

**RELATÓRIO CONSOLIDADO DO MONITORAMENTO
QUALITATIVO DOS RECURSOS HÍDRICOS NA ÁREA DE
INFLUÊNCIA DIRETA DO TERMINAL NORTE CAPIXABA
(TNC)**

2011 a 2014

Volume Único

Revisão 00

Dezembro/2014



APRESENTAÇÃO

A PETROBRAS TRANSPORTE S.A. - TRANSPETRO apresenta ao Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos – IEMA, o **Relatório Consolidado do Monitoramento Qualitativo dos Recursos Hídricos na Área de Influência Direta do Terminal Norte Capixaba (TNC)**, em atendimento à Condicionante 13 da LO 439/2010, Processo IEMA nº 22218939.

Os resultados aqui apresentados foram compilados a partir da caracterização do ambiente entre os anos de 2011 a 2014.

ÍNDICE GERAL

1	CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO	15
1.1	IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR	15
1.1.1	Representante Legal	15
2	EMPRESA RESPONSÁVEL.....	16
2.1	REPRESENTANTE LEGAL.....	16
2.2	RESPONSÁVEL TÉCNICO	16
3	INTRODUÇÃO	17
4	OBJETIVOS.....	18
4.1	OBJETIVO GERAL.....	18
4.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
5	Área de estudo.....	19
6	METODOLOGIA	21
6.1	AMOSTRAGEM	21
6.2	ANÁLISE IN SITU	22
6.3	ANÁLISE LABORATORIAL	22
6.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	22
7	RESULTADOS.....	24
7.1	RESULTADOS ESTATÍSTICOS.....	24
1.1.2	Acenafteno.....	24
1.1.3	Acenaftileno.....	25
1.1.4	Antraceno	26
1.1.5	Benzeno	27
1.1.6	Benzo (B) Fluoranteno.....	28
1.1.7	Benzo (A) Antraceno.....	29
1.1.8	Benzo (A) Pireno	30
1.1.9	Benzo (G,H,I) Perileno.....	32

1.1.10 Benzo (K) Fluoranteno	33
1.1.11 Condutividade.....	34
1.1.12 Criseno	35
1.1.13 Dibenzo (A,H) Antraceno	36
1.1.14 Etilbenzeno	37
1.1.15 Fenantreno	38
1.1.16 Fluoranteno.....	39
1.1.17 Fluoreno	41
1.1.18 Indeno (1,2,3c,d) Pireno	42
1.1.19 Pireno	43
1.1.20 Tolueno.....	44
1.1.21 Xilenos.....	45
1.1.22 HRP (Hidrocarbonetos Não Resolvido de Petróleo).....	46
1.1.23 MCNR (Mistura Complexa Não Resolvida)	47
1.1.24 HPA Total	48
1.1.25 TPH (Hidrocarbonetos Totais).....	49
1.1.26 TPH Faixa Diesel (C₁₄C₂₀).....	50
1.1.27 TPH Faixa Querosene (C₁₁C₁₄).....	51
1.1.28 TPH Faixa Gasolina (C₈C₁₁).....	52
1.1.29 Fenóis Totais	53
1.1.30 Óleos e Graxas	54
1.1.31 pH.....	55
1.1.32 Salinidade.....	56
1.1.33 Oxigênio Dissolvido	57
1.1.34 Demanda Química de Oxigênio (DQO)	58
1.1.35 Sólidos Suspensos Totais	59
1.1.36 Sólidos Totais	61

1.1.37 Nitrogênio Total	62
1.1.38 Carbono Orgânico Total (COT)	63
1.1.39 Coliformes Termotolerantes	64
1.1.40 Coliformes Totais	65
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS	66
9 CONCLUSÃO	71
10 REFERÊNCIAS	72
11 EQUIPE TÉCNICA	75

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 5-1: Mapa de localização dos pontos monitorados no Rio Barra, no entorno do empreendimento.	20
Figura 6-1: Coleta de água com a garrafa de Van Dorn.	21
Figura 7-1: Valores médios de Acenafeno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	24
Figura 7-2: Concentração média de Acenafeno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	25
Figura 7-3: Valores médios de Acenafileno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	25
Figura 7-4: Concentração média de Acenafileno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	26
Figura 7-5: Valores médios de Antraceno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	26
Figura 7-6: Concentração média de Antraceno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	27
Figura 7-7: Valores médios de Benzeno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	28
Figura 7-8: Concentração média de Benzeno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	28
Figura 7-9: Valores médios de Benzo (B) Fluoranteno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	29
Figura 7-10: Concentração média de Benzo (b) Fluoranteno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	29
Figura 7-11: Valores médios de Benzo (A) Antraceno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	30
Figura 7-12: Concentração média de Benzo (A) Antraceno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	30
Figura 7-13: Valores médios de Benzo (A) Antraceno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	31
Figura 7-14: Concentração média de Benzo (A) Pireno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	31

Figura 7-15: Valores médios de Benzo (G, H, I) Perileno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	32
Figura 7-16: Concentração média de Benzo (G, H, I) Perileno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.	33
Figura 7-17: Valores médios de Benzo (K) Fluoranteno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	33
Figura 7-18: Concentração média de Benzo (K) Fluoranteno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.	34
Figura 7-19: Valores médios de Condutividade (ms/cm^2) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	34
Figura 7-20: Concentração média de Condutividade (ms/cm^2) em relação aos pontos amostrais.	35
Figura 7-21: Valores médios de Criseno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	35
Figura 7-22: Concentração média de Criseno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.	36
Figura 7-23: Valores médios de Dibenzo (A, H) Antraceno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	37
Figura 7-24: Concentração média de Dibenzo (A, H) Antraceno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.	37
Figura 7-25: Valores médios de Etilbenzeno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	38
Figura 7-26: Concentração média de Etilbenzeno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.	38
Figura 7-27: Valores médios de Fenantreno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	39
Figura 7-28: Concentração média de Fenantreno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.	39
Figura 7-29: Valores médios de Fluoranteno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	40
Figura 7-30: Concentração média de Fluoranteno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.	40
Figura 7-31: Valores médios de Fluoreno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	41

Figura 7-32: Concentração média de Fluoreno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	41
Figura 7-33: Valores médios de Indeno(1,2,3-cd) pireno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	42
Figura 7-34: Concentração média de Indeno(1,2,3-cd) pireno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	42
Figura 7-35: Valores médios de Pireno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	43
Figura 7-36: Concentração média de Pireno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	43
Figura 7-37: Valores médios de Tolueno ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	44
Figura 7-38: Concentração média de Tolueno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	44
Figura 7-39: Valores médios de Xilenos ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	45
Figura 7-40: Concentração média de Xilenos ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	45
Figura 7-41: Valores médios de HRP ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	46
Figura 7-42: Concentração média de HRP ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	46
Figura 7-43: Valores médios de MCNR ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	47
Figura 7-44: Concentração média de MCNR ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	47
Figura 7-45: Valores médios de HPA Total ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	48
Figura 7-46: Concentração média de HPA Total ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	48
Figura 7-47: Valores médios de TPH (Hidrocarbonetos Totais) ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	49
Figura 7-48: Concentração média de TPH (Hidrocarbonetos Totais) ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.....	49

Figura 7-49: Valores médios TPH Faixa Diesel (C ₁₄ C ₂₀) ao longo das campanhas de na temporada 2011 – 2014.....	50
Figura 7-50: Concentração média de TPH Faixa Diesel (C ₁₄ C ₂₀) (µg/l) em relação aos pontos amostrais.....	50
Figura 7-51: Valores médios TPH FAIXA QUEROSENE (C ₁₁ C ₁₄) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	51
Figura 7-52: Concentração média de TPH Faixa Querosene (C ₁₁ C ₁₄) (µg/l) em relação aos pontos amostrais.	51
Figura 7-53: Valores médios TPH Faixa Gasolina (C ₈ C ₁₁) longo das campanhas de na temporada 2011 – 2014.....	52
Figura 7-54: Concentração média de TPH Faixa Gasolina (C ₈ C ₁₁) (µg/l) em relação aos pontos amostrais.....	52
Figura 7-55: Valores médios de Fenóis Totais (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	53
Figura 7-56: Concentração média de Fenóis Totais (µg/l) em relação aos pontos amostrais.	53
Figura 7-57: Valores médios de Óleos e Graxas Totais (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	54
Figura 7-58: Concentração média de Óleos e Graxas (mg/l) em relação aos pontos amostrais.	54
Figura 7-59: Valores médios de pH ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	55
Figura 7-60: Concentração média de pH em relação aos pontos amostrais.	56
Figura 7-61: Valores médios de Salinidade ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	56
Figura 7-62: Concentração média de Salinidade em relação aos pontos amostrais.	57
Figura 7-63: Valores médios de Oxigênio Dissolvido (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	58
Figura 7-64: Concentração média de Oxigênio Dissolvido (µg/l) em relação aos pontos amostrais.	58
Figura 7-65: Valores médios de Demanda Química de Oxigênio (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	59

Figura 7-66: Concentração média de Demanda Química de Oxigênio (mg/l) em relação aos pontos amostrais.	59
Figura 7-67: Valores médios de Sólidos Suspensos Totais (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	60
Figura 7-68: Concentração média de Sólidos Suspensos Totais (mg/l) em relação aos pontos amostrais.	60
Figura 7-69: Valores médios de Sólidos Totais (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	61
Figura 7-70: Concentração média de Sólidos Totais (mg/l) em relação aos pontos amostrais.....	61
Figura 7-71: Valores médios de Nitrogênio Total (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	62
Figura 7-72: Concentração média de Nitrogênio Total (mg/l) em relação aos pontos amostrais.....	62
Figura 7-73: Valores médios de Carbono total (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	63
Figura 7-74: Concentração média de Carbono Orgânico (mg/l) em relação aos pontos amostrais.....	63
Figura 7-75: Valores médios de Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.	64
Figura 7-76: Concentração média de Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) em relação aos pontos amostrais.	64
Figura 7-77: Valores médios de Coliformes Totais (NMP/100ml) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.....	65
Figura 7-78: Concentração média de Coliformes Totais (NMP/100ml) em relação aos pontos amostrais.	65

LISTA DE ANEXOS

Anexo I – Tabelas de Resultados Estatísticos.

Anexo II – Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)

1 CARACTERIZAÇÃO DO EMPREENDIMENTO

TERMINAL NORTE CAPIXABA - TNC

Localização: Rodovia Campo Grande, Barra Nova, Km 08, S/Nº, CEP: 29.944-370,
no município de São Mateus/ES.

1.1 IDENTIFICAÇÃO DO EMPREENDEDOR

NOME: PETROBRAS TRANSPORTE S.A - TRANSPETRO.

CNPJ: 02.709.449/0075-95.

ENDEREÇO: Rodovia Campo Grande, Barra Nova, Km 08, S/Nº, CEP: 29.944-370,
no município de São Mateus/ES.

1.1.1 Representante Legal

NOME: Francisco Antônio Padilha Barreto

CARGO: Gerente dos Terminais Aquaviários do Espírito Santo

E-MAIL: bto@petrobras.com.br

2 EMPRESA RESPONSÁVEL

RAZÃO SOCIAL: CTA – Serviços em Meio Ambiente Ltda.

CNPJ: 39.793.153/0001-79

ENDEREÇO: Rua Saturnino Rangel Mauro, 283, Pontal de Camburi. Vitória/ES.

TELEFAX: (27) 3345-4222.

HOME PAGE: www.cta-es.com.br

2.1 REPRESENTANTE LEGAL

NOME: Humberto Ker de Andrade

CARGO: Diretor Geral

Biólogo, Mestre em Aqüicultura

E-MAIL: diretoria@cta-es.com.br

2.2 RESPONSÁVEL TÉCNICO

NOME: Alessandro Trazzi

CARGO: Diretor Técnico

Biólogo, Mestre em Engenharia Ambiental.

E-MAIL: alessandro@cta-es.com.br

3 INTRODUÇÃO

Este relatório tem o objetivo de apresentar os procedimentos e condições de campo para monitoramento qualitativo dos recursos hídricos na área de influência direta do Terminal Norte Capixaba (TNC), compreendido pelo Rio Barra Nova, quanto à caracterização físico-química e biológica, ambos realizados principalmente para atender à condicionante nº 13 da LO 439/2010 estabelecida pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA.

Dentre as fontes potenciais de influência do TNC para o rio Barra Nova, tem-se como principal a drenagem de águas pluviais coletadas nas áreas internas do empreendimento. Ressalta-se, entretanto, a natureza pontual destes lançamentos que ocorrem apenas durante e, eventualmente, após os períodos chuvosos, provenientes do escoamento superficial. É pertinente ressaltar também que em 2012 foi instalado um sistema de reaproveitamento de água pluvial no TNC para fins de irrigação e limpeza de áreas externas, e que, devido a este sistema, há uma demanda cada vez menor de descarte de água pluvial para fora das instalações do Terminal, isto é, no rio Barra Nova. O presente documento traz uma compilação de dados entre os anos de 2011 e 2014, sendo esses dados coletados de maneira sistemática e de acordo com procedimentos padrões estabelecidos pela APHA (2000) e CETESB (1987).

4 OBJETIVOS

4.1 OBJETIVO GERAL

Analisar os dados físico-químicos e biológicos do monitoramento qualitativo dos recursos hídricos na área de influência direta do Terminal Norte Capixaba (TNC) com ferramentas estatísticas que permitam avaliar a evolução desses parâmetros no tempo e no espaço.

4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Análise comparativa entre os parâmetros de qualidade de água e os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 357 de 17 de março de 2005 para Águas Salobras Classe 1 (Tabelas VII e VIII), com base na predominância desta classe na série histórica;
- Análise comparativa entre os parâmetros de qualidade de água e os limites preconizados pela Resolução CONAMA nº 430 de 13 de maio de 2011 para o ponto PM03 (efluente pluvial);
- Monitoramento da qualidade da água, através da análise estatística comparativa espacial (entre pontos) e temporal (ao longo das campanhas) ao longo da série histórica.

5 ÁREA DE ESTUDO

Para o monitoramento do rio Barra Nova foram estabelecidos 6 pontos amostrais, identificados como PM, cujas coordenadas geográficas são apresentadas na **Tabela 5-1**.

Tabela 5-1: Coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento do Rio Barra (Datum UTM WGS 84).

Ponto de Monitoramento	E	N
PM01	421068,66	7900105,65
PM02	421897,41	7901176,79
PM03*	422060,08	7901323,22
PM04	421957,12	7901466,52
PM05	421987,63	7901710,39
PM06	421594,70	7902721,31

* Ponto realocado para o interior do Terminal, na saída do canal de drenagem pluvial.

Ressalta-se que o ponto PM03 é acessado pelo Terminal e a coleta só ocorre quando houver a presença de água pluvial na rede de drenagem.

A **Figura 5-1** apresenta a malha amostral dos pontos no entorno do Terminal.



Figura 5-1: Mapa de localização dos pontos monitorados no Rio Barra, no entorno do empreendimento.

6 METODOLOGIA

6.1 AMOSTRAGEM

As coletas da massa d'água foram realizadas com periodicidade trimestral, tanto na superfície quanto no fundo das estações de monitoramento com o auxílio de uma Garrafa de Van Dorn (**Figura 6-1**), uma vez que as áreas onde se encontram as estações apresentam profundidade média de 4,4 metros de profundidade. Após as coletas, as amostras de água foram acondicionadas em frascos apropriados, contendo conservantes, quando necessário, fornecidos pelo laboratório responsável para a análise dos parâmetros de qualidade de água.



Figura 6-1: Coleta de água com a garrafa de Van Dorn.

Por se tratar de uma região estuarina, durante as campanhas considerou-se os padrões de variação de maré, com coletas das amostras durante o pico de maré cheia (preamar) e final da maré vazia (baixamar), uma vez que as condições hidrodinâmicas relacionadas ao regime de maré podem alterar significativamente as condições de qualidade de água.

Os dados de maré para os dias da coleta amostral foram adquiridos do *site* da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) – Centro de Hidrografia da Marinha

(CHM), e utilizou-se como referência o Terminal Barra do Riacho, por ser o mais próximo do Terminal Norte Capixaba.

As amostras foram acondicionadas em recipientes próprios, fornecidos pelo laboratório responsável pelas análises, contendo conservantes adequados para cada tipo de análise. Os frascos foram armazenados sob refrigeração e posteriormente enviados ao laboratório, respeitando o prazo de validade das amostras.

6.2 ANÁLISE IN SITU

Os parâmetros pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica, salinidade e temperatura foram medidos *in situ* com a sonda multiparamétrica, sendo registrados os valores na ficha de campo e também armazenados na memória da sonda.

6.3 ANÁLISE LABORATORIAL

As amostras de água foram encaminhadas para laboratório acreditados na ABNT-NBR ISO/IEC 17025. Ressalta-se que as análises de demanda química de oxigênio (DQO) foram realizadas em tréplicas e o valor apresentado é a média aritmética.

6.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

O relatório consolidado do monitoramento físico-químico e biológico do monitoramento qualitativo dos recursos hídricos na área de influência direta do Terminal Norte Capixaba (TNC) foi realizado a partir dos dados brutos, buscando compreender as variações no espaço e tempo e testando a significância dos resultados obtidos.

Para identificar se as variações espaciais e temporais dos dados apresentam significância estatística, foram realizadas análises de variância (ANOVAs), considerando o p-valor de 0,05. Quando necessário, os dados usados na ANOVA

foram transformados em $\log_{10}(x + 1)$, com o objetivo de se equalizar a variância e normalizar a distribuição quando diferenças significativas forem detectadas na ANOVA.

Os dados utilizados para descrever os padrões espaciais e temporais das variáveis físico-químicas e biológicas foram os resultados absolutos. As análises foram realizadas utilizando o programa estatístico STATISTICA 7.0 (ZAR, 1999). Os resultados foram expressos de forma gráfica, sendo descritos e discutidos com base na legislação cabível (CONAMA - Resolução nº 357 de 17 de março de 2005).

