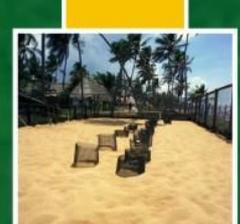
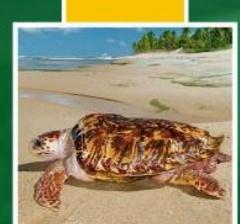
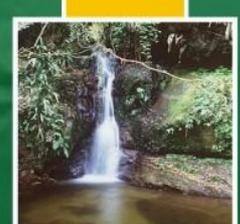


Atendimento à Condicionante  
13 da Licença 439/2010



**RELATÓRIO TÉCNICO  
SEMESTRAL**

MONITORAMENTO DOS  
RECURSOS HÍDRICOS  
LOCALIZADOS NA ÁREA DE  
INFLUÊNCIA DIRETA DO  
TERMINAL NORTE CAPIXABA

**Programa de Monitoramento dos Recursos  
Hídricos na Área de Influência  
do Terminal Norte Capixaba  
- 1º Semestre de 2012 –**

Relatório Técnico Semestral

Volume Único

Revisão 00  
Agosto/2012





## APRESENTAÇÃO

A PETROBRAS TRANSPORTES S. A - TRANSPETRO apresenta ao Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA), O **RELATÓRIO TÉCNICO do Programa de Monitoramento dos Recursos Hídricos na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba**, em atendimento a Condicionante 13 da LO 439/2010 Processo Nº 22218939.



---

## **ÍNDICE GERAL**

<b>I – INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
I.1 – OBJETIVOS .....	2
I.1.1 – Objetivo geral .....	2
I.1.2 – Objetivos específicos .....	2
<b>II – MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>1</b>
II.1 – MALHA AMOSTRAL .....	1
II.2.1. AMOSTRAGEM .....	2
II.2.2 – ANÁLISES IN SITU .....	5
II.2.3 – ANÁLISES LABORATORIAIS .....	6
II.2.4 – DADOS PLUVIOMÉTRICOS .....	9
<b>III – RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>1</b>
III.1 – QUALIDADE DA ÁGUA .....	1
III.1.1 – Temperatura .....	1
III.1.2 – Salinidade e Condutividade .....	5
III.1.3 – Potencial Hidrogeniônico (pH) .....	14
III.1.4 – Oxigênio Dissolvido .....	17
III.1.5 – Nitrogenados e Fósforo Total .....	21
III.1.6 – Carbono Orgânico Total .....	29
III.1.7 – Óleos e graxas .....	31
III.1.8 – Coliformes termotolerantes, totais e DQO. ....	34
III.1.9 – FENÓIS e BTEX. ....	41
III.1.10 – Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA). ....	42
III.1.11 – Hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP). ....	43
III.1.12 – Sólidos suspensos e sólidos totais .....	46
<b>IV – INTEGRAÇÃO</b> .....	<b>52</b>
<b>V – CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	<b>1</b>
<b>VI – BIBLIOGRAFIA</b> .....	<b>1</b>
<b>VII – GLOSSÁRIO</b> .....	<b>1</b>
<b>VIII – EQUIPE TÉCNICA</b> .....	<b>1</b>
<b>ANEXOS</b> .....	<b>1</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura II.1-1</b> – Localização dos pontos de amostragem dos recursos hídricos.....	1
<b>Figura II.2.1-1</b> – Embarcação utilizada na coleta do projeto de monitoramento do Terminal Norte Capixaba.....	3
<b>Figura II.2.1-2</b> – Coleta de água com auxílio de Garrafa Van Dorn – Campanhas de Fevereiro/2012 (A) e Maio/2012 (B).....	4
<b>Figura II.2.1-3</b> – Coleta de águas pluviais no ponto PM03 (A) e sistema de drenagem do TNC (B) – Campanha de Fevereiro/2012.....	4
<b>Figura II.2.2.1-1</b> - Medição da temperatura, condutividade elétrica, salinidade, pH e oxigênio dissolvido em campo – Campanhas de Fevereiro/2012 (A) e Maio/2012 (B).....	5
<b>Figura II.2.4-1</b> – Dados pluviométricos do município de São Mateus (ES) – Campanha de Fevereiro/2012.....	10
(Fonte: <a href="http://jornaldotempo.uol.com.br/observados.html/SaoMateus-ES">http://jornaldotempo.uol.com.br/observados.html/SaoMateus-ES</a> ).....	10
<b>Figura II.2.4-2</b> – Dados pluviométricos do município de São Mateus (ES) – Campanha de Maio/2012. (Fonte: INMET).....	10
<b>Figura II.2.4-3</b> – Dados pluviométricos do município de São Mateus (ES) – Primeiro semestre de 2012. (Fonte: INMET).....	11
<b>Figura III.1.1-3</b> – Variação da temperatura nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Maio/2012.....	3
<b>Figura III.1.1-4</b> – Variação da temperatura nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Maio/2012.....	4
<b>Figura III.1.1-5</b> – Valores médios de temperatura $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão). ....	5
<b>Figura III.1.2-3</b> – Variação da salinidade nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar - Campanha de Maio/2012.....	7
<b>Figura III.1.2-4</b> – Variação da salinidade nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar - Campanha de Maio/2012.....	8

---

<b>Figura III.1.2-5</b> – Valores médios de salinidade $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).....	9
<b>Figura III.1.2-8</b> – Variação da condutividade (mS/cm) nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar - Campanha de Maio/2012.....	11
<b>Figura III.1.2-9</b> – Variação da condutividade (mS/cm) nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar - Campanha de Maio/2012.....	12
<b>Figura III.1.2-10</b> – Valores médios de condutividade $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).....	13
<b>Figura III.1.3-3</b> – Variação do potencial hidrogeniônico nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar - Campanha de Maio/2012.....	16
<b>Figura III.1.3-4</b> – Variação do potencial hidrogeniônico nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar - Campanha de Maio/2012.....	16
<b>Figura III.1.3-5</b> – Valores médios de pH $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento(DP=desvio padrão). ....	17
<b>Figura III.1.4-1</b> – Variação do oxigênio dissolvido nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.....	18
<b>Figura III.1.4-2</b> – Variação do oxigênio dissolvido nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Fevereiro/2012.....	18
<b>Figura III.1.4-3</b> – Variação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar - Campanha de Maio/2012.....	19
<b>Figura III.1.4-4</b> – Variação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar - Campanha de Maio/2012. ....	20
<b>Figura III.1.4-5</b> – Valores médios de oxigênio dissolvido $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).....	21
<b>Figura III.1.5-4</b> – Concentrações de nitrito (mg/L) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condição de preamar e baixamar - Campanha de Maio/2012. ....	24

---

---

<b>Figura III.1.5-5</b> – Concentrações de nitrato (mg/L) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condição de baixamar - Campanha de Maio/2012. ....	25
<b>Figura III.1.5-6</b> – Valores médios de nitrogênio total $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão). ....	27
<b>Figura III.1.5-7</b> – Valores médios de fósforo total $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão). ....	28
<b>Figura III.1.7-1</b> – Variação de óleos e graxas totais nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Fevereiro/2012. ....	31
<b>Figura III.1.7-3</b> – Valores médios de óleos e graxas $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão). ....	34
<b>Figura III.1.8-2</b> – Concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar e baixamar – Campanha de Maio/2012. ....	36
<b>Figura III.1.8-3</b> – Valores médios de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão). ....	37
<b>Figura III.1.8-4</b> – Variação de coliformes totais nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar – Campanha de Fevereiro/2012. ....	37
<b>Figura III.1.8-5</b> – Concentrações de coliformes totais (NMP/100 mL) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar e baixamar - Campanha de Maio/2012. ....	38
<b>Figura III.1.8-6</b> – Valores médios de coliformes totais (NMP/100 mL) $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão). ....	39
<b>Figura III.1.8-9</b> – Valores de demanda química de oxigênio (mg/L) encontrados nas estações do Rio Barra Nova sob condições de baixamar - Campanha de Fevereiro/2012. ....	40
<b>Figura III.1.8-10</b> – Valores de demanda química de oxigênio (mg/L) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar - Campanha de Fevereiro/2012. ....	40

---

---

<b>Figura III.1.11-2</b> – Concentrações de HTP ( $\mu\text{g/L}$ ) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar e baixamar – Campanha de Maio/2012. ....	45
<b>Figura III.1.11-3</b> – Valores médios de HTP ( $\mu\text{g/L}$ ) $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).....	46
<b>Figura III.1.12-1</b> – Variação de sólidos suspensos nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar – Campanha de Fevereiro/2012. ....	47
<b>Figura III.1.12-2</b> – Concentrações de sólidos suspensos ( $\text{mg/L}$ ) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar e baixamar – Campanha de Maio/2012. ....	48
<b>Figura III.1.12-5</b> – Valores médios de sólidos suspenso ( $\text{mg/L}$ ) $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).....	49
<b>Figura III.1.12-3</b> – Variação de sólidos totais nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar – Campanha de Fevereiro/2012. ....	50
<b>Figura III.1.12-4</b> – Concentrações de sólidos totais ( $\text{mg/L}$ ) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar e baixamar – Campanha de Maio/2012. ....	50
<b>Figura III.1.12-6</b> – Valores médios de sólidos totais ( $\text{mg/L}$ ) $\pm$ DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).....	51
<b>Figura IV.1-1</b> – Análise de ordenação multidimensional (MDS) das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar ao longo das campanhas de monitoramento.....	53
<b>Figura IV.1-2</b> – Análise de ordenação multidimensional (MDS) das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar ao longo das campanhas de monitoramento. ....	54

## TABELAS E QUADROS

<b>Tabela II.1-1</b> – Coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento do Rio Barra (Datum UTM SAD-69).....	2
<b>Tabela II.2.3.1-1</b> – Metodologias analíticas utilizadas para análise dos compostos nitrogenados e do fósforo total. ....	7
<b>Tabela II.2.3.2-1</b> – Limites de detecção dos métodos na análise dos diferentes parâmetros com seus respectivos métodos analíticos – Campanha de Fevereiro/2012.....	8
<b>Tabela II.2.3.2-2</b> – Limites de detecção dos métodos na análise dos diferentes parâmetros com seus respectivos métodos analíticos – Campanha de Maio/2012. ....	8
<b>Tabela II.2.3.3-1</b> – Limites de detecção dos métodos na análise dos diferentes parâmetros com seus respectivos métodos analíticos. Campanhas de Fevereiro/2012 e Maio/2012– .....	9
<b>Tabela III.1.5-1</b> – Concentrações (mg/L) de nitrito, nitrato, nitrogênio Kjeldahl total, nitrogênio total e fósforo total encontradas nas estações do projeto de monitoramento na área de influência do Terminal Norte Capixaba – Campanha de Maio/2012.....	26
<b>Tabela III.1.7-1</b> – Concentrações (mg/L) de óleos e graxas encontradas nas estações do projeto de monitoramento na área de influência do Terminal Norte Capixaba.....	33

## **I – INTRODUÇÃO**

Nesse relatório são apresentados os dados referentes à campanha de Fevereiro e Maio de 2012 do **Programa de monitoramento dos recursos hídricos na área de influência do Terminal Norte Capixaba**, tem como objetivo avaliar qualidade da água do rio Barra Nova, localizado na área rural de Campo Grande – Distrito de Barra Nova – no município de São Mateus (ES).

Este programa visa o atendimento aos requisitos legais estabelecidos no licenciamento ambiental como “*Condicionante 13 da Licença de Operação 439/2010*” estipulada pelo Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA).

Considerando os aspectos ambientais gerados nas atividades desenvolvidas no Terminal Norte Capixaba, dentre as quais se destacam: armazenamento e escoamento de óleo pesado produzido no campo Fazenda Alegre (Jaguaré-ES) e Fazenda Cedro, vê-se a necessidade do estabelecimento de um Programa de Monitoramento.

O monitoramento ambiental é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar qualitativamente as características ambientais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo na área de influência direta do Terminal Norte Capixaba (TNC).

## **I.1 – OBJETIVOS**

### **I.1.1 – Objetivo geral**

O presente estudo tem como objetivo geral avaliar a qualidade dos recursos hídricos na Área de Influência Direta do Terminal Norte Capixaba – TNC (TRANSPETRO), compreendida pelo Rio Barra Nova. Pra tal, este relatório descreve os procedimentos executados em campo durante as campanhas de Fevereiro e Maio de 2012, e apresenta a análise técnica dos resultados.

### **I.1.2 – Objetivos específicos**

O monitoramento apresenta os seguintes 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;
- Monitoramento da qualidade da água, através da análise comparativa dos parâmetros entre as campanhas de Fevereiro e Maio de 2012.

## II – MATERIAL E MÉTODOS

### II.1 – MALHA AMOSTRAL

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

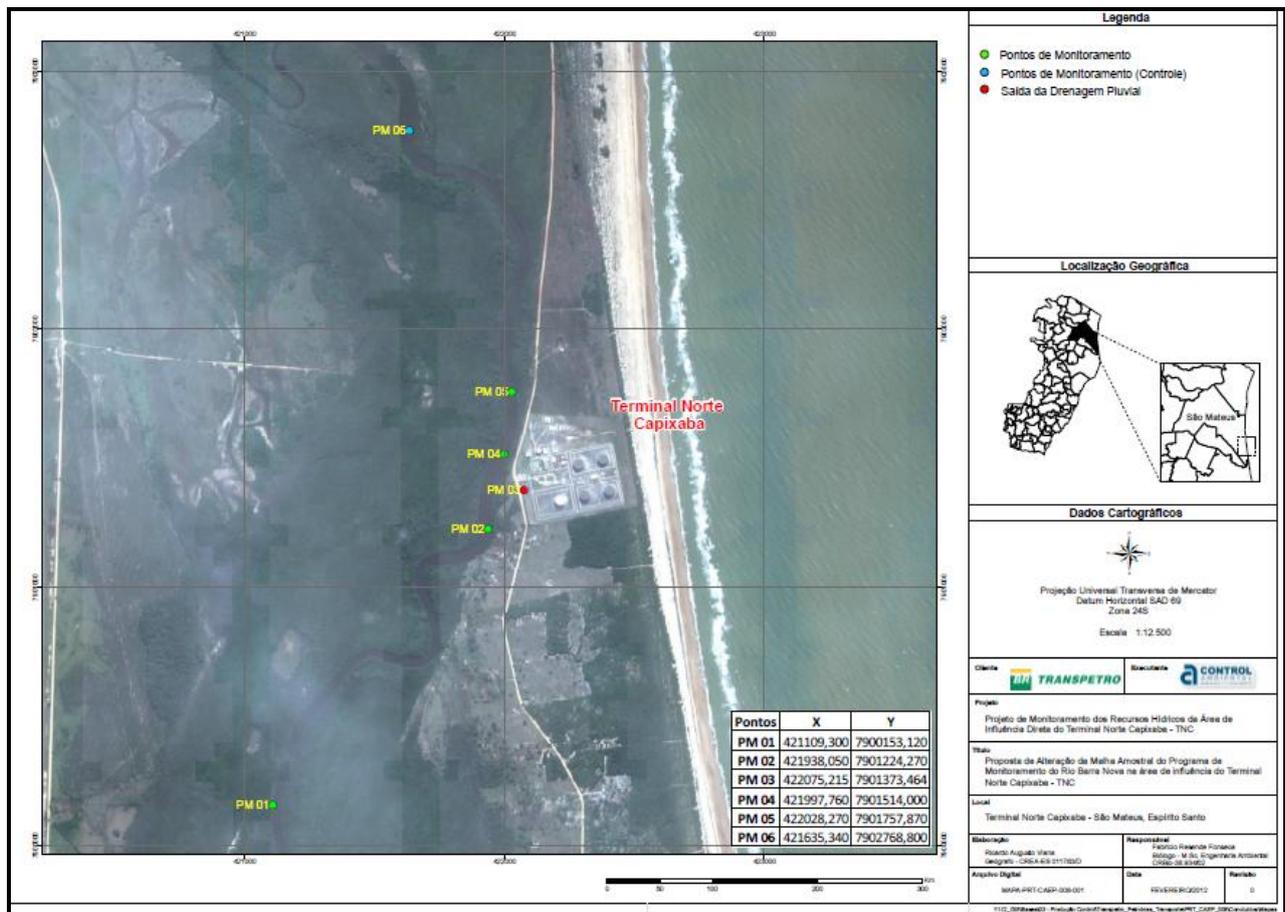


Figura II.1-1 – Localização dos pontos de amostragem dos recursos hídricos.

**Tabela II.1-1** – Coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento do Rio Barra (Datum UTM SAD-69).

Ponto de monitoramento	Longitude (UTM SAD-69)	Latitude (UTM SAD-69)
PM01	421.109,30	7.900.153,12
PM02	421.938,05	7.901.224,27
PM03*	-	-
PM04	421.997,76	7.901.514,00
PM05	422.028,27	7.901.757,87
PM06	421.635,34	7.902.768,80

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

### **II.2.1. AMOSTRAGEM**

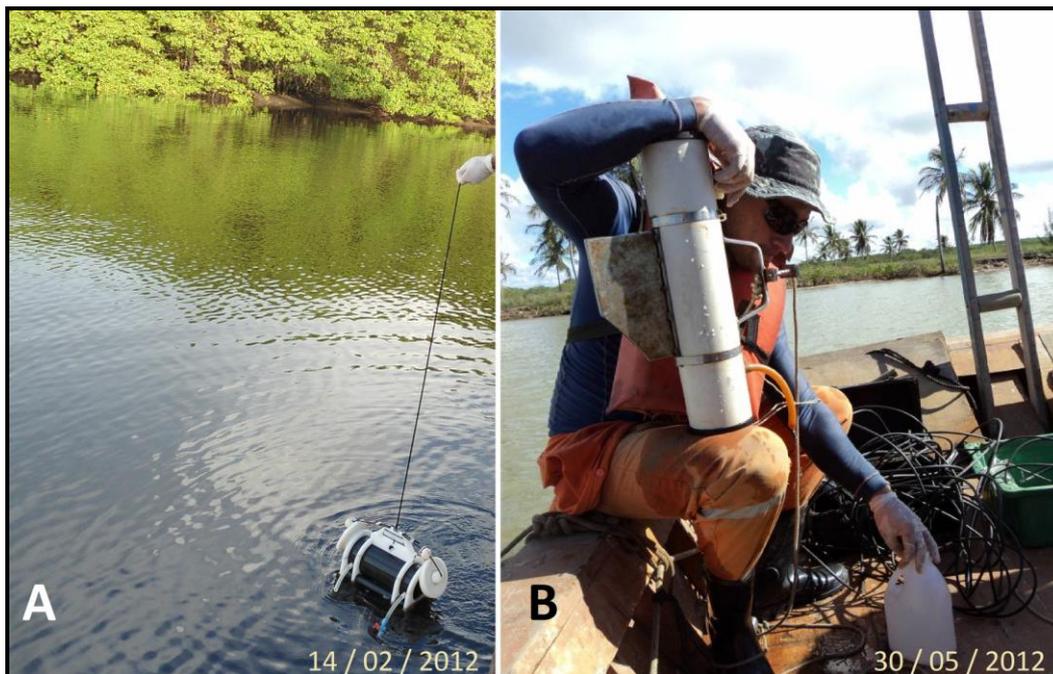
As coletas das amostras no rio Barra Nova foram feitas nos períodos de maré enchente (preamar) e de maré vazante (baixamar). Os dados de maré para o dia da coleta foram retirados do site da Diretoria de Hidrografia e Navegação – Centro de Hidrografia da Marinha, e utilizou-se como referência o Terminal Barra do Riacho, por ser o mais próximo do Terminal Norte Capixaba.

A figura II.2.1-1 mostra a embarcação utilizada para coleta de monitoramento ambiental.



**Figura II.2.1-1** – Embarcação utilizada na coleta do projeto de monitoramento do Terminal Norte Capixaba.

A coleta da matriz água foi realizada nos dias 14 de Fevereiro e 30 de Maio, em duas profundidades (superfície e fundo) com auxílio de Garrafa de Van Dorn (Figura II.2.1-2), acondicionadas em frascos apropriados para cada tipo de parâmetro, devidamente identificados e conservados até o posterior envio ao laboratório responsável pelas análises. Este procedimento foi realizado tanto no pico da maré enchente (preamar) quanto no final da maré vazante (baixamar). Ao final da campanha foi coletado um total de 21 amostras, pois no ponto PM03 a coleta foi realizada apenas na superfície, já que este ponto de monitoramento é localizado dentro da unidade, próximo à comporta de saída da drenagem pluvial.



**Figura II.2.1-2** – Coleta de água com auxílio de Garrafa Van Dorn – Campanhas de Fevereiro/2012 (A) e Maio/2012 (B).

O ponto PM03 está localizado na comporta do sistema de drenagem do TNC, na saída da água pluvial, onde se coletou uma amostra para realização das análises dos parâmetros físico-químicos e bacteriológicos (Figura II.2.1-3).



**Figura II.2.1-3** – Coleta de águas pluviais no ponto PM03 (A) e sistema de drenagem do TNC (B) – Campanha de Fevereiro/2012.

## II.2.2 – ANÁLISES IN SITU

### II.2.2.1 – pH, Oxigênio Dissolvido, Condutividade Elétrica, Salinidade e Temperatura

Os parâmetros pH, oxigênio dissolvido (OD), condutividade elétrica, salinidade e temperatura foram medidos com a sonda multiparamétrica na campanha de Fevereiro/2012 e sonda multiparamétrica HORIBA modelo U50 *in situ* na campanha de Maio/2012 (Figura II.2.2.1-1), sendo registrados os valores na ficha de campo e também armazenados na memória da sonda.



**Figura II.2.2.1-1** - Medição da temperatura, condutividade elétrica, salinidade, pH e oxigênio dissolvido em campo – Campanhas de Fevereiro/2012 (A) e Maio/2012 (B).

## **II.2.3 – ANÁLISES LABORATORIAIS**

### **II.2.3.1 – Coliformes Termotolerantes e Totais e DQO**

As amostras de água destinadas a análise de coliformes termotolerantes e totais foram acondicionadas em frascos de polietileno (200 ml) esterilizado, contendo o preservante Tiosulfato (10%), e encaminhadas para processamento no laboratório Tommasi Analitica acreditado na ABNT NBR ISO/IEC 17025, seguindo a metodologia “SMEWW, 2005, 21th - Method 9221 E2” para coliformes termotolerantes e “SMEWW, 2005, 21th - Method 9221 C” para coliformes totais, em ambas as campanhas de Fevereiro/2012 e Maio/2012.

A demanda química de oxigênio (DQO) não pode ser analisada na campanha de Maio/2012, pois a matriz em questão se tratava de águas salobras, e essas análises só podem ser realizadas em águas doces. Entretanto, na campanha de Fevereiro/2012 devido à baixa salinidade do dia de coleta, provavelmente em função de um aumento das chuvas, foi possível a realização das análises de DQO (Anexo V).

### **II.2.3.1 – Nitrogenados, Fósforo Total e COT.**

Na campanha de Fevereiro/2012, as análises de nutrientes e COT (nitrogênio total e fósforo) foram enviadas para o laboratório Tommasi Analitica (acreditado na ABNT NBR ISO/IEC 17025), seguindo a metodologia POP-FQ-052 – Espectrofotometria para nitrogênio e para fósforo.

Na campanha de Maio/2012, as amostras de água destinadas as análises de nitrato, nitrito, nitrogênio kjeldahl total, nitrogênio total e fósforo total foram acondicionadas em frascos de polietileno (2 litros), mantidas refrigeradas e encaminhadas para processamento nos laboratórios CTS Ambiental (sistema FIRJAN), o qual é acreditado na ABNT-NBR ISO/IEC 17025. As análises de COT não puderam ser realizadas na campanha de Maio/2012 por motivos analíticos.

As metodologias analíticas para cada parâmetro estão apresentadas na tabela II.2.3.1-1.

**Tabela II.2.3.1-1 – Metodologias analíticas utilizadas para análise dos compostos nitrogenados e do fósforo total.**

Parâmetro	Metodologia analítica
Nitrato	Standard Methods 4500-NO3 E
Nitrito	Standard Methods 4500-NO2- B
Nitrogênio Kjeldahl Total	HACH adaptado S.M. (Nessler)
Nitrogênio Total	Omori & Ikeda (1984); Boltovskoy (1981, 1999).
Fósforo Total	Standard Methods 4500-P E
COT	SMEWW 5310 - B

### **II.2.3.2 – Óleos e Graxas, FENÓIS, BTEX, HPA e HTP.**

As amostras de água coletadas para a análise de óleos e graxas da campanha de Fevereiro/2012 foram destinadas ao laboratório Tommasi Analítica (acreditado na ABNT NBR ISO/IEC 17025) para o processamento. Estes parâmetros foram determinados de acordo com a metodologia “Standard Methods 5220 D”

Na campanha de Maio/2012, as amostras de água destinadas a análise de óleos e graxas foram acondicionadas em frascos de vidro de 500 ml, refrigeradas e encaminhadas para processamento nos laboratórios CTS Ambiental (sistema FIRJAN), o qual é acreditado na ABNT-NBR ISO/IEC 17025, seguindo a metodologia “Standard Methods 5220 D”.

As amostras de água destinadas as análises de FENÓIS, BTEX, HPA e HTP foram acondicionadas de maneira apropriada, mantidas refrigeradas e encaminhadas para processamento nos laboratórios Analytical Solutions, o qual é acreditado na ABNT-NBR ISO/IEC 17025.

As metodologias analíticas para cada parâmetro estão apresentadas na tabela a seguir, e seus respectivos limites de detecção das metodologias aplicadas (Tabela II.2.3.2-1 e II.2.3.2-2).

**Tabela II.2.3.2-1** – Limites de detecção dos métodos na análise dos diferentes parâmetros com seus respectivos métodos analíticos – Campanha de Fevereiro/2012.

Parâmetros	Metodologia Analítica	Limite de detecção
Óleos e Graxas	SMWW, 2005, 21th - Method 5520 D,F	1,0 mg/L
Fenóis	POP-FQ-052	0,003 mg/L
BTEX	EPA Método: 8260B modificado	2,0 µg/L
HPA	EPA Método: 8270D modificado	0,01 µg/L
HTP	POP-CR-008; POP-CR-009	5,0 µg/L

**Tabela II.2.3.2-2** – Limites de detecção dos métodos na análise dos diferentes parâmetros com seus respectivos métodos analíticos – Campanha de Maio/2012.

Parâmetros	Metodologia Analítica	Limite de detecção
Óleos e Graxas	Standard Methods 5520 D	6,0 mg/L
Fenóis	USEPA 9065 (1986)	0,20 µg/L
BTEX	EPA 5021(2003), EPA 8015D (2003), EPA 8021B (1996)	0,1 µg/L
HPA	EPA 3510 (extração) e EPA 8270D	0,05 µg/L
HTP	EPA 3510 (extração), EPA 3630 C (sílica gell clean up) e EPA 8015D (2003)	0,10 µg/L

### II.2.3.3 – Sólidos suspensos e sólidos totais.

Na campanha de Fevereiro/2012, o processamento das amostras de água coletadas foi realizado pelo laboratório Tommasi Analitica (acreditado na ABNT NBR ISO/IEC 17025). Para a determinação destes parâmetros foi utilizada a metodologia SMWW 2540 21ed. 2005.

