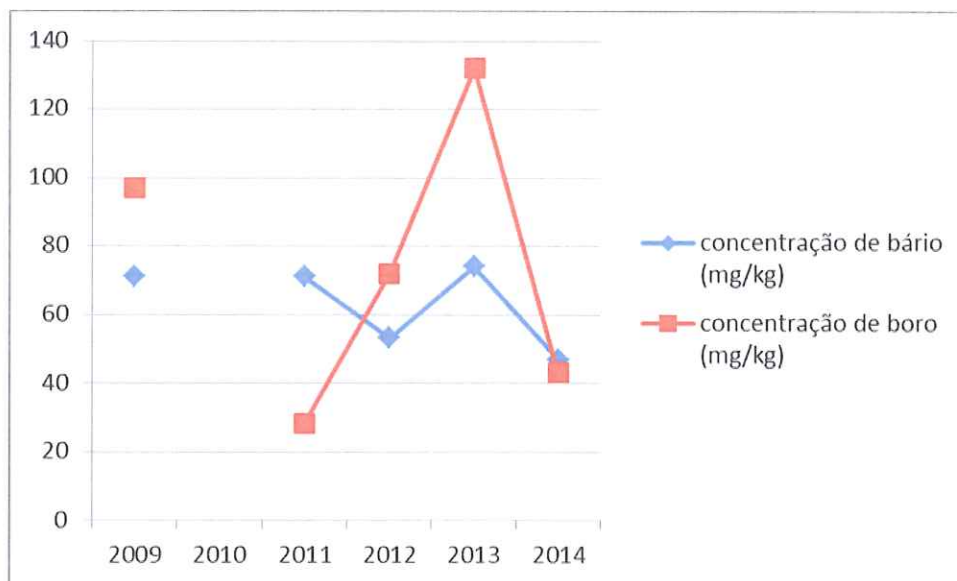
Ponto de coleta: Cloro 750 m B

Análise	Unidade	CONAMA 454/12		Ano da Amostragem				
		Nível 1	Nível 2	2009	2011	2012	2013	2014
Alumínio	mg/Kg	---	---	45989	39887	34129	42749	---
Antimônio	mg/Kg	---	---	1,3	3,2	1,7	<1	---
Arsênio	mg/Kg	19	70	8	<1	8	<1	9,5
Bário	mg/Kg	---	---	71	71	53	74	47,0
Boro	mg/Kg	---	---	97	28	72	132	43,0
Cádmio	mg/Kg	1,2	7,2	0,7	4,7	0,5	<0,1	2,5
Chumbo	mg/Kg	46,7	218	13,5	14,4	11	12	---
Cobre	mg/Kg	34	270	9,2	8,5	6,5	8,3	---
Cromo	mg/Kg	81	370	48,9	60,7	54,8	35	28,0
Ferro	mg/Kg	---	---	32228	20298	22011	26603	---
Manganês	mg/Kg	---	---	242,5	157,5	168	203	---
Mercúrio	mg/Kg	0,3	1,0	0,03	<0,02	<0,02	<0,05	<0,27
Níquel	mg/Kg	20,9	51,6	---	9,7	9	12	8,7
Zinco	mg/Kg	150	410	60,2	51	46	50	---





