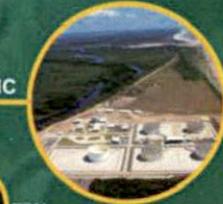


**Atendimento à Condicionante  
06 da Licença de Operação N°  
439/2010**



TNC



EFAL



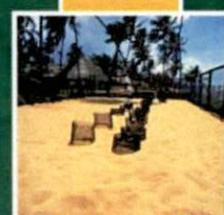
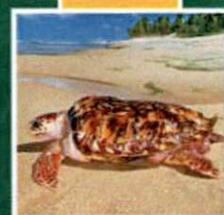
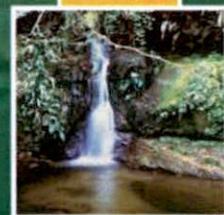
Regência



Barra do Riacho



Vitória



**RELATÓRIO TÉCNICO  
SEMESTRAL**

MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO  
E BIOLÓGICO DO SEDIMENTO  
MARINHO E ESTUARINO NA ÁREA  
DE INFLUÊNCIA DIRETA DO  
TERMINAL NORTE CAPIXABA

**RELATÓRIO TÉCNICO SEMESTRAL DO  
MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO E BIOLÓGICO DO  
SEDIMENTO MARINHO E ESTUARINO NA ÁREA DE  
INFLUÊNCIA DO TERMINAL NORTE CAPIXABA**

Relatório Técnico Semestral

Volume Único

Revisão 00  
Maio/2015



## APRESENTAÇÃO

A PETROBRAS TRANSPORTE S.A. - TRANSPETRO apresenta ao Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos - IEMA o RELATÓRIO TÉCNICO SEMESTRAL DO MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO E BIOLÓGICO DO SEDIMENTO MARINHO E ESTUARINO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DO TERMINAL NORTE CAPIXABA, em atendimento à Condicionante 06 da LO 439/2010, Processo IEMA Nº 22218939.

Os resultados aqui apresentados foram compilados a partir da caracterização do ambiente, referente às campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.

## ÍNDICE GERAL

1.	INTRODUÇÃO.....	15
2.	OBJETIVOS .....	16
2.1	OBJETIVO GERAL .....	16
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
3.	ÁREA DE ESTUDO .....	17
4.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4.1	AMOSTRAGEM.....	18
4.2	GEOQUÍMICA DO SEDIMENTO.....	19
4.3	GRANULOMETRIA E COMPOSIÇÃO .....	19
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
4.5	COMUNIDADE ZOOBENTÔNICA DE FUNDO INCONSOLIDADO ...	24
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1	GEOQUÍMICA DO SEDIMENTO .....	28
5.1.1	Cádmio Total e Mercúrio Total.....	29
5.1.2	Chumbo Total.....	29
5.1.3	Cobre Total.....	31
5.1.4	Cromo Total.....	32
5.1.5	Níquel Total .....	33
5.1.6	Zinco Total.....	34
5.1.7	Hidrocarbonetos Totais do Petróleo (HTP).....	35
5.2	GRANULOMETRIA .....	35
5.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	45
5.4	COMUNIDADE ZOOBENTÔNICA DE FUNDO INCONSOLIDADO ...	49
5.4.1	Aspectos taxonômicos e abundância .....	49
5.4.2	Diversidade e equitabilidade.....	64
5.4.3	Análises multivariadas (MDS, Anosim e CCA) .....	68

---

5.4.4	Discussão da Análise de Comunidade Zoobentônica de fundo consolidado .....	81
6.	CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	92
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	95
8.	EQUIPE TÉCNICA.....	110
9.	ANEXOS .....	113

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 4-1:</b> Demonstração da coleta de sedimento com draga de <i>Petersen</i> , durante campanha de fevereiro/2015.....	18
<b>Figura 5-1:</b> Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de agosto/2014. ....	39
<b>Figura 5-2:</b> Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de novembro/2014. ....	40
<b>Figura 5-3:</b> Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de fevereiro/2015. ....	41
<b>Figura 5-4:</b> Espécies mais abundantes da comunidade zoobentônica coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015. ....	58
<b>Figura 5-5:</b> Valores da análise multivariada da distribuição espacial da comunidade entre os pontos de amostragem do estuário e do ambiente marinho, durante as campanhas de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.....	70
<b>Figura 5-6:</b> Análise de Correlação Canônica (CCA) entre os dados de granulometria e abundância dos organismos do zoobentos de fundo inconsolidado estuarino nas campanhas de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015. ....	79
<b>Figura 5-7:</b> Análise de Correlação Canônica (CCA) entre os dados de granulometria e abundância dos principais organismos (80% indivíduos) do zoobentos de fundo inconsolidado marinho nas campanhas de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.....	80

---

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Tabela 3-1:</b> Coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento em Datum WGS-84 (zona 24S). .....	17
<b>Tabela 3-2:</b> Datas das campanhas de coleta de sedimento.....	17
<b>Tabela 4-1:</b> Frações utilizadas na análise granulométrica dos sedimentos e a abertura Phi ( $\Phi$ ) correspondente. As frações silte e argila foram determinadas por pipetagem e as frações arenosas e cascalhosas (seixo e grânulo) por peneiramento a seco. ....	22
<b>Tabela 4-2:</b> Variação no tempo de sedimentação e profundidade de coleta de cada fração para a análise granulométrica por pipetagem sob diferentes temperaturas de acordo com a Lei de Stokes (Suguio, 1973).....	23
<b>Tabela 4-3:</b> Escala qualitativa para a descrição do grau de seleção dos sedimentos segundo Folk & Ward (1957).....	23
<b>Tabela 4-4:</b> Escala qualitativa utilizada na descrição do grau de assimetria dos sedimentos segundo Folk & Ward (1957).....	23
<b>Tabela 4-5:</b> Valores de curtose para a classificação da curva de distribuição das frações granulométricas segundo Folk & Ward (1957).....	23
<b>Tabela 5-1:</b> Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se $\Phi$ (Folk & Ward, 1957) para a campanha de agosto/2014. ....	42
<b>Tabela 5-2:</b> Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se $\Phi$ (Folk & Ward, 1957) para a campanha de novembro/2014. ....	43
<b>Tabela 5-3:</b> Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se $\Phi$ (Folk & Ward, 1957) para a campanha de fevereiro/2015. ....	44
<b>Tabela 5-4:</b> Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento Estuarino e P-Valor do teste de Mann-Whitney.....	45
<b>Tabela 5-5:</b> Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento Marinho e P-Valor do teste de Mann-Whitney. ....	45
<b>Tabela 5-6:</b> Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento Marinho e P-Valor do teste de Mann-Whitney. ....	46

---

<b>Tabela 5-7:</b> Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento e P-Valor do teste de Mann-Whitney. ....	46
<b>Tabela 5-8:</b> Análise estatística comparativa entre as campanhas, independente da coleta ter sido no estuário ou no mar e P-Valor do teste de Mann-Whitney....	47
<b>Tabela 5-9:</b> Análise estatística comparativa entre as campanhas, independente da coleta ter sido no estuário ou no mar e P-Valor do teste de Mann-Whitney....	47
<b>Tabela 5-10:</b> Análise estatística comparativa entre as campanhas, independente da coleta ter sido no estuário ou no mar e P-Valor do teste de Mann-Whitney....	48
<b>Tabela 5-11:</b> Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo (fevereiro/2015). ....	59
<b>Tabela 5-12:</b> Valores médios (X) e erro padrão (EP) dos índices da comunidade: Riqueza (S), número de indivíduos (N), Densidade (ind/m <sup>2</sup> ), Equitabilidade (J') e Diversidade (H'), coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho. ....	67
<b>Tabela 5-13:</b> Resultados da análise PERMANOVA da endofauna entre as áreas (Estuário x Marinha), formados pelos pontos de amostragem na região marinha e estuário, nos meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015. ....	72
<b>Tabela 5-14:</b> Resultados da análise PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem, períodos (seco e chuvoso) nos ambientes e respectivas interações. ....	72
<b>Tabela 5-15:</b> Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem estuarino nos meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015. ....	73
<b>Tabela 5-16:</b> Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna dos pontos de amostragem estuarino entre os meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015. ....	73
<b>Tabela 5-17:</b> Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem marinhos nos meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo. ....	74

---

**Tabela 5-18:** Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna dos pontos de amostragem marinhos entre os meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015..... 76

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>Gráfico 5-1:</b> Concentração de Chumbo Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.....	30
<b>Gráfico 5-2:</b> Concentração de Cobre Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.....	31
<b>Gráfico 5-3:</b> Concentração de Cromo Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.....	32
<b>Gráfico 5-4:</b> Concentração de Níquel Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.....	33
<b>Gráfico 5-5:</b> Concentração de Zinco Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.....	34
<b>Gráfico 5-6:</b> Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de agosto de 2014.....	36
<b>Gráfico 5-7:</b> Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de novembro de 2014. ....	36
<b>Gráfico 5-8:</b> Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de fevereiro de 2015. ....	37
<b>Gráfico 5-9:</b> Abundância relativa (%) total dos principais grandes grupos de organismos da comunidade bentônica associada ao sedimento marinho e estuarino ( <b>A</b> - Total geral: ago/14, nov/14 e fev/15; e <b>B</b> - Total de fevereiro/2015). .....	50
<b>Gráfico 5-10:</b> Número total de indivíduos (N) por grande grupo (Filo) coletado em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino (A) e marinho (B) ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba. ....	53
<b>Gráfico 5-11:</b> Valores médios de número de indivíduos (N) do zoobentos coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho.....	54
<b>Gráfico 5-12:</b> Valores médios de número de espécies (S) do zoobentos coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho. ....	55