Cabe ressaltar que, para os parâmetros Cádmio total, Chumbo total, Cobre total, Fósforo total, Mercúrio Total, Níquel Total, Cromo Total e Zinco, a ausência de dados, devido aos baixos valores encontrados, muitas vezes abaixo do limite de detecção do método, não permitiu que análises estatísticas fossem realizadas (ausência de variação).

7 RESULTADOS

7.1 RESULTADOS ESTATÍSTICOS

Em relação as análises estatísticas entre as marés (preamar e baixamar) e profundidades (superfície e fundo), essas não apresentaram resultados significativos, indicando que as concentrações dos parâmetros não variam com a profundidade e altura da maré na região de estudo (Tabela de Resultados apresentada no **Anexo I**).

1.1.2 Acenafteno

Os valores observados de Acenafteno foram encontrados a partir da campanha de fevereiro de 2013, apresentando média de 0,017 µg/l. O maior valor foi registrado na campanha de fevereiro de 2014 com 0,050 µg/l. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F=3,03$; $p=0,02$) (**Figura 7-1**).

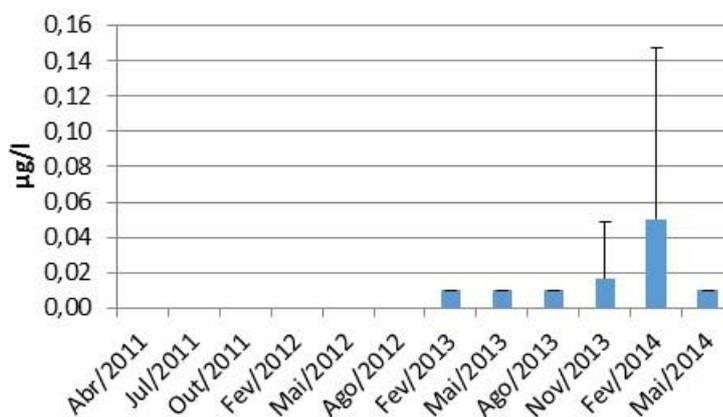


Figura 7-1: Valores médios de Acenafteno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A maior concentração média de Acenafteno foi registrada no P02 (0,03 µg/l) e ausente no P03 (efluente pluvial do TNC). O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta. ($F= 0,94$; $p=0,44$) (**Figura 7-2**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece valor máximo permitido para esta substância.

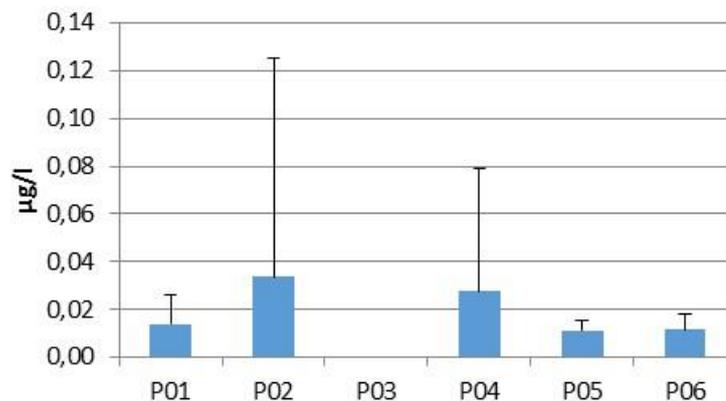


Figura 7-2: Concentração média de Acenafteno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.

1.1.3 Acenaftileno

O composto foi observado inicialmente na campanha de agosto de 2012 apresentando valor de $0,006 \mu\text{g/l}$. Nas campanhas referentes aos anos de 2013 e 2014 foi registrada uma concentração média padrão de $<0,010 \mu\text{g/l}$. Não aplica-se análises estatísticas devido ausência de variação (**Figura 7-3**).

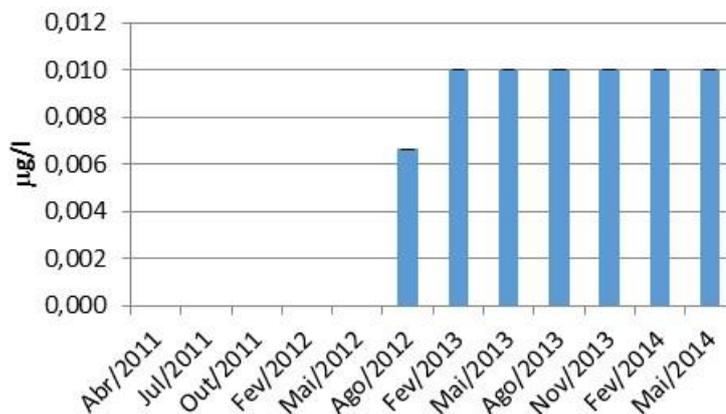


Figura 7-3: Valores médios de Acenaftileno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

O composto apresentou concentração média de $0,01 \mu\text{g/l}$ em todos os pontos amostrais, exceto o P03 (efluente pluvial do TNC). O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F = 0,95$; $p = 0,43$)

(Figura 7-4). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece valor máximo permitido para esta substância.

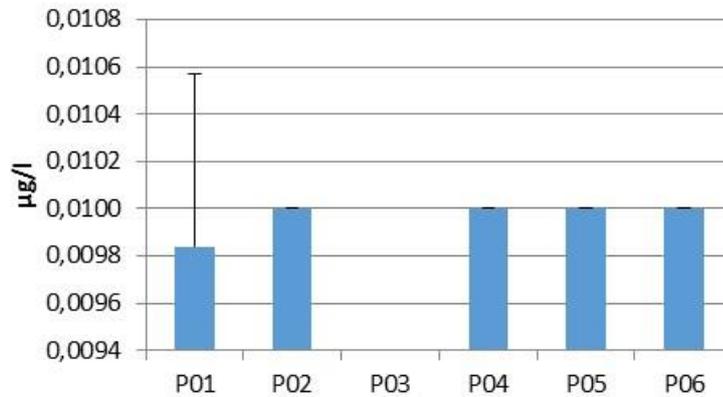


Figura 7-4: Concentração média de Acenafileno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.4 Antraceno

A concentração média de Antraceno registrada foi de 0,01 µg/l nas campanhas referentes aos anos de 2013 e 2014, que se manteve estável, a exceção de fevereiro de 2014, que apresentou concentração de 0,014 µg/l. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre as campanhas ($F=1,00$; $p=0,42$) (Figura 7-5).

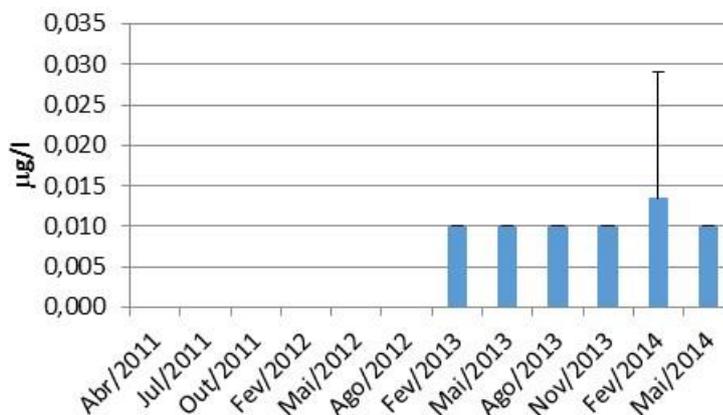


Figura 7-5: Valores médios de Antraceno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A maior concentração de Antraceno foi registrada no ponto P02 (0,013 µg/l) e ausente no ponto P03 (efluente pluvial do TNC). O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 1,00$; $p=0,41$) (Figura 7-6). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece valor máximo permitido para esta substância.

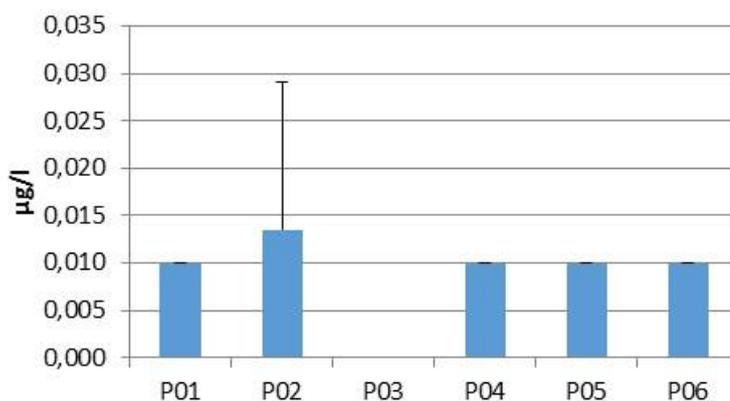


Figura 7-6: Concentração média de Antraceno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.5 Benzeno

A concentração de Benzeno apresenta valores que não ultrapassou o limite de detecção do método ($<0,001$ µg/l) nas campanhas referentes aos anos de 2013 e 2014, a exceção de agosto de 2013. Entretanto, esses resultados estão abaixo do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 para Águas Salobras Classe I (51 µg/l). Devido à ausência de variação dos resultados não se aplica a realização de análise estatística (Figura 7-7).

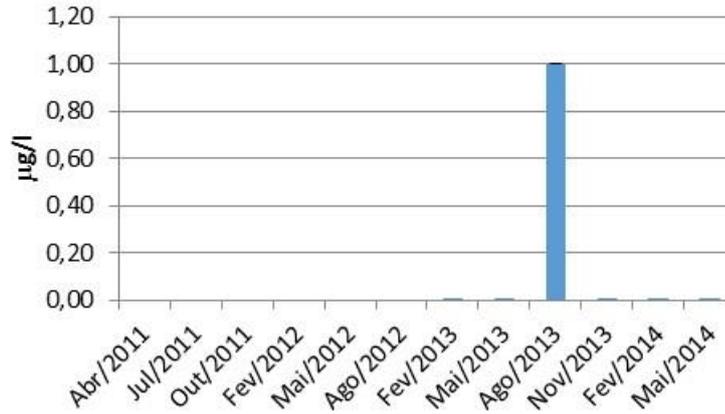


Figura 7-7: Valores médios de Benzeno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Benzeno é de 0,016 µg/l entre os pontos amostrais exceto o P03 (efluente pluvial do TNC). Devido à ausência de variação dos resultados não se aplica a realização de análise estatística (**Figura 7-8**).

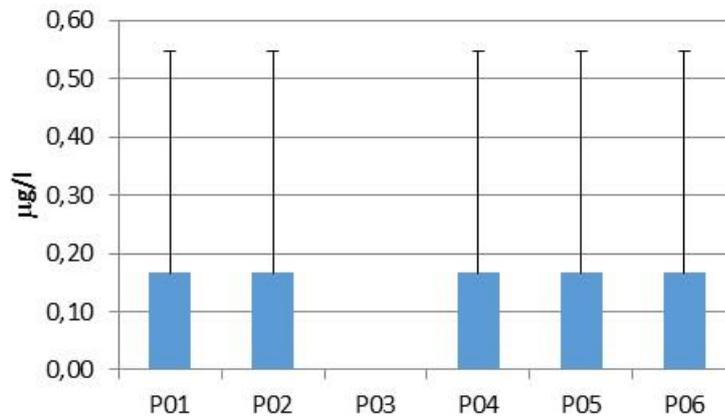


Figura 7-8: Concentração média de Benzeno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.6 Benzo (B) Fluoranteno

Os valores médios de Benzo (B) Fluoranteno apresentou um pico na campanha de agosto de 2012 com valor de 0,037µg/l, quando a concentração ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 (0,018 µg/l). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação (F=8,64; p=0,00) (**Figura 7-9**).

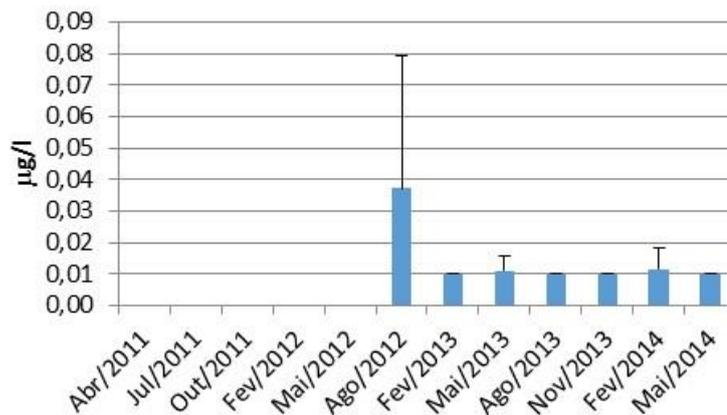


Figura 7-9: Valores médios de Benzo (B) Fluoranteno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Benzo (B) Fluoranteno foi superior no ponto P02 (0,014 µg/l) e ausente em P03 (efluente pluvial do TNC), sendo que o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F=1,43$; $p=0,22$) (**Figura 7-10**).

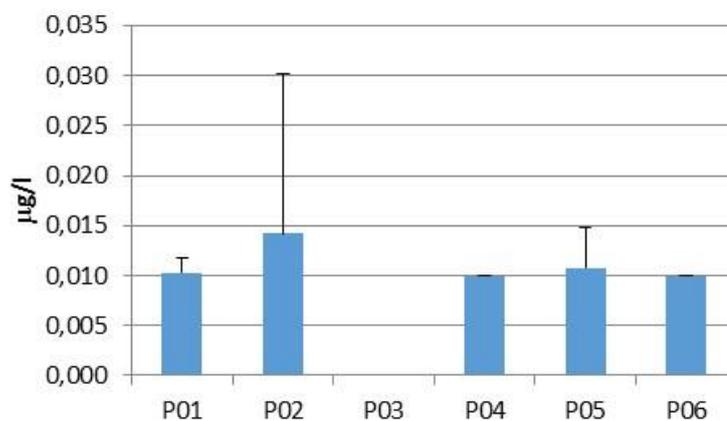


Figura 7-10: Concentração média de Benzo (b) Fluoranteno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.7 Benzo (A) Antraceno

Os valores médios de Benzo (A) Antraceno mais elevados foram registrados em agosto de 2012 (0,37µg/l) e fevereiro de 2014 (0,14µg/l), tendo os mesmos ultrapassado os limites preconizados pela Resolução Conama nº 357/05 para Águas Salobras Classe I (0,018 µg/l) . As campanhas dos anos seguintes, 2013 e 2014, apresentaram valor médio de 0,01µg/l, abaixo do limite estabelecido pela

legislação. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F=7,10$; $p=0,00$) (**Figura 7-11**).

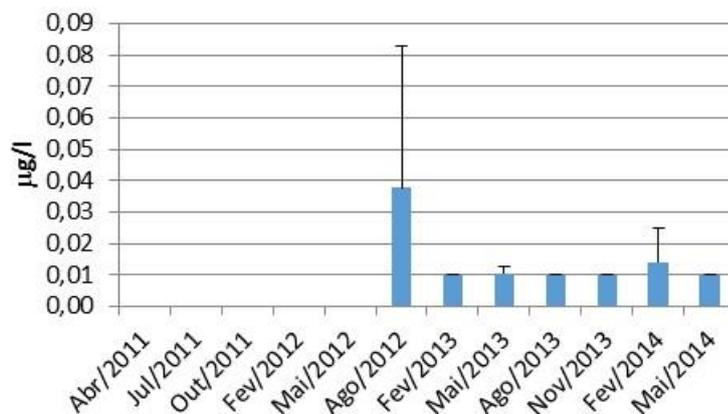


Figura 7-11: Valores médios de Benzo (A) Antraceno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração de Benzo (A) Antraceno foi superior no ponto P04. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,58$; $p=0,67$) (**Figura 7-12**).

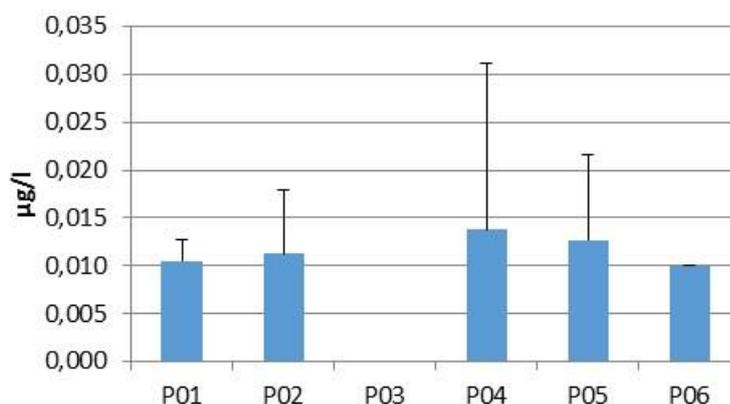


Figura 7-12: Concentração média de Benzo (A) Antraceno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.

1.1.8 Benzo (A) Pireno

Os valores médios de Benzo (A) Pireno apresentaram valores mais elevados em agosto de 2012 ($0,38\mu\text{g/l}$), quando as concentrações ultrapassaram o limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 ($0,018 \mu\text{g/l}$), sendo que as demais

campanhas de 2013 e 2014 apresentam valor médio de 0,01µg/l, portanto, em consonância com o valor legal. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F=4,45$; $p=0,00$) (Figura 7-13).

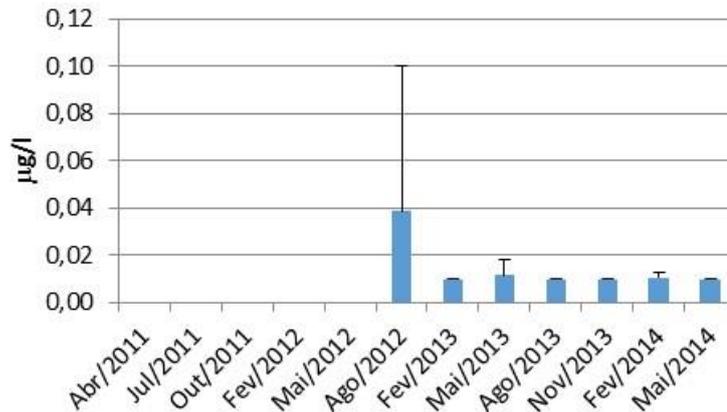


Figura 7-13: Valores médios de Benzo (A) Antraceno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração de Benzo (A) Pireno foi encontrada em concentração mais elevada em P03 (0,02 µg/l), entretanto, o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,69$; $p=0,62$) (Figura 7-14). Cabe destacar que o ponto P03 trata-se do efluente de água pluvial do TNC. A Resolução Conama nº 430/11 que dispõe sobre condições e padrões de lançamento de efluentes não estabelece limite para este parâmetro.