**Figura 26. Cloro 750 m B – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg**



**Figura 27. Cloro 750 m B – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg**

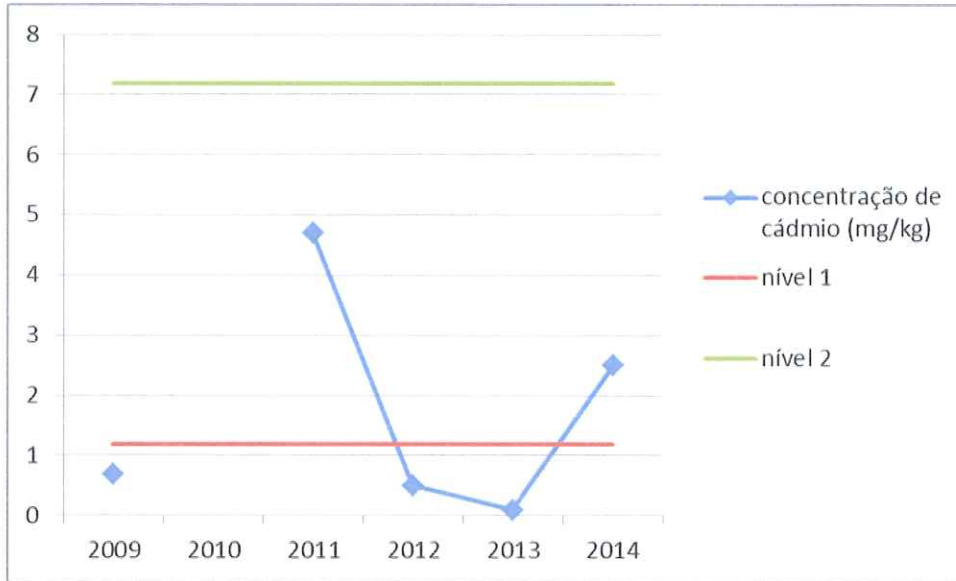


Figura 28. Cloro 750 m B – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg

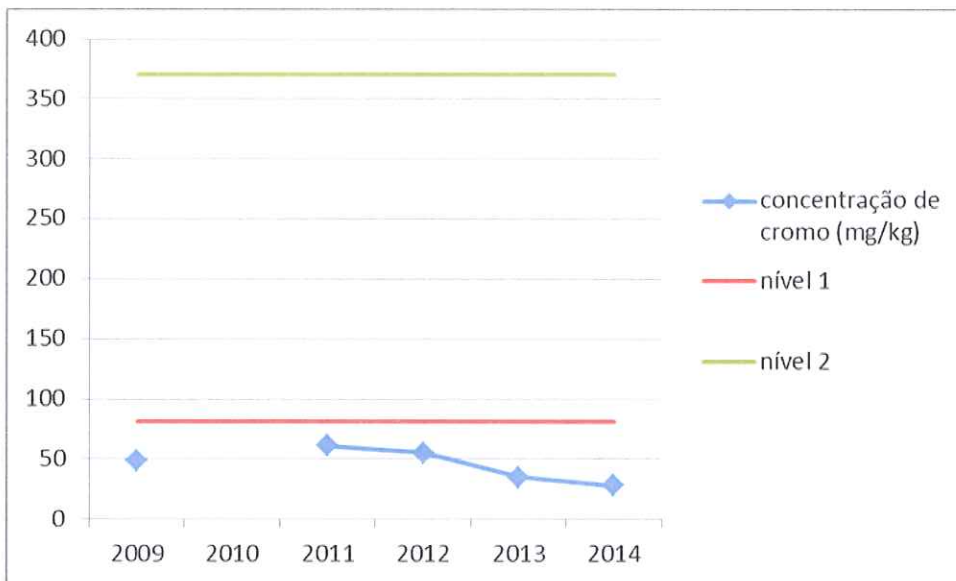
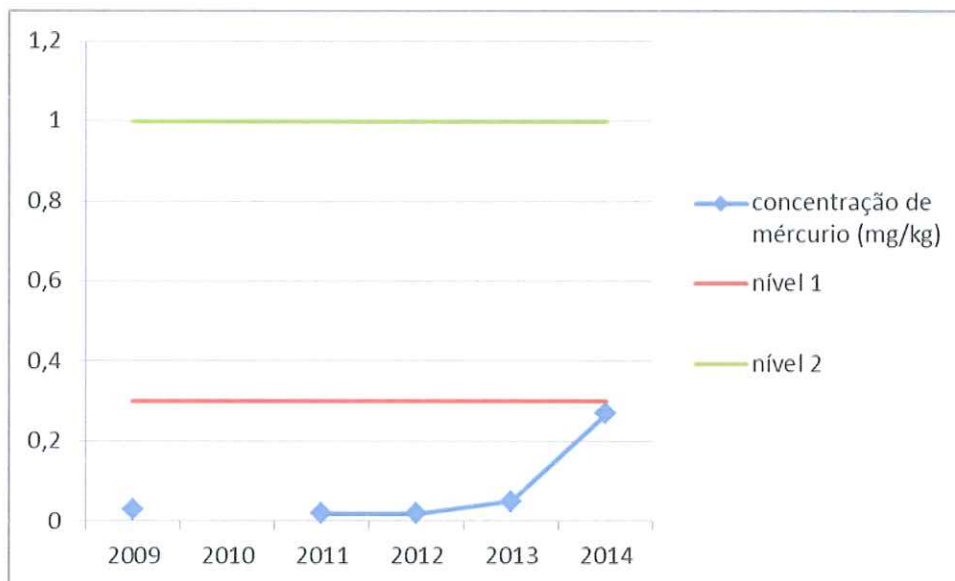
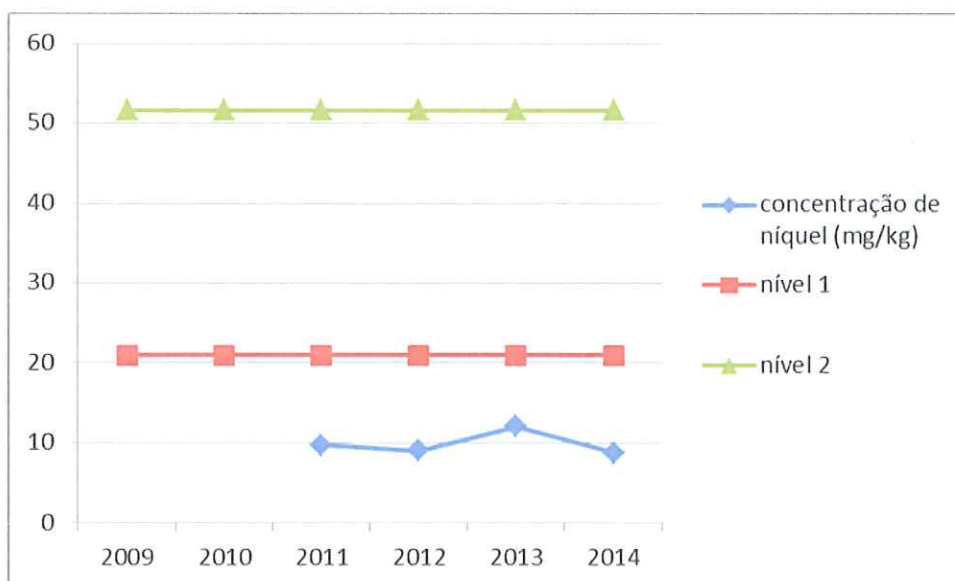


Figura 29. Cloro 750 m B – concentração de cromo no sedimento em mg/kg





**Figura 30. Cloro 750 m B – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg**



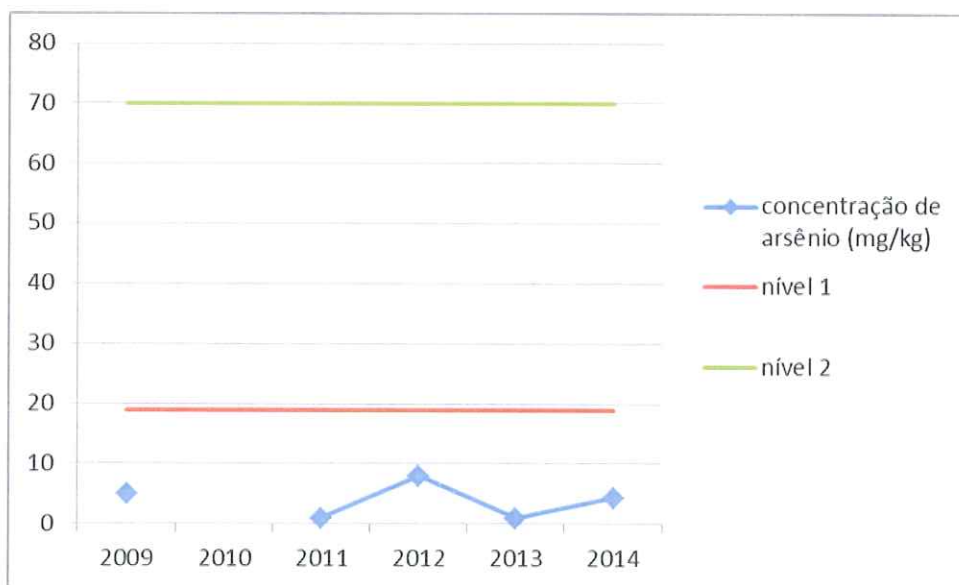
**Figura 31. Cloro 750 m B – concentração de níquel no sedimento em mg/kg**