As amostras de água destinadas as análises de sólidos suspensos e sólidos totais referentes à campanha de Maio/2012 foram acondicionadas de maneira apropriada, mantidas refrigeradas e encaminhadas para processamento nos laboratórios Analytical Solutions, o qual é acreditado na ABNT-NBR ISO/IEC 17025. As metodologias analíticas para cada parâmetro estão apresentadas na tabela a seguir, e seus respectivos limites de detecção das metodologias aplicadas (Tabela II.2.3.3-1).

**Tabela II.2.3.3-1** – Limites de detecção dos métodos na análise dos diferentes parâmetros com seus respectivos métodos analíticos. Campanhas de Fevereiro/2012 e Maio/2012–

Parâmetros	Metodologia Analítica	
	Fevereiro/2012	Maio/2012
Sólidos suspensos (Resíduo não filtrável Total)	SM 2540 21ed. 2005	SM 2540 20ed. 1997
Sólidos totais	SM 2540 21 ed. 2005	SM 2540 20 ed. 1997

## II.2.4 – DADOS PLUVIOMÉTRICOS

Tanto na campanha de Fevereiro/2012, quanto na campanha de Maio/2012, o dia da realização do monitoramento estava ensolarado, com poucas nuvens.

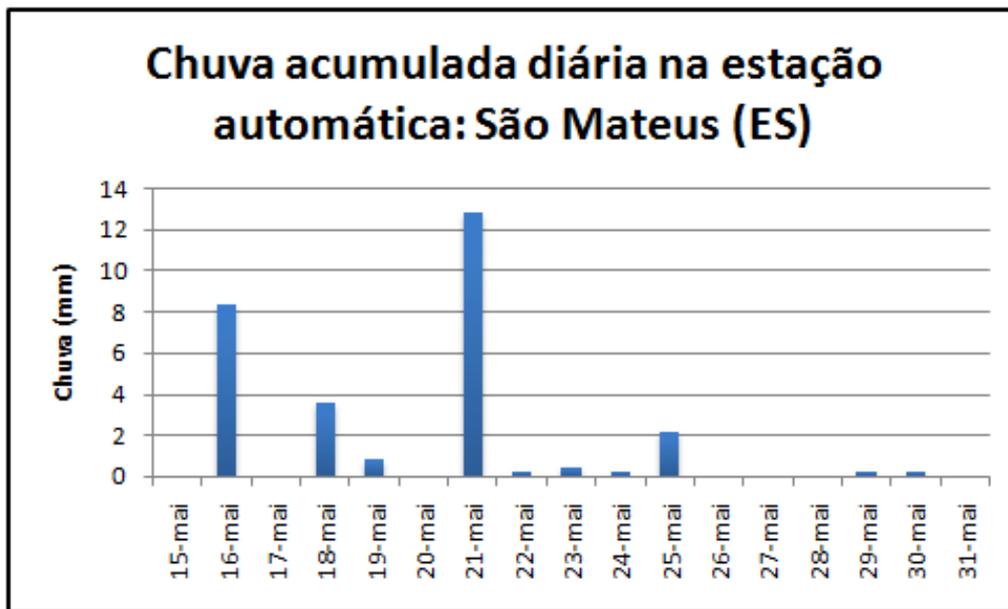
Os dados pluviométricos para a cidade de São Mateus, onde está localizada a bacia hidrográfica do corpo hídrico monitorado, estão descritos nas figuras II.2.4-1 e II.2.4-2, para o período da realização das campanhas de amostragem.

O balanço pluviométrico mensal do primeiro semestre de 2012 mostra que na primeira campanha, mês de fevereiro, representou um período chuvoso, cuja pluviosidade acumulada chegou a 100mm, enquanto que no mês de maio a chuva acumulada foi mais menor, próximo a 40mm (Figura II.2.4-3).



**Figura II.2.4-1** – Dados pluviométricos do município de São Mateus (ES) – Campanha de Fevereiro/2012.

(Fonte: <http://jornaldotempo.uol.com.br/observados.html/SaoMateus-ES>).



**Figura II.2.4-2** – Dados pluviométricos do município de São Mateus (ES) – Campanha de Maio/2012. (Fonte: INMET).



**Figura II.2.4-3** – Dados pluviométricos do município de São Mateus (ES) – Primeiro semestre de 2012. (Fonte: INMET).



### **III – RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **III.1 – Qualidade da Água**

Quantidades consideráveis de substâncias químicas chegam aos corpos hídricos, e provocam alterações negativas nesses ambientes, no que se refere ao seu estado físico, químico e biológico. Dessa forma, é necessário avaliar alguns parâmetros no ecossistema em questão a fim de avaliar se os resultados detectados implicarão em algum efeito adverso à biota.

Tais parâmetros foram descritos e analisados, considerando os valores mencionados na Resolução CONAMA 357/05 para água salobra classe 1. Quando possível, foi discutido suas distribuições ao longo da malha amostral, verificando se os valores identificados indicariam algum padrão ambiental.

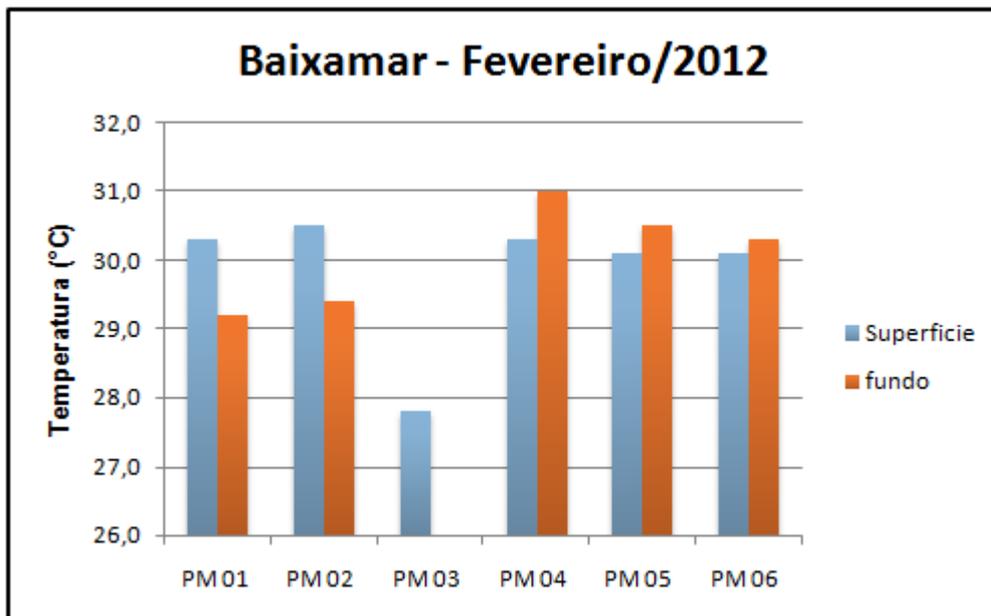
Dessa forma, em decorrência do monitoramento da qualidade da água podem ser identificadas as medidas a serem tomadas para proteção e/ou recuperação em decorrência dos possíveis poluentes detectados na região.

##### **III.1.1 – Temperatura**

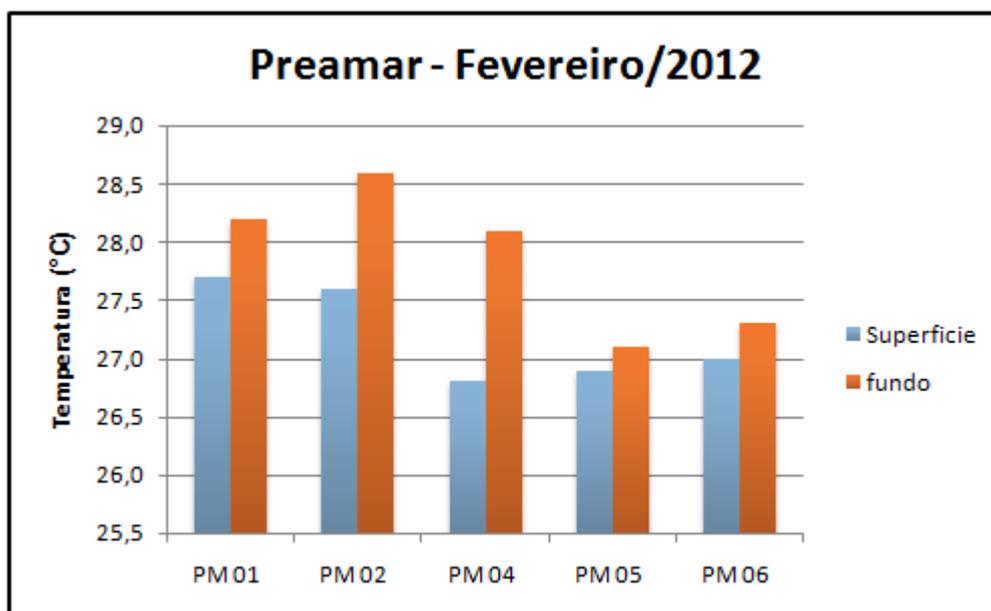
Na campanha de Fevereiro/2012, a temperatura variou de 27 a 31°C, nos pontos PM06/superfície preamar e PM04/fundo baixamar, respectivamente, sendo a média da temperatura da baixamar  $29,95 \pm 0,87$  °C e da preamar igual a  $27,53 \pm 0,61$  °C (Figura III.1.1-1 e III.1.1-2).

Comparando as temperaturas de superfície e de fundo, as médias da baixamar foram de  $29,85 \pm 1,0$  °C e  $30,08 \pm 0,7$  °C respectivamente. Na preamar, foi visto que as temperaturas de fundo foram maiores do que as de superfície em todos os pontos de coleta (Figura III.1.1-2), cujas as médias foram  $27,2 \pm 0,4$  °C e  $27,86 \pm 0,6$  °C na superfície e fundo, respectivamente. Tais dados sugerem que a estratificação da coluna d'água por temperatura só pode ser vista na preamar, enquanto que na baixamar ocorre a mistura de águas.

Os dados analisados *in situ* se encontram tabelados no Anexo I.



**Figura III.1.1-1** – Variação da temperatura nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.



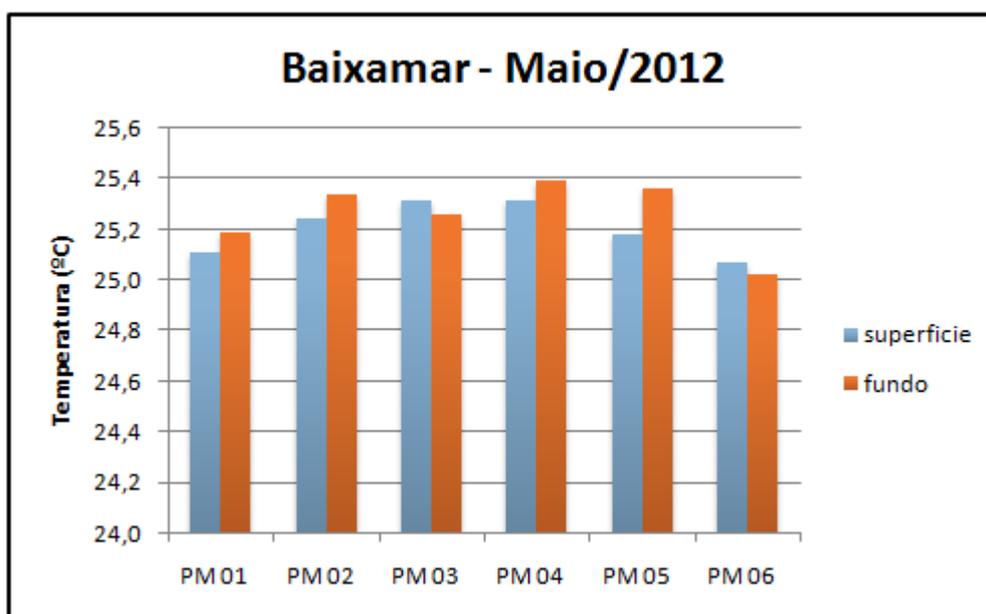
**Figura III.1.1-2** – Variação da temperatura nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Fevereiro/2012.

Na campanha de Maio/2012 os dados obtidos para temperatura na baixamar tiveram como média 25,2°C na superfície e 25,3°C no fundo. O valor

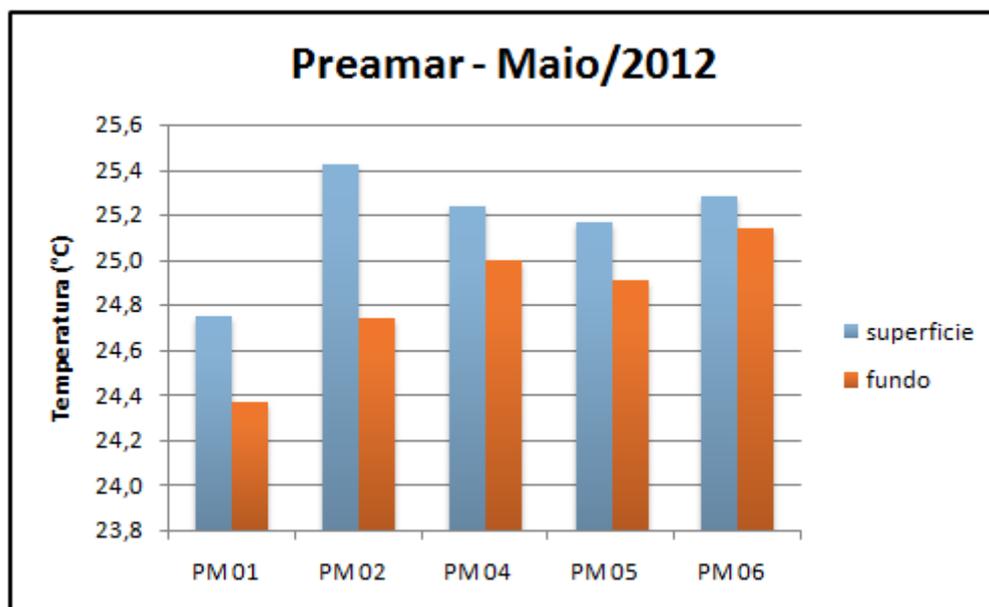
mínimo foi de 25,0°C no ponto PM06/fundo e o valor máximo 25,4°C no ponto PM04/fundo (Figura III.1.1-3). Já na preamar, a média foi de 25,2°C na superfície e 24,8°C no fundo, e os valores máximos e mínimos de temperatura foram de 25,4°C (PM02/superfície) e 24,4°C (PM01/fundo), respectivamente (Figura III.1.1-4).

Assim com na campanha de Fevereiro/2012, na campanha de Maio/2012 também não foi observada estratificação da coluna d'água na maré baixa (baixamar), devido à baixa profundidade do local, o que sugere mistura das águas estuarinas e salinas nesta situação de maré. Já na maré alta (preamar), pode-se notar uma ligeira estratificação por temperatura, a superfície sempre apresentando valores maiores que no fundo.

Os dados analisados *in situ* se encontram tabelados no Anexo III.



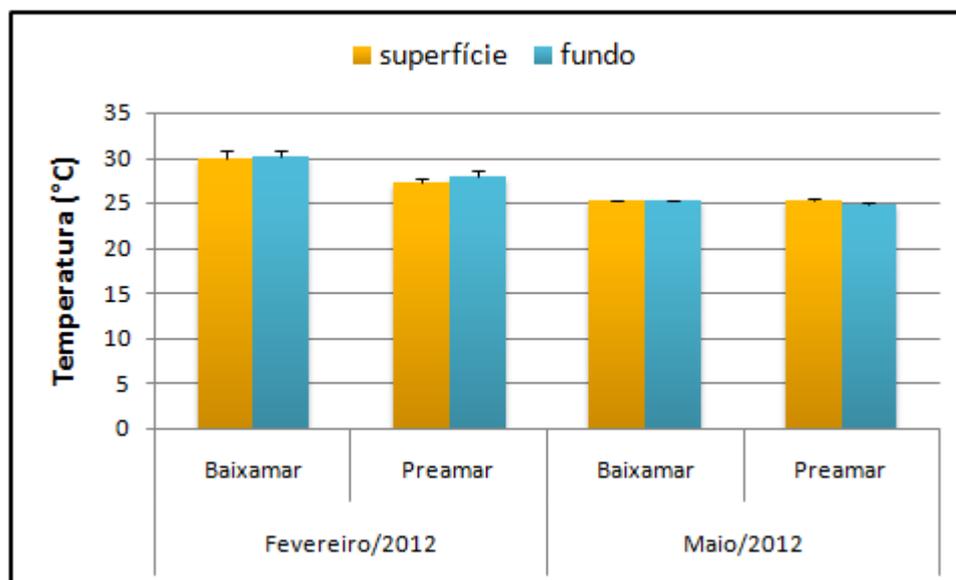
**Figura III.1.1-3** – Variação da temperatura nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Maio/2012



**Figura III.1.1-4** – Variação da temperatura nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Maio/2012

Observando os valores médios entre as estações para as duas campanhas, é possível observar que a temperatura foi maior na campanha de Fevereiro/2012 do que na de Maio/2012, em função da sazonalidade. Foi observada pequena variação em relação às marés somente no mês de fevereiro. As variações entre as profundidades (superfície e fundo) foram muito tênues em ambas as campanhas (Figura III.1.1-5).

Os valores encontrados na campanha de Fevereiro/2012 tiveram médias acima de 25°C na preamar e próximas a 30°C na baixamar, e na campanha de maio/2012 a média foi próxima a 25°C nas duas situações de maré.

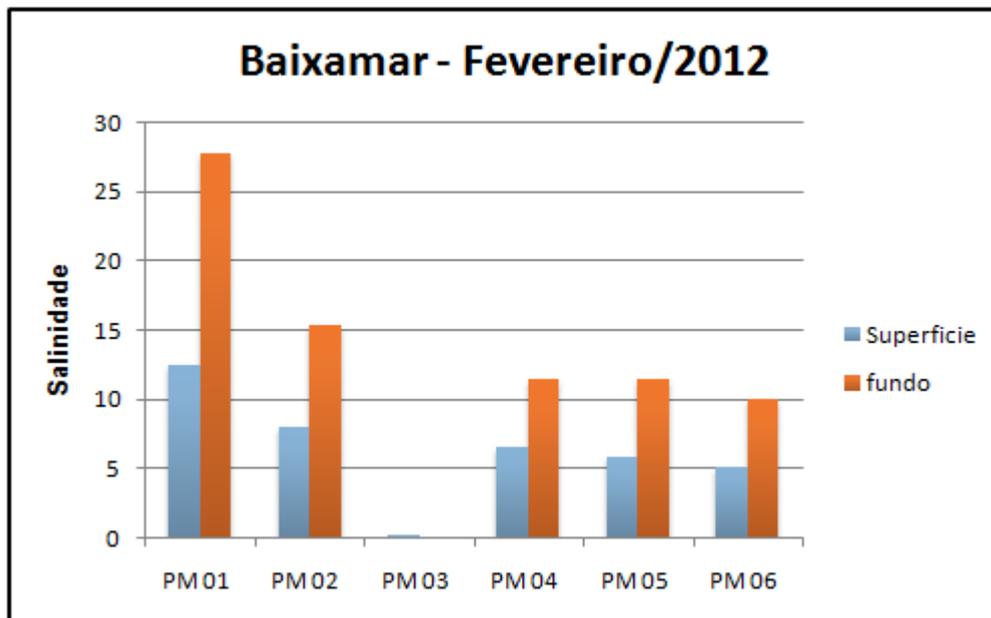


**Figura III.1.1-5** – Valores médios de temperatura  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

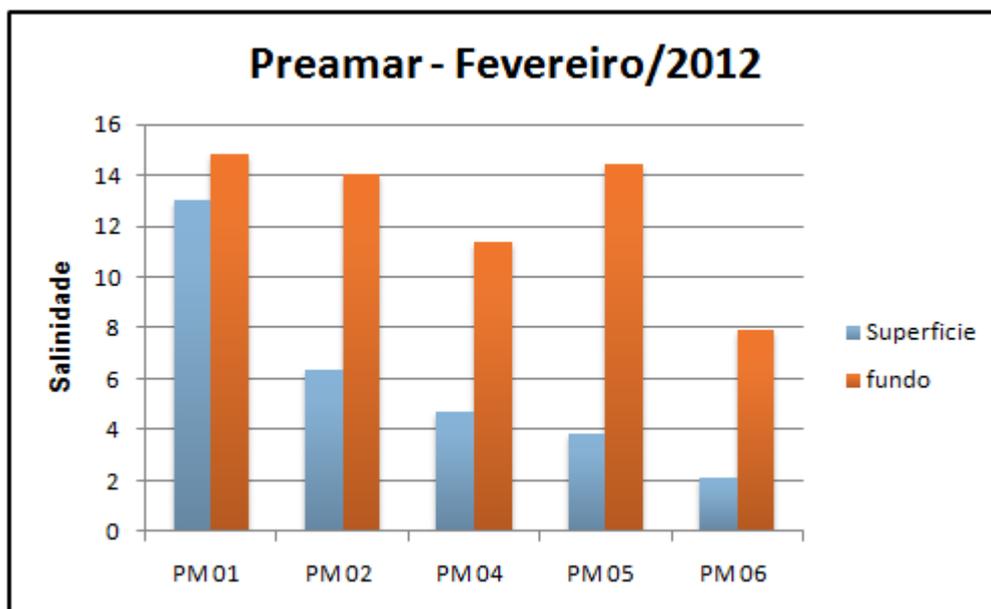
### III.1.2 – Salinidade e Condutividade

Segundo os dados obtidos nas duas condições de maré da campanha de Fevereiro/2012, a salinidade variou de 2 a 28. A baixamar, apesar de ter apresentado o maior valor de salinidade encontrado na atual campanha (28) (Figura III.1.2-1), teve uma média próxima à média das salinidades da preamar: a primeira com média de  $10 \pm 7,1$  e a última com média de  $9 \pm 4,8$ . Além disso, comparando-se os dados obtidos na superfície e no fundo, sendo consideradas as duas condições de maré, tem-se uma média de  $6 \pm 3,9$  na superfície e de  $14 \pm 5,4$  no fundo.

A salinidade na superfície apresentou maiores valores no ponto PM01, decrescendo até o ponto PM06, devido à distribuição geográfica dos pontos ao longo do estuário (tanto na baixamar quanto na preamar) (Figura III.1.2-2).



**Figura III.1.2-1** – Variação da salinidade nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.

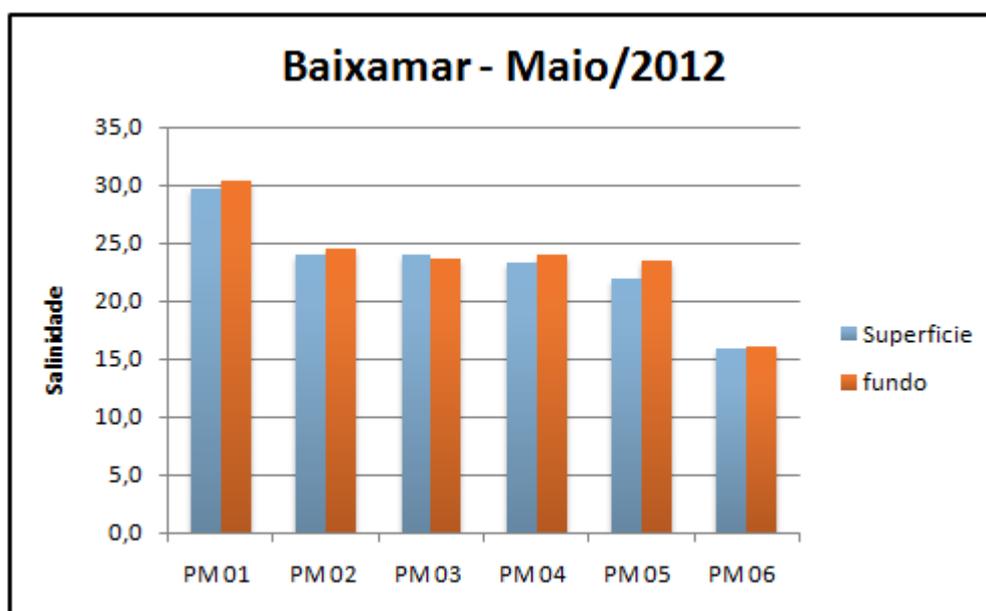


**Figura III.1.2-2** – Variação da salinidade nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Fevereiro/2012.

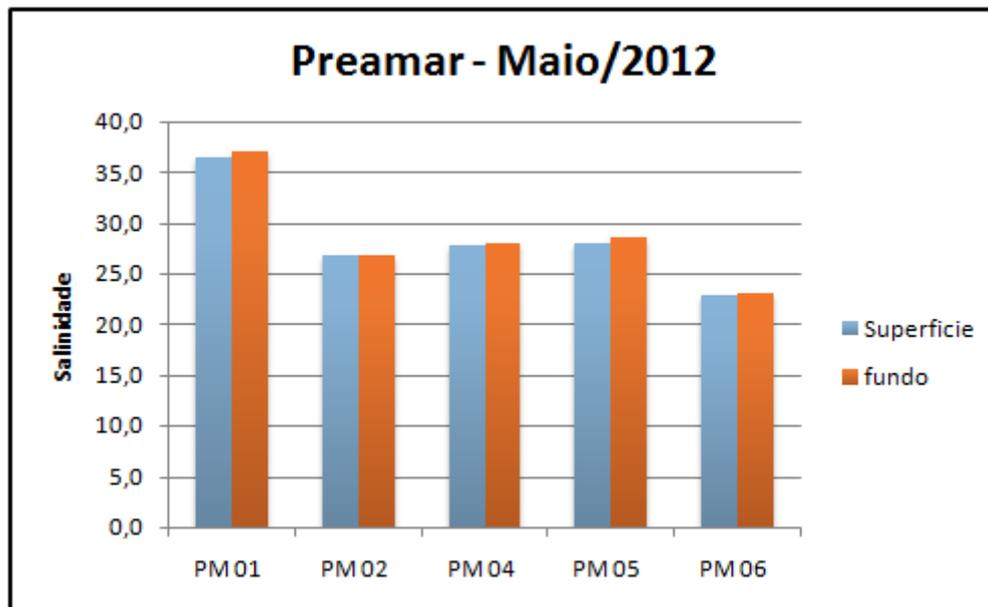
Na campanha de Maio/2012, pode-se observar nos pontos de monitoramento, na baixamar, a salinidade média de 23,1 na superfície e 23,7 no fundo. O menor valor de salinidade medido foi de 15,8 no ponto PM06/superfície e

o maior valor encontrado foi de 30,4 no ponto PM01/fundo (Figura III.1.2-3). Na preamar, a salinidade obteve média de 28,2 na superfície e 28,8 no fundo, e alcançou seu máximo (37,1) no ponto PM01/superfície, e seu mínimo (22,8) no ponto PM06/superfície (Figura III.1.2-4).

A salinidade apresentou tanto na baixamar quanto na preamar maiores valores no ponto PM01, decrescendo até o ponto PM06, devido à distribuição geográfica dos pontos ao longo do estuário em questão, sendo o PM01 mais próximo a desembocadura do rio, recebendo maiores influências da água salina, e o PM06 sendo o ponto mais interior do estuário, com maiores influências fluviais.