---

<b>Gráfico 5-13:</b> Valores médios de densidade (ind/m <sup>2</sup> ) do zoobentos coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho. ....	56
<b>Gráfico 5-14:</b> Valores médios de Equitabilidade (J') coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho.....	66
<b>Gráfico 5-15:</b> Valores médios de Diversidade coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais. ....	66

---

**LISTA DE ANEXOS**

**Anexo I:** Mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento estuarino.

**Anexo II:** Mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento marinho.

**Anexo III:** Laudos laboratoriais referente as campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.

**Anexo IV:** Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo referente às campanhas de agosto e novembro de 2014.

**Anexo V:** Anotações de Responsabilidades Técnicas – ART.

## 1. INTRODUÇÃO

Para análise dos dados do monitoramento de sedimentos utilizam-se, para fins de comparação, os limites preconizados na Resolução CONAMA 454, de 01 de novembro de 2012, embora esta seja específica para avaliação de material a ser dragado. Dentre os principais parâmetros considerados pela resolução estão os hidrocarbonetos aromáticos policíclicos, os pesticidas, os metais e semi-metais.

Os metais, independentemente de sua origem, são transportados naturalmente pelo planeta através dos fluidos presentes (água e ar). Durante seu transporte, os metais passam por um grande número de processos e transformações, afetando sua distribuição e dissolução. O transporte destes metais de sua origem até o oceano aberto pode durar entre dias até semanas. Por outro lado, estes metais podem também ser acumulados em sistemas lacustres e fluviais. Já os sedimentos, em qualquer ambiente, funcionam como reservatórios de metais e outros constituintes, uma vez que a velocidade de transporte destes constituintes neste meio está a muitas ordens de grandeza abaixo do transporte em fluidos como ar ou água (SALOMONS e FORSTNER, 1945).

Dependendo das condições do ambiente, os sedimentos podem ser pontos de concentração/assimilação ou de fonte de metais em corpos d'água. Por outro lado, metais não são necessariamente fixados permanentemente por sedimentos, mas sim reciclados por agentes químicos e/ou biológicos, tanto nas camadas sedimentares como na coluna d'água (JAMES, 1978).

Neste contexto, os resultados obtidos nas análises de qualidade do sedimento devem subsidiar a avaliação qualitativa na área de influência do TNC, no sentido de monitorar o desenvolvimento das atividades de transporte de fluidos promovido pela contratante.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a caracterização físico-química e biológica do sedimento marinho e estuarino da área de Influência do Terminal Norte Capixaba com base nos resultados de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Caracterizar a qualidade do sedimento marinho através de análises geoquímicas, considerando os limites da Resolução CONAMA nº 454/12;
- Gerar histórico de dados para acompanhar possíveis diferenças ao longo do tempo com base nos resultados obtidos em agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.
- Identificar taxonomicamente os exemplares bentônicos capturados, preferencialmente a nível de espécie, e quantificá-los nas estações de monitoramento;
- Determinar os parâmetros populacionais da comunidade zoobentônica (índices ecológicos: riqueza, similaridade, diversidade e dominância), procedendo à análise comparativa entre os pontos de monitoramento;
- Determinar as concentrações de hidrocarbonetos totais do petróleo (HTP – *finger print*) no sedimento.

### 3. ÁREA DE ESTUDO

As coletas de sedimento para análise do zoobentos, granulometria, metais e HTPs (*finger print*) foram realizadas em três pontos de amostragem no estuário do Rio Barra Nova (**Anexo I**) e nove pontos de amostragem marinhos, localizados no entorno do duto e monoboia (**Anexo II**).

As coordenadas geográficas das estações de coleta estão apresentadas na **Tabela 3-1** abaixo.

**Tabela 3-1:** Coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento em Datum WGS-84 (zona 24S).

Estação de monitoramento	Localização	Longitude	Latitude
PE-01	Estuário	421595,730	7902778,473
PE-02	Estuário	421920,779	7901389,175
PE-03	Estuário	421107,138	7900166,714
PM-01	Marinho	425690,937	7903316,430
PM-02	Marinho	425690,937	7899316,430
PM-03	Marinho	423181,951	7900788,075
PM-04	Marinho	424436,444	7900788,075
PM-05	Marinho	425690,937	7900788,075
PM-06	Marinho	426318,184	7901316,430
PM-07	Marinho	425690,937	7901940,838
PM-08	Marinho	424436,444	7901940,838
PM-09	Marinho	423181,951	7901940,838

As campanhas para coleta de sedimento foram realizadas conforme descrito na **Tabela 3-2**.

**Tabela 3-2:** Datas das campanhas de coleta de sedimento.

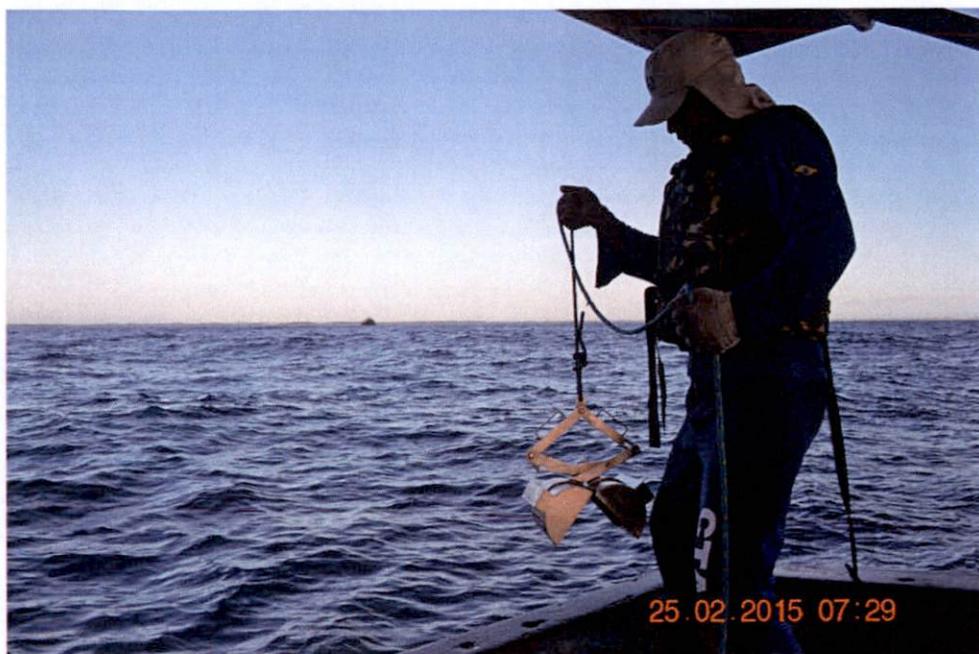
Campanha	Data das Coletas
4ª campanha	01 e 02/08/2014
5ª campanha	20/11/2014
6ª campanha	25/02/2015

## 4. MATERIAIS E MÉTODOS

### 4.1 AMOSTRAGEM

As amostras de sedimento foram coletadas utilizando-se uma draga do tipo busca fundo de *Petersen*, sendo uma amostra por ponto (**Figura 4-1**). Posteriormente, as amostras foram acondicionadas em frascaria adequada a cada parâmetro (objeto de estudo), devidamente identificadas e encaminhadas ao laboratório responsável pelas análises.

Para a comunidade bentônica de fundo, em cada um dos pontos de amostragem foram efetuados três lançamentos (triplicatas). O material foi fixado em formol 10%, acondicionado em sacolas plásticas e, posteriormente, enviados ao laboratório para lavagem, triagem e identificação.



**Figura 4-1:** Demonstração da coleta de sedimento com draga de *Petersen*, durante campanha de fevereiro/2015.

## 4.2 GEOQUÍMICA DO SEDIMENTO

As análises de geoquímica do sedimento são compostas pelos seguintes parâmetros:

- Cádmi
- Chumbo
- Cobre
- Cromo
- Mercúrio
- Níquel
- Zinco
- Hidrocarbonetos Totais de Petróleo.

Os resultados das campanhas de agosto e novembro de 2014, e fevereiro de 2015 estão apresentados em forma de laudos no **Anexo III**.

## 4.3 GRANULOMETRIA E COMPOSIÇÃO

A análise granulométrica foi realizada em três amostras oriundas do estuário do Rio Barra Nova (PE1, PE2, PE3) e nove pontos localizados no ambiente marinho (PM1 a PM9).

A primeira etapa do preparo dos sedimentos destinados à análise granulométrica foi a retirada do sal. As amostras foram lavadas em bacias plásticas e a água destas bacias foi trocada pelo menos cinco vezes até que todo o conteúdo do sal solúvel fosse removido. Após a secagem dos sedimentos em uma estufa a 80 °C as amostras de sedimentos arenosos foram quarteadas e separados cerca de 50 g destinados à análise granulométrica. O quarteamento garantiu que a amostra destinada à análise granulométrica fosse representativa de todas as frações texturais do sedimento coletado.