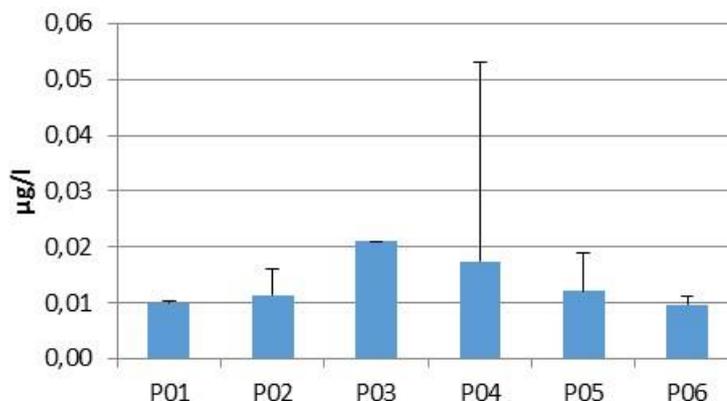


Figura 7-14: Concentração média de Benzo (A) Pireno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.9 Benzo (G,H,I) Perileno

Os valores médios de Benzo (G,H,I) Perileno foram registrados a partir da campanha de agosto de 2012, quando também registrou-se a maior concentração deste parâmetro. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F=4,34$; $p=0,00$) (**Figura 7-15**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece valor máximo permitido para este parâmetro.

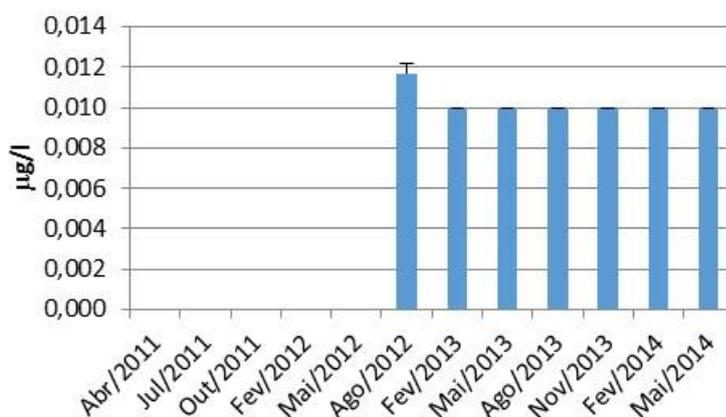


Figura 7-15: Valores médios de Benzo (G, H, I) Perileno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

Em relação aos pontos amostrais o Benzo (G, H, I) Perileno apresentou maior concentração padrão em P04 e P05, sendo que nos demais foram registrados valores de $0,01\mu\text{g/l}$, exceto no P03 que não apresentou valores. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F=0,74$; $p=0,56$) (**Figura 7-16**).

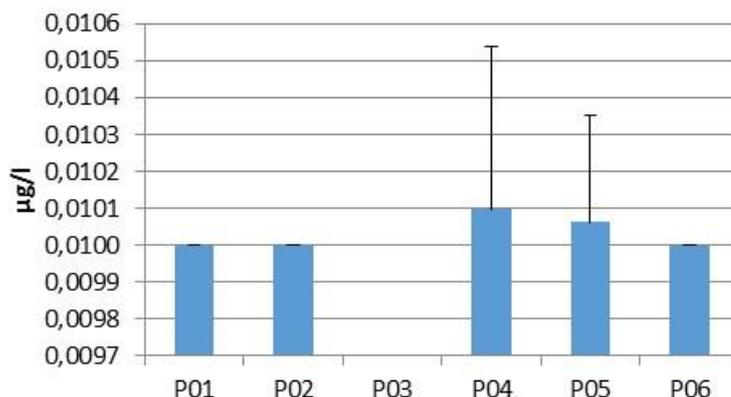


Figura 7-16: Concentração média de Benzo (G, H, I) Perileno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.10 Benzo (K) Fluoranteno

A concentração encontrada na campanha de agosto de 2012 foi a maior registrada (0,056 µg/l), quando ultrapassou o limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 (0,018 µg/l), sendo que as campanhas posteriores apresentam valor médio de 0,01µg/l, portanto, dentro do limite legal estabelecido. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação (F=1,66; p=0,00) (**Figura 7-17**).

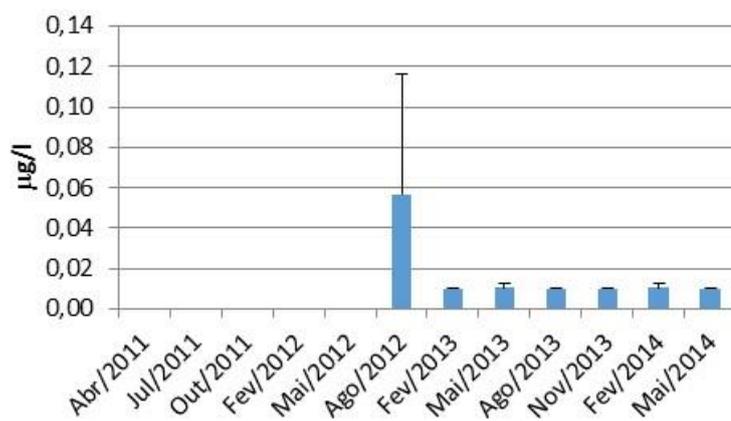


Figura 7-17: Valores médios de Benzo (K) Fluoranteno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Benzo (K) Fluoranteno foi maior no ponto P04 (0,014 µg/l) e ausente no P03 (efluente pluvial do TNC). O teste de hipótese de igualdade,

entretanto, não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F=0,76$; $p=0,55$) (**Figura 7-18**).

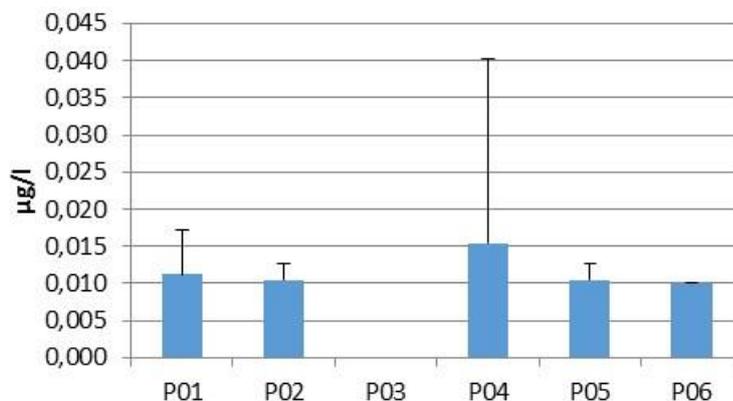


Figura 7-18: Concentração média de Benzo (K) Fluoranteno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.

1.1.11 Condutividade

A condutividade apresentou ao longo do período um pico de concentração em encontrada na campanha julho de 2011, sendo observados valores de mesma magnitude apenas a partir de maio de 2013. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F=9,91$; $p=0,00$) (**Figura 7-17**).

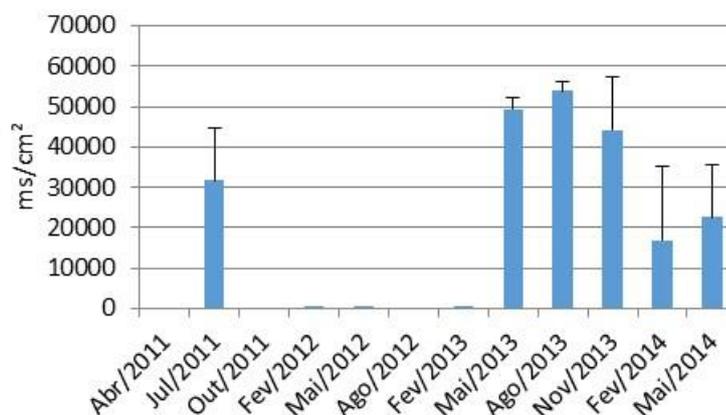


Figura 7-19: Valores médios de Condutividade (ms/cm^2) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A condutividade apresentou tendência de aumento entre o Ponto P01 e P06, entretanto, o teste de hipótese de igualdade entre os pontos não apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F=0,28$; $p=0,91$) (**Figura 7-17**).

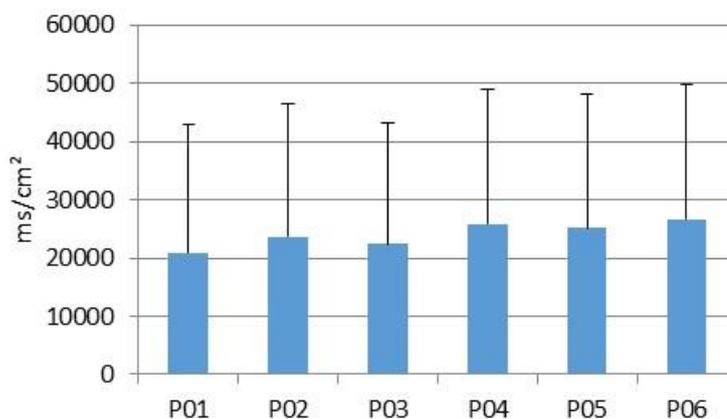


Figura 7-20: Concentração média de Condutividade (ms/cm²) em relação aos pontos amostrais.

1.1.12 Criseno

A concentração de Criseno no ambiente apresentou-se a partir de agosto de 2012 com o maior valor médio (0,028 µg/l), ultrapassando o limite de 0,018 µg/l estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 3,76$; $p=0,00$) (**Figura 7-21**).

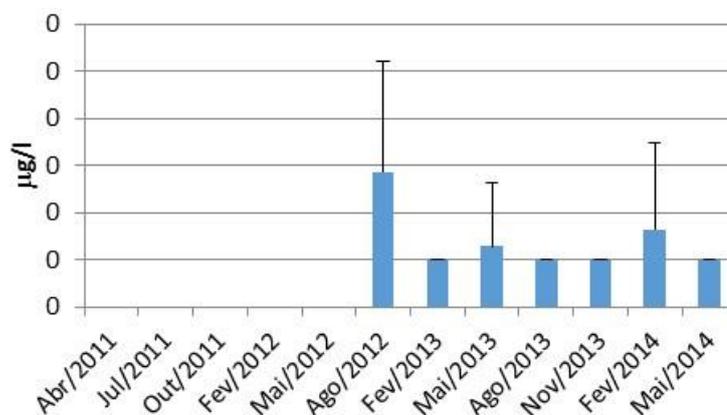


Figura 7-21: Valores médios de Criseno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Criseno apresentou concentração maior no P05, sendo ausente no P03. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,59$; $p=0,66$) (**Figura 7-22**).

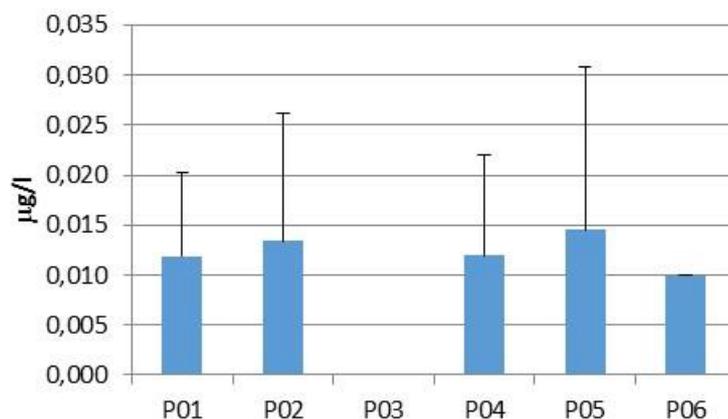


Figura 7-22: Concentração média de Criseno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.

1.1.13 Dibenzo (A,H) Antraceno

A concentração média de Dibenzo (A, H) Antraceno na campanha de agosto de 2012 apresentou o valor mais elevado ($0,04 \mu\text{g/l}$), acima do limite preconizado pela Resolução Conama nº 357/05 ($0,018 \mu\text{g/l}$), sendo que nas campanhas posteriores as concentrações se mantiveram em $0,01 \mu\text{g/l}$, portanto, em consonância com o valor legal. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam confirmam esses picos de concentração ($F= 4,53$; $p=0,00$) (**Figura 7-23**).

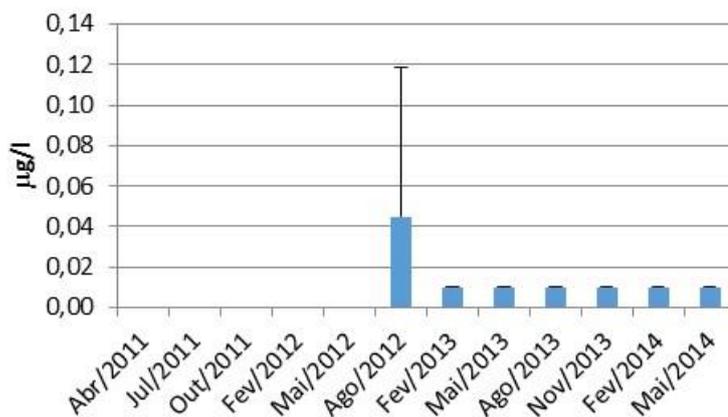


Figura 7-23: Valores médios de Dibenzo (A, H) Antraceno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Dibenzo (A, H) apresentou concentração maior no P04, sendo ausente no P03 (efluente pluvial do TNC). O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F=0,90$; $p=0,46$) (Figura 7-24).

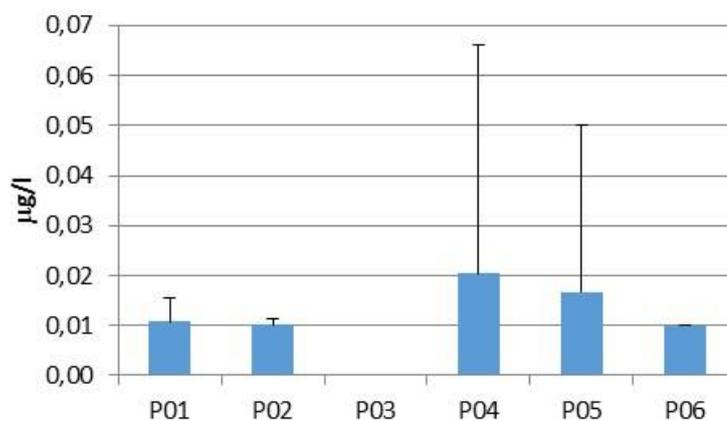


Figura 7-24: Concentração média de Dibenzo (A, H) Antraceno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.

1.1.14 Etilbenzeno

Foi registrado um pico de concentração de Etilbenzeno na campanha de abril de 2011 ($2,31 \mu\text{g/l}$), sendo que a concentração nas campanhas de 2013 e 2014 apresentaram valor padrão de $<1,0 \mu\text{g/l}$. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo não foi possível ser calculado (Figura 7-25). A Resolução Conama nº 357/05 estabelece valor de $25,0 \mu\text{g/l}$ como máximo permitido para este

parâmetro em Águas Salobras Classe 1, portanto, todos os valores registrados encontram-se abaixo do limite legal.

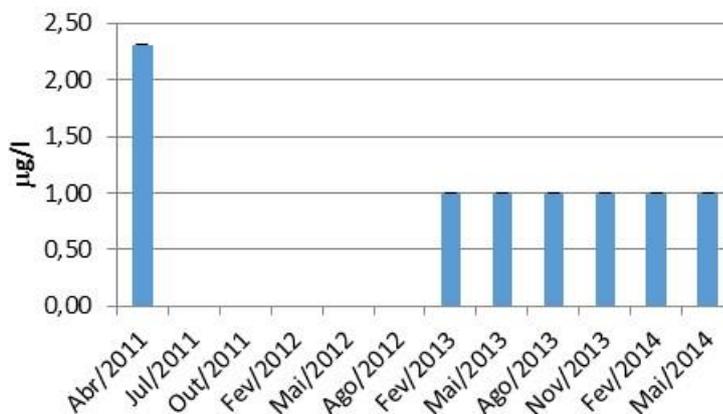


Figura 7-25: Valores médios de Etilbenzeno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Etilbenzeno apresentou valores próximos a 1,00 µg/l em todos os pontos. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,95$; $p=0,43$) (**Figura 7-26**).

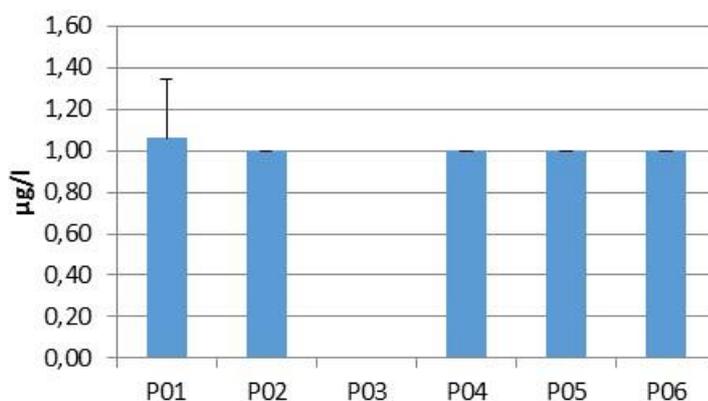


Figura 7-26: Concentração média de Etilbenzeno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.15 Fenantreno

A concentração média de Fenantreno mais elevada foi encontrada em agosto de 2012 (0,09 µg/l) e fevereiro de 2014 (0,16 µg/l). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa

variação ($F= 9,17$; $p=0,00$) (**Figura 7-27**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece valor máximo permitido para este parâmetro.