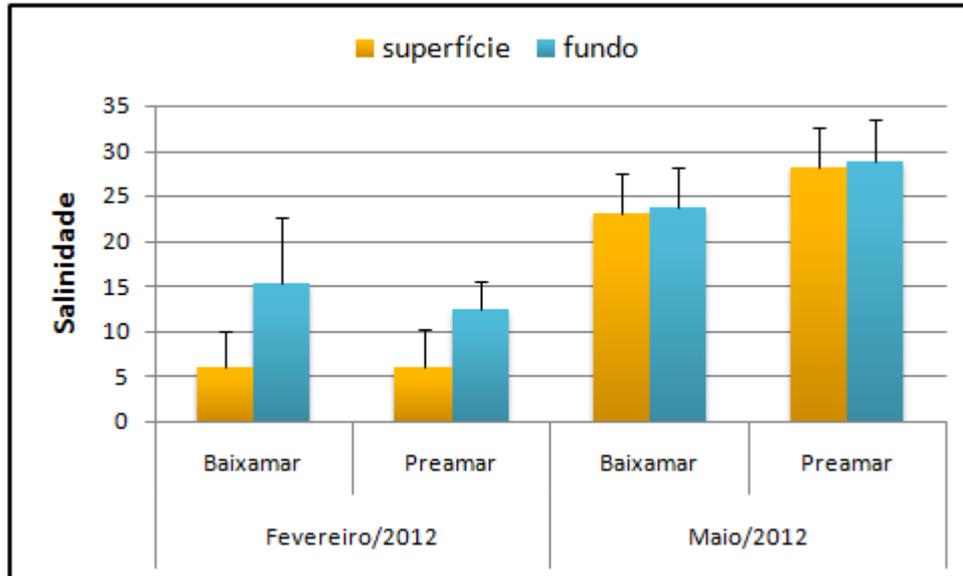
**Figura III.1.2-3** – Variação da salinidade nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar - Campanha de Maio/2012.



**Figura III.1.2-4** – Variação da salinidade nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar - Campanha de Maio/2012.

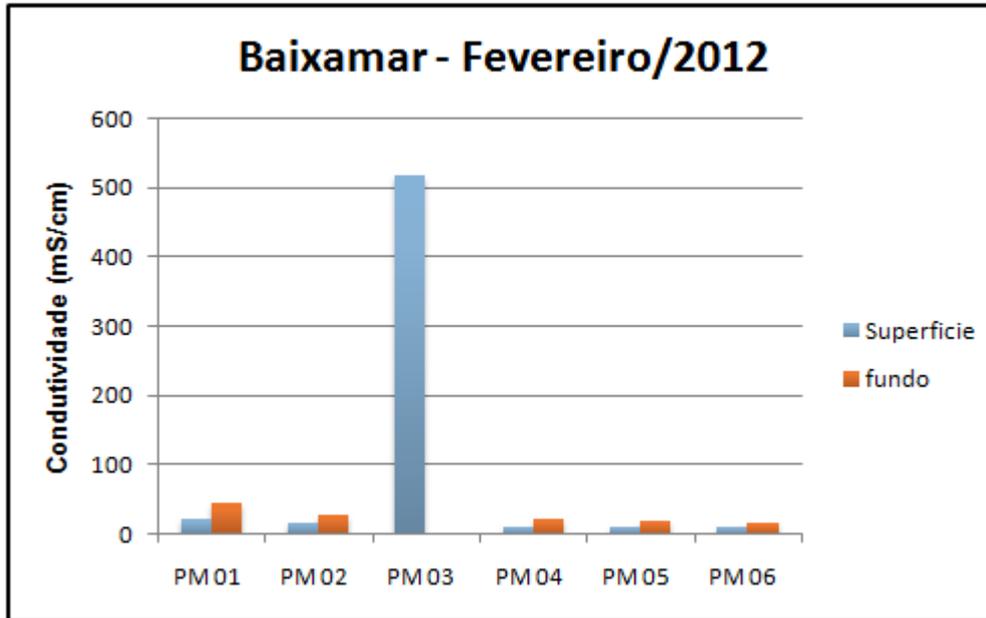
Comparando com as campanhas, a salinidade variou de acordo com a sazonalidade das chuvas, apresentando menores valores médios ( $6 \pm 4$  na superfície em ambas as marés, e  $13 \pm 3$  a  $15 \pm 7$  no fundo) no mês de fevereiro (chuvoso) e maiores valores médios ( $23 \pm 4$  a  $28 \pm 5$  na superfície e  $24 \pm 5$  a  $29 \pm 5$  no fundo) no mês de maio (início do período de seca) (Figura III.1.2-5).

É possível que no verão, campanha de Fevereiro/2012, devido à maior quantidade de chuva típica dessa época, tenha levado a uma maior estratificação da coluna d'água nessa campanha, enquanto que a temperatura mais fria do mês de maio caracterizou uma situação de águas mais misturadas na presente campanha, evidenciada pela maior diferença de salinidade entre superfície e fundo encontrada no mês de fevereiro.

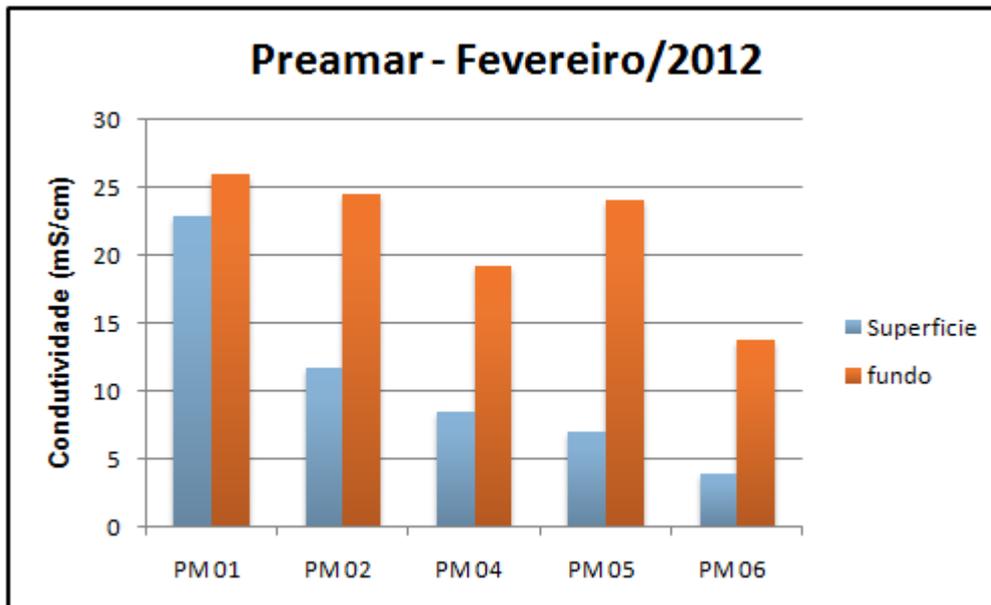


**Figura III.1.2-5** – Valores médios de salinidade  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

Com relação à condutividade, a partir dos dados encontrados na campanha de Fevereiro/2012 foi possível perceber que a baixamar apresentou média de  $98,23 \pm 205,70$  na superfície e de  $26,22 \pm 11,70$  mS/cm no fundo. Na preamar, as médias foram de  $10,80 \pm 7,31$  e de  $21,49 \pm 5,01$  mS/cm, na superfície e no fundo, respectivamente. A alta média calculada para baixamar/superfície se deve ao valor máximo de 518,00 mS/cm encontrado no ponto PM03 (Figura III.1.2-6). Os valores da baixamar oscilaram entre 10,04 e 518,00 mS/cm na superfície e entre 17,17 e 46,10 mS/cm no fundo. Os valores da preamar variaram entre 6,61 e 7,40 mS/cm na superfície e entre 6,75 e 7,52 mS/cm no fundo (Figura III.1.2-7).

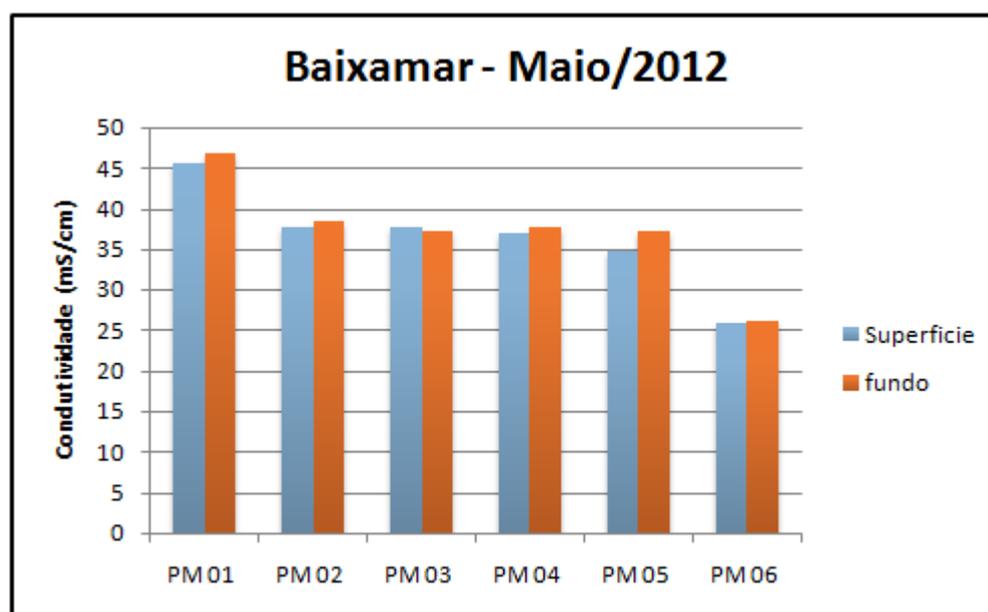


**Figura III.1.2-6** – Variação da condutividade nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.

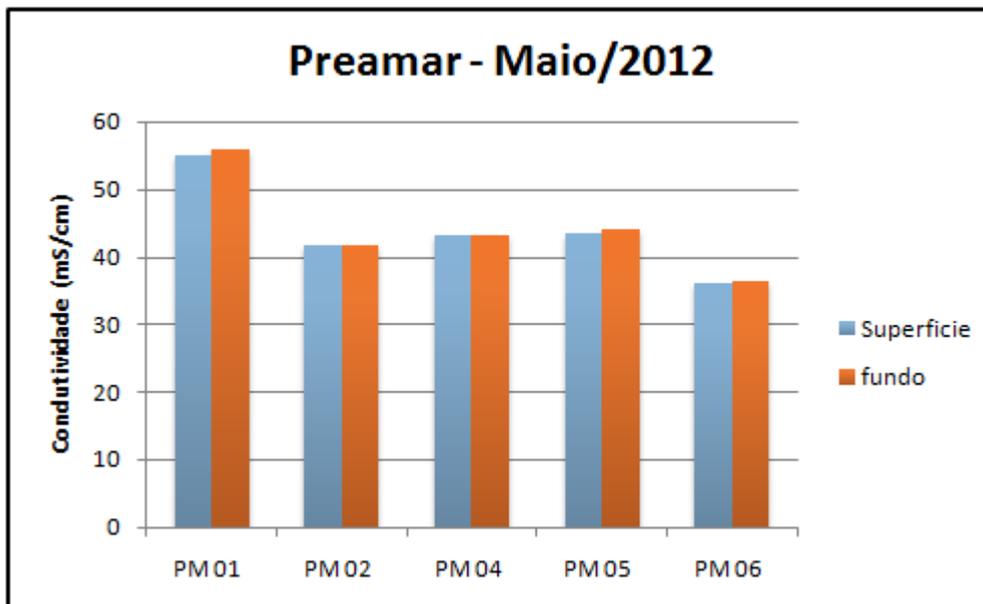


**Figura III.1.2-7** – Variação da condutividade nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Fevereiro/2012.

Na campanha de Maio/2012, pode-se observar na baixamar, que a condutividade média foi 36 mS/cm na superfície e 37 mS/cm no fundo, com máximo de 47 mS/cm no ponto PM01/fundo e mínimo de 26 mS/cm no ponto PM06 tanto na superfície quanto no fundo (Figura III.1.2-8). Para a preamar, a média foi de 44 mS/cm tanto na superfície quanto no fundo, com valor máximo de 56 mS/cm no ponto PM01/fundo e o valor mínimo de 36 mS/cm no ponto PM06/superfície (Figura III.1.2-9).



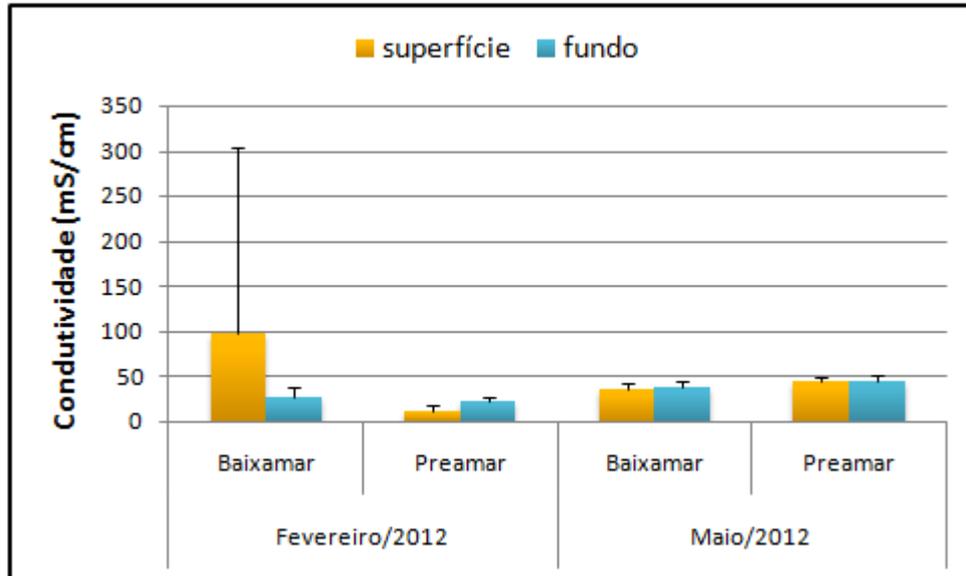
**Figura III.1.2-8** – Variação da condutividade (mS/cm) nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar - Campanha de Maio/2012.



**Figura III.1.2-9** – Variação da condutividade (mS/cm) nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar - Campanha de Maio/2012.

Quando comparado entre as campanhas, a condutividade apresentou pequenas variações nos valores médios do mês de maio, cujas médias foram sempre abaixo de 50 mS/cm em ambas as marés e profundidades, já na campanha de fevereiro/2012, os valores médios foram menores na preamar e maiores na baixamar (Figura III.1.2-10).

Na primeira campanha os valores médios foram bem diferentes, seguindo as variações de salinidade mais amplas do período. Além disso, vale ressaltar que o alto desvio padrão é devido a um valor muito acima dos outros (518 mS/cm) no ponto de monitoramento PM03 (ponto de água doce pluvial), resultando em maiores médias para os valores de superfície/baixamar da campanha de Fevereiro/2012.



**Figura III.1.2-10** – Valores médios de condutividade  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

A condutividade é um parâmetro que está diretamente relacionado com a concentração de sais na água, se distribuindo dentro do estuário de acordo com os padrões da salinidade, atingindo maiores valores nos pontos com maiores influências das águas salinas.

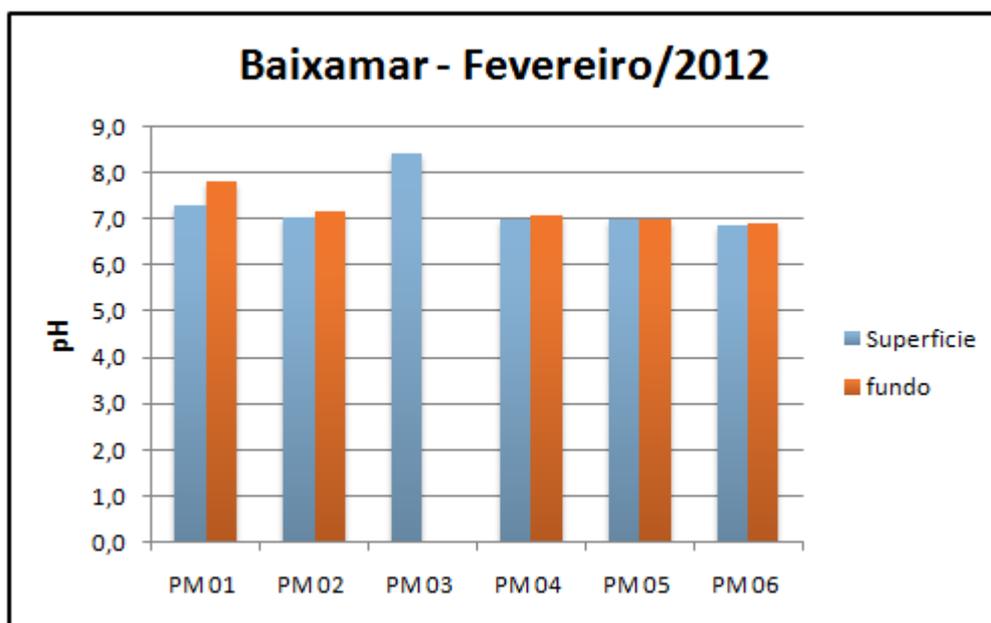
O parâmetro em questão teve comportamento diretamente proporcional à variação de salinidade, corroborando com o que foi escrito anteriormente, dessa forma é possível notar pequena variação na condutividade no mês em que a salinidade também apresentou esse comportamento (Maio/2012).

### III.1.3 – Potencial Hidrogeniônico (pH)

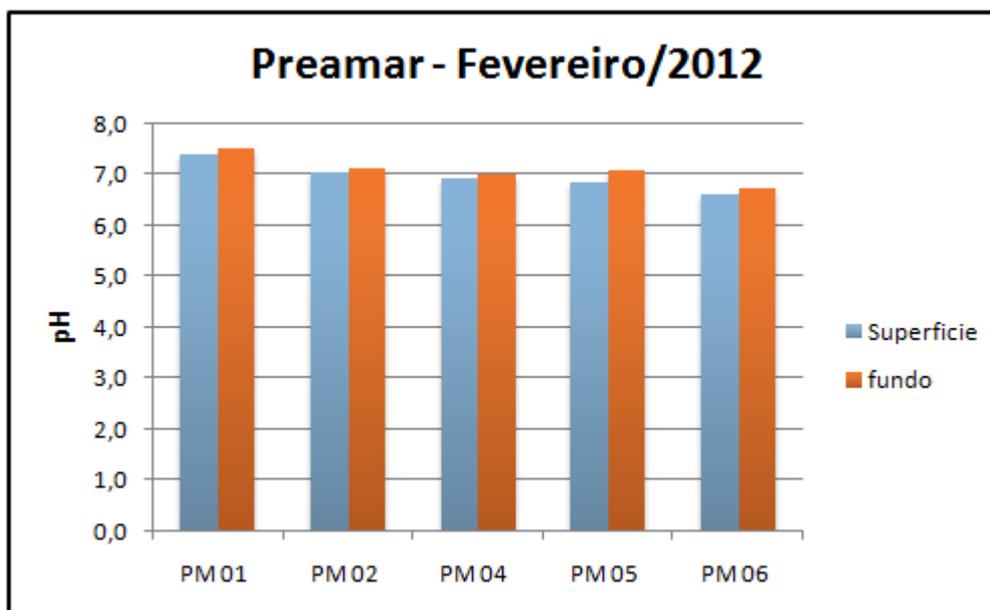
Na campanha de Fevereiro/2012, os valores de pH variaram de 6,61 a 8,43. As médias dos dados na baixamar foram de 7,26 na superfície e 7,19 no fundo. Na preamar as médias foram de 6,96 e 7,09 na superfície e fundo, respectivamente.

Os dados obtidos na superfície em condição de preamar decresceram do ponto de coleta PM01 ao PM06.

De acordo com a resolução CONAMA 357/05 o pH deve estar entre 6,5 e 8,5 em águas salobras classe 1. Dessa forma, todos os valores de pH da baixamar e da preamar estavam dentro do estipulado por tal resolução (Figura III.1.3-1).



**Figura III.1.3-1** – Variação do pH nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.

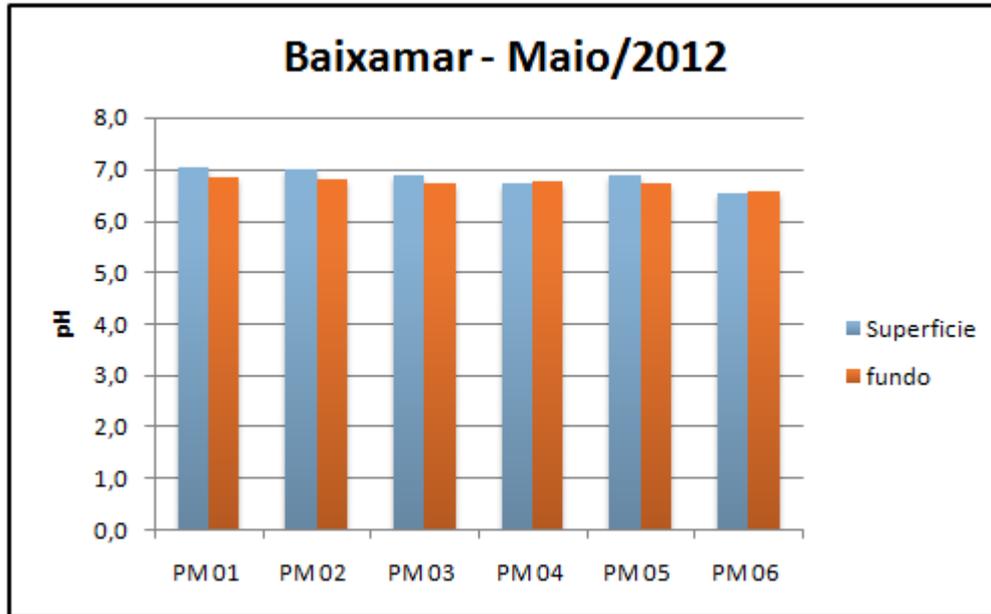


**Figura III.1.3-2** – Variação do pH nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Fevereiro/2012.

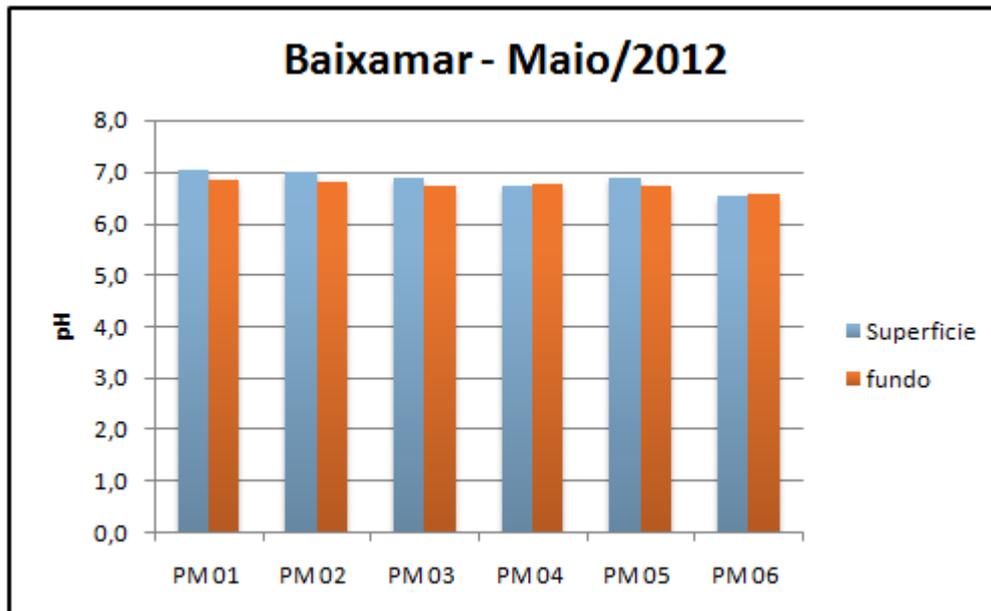
Os dados de pH obtidos na campanha de Maio/2012, mostraram a baixamar com média 6,8 na superfície e 6,7 no fundo, como valor mínimo 6,5 no ponto PM06/superfície e como valor máximo 7,0 nos pontos PM01 e PM02, ambos na superfície (Figura III.1.3-3). Já na preamar, a média foi de 6,3 na superfície e 6,4 no fundo, com os valores máximo (6,5) e mínimo (6,19) medidos nos pontos PM06/fundo e PM01/fundo, respectivamente (Figura III.1.3-4).

De acordo com a resolução CONAMA 357/05 o pH deve estar entre 6,5 e 8,5 em águas salobras classe 1. Dessa forma, todos os valores de pH da baixamar estavam dentro do estipulado pela resolução CONAMA, todavia, os valores encontrados na preamar ficaram ligeiramente abaixo do valor mínimo 6,5 na maioria das estações.

Observou-se variação de pequena magnitude no pH entre os mínimos e máximos na baixamar em relação a preamar, porém esta variação é natural pois o potencial hidrogeniônico é controlado por diversos fatores físico-químicos e biológicos, como a concentração de íons  $H^+$ , teor de matéria orgânica, dentre outros, fatores estes que sofrem variação de acordo com a influência de água salina ou estuarina (NIENCHESKI *et al.*, 1999).



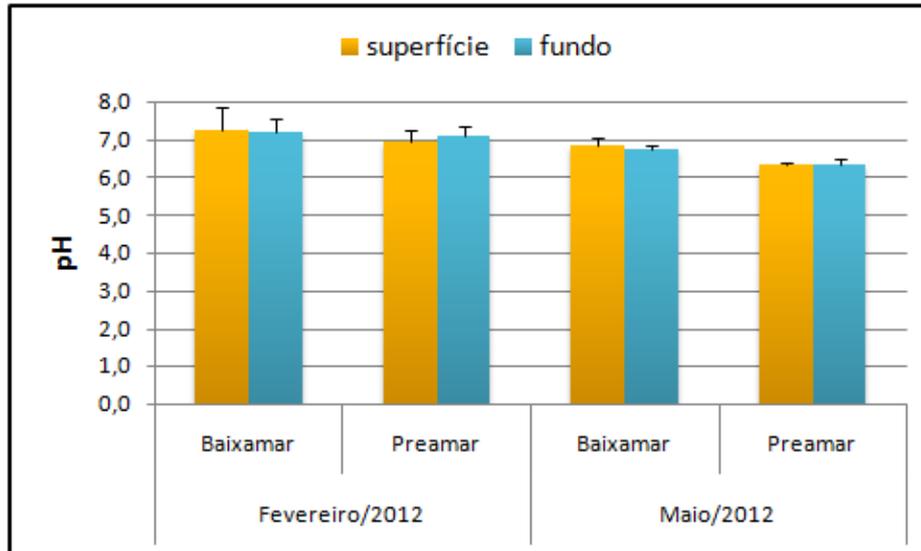
**Figura III.1.3-3** – Variação do potencial hidrogeniônico nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar - Campanha de Maio/2012.



**Figura III.1.3-4** – Variação do potencial hidrogeniônico nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar - Campanha de Maio/2012.

Com relação à comparação entre as campanhas, os dados obtidos para o pH mostraram uma variação pequena. Os valores médios de fevereiro/2012 foram

ligeiramente mais altos que os de maio/2012, variando em torno de 7,0 , enquanto que em maio/2012 o pH variou entre 6,0 e 7,0, sendo ligeiramente mais ácidos nas coletas de preamar (Figura III.1.3-5).