As amostras apresentaram um alto teor de lama (quando silte e argila são considerados em conjunto) e a análise granulométrica foi realizada por dois métodos distintos e complementares: peneiramento a seco e pipetagem. A

pipetagem foi utilizada para quantificar as frações silte e argila e se baseia na velocidade de decantação de partículas esféricas pequenas em suspensão em um fluido tomando como referência a lei de Stokes (Dias, 2004).

Para a pipetagem foi adotada a metodologia de Suguio (1973). Para evitar a floculação da argila durante os ensaios de pipetagem foi adicionado peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) a 17,5%, antes da lavagem com o objetivo de queimar a matéria orgânica presente nos sedimentos (Suguio, 1973). Posteriormente as amostras foram secadas em uma estufa a 80 °C. Após a pesagem das amostras secas foram separadas 50 g para as análises granulométricas. Entretanto estas amostras apresentavam uma textura dura e homogênea formando torrões compactos que inviabilizam o seu peneiramento. Para a separação das partículas sedimentares estes torrões foram inicialmente macerados até a redução a tamanhos inferiores a 4 mm e posteriormente foi adicionado  $H_2O_2$  a 17,5% de concentração a estas amostras até que elas ficassem completamente cobertas pelo líquido conforme sugerido por Suguio (1973). Um volume igual de água foi acrescentado às amostras para facilitar a dissolução dos torrões. Este processo que rompe os agregados sedimentares pela geração catalítica do oxigênio dentro do espaço poroso foi repetido até que toda a amostra estivesse livre dos torrões. O passo seguinte foi o peneiramento via úmida, em uma peneira com abertura de 0,062 mm, desta amostra de 50 g de sedimento em 1 L de água destilada sobre uma proveta de vidro de 1 L.

Para evitar a floculação de natureza inorgânica da argila (Skinner, 2000) foram adicionados 0,67 g do antifloculante oxalato de sódio ( $Na_2C_2O_4$ ) (Suguio, 1973). O material arenoso retido na peneira de 0,062 mm foi seco em estufa a 80 °C, pesado e submetido à análise granulométrica a seco. A solução contida na pipeta foi homogeneizada a partir de uma agitação vigorosa por 1 min e depois foi colocada em repouso para que as partículas pudessem decantar. A partir deste momento esperou-se o momento para a coleta da amostra destinada à determinação do teor de argila. O tempo transcorrido entre a homogeneização e a coleta da amostra depende da temperatura a que o laboratório foi mantido (Tabela 4-2) (Suguio, 1973; Dias, 2004). Uma amostra de 20 mL destinada ao

cálculo do teor de argila foi coletada com pipeta e colocada em um cadinho e seca em estufa a 105 °C. Através da diferença de peso foi possível calcular o teor de argila contido nesta amostra de 20 mL. O valor da amostra de 20 mL foi multiplicado por 50, obtendo-se assim o teor total de argila da amostra. A determinação do teor de silte foi realizada subtraindo-se do peso total da amostra as frações cascalho, areia e argila (Suguio, 1973; Kiel, 1979).

Para o peneiramento a seco foram utilizadas peneiras granulométricas de acordo com a escala sugerida por Wentworth (1922) e recomendada por (Folk 1974), com aberturas variando de 4 mm a 0,062 mm (**Tabela 4-1**). O tamanho de cada fração granulométrica também é expresso em Phi ( $\Phi$ ) que corresponde ao logaritmo negativo de base 2 da medida do diâmetro da partícula do sedimento dado em milímetros. Os valores de  $\Phi$  são números inteiros e coincidem com os limites das classes da escala de Wentworth (Krumbein, 1934). Os sedimentos foram peneirados a seco durante 15 min em um agitador mecânico Solotest. O peneiramento foi realizado após a remoção da matéria orgânica da amostra, mas preservou-se o conteúdo de bioclastos.

**Tabela 4-1:** Frações utilizadas na análise granulométrica dos sedimentos e a abertura Phi ( $\Phi$ ) correspondente. As frações silte e argila foram determinadas por pipetagem e as frações arenosas e cascalhosas (seixo e grânulo) por peneiramento a seco.

Fração	Abertura (mm)	Abertura ( $\Phi$ )
Seixo	> 4	> -2
Grânulo	4 a 2	-2 a -1
Areia muito grossa	2 a 1	-1 a 0
Areia grossa	1 a 0,5	0 a 1
Areia média	0,5 a 0,25	1 a 2
Areia fina	0,25 a 0,125	2 a 3
Areia muito fina	0,125 a 0,0625	3 a 4
Silte	0,0625 a 0,0039	4 a 8
Argila	< 0,0039	8 a 12

Para a classificação dos sedimentos foram utilizadas medidas de tendência central como a média, o desvio padrão, a assimetria e a curtose. As análises estatísticas foram realizadas no programa Gradistat 8.0 e a classificação dos parâmetros foi realizada de acordo com Folk & Ward (1957) e Folk (1974). A média traz informações sobre o tamanho dos sedimentos e da energia do meio durante o transporte e a deposição (Folk & Ward, 1957). O desvio padrão (**Tabela 4-3**) é uma medida de dispersão e informa o grau de seleção, sendo que a dispersão dos sedimentos em torno da média indica uma menor seletividade do meio e variações na energia do ambiente deposicional. A assimetria (**Tabela 4-4**) permite avaliar a contribuição das frações finas e grossas na composição dos sedimentos. A assimetria é positiva quando a contribuição das frações finas é mais importante e negativa quando as frações mais grossas são predominantes (Suguio, 1973). A curtose (**Tabela 4-5**) retrata o grau de agudez e a dispersão nas curvas de distribuição informando sobre as condições do fluxo durante a deposição dos sedimentos. Para a textura, os sedimentos foram classificados com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho.

**Tabela 4-2:** Variação no tempo de sedimentação e profundidade de coleta de cada fração para a análise granulométrica por pipetagem sob diferentes temperaturas de acordo com a Lei de Stokes (Suguio, 1973).

Tamanho do sedimento		Profundidade da coleta (cm)	Tempo para a coleta			
Phi ( $\Phi$ )	mm		16 °C	20°C	24 °C	28 °C
4	0,062	20	20s	20s	20s	20s
5	0,031	10	2m 09s	1m 57s	1m 46s	1m 37s
6	0,0156	10	8m29s	7m 40s	6m 58s	6m 22s
7	0,0078	10	34m	31m	28m	25m
8	0,0039	10	2h 15m	2h 03m	1h 51m	1h 42m
9	0,0020	5	4h 18m	3h 53m	3h 32m	3h 14m
10	0,00098	7	25h 05m	22h 41m	20h 37m	18h 50m

**Tabela 4-3:** Escala qualitativa para a descrição do grau de seleção dos sedimentos segundo Folk & Ward (1957).

Grau de seleção	Phi ( $\Phi$ )
Muito bem selecionado	0 a 0,35
Bem selecionado	0,35 a 0,50
Moderadamente bem selecionado	0,50 a 0,71
Moderadamente selecionado	0,71 a 1
Mal selecionado	1 a 2
Muito mal selecionado	2 a 4
Extremamente mal selecionado	>4

**Tabela 4-4:** Escala qualitativa utilizada na descrição do grau de assimetria dos sedimentos segundo Folk & Ward (1957).

Assimetria	Phi ( $\Phi$ )
Muito positiva	1 a 0,3
Positiva	0,3 a 0,1
Aproximadamente simétrica	0,1 a -0,1
Negativa	-0,1 a -0,3
Muito negativa	-0,3 a -1

**Tabela 4-5:** Valores de curtose para a classificação da curva de distribuição das frações granulométricas segundo Folk & Ward (1957).

Classificação	Phi ( $\Phi$ )
Muito Platicúrtica	0,41 a 0,67
Platicúrtica	0,67 a 0,90
Mesocúrtica	0,90 a 1,11
Leptocúrtica	1,11 a 1,50
Muito Leptocúrtica	1,50 a 3
Extremamente Leptocúrtica	>3

#### 4.4 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Para comparar as concentrações de substâncias associadas a lama ou areia nos pontos amostrados, o teste de *Kruskal-Wallis* foi adotado como alternativa não paramétrica da ANOVA. Para comparações, o teste de *Kruskal-Wallis* baseia-se no “ranqueamento” dos valores observados gerando uma nova variável a ser utilizada pelo teste.

Os valores apresentados nas tabelas de resultados estatísticos são as médias, medianas e desvios padrão dos pontos amostrados, além do *P-valor* do teste. Foi considerado o nível de significância de 5% para rejeição da hipótese de igualdade de medianas. As estatísticas referentes a variável criada pelo teste não foram apresentadas por não contribuir diretamente para o estudo, sendo que o teste verifica igualdade de medianas.

Para comparações de concentrações de substâncias entre as campanhas, foi aplicado o teste de *Mann-Whitney*. Os valores apresentados nas tabelas de resultados estatísticos são as médias, medianas e desvio padrões dos pontos amostrados, além do *P-valor* do teste. Foi considerado significância de 5% para rejeição da hipótese de igualdade nos testes. As estatísticas referentes a variável criada pelo teste não foram apresentadas por não contribuir diretamente para o estudo. O teste verifica igualdade de medianas.