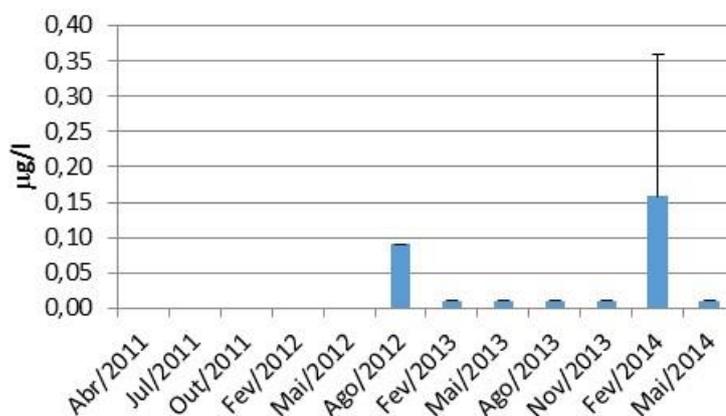


Figura 7-27: Valores médios de Fenantreno ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Fenantreno apresentou concentração mais elevada nos pontos P01 e P02 ($0,04 \mu\text{g/l}$) e ausente no P03. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,20$; $p=0,93$) (**Figura 7-28**).

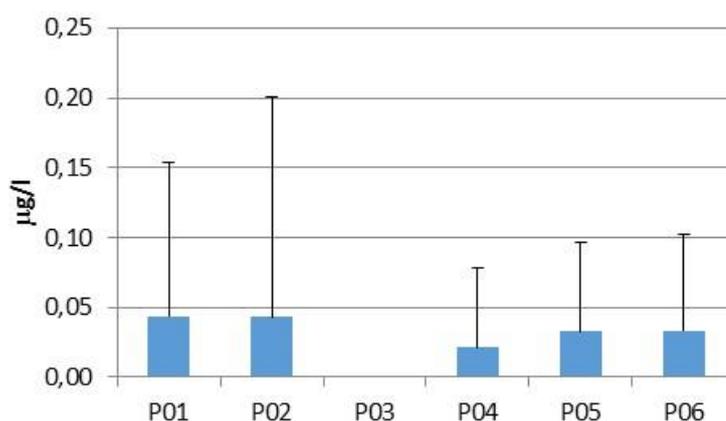


Figura 7-28: Concentração média de Fenantreno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.

1.1.16 Fluoranteno

A concentração média de Fluoranteno apresentou valor mais elevado na campanha de agosto de 2012 ($0,066 \mu\text{g/l}$) e fevereiro de 2014 ($0,05 \mu\text{g/l}$). O teste de hipótese

de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 3,66$; $p=0,002$) (**Figura 7-29**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece valor máximo permitido para este parâmetro.

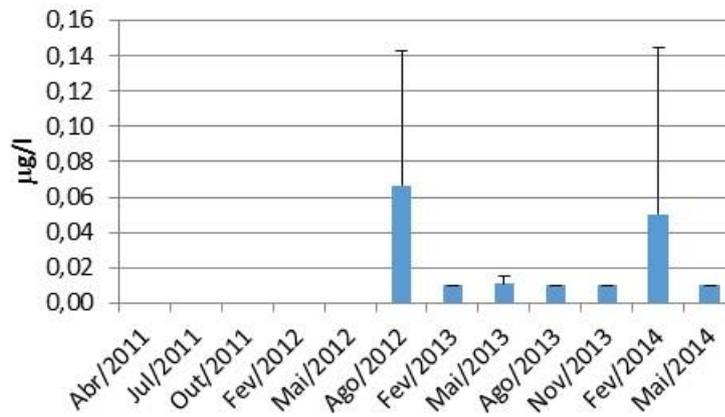


Figura 7-29: Valores médios de Fluoranteno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Fluoranteno apresentou-se maior em P02 e ausente no P03, sendo que o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,63$; $p=0,63$) (**Figura 7-30**).

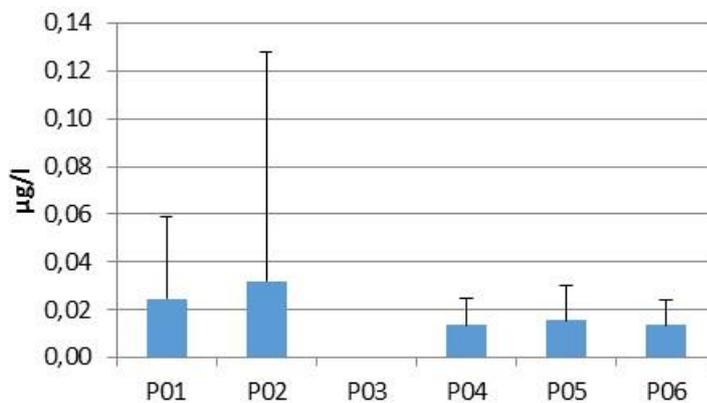


Figura 7-30: Concentração média de Fluoranteno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.17 Fluoreno

A concentração média de Fluoreno apresentou maior valor na campanha de fevereiro de 2014 (0,10 µg/l). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 4,02$; $p=0,00$) (**Figura 7-31**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece valor máximo permitido para este parâmetro.

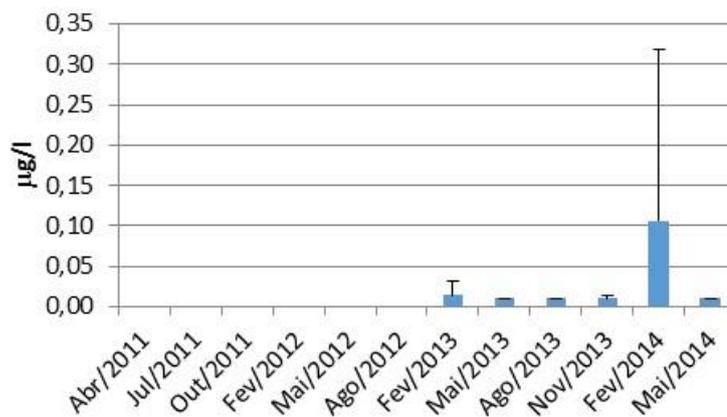


Figura 7-31: Valores médios de Fluoreno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Fluoreno se apresentou maior no P01 e ausente no P03, sendo que o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,81$; $p=0,51$) (**Figura 7-32**).

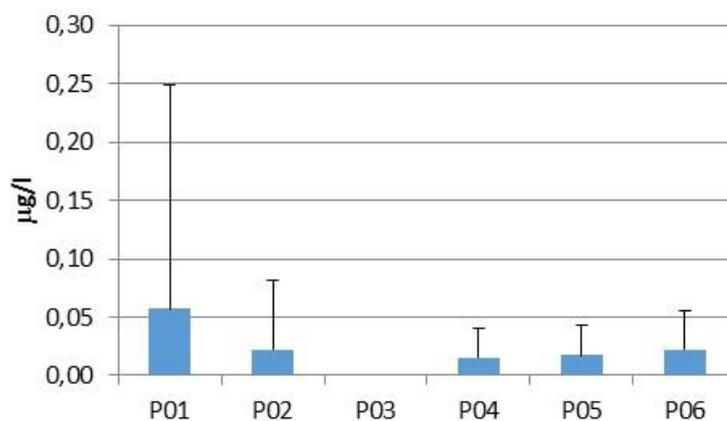


Figura 7-32: Concentração média de Fluoreno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.18 Indeno (1,2,3c,d) Pireno

A concentração de Indeno(1,2,3-cd) pireno foi maior na campanha de agosto de 2012 com média de 0,032 µg/l, quando ultrapassou o limite preconizado pela Resolução Conama nº 357/05 (0,018 µg/l). Nas campanhas de 2013 e 2014 apresentou valor inferior a 0,01 µg/l, dentro dos padrões legais estabelecidos. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação (F= 1,06; p=0,00) (**Figura 7-33**).

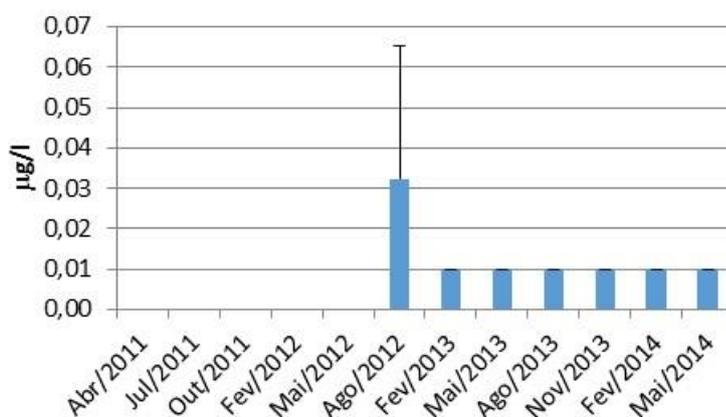


Figura 7-33: Valores médios de Indeno(1,2,3-cd) pireno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A maior concentração média de Indeno(1,2,3-cd) pireno foi registrada no P04 e ausente no P03 sendo que o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta (F= 1,15; p=0,33) (**Figura 7-34**).

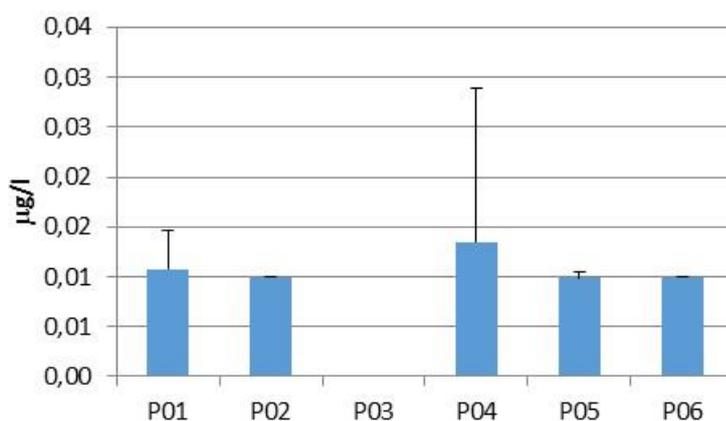


Figura 7-34: Concentração média de Indeno(1,2,3-cd) pireno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.19 Pireno

As concentrações de Pireno mais elevadas foram registradas em agosto de 2012 (0,06 µg/l) e em fevereiro de 2014 (0,04 µg/l). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 4,48$; $p=0,00$) (**Figura 7-35**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece limite máximo de concentração de Pireno em Águas Salobras Classe 1.

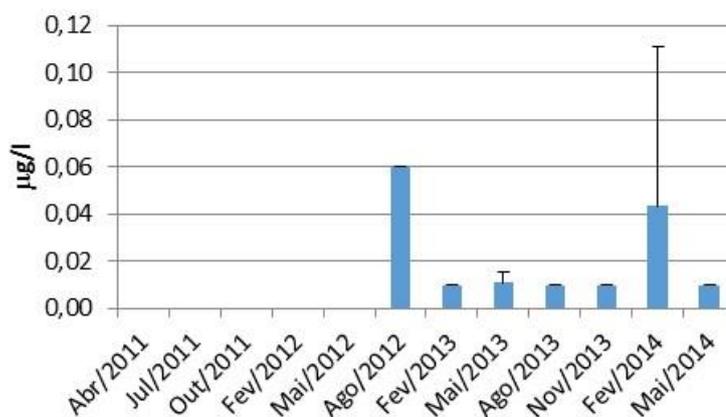


Figura 7-35: Valores médios de Pireno (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A maior concentração média de Pireno foi registrada no ponto P02 e ausente no P03, sendo que o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos amostrados ($F= 0,56$; $p=0,69$) (**Figura 7-36**).

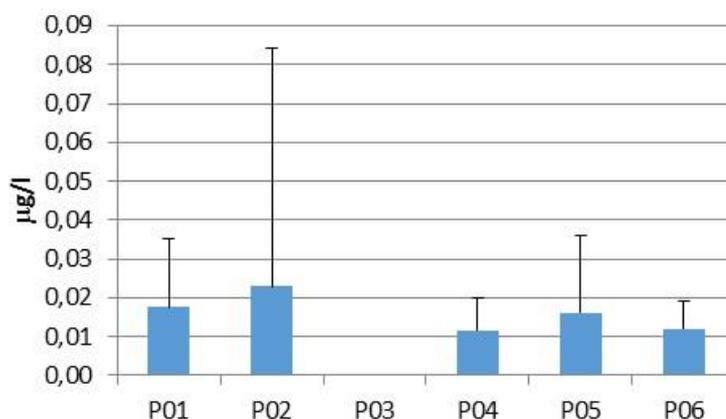


Figura 7-36: Concentração média de Pireno (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.20 Tolueno

A concentração média de Tolueno apresentou um pico em abril de 2011 (13 $\mu\text{g/l}$), sendo observados novos valores apenas nas campanhas de 2013 a 2014, (**Figura 7-37**). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo não foi possível ser calculado. Todas as concentrações encontram-se dentro do limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 (215 $\mu\text{g/l}$).

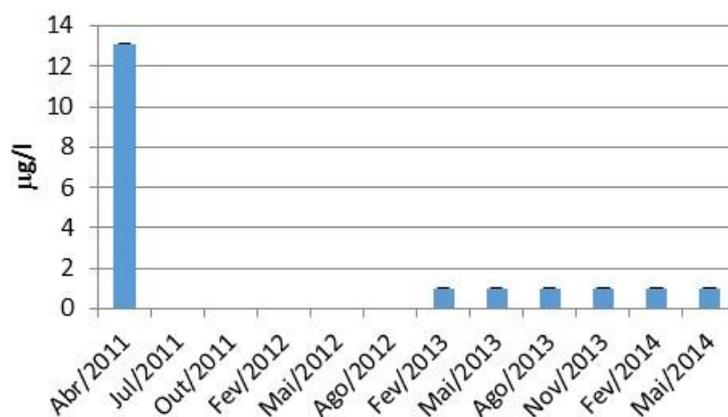


Figura 7-37: Valores médios de Tolueno ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Tolueno foi mais elevada no ponto P01 (1,5 $\mu\text{g/l}$), sendo que nos demais pontos a concentração foi igual, exceto no ponto P03, que foi ausente. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,95$; $p=0,43$) (**Figura 7-38**).

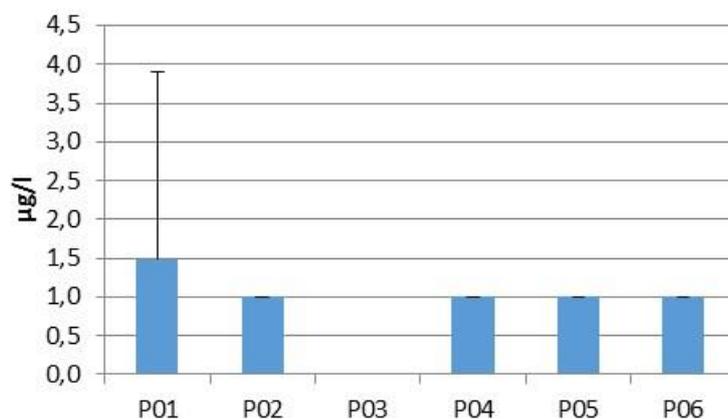


Figura 7-38: Concentração média de Tolueno ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.

1.1.21 Xilenos

A concentração média de Xilenos apresentou um pico na primeira campanha (abril de 2011 - 3,74 µg/l), com registros desse composto novamente apenas em 2013 e 2014, em concentrações inferiores. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo não foi possível ser calculado (**Figura 7-39**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece concentração limitante para este parâmetro.

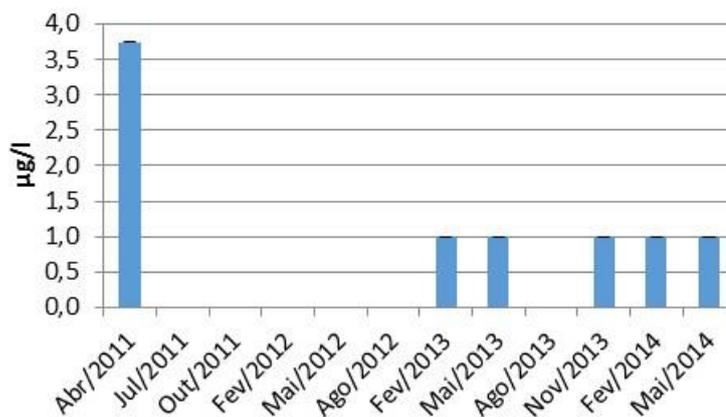


Figura 7-39: Valores médios de Xilenos ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Xileno apresentou maior valor no ponto P01 e ausente no P03, sendo que o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta e campanhas ($F= 0,95$; $p=0,43$) (**Figura 7-40**).

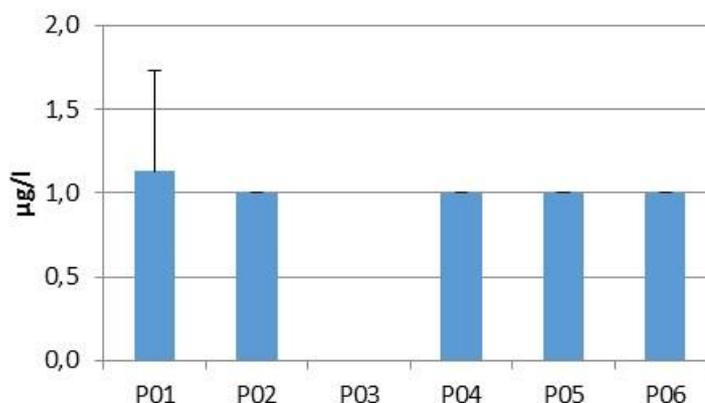


Figura 7-40: Concentração média de Xilenos (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.22 HRP (Hidrocarbonetos Não Resolvido de Petróleo)

A concentração média de HRP foi encontrada em maiores concentrações apenas em duas campanhas (fevereiro de 2012 – média de 377,91 µg/l e agosto de 2012 – média de 686,61 µg/l), sendo que o teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 5,59$; $p=0,00$) (**Figura 7-41**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece limite máximo permitido para este composto.