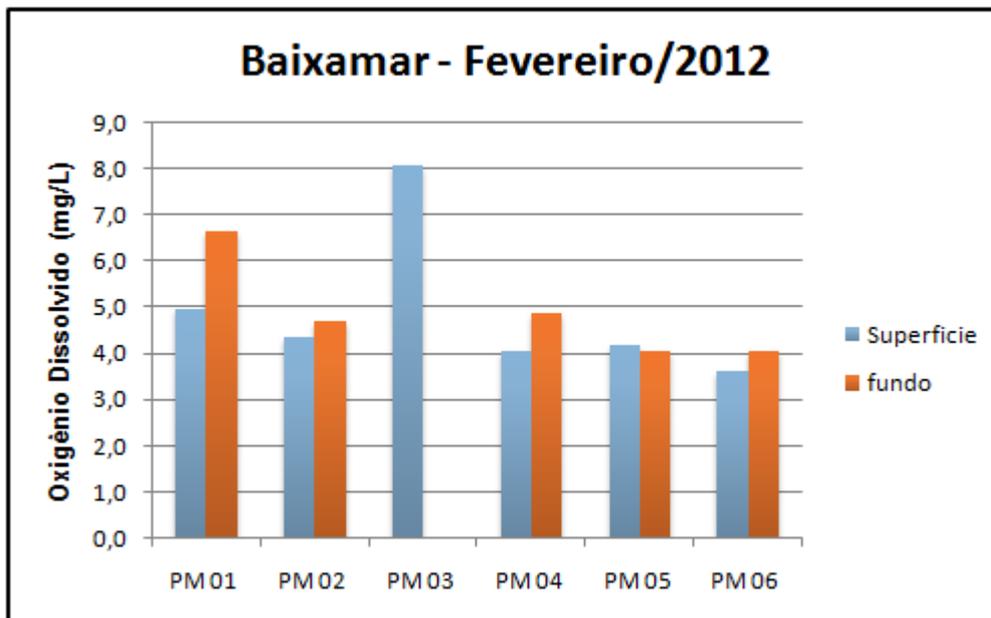


**Figura III.1.3-5** – Valores médios de pH  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento(DP=desvio padrão).

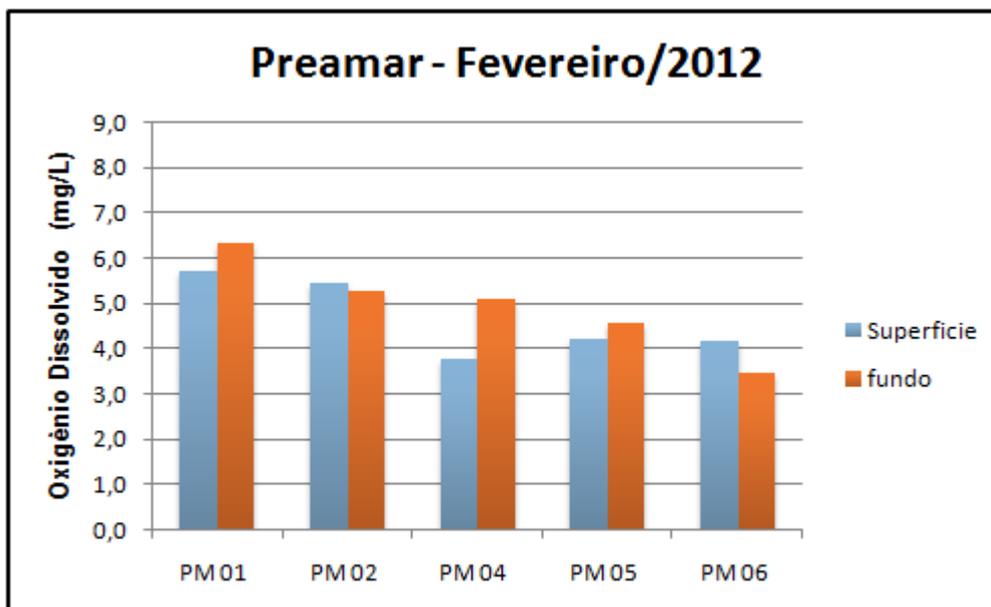
### III.1.4 – Oxigênio Dissolvido

O oxigênio dissolvido é de extrema importância nos ambientes aquáticos, pois é utilizado metabolicamente pelos organismos aeróbicos, sendo crucial para a existência de vida nos ecossistemas aquáticos (LALLI; PARSONS, 1995).

Na campanha de Fevereiro/2012, os valores de oxigênio dissolvido, seja na baixamar ou na preamar, apresentaram, na maioria das estações, valores inferiores aos estipulados no CONAMA 357/05. As médias de oxigênio dissolvido na baixamar e preamar foram próximas ( $4,87 \pm 1,3$  e  $4,81 \pm 0,9$  mg/L, respectivamente) e ficaram abaixo do valor recomendado de 5 mg/L para água salobra de classe 1 (Figura III.1.4-1 e Figura III.1.4-2).



**Figura III.1.4-1** – Variação do oxigênio dissolvido nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.

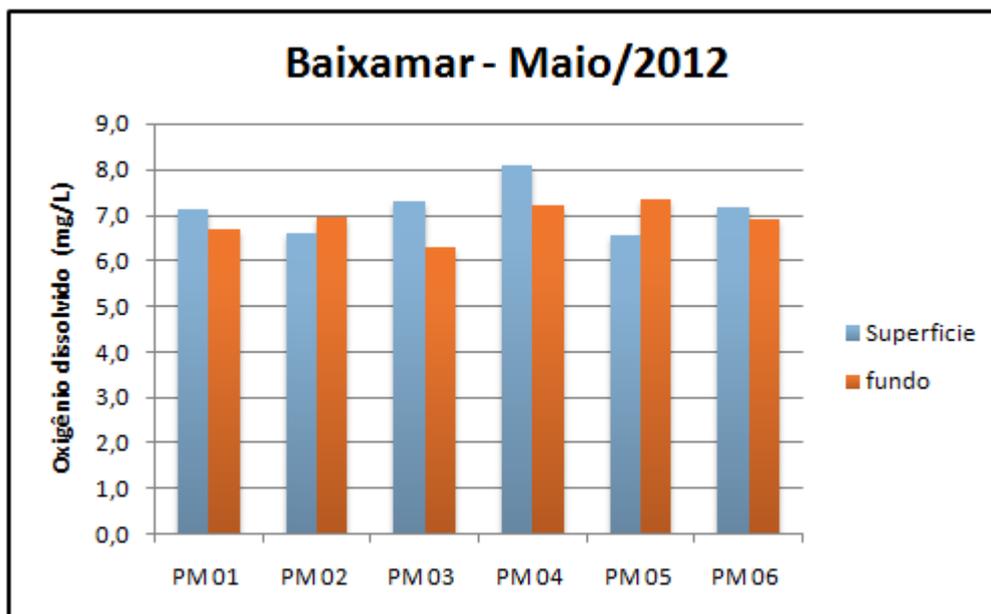


**Figura III.1.4-2** – Variação do oxigênio dissolvido nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Fevereiro/2012.

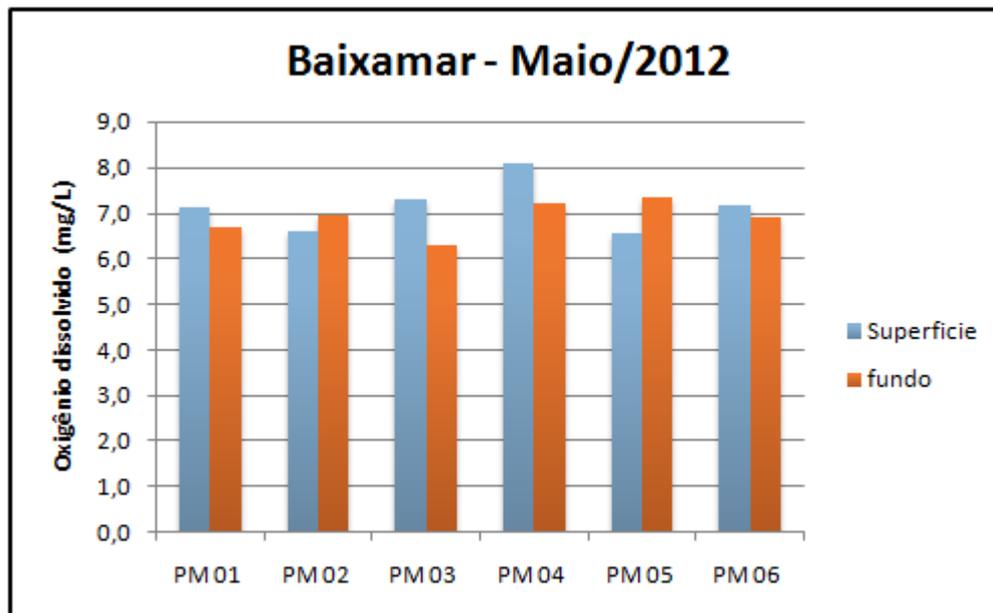
Na campanha de Maio/2012, o teor de oxigênio dissolvido nos pontos de monitoramento do TNC na baixamar variaram de 6,3 mg/L (PM03/fundo) a 8,1 mg/L (PM04/superfície), com média de 7,1 mg/L na superfície e 6,9 mg/L no fundo

(Figura III.1.4-3).

Na preamar, o oxigênio dissolvido oscilou entre 6,3 mg/L (PM05/superfície) e 8,5 mg/L (PM06/fundo), com média de 7,2 mg/L na superfície e 7,6 mg/L no fundo (Figura III.1.4-4). Os referidos dados estão dentro dos valores estipulados no CONAMA 357/05, que prevê valores acima de 5 mg/L O<sub>2</sub> para água salobra de classe 1.



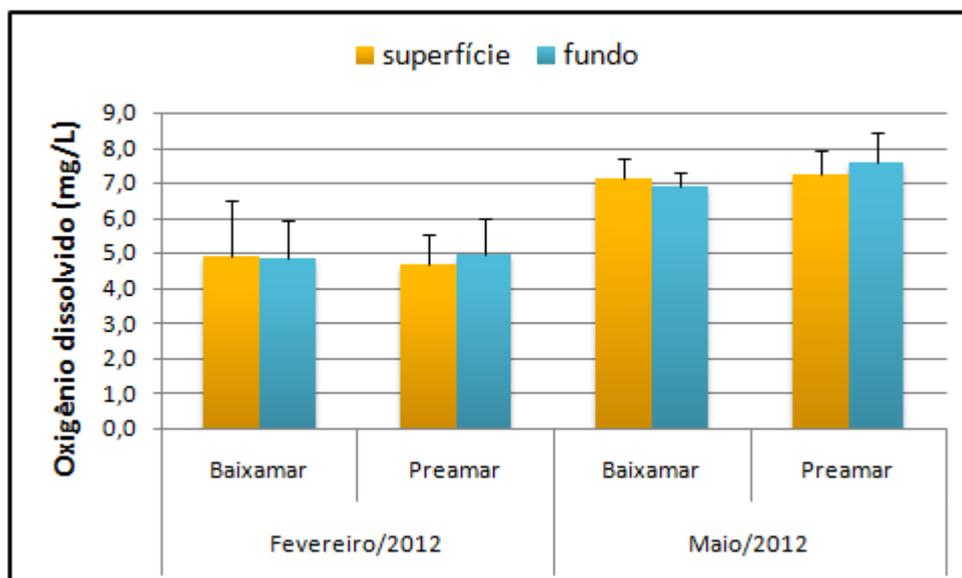
**Figura III.1.4-3** – Variação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar - Campanha de Maio/2012.



**Figura III.1.4-4** – Variação da concentração de oxigênio dissolvido (mg/L) nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar - Campanha de Maio/2012.

Na comparação entre as duas campanhas de coleta, os valores médios de oxigênio dissolvido (OD) foram maiores no mês de maio, cujas médias variaram em torno de 7,0 mg/L; e para fevereiro os dados apresentaram médias mais baixas, abaixo de 5,0 mg/L nas duas situações de maré (preamar e baixamar) e nas duas profundidades (Figura III.1.4-5).

A variação das concentrações de OD pode ser motivada por alterações abióticas (salinidade, temperatura e pressão) ou bióticas (consumo/respiração e produção/fotossíntese). Dessa forma, era esperado que a coleta de maio/2012, por apresentar temperaturas mais frias em decorrência da sazonalidade, tenha apresentado médias mais altas, retendo maiores concentrações de oxigênio dissolvido na água.

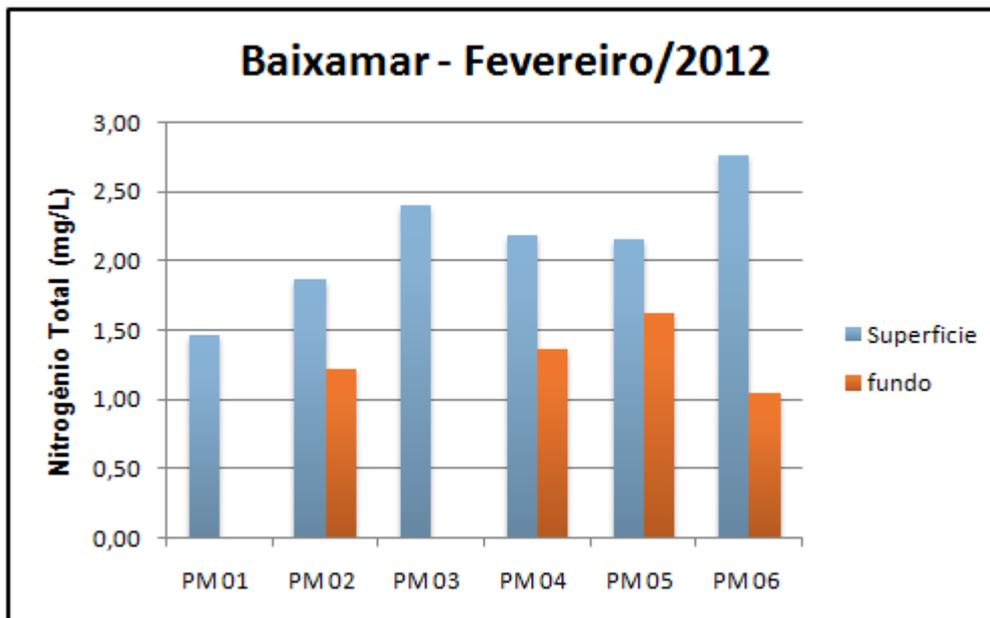


**Figura III.1.4-5** – Valores médios de oxigênio dissolvido  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

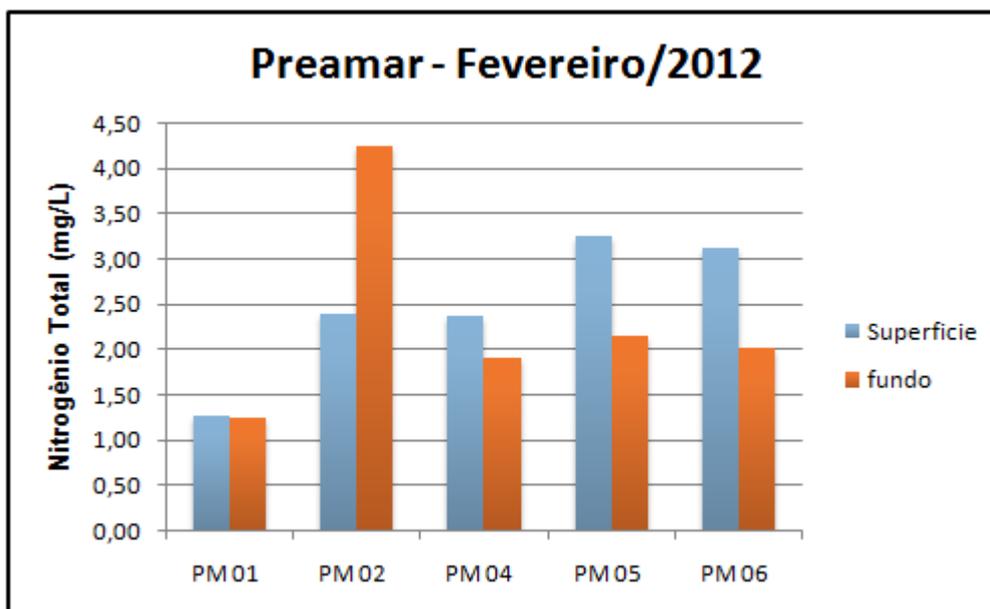
### III.1.5 – Nitrogenados e Fósforo Total

Os valores de nitrogênio total da campanha de Fevereiro/2012 tiveram o valor mínimo de 1,04 mg/L e máximo de 4,25 mg/L. Além disso, houve um valor abaixo do detectável no ponto de coleta PM01/fundo em condição de maré de baixamar (Figura III.1.5-1 e Figura III.1.5-2).

Não há valor estabelecido no CONAMA para nitrogênio total.



**Figura III.1.5-1** – Variação de nitrogênio total nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.

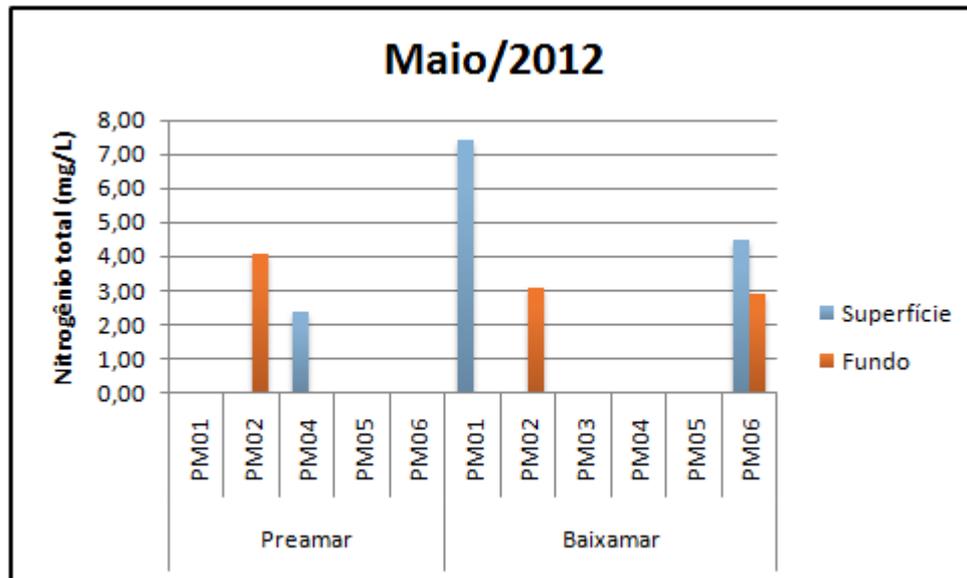


**Figura III.1.5-2** – Variação de nitrogênio total nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Fevereiro/2012.

Na campanha de Maio/2012, as concentrações de nitrogênio total foram bastante similares às de nitrogênio Kjeldahl, como descrito na tabela III.1.5-1.

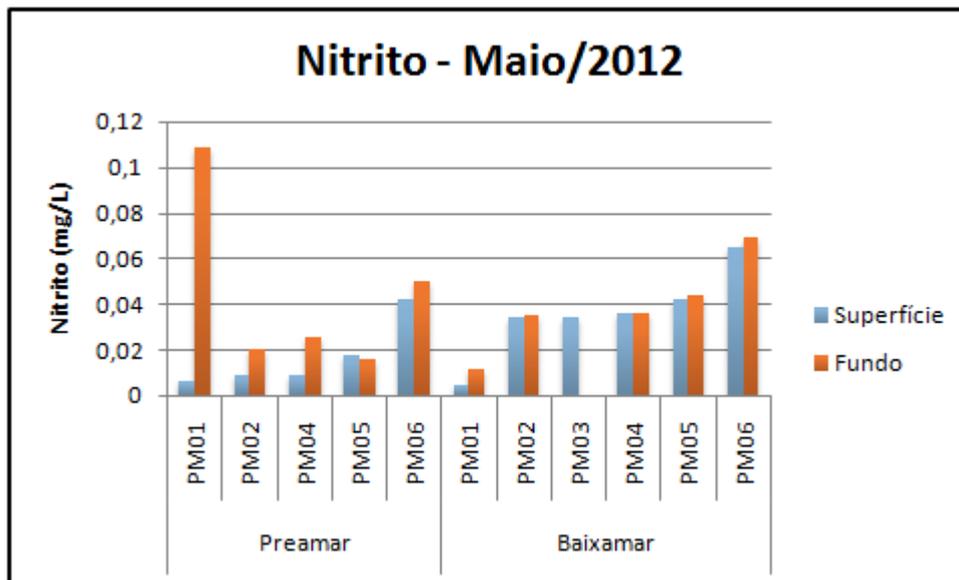
O maior resultado foi obtido na estação PM01/superfície durante a

baixamar (7,4 mg/L), sendo que muitos pontos de amostragem exibiram valores não detectáveis (< 2,0 mg/L) (Figura III.1.5-3).



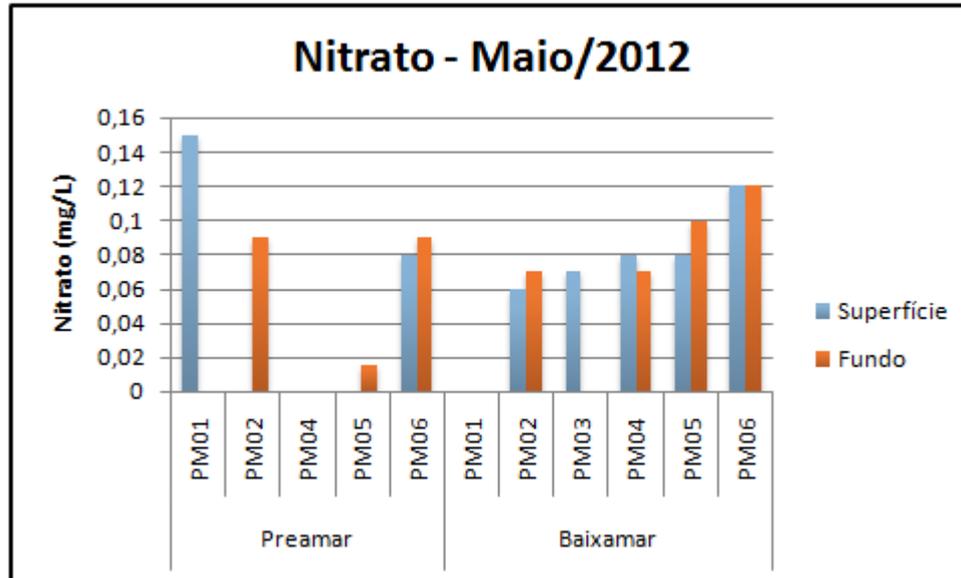
**Figura III.1.5-3** – Variação de nitrogênio total nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Maio/2012.

Na campanha de Maio/2012, as concentrações de nitrito variaram de 0,005 mg/L a 0,109 mg/L nas estações PM01/superfície durante a baixamar e PM01/fundo durante a preamar. Constatou-se que os resultados de nitrito registrados junto ao fundo foram superiores aos observados em superfície, tanto durante a preamar, quanto durante a baixamar. Considerando os valores encontrados na superfície, estes foram maiores durante a baixamar (Figuras III.1.5-4).



**Figura III.1.5-4** – Concentrações de nitrito (mg/L) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condição de preamar e baixamar - Campanha de Maio/2012.

Já as concentrações de nitrato - as quais foram as mais elevadas entre os compostos nitrogenados do sistema em questão - apresentaram 4 estações (Tabela III.1.5-1) cujos valores não foram detectados ( $< 0,05$  mg/L) e o resultado máximo foi de 0,15 mg/L registrado na estação PM01/superfície durante a preamar. Os valores de nitrato foram observados em ambas as profundidades (superfície e fundo) durante a preamar somente na estação PM06, sendo maiores junto ao fundo. Tal distribuição também foi observada durante a baixamar onde as concentrações detectadas ao longo da malha amostral foram superiores junto ao fundo (Figuras III.1.5-5). Esses resultados indicam que as águas analisadas não estão poluídas visto que o nitrato é o nutriente mais abundante (CETESB, 2012).



**Figura III.1.5-5** – Concentrações de nitrato (mg/L) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condição de baixamar - Campanha de Maio/2012.

A tabela III.1.5-1 mostra as concentrações de todos os nitrogenados e as de fósforo total determinadas nas amostras de água coletadas nas estações do Rio Barra Nova, nas condições de preamar e baixamar, nas profundidades de superfície e fundo da campanha de Maio/2012.

Todos os dados analisados em laboratório se encontram tabelados nos anexos I, II, III e IV, referentes às campanhas de Fevereiro/2012 e Maio/2012.

**Tabela III.1.5-1 – Concentrações (mg/L) de nitrito, nitrato, nitrogênio Kjeldahl total, nitrogênio total e fósforo total encontradas nas estações do projeto de monitoramento na área de influência do Terminal Norte Capixaba – Campanha de Maio/2012.**

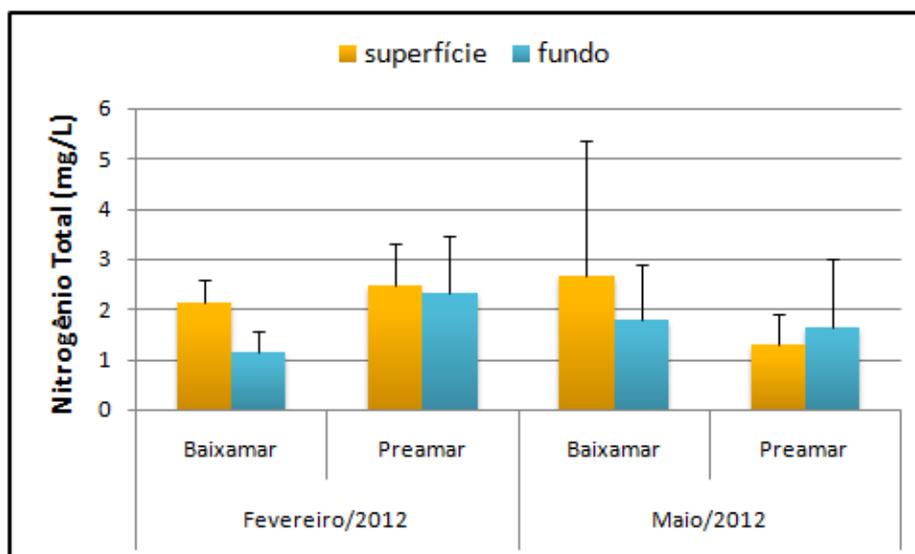
		Parâmetros (mg/L)	Nitrito	Nitrato	Nitrogênio Kjeldahl Total	Nitrogênio Total	Fósforo Total
<b>PREAMAR</b>	<b>Superfície</b>	<b>PM01</b>	0,006	0,15	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM02</b>	0,009	<0,05	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM04</b>	0,009	<0,05	2,4	2,4	<0,030
		<b>PM05</b>	0,018	<0,05	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM06</b>	0,042	0,08	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM01</b>	0,109	<0,05	<2,00	<2,00	<0,030
	<b>Fundo</b>	<b>PM02</b>	0,02	0,09	4	4,1	0,03
		<b>PM04</b>	0,026	<0,05	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM05</b>	0,016	0,016	<2,00	<2,00	0,04
		<b>PM06</b>	0,05	0,09	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM01</b>	0,005	<0,05	7,4	7,4	<0,030
		<b>PM02</b>	0,034	0,06	<2,00	<2,00	<0,030
<b>BAIXAMAR</b>	<b>Superfície</b>	<b>PM03</b>	0,034	0,07	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM04</b>	0,036	0,08	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM05</b>	0,042	0,08	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM06</b>	0,065	0,12	4,3	4,5	<0,030
		<b>PM01</b>	0,012	<0,05	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM02</b>	0,035	0,07	3	3,1	<0,030
	<b>Fundo</b>	<b>PM04</b>	0,036	0,07	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM05</b>	0,044	0,1	<2,00	<2,00	<0,030
		<b>PM06</b>	0,069	0,12	2,7	2,9	<0,030

Comparando os valores de nitrogênio total da campanha de Fevereiro/2012 aos encontradas na campanha de Maio/2012, é visto que os valores médios foram bem próximos entre eles, sendo na maioria das vezes mais alto na superfície (Figura III.1.5-6).