## 6.6 RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO - P 47 B

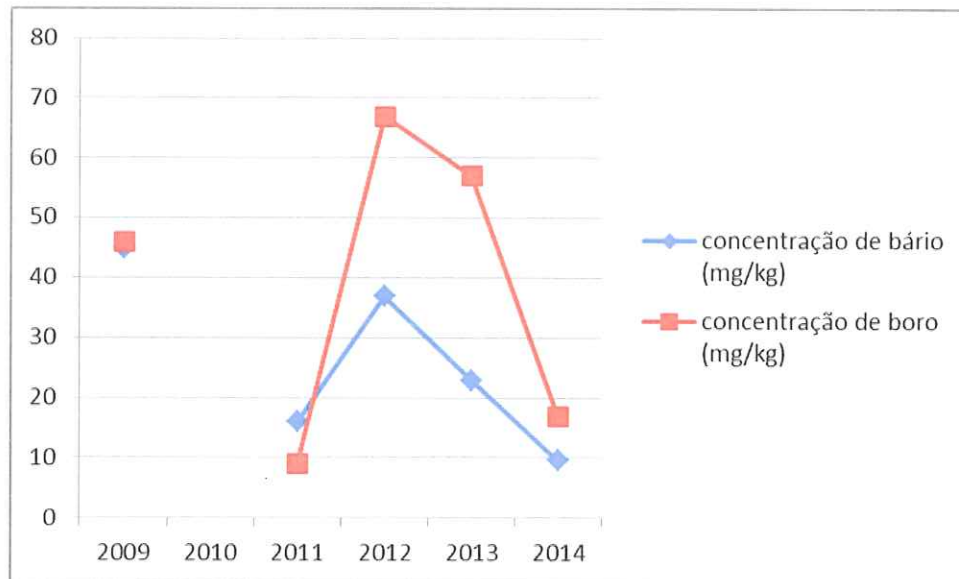
Ponto de coleta: P 47 B

Análise	Unidade	CONAMA 454/12		Ano da Amostragem				
		Nível 1	Nível 2	2009	2011	2012	2013	2014
Alumínio	mg/Kg	---	---	15320	12589	30580	14696	---
Antimônio	mg/Kg	---	---	<0,2	4,2	2,4	<1	---
Arsênio	mg/Kg	19	70	5	<1	8	<1	4,4
Bário	mg/Kg	---	---	45	16	37	23	9,6
Boro	mg/Kg	---	---	46	9	67	57	17,0
Cádmio	mg/Kg	1,2	7,2	0,2	1,7	0,4	<0,1	0,81
Chumbo	mg/Kg	46,7	218	5,8	5,3	10	4,9	---
Cobre	mg/Kg	34	270	2,5	1,9	5,7	<1	---
Cromo	mg/Kg	81	370	25,0	25,9	49,5	38	12,0
Ferro	mg/Kg	---	---	13410	8367	19798	11016	---
Manganês	mg/Kg	---	---	94,3	67,7	170	82	---
Mercúrio	mg/Kg	0,3	1,0	0,06	<0,02	<0,02	<0,05	<0,15
Níquel	mg/Kg	20,9	51,6	---	3,5	9	5,3	2,9
Zinco	mg/Kg	150	410	24,5	17,6	41	20	---