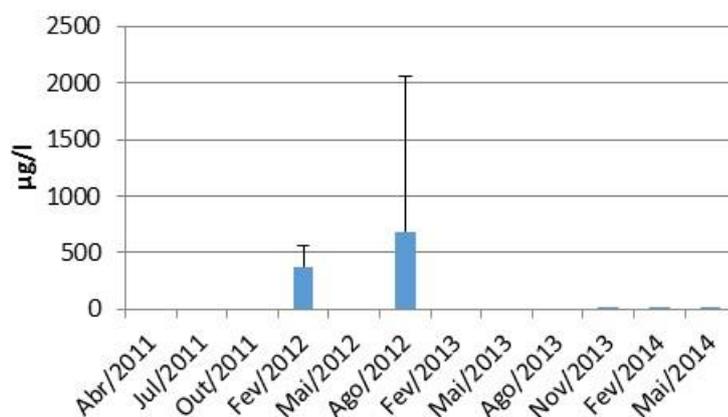


Figura 7-41: Valores médios de HRP (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de HRP apresentou maiores concentrações em P01 (440,34 µg/l), embora o teste de hipótese de igualdade não tenha apresentado resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 1,40$; $p=0,24$) (**Figura 7-42**).

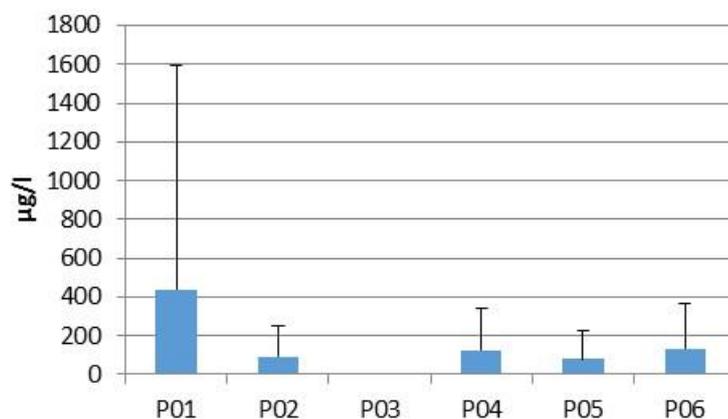


Figura 7-42: Concentração média de HRP (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.23 MCNR (Mistura Complexa Não Resolvida)

A concentração média de MCNR foi encontrada em maiores concentrações em uma campanha (fevereiro de 2012 – média de 166 $\mu\text{g/l}$). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 5,58$; $p=0,00$) (**Figura 7-43**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece limite máximo permitido para este composto.

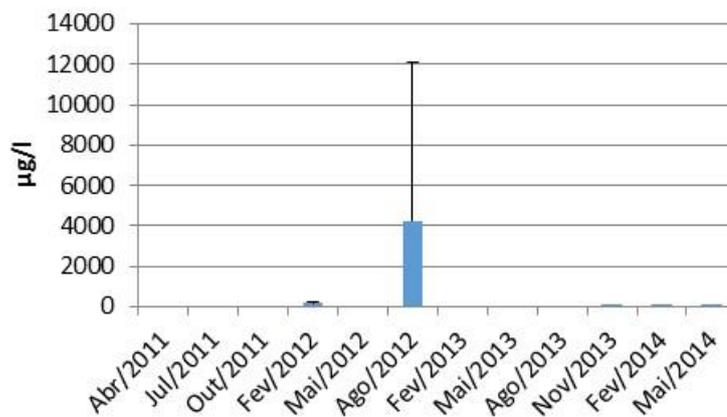


Figura 7-43: Valores médios de MCNR ($\mu\text{g/l}$) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média mais elevada de MCNR foi registrada no P06 (368,36 $\mu\text{g/l}$) e ausente no ponto P03. O teste de hipótese de igualdade, entretanto, não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 1,37$; $p=0,24$) (**Figura 7-44**).

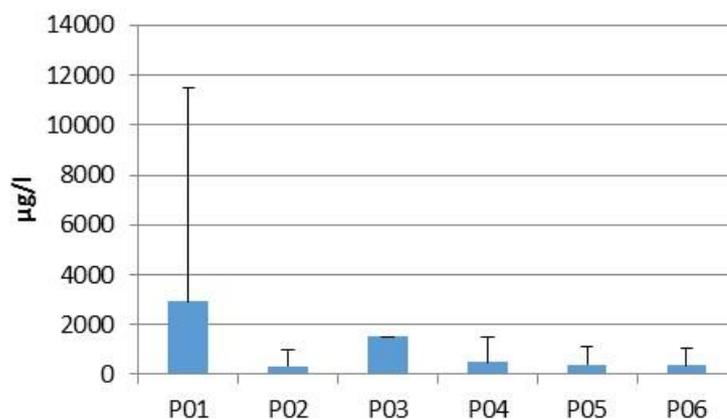


Figura 7-44: Concentração média de MCNR ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.

1.1.24 HPA Total

A concentração média de HPA foi registrada apenas em uma campanha, agosto de 2012, com resultado de 0,11 µg/l (**Figura 7-45**). Não foi possível realizar análises estatísticas devido a presença de dados em apenas uma campanha. A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece limite máximo permitido para HPA Total.

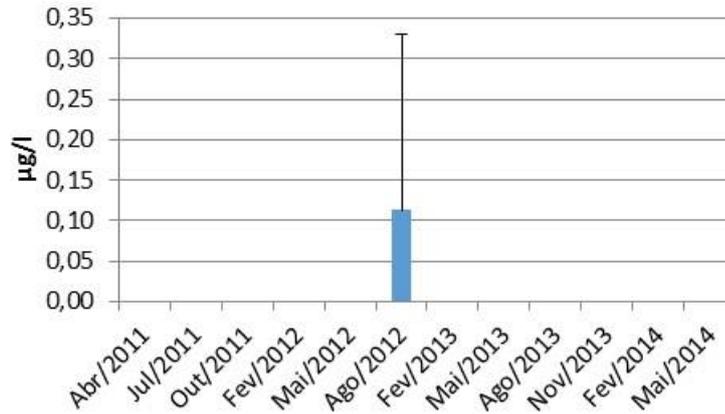


Figura 7-45: Valores médios de HPA Total ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

As maiores concentrações médias de HPA Total foram registradas em P01 e P04, entretanto, o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,61$; $p=0,69$) (**Figura 7-46**).

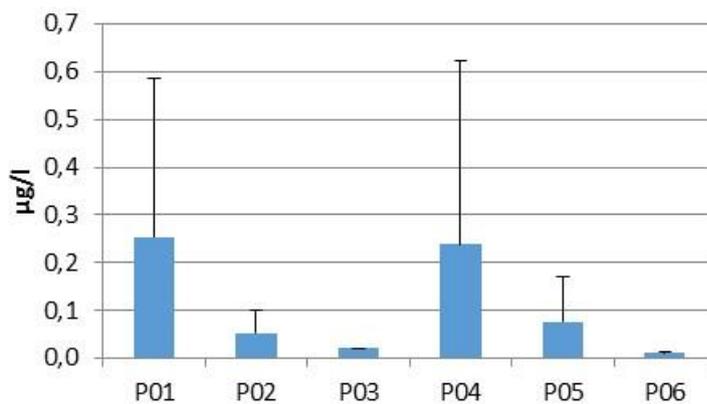


Figura 7-46: Concentração média de HPA Total (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.25 TPH (Hidrocarbonetos Totais)

A concentração média de TPH (Hidrocarbonetos Totais) foi encontrada apenas em uma campanha (agosto de 2012 – média de 0,11 µg/l). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 1,44$; $p=0,43$) (**Figura 7-47**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece limite máximo permitido para TPH.

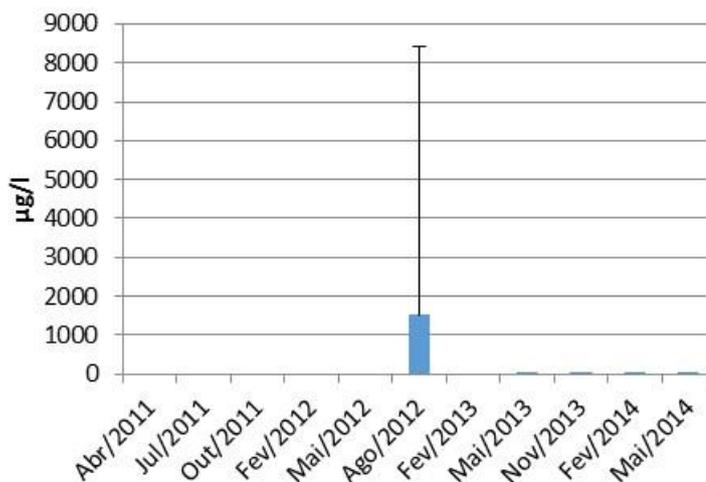


Figura 7-47: Valores médios de TPH (Hidrocarbonetos Totais) (µg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de THP (Hidrocarbonetos Totais) apresentou resultado em P01 sendo ausente nos demais pontos. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F=0,80$; $p=0,54$) (**Figura 7-48**).

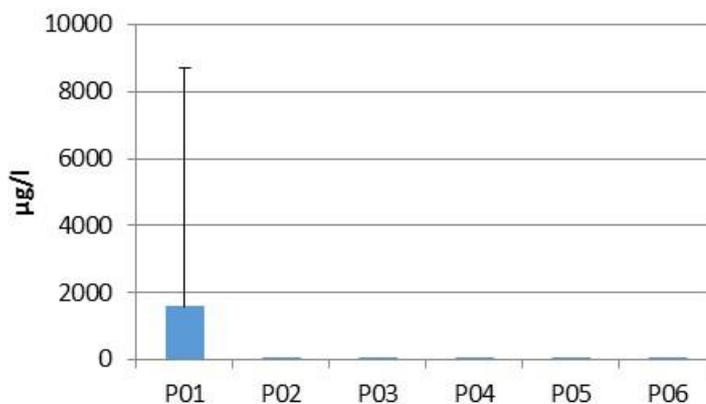


Figura 7-48: Concentração média de TPH (Hidrocarbonetos Totais) (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.26 TPH Faixa Diesel (C₁₄C₂₀)

A concentração média de TPH Faixa Diesel (C₁₄C₂₀) foi encontrada apenas em uma campanha (maio de 2013 – média de 0,0515 µg/l), visto que em agosto de 2013 os valores não ultrapassaram o limite de detecção do método, e por isso não foi possível realizar análises estatísticas (**Figura 7-49**).

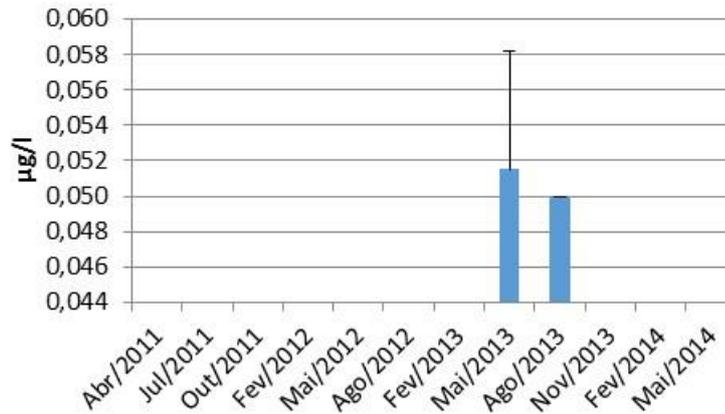


Figura 7-49: Valores médios TPH Faixa Diesel (C₁₄C₂₀) ao longo das campanhas de na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de THP Faixa Diesel (C₁₄C₂₀) apresentou concentração de 0,05 µg/l em todos os pontos, exceto no ponto P06 (0,053 µg/l) e ponto P03 (ausente). O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta (F= 1,00; p=0,42) (**Figura 7-50**).

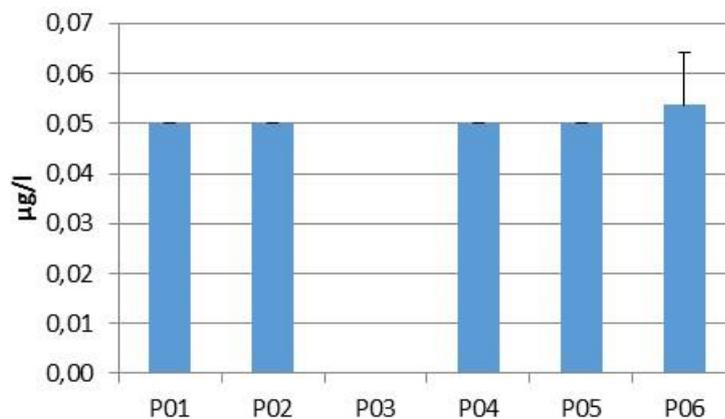


Figura 7-50: Concentração média de TPH Faixa Diesel (C₁₄C₂₀) (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.27 TPH Faixa Querosene (C₁₁C₁₄)

A concentração média de TPH Faixa Querosene (C₁₁C₁₄) foi registrada apenas em uma campanha, maio de 2013 (0,06 µg/l), visto que em agosto de 2013 os valores não ultrapassaram o limite de detecção do método, e por isso, não foi possível realizar análises estatísticas (**Figura 7-51**).

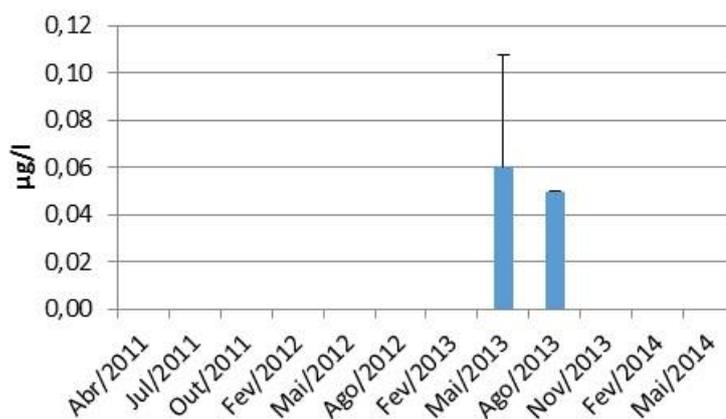


Figura 7-51: Valores médios TPH FAIXA QUEROSENE (C₁₁C₁₄) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de THP Faixa Querosene (C₁₁C₁₄) foi de 0,05 µg/l em todos os pontos, exceto no ponto P06 (0,076 µg/l) e ponto P03, que foi ausente. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta (F= 1,00; p=0,42) (**Figura 7-52**).

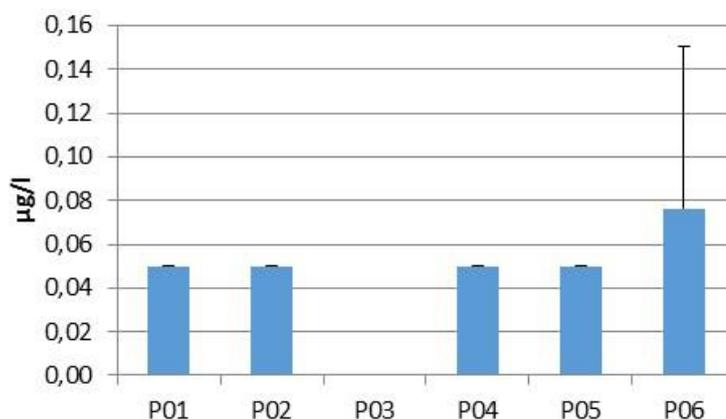


Figura 7-52: Concentração média de TPH Faixa Querosene (C₁₁C₁₄) (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.28 TPH Faixa Gasolina (C₈C₁₁)

A concentração média de TPH Faixa Gasolina (C₈C₁₁) foi encontrada apenas em maio de 2013 (média de 0,054µg/l) e agosto de 2013 (0,05µg/l), sendo que não foi observada diferença significativa entre as campanhas (F=1,00; p=0,32) (**Figura 7-53**).

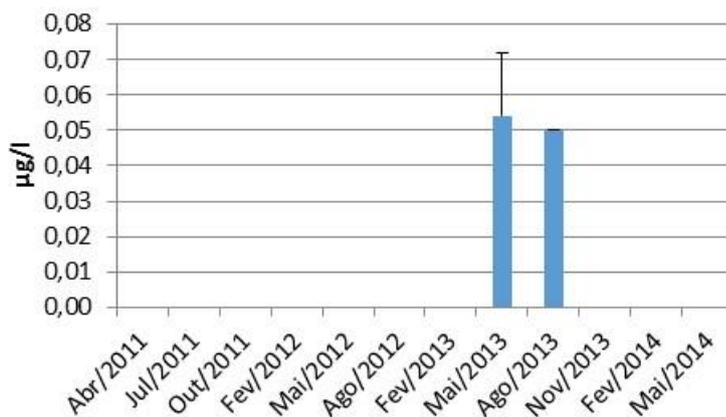


Figura 7-53: Valores médios TPH Faixa Gasolina (C₈C₁₁) longo das campanhas de na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de THP Faixa Gasolina (C₈C₁₁) foi de 0,05 µg/l em todos os pontos exceto, no ponto P06 (0,07 µg/l), e ponto P03, que foi ausente. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta (F= 1,00; p=0,42) (**Figura 7-54**).

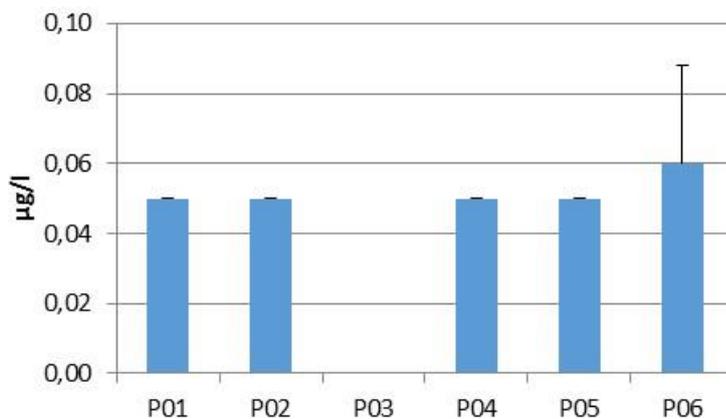


Figura 7-54: Concentração média de TPH Faixa Gasolina (C₈C₁₁) (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.29 Fenóis Totais

A concentração média de Fenóis Totais apresentou um pico na campanha de maio de 2012 (0,052 mg/l), e outro de menor concentração em novembro de 2013 (0,00385 mg/l). Nas demais campanhas de 2013 e 2014 apresentou valores iguais ou inferiores a 0,003 mg/l, limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 1,41$; $p=0,00$) (**Figura 7-55**).