Na campanha de Maio/2012, apenas cinco das 21 amostras coletadas apresentaram concentrações acima do limite mínimo detectável, em contra partida, na campanha de Fevereiro/2012, apenas um valor foi abaixo do limite de detecção.

O alto desvio padrão presente na média de superfície na baixamar de

Maio/2012 é decorrente da concentração detectada em apenas dois pontos PM01 (7,40mg/L) e PM06 (4,50mg/L).

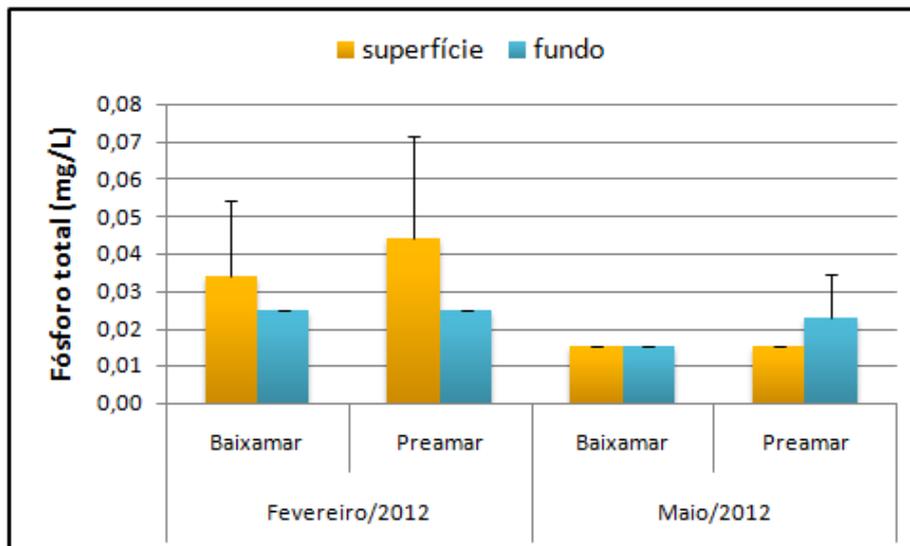


**Figura III.1.5-6** – Valores médios de nitrogênio total  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

Com relação aos valores de fósforo total, na campanha de Fevereiro/2012, apenas três valores estiveram acima do limite de detecção. Na baixamar foi encontrado 0,08 mg/L de fósforo na superfície da estação PM03. Na preamar foi encontrado 0,07 mg/L na estação PM05 e 0,08 na estação PM06, ambos na superfície.

Apenas duas estações apresentaram concentrações acima do limite de detecção (<0,030 mg/L) na campanha de Maio/2012, são elas: 0,03 mg/L na estação PM02 fundo durante a preamar e 0,04 mg/L na estação PM05 fundo na preamar.

Comparando com as campanhas, os valores encontrados para concentrações de fósforo foram bastante similares. As médias foram abaixo de 0,05 mg/L tanto na campanha de Fevereiro/2012 como em Maio/2012, nas duas situações de marés e profundidades. Além disso, poucos valores de fósforo puderam ser detectados nas duas campanhas (Figura III.1.5-7).



**Figura III.1.5-7** – Valores médios de fósforo total  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

Para efeitos de comparação entre as campanhas, os valores médios representados nessa análise utilizaram metade do valor do limite de detecção para aquelas amostras cujas concentrações de nitrogênio ou fósforo foram não detectáveis.

De modo geral, as concentrações dos nutrientes descritos anteriormente foram superiores durante a baixamar, o que pode ser justificado pelo menor nível das águas, pelo aporte dos nutrientes deixados após a preamar, bem como pela maior influência da drenagem continental. Tal cenário também foi observado em estudos anteriores (MEDEIROS *et al.*, 2010; SIGNORIN *et al.*, 2010)

Não há valor estabelecido no CONAMA para nitrogênio total. Considerando o fósforo, o valor máximo permitido para águas salobras Classe 1 é de 0,124 mg/L, de forma que todos os resultados estão dentro do estabelecido por essa resolução em ambas as campanhas.

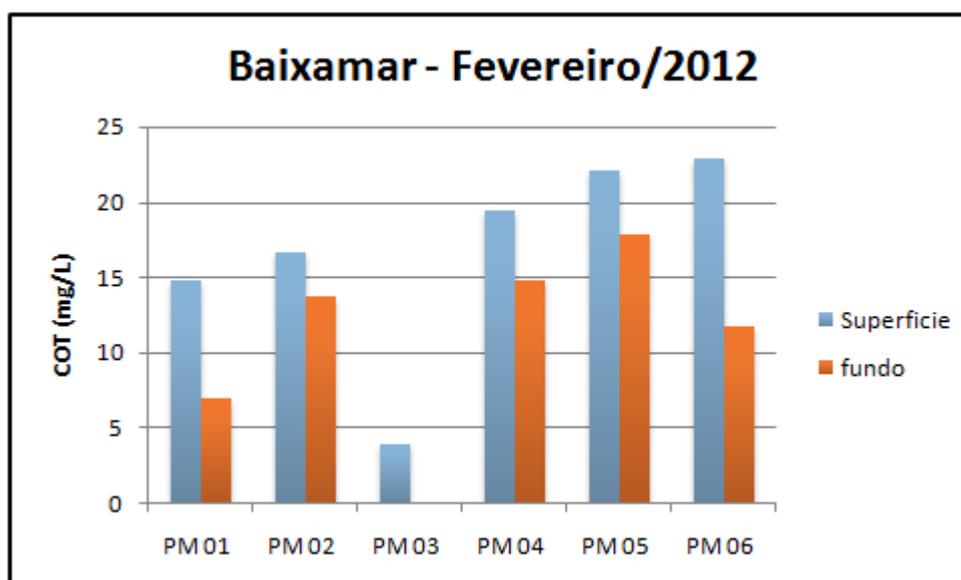
### III.1.6 – Carbono Orgânico Total

O metabolismo da matéria orgânica em ecossistemas aquáticos dá lugar a um complexo ciclo do carbono que determina tanto as estruturas como funcionamento de tais ambientes. Durante o processo de deposição, a matéria orgânica é retrabalhada por atividades microbianas e, como resultado, ocorre alteração na composição original e perda da matéria orgânica (MEYERS; LALLIER-VERGÈS, 1999).

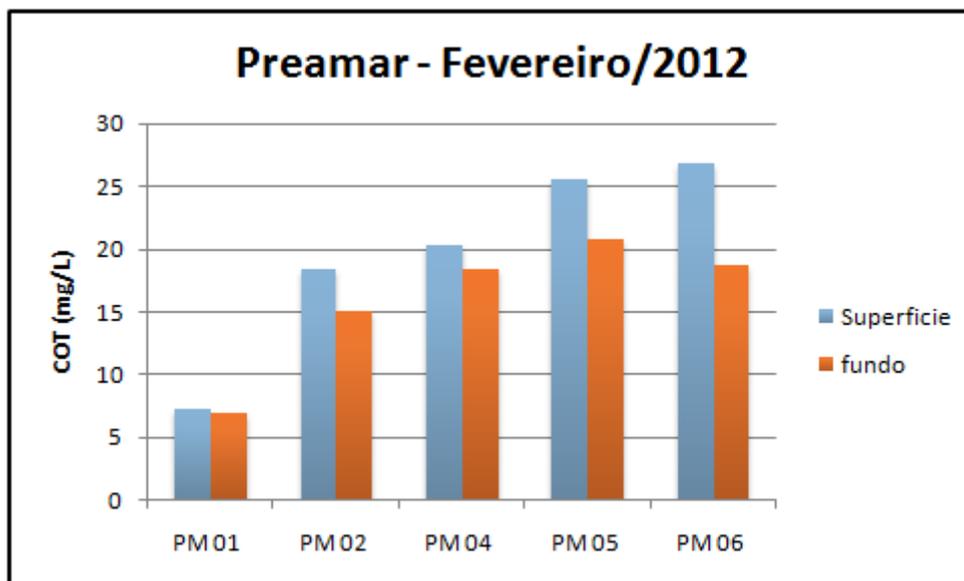
O grau de degradação é determinado por uma série de condições físicas e químicas na relação com a quantidade de entrada alóctone e autóctone da matéria orgânica (WETZEL, 1980). O material orgânico não decomposto na coluna d'água é incorporado aos sedimentos, onde pode ser preservado ou sujeito à degradação biológica (HAKANSON; JANSSON, 1983).

Na campanha de Fevereiro/2012 as concentrações de COT aumentaram do ponto PM01 ao PM06, indicando um aumento da matéria orgânica conforme se aproximava da foz do rio (Figura III.1.6-1 e III.1.6-2).

Todos os valores encontrados foram mais altos na superfície que no fundo, nas duas situações de marés. O ponto PM03, por representar água da chuva acumulada, apresentou o menor teor de carbono orgânico total.



**Figura III.1.6-1** – Variação de carbono orgânico total nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.



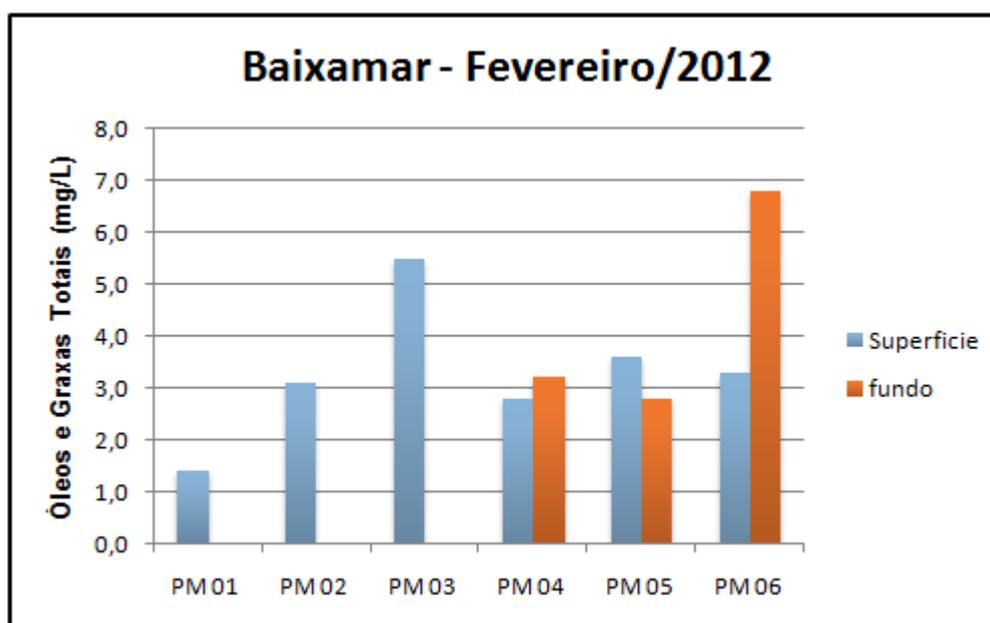
**Figura III.1.6-2** – Variação de carbono orgânico total nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Fevereiro/2012.

Segundo o CONAMA 357/05, em águas salobras classe 1, a concentração de carbono orgânico total deve ser no máximo 3 mg/L, de forma que todas as amostras encontradas na campanha de Fevereiro/2012 estavam acima do esperado. Segundo essa mesma resolução, a classe 3 para água salobras pode apresentar até 10 mg/L de COT, de forma que o ponto PM01 pode ser enquadrado como água classe 3, mas os outros pontos apresentaram uma qualidade de água mais baixa, de acordo com as concentrações de COT.

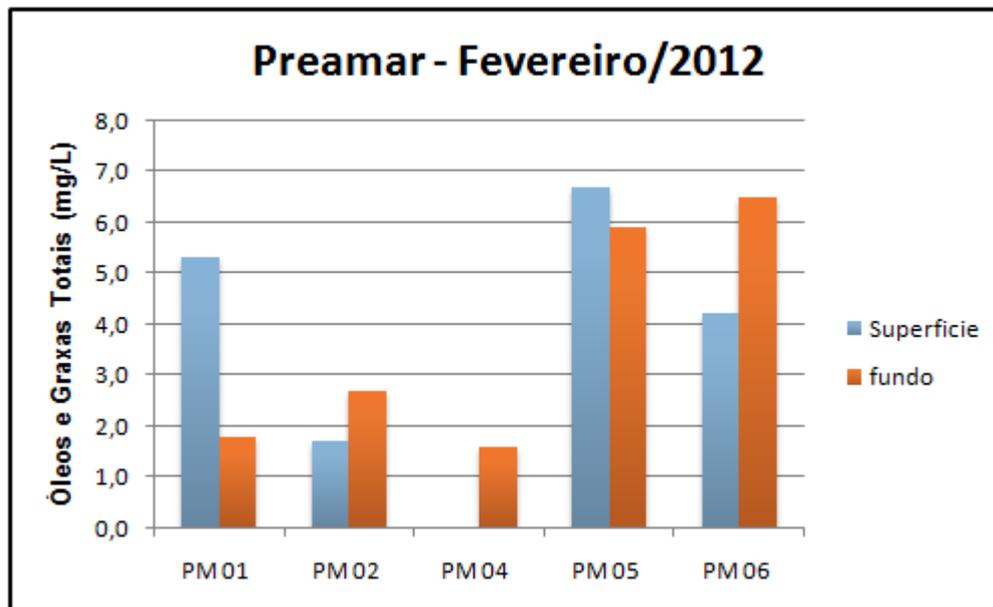
Esse resultado pode indicar um indício de poluição orgânica, sendo que o teor de material orgânico aumentou com a proximidade do mar, visto que a estação PM01 apresentou os menores valores de COT e a PM06 os maiores. Além disso, os valores de COT foram mais altos na preamar, quando a influência de águas salinas é maior no estuário.

### III.1.7 – Óleos e graxas

Na campanha de Fevereiro/2012 três valores ficaram abaixo do limite de detecção do método utilizado (1,0 mg/L): a amostra coletada no ponto PM04 da superfície na preamar e as amostras coletadas nos pontos PM01 e PM02, referentes ao fundo na baixamar. O restante variou de 1,40 a 5,50 mg/L na baixamar (Figura III.1.7-1) e de 1,60 a 6,70 mg/L na preamar (Figura III.1.7-2).



**Figura III.1.7-1** – Variação de óleos e graxas totais nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.



**Figura III.1.7-2** – Variação de óleos e graxas totais nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar – Campanha de Fevereiro/2012.

Com relação aos valores de óleos e graxas na campanha de Maio/2012, apenas duas estações apresentaram concentrações acima do limite de detecção (> 6 mg/L): 6,7 mg/L na estação PM01/superfície durante a preamar e 7,0 mg/L na estação PM02/fundo na preamar.

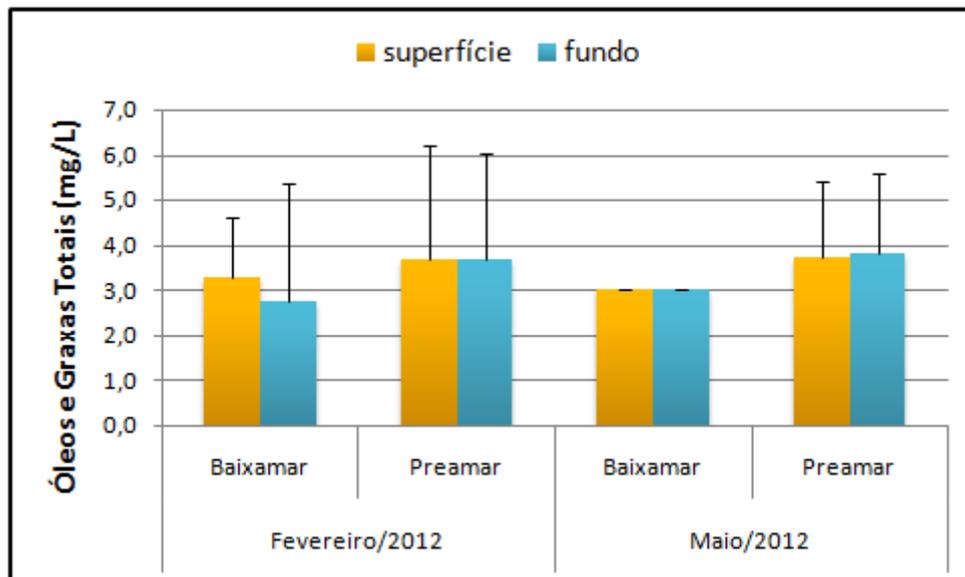
A tabela III.1.7-1 mostra as concentrações de óleos e graxas determinadas nas amostras de água coletadas nas estações do Rio Barra Nova, na condições de preamar e baixamar, nas profundidades de superfície e fundo, nas duas campanhas.

De acordo com a resolução CONAMA 357/05, para águas salobras com qualidade classe 1, os óleos e graxas devem estar virtualmente ausentes, ou seja, não perceptíveis pela visão, olfato ou paladar, de forma que todas as amostras estavam dentro do estabelecido por essa resolução (CONAMA 357, 2005).

**Tabela III.1.7-1** – Concentrações (mg/L) de óleos e graxas encontradas nas estações do projeto de monitoramento na área de influência do Terminal Norte Capixaba.

Óleos e Graxas (mg/L)		Fevereiro/2012	Maio/2012	
PREAMAR	Superfície	PM-01	5,3	6,7
		PM-02	1,7	N. D.
		PM-04	N. D.	N. D.
		PM-05	6,7	N. D.
		PM-06	4,2	N. D.
	Fundo	PM-01	1,8	N. D.
		PM-02	2,7	7
		PM-04	1,6	N. D.
		PM-05	5,9	N. D.
		PM-06	6,5	N. D.
BAIXAMAR	Superfície	PM-01	1,4	N. D.
		PM-02	3,1	N. D.
		PM-03	5,5	N. D.
		PM-04	2,8	N. D.
		PM-05	3,6	N. D.
		PM-06	3,3	N. D.
	Fundo	PM-01	N. D.	N. D.
		PM-02	N. D.	N. D.
		PM-04	3,2	N. D.
		PM-05	2,8	N. D.
	PM-06	6,8	N. D.	

Comparado a campanha de Fevereiro/2012, os valores da campanha de maio/2012 estavam dentro do esperado. Muitos valores não foram detectados, e dentre os encontrados, tanto nessa campanha, quanto na campanha de Fevereiro/2012, os valores médios ficaram próximos a 3,0 mg/L, com alguma variação do desvio padrão, pois algumas amostras apresentaram valores acima de 6,0 mg/L (Figura III.7.1-3).



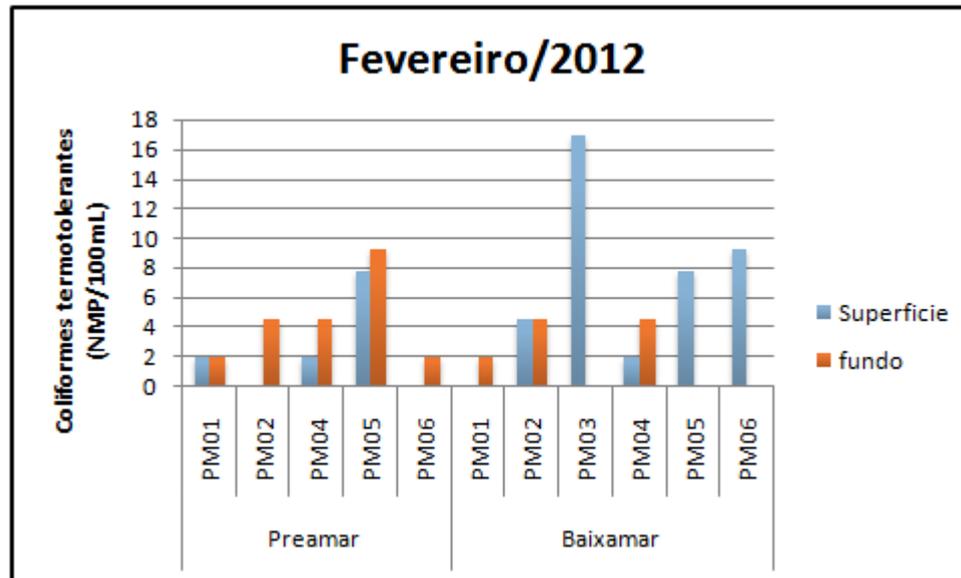
**Figura III.1.7-3** – Valores médios de óleos e graxas  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

Para efeitos de comparação entre as campanhas, os valores médios representados nessa análise utilizaram metade do valor do limite de detecção para aquelas amostras cujas concentrações de óleos e graxas não foram detectáveis.

### **III.1.8 – Coliformes termotolerantes, totais e DQO.**

Os valores de coliformes termotolerantes relativos à campanha de Fevereiro/2012 variaram de 2 a 17 NMP/ 100mL, sendo que cinco dos vinte e um valores, ficaram abaixo do limite de detecção do método (<1,8 NMP/100mL).

Todas as concentrações encontradas são inferiores ao limite estipulado pelo CONAMA 357/05 (< 1000 NMP/100 mL) para águas salobras classe 1 (Figura III.1.8-1).

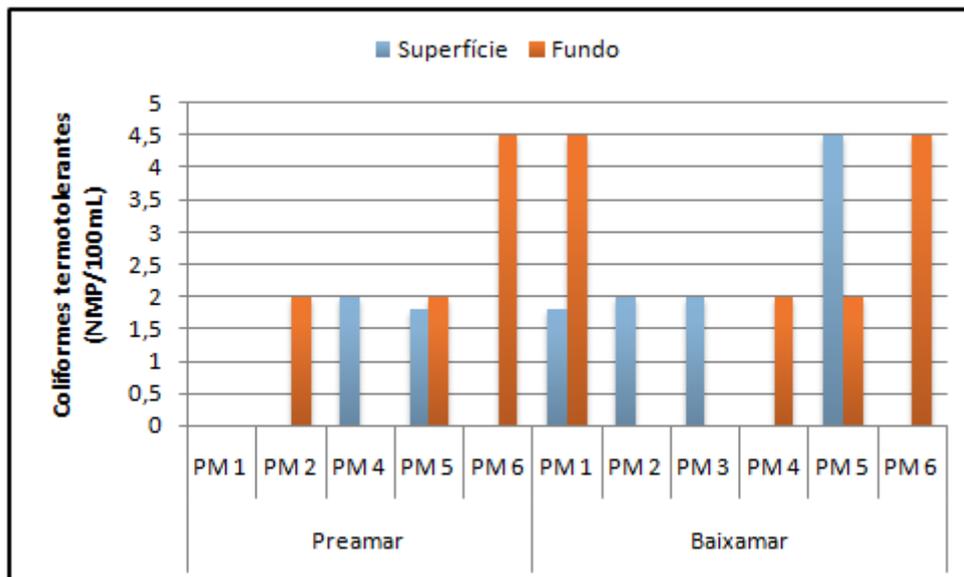


**Figura III.1.8-1** – Variação de coliformes termotolerantes nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.

Na campanha de Maio/2012, os coliformes termotolerantes oscilaram de 1,8 NMP/100 mL (PM05/superfície preamar e PM01/superfície baixamar) a 4,5 NMP/100 mL (PM05/superfície baixamar, PM01/fundo baixamar, PM06/fundo baixamar e PM06/fundo preamar) nas amostras que apresentaram resultados detectáveis, relativos à campanha de Maio/2012. Não foi possível identificar um padrão de distribuição deste parâmetro na área em questão (Figura III.1.8-2).

Tais valores são inferiores ao limite estipulado pelo CONAMA 357/05 (< 1000 NMP/100 mL) para águas salobras classe 1. Dessa forma, os resultados de coliformes termotolerantes corroboram com os valores encontrados para nutrientes, indicando que as águas do ambiente em questão não estão poluídas.

Segundo a resolução CONAMA 274, as águas salobras destinadas à balneabilidade serão classificadas como de excelente qualidade se 80% das amostras, coletadas em cinco semanas, apresentarem abaixo de 250 NMP/100 mL coliformes termotolerantes. A análise de balneabilidade não foi feita nesse estudo, mas tendo em vista os baixos valores de coliformes, é possível que as águas do rio Barra Nova sejam classificadas como de excelente qualidade.



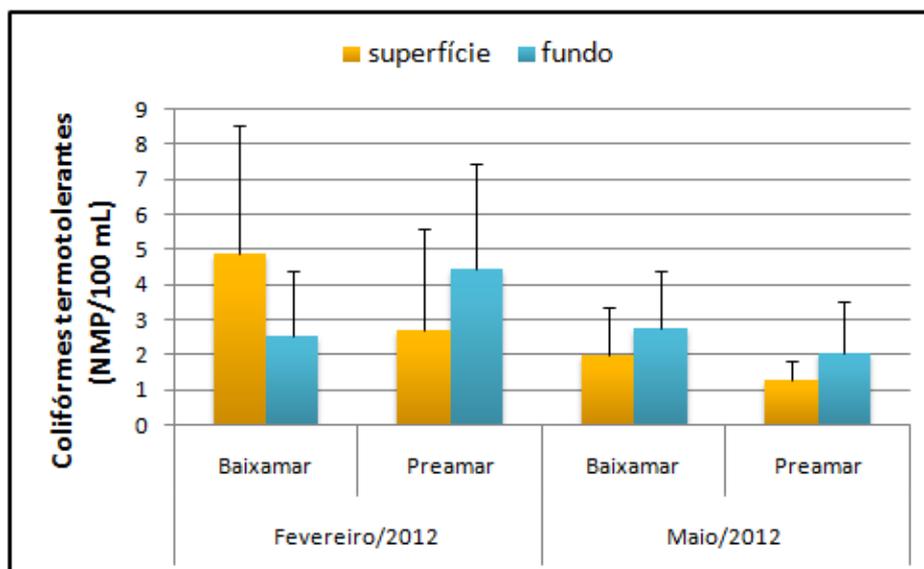
**Figura III.1.8-2** – Concentrações de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar e baixamar – Campanha de Maio/2012.

Comparando as duas campanhas, a abundância de coliformes termotolerantes foi maior em Fevereiro/2012, variando bastante entre as estações, o que gerou um desvio padrão mais alto na primeira campanha.

Na campanha de fevereiro/2012 a estação PM03 apresentou um valor discrepante (17,0 NMP/100 mL), mais alto que os demais. Todavia, esse ponto foi considerado um *outlier* e excluído dessa análise, pois não representa a água do Rio Barra Nova, visto que foi coletado da água de chuva acumulada.