#### 4.5 COMUNIDADE ZOOBENTÔNICA DE FUNDO INCONSOLIDADO

No laboratório, o material foi pré-triado em bandejas iluminadas, utilizando-se o processo de elutriação, e lavado. Após este procedimento, o sedimento foi levado ao estereomicroscópio PZO Labimex para triagem dos organismos.

Os organismos triados foram contados e identificados ao menor nível taxonômico possível, com auxílio de estereomicroscópio PZO-Labimex e microscópio Studar

lab e de chaves de identificação, sendo posteriormente armazenados em frascos com álcool 70%.

As chaves taxonômicas utilizadas na identificação foram DAY (1967) e AMARAL & NONATO (1996) para os poliquetos; MELO (1996) para caranguejos; MOREIRA (1972) para isópodas; RIOS (1994) para os moluscos; TOMMASI (1970) para os equinodermos e AMARAL, RIZZO, ARRUDA (2006a) para os grupos Annelida (Polychaeta), Mollusca (Polyplacophora e Bivalvia) e Echinodermata (Classe Ophiuroidea).

Os resultados das campanhas de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015, foram comparados entre si com objetivo de analisar e avaliar a variação da comunidade bentônica de fundo inconsolidado entre os períodos, e determinar a associação destas com a atividade antrópica desenvolvida na área de estudo.

A comunidade bentônica foi estudada quanto à abundância média (número de indivíduos) e total, diversidade *Shannon-Wiener* ( $H'$ ) e equitabilidade de *Pielou* ( $J'$ ) médias, e riqueza média e total de espécies ( $S$ ) (CLARKE & WARWICK, 1994) em cada ponto de amostragem. Todos esses procedimentos foram realizados a partir das rotinas do programa PRIMER 6.0.

O índice de *Shannon-Wiener* ( $H'$ ) é relativamente independente do tamanho da amostra e apresenta uma distribuição normal, além de atribuir um peso maior às espécies raras (ODUM, 1988). A diversidade foi calculada utilizando o logaritmo na base  $e$ .

A riqueza de espécies foi calculada através do número total e médio de espécies encontradas ( $S$ ).

A medida de equitabilidade compara o índice de *Shannon-Wiener* observado contra a distribuição dos indivíduos entre as espécies observadas a qual pode maximizar a diversidade (HENDERSON & SEABY, 1997).

A análise de variância entre os índices nos pontos de amostragem, local (Estuário e Marinho) e período (seco x chuvoso), foi calculada através da ANOVA, utilizando-se o pacote estatístico StatSoft 7.0.

Para o estabelecimento de grupos de amostras, com composição semelhante, foi aplicado o índice de similaridade de Bray-Curtis (CLARKE; WARWICK, 1994) aos dados de número de indivíduos por espécie, transformados em raiz quadrada.

A análise de ordenação MDS ("*non-metric Multi Dimensional Scaling*") (KRUSKAL & WISH, 1978) foi utilizada, a partir dos dados de abundância das espécies transformados em raiz quadrada, utilizando novamente o índice de similaridade de BRAY-CURTIS (1957), entre os pontos de amostragem, locais de coleta e períodos.

Os resultados foram plotados num diagrama de ordenação e quanto mais próximos dois pontos estiverem, mais similares eles são. Em geral existe um grau de distorção ou "*stress*" entre os postos de similaridade e os correspondentes postos de distâncias no diagrama. Valores menores que 0,2 indicam uma boa representação do diagrama em duas dimensões (CLARKE & WARWICK, 2001).

Para verificar se as diferenças na composição da fauna dos grupos entre os pontos de amostragem, local e períodos, obtidas na análise de agrupamento foram significativas, foi realizada uma Análise de Similaridade (ANOSIM) unifatorial e PERMANOVA. Para o ANOSIM quanto maior o valor de R, maior a similaridade de amostras de um mesmo grupo e, caso o nível de significância tenha sido menor que 5%, a hipótese nula de que não existem diferenças significativas entre os grupos foi rejeitada.

Análise multivariada permutacional de variância (PERMANOVA: ANDERSON, 2001, 2005) utilizando os fatores da ANOVA (ponto de amostragem, período e local, e a interação entre eles) foi aplicada para comparações multivariadas da composição da endofauna entre pontos, períodos (seco e chuvoso) e local (estuário e marinho). A distância de similaridade de *Bray-Curtis* foi escolhida

como base para todas as PERMANNOVAs e os dados foram permutados 9999 vezes por análises a um  $\alpha$ -nível de 0,05 (MANLY, 1997). Quando diferenças significativas foram encontradas, comparações *post-hoc* par a par foram realizadas usando 9999 permutações (ANDERSON, 2005). Os dados para as PERMANNOVAs foram transformados utilizando raiz quadrada. A detecção de diferenças significativas entre fatores foi seguida pelo cálculo das porcentagens de similaridade (SIMPER) para identificar os táxons que mais contribuíram (75%) para as dissimilaridades. As análises multivariadas foram realizadas utilizando o pacote estatístico PRIMER versão 6 (CLARKE & WARWICK, 2001; CLARKE *et al.*, 2006).

Todos esses procedimentos descritos acima foram realizados a partir das rotinas do programa PRIMER 6.0 for Windows.

A distribuição dos organismos bentônicos (endofauna) e suas relações com os pontos de amostragem e as características granulométricas do sedimento, foram analisadas através de Análise de Correspondência Canônica (CCA). Para a análise foram utilizadas as espécies encontradas que representaram 85% da abundância total da fauna avaliada.

Para as demais análises multivariadas da comunidade (MDS, PERMANOVA e ANOSIM) foram utilizados todos os organismos encontrados.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 5.1 GEOQUÍMICA DO SEDIMENTO

Os metais podem ser oriundos tanto de fontes naturais (intemperismo de rochas, emissão vulcânica, incêndios florestais, fontes biogênicas) quanto de fontes antrópicas (lançamento de efluentes urbanos, agrícolas e industriais, mineração, lixiviação de resíduos contaminados). Os metais possuem alta capacidade de bioacumulação, baixa degradabilidade e um elevado potencial tóxico (FÖRSTNER; WITTMANN, 1983).

De acordo com Förstner e Wittman (1983), as principais fontes antropogênicas de metais pesados têm sido relacionadas aos efluentes urbanos (principalmente Cr, Cu, Pb, Zn, Mn e Ni), a queima de combustíveis fósseis (Cu, Ni, Pb), as indústrias de beneficiamento de ferro e aço (Cr e Zn), fertilizantes (Cu, Fe, Mn, Ni e Zn) e depósitos de rejeitos (Zn, Mn e Pb). Estima-se que os sedimentos sirvam como um compartimento de acumulação de poluentes a partir da coluna d'água, devido à alta capacidade de adsorção e acumulação associadas. São ainda considerados como bons indicadores de poluição ambiental sendo utilizados para o conhecimento das principais fontes de poluição dentro de um determinado sistema aquático (BORGES; COUTINHO, 2004).

Segundo Paul et al. (1994), de um modo geral, as maiores concentrações de metais pesados são encontradas em sedimentos com granulometria fina (< 63 µm) e com elevadas concentrações de matéria orgânica, caracterizando propriedades geoquímicas importantes no processo da mobilização desses poluentes inorgânicos no sedimento.

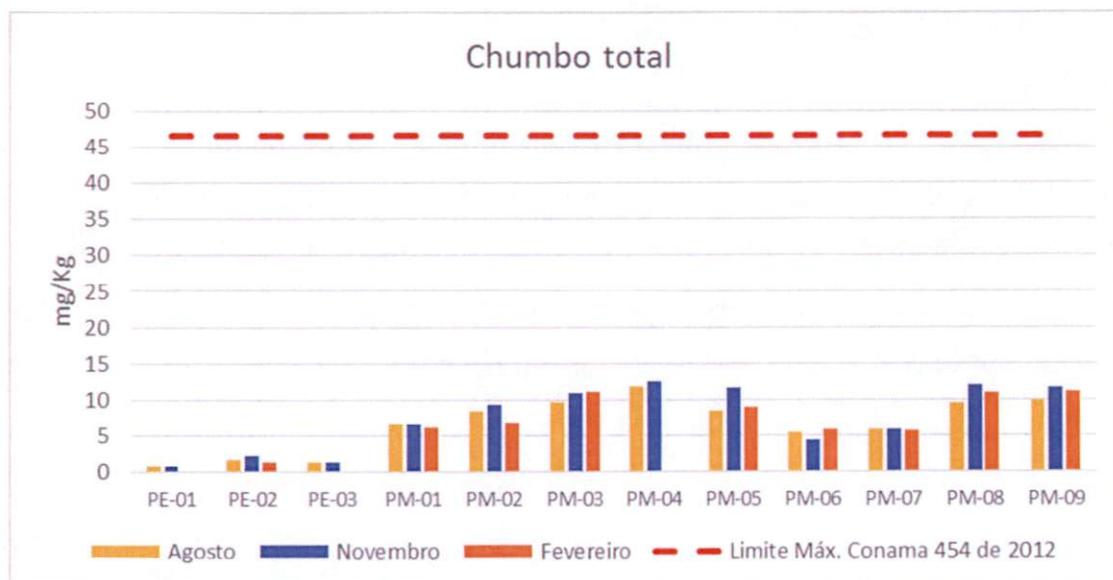
### 5.1.1 Cádmio Total e Mercúrio Total

A concentração de Cádmio e Mercúrio nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015, apresentaram valores abaixo do limite mínimo de detecção do método analítico em todos os pontos. Portanto, abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para materiais em água salina/salobra nível 1, sendo este de 1,2 mg/Kg para o Cádmio e 0,3 mg/Kg para o Mercúrio.