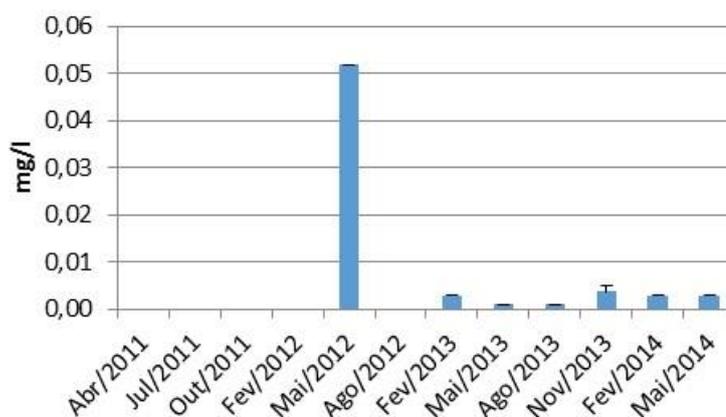


Figura 7-55: Valores médios de Fenóis Totais (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Fenóis Totais apresentou-se mais elevada em P04 e ausente no P03 (efluente pluvial do TNC), sendo que o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,83$; $p=0,50$) (**Figura 7-56**). A Resolução Conama nº 430/11 estabelece o valor de máximo de 0,5 mg/L para o lançamento de efluentes.

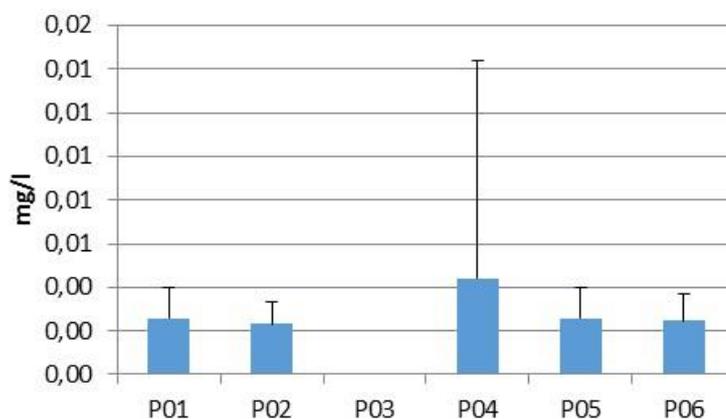


Figura 7-56: Concentração média de Fenóis Totais (µg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.30 Óleos e Graxas

A maior concentração média de Óleos e Graxas foi registrada em abril de 2011 (73,4 mg/l), nas demais campanhas foram observados valores inferiores a 10 µg/l. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 5,37$; $p=0,00$) (**Figura 7-57**). A Resolução Conama nº 357/05 determina que estes compostos estejam “virtualmente ausentes” no corpo d’água.

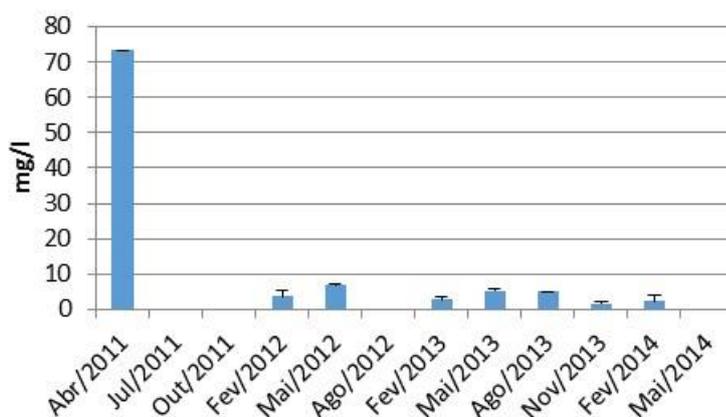


Figura 7-57: Valores médios de Óleos e Graxas Totais (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A maior concentração média de Óleos e Graxas foi registrada no P01 (7,0 mg/l), ponto a montante do empreendimento, e ausente no P03. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 1,07$; $p=0,37$) (**Figura 7-58**).

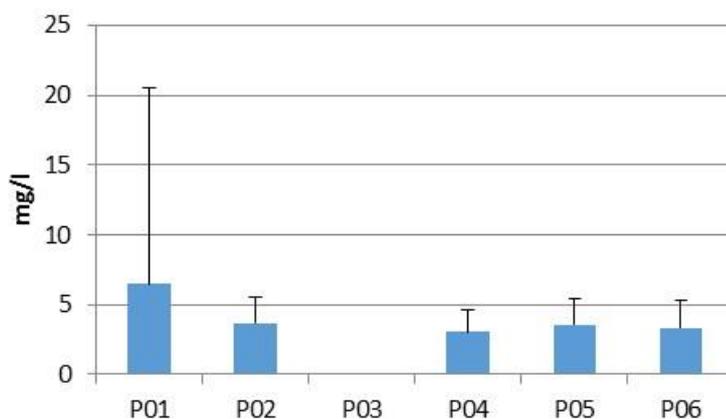


Figura 7-58: Concentração média de Óleos e Graxas (mg/l) em relação aos pontos amostrais.

Através do ofício OF/Nº 1594/14/IEMA/GCA/CAIA, expedido em março de 2014, o órgão ambiental determinou a realização da análise de Óleos Minerais em substituição ao parâmetro Óleos e Graxas que vinha sendo analisado.

1.1.31 pH

A concentração média de pH se manteve dentro do limite preconizado pela Resolução Conama nº 357/05 para Águas Salobras Classe 1 (6,5 a 8,5). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam variação ($F= 3,49$; $p=0,00$) (**Figura 7-59**).

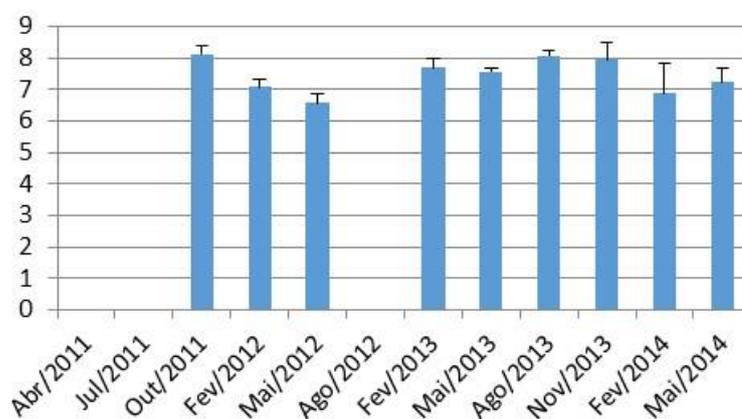


Figura 7-59: Valores médios de pH ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de pH apresentou-se próxima a 7,0, exceto no ponto P03 que apresentou concentração mais elevada. O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,83$; $p=0,52$) (**Figura 7-60**).

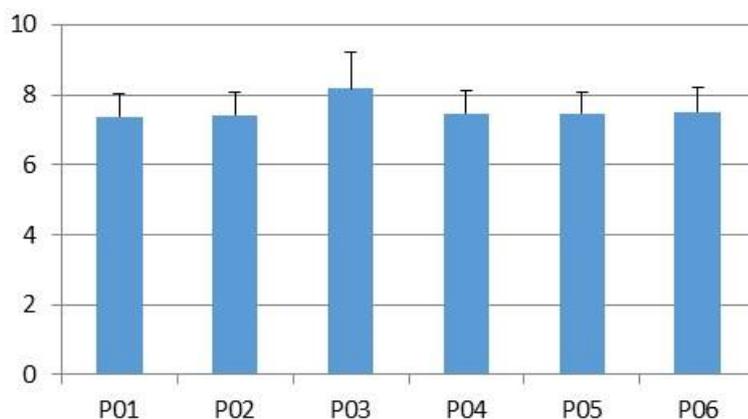


Figura 7-60: Concentração média de pH em relação aos pontos amostrais.

1.1.32 Salinidade

A concentração média de Salinidade apresentou variação devido as condições de maré nas diferentes campanhas, entre 10 e 35, o que influenciou no teste de hipótese de igualdade entre as campanhas, sendo os resultados significativos ($F=4,02$; $p=0,00$) (**Figura 7-61**).

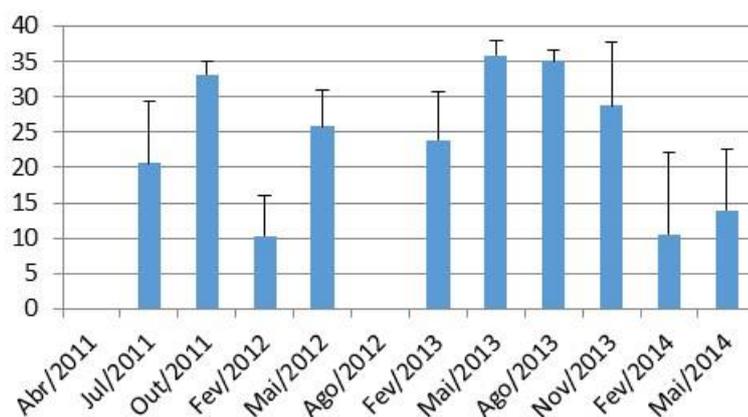


Figura 7-61: Valores médios de Salinidade ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média da Salinidade apresentou pequena variação entre o ponto P01 e P06, sendo que o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,026$; $p=0,99$) (**Figura 7-62**).

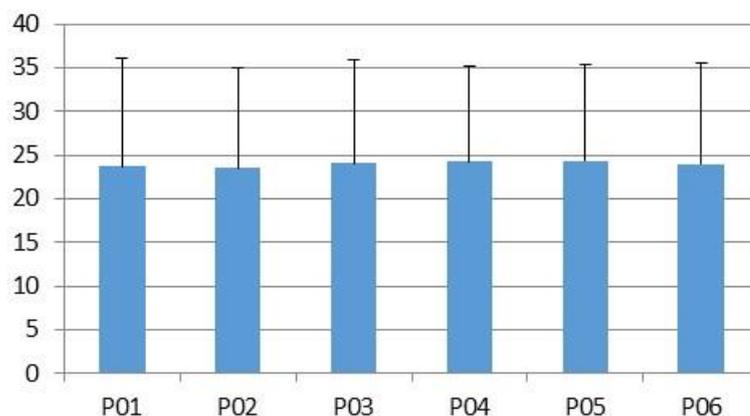


Figura 7-62: Concentração média de Salinidade em relação aos pontos amostrais.

Através dos resultados médios obtidos os pontos monitorados podem ser classificados como Água Salobra de acordo com o estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05, Art. 2º (águas salobras: águas com salinidade superior a 0,5 ‰ e inferior a 30 ‰).

1.1.33 Oxigênio Dissolvido

A concentração média de Oxigênio Dissolvido apresentou ausência de dados em algumas campanhas, sendo que em fevereiro de 2012 e maio de 2013 as concentrações médias foram mais elevadas. Nas campanhas de fevereiro de 2012 e nas campanhas de 2013 e 2014 as concentrações estiveram abaixo do limite mínimo estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 (5mg/l). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos ($F= 4,15$; $p=0,00$) (**Figura 7-63**).

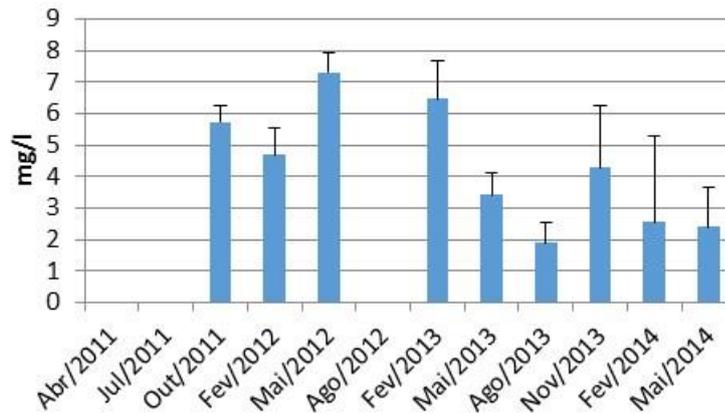


Figura 7-63: Valores médios de Oxigênio Dissolvido (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Oxigênio Dissolvido foi superior a 5mg/l apenas no ponto amostral P03, em consonância com o limite mínimo estabelecido pela legislação. O teste de hipótese de igualdade, entretanto, não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 1,27$; $p=0,27$) (**Figura 7-64**).

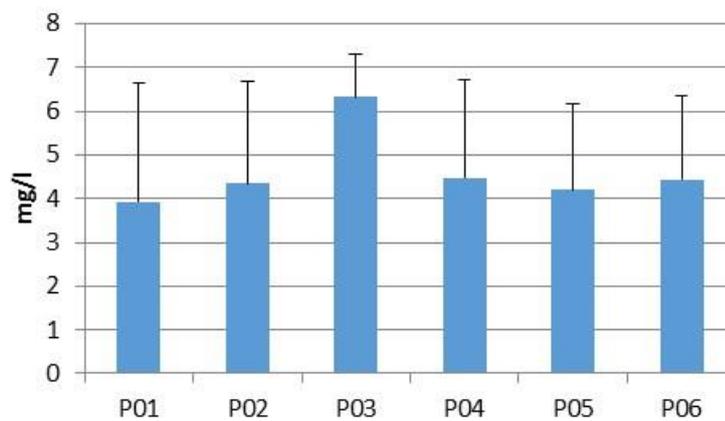


Figura 7-64: Concentração média de Oxigênio Dissolvido ($\mu\text{g/l}$) em relação aos pontos amostrais.

1.1.34 Demanda Química de Oxigênio (DQO)

O valor médio da Demanda Química de Oxigênio foi de 235,95 mg/l na campanha de outubro de 2011, sendo menores nas demais campanhas. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 4,17$; $p=0,00$) (**Figura 7-65**).

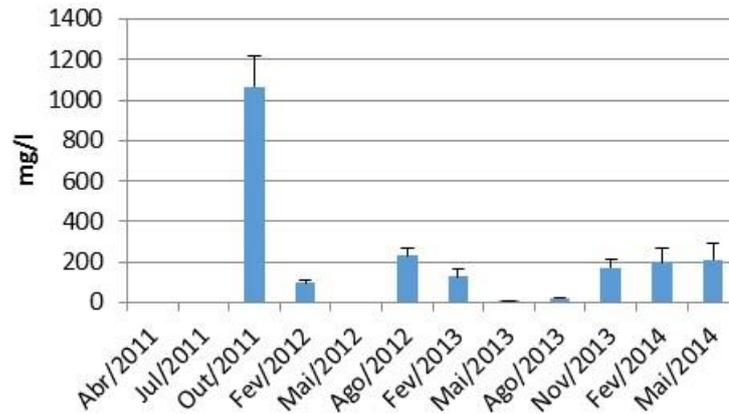


Figura 7-65: Valores médios de Demanda Química de Oxigênio (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de DQO apresentou-se mais elevada no ponto P03 (efluente pluvial do TNC). O teste de hipótese de igualdade apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 3,61$; $p=0,003$) (**Figura 7-66**). A Resolução Conama nº 430/11, que dispõe sobre os padrões de lançamento de efluentes, não estabelece limite máximo permitido para DQO.

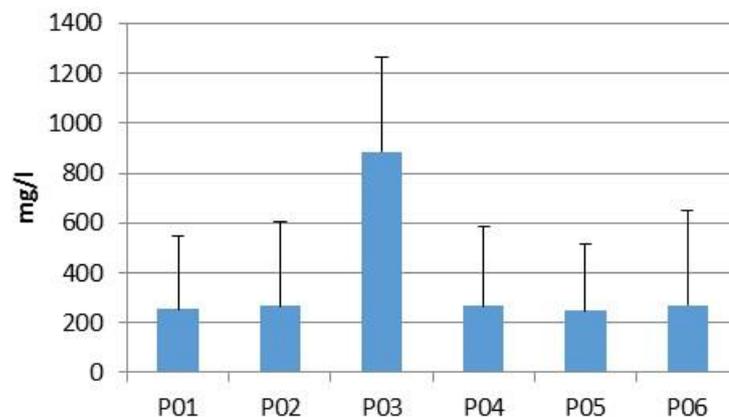


Figura 7-66: Concentração média de Demanda Química de Oxigênio (mg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.35 Sólidos Suspensos Totais

O maior valor médio de Sólidos Suspensos Totais foi registrado em julho de 2011 (264 mg/l), sofrendo redução no restante do período. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam

essa variação ($F= 2,71$; $p=0,00$) (**Figura 7-67**). A Resolução Conama nº 357/05 não estabelece limite máximo permitido para SST.

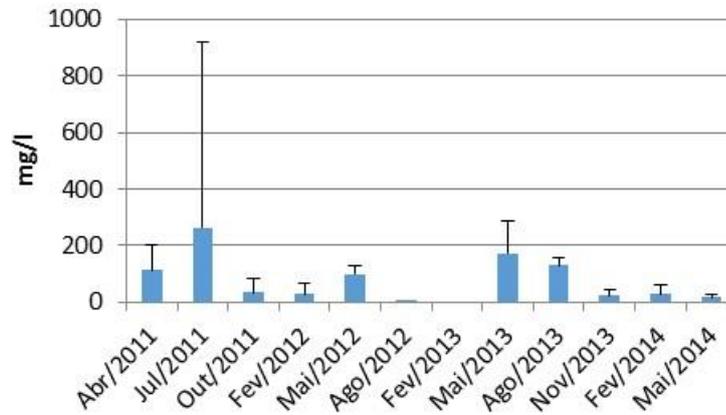


Figura 7-67: Valores médios de Sólidos Suspensos Totais (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

As maiores concentrações médias de Sólidos Suspensos Totais foram registradas nos pontos próximos ao empreendimento (P02 e P03), entretanto, o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,38$; $p=0,85$) (**Figura 7-68**).