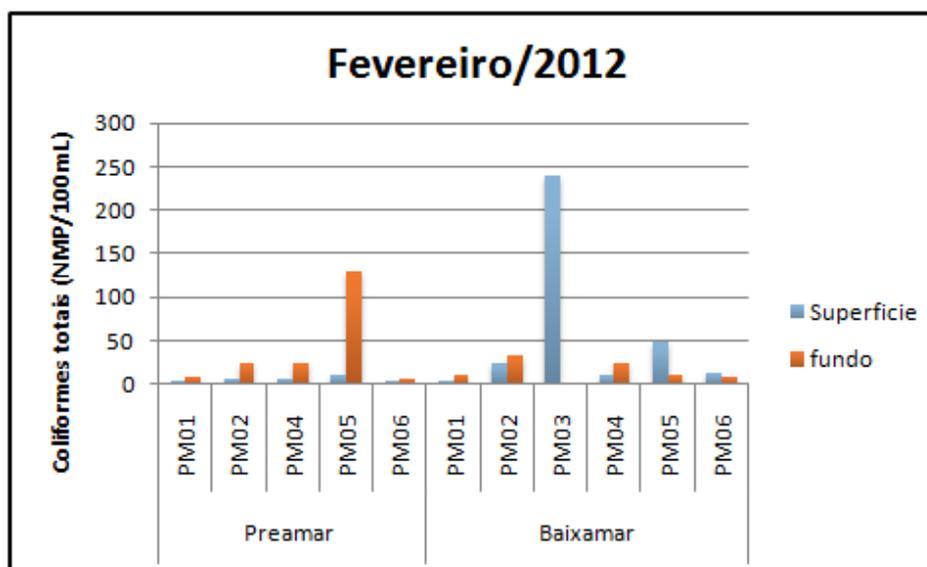
O valor encontrado para coliformes termotolerantes no ponto PM03 embora seja diferente dos pontos estuarinos, ainda pode ser considerado um valor baixo. A resolução CONAMA 357/05 indica que águas doces classe 1 devem apresentar no máximo 200 coliformes/100 mL, e segundo o CONAMA 274, águas com até 250 coliformes termotolerantes são consideradas de qualidade excelente, até para os usos mais restritos, como contato primário. Dessa forma, fica descartada a possibilidade de poluição, tanto nos pontos estuarinos, quanto no ponto PM03.

A campanha de Maio/2012 teve valores próximos a 2 NMP/100 mL, com pequeno desvio padrão, já a campanha de fevereiro/2012 apresentou médias variando próximas a 4 NMP/100 mL. Em geral os valores de coliformes do fundo foram maiores que os de superfície (Figura III.1.8-3).



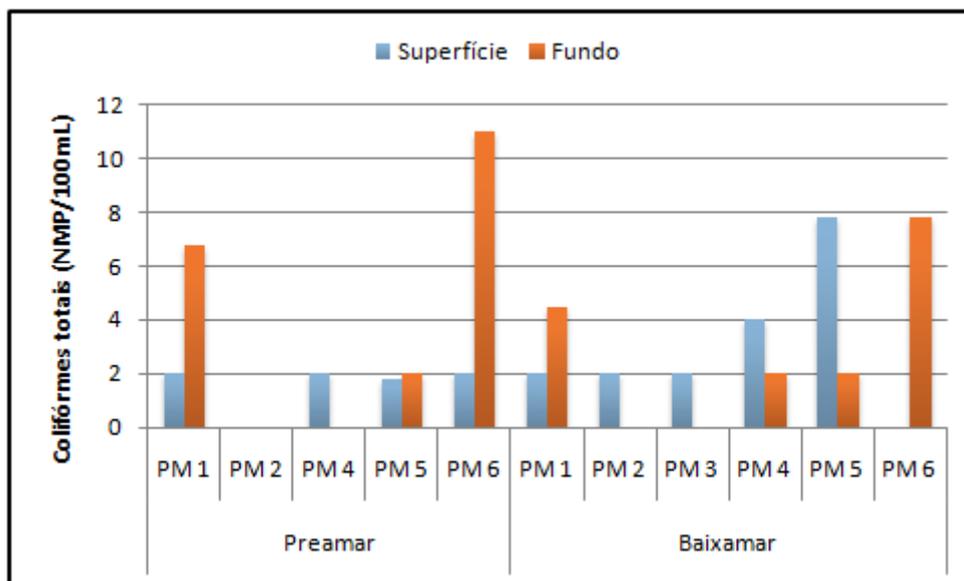
**Figura III.1.8-3** – Valores médios de coliformes termotolerantes (NMP/100 mL)  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

Os resultados de coliformes totais na campanha de Fevereiro/2012 apresentaram valor mínimo de 4,5 NMP/100mL nos pontos PM01 e PM06 superfície/preamar e no ponto PM01 superfície/baixamar (Figura III.1.8-4). O valor máximo encontrado foi de 240 NMP/100mL no ponto PM03 superfície/baixamar.



**Figura III.1.8-4** – Variação de coliformes totais nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.

Considerando os valores para coliformes totais, estes variaram de 1,8 NMP/100 mL na estação PM05 superfície/preamar a 11 NMP/100 mL na estação PM06/fundo preamar, na campanha de Maio/2012. Analogamente, aos coliformes termotolerantes, não foi identificado um padrão de distribuição dos coliformes totais na área de estudo (Figura III.1.8-5).

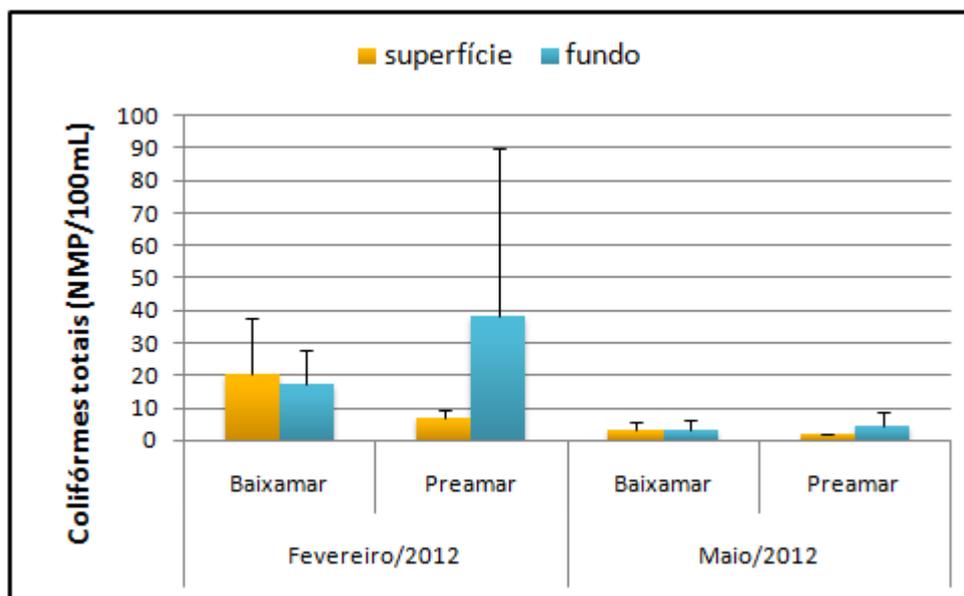


**Figura III.1.8-5** – Concentrações de coliformes totais (NMP/100 mL) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar e baixamar - Campanha de Maio/2012.

A abundância de coliformes totais variou de forma similar a de coliformes termotolerantes. Os valores foram maiores em Fevereiro/2012 do que na campanha de Maio/2012, variando bastante entre as estações, o que gerou um desvio padrão mais alto na primeira campanha.

A campanha de Fevereiro/2012 apresentou valores médios acima de 30 NMP/100 mL, enquanto que na campanha de Maio/2012 os valores médios foram bastante baixos, sempre abaixo de 5 NMP/100 mL, em ambas as marés e profundidades (Figura III.1.8-6).

A estação PM03 foi excluída dessa análise, pois apresentou um valor discrepante na campanha de Fevereiro/2012 (240,0 NMP/100 mL), mais alto que os demais. Esse ponto pode ser considerado um *outlier*, visto que não representa a água do Rio Barra Nova, pois foi coletado da água de chuva acumulada.



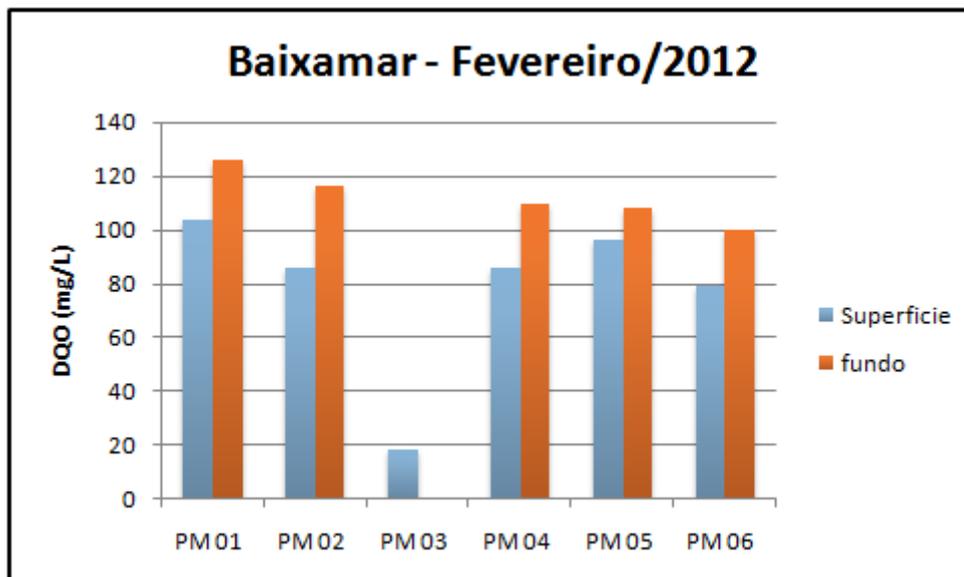
**Figura III.1.8-6** – Valores médios de coliformes totais (NMP/100 mL)  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

A demanda química de oxigênio (DQO) é a quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica, desta vez através de um agente químico. Os valores da DQO normalmente são maiores que os da DBO, sendo útil para detectar a presença de substâncias resistentes à degradação biológica. O aumento da concentração da DQO num corpo de água se deve principalmente a despejos de origem industrial (IGAM, 2008). Trata-se assim de um parâmetro indispensável nos estudos de caracterização de esgotos sanitários e de efluentes industriais, sendo co-utilizada a DBO para observar a biodegradabilidade de despejos.

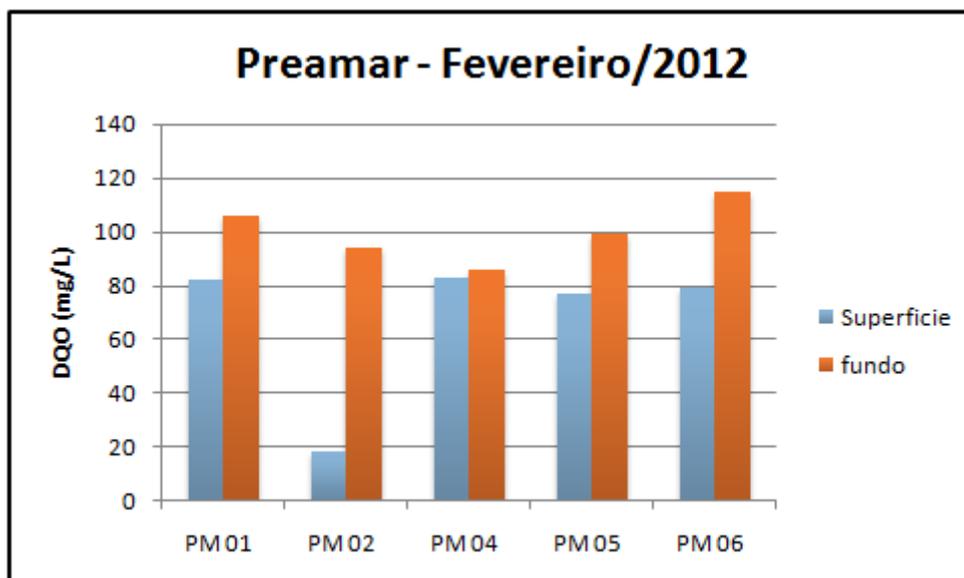
Na campanha de Fevereiro/2012 os valores de DQO foram maiores no fundo, como esperado, em ambas as marés. No geral, os valores de fundo oscilaram próximo a 100 mg/L, enquanto os valores de superfície próximos a 80 mg/L.

Apenas dois pontos apresentaram valores de DQO menores que os demais, onde os valores de DQO não ultrapassaram 20 mg/L: o ponto PM03, que representa águas pluviais e o ponto PM02/superfície preamar.

Para este parâmetro, não existe um valor limite estabelecido pela Resolução CONAMA 357/05.



**Figura III.1.8-9** – Valores de demanda química de oxigênio (mg/L) encontrados nas estações do Rio Barra Nova sob condições de baixamar - Campanha de Fevereiro/2012.



**Figura III.1.8-10** – Valores de demanda química de oxigênio (mg/L) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar - Campanha de Fevereiro/2012.

### **III.1.9 – FENÓIS e BTEX.**

Os fenóis são compostos pouco solúveis ou insolúveis em água, ligeiramente ácidos, obtidos principalmente através da extração de óleos. Os fenóis e seus derivados aparecem nas águas naturais através das descargas de efluentes industriais. Segundo informações da CETESB (2008), indústrias de processamento de borracha, colas, adesivos, resinas impregnantes, componentes elétricos (plásticos) e siderúrgicas, entre outras, são responsáveis pela presença de fenóis nas águas naturais.

A presença de fenóis nos ecossistemas está também relacionada com a produção e degradação de numerosos pesticidas, sendo que alguns fenóis também são formados durante processos naturais, durante a decomposição de matéria orgânica ou síntese de clorofenóis por fungos e plantas (MICHAŁOWICZ; DUDA, 2007).

Na campanha de Fevereiro/2012 nenhuma das estações apresentou valor de fenóis acima do limite de detecção do método utilizado (0,003mg/L). Na campanha de Maio/2012, apenas a estação PM04/fundo da preamar apresentou uma concentração de fenóis detectável (0,052 mg/L).

A Resolução CONAMA 357/2005 estabelece como limite máximo para águas salobras da classe 1 o valor de 0,003 mg/L de fenóis, de forma que o valor encontrado na estação PM04 está acima do esperado.

Como apenas um ponto em toda análise apresentou concentração de fenóis acima do esperado, não é possível inferir que o TNC seja origem dessa contaminação, visto que outras fontes que podem ocasionar a presença desse composto em águas fluviais, como os combustíveis utilizados pelas embarcações que utilizam o rio Barra Nova. Além disso, o resultado citado ocorreu na preamar, representando uma maior influência de águas marinhas, principalmente junto ao fundo, devido à maior densidade das águas mais salinas.

No que diz respeito ao BTEX, a resolução CONAMA 357/2005 estipula concentrações máximas de Etilbenzeno (25,0 µg/L) e Tolueno (215 µg/L) para águas salobras classe 1, visto que esses compostos fazem parte do BTEX.

Em ambas as campanhas (Fevereiro e Maio/2012), nenhum valor de BTEX foi encontrado, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite de detecção.

### **III.1.10 – Hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA).**

Os hidrocarbonetos policíclicos aromáticos (HPA) são compostos que possuem dois ou mais anéis benzênicos condensados em sua estrutura, e podem ser originários de fontes naturais – como consequência da diagênese recente a partir de precursores naturais, combustões em incêndios florestais, exudações marinhas e emissões vulcânicas – bem como da atividade antropogênica, que é responsável pela maior parte dos HPA que chegam aos oceanos. As fontes antropogênicas podem ser tanto petrogênicas (petróleo e derivados) quanto pirolíticas (queima de carvão e madeira, de petróleo e de derivados, incineração de resíduos sólidos, atividades industriais) (MANOLI; SAMARA, 1999; NEFF, 2002).

Os HPA podem exibir toxidez aguda e efeitos sub-letais em organismos terrestres e aquáticos (HOFFMAN *et al.*, 2003), e ainda podem causar efeitos tóxicos, mutagênicos e até mesmo carcinogênicos nos seres humanos (FLEMING *et al.*, 2006). Devido a esta toxicidade aos organismos aquáticos e aos humanos, a USEPA (Agência Ambiental Norte-americana) classificou 16 HPA como poluentes particularmente prioritários, são eles: acenafteno, acenaftileno, antraceno, benzo(a)antraceno, benzo(a)pireno, benzo(b)fluoranteno, benzo(k)fluoranteno, benzo(g,h,i)perileno, criseno, dibenzo(a,h)antraceno, fenantreno, fluoranteno, fluoreno, indeno(1,2,3-c,d)pireno, naftaleno e pireno (USEPA, 1998).

De acordo com Bicego *et al.* (2002), para áreas não contaminadas na costa Atlântico Sul a concentração total de HPA considerada como natural é de 0,31 µg/L.

O estudo de Yunker *et al.* (2002) mostrou que para a distinção de diferentes fontes, naturais e antropogênicas de HPA, está na razão e proporção exibida entre os compostos. As características da contaminação podem mudar a partir de biomassa utilizada na combustão (por exemplo, madeira e grama) ou nas emissões por veículos, que podem distinguir áreas rurais de urbanas.

Em ambas as campanhas, de Fevereiro e Maio/2012, não foram detectadas concentrações de HPA na região em nenhuma das estações e

profundidades. Assim sendo, os resultados obtidos mostram que a atividade desenvolvida no local de estudo não alterou, até o momento, as concentrações de HPA presentes no ambiente natural.

### **III.1.11 – Hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP).**

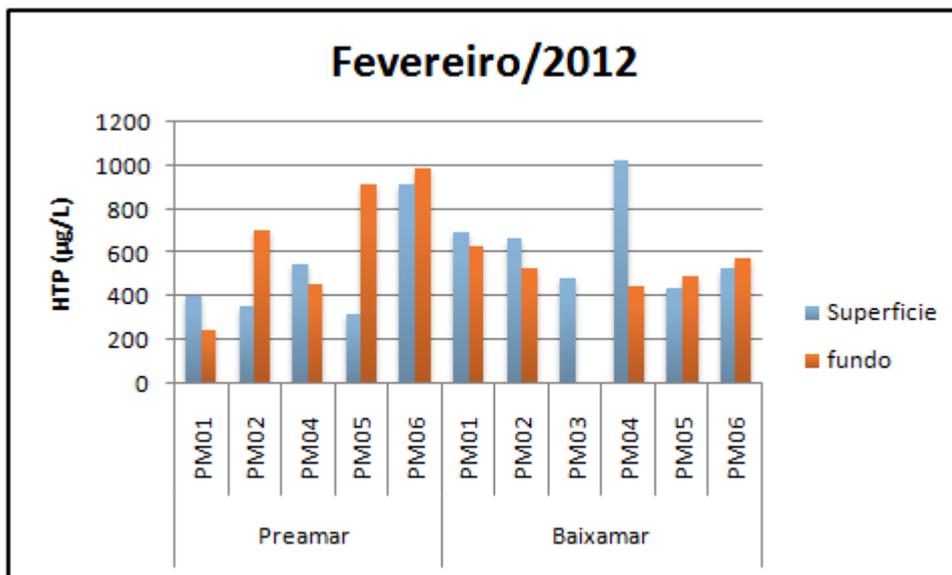
O termo hidrocarbonetos totais de petróleo (HTP) é ambientalmente aplicado às parcelas quantificáveis dos hidrocarbonetos de origem petrolífera (IRWIN *et al.*, 1997).

Na análise da qualidade ambiental baseada nas concentrações de hidrocarbonetos, valores de HTP inferiores a 100 mg/kg classificam sedimentos marinhos e de manguezal como não poluídos (VOLKMAN *et al.* 1980 *apud* QUEIROZ; CELINO, 2008), enquanto concentrações superiores a 300 mg/kg os classificam como poluídos (Zheng *et al.* 2000 *apud* QUEIROZ; CELINO, 2008).

A concentração da MCNR (mistura complexa não resolvida) é utilizada também como critério de diagnóstico da degradação do petróleo no meio ambiente, assim como a relação entre a MCNR e os alifáticos resolvidos (HRP) (MCNR/HRP). Valores da razão MCNR/HRP superiores a 4,0 confirmam a presença de resíduos relacionados a petróleo, segundo Lipiatou e Saliot (1991).

Na campanha de Fevereiro/2012 a razão MCNR/HRP não apresentou valores superiores a 4,0 (todas as estações tiveram valores menores que um pra essa razão). Na campanha de Maio/2012 nenhum valor de MCNR foi encontrado, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite de detecção.

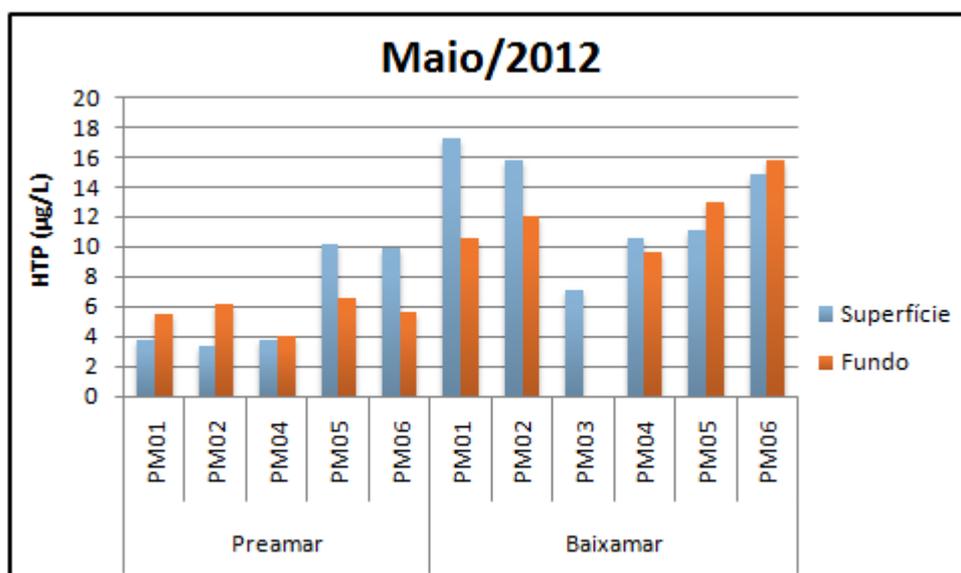
Na campanha de Fevereiro/2012, as médias dos valores de HTP na baixamar foram de  $641,34 \pm 212,33$  na superfície e de  $537,82 \pm 71,62$   $\mu\text{g/L}$  no fundo. Na preamar as médias obtidas foram de  $506,99 \pm 242,14$  na superfície e de  $663,53 \pm 311,42$   $\mu\text{g/L}$  no fundo. O maior valor obtido foi de  $1022,33$   $\mu\text{g/L}$  no ponto PM04 superfície/baixamar e o valor mínimo encontrado foi de  $250,07$   $\mu\text{g/L}$  no ponto de coleta PM01 fundo/preamar (Figura III.1.10-1).



**Figura III.1.11-1** – Variação de HTP nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.

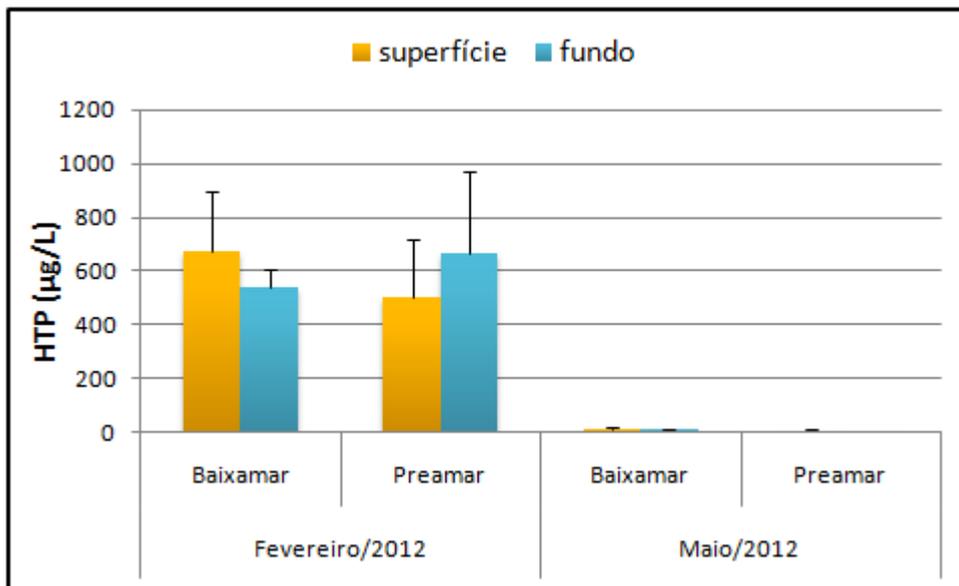
A campanha de Maio/2012 mostrou que, em média, as concentrações da baixamar foram mais altas que as da preamar. Isso indica que a entrada de água salina no estuário pode diminuir, ou dispersar, as concentrações de HTP.

Não foram observadas grandes diferenças dos valores obtidos entre as profundidades. Na baixamar a média foi  $12,8 \pm 3,5$  e  $12,2 \pm 1,0$   $\mu\text{g/L}$  na superfície e fundo respectivamente. Na preamar as médias foram  $6,2 \pm 3,8$  e  $5,6 \pm 2,4$   $\mu\text{g/L}$  na superfície e fundo respectivamente (Figura III.1.11-2).



**Figura III.1.11-2** – Concentrações de HTP ( $\mu\text{g/L}$ ) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar e baixamar – Campanha de Maio/2012.

A comparação entre as campanhas mostrou que na campanha de Fevereiro/2012 os valores de HTP encontrados variaram em torno de  $600 \mu\text{g/L}$ . Na baixamar os valores de superfícies apresentaram uma média maior que as de fundo, e o oposto ocorreu na preamar, quando os valores de fundo foram maiores. Observa-se que os valores de HTP foram bem menores em Maio/2012, não chegando a ultrapassar  $20 \mu\text{g/L}$  em nenhuma das estações ou profundidades (Figura III.1.11-3).



**Figura III.1.11-3** – Valores médios de HTP ( $\mu\text{g/L}$ )  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

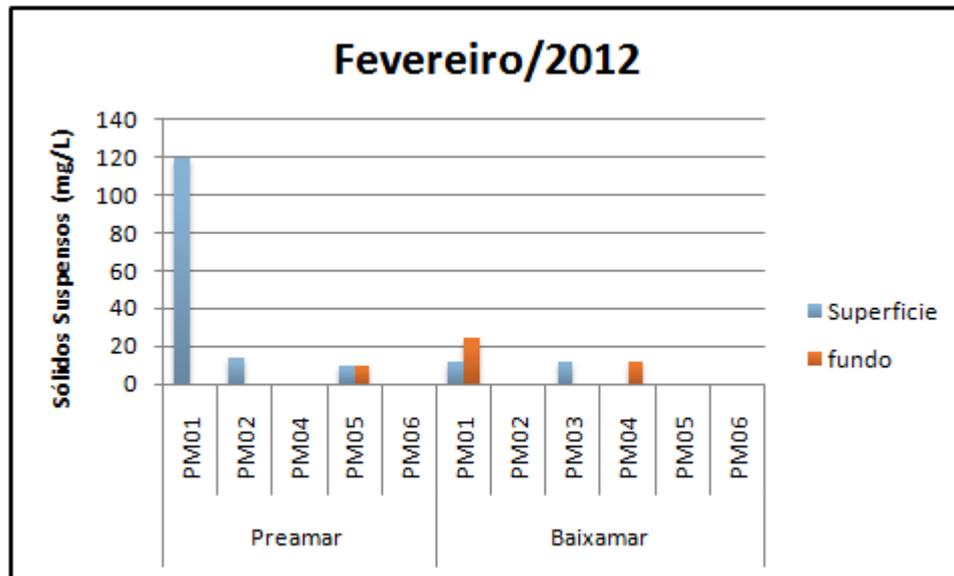
### III.1.12 – Sólidos suspensos e sólidos totais.