**Figura 32. P 47 B – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg**



**Figura 33. P 47 B – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg**

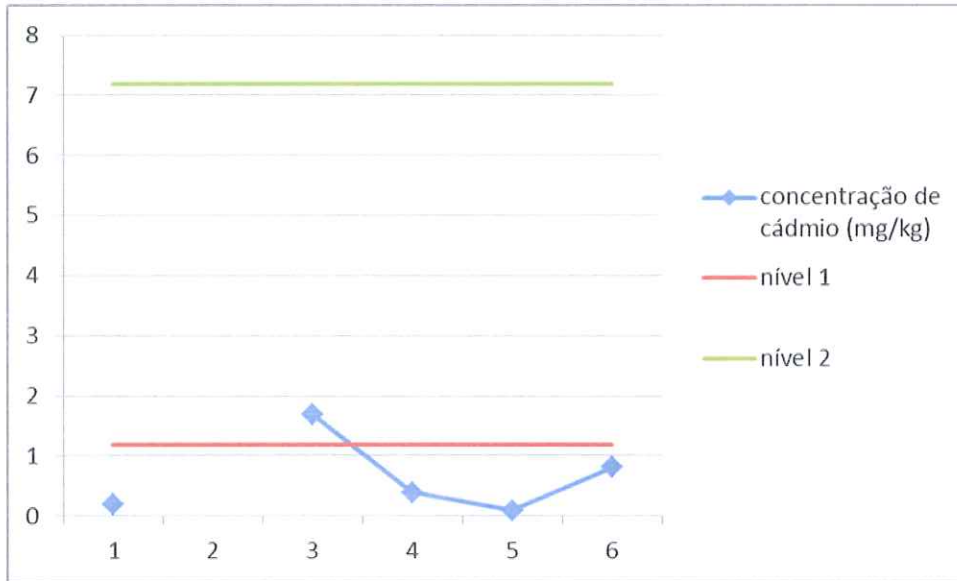


Figura 34. P 47 B – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg

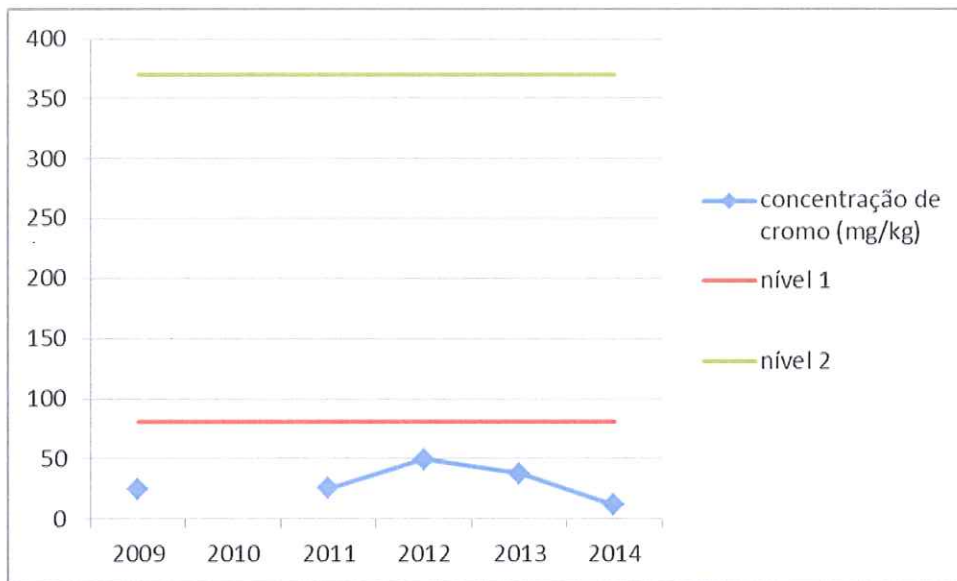


Figura 35. P 47 B – concentração de cromo no sedimento em mg/kg

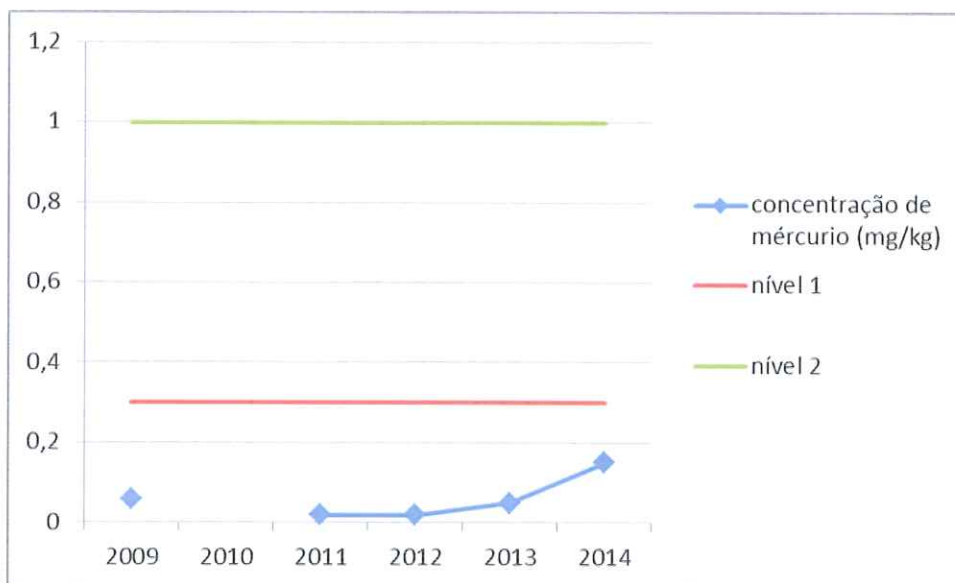


Figura 36. P 47 B – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg

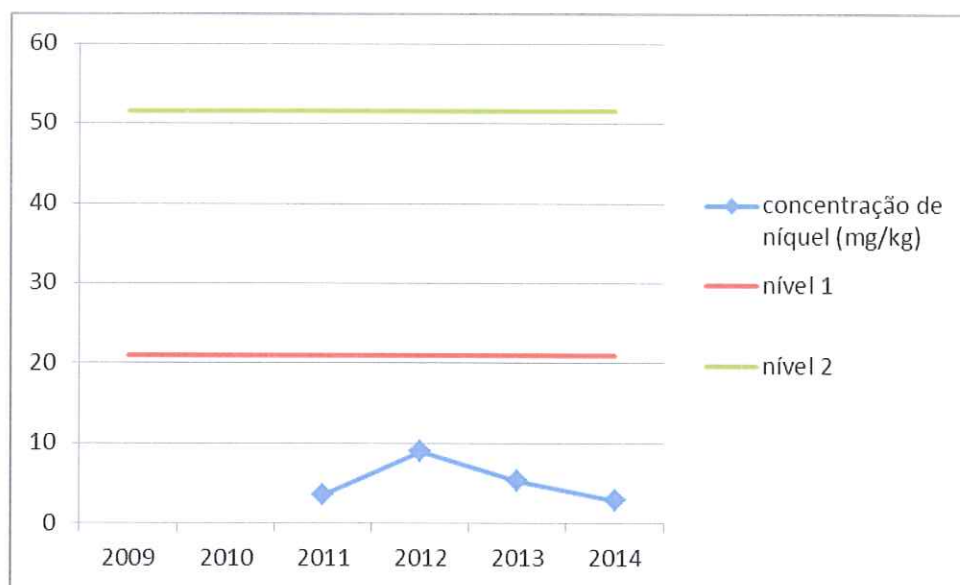


Figura 37. P 47 B – concentração de níquel no sedimento em mg/kg





## 6.7 RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – P 50 B

Ponto de coleta: P50 B

Análise	Unidade	CONAMA 454/12		Ano da Amostragem				
		Nível 1	Nível 2	2009	2011	2012	2013	2014
Alumínio	mg/Kg	---	---	---	6650	12191	6421	---
Antimônio	mg/Kg	---	---	---	<0,2	0,6	<1	---
Arsênio	mg/Kg	19	70	---	<1	4	<1	<2,7
Bário	mg/Kg	---	---	---	6	15	6,4	4,6
Boro	mg/Kg	---	---	---	6	34	38	15,0
Cádmio	mg/Kg	1,2	7,2	---	1,2	<0,2	<0,1	0,58
Chumbo	mg/Kg	46,7	218	---	4,1	5	2,9	---
Cobre	mg/Kg	34	270	---	0,8	2,1	<1	---
Cromo	mg/Kg	81	370	---	19,4	28,3	11	12,0
Ferro	mg/Kg	---	---	---	5840	10784	6667	---
Manganês	mg/Kg	---	---	---	50,3	87	60	---
Mercúrio	mg/Kg	0,3	1,0	---	<0,02	<0,02	<0,05	<0,14
Níquel	mg/Kg	20,9	51,6	---	1,6	4	<1	2,1
Zinco	mg/Kg	150	410	---	11,7	19	13	---