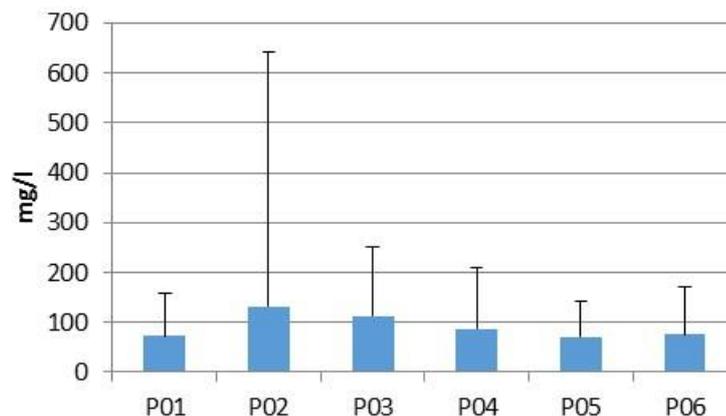


Figura 7-68: Concentração média de Sólidos Suspensos Totais (mg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.36 Sólidos Totais

Os valores médios encontrados de Sólidos Totais apresentaram variação no período, sendo observados os maiores valores em abril e outubro de 2011 (40.000 mg/l), além de agosto de 2013 (48.469 mg/l), com redução no último ano. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F = 2,38$; $p = 0,00$) (**Figura 7-69**).

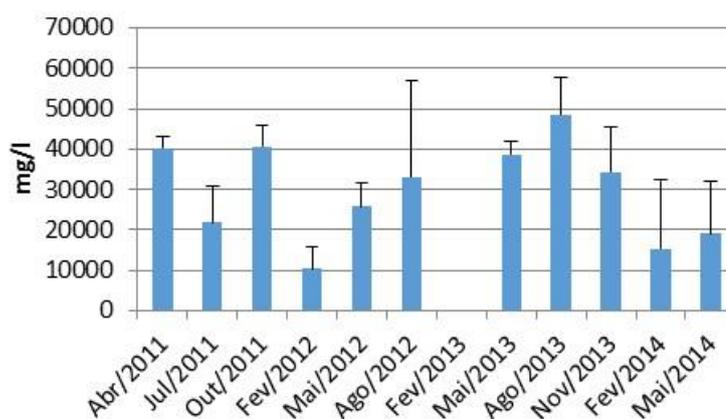


Figura 7-69: Valores médios de Sólidos Totais (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Sólidos Totais apresentou maior valor nos pontos P03 e P06, entretanto, o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F = 0,41$; $p = 0,84$) (**Figura 7-70**).

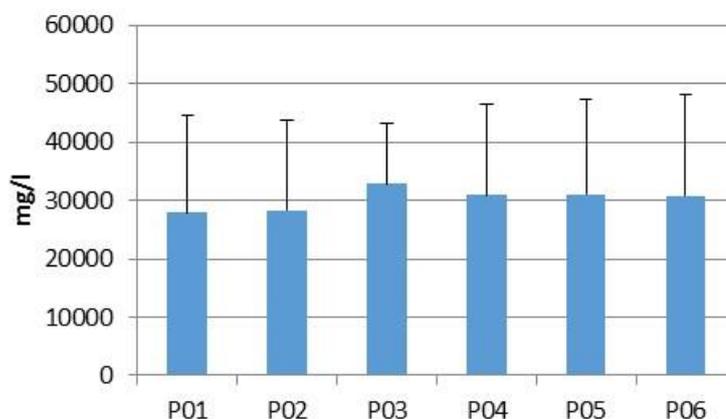


Figura 7-70: Concentração média de Sólidos Totais (mg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.37 Nitrogênio Total

A concentração média de Nitrogênio Total sofreu aumento entre julho de 2011 e agosto de 2012, com padrão se repetindo entre maio de 2013 e maio de 2014. De maneira geral as concentrações se mantiveram acima do limite Conama (0,40mg/l). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F= 4,62$; $p=0,00$) (**Figura 7-71**).

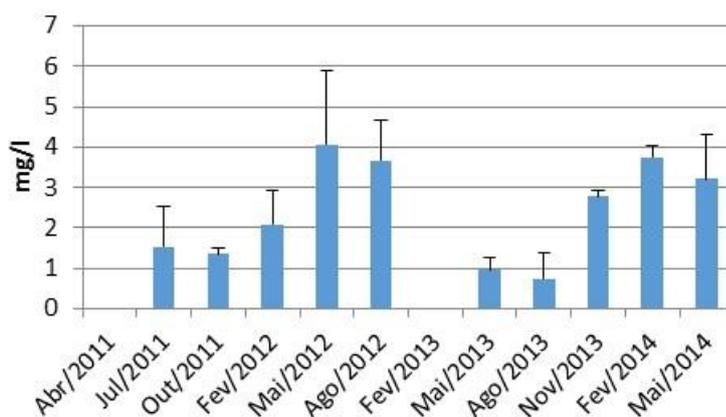


Figura 7-71: Valores médios de Nitrogênio Total (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média mais elevada de Nitrogênio Total foi registrada no ponto P05 e P06 (2,3 mg/l). O teste de hipótese de igualdade, entretanto, não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,40$; $p=0,84$) (**Figura 7-72**).

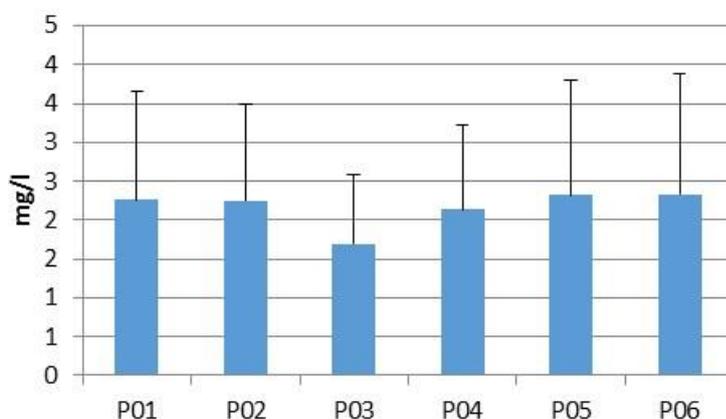


Figura 7-72: Concentração média de Nitrogênio Total (mg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.38 Carbono Orgânico Total (COT)

A concentração média de COT apresentou aumento entre as campanhas, com valor mais elevado em fevereiro de 2014 (32 mg/l). O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F=3,07$; $p=0,00$) (**Figura 7-73**). A Resolução Conama nº 357/05 estabelece limite máximo de 3,0 mg/L de COT em Águas Salobras Classe 1.

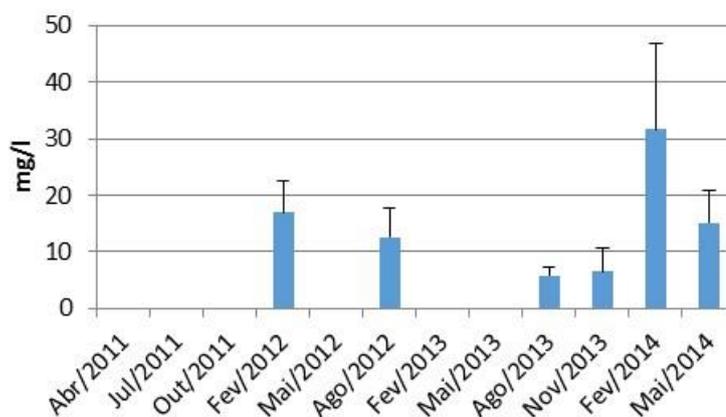


Figura 7-73: Valores médios de Carbono total (mg/l) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média do Carbono Orgânico Total se apresentou com pouca variação entre os pontos amostrais, sendo que o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,05$; $p=0,99$) (**Figura 7-74**). Com relação ao ponto P03, lançamento de efluente pluvial do empreendimento, a Resolução Conama nº 430/11, não estabelece limite máximo permitido para este parâmetro.

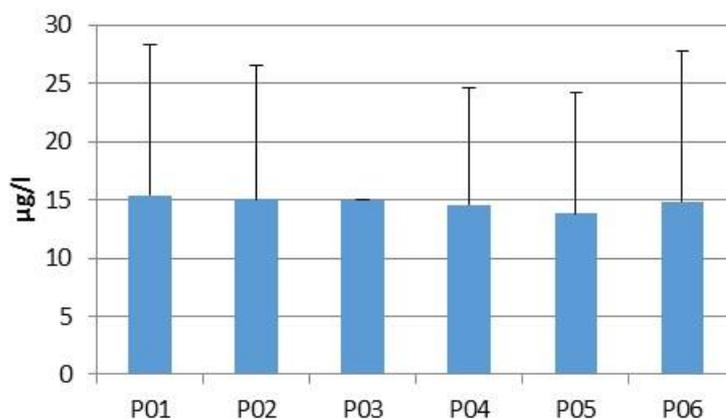


Figura 7-74: Concentração média de Carbono Orgânico (mg/l) em relação aos pontos amostrais.

1.1.39 Coliformes Termotolerantes

As maiores concentrações médias de Coliformes Termotolerantes foram registradas nas campanhas de julho de 2011, agosto de 2012 e agosto de 2013, quando superaram o limite estabelecido pela Resolução Conama nº 357/05 de 1000NMP/100ml (**Figura 7-75**).

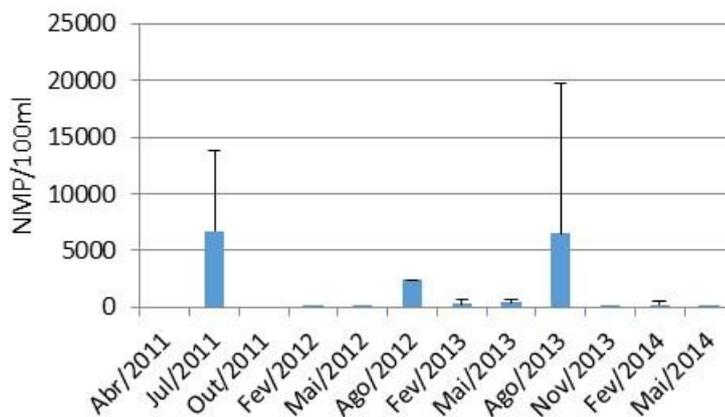


Figura 7-75: Valores médios de Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

A concentração média de Coliformes Termotolerantes foi mais elevada no ponto P03 (2359,85 NMP/100ml). O teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,33$; $p=0,88$) (**Figura 7-76**).

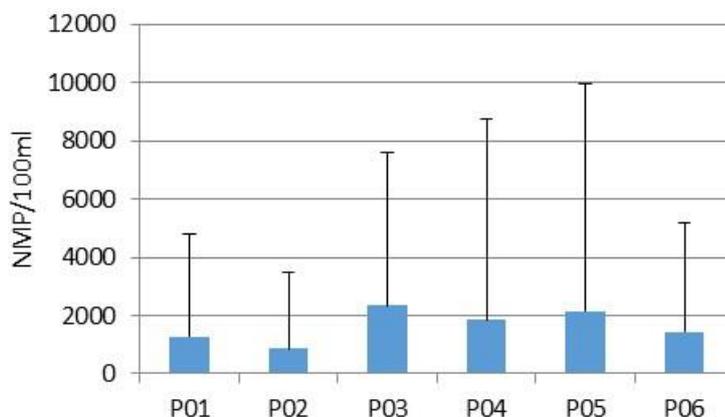


Figura 7-76: Concentração média de Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml) em relação aos pontos amostrais.

1.1.40 Coliformes Totais

A concentração média de Coliformes Totais apresentou baixos valores ao longo das campanhas, a exceção dos picos nas campanhas de abril de 2011 e agosto de 2013. O teste de hipótese de igualdade entre os anos de estudo apresentou resultados significativos que indicam essa variação ($F=1,47$; $p=0,00$) (**Figura 7-77**).

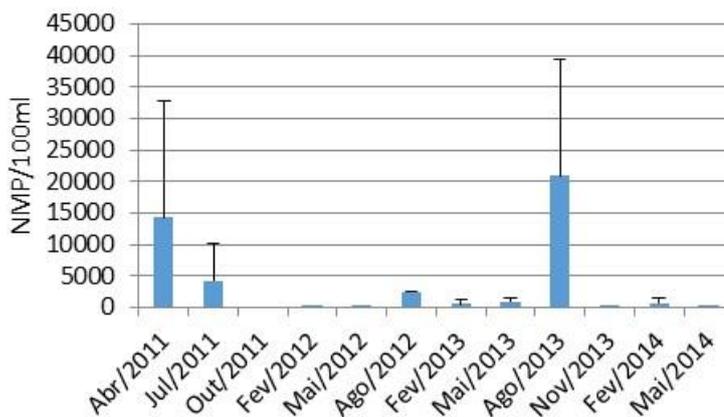


Figura 7-77: Valores médios de Coliformes Totais (NMP/100ml) ao longo das campanhas na temporada 2011 – 2014.

As maiores concentrações médias de Coliformes Totais foram registradas nos pontos P01 e P03, sendo que o teste de hipótese de igualdade não apresentou resultados significativos entre os pontos de coleta ($F= 0,81$; $p=0,53$) (**Figura 7-78**).

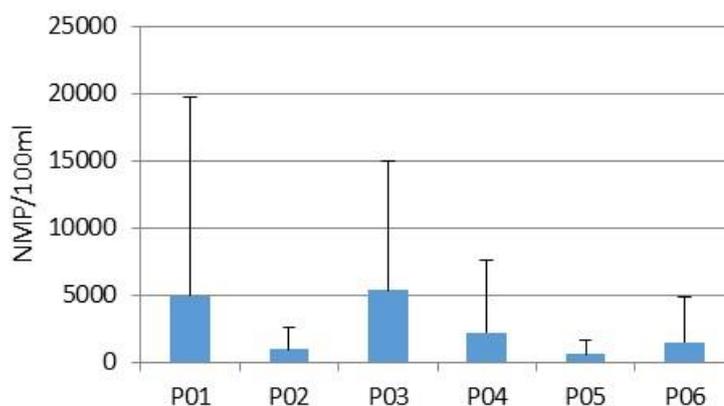


Figura 7-78: Concentração média de Coliformes Totais (NMP/100ml) em relação aos pontos amostrais.

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

De modo a permitir uma compreensão aplicada das características do ambiente monitorado, considerando seus aspectos de qualidade ambiental no tempo e espaço, a seguir são feitas considerações dos parâmetros que apresentaram resultados importantes e estatisticamente significativos.

Para melhor organização dessa discussão, foram realizadas considerações, primeiro, em escala temporal, cujo objetivo é avaliar a evolução da qualidade ambiental entre 2011 e 2014; e segundo, em escala espacial.

Escala Temporal

Ao longo do período estudado as concentrações de Acenafeno e Benzo (G,H,I) Perileno apresentaram maiores concentrações no final do período. Os parâmetros descritos abaixo apresentaram picos de concentração no período, sendo que nas demais campanhas as concentrações foram baixas:

- Fenantreno apresentou picos de concentração em agosto de 2012 (0,09 µg/l) e fevereiro de 2014 (0,16 µg/l);
- Fluoranteno apresentou picos de concentração em agosto de 2012 (0,066 µg/l) e fevereiro de 2014 (0,05 µg/l);
- Fluoreno apresentou pico de concentração em fevereiro de 2014 (0,10 µg/l);
- Pireno apresentou pico de concentração em agosto de 2012 (0,06 µg/l) e em fevereiro de 2014 (0,04 µg/l);
- MCNR (Mistura Complexa Não Resolvida) apresentou pico de concentração em fevereiro de 2012 (166 µg/l);

Em agosto de 2012 também foram registrados picos de concentração para muitos parâmetros que foram analisados, embora nem todos os resultados tenham sido significativos quando aplicado o teste estatístico, como os anteriormente descritos.

A concentração média de carbono orgânico apresentou aumento entre as campanhas, com valor mais elevado em fevereiro de 2014 (32 mg/l). O carbono

orgânico em água doce origina-se da matéria viva e também como componente de vários efluentes e resíduos. Sua importância ambiental deve-se ao fato de servir como fonte de energia para bactérias e algas, além de complexar metais. A parcela formada pelos excretos de algas cianofíceas pode, em concentrações elevadas, tornar-se tóxica, além de causar problemas estéticos. O carbono orgânico total na água também é um indicador útil do grau de poluição do corpo hídrico (CETESB, 2009).

Concentrações de Naftaleno foram observadas apenas na campanha de abril de 2011 (3,0 µg/l), enquanto que os descritos abaixo ultrapassaram os limites estabelecidos pela legislação:

- Benzo (A) Antraceno em agosto de 2012 (0,37µg/l) e fevereiro de 2014 (0,14µg/l);
- Benzo (B) Fluoranteno em agosto de 2012 (0,037µg/l);
- Benzo (A) Pireno em agosto de 2012 (0,38µg/l);
- Benzo (K) Fluoranteno em agosto de 2012 (0,056 µg/l);
- Criseno em agosto de 2012 (0,028 µg/l);
- Dibenzo (A, H) Antraceno em agosto de 2012 (0,04 µg/l);
- Indeno(1,2,3-cd) pireno em agosto de 2012 (0,032 µg/l);
- Fenóis Totais em maio de 2012 (0,052 mg/l) e em novembro de 2013 (0,00385 mg/l).

Os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos são uma classe de compostos orgânicos semi-voláteis, formados por anéis benzênicos ligados de forma linear, angular ou agrupados, contendo na sua estrutura somente carbono e hidrogênio. Dos hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, dezesseis são indicados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos como sendo poluentes prioritários, que têm sido cuidadosamente estudados devido à sua toxicidade, persistência e predominância no meio ambiente, são eles: acenafteno, acenaftileno, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)fluoranteno, benzo(a)pireno, benzo(k)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, indeno(1,2,3-cd)pireno naftaleno e pireno (CETESB, 2009).