### 5.1.2 Chumbo Total

A concentração de Chumbo Total nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015, apresentaram valores abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para materiais em água salobra nível 1, sendo este de 46,7 mg/Kg.

Na comparação entre campanhas, tanto os pontos estuarino quanto marinho apresentaram pouca variação da concentração ao longo do monitoramento. Em relação aos pontos marinhos e estuarinos, nota-se a menor concentração nos pontos estuarinos, conforme mostra o **Gráfico 5-1**.



**Gráfico 5-1:** Concentração de Chumbo Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.

### 5.1.3 Cobre Total

A concentração de Cobre Total nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015, apresentaram valores abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para materiais em água salobra nível 1, sendo este de 34 mg/Kg.

Na comparação entre campanhas, nos pontos estuarinos a campanha de novembro apresentou as menores concentrações com pouca variação em relação a campanha de agosto/2014. Nos pontos marinhos, a campanha de novembro/2014 também apresentou as menores concentrações, com leve acréscimo na campanha de fevereiro/2015. Em relação aos pontos marinhos e estuarinos, nota-se a menor concentração nos pontos estuarinos, conforme mostra o **Gráfico 5-2**.

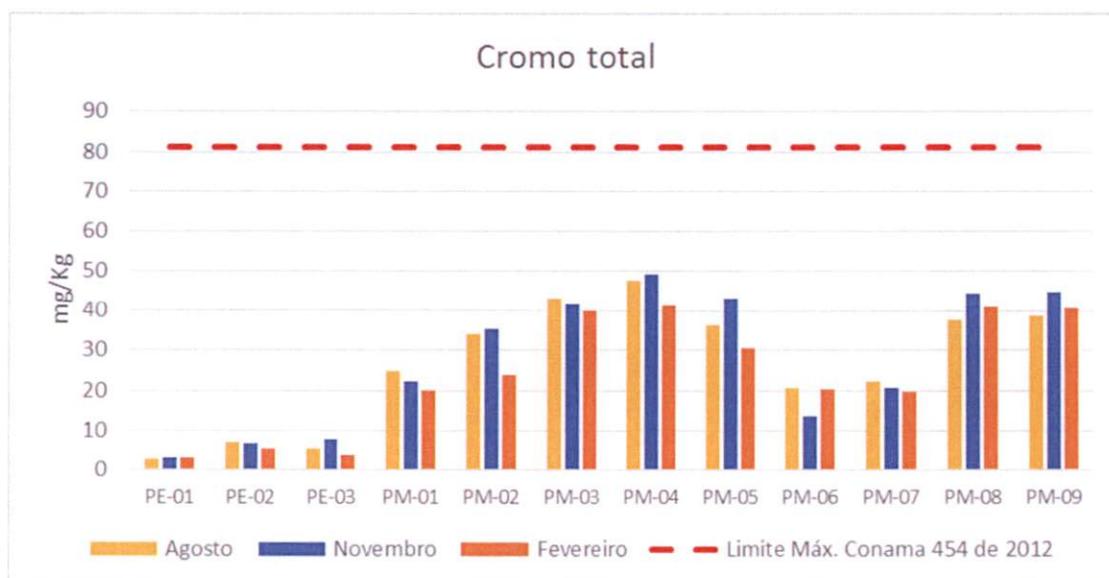


**Gráfico 5-2:** Concentração de Cobre Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.

### 5.1.4 Cromo Total

A concentração de Cromo Total nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015, apresentaram valores abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para materiais em água salobra nível 1, sendo este de 81 mg/Kg.

Na comparação entre campanhas os pontos apresentaram, de forma geral, valores similares ao longo das campanhas. Já na comparação entre os pontos marinhos e estuarinos, nota-se a menor concentração nos pontos estuarinos, conforme mostra o **Gráfico 5-3**.



**Gráfico 5-3:** Concentração de Cromo Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.

### 5.1.5 Níquel Total

A concentração de Níquel Total nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015, apresentaram valores abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para materiais em água salobra nível 1, sendo este de 20,9 mg/Kg.

As concentrações de níquel na comparação entre as campanhas, indicou que houve pouca variação dos valores nos pontos de monitoramento. Já na comparação entre os pontos marinhos e estuarinos, nota-se a menor concentração nos pontos estuarinos, conforme mostra o **Gráfico 5-4**.

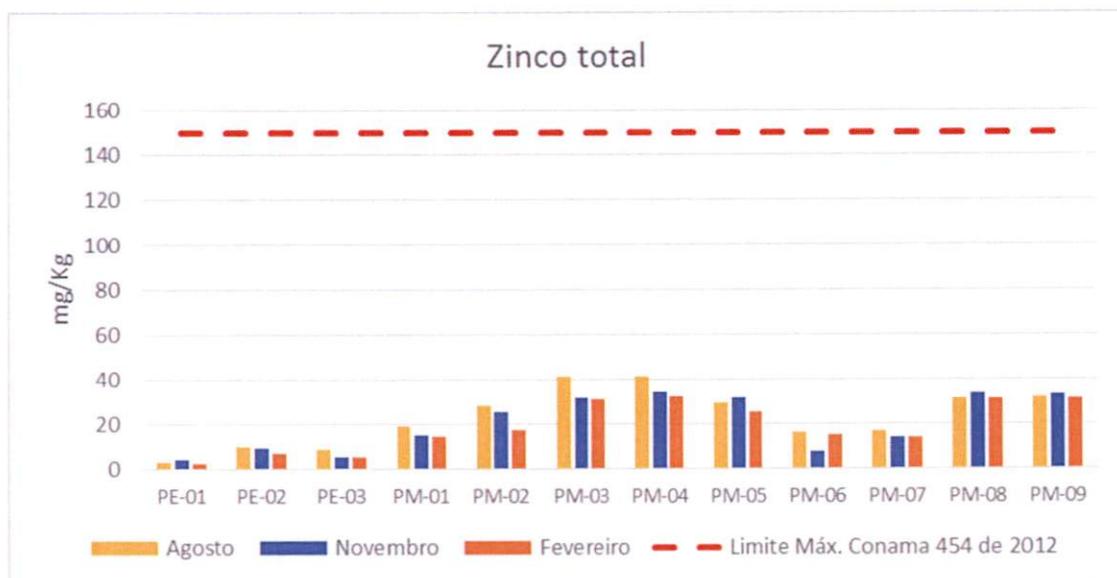


**Gráfico 5-4:** Concentração de Níquel Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.

### 5.1.6 Zinco Total

A concentração de Zinco Total nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015, apresentaram valores abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para materiais em água salobra nível 1, sendo este de 150 mg/Kg.

Assim como as concentrações de Cromo e Níquel, a comparação entre as campanhas indicou que os pontos de monitoramento da região estuarina e marinha demonstraram, de forma geral, valores similares. Em relação aos pontos marinhos e estuarinos, nota-se a menor concentração nos pontos estuarinos, conforme mostra o **Gráfico 5-5**.



**Gráfico 5-5:** Concentração de Zinco Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015.

### 5.1.7 Hidrocarbonetos Totais do Petróleo (HTP)

As concentrações das séries de HTP no sedimento, nas campanhas de agosto, novembro de 2014 e fevereiro de 2015, apresentaram em todos os pontos, valores abaixo do limite mínimo de detecção do método analítico, sendo este de 0,5 mg/Kg.

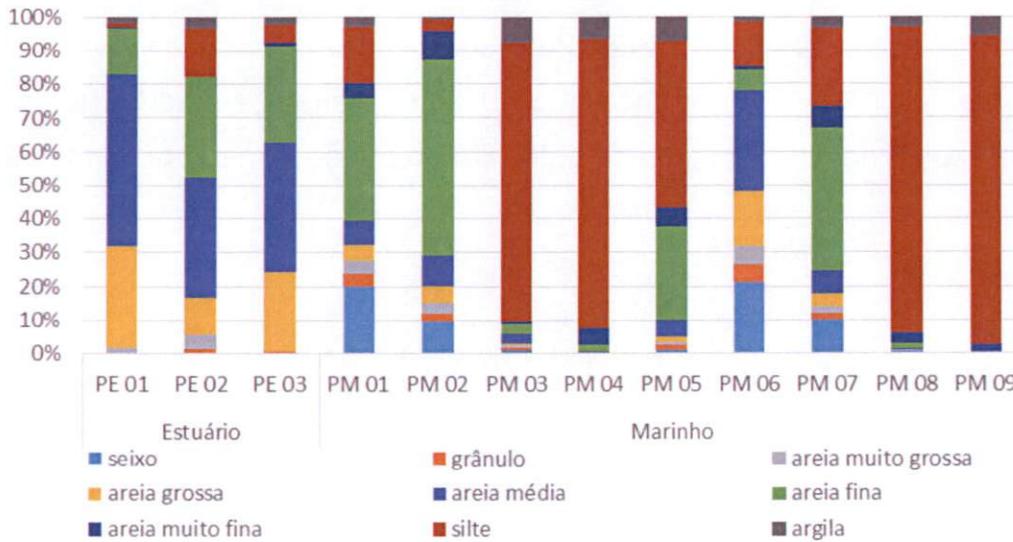
### 5.2 GRANULOMETRIA

Os resultados da análise granulométrica nos pontos de monitoramento são apresentados no **Gráfico 5-6**, **Gráfico 5-7** e **Gráfico 5-8**.