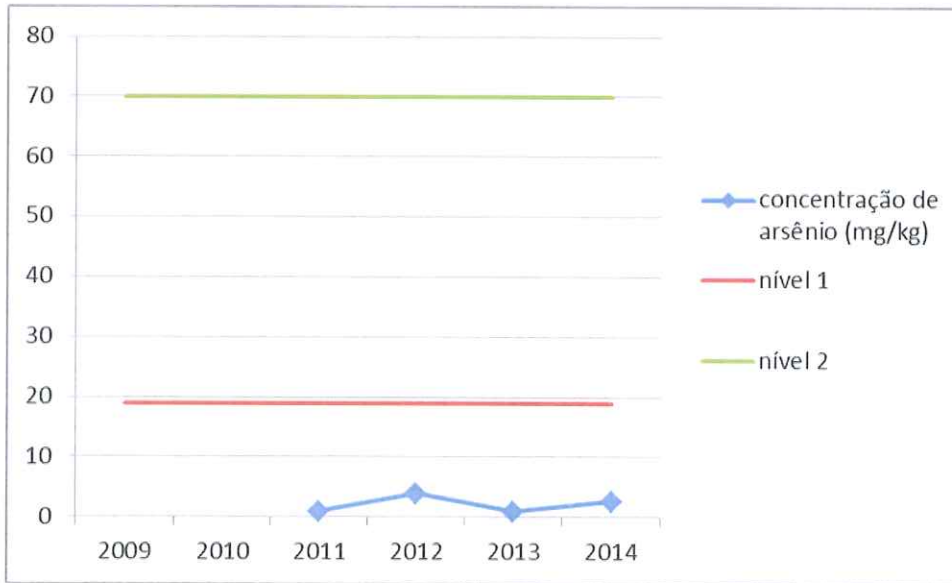


Figura 38. P50 B – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg

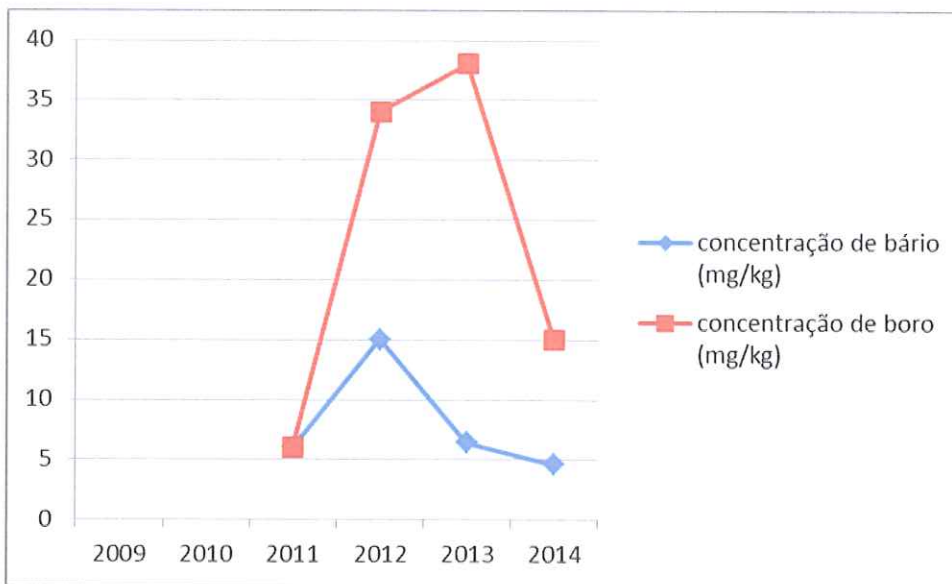
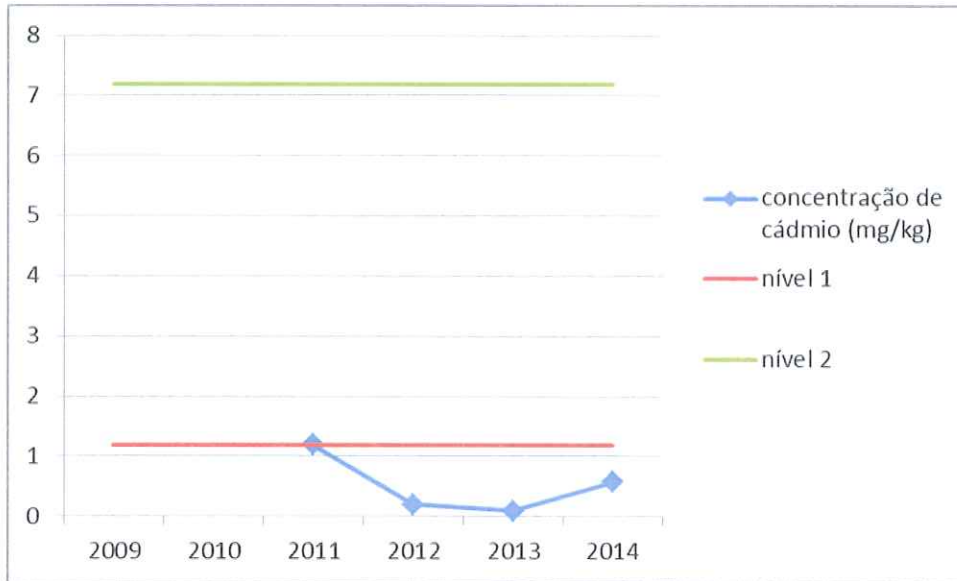
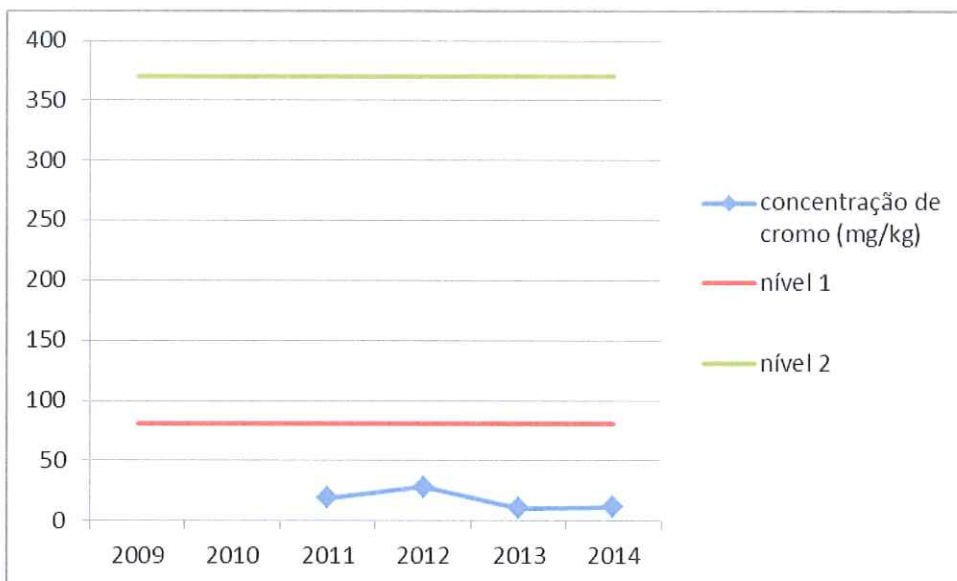