O comportamento, transporte e destino desses compostos no meio ambiente dependem de suas características físico-químicas e bioquímicas. Geralmente são persistentes no meio ambiente e possuem baixa solubilidade em água, com exceção do naftaleno, que é relativamente solúvel (32 mg/L – no presente estudo foi registrado apenas na campanha de abril de 2011 - 3,0 µg/l). Esses elementos podem causar efeitos toxicológicos no crescimento, metabolismo e reprodução de toda a biota. Estes efeitos podem associar-se à formação de tumores, toxicidade aguda, bioacumulação e danos à pele de diversas espécies de animais. Os principais objetos de pesquisa desses compostos têm sido as suas propriedades carcinogênicas, mutagênicas e genotóxicas. A Portaria 518/04 não estabelece um valor máximo de HAP na água potável, mas adota o padrão de 0,7 µg/L para benzo[a]pireno, valor esse também recomendado pela OMS (CETESB, 2009). No presente estudo Benzo (A) Pireno apresentou maior concentração em agosto de 2012 (0,37µg/l), ou seja, inferior ao recomendado pela OMS.

Óleos e graxas deveriam estar ausentes segundo Conama 357, o que não ocorreu no período estudado. Essas são substâncias orgânicas de origem mineral, vegetal ou animal, geralmente hidrocarbonetos, gorduras, ésteres, entre outros. São raramente encontrados em águas naturais, sendo normalmente oriundas de despejos e resíduos industriais, esgotos domésticos, efluentes de oficinas mecânicas, postos de gasolina, estradas e vias públicas (CETESB, 2009). Nesse sentido, cabe ressaltar que a constante movimentação de barcos motorizados de pesca e passeio dentro do estuário também é responsável pela concentração desse parâmetro nas análises realizadas.

A concentração de nitrogênio total se manteve acima do limite Conama durante todo o período. Depois do carbono, o nitrogênio é o elemento exigido em maior quantidade pelas células vivas, de modo que quando descarregados nas águas naturais, conjuntamente com o fósforo e outros nutrientes presentes nos efluentes, provocam o enriquecimento do meio, tornando-o eutrofizado. A eutrofização pode possibilitar o crescimento mais intenso de seres vivos que utilizam nutrientes, especialmente as algas. Estas grandes concentrações de algas podem trazer prejuízos aos múltiplos usos dessas águas, prejudicando seriamente o abastecimento público ou causando poluição decorrente da morte e decomposição

desses organismos. O controle da eutrofização, através da redução do aporte de nitrogênio é comprometido pela multiplicidade de fontes, algumas muito difíceis de serem controladas como a fixação do nitrogênio atmosférico, por parte de alguns gêneros de algas (CETESB, 2009). Diante do exposto, deve-se investir preferencialmente no controle das fontes de fósforo, que no presente estudo foi registrado em valores muito reduzidos e/ou ausentes, minimizando o efeito das concentrações de nitrogênio na região.

Nas campanhas de julho de 2011, agosto de 2012 e agosto de 2013 as concentrações de coliformes termotolerantes superaram o limite estabelecido pela Resolução Conama 274/2000 (1000NMP/100ml – satisfatória para contato primário). Os coliformes são definidos como microrganismos capazes de fermentar a lactose a 44-45°C, sendo representados principalmente pela *Escherichia coli* e, também por algumas bactérias dos gêneros *Klebsiella*, *Enterobacter* e *Citrobacter*. Dentre esses microrganismos, somente a *E. coli* é de origem exclusivamente fecal, estando sempre presente, em densidades elevadas nas fezes de humanos, e raramente encontrada na água ou solo que não tenham recebido contaminação fecal. Os demais podem ocorrer em águas com altos teores de matéria orgânica, como por exemplo, efluentes industriais, ou em material vegetal e solo em processo de decomposição. Os coliformes não são, dessa forma, indicadores de contaminação fecal tão bom quanto a *E. coli*, mas seu uso é aceitável para avaliação da qualidade da água destinada a abastecimento, recreação, irrigação e piscicultura (CETESB, 2009).

Escala Espacial

Não foram observadas variações espaciais significativas na área monitorada, exceto para a concentração média de coliformes termotolerantes, que apresentou maior concentração no Ponto P03, embora não significativos.

9 CONCLUSÃO

De maneira geral, a qualidade da água apresentou concentrações dentro do esperado segundo legislação ambiental, sendo possível observar que ao longo do período estudado apenas as concentrações hidrocarbonetos apresentaram maiores concentrações no final do período, ou picos pontuais em agosto de 2012 e fevereiro de 2014, como os parâmetros Benzo (A) Antraceno; Benzo (A) Pireno; Benzo (K) Fluoranteno; Benzo (B) Fluoranteno; Criseno; Dibenzo (A, H) Antraceno; Fenóis Totais; Indeno (1,2,3c-d) Pireno. Óleos e graxas estiveram presentes, o que pode estar associado à constante movimentação de barcos motorizados de pesca e passeio dentro do estuário. A concentração de nitrogênio total se manteve acima do limite Conama durante o período analisado, entretanto, como as concentrações de fósforo no presente estudo foram registradas em valores muito reduzidos e/ou ausentes, o efeito das concentrações de nitrogênio na região não resultará em processos de eutrofização. Finalmente, considerando que os compartimentos biológicos monitorados na condicionante nº.4 (carcinofauna e ictiofauna), que respondem de acordo com a qualidade da água no estuário de Barra Nova, apresentaram bons resultados em termos de abundância, riqueza de espécies e diversidade, é possível concluir que o ambiente monitorado encontra-se com boa qualidade das águas.

10 REFERÊNCIAS

ANDERSON, M. J. **A new method for non-parametric multivariate analysis of variance.** Austral Ecology 26: 32–46p. 2001.

ANDERSON, M. J. **PERMANOVA: A FORTRAN Computer Program for Permutational Multivariate Analysis of Variance.** Department of Statistics, University of Auckland. New Zealand. 2005.

APHA: **Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater** - 19th, Baltimore, 2000.

BRAY, J. R & CURTIS, J. T. **An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin.** Ecol Monogr 27: 325–349. 1957.

CALLISTO, M. & ESTEVES, F. A. **Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita, Lago Batata (Pará, Brasil).** In: Oecologia Brasiliensis. v. 1. Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros. F. A. Esteves (ed.), pp. 281-291, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

CETESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - **“Guia de Coleta e Preservação de Amostras de Água”**, 1987.

CETESB – Companhia de Saneamento Ambiental do Estado de São Paulo - **“Qualidade das Águas Interiores no Estado de São Paulo** , 2009.

CLARKE, K. R, & WARWICK R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation, 2nd edition.** PRIMER-E, Plymouth. 2001.

CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. **Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation**. Natural Environmental Research Council, UK, 144p. 1994.

CLARKE, K. R.; SOMERFIELD, P. J. & CHAPMAN, M. G. **On resemblance measures for ecological studies, including taxonomic dissimilarities and a zero-adjusted Bray–Curtis coefficient for denuded assemblages**. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology: 330, 55–80. 2006.

CONAMA 357. 2005. *Resolução nº357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências Ministério do Meio Ambiente, Conselho.

KRUSKAL, J. B. & WISH, M. **Multidimensional Scaling**. Sage University Paper series on Quantitative Applications in the Social Sciences, number 07-011. Sage Publications, Newbury Park, CA. 1978.

MANLY, B. F. J. **Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology**. 2nd edition. London: Chapman & Hall. 1997.

SHEPHERD, G. J. **Fitopac versão 2.1.2.85**. Departamento de Botânica. UNICAMP. 2010.

STATISTICA FOR WINDOWS, StatSoft, Inc. USA. 1996.

TER BRAK, C. J. F. & PRENTICE, I. C. **A theory of Gradiente Analysis**. Advances in Ecological Research, v. 18, n. 2, p. 271-317. 1988.

TER BRAK, C. J. F. **Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis**. Ecology, v. 67, n. 5, p. 1167-1179. 1986.

TER BRAK, C. J. F. **The analysis of vegetation environment relationships by canonical correspondence analysis.** *Vegetation*, v. 69, n. 1, p. 69-77. 1987.

ZAR, J.H. 1984. **Biostatistical Analysis.** 2nd ed. *Prentice-Hall*, New Jersey, 718pp.

11 EQUIPE TÉCNICA

Realização

CTA – Serviços em Meio Ambiente Ltda.

CRBio: 208/02.

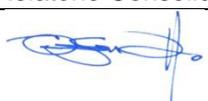
CTEA: 441/2014

CTF IBAMA: 201193

Profissional	Alessandro Trazzi <i>Biólogo, Mestre em Engenharia Ambiental.</i>
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
Registro no Conselho de Classe	CRBio 21.590/02
CTEA IEMA	398/2014
CTF IBAMA	201187
Função	Coordenação Geral
Assinatura	

Profissional	Marcos Eugênio P. de A. Lopes <i>Engº Agrônomo, M.Sc. e D.Sc. Eng. Ambiental</i>
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
Registro no Conselho de Classe	CREA-AL 6816/D (Visto CREA-ES 20060539)
CTEA IEMA	487/2014
CTF IBAMA	1978208
Função	Gerente de Licenciamento Ambiental
Assinatura	

Profissional	Giovanna Cypriano Lage <i>Bióloga, Esp. em Gestão Ambiental</i> Subgerente de Licenciamento Ambiental
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
Registro no Conselho de Classe	CRBio 38.858/02
CTEA IEMA	412/2014
CTF IBAMA	4936803
Função	Co-elaboração e Revisão do Relatório Consolidado
Assinatura	

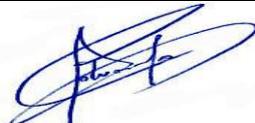
Profissional	Ricardo de Freitas Netto <i>Biólogo, Dr. Ecologia e Recursos Naturais</i>
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
Registro no Conselho de Classe	CRBio 29.414/02
CTEA IEMA	598/2014
CTF IBAMA	1654307
Função	Responsável Técnico, Análise de dados e elaboração do Relatório Consolidado.
Assinatura	

Profissional	Dyoh Tokunaga <i>Engenheiro Ambiental</i> Analista de Projetos
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
Registro no Conselho de Classe	CREA ES 034708/D
Cadastro Técnico Estadual	394/2014
Função	Revisão do Relatório Consolidado
Assinatura	

Profissional	Graciele Belisário Graduanda em Engenharia Ambiental <i>Estagiária de nível superior</i>
Função	Apoio Técnico
Assinatura	

Profissional	Marcielle Torezani Tec. Geomática / Graduanda Eng. Ambiental
Registro no Conselho de Classe	CREA-ES 24120/TD
Função no Estudo	Elaboração dos mapas
Assinatura	

Profissional	Micheli Moscon Tecnóloga em Saneamento Ambiental <i>Analista Ambiental / Geoprocessamento</i>
Registro no Conselho de Classe	Não se aplica
Função no Estudo	Elaboração dos mapas
Assinatura	

Profissional	Carlos Eduardo da Silva Alves <i>Diagramador</i>
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
Função	Diagramação e Impressão
Assinatura	

Anexo I

Tabelas de Resultados Estatísticos.

Anexo Condicionante 13

A

RESULTADO DA ANÁLISE ESTATÍSTICA ENTRE BAIXAMAR E PREAMAR	F	p
ACENAFTENO	1,45949	0,229918
ACENAFTILENO	0,94176	0,334191
ANTRACENO	0,96040	0,329499
BENZENO		
BENZO (b) FLUORANTEN	1,04387	0,309365
BENZO(A)ANTRACENO	1,46700	0,228646
BENZO(A)PIRENO	0,94490	0,333255
BENZO(G,H,I)PERILENO	1,95261	0,165399
BENZO(K)FLUORANTENO	1,36712	0,245059
C10	0,01626	0,898850
C11		
C12		
C13	0,92773	0,338392
C14	0,01115	0,916102
C15	2,05119	0,155983
C16	0,00065	0,979679
C17	0,17025	0,680981
C18	0,34175	0,560447
C19	0,01626	0,898850
C20	0,00184	0,965877
C21	0,00070	0,978913
C22	0,00129	0,971412
C23	0,57898	0,448845
C24	0,28489	0,594975
C25	0,60596	0,438500
C26	0,36814	0,545616
C27	0,00343	0,953445
C28	0,00345	0,953311
C29	0,52239	0,471831
C30	1,63076	0,205034
C31	0,03898	0,843956
C32	0,18161	0,671094
C6	0,01626	0,898850
C7	0,01626	0,898850
C8	0,01626	0,898850
C9	0,01626	0,898850
CARBONO ORGÂNICO TOTAL	5,33416	0,022989
COLIFORMES TERMOTOLE	0,02580	0,872623
COLIFORMES TOTAIS	0,02573	0,872715
Condutividade	0,04824	0,826594

CRISENO	1,63268	0,204177
DEMANDA QUÍMICA DE OXI.	0,28622	0,593471
DIBENZO(A,H)ANTRACEN	0,00205	0,964011
ETILBENZENO	1,02021	0,314932
FENANTRENO	4,27008	0,053803
FENÓIS TOTAIS	1,15705	0,284693
FLUORANTENO	2,84650	0,094659
FLUORENO	3,13917	0,079541
FÓSFORO TOTAL (FQ)	0,00895	0,924803
HRP (HIDROCARBONETOS	0,01615	0,899164
INDENO(1,2,3C,D)PIR	1,05358	0,307088
MCNR (MISTURA COMPLE	0,03539	0,851168
NAFTALENO	2,40389	0,124162
NITROGÊNIO TOTAL	0,05750	0,810779
ÓLEOS E GRAXAS TOTAIS	0,55348	0,458678
Oxigênio Dissolvido	6,66160	0,011259
PIRENO	2,96175	0,088379
pH	0,18201	0,670539
Salinidade	2,89557	0,091270
SÓLIDOS SUSPENSOS TO	3,42497	0,065778
SÓLIDOS TOTAIS	14,12087	0,000222
Temperatura da amostra	0,22742	0,634454
TOLUENO	1,02021	0,314932
TPH HIDROCARB. TOT	1,06394	0,304832
THP	0,00240	0,961205
XILENOS	0,94176	0,334191
HPA Total	0,31751	0,581433
Nitrato	2,85443	0,100844
Nitrito	0,00341	0,953761
E.coli (Coliforme fecal)		
C33	1,00000	0,373902
C34	1,97517	0,218887
C35	0,14634	0,721514
TPH FAIXA DIESEL (C14C20)	1,00000	0,330565
TPH FAIXA GASOLINA (C8C11)	1,00000	0,330565
TPH FAIXA QUEROSENE (C11C14)	1,00000	0,330565
TPH TOTAL	1,00000	0,330565
DBO	0,28833	0,593628

B

**RESULTADO DA ANÁLISE
ESTATÍSTICA ENTRE FUNDO E
SUPERFÍCIE**

	F	p
ACENAFTENO	2,980697	0,087414

ACENAFTILENO	0,980198	0,324564
ANTRACENO	1,000000	0,319773
BENZENO		
BENZO (b) FLUORANTEN	0,060540	0,806144
BENZO(A)ANTRACENO	0,692015	0,407442
BENZO(A)PIRENO	0,545608	0,461766
BENZO(G,H,I)PERILENO	1,876099	0,173846
BENZO(K)FLUORANTENO	0,346334	0,557509
C10	0,000000	1,000000
C11		
C12		
C13	0,975309	0,326375
C14	0,129228	0,719999
C15	0,000086	0,992627
C16	0,141355	0,707742
C17	0,123954	0,725699
C18	0,358835	0,550826
C19	0,000000	1,000000
C20	0,000187	0,989114
C21	1,951154	0,166325
C22	0,000302	0,986173
C23	0,000824	0,977174
C24	0,300428	0,585122
C25	0,002145	0,963167
C26	0,441977	0,507949
C27	0,000000	0,999867
C28	0,000000	0,999600
C29	0,000000	0,999733
C30	1,853466	0,176937
C31	0,061473	0,804787
C32	0,142769	0,706508
C6	0,000000	1,000000
C7	0,000000	1,000000
C8	0,000000	1,000000
C9	0,000000	1,000000
CARBONO ORGÂNICO TOTAL	1,288865	0,258998
COLIFORMES TERMOTOLE	0,007643	0,930464
COLIFORMES TOTAIS	1,031964	0,310814
Condutividade	1,811887	0,181237
CRISENO	0,486016	0,487265
DEMANDA QUÍMICA DE OXI.	0,060042	0,806776
DIBENZO(A,H)ANTRACEN	0,000853	0,976752
ETILBENZENO	0,980198	0,324564
FENANTRENO	2,229534	0,138575
FENÓIS TOTAIS	0,893511	0,346829
FLUORANTENO	2,121015	0,148392

FLUORENO	0,070850	0,790663
FÓSFORO TOTAL (FQ)	0,211883	0,646221
HRP (HIDROCARBONETOS	0,001082	0,973830
INDENO(1,2,3C,D)PIR	0,272719	0,602635
MCNR (MISTURA COMPLE	0,004221	0,948331
NAFTALENO	0,510500	0,476571
NITROGÊNIO TOTAL	0,790093	0,375343
ÓLEOS E GRAXAS TOTA	0,723335	0,397125
Oxigênio Dissolvido	0,085114	0,771069
PIRENO	1,597979	0,209158
pH	0,454093	0,501907
Salinidade	8,244108	0,005792
SÓLIDOS SUSPENSOS TOTAIS	3,855488	0,051050
SÓLIDOS TOTAIS	7,786302	0,005747
Temperatura da amostra	0,110566	0,740177
TOLUENO	0,980198	0,324564
TPH HIDROCARB. TOT	1,018733	0,315280
THP	0,018890	0,891390
XILENOS	0,980198	0,324564
HPA Total	0,014410	0,906044
Nitrato	0,018999	0,891233
Nitrito	4,942627	0,051755
E.coli (Coliforme fecal)		
C33	0,444446	0,541469
C34	0,805543	0,410573
C35	0,870188	0,403711
TPH FAIXA DIESEL (C14C20)	1,000000	0,330565
TPH FAIXA GASOLINA (C8C11)	1,000000	0,330565
TPH FAIXA QUEROSENE (C11C14)	1,000000	0,330565
TPH TOTAL	1,000000	0,330565
DBO	0,027405	0,869169

Anexo II

Anotação de Responsabilidade Técnica (ART)