Em relação aos pontos do Estuário, nota-se nos pontos PE01, PE02 e PE03 uma predominância de areia na campanha de agosto/2014, porém em novembro/2014, nota-se um aumento da classe modal silte e em fevereiro de 2015, este, a proporção de silte atinge em torno de 41%. O aumento da fração silte no estuário, pode estar relacionado a baixa pluviosidade e consequência a baixa energia no rio, ocasionando deposição das pequenas partículas.

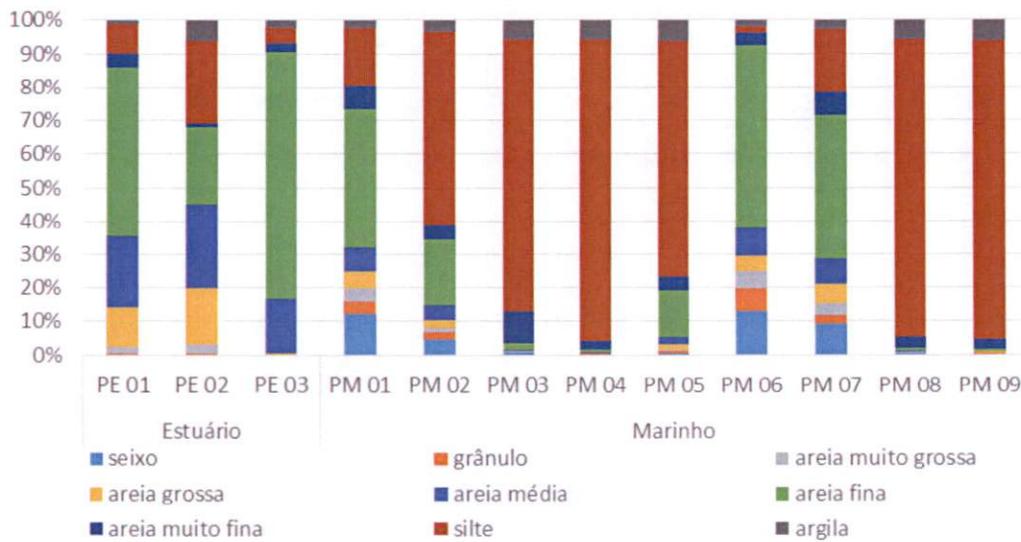
Nos pontos Marinhos, de maneira geral, observa-se nos pontos PM03, PM04, PM08 e PM09 a predominância de silte e nos demais pontos a predominância de areia com destaque para a classe modal de areia fina. Nestes pontos, nota-se ainda o eventual aumento da percentagem de silte nos pontos Marinhos. Este fato possivelmente está relacionado com os fenômenos oceanográficos do período amostral, principalmente nas campanhas de novembro/2014 e fevereiro/2015, com baixa energia de ondas e correntes, depositando as pequenas partículas.

### Agosto 2014

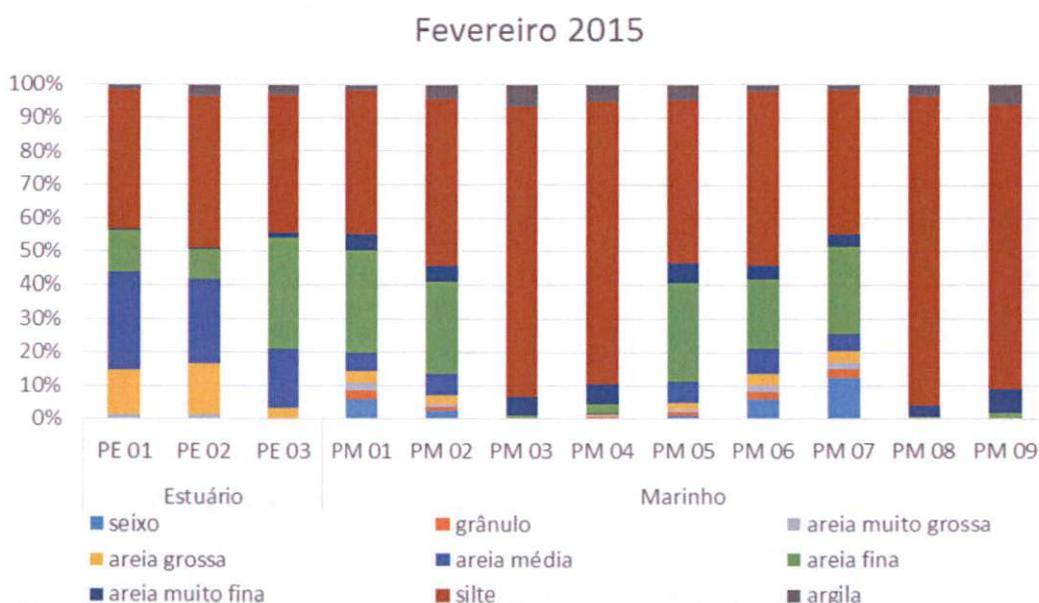


**Gráfico 5-6:** Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de agosto de 2014.

### Novembro 2014



**Gráfico 5-7:** Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de novembro de 2014.



**Gráfico 5-8:** Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de fevereiro de 2015.

A partir das medidas de tendência central e da textura dos sedimentos é possível reunir as amostras em três grupos. O primeiro grupo é constituído por sedimentos predominantemente arenosos coletados no estuário do Rio Barra Nova (PE01, PE02, PE03); o segundo por sedimentos situados em pontos localizados próximos ao litoral (PM03, PM04, PM08, PM09); e o terceiro por sedimentos dos pontos de controle (PM01, PM02) e aqueles situados nas imediações da monobóia (PM05, PM06, PM07).

De acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-cascalho (**Figura 5-1**, **Figura 5-2** e **Figura 5-3**), os sedimentos do estuário do Rio Barra Nova tiveram suas classificações variando entre areia, areia levemente lamo-cascalhosa e areia lamosa. Esta variação indica baixa contribuição de cascalho e lama, com exceção da campanha de fevereiro de 2015 que houve um aumento de lama. O desvio padrão, apresentou variação no grau de seleção, em agosto/2014 e novembro/2014 entre moderadamente selecionado e mal selecionado, e em fevereiro/2015 muito mal selecionado (**Tabela 5-1**, **Tabela 5-2** e **Tabela 5-3**). O tamanho médio dos sedimentos situa-se predominantemente nas frações areia média, areia fina, areia muito fina e silte muito grosso. Estas medidas de

tendência central indicam um ambiente deposicional com variação de energia, principalmente na campanha de fevereiro de 2015, apresentando uma diminuição da energia e ocasionando aumento das pequenas partículas.

O segundo grupo de sedimentos é constituído pelos pontos marinhos situados mais próximos ao litoral e que podem ser classificados predominantemente como lama pelo diagrama triangular Lama-Areia-cascalho (**Figura 5-1, Figura 5-2 e Figura 5-3**). A classe textural predominante nos sedimentos destes pontos é a fração lama levemente cascalhosa (**Tabela 5-1, Tabela 5-2 e Tabela 5-3**) e a curva de distribuição das frações granulométricas é platicúrtica. Este fato é corroborado pelo registro de teores de lama que são superiores a 87% do volume total da amostra. A contribuição de areia e cascalho é baixa, quase sempre não chegando a 10% nas amostras. Estas medidas sugerem um ambiente deposicional de baixa energia onde processos de decantação predominaram sobre o transporte por correntes. Oscilações na energia no meio, entretanto, são capazes de remobilizar o sedimento fino alterando facilmente as frações granulométricas predominantes.

O terceiro grupo conta com os pontos de controle (PM01 e PM02), PM05, PM06 e PM07 que circundam a monobóia. Conforme o diagrama triangular Lama-Areia-cascalho (**Figura 5-1, Figura 5-2 e Figura 5-3**) os sedimentos podem ser classificados predominantemente como areia cascalho-lamosa e lama levemente areno-cascalhosa. O tamanho médio dos sedimentos varia de areia grossa a areia muito fina (**Tabela 5-1, Tabela 5-2 e Tabela 5-3**). Estes sedimentos são muito pobremente selecionados e apresentam uma curva de distribuição das frações granulométricas que podem variar entre platicúrticas a leptocúrtica indicando variações na energia do ambiente deposicional. Os teores de areia destes pontos em geral são superiores a 50% do volume total das amostras, sendo o restante ocupado por lama e cascalho em diferentes proporções, com exceção da campanha de fevereiro/2015, que apresentou um aumento da contribuição de lama. Observou-se que o cascalho destes pontos é formado principalmente por biodetritos constituídos de fragmentos de moluscos, algas calcárias e corais. As medidas de tendência central sugerem um ambiente com

alternância de processos de decantação responsáveis pela eventual deposição de lama e retrabalhamento por correntes de areia e cascalho.