Figura 39. P50 B – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg

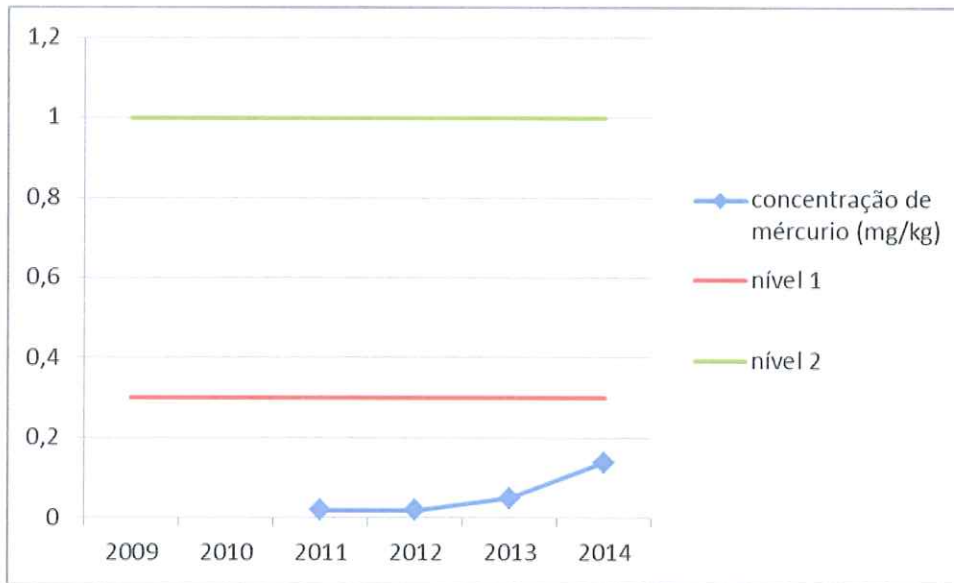


**Figura 40. P50 B – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg**

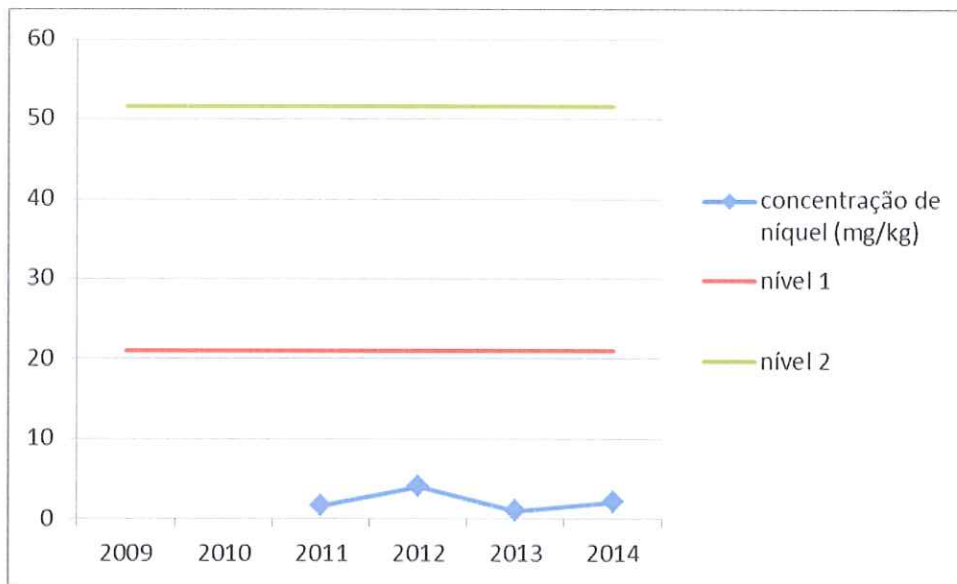


**Figura 41. P50 B – concentração de cromo no sedimento em mg/kg**





**Figura 42. P50 B – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg**



**Figura 43. P50 B – concentração de níquel no sedimento em mg/kg**

## 6.8 RESULTADOS DE ANÁLISES DE SEDIMENTO MARINHO – P 23 A

Ponto de coleta: P23 A

Análise	Unidade	CONAMA 454/12		Ano da Amostragem				
		Nível 1	Nível 2	2009	2011	2012	2013	2014
Alumínio	mg/Kg	---	---	---	49304	2771	67470	---
Antimônio	mg/Kg	---	---	---	3,3	1,5	<1	---
Arsênio	mg/Kg	19	70	---	13	3	<1	11,0
Bário	mg/Kg	---	---	---	52	14	84	44,0
Boro	mg/Kg	---	---	---	38	17	183	59,0
Cádmio	mg/Kg	1,2	7,2	---	6,1	<0,2	<0,1	3,2
Chumbo	mg/Kg	46,7	218	---	18,7	1	16	---
Cobre	mg/Kg	34	270	---	9,9	1,0	11	---
Cromo	mg/Kg	81	370	---	78,4	6,4	45	43,0
Ferro	mg/Kg	---	---	---	29380	4155	34755	---
Manganês	mg/Kg	---	---	---	233,4	71	315	---
Merúrio	mg/Kg	0,3	1,0	---	0,06	<0,02	<0,05	<0,37
Níquel	mg/Kg	20,9	51,6	---	12,7	1	18	14,0
Zinco	mg/Kg	150	410	---	58,2	8	65	---