O conhecimento das concentrações de material particulado em suspensão (MPS) é importante, pois as partículas diminuem a transparência da água, podendo reduzir a produção primária fotossintética. Em regiões oceânicas, as concentrações de MPS na superfície estão geralmente entre 0,5 e 1 mg/L. Tais concentrações, principalmente em regiões não muito afastadas da costa, estão sujeitas a variações, como variações sazonais, biológicas, aportes terrígenos e tempestades. Sendo assim, é possível encontrar valores de 0,5 a 5 mg/L ou até centenas de miligramas por litro em estuários (AMINOT; CHAUSSEPIED, 1983).

Muitos fatores são conhecidos por regular a concentração de MPS nos sistemas aquáticos (HAKANSON, 2006). Os principais são: produção autóctona (quantidade de plâncton e material fecal na água, por exemplo); materiais alóctonos; e a quantidade de material ressuspendido.

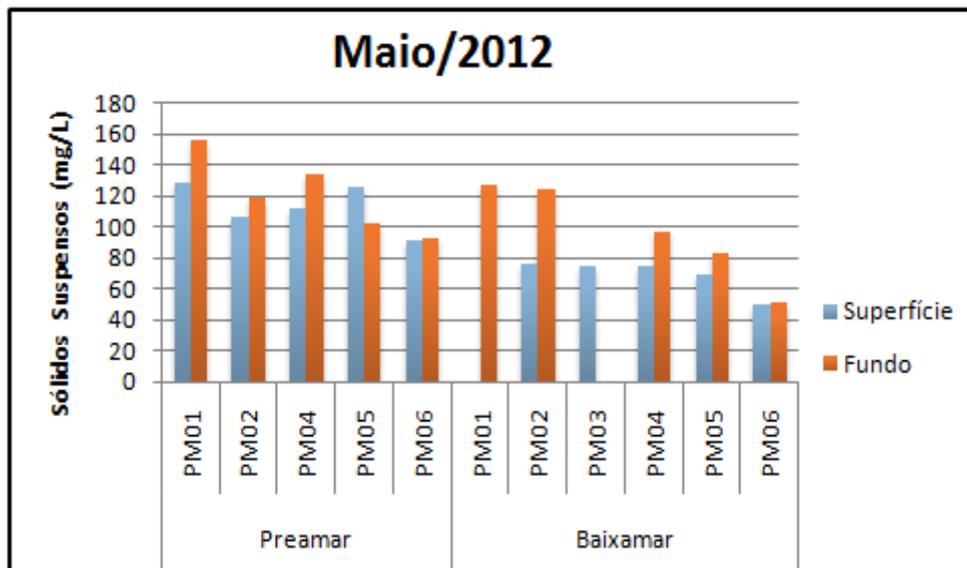
Dentre as amostras de sólidos suspensos obtidos na campanha de Fevereiro/2012, somente oito ficaram acima do limite de detecção do método (10 mg/L). Em relação a estes valores, o mínimo encontrado foi de 10 mg/L, nos

pontos PM05/fundo preamar e PM05/superfície preamar, e o máximo foi de 120 mg/L, no ponto PM01/superfície preamar (Figuras III.1.12-1).



**Figura III.1.12-1** – Variação de sólidos suspensos nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.

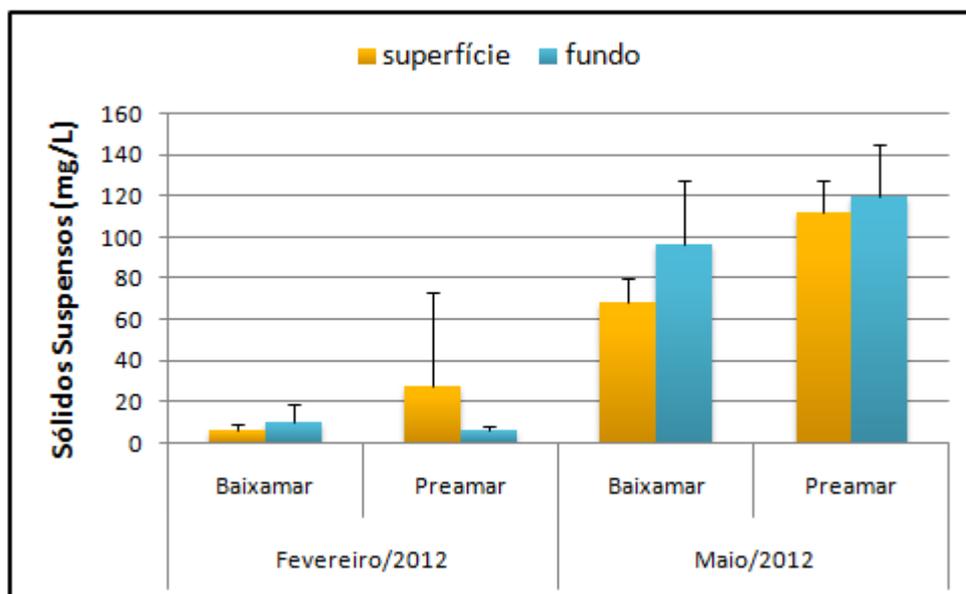
Os sólidos suspensos presentes na coluna d'água das estações amostradas do rio Barra Nova na campanha de Maio/2012, não diferiram muito entre as marés, sendo as concentrações ligeiramente mais baixas na baixamar. Na preamar a média da campanha foi  $112 \pm 11,4$  mg/L na superfície e  $120,0 \pm 31,4$  mg/L no fundo. Já na baixamar a média de superfície foi  $68,8 \pm 15,0$  mg/L e no fundo foi  $96,4 \pm 25,0$  mg/L (Figura III.1.12-2).



**Figura III.1.12-2** – Concentrações de sólidos suspensos (mg/L) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar e baixamar – Campanha de Maio/2012.

Na campanha de Fevereiro/2012, os sólidos suspensos apresentaram médias próximas a 10 mg/L, exceto na superfície da preamar, que a média foi mais alta devido a uma amostra com valor discrepante, que consequentemente aumentou o desvio padrão.

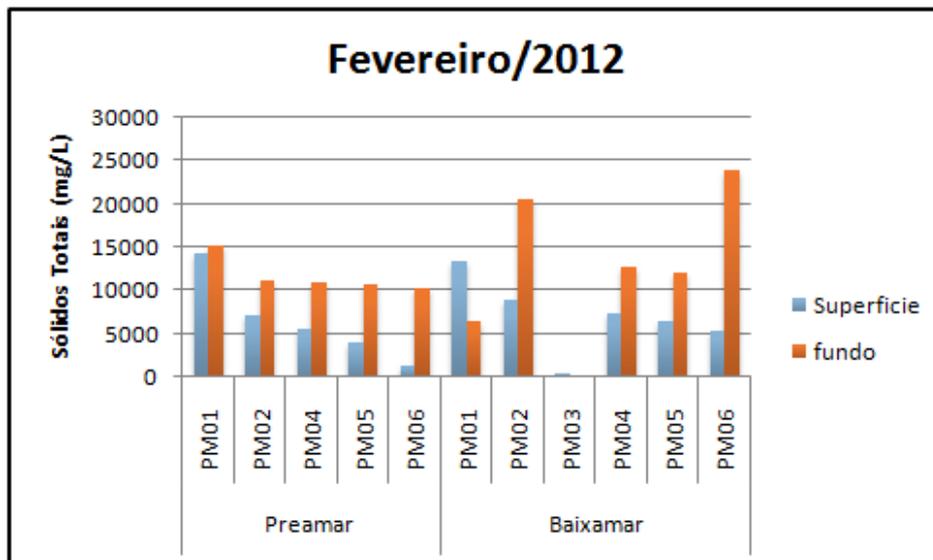
Na campanha de Maio/2012 os valores médios foram mais altos, mas ainda estão dentro do esperado para região estuarina. Na preamar a média da campanha foi próxima a 120 mg/L, e na baixamar os valores variaram em torno de 80 mg/L. Em ambas as marés os valores de fundo foram mais altos que os de superfície, como esperado para esse parâmetro (Figura III.1.12-5).



**Figura III.1.12-5** – Valores médios de sólidos suspensos (mg/L)  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

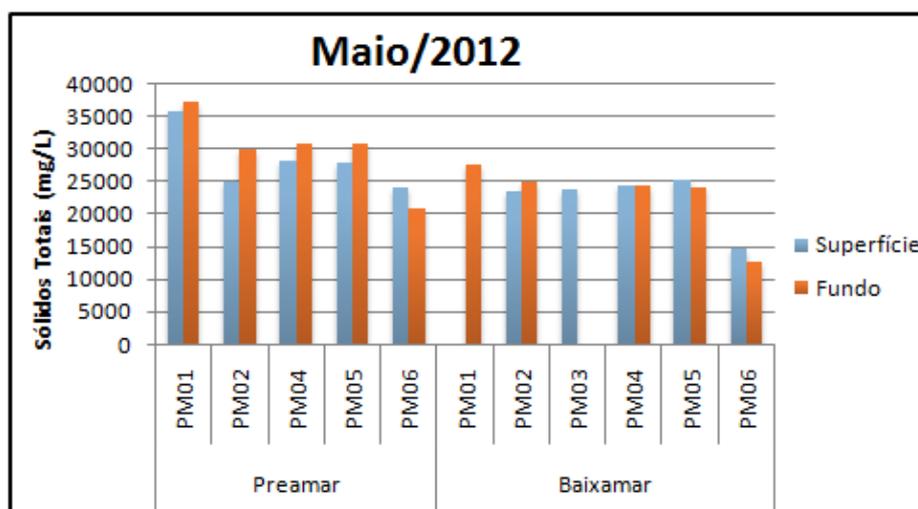
Com relação aos sólidos totais, na campanha de Fevereiro/2012, ao contrário dos sólidos suspensos, foi visto valores acima do limite de detecção do método utilizado (10 mg/L) em todos os pontos de coleta, tanto na baixamar quanto na preamar (Figura III.1.12-3).

As médias dos dados encontrados na superfície e no fundo de ambas as condições de maré apresentaram uma diferença relevante. As médias das concentrações de sólidos totais nas amostras de fundo foram maiores do que as de superfície em uma ordem de grandeza. Na baixamar, as médias foram de  $6077,33 \pm 4282,82$  na superfície e  $15199,60 \pm 7018,39$  mg/L no fundo. Na preamar, as médias encontradas foram de  $6424,00 \pm 4917,11$  e de  $11632,40 \pm 1970,71$  mg/L na superfície e no fundo, respectivamente.



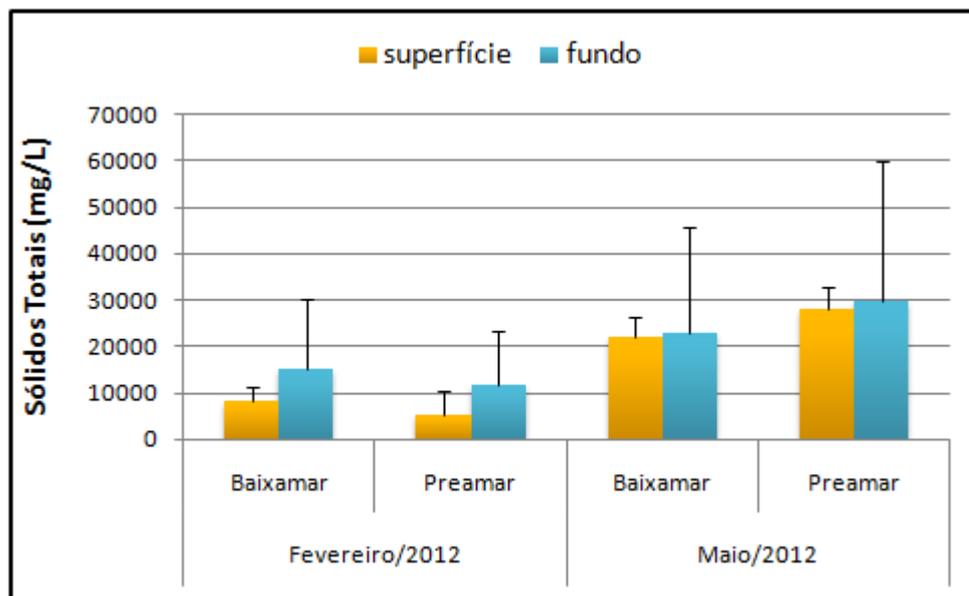
**Figura III.1.12-3** – Variação de sólidos totais nas estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar – Campanha de Fevereiro/2012.

Os sólidos totais presentes na coluna d'água das estações amostradas do rio Barra Nova na campanha de Maio/2012 mostraram o mesmo perfil dos sólidos suspensos, mostrando valores ligeiramente mais baixos na baixamar. Em média, as concentrações de sólidos totais da preamar foram  $28193,0 \pm 4243,9$  mg/L e  $29924,0 \pm 5830,1$  mg/L, na superfície e fundo respectivamente. Na baixamar o valor médio de superfície foi  $22256,0 \pm 4614,5$  mg/L e no fundo  $22771,0 \pm 5805,5$  mg/L (Figura III.1.12-4).



**Figura III.1.12-4** – Concentrações de sólidos totais (mg/L) encontradas nas estações do Rio Barra Nova sob condições de preamar e baixamar – Campanha de Maio/2012.

Assim como os sólidos suspensos, os sólidos totais também foram mais altos na campanha de Maio/2012 que na campanha de Fevereiro/2012. Os sólidos totais tiveram médias próximas a 5000 mg/L na superfície e próximas a 15000 mg/L no fundo, na campanha de Fevereiro/2012. Já na campanha de Maio/2012, os sólidos totais tiveram médias acima de 20.000 mg/L em ambas as marés e profundidades, sendo que a preamar apresentou médias ligeiramente mais altas (Figura III.1.12-6).



**Figura III.1.12-6** – Valores médios de sólidos totais (mg/L)  $\pm$  DP das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar e baixamar ao longo das campanhas de monitoramento (DP=desvio padrão).

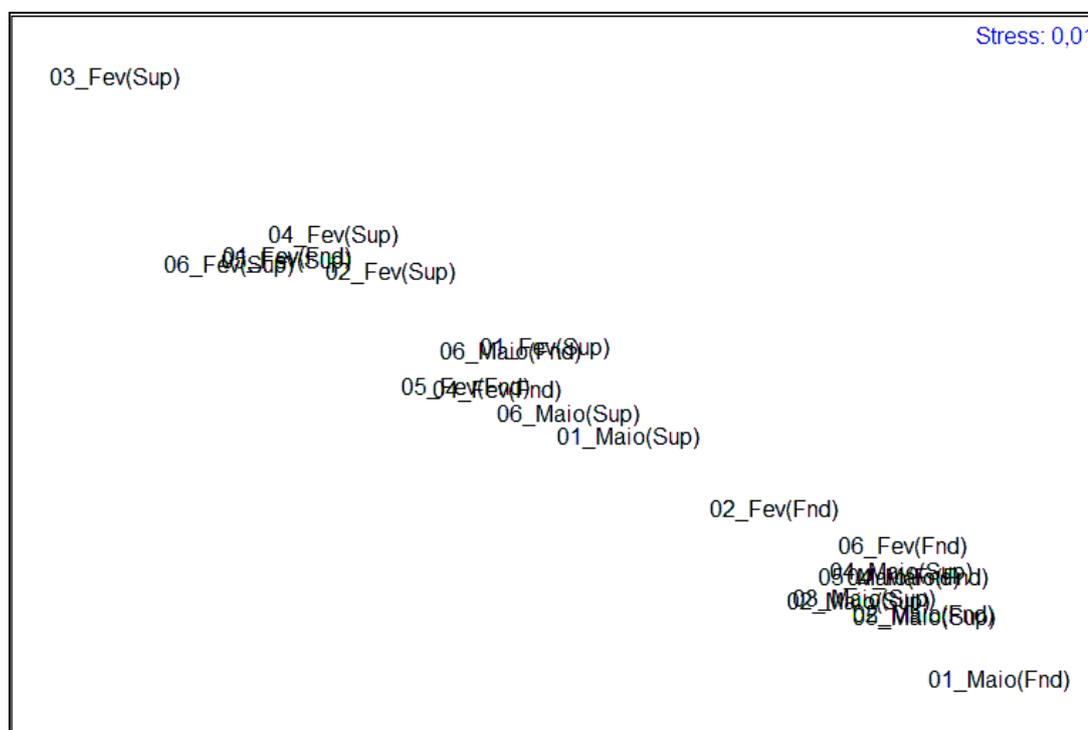
## **IV – INTEGRAÇÃO**

Este capítulo contempla as análises integradas dos resultados dos parâmetros bióticos e abióticos analisados na campanha de Fevereiro/2012 e na campanha de Maio/2012. Para isso, foi realizada uma ordenação multidimensional (MDS) utilizando as concentrações dos parâmetros físico-químicos nas diferentes profundidades de cada estação e as densidades de coliformes presentes nas amostras.

Os parâmetros que foram utilizados nessa análise comparativa foram escolhidos segundo sua relevância e segundo o número de amostras com valores detectáveis, são eles: temperatura, pH, condutividades, oxigênio dissolvido, salinidade, coliformes termotolerantes e totais, HTP, sólidos suspensos e sólidos totais.

A análise de baixamar não apresentou agrupamento de amostras segundo a campanha, nem separação das amostras de superfície e fundo. No geral, as amostras ficaram misturadas entre as campanhas e profundidades, mostrando similaridades entre as coletas. Apenas do ponto PM-03, da campanha de fevereiro/2012, ficou destacado dos demais, mas esse resultado já era esperado por se tratar de um ponto de água pluvial, enquanto que os outros pontos representam amostras do estuário.

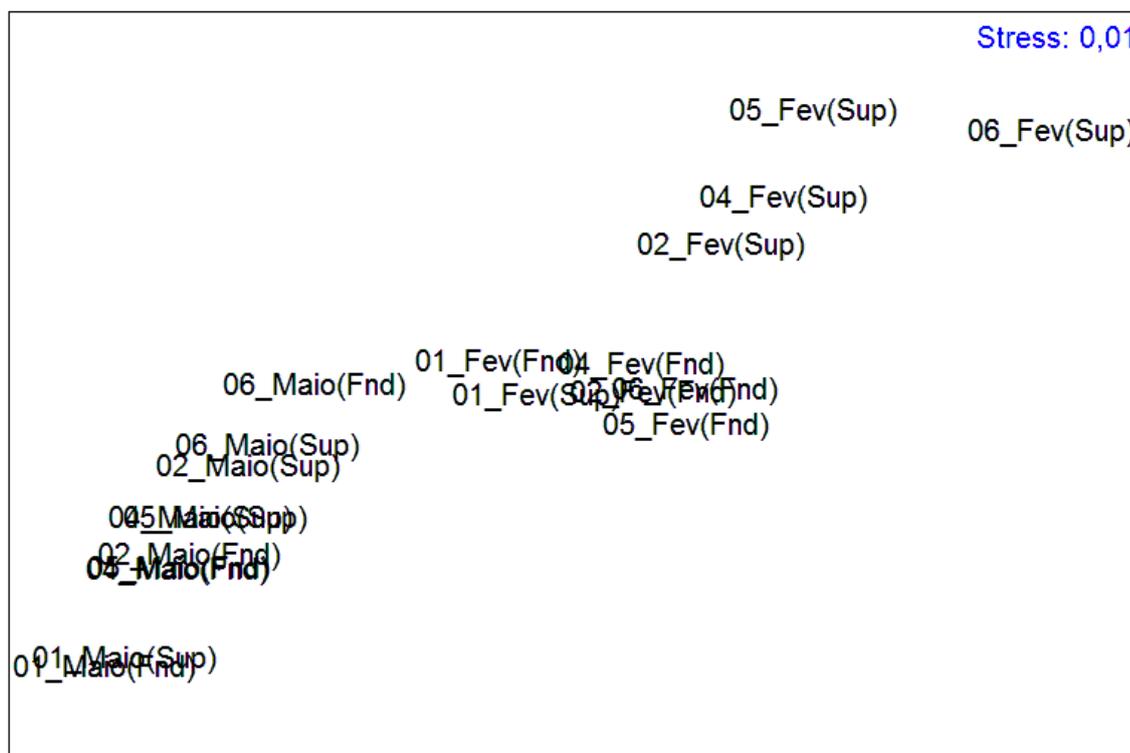
Esse resultado mostra que em situação de baixamar, a coluna d'água apresenta mistura de águas, e as características típicas de sazonalidade e de profundidade não são um fator influenciador preponderante nessa maré (Figura IV.1-1).



**Figura IV.1-1** – Análise de ordenação multidimensional (MDS) das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de baixamar ao longo das campanhas de monitoramento.

Na análise das coletas de preamar, as amostras ficaram nitidamente separadas pela campanha. Um grupo contendo as amostras de fevereiro foi formado e outro grupo contendo as amostras de maio/2012.

Essa análise mostrou um gradiente de semelhança entre as amostras, onde a estação PM-01 de fevereiro foi a mais próxima da estação PM-06 de maio/2012. Esse resultado mostra que sob condições de preamar, o fator mais influenciador é a sazonalidade.



**Figura IV.1-2** – Análise de ordenação multidimensional (MDS) das estações do Rio Barra Nova nas profundidades de superfície e fundo sob condição de preamar ao longo das campanhas de monitoramento.

## V – CONSIDERAÇÕES FINAIS

A temperatura foi maior na campanha de Fevereiro/2012 do que na de Maio/2012, em função da sazonalidade. As variações entre as profundidades (superfície e fundo) foram muito tênues em ambas as campanhas, mas foi possível observar uma ligeira estratificação por temperatura na preamar, enquanto que na baixamar ocorreu a mistura de águas estuarinas e salinas em ambas as campanhas.

A salinidade e a condutividade encontradas apresentaram valores e variações dentro do esperado para ambiente estuarino. Quando comparadas as campanhas, a variação encontrada expressa um influência sazonal.

Esse resultado está de acordo com o esperado segundo os dados pluviométricos. A sazonalidade reflete nos dados amostrados visto que a campanha de Maio/2012 se caracteriza por um período de menos chuvas, aumentando a salinidade do estuário, bem como apresenta menores temperaturas que o mês de Fevereiro/2012.

Os valores de pH ficaram ligeiramente abaixo do valor mínimo 6,5 do CONAMA357/05 na campanha de Maio/2012, na maioria das estações de superfície e fundo da coleta de preamar (influência salina). Todavia, na coleta de baixamar, que mostra mais claramente o perfil estuarino e fluvial, todas as estações estiveram dentro do valor estipulado pelo CONAMA em ambas as profundidades, assim como na campanha de Fevereiro/2012.

No que diz respeito às concentrações de oxigênio dissolvido, a maioria dos valores encontrado na campanha de Fevereiro/2012 estavam abaixo do valor estipulado pelo CONAMA 357/05, que prevê concentrações acima de 5 mg/L O<sub>2</sub> para águas salobras de classe 1. Esse resultado pode ser em função do aumento da temperatura da água em fevereiro, que aumenta a produção fitoplanctônica e bacteriológica, consumindo o oxigênio dissolvido. Na campanha de Maio/2012, quando a temperatura das águas foi mais baixa, todos os valores de oxigênio dissolvido estavam dentro do estipulado pelo CONAMA.

De modo geral, as concentrações dos nutrientes descritos anteriormente foram superiores durante a baixamar, o que pode ser justificado pelo menor nível das águas, pelo aporte dos nutrientes deixados após a preamar, bem como pela

maior influência da drenagem continental.

As concentrações de nutrientes indicam que as águas analisadas não estão poluídas. Muitas amostras apresentaram concentrações não detectáveis de nitrogênio total e fósforo, e dentre as detectáveis os valores estavam dentro da faixa estipulada pelo CONAMA 357/05 para águas salobras classe 1.

Como esperado, os valores de DQO foram maiores no fundo que na superfície, onde há maior concentração de matéria orgânica. No geral, os valores de fundo oscilaram próximos a 100 mg/L, enquanto os valores de superfície próximos a 80 mg/L, sendo que desses, o ponto PM03 e o ponto PM02/superfície preamar apresentaram os menores valores de DQO, não ultrapassando 20 mg/L.

Todas as amostras encontradas na campanha de Fevereiro/2012 estavam acima do esperado no que diz respeito às concentrações de COT. Esse resultado pode indicar um indício de poluição orgânica, principalmente marinha, visto que os valores de COT diminuíram conforme se as estações se aproximavam do interior do estuário, e a média da preamar foi mais alta que o valor médio obtido na baixamar.

Os óleos e graxas foram considerados virtualmente ausentes, estando de acordo com a resolução anteriormente citada.

As densidades de coliformes encontradas nas duas campanhas, também mostraram valores inferiores ao limite estipulado pelo CONAMA 357/05 para águas salobras classe 1. O ponto PM03, por representar águas pluviais, foi comparado ao CONAMA 357/05 para águas doces, e as concentrações de coliformes encontrada nesse ponto estão abaixo do máximo permitido por essa resolução, de forma que fica descartada a possibilidade de poluição, tanto nos pontos estuarinos, quanto no ponto PM03.

Na campanha de Fevereiro/2012 nenhuma das estações apresentou valor acima do limite de detecção do método para análises de fenóis. Na campanha de Maio/2012, apenas a estação PM04 da preamar apresentou uma concentração de fenóis detectável, sendo esse valor acima do estabelecido para águas salobras da classe 1, sendo que a classe 2 de águas salobras não apresenta valor limite para esse composto (CONAMA 357/2005). Como apenas um ponto em toda análise de fenóis apresentou concentração acima do esperado, não é possível inferir que o TNC seja origem desse resultado, visto que outras fontes que podem ocasionar a presença desse composto em águas fluviais, como os combustíveis utilizados

pelas embarcações que utilizam o rio Barra Nova. Além disso, o resultado citado ocorreu na preamar, representando uma maior influência de águas marinhas, principalmente junto ao fundo devido à maior densidade das águas mais salinas.

Em ambas as campanhas (Fevereiro e Maio/2012), nenhum valor de BTEX foi encontrado, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite de detecção, mostrando que a região continua livre de contaminação no que se refere a este grupo de compostos.

Em ambas as campanhas, de Fevereiro e Maio/2012, não foram detectadas concentrações de HPA na região em nenhuma das estações e profundidades. Assim sendo, os resultados obtidos mostram que a atividade desenvolvida no local de estudo não alterou, até o momento, as concentrações de HPA presentes no ambiente natural.

A razão MCNR/HRP, calculada para a campanha de Fevereiro/2012 indica que não haja presença de resíduos relacionados a petróleo nas amostras. Na campanha de Maio/2012 nenhum valor de MCNR foi encontrado, todas as amostras apresentaram valores abaixo do limite de detecção. Dessa forma, os valores de HTP totais estavam dentro do esperado em ambas as campanhas, indicando que não foi detectada influência do TNC na qualidade ambiental local.

Os valores de sólidos suspensos e sólidos totais foram mais altos na campanha de Maio/2012 que na campanha de Fevereiro/2012, porém, ainda estão dentro dos valores esperados para região estuarina.