A variação textural e granulométrica é esperada e comum em um ambiente sedimentar marinho e estuarino onde alterações das condições hidrometeorológicas ocorrem frequentemente afetando os processos de transporte e deposição.

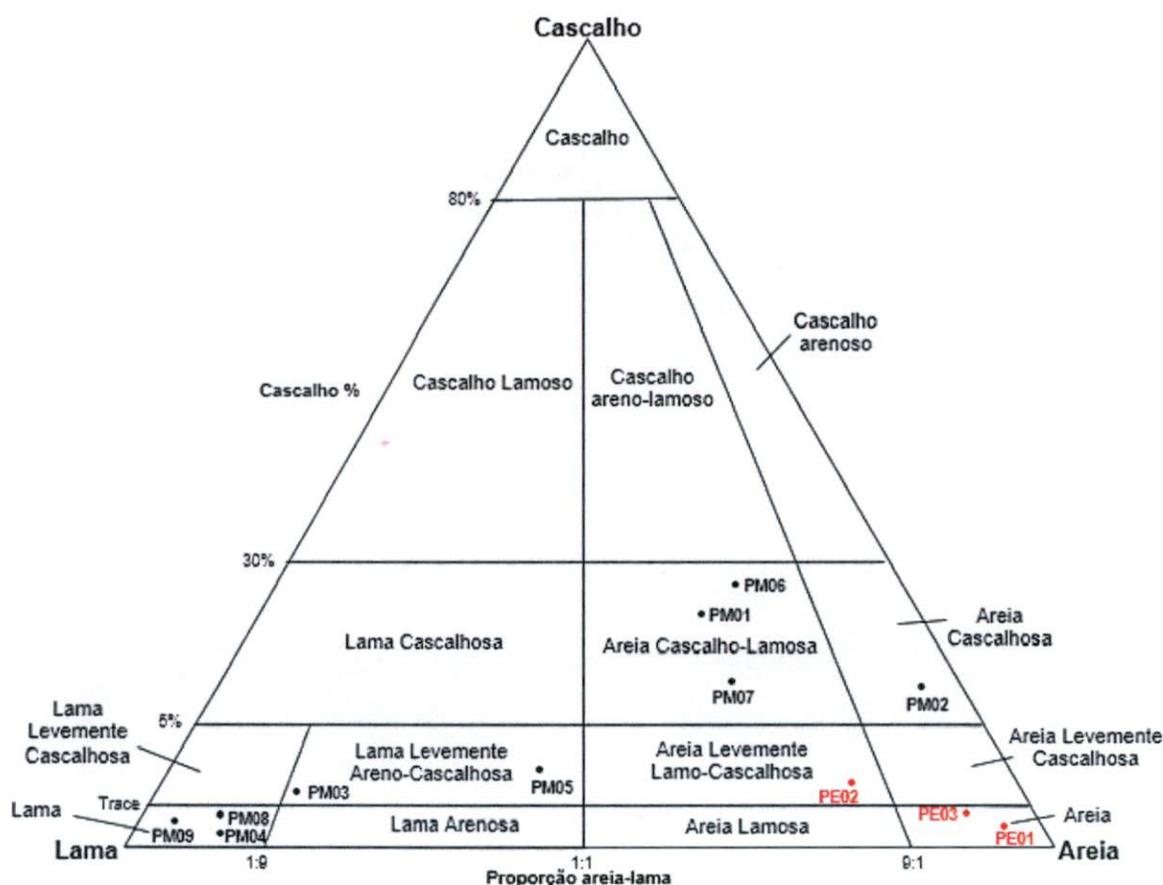


Figura 5-1: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de agosto/2014.

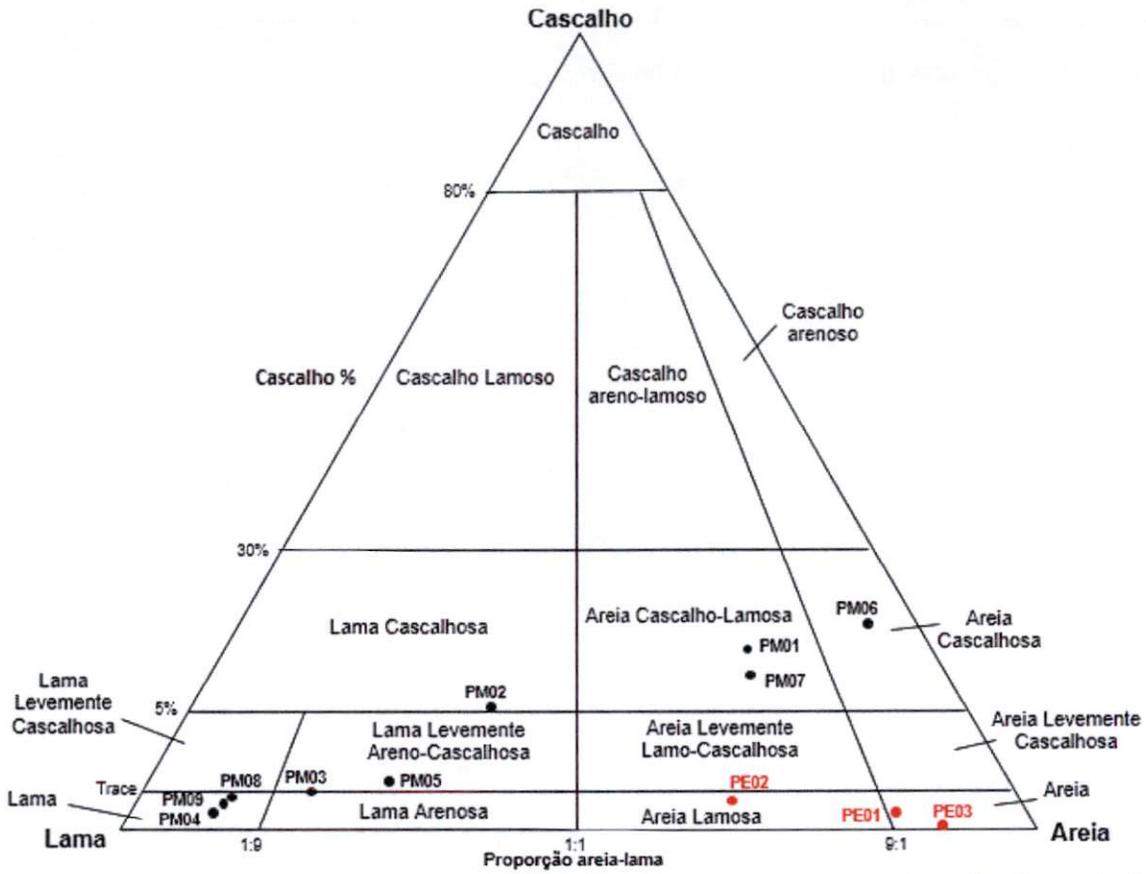


Figura 5-2: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de novembro/2014.