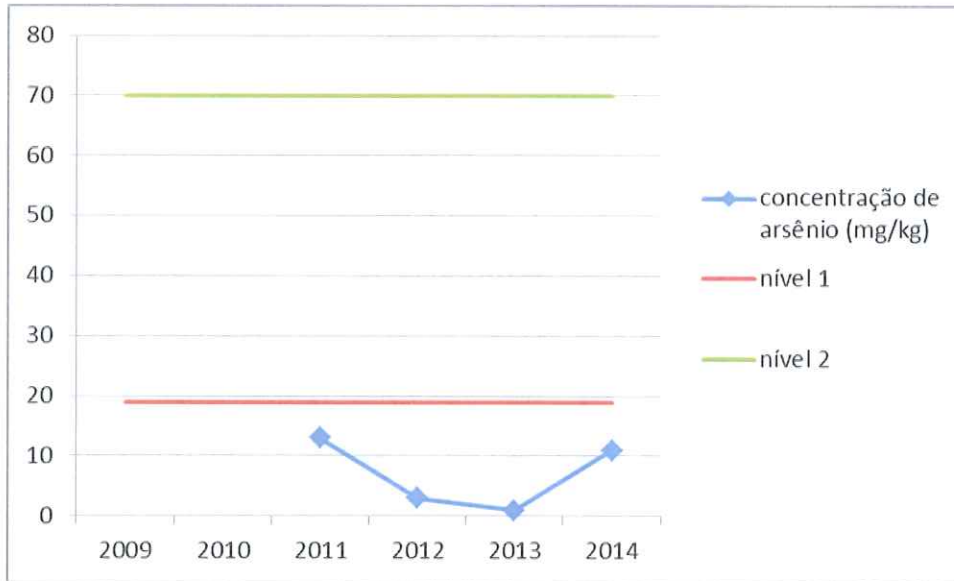


Figura 44. P 23 A – concentração de arsênio no sedimento em mg/kg

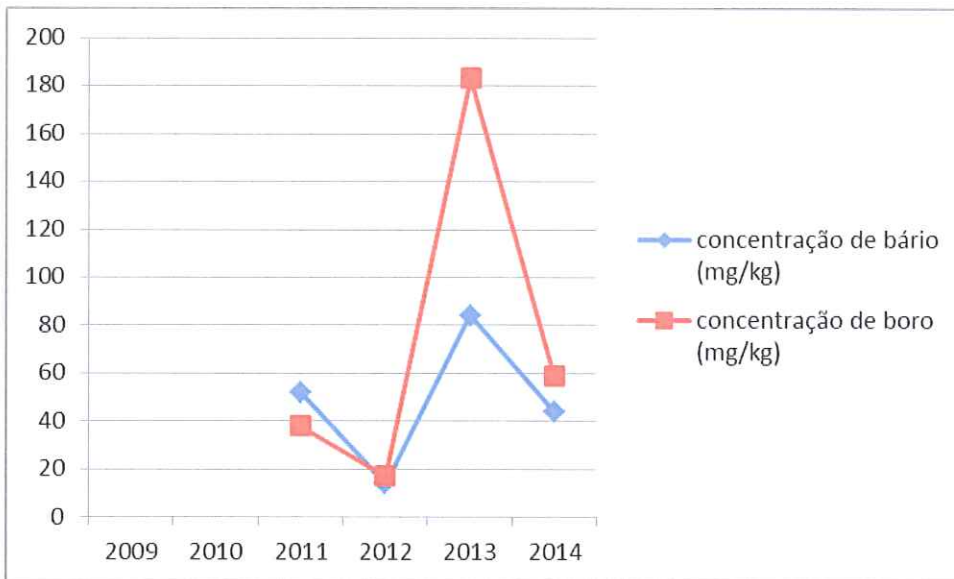


Figura 45. P 23 A – concentração de bário e boro no sedimento em mg/kg



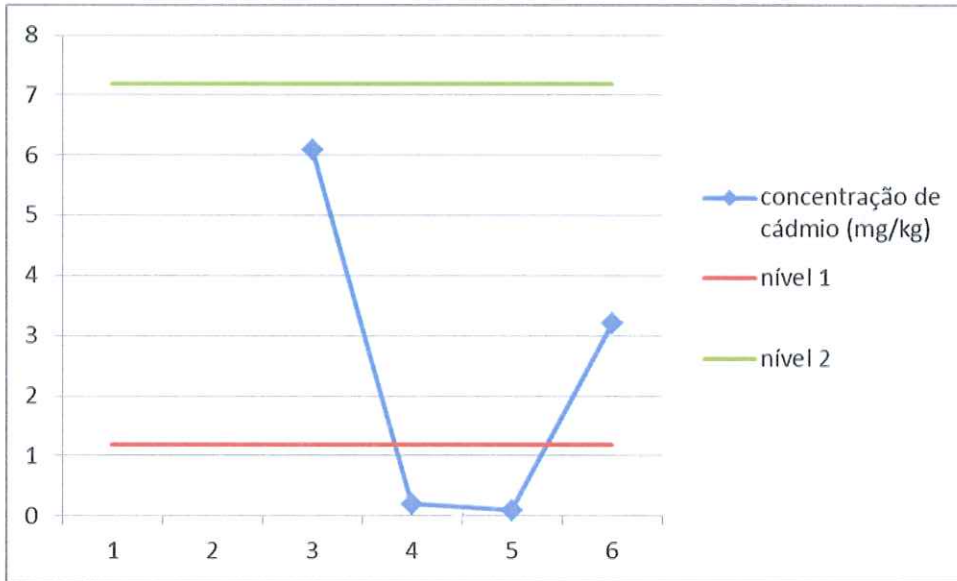


Figura 46. P 23 A – concentração de cádmio no sedimento em mg/kg