As concentrações de sólidos na água confirmam o status de não-poluição da água, visto que o sedimento costuma reter diversos compostos poluentes, e esses não apresentaram concentrações significativas. Apesar do aumento da concentração de sólidos suspensos na campanha de Maio/2012, os valores dos compostos poluentes analisados diminuiram nessa campanha.

A análise integrada (MDS) não mostrou separação das amostras segundo a localização, em geral os pontos à montante do Terminal Norte Capixaba tiveram qualidade da água semelhante aos pontos à jusante. Na análise de baixamar, as amostras não mostraram agrupamentos nítidos, mostrando similaridades entre os pontos e campanhas. Na preamar, o fator mais influenciador foi a sazonalidade, cuja ordenação mostrou dois grupos nítidos de pontos segundo a campanha em que foram coletados.



## VI – BIBLIOGRAFIA

- AMINOT, A.; CHAUSSEPIED, M. Manuel dès analyses chimiques en milieu marin. 1ère ed. Brest Cedex. *Centre National pour l'Exploitation des Océans (CNEXO)*, p.395p, 1983.
- BÍCEGO, M. C.; ZANARDI-LAMARDO, E.; TANIGUCHI, S.; WEBER, R. R. Natural levels of dissolved/dispersed petroleum hydrocarbons in the South West Atlantic. *Marine Pollution Bulletin*, v.44, n.10, 2002/10, p.1166-1169, 2002.
- CETESB – Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – Águas superficiais. Disponível em: <http://www.cetesb.sp.gov.br/agua/águas-Superficiais/34-Variáveis-de-Qualidade-das-águas>.
- CETESB. Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/variaveis.asp> e <http://www.cetesb.sp.gov.br/Agua/rios/indice.asp>. 2008.
- 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.
- FLEMING, L. E.; BROAD, K.; CLEMENT, A.; DEWAILLY, E.; ELMIR, S.; KNAP, A.; POMPONI, S. A.; SMITH, S.; SOLO GABRIELE, H.; WALSH, P. Oceans and human health: Emerging public health risks in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, v.53, n.10-12, p.545-560, 2006.
- HAKANSON, L.; JANSSON, M. **Principles of lakes sedimentology**. Berlin: Springer-Verlag. 1983. 316p p.
- HAKANSON, L. The relationship between salinity, suspended particulate matter and water clarity in aquatic systems. *Ecol Res*, v.21, p.75-90, 2006.
- HOFFMAN, D. J., RATTNER-JR., B.A., BURTON, G.A. & CAI-JR., J. . *Handbook of Ecotoxicology*. Boca Raton: CRC Press. 2003. 1290 p.

- IGAM (Instituto Mineiro de Gestão das Águas). 2008. *Relatório de monitoramento das águas superficiais na Bacia do Rio Paraíba do Sul em 2007*. Belo Horizonte, 241 p.
- IRWIN, R. J.; MOUWERIK, M. V.; STEVENS, L.; SEESE, M. D.; BASHAM, W. *Environmental Contaminants Encyclopedia*. Fort Collins: National Park Service. 1997
- LALLI, C.M.; T.R. PARSONS. 1995. Biological Oceanography: An Introduction. Oxford, UK: Butterworth-Heinemann Ltd. pp. 220-233.
- LIPIATOU, E.; SALIOT, A. Hydrocarbon contamination of the Rhone delta and western Mediterranean. *Marine Pollution Bulletin*, v.22, n.6, p.297-304, 1991.
- MANOLI, E.; SAMARA, C. Polycyclic aromatic hydrocarbons in natural waters: sources, occurrence and analysis. *Trends in Analytical Chemistry*, v.18, n.6, p.417-428, 1999.
- MEDEIROS, D. H. M.; COSTA, D. F. S.; SILVA, L. F.; SILVA, U. D.; BEZERRA, R. M.; ROCHA, R. M. Variabilidade espacial e temporal dos nutrientes inorgânicos em uma salina no município de Macau, RN. 62ª reunião anual SBPC, 2010.
- MEYERS, P. A.; LALLIER-VÈRGES, E. L. Lacustrine Sedimentary Organic Matter Records of Late Quarternary. **Journal of Paleolimnology**, v.21 n.3 p.345-372, 1999.
- MICHAŁOWICZ, J.; DUDA, W. Phenols – Sources and Toxicity. *Polish Journal of Environmental Studies*, v.16, n.3, p.347-362, 2007.
- NEFF, J. M. *Bioaccumulation in marine organisms: effects of contaminants from oil well produced water*. Londres: Elsevier. 2002. 453 p.
- NIENCHESKI, L.F.; BAUMGARTEN, M.G.Z.; ROSO, R.H. & BASTOS, L.A. 1999. Oceanografia Química - levantamento bibliográfico e identificação do estado atual do conhecimento. Avaliação do potencial sustentável de

recursos vivos na Zona econômica exclusiva – REVIZEE. FEMAR, Rio de Janeiro, 171 p.

PATIN, S. *Environmental impact of the offshore oil and gas industry*. New York: EcoMonitor Publishing. 1999. 425 p.

QUEIROZ, A. F. C.; CELINO, J. J. Impacto ambiental da indústria petrolífera em manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos (Bahia, Brazil). *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 62-63, p. 23-34, 2008.

SIGNORIN, M.; PEREIRA FILHO, J.; DELFIM, R.; SCHETTINI, C. A. F. Hidrodinâmica e nutrientes inorgânicos dissolvidos no Estuário do Rio Perequê, SC. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 2010, 14(2):11-19.

USEPA – U. S. ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY. 1998. *Locating and estimating air emissions from sources of polycyclic organic matter*. Research Triangle Park: Office of Air Quality Planning and Standards.

WETZEL, R. G. **Limnología**. Barcelona. 1980. 679p p.

YUNKER, M. B.; MACDONALD, R. W.; VINGARZAN, R.; MITCHELL, R. H.; GOYETTE, D.; SYLVESTRE, S. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. **Organic Geochemistry**, v.33, n.4, p.489-515, 2002.



## VII – GLOSSÁRIO

<b>BTEX</b>	Grupo de compostos formado pelos hidrocarbonetos: benzeno, tolueno, etil-benzeno e os xilenos (o-xileno, m-xileno e p-xileno).
<b>DP (Desvio Padrão)</b>	Parâmetro de dispersão estatística, isto é, o quanto os dados estão distantes do valor médio.
<b>DQO</b>	Demanda química de oxigênio - é um parâmetro que mede a quantidade de matéria orgânica suscetível de ser oxidada por meios químicos que existam em uma amostra líquida.
<b>Fenóis</b>	Compostos orgânicos que possuem o grupo hidroxila - OH ligado de forma direta ao carbono do núcleo benzênico
<b>HPA</b>	Hidrocarbonetos Aromáticos Policíclicos - Constituem uma família de compostos caracterizada por possuírem 2 ou mais anéis aromáticos condensados
<b>HRP</b>	Hidrocarbonetos resolvidos de petróleo
<b>HTP</b>	Hidrocarbonetos totais de petróleo
<b>Limite de detecção</b>	A menor quantidade do analito presente em uma amostra que pode ser detectado, porém não necessariamente quantificado, sob as condições experimentais estabelecidas
<b>Limite de quantificação</b>	A menor quantidade do analito em uma amostra que pode ser determinada com precisão e exatidão aceitáveis sob as condições experimentais estabelecidas.
<b>MCNR</b>	Mistura complexa não resolvida
<b>MDS</b>	MultiDimensional Scaling - Ordenação multidimensional onde conjunto de dados é representado por um conjunto de pontos num espaço em que as relações geométricas entre estes pontos correspondem, o mais próximo possível, às relações empíricas no conjunto de dados.
<b>OD</b>	Oxigênio dissolvido (mg/L)
<b>pH</b>	Potencial Hidrogeniônico
<b>TNC</b>	Terminal Norte Capixaba



## VIII – EQUIPE TÉCNICA

<b>Profissional</b>	Frederico Werneck Kurtz
<b>Empresa</b>	Scitech
<b>Formação acadêmica</b>	Doutor em Oceanografia Mestre em Ciências Biológicas Graduação em Licenciatura e Bacharelado em Ciências Biológicas
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRBio: 07108/02
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Nº 39937
<b>Função</b>	Coordenador Técnico e Revisão do Relatório
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Cláudia Lucas Corrêa de Melo
<b>Empresa</b>	Scitech
<b>Formação acadêmica</b>	Mestre em Oceanografia Bacharel em Biologia Marinha
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRBio 71864/02
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Nº5018834
<b>Função</b>	Elaboração do Relatório
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	Hiran José Simões de Carvalho
<b>Empresa</b>	Scitech
<b>Formação acadêmica</b>	Oceanógrafo
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	N.A.
<b>Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental</b>	Nº 5457810
<b>Função</b>	Coordenador de campo
<b>Assinatura</b>	

<p style="text-align: center;">Ministério do Meio Ambiente</p> <p style="text-align: center;"><b>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis</b></p>			
			
<p><b>CADASTRO TÉCNICO FEDERAL</b></p> <p><b>CERTIFICADO DE REGULARIDADE</b></p>			
Nr. de Cadastro:	CPF/CNPJ:	Emitido em:	Válido até:
207997	04.668.503/0001-90	13/06/2012	13/09/2012
<p>Nome/Razão Social/Endereço</p> <p>Scitech - Environmental Science and Technology Ltda  <b>Rua Fernandes Guimarães, 81</b>  <b>Botafogo</b>  <b>RIO DE JANEIRO/RJ</b>  <b>22290-000</b></p>			
<p>Este certificado comprova a regularidade no</p> <p style="text-align: center;"><b>Cadastro de Instrumentos de Defesa Ambiental</b></p> <p><b>Consultoria Técnica Ambiental - Classe 6.0</b></p> <p>Qualidade da Água  Educação Ambiental  Recursos Hídricos  Auditoria Ambiental  Gestão Ambiental  Ecossistemas Terrestres e Aquáticos</p>			
<p>Observações:</p> <p>1 - Este certificado não habilita o interessado ao exercício da(s) atividade(s) descrita(s), sendo necessário, conforme o caso de obtenção de licença, permissão ou autorização específica após análise técnica do IBAMA, do programa ou projeto correspondente.</p> <p>2 - No caso de encerramento de qualquer atividade especificada neste certificado, o interessado deverá comunicar ao IBAMA, obrigatoriamente, no prazo de 30 (trinta) dias, a ocorrência para atualização do sistema.</p> <p>3 - Este certificado não substitui a necessária licença ambiental emitida pelo órgão competente.</p> <p>4 - Este certificado não habilita o transporte de produtos ou subprodutos florestais e faunísticos.</p>		<p>A inclusão de Pessoas Físicas e Jurídicas no Cadastro Técnico Federal não implicará por parte do IBAMA e perante terceiros, em certificação de qualidade, nem juízo de valor de qualquer espécie.</p> <p style="text-align: center;">Autenticação</p> <p style="text-align: center;"><b>9rv5.r7uy.webz.caqh</b></p>	

Ministério do Meio Ambiente <b>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais            Renováveis</b>			
			
<b>CADASTRO TÉCNICO FEDERAL            CERTIFICADO DE REGULARIDADE</b>			
Nr. de Cadastro:	CPF/CNPJ:	Emitido em:	Válido até:
39937	730.492.127-72	13/06/2012	13/09/2012
Nome/Razão Social/Endereço <b>FREDERICO WERNECK KURTZ</b> <b>Rua Pinheiro Guimarães, 145/1401</b> <b>Botafogo</b> <b>RIO DE JANEIRO/RJ</b> <b>22281-080</b>			
Este certificado comprova a regularidade no  <div style="text-align: center;"> <b>Cadastro de Instrumentos de Defesa Ambiental</b> </div>  <b>Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0</b>  Qualidade da Água Educação Ambiental Auditoria Ambiental Gestão Ambiental Ecossistemas Terrestres e Aquáticos			
Observações: 1 - Este certificado não habilita o interessado ao exercício da(s) atividade(s) descrita(s), sendo necessário, conforme o caso de obtenção de licença, permissão ou autorização específica após análise técnica do IBAMA, do programa ou projeto correspondente. 2 - No caso de encerramento de qualquer atividade especificada neste certificado, o interessado deverá comunicar ao IBAMA, obrigatoriamente, no prazo de 30 (trinta) dias, a ocorrência para atualização do sistema. 3 - Este certificado não substitui a necessária licença ambiental emitida pelo órgão competente. 4 - Este certificado não habilita o transporte de produtos ou subprodutos florestais e faunísticos.		A inclusão de Pessoas Físicas e Jurídicas no Cadastro Técnico Federal não implicará por parte do IBAMA e perante terceiros, em certificação de qualidade, nem juízo de valor de qualquer espécie.  <div style="text-align: center;">             Autenticação   <b>q439.pdnz.iu8m.dj6i</b> </div>	

<p style="text-align: center;">Ministério do Meio Ambiente  <b>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais  Renováveis</b></p>   <p style="text-align: center;"><b>CADASTRO TÉCNICO FEDERAL  CERTIFICADO DE REGULARIDADE</b></p>			
Nr. de Cadastro:	CPF/CNPJ:	Emitido em:	Válido até:
5018834	108.837.717-30	02/08/2012	02/11/2012
<p>Nome/Razão Social/Endereço</p> <p><b>Cláudia Lucas Corrêa de Melo</b>  <b>rua Domingos Ferreira 149/306</b>  <b>Copacabana</b>  <b>RIO DE JANEIRO/RJ</b>  <b>22050-011</b></p>			
<p>Este certificado comprova a regularidade no</p> <p style="text-align: center;"><b>Cadastro de Instrumentos de Defesa Ambiental</b></p> <p><b>Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0</b></p> <p>Qualidade da Água  Educação Ambiental  Recursos Hídricos  Controle da Poluição  Recuperação de Áreas  Gestão Ambiental  Ecossistemas Terrestres e Aquáticos  Agente Ambiental Voluntário</p>			
<p>Observações:</p> <p>1 - Este certificado não habilita o interessado ao exercício da(s) atividade(s) descrita(s), sendo necessário, conforme o caso de obtenção de licença, permissão ou autorização específica após análise técnica do IBAMA, do programa ou projeto correspondente;</p> <p>2 - No caso de encerramento de qualquer atividade especificada neste certificado, o interessado deverá comunicar ao IBAMA, obrigatoriamente, no prazo de 30 (trinta) dias, a ocorrência para atualização do sistema.</p> <p>3 - Este certificado não substitui a necessária licença ambiental emitida pelo órgão competente.</p> <p>4 - Este certificado não habilita o transporte de produtos ou subprodutos florestais e faunísticos.</p>		<p>A inclusão de Pessoas Físicas e Jurídicas no Cadastro Técnico Federal não implicará por parte do IBAMA e perante terceiros, em certificação de qualidade, nem juízo de valor de qualquer espécie.</p> <p style="text-align: center;">Autenticação</p> <p style="text-align: center;"><b>y8gk.pyce.v3xj.92n2</b></p>	

 <p><b>Ministério do Meio Ambiente</b> <b>Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis</b></p> 			
<p><b>CADASTRO TÉCNICO FEDERAL</b> <b>CERTIFICADO DE REGULARIDADE</b></p>			
Nr. de Cadastro:	CPF/CNPJ:	Emitido em:	Válido até:
5457810	073.801.136-31	16/07/2012	16/10/2012
<p>Nome/Razão Social/Endereço</p> <p><b>HIRAN JOSE SIMOES DE CARVALHO</b> <b>RUA MARQUES DE OLINDA, 61, BLOCO 2, AP 105</b> <b>BOTAFOGO</b> <b>RIO DE JANEIRO/RJ</b> <b>22251-040</b></p>			
<p>Este certificado comprova a regularidade no</p> <p style="text-align: center;"><b>Cadastro de Instrumentos de Defesa Ambiental</b></p> <p><b>Consultor Técnico Ambiental - Classe 5.0</b></p> <p>Qualidade do Ar Qualidade da Água Qualidade do Solo Recursos Hídricos Controle da Poluição Recuperação de Áreas Auditoria Ambiental Gestão Ambiental Ecossistemas Terrestres e Aquáticos</p>			
<p>Observações:</p> <p>1 - Este certificado não habilita o interessado ao exercício da(s) atividade(s) descrita(s), sendo necessário, conforme o caso de obtenção de licença, permissão ou autorização específica após análise técnica do IBAMA, do programa ou projeto correspondente;</p> <p>2 - No caso de encerramento de qualquer atividade especificada neste certificado, o interessado deverá comunicar ao IBAMA, obrigatoriamente, no prazo de 30 (trinta) dias, a ocorrência para atualização do sistema.</p> <p>3 - Este certificado não substitui a necessária licença ambiental emitida pelo órgão competente.</p> <p>4 - Este certificado não habilita o transporte de produtos ou subprodutos florestais e faunísticos.</p>		<p>A inclusão de Pessoas Físicas e Jurídicas no Cadastro Técnico Federal não implicará por parte do IBAMA e perante terceiros, em certificação de qualidade, nem juízo de valor de qualquer espécie.</p> <p style="text-align: center;">Autenticação</p> <p style="text-align: center;"><b>kfjh.9vdp.lzwp.kp8i</b></p>	

## **ANEXOS**



**Anexo I – Valores encontrados dos parâmetros *in situ* e dos nutrientes das estações do projeto de monitoramento na área de influência do Terminal Norte Capixaba – Campanha Fevereiro/2012.**

Parâmetros		Temperatura (°C)	pH	Condutividade (mS/cm)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Salinidade	Nitrogênio Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	
PREAMAR	Superfície	PM01	27,7	7,4	22,9	5,7	13	1,26	0,025
		PM02	27,6	7,03	11,63	5,45	6	2,4	0,025
		PM04	26,8	6,93	8,47	3,78	5	2,38	0,025
		PM05	26,9	6,84	7,03	4,23	4	3,26	0,07
		PM06	27,0	6,61	3,95	4,17	2	3,13	0,08
	Fundo	PM01	28,2	7,52	26	6,32	15	1,24	0,025
		PM02	28,6	7,11	24,5	5,28	14	4,25	0,025
		PM04	28,1	6,99	19,16	5,12	11	1,91	0,025
		PM05	27,1	7,1	24	4,55	14	2,15	0,025
		PM06	27,3	6,75	13,8	3,47	8	2,03	0,025
BAIXAMAR	Superfície	PM01	30,3	7,28	23,1	4,94	13	1,47	0,025
		PM02	30,5	7,03	15,32	4,36	8	1,87	0,025
		PM03	27,8	8,43	518	8,07	0	2,4	0,08
		PM04	30,3	6,98	11,56	4,06	7	2,19	0,025
		PM05	30,1	6,97	11,35	4,19	6	2,16	0,025
	Fundo	PM06	30,1	6,88	10,04	3,63	5	2,76	0,025
		PM01	29,2	7,8	46,1	6,65	28	0,5	0,025
		PM02	29,4	7,18	27	4,71	15	1,22	0,025
		PM04	31,0	7,06	21,47	4,88	12	1,36	0,025
		PM05	30,5	7,0	19,34	4,05	11	1,63	0,025
PM06	30,3	6,92	17,17	4,06	10	1,04	0,025		

**Anexo II – Valores encontrados dos parâmetros analisados em laboratório das estações do projeto de monitoramento na área de influência do Terminal Norte Capixaba – Campanha Fevereiro/2012.**

Parâmetros		Óleos e Graxas	Fenóis	BTEX	HPA	HTP	Sólidos Suspensos (mg/L)	Sólidos Totais (mg/L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	Coliformes totais (NMP/100mL)	
PREAMAR	Superfície	PM01	5,3	N. D.	N. D.	N. D.	404,36	120	14306	2	4,5
		PM02	1,7	N. D.	N. D.	N. D.	356,89	14	7160	0,9	6,8
		PM04	0,5	N. D.	N. D.	N. D.	546,22	5	5528	2	6,8
		PM05	6,7	N. D.	N. D.	N. D.	316,15	10	3872	7,8	11
		PM06	4,2	N. D.	N. D.	N. D.	911,34	5	1254	0,9	4,5
		PM01	1,8	N. D.	N. D.	N. D.	250,07	5	15114	2	7,8
	Fundo	PM02	2,7	N. D.	N. D.	N. D.	704,79	5	11118	4,5	23
		PM04	1,6	N. D.	N. D.	N. D.	454,58	5	10896	4,5	23
		PM05	5,9	N. D.	N. D.	N. D.	917,15	10	10760	9,3	130
		PM06	6,5	N. D.	N. D.	N. D.	991,08	5	10274	2	6,8
		PM01	1,4	N. D.	N. D.	N. D.	695,25	12	13364	0,9	4,5
		PM02	3,1	N. D.	N. D.	N. D.	672,12	5	8980	4,5	23
BAIXAMAR	Superfície	PM03	5,5	N. D.	N. D.	N. D.	482,63	12	354	17	240
		PM04	2,8	N. D.	N. D.	N. D.	1022,33	5	7320	2	11
		PM05	3,6	N. D.	N. D.	N. D.	442,53	5	6516	7,8	49
		PM06	3,3	N. D.	N. D.	N. D.	533,18	5	5330	9,3	14
		PM01	0,5	N. D.	N. D.	N. D.	633,71	24	6520	2	11
		PM02	0,5	N. D.	N. D.	N. D.	528,03	5	20608	4,5	33
	Fundo	PM04	3,2	N. D.	N. D.	N. D.	449,63	12	12740	4,5	23
		PM05	2,8	N. D.	N. D.	N. D.	497,35	5	12150	0,9	11
		PM06	6,8	N. D.	N. D.	N. D.	580,37	5	23980	0,9	9,3

**Anexo III – Valores encontrados dos parâmetros *in situ* e dos nutrientes das estações do projeto de monitoramento na área de influência do Terminal Norte Capixaba – Campanha Maio/2012.**

Parâmetros		Temperatura (°C)	pH	Condutividade (mS/cm)	Oxigênio Dissolvido (mg/L)	Salinidade	Nitrogênio Total (mg/L)	Fósforo Total (mg/L)	
PREAMAR	Superfície	PM01	24,75	6,3	55	7,8	36,5	N.D.	N.D.
		PM02	25,42	6,2	41,8	7,21	26,8	N.D.	N.D.
		PM04	25,24	6,3	43,1	8,07	27,8	2,4	N.D.
		PM05	25,17	6,4	43,4	6,29	27,9	N.D.	N.D.
		PM06	25,28	6,4	36,1	7,55	22,8	N.D.	N.D.
	Fundo	PM01	24,37	6,2	55,8	8,43	37,1	N.D.	N.D.
		PM02	24,74	6,3	41,8	7,21	26,8	4,1	0,03
		PM04	25,00	6,4	43,3	8,03	27,9	N.D.	N.D.
		PM05	24,91	6,5	44,1	6,46	28,5	N.D.	0,04
		PM06	25,14	6,5	36,5	8,52	23,1	N.D.	N.D.
BAIXAMAR	Superfície	PM01	25,11	7,0	45,7	7,14	29,6	7,4	N.D.
		PM02	25,24	7,0	37,7	6,58	23,9	N.D.	N.D.
		PM03	25,31	6,9	37,7	7,3	23,9	N.D.	N.D.
		PM04	25,31	6,7	36,9	8,1	23,3	N.D.	N.D.
		PM05	25,18	6,9	34,8	6,55	21,9	N.D.	N.D.
	PM06	25,07	6,5	25,9	7,16	15,8	4,5	N.D.	
	Fundo	PM01	25,19	6,8	46,7	6,7	30,4	N.D.	N.D.
		PM02	25,34	6,8	38,4	6,94	24,5	3,1	N.D.
		PM04	25,39	6,8	37,7	7,19	23,9	N.D.	N.D.
		PM05	25,36	6,7	37,2	7,36	23,5	N.D.	N.D.
PM06		25,02	6,6	26,2	6,91	16	2,9	N.D.	

**Anexo IV – Valores encontrados dos parâmetros analisados em laboratório das estações do projeto de monitoramento na área de influência do Terminal Norte Capixaba – Campanha Maio/2012.**

Parâmetros		Óleos e Graxas	Fenóis	BTEX	HPA	HTP	Sólidos Suspensos (mg/L)	Sólidos Totais (mg/L)	Coliformes termotolerantes (NMP/100mL)	Coliformes totais (NMP/100mL)	
PREAMAR	Superfície	PM01	6,7	N. D.	N. D.	N. D.	3,7	128	35802	0,9	2,0
		PM02	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	3,3	106	25086	0,9	0,9
		PM04	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	3,8	112	28288	2,0	2,0
		PM05	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	10,2	125	27772	1,8	1,8
		PM06	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	9,9	91	24017	0,9	2,0
	Fundo	PM01	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	5,5	155	37204	0,9	6,8
		PM02	7,0	N. D.	N. D.	N. D.	6,2	118	29963	2,0	2,0
		PM04	N. D.	0,052	N. D.	N. D.	4,0	133	30811	0,9	0,9
		PM05	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	6,6	102	30690	2,0	2,0
		PM06	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	5,6	92	20955	4,5	11,0
BAIXAMAR	Superfície	PM01	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	17,2	-	-	1,8	2,0
		PM02	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	15,8	76	23480	2,0	2,0
		PM03	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	7,1	75	23697	2,0	2,0
		PM04	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	10,6	75	24247	0,9	4,0
		PM05	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	11,1	69	25108	4,5	7,8
		PM06	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	14,9	49	14748	0,9	0,9
	Fundo	PM01	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	10,6	127	27725	4,5	4,5
		PM02	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	12,1	124	24954	0,9	0,9
		PM04	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	9,7	97	24467	2,0	2,0
		PM05	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	13	83	24045	2,0	2
		PM06	N. D.	N. D.	N. D.	N. D.	15,8	51	12664	4,5	7,8

## Anexo V – Considerações sobre a impossibilidade de realizar análises de DQO em águas salobras.

	<b>CONSIDERAÇÕES DE RELATÓRIOS ANALÍTICOS</b>	<b>FO-ANL-141</b>
		Revisão: 00
		Emissão: 01/02/2012
		Página: 1/1
<b>INFORMAÇÕES DO CLIENTE</b>		
<i>Cliente.....:</i> Scitech Environmental Science and Technology Ltda <i>Endereço....:</i> Rua Fernandes Guimarães, 81 - Botafogo - Rio de Janeiro - RJ - CEP: 22290-000		
<b>CONSIDERAÇÕES</b>		
Relatório(s) Referenciado(s): 4188/2012 a 4208/2012  Informamos que as amostras acima citadas são de matriz salobra, e não de matriz água doce, conforme informado pelo cliente e inserido na proposta comercial nº 0742-12. A metodologia utilizada no laboratório sofre restrição para ensaio de DQO, amostras que contenham altas concentrações de Cloreto, o máximo de concentração tolerável que podemos ter numa amostra é de 2.000 mg/L, as amostras que o laboratório recebeu apresentou concentrações acima de 8.000 mg/L, em virtude disso, não foi executada os ensaios de DQO. Segue abaixo a descrição do método Jirka, A.M. Carter, M.J. Analytical Chemistry, 1975, 47 (8) 1937. Método de Reação de Digestão (adaptado) Após o contato e consenso com o cliente, foi avisado que as análises de DQO e DBO não seriam realizadas.		
Vila Velha, 21 de agosto DE 2012.		
 <b>Rosiene Rodrigues Pires</b> Responsável Técnico CRQ 03251823		
Tommasi Analítica LTDA – CNPJ: 04.485.521/0001-37. Av. Luciano da Neves 2016, Divino Espírito Santo, Vila Velha, ES, CEP: 29107-010 – FONE: 27-3340 8200. <a href="http://www.tommasianalitica.com.br">www.tommasianalitica.com.br</a>		