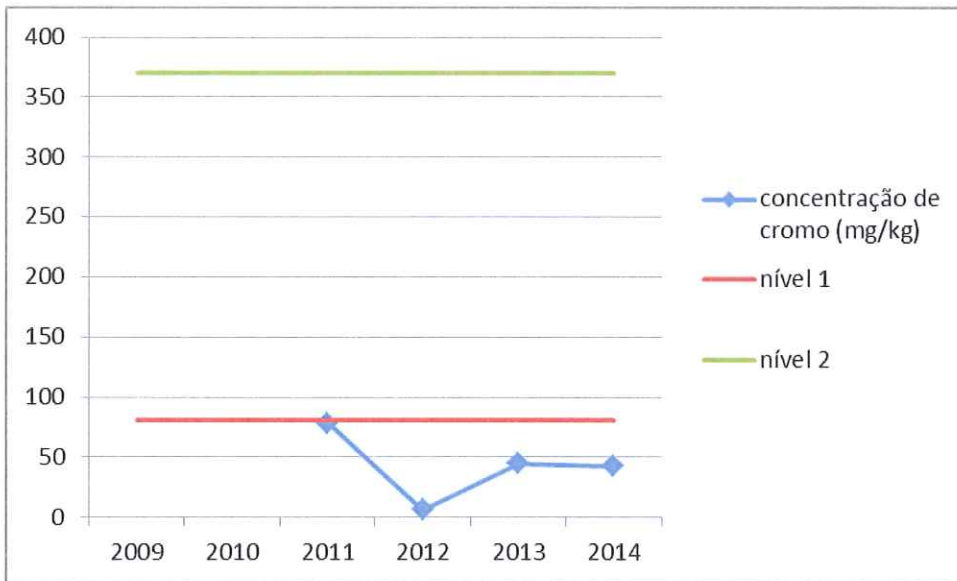


Figura 47. P 23 A – concentração de cromo no sedimento em mg/kg

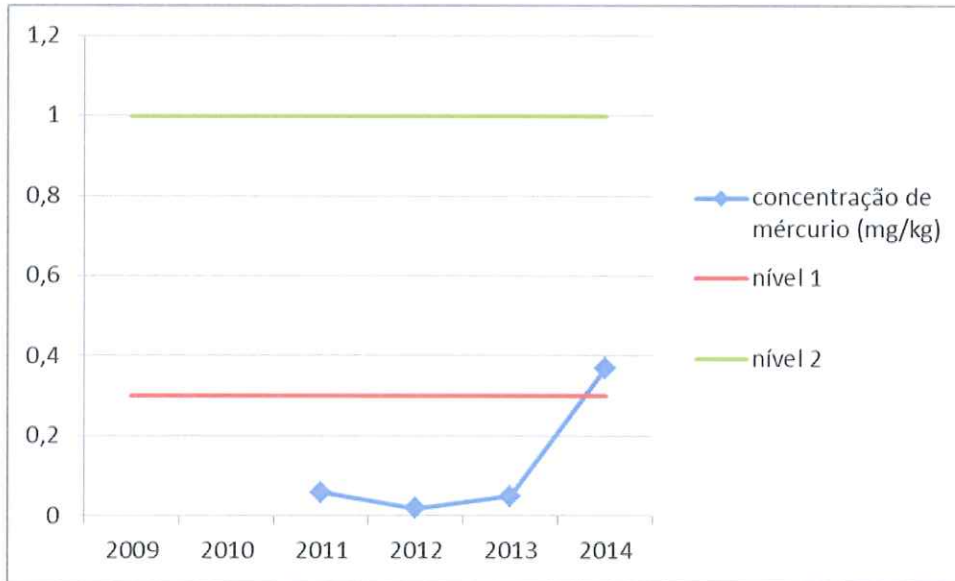


Figura 48. P 23 A – concentração de mercúrio no sedimento em mg/kg

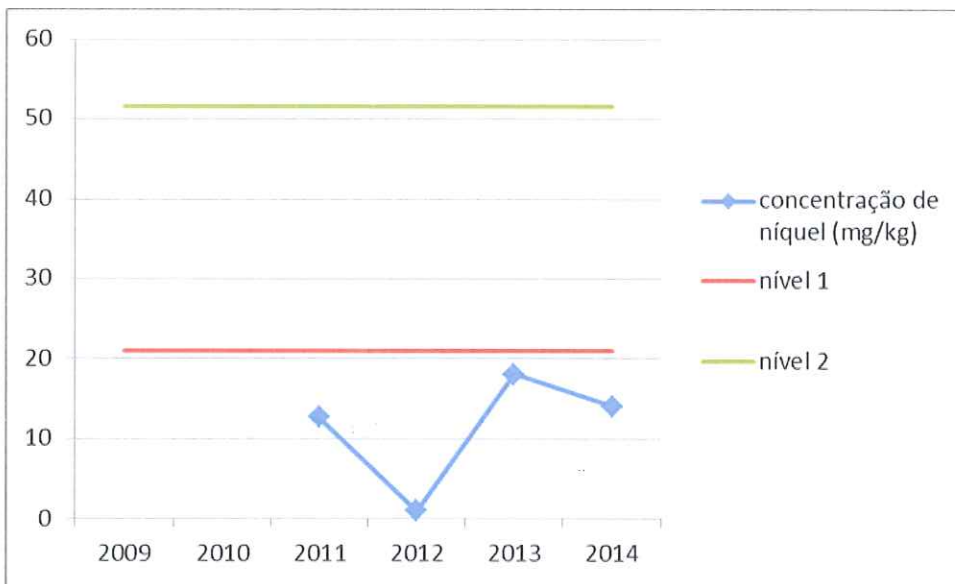


Figura 49. P 23 A – concentração de níquel no sedimento em mg/kg