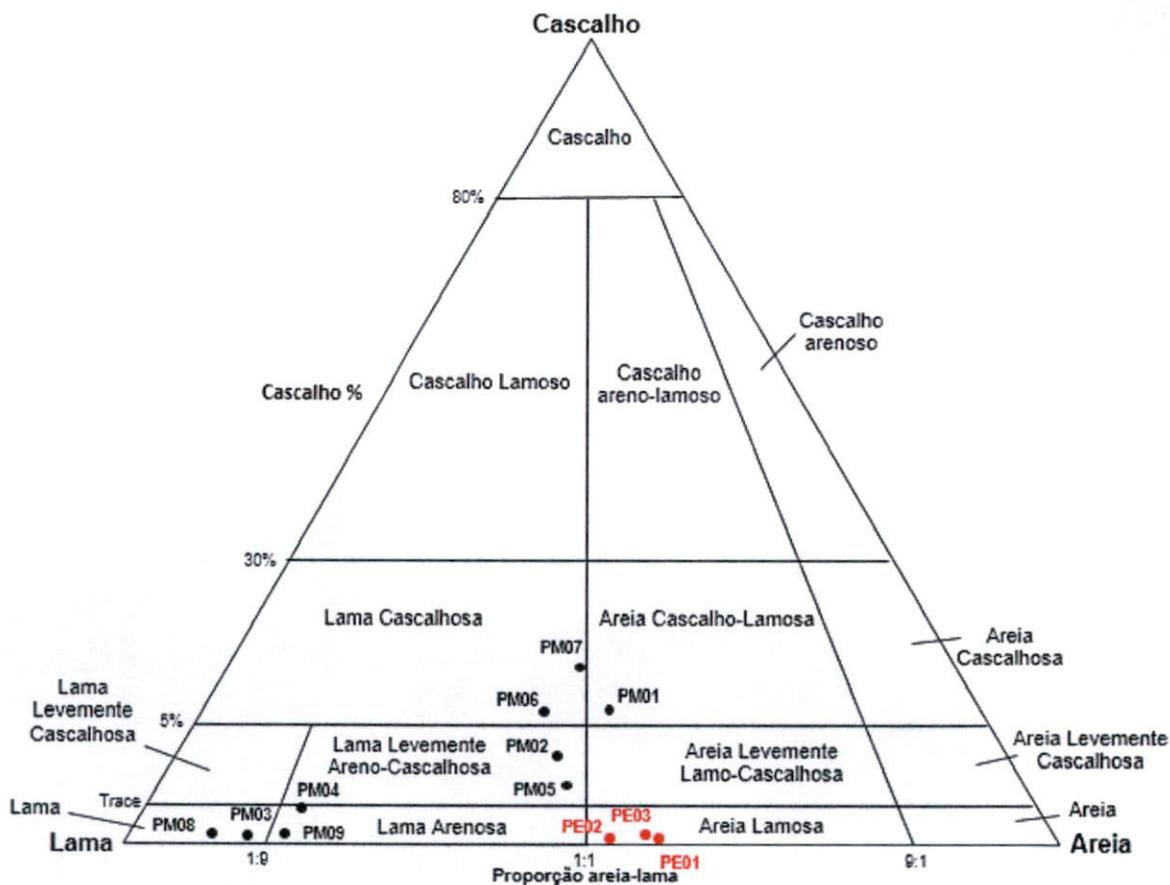


Figura 5-3: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de fevereiro/2015.

**Tabela 5-1:** Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se  $\Phi$  (Folk & Ward, 1957) para a campanha de agosto/2014.

Amostra	Fração granulométrica									Medidas de tendência central			
	Seixo	Grânulo	A.mt.gros	A.grossa	Areia média	A. fina	A.mt.fina	Silte	Argila	Média	Desvio padrão	Assimetria	Curtose
PE 01	0,0000	0,0246	1,6601	30,1955	51,0514	13,6252	0,3382	1,2605	1,8446	1,302	0,822	0,002	1,061
PE 02	0,0762	1,1183	4,3907	10,9036	36,0595	29,7054	0,0826	14,4865	3,1770	2,330	1,548	0,280	1,353
PE 03	0,0671	0,6104	0,0537	23,3307	38,8263	28,5898	1,0398	5,4699	2,0124	1,687	1,168	0,166	1,250
PM 01	19,9961	3,8974	3,5961	4,8483	7,0716	36,2688	4,6608	16,6474	3,0135	1,469	2,677	-0,337	0,809
PM 02	9,6350	2,5552	2,7080	5,2037	9,2530	57,8777	8,7521	3,4000	0,6000	1,837	1,609	-0,536	1,988
PM 03	1,0917	0,6578	0,5598	0,7278	2,7432	3,1351	0,7558	82,6312	7,6977	4,488	0,920	-0,092	3,099
PM 04	0,0196	0,1277	0,1080	0,1178	0,2455	1,7872	5,2338	85,9777	6,3827	4,493	0,563	0,078	1,638
PM 05	1,0891	1,2860	0,8792	2,0471	4,8946	27,2023	5,7869	49,5976	7,2172	3,724	1,468	-0,342	1,048
PM 06	21,1524	5,4352	5,2414	16,2503	29,8696	6,1415	1,0178	13,5070	1,3848	0,644	2,353	-0,107	0,912
PM 07	10,1207	1,8770	1,9892	3,8226	6,7971	42,5159	6,4291	23,0187	3,4297	2,526	2,071	-0,201	1,441
PM 08	0,6710	0,0706	0,1413	0,1530	0,2237	1,5539	3,6728	90,5708	2,9429	4,480	0,404	-0,137	1,016
PM 09	0,0655	0,2292	0,0327	0,0491	0,0818	0,2946	2,0461	91,4718	5,7291	4,516	0,418	0,165	1,101

**Tabela 5-2: Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se  $\Phi$  (Folk & Ward, 1957) para a campanha de novembro/2014.**

Amostra	Seixo	Grânulo	A.mt.gros	A.grossa	Areia média	A. fina	A.mt.fina	Silte	Argila	Média	Desvio padrão	Medidas de tendência central	
												Assimetria	Curtose
PE 01	0	0,32	2,17	11,77	21,18	50,53	4,18	8,62	1,23	2,38	1,3	-0,08	2,23
PE 02	0,23	0,24	2,48	16,88	25,1	23,06	1,15	24,59	6,27	3,49	2,83	0,48	0,99
PE 03	0	0,06	0,07	0,42	16,42	73,48	2,57	4,73	2,25	2,54	0,92	0	5,09
PM 01	12,08	4,12	3,53	5,08	7,13	41,52	6,94	17,32	2,29	2,24	2,88	-0,01	1,78
PM 02	4,67	2,19	1,07	2,55	4,59	19,17	4,78	57,39	3,58	5,11	2,9	-0,07	0,96
PM 03	0,68	0,2	0,23	0,16	0,3	1,9	9,39	81,48	5,66	6,26	1,88	0,01	0,74
PM 04	0,14	0,18	0,13	0,13	0,17	1,02	2,38	90,06	5,79	6,52	1,71	0,01	0,75
PM 05	0,46	0,69	0,58	1,18	2,66	13,47	4,45	70,53	5,97	5,67	2,44	-0,1	0,84
PM 06	13,1	6,96	4,85	4,65	8,66	54,12	3,76	2,03	1,87	1,41	1,75	-0,65	0,81
PM 07	9,11	2,94	3,3	5,67	7,47	42,87	7,43	18,6	2,6	2,89	2,63	0,14	1,97
PM 08	0,26	0,3	0,16	0,14	0,19	1,05	3,16	88,88	5,86	6,49	1,73	0,01	0,76
PM 09	0,16	0,26	0,19	0,18	0,18	0,64	3,11	89,09	6,17	6,52	1,73	0,01	0,76

Tabela 5-3: Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se  $\Phi$  (Folk & Ward, 1957) para a campanha de fevereiro/2015.

Amostra	Seixo	Grânulo	A.mt.gros	A.grossa	Areia média	A. fina	A.mt.fina	Silte	Argila	Média	Medidas de tendência central		
											Desvio padrão	Assimetria	Curtose
PE 01	0,00	0,10	1,18	13,50	29,04	12,39	0,41	41,75	1,62	3,83	2,64	0,52	0,72
PE 02	0,00	0,05	1,50	15,18	25,10	8,78	0,39	45,53	3,47	3,84	2,90	0,41	0,68
PE 03	0,09	0,13	0,21	2,80	17,83	32,97	1,60	41,00	3,37	4,07	2,49	0,61	0,78
PM 01	6,05	2,61	2,25	3,60	5,39	30,52	4,89	43,14	1,55	3,98	2,96	0,31	1,13
PM 02	2,67	1,04	0,85	2,69	6,46	27,35	4,71	49,70	4,52	4,92	2,59	0,18	0,81
PM 03	0,00	0,02	0,02	0,07	0,20	0,92	5,66	86,56	6,56	6,47	1,79	0,01	0,77
PM 04	0,10	0,59	0,35	0,28	0,54	2,65	6,09	84,23	5,19	6,32	1,84	-0,01	0,76
PM 05	1,11	0,93	0,86	2,13	6,17	29,43	5,69	48,90	4,77	4,91	2,52	0,23	0,78
PM 06	5,96	2,41	1,86	3,52	7,68	20,25	4,54	51,62	2,17	4,54	3,07	-0,03	1,01
PM 07	12,67	2,61	1,81	3,23	5,13	25,74	3,85	43,24	1,71	3,33	3,32	0,17	0,89
PM 08	0,01	0,06	0,03	0,03	0,09	0,45	3,42	92,11	3,79	6,47	1,66	0,00	0,74
PM 09	0,03	0,11	0,04	0,09	0,17	1,42	7,36	85,04	5,74	6,38	1,81	0,00	0,76

### 5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Conforme apresentado na **Tabela 5-4** para os dados coletados no estuário não houve possibilidade de realizar o teste de comparação de concentrações de elementos em areia e lama, dado que não houve pontos de amostra com predominância de lama.

**Tabela 5-4:** Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento Estuarino e P-Valor do teste de Mann-Whitney.

Parâmetro	Areia		Lama		P-Valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
<b>Chumbo</b>	1,12	0,55	-	-	-
<b>Níquel</b>	1,16	0,51	-	-	-
<b>Zinco</b>	6,17	2,63	-	-	-
<b>Cromo</b>	4,89	1,96	-	-	-
<b>Cobre</b>	1,61	0,59	-	-	-

Para os dados coletadas no mar, houve diferença estatisticamente significativa entre pontos com predominância de areia ou lama na concentração dos parâmetros em estudo, onde os pontos com predominância de lama têm concentrações mais altas dos elementos em todos os casos (**Tabela 5-5**).

**Tabela 5-5:** Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento Marinho e P-Valor do teste de Mann-Whitney.

Parâmetro	Areia		Lama		P-Valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
<b>Chumbo</b>	6,14	1,27	9,22	2,95	<b>0,004</b>
<b>Níquel</b>	5,41	1,51	8,64	2,11	<b>0,004</b>
<b>Zinco</b>	16,69	6,20	28,82	8,05	<b>0,004</b>
<b>Cromo</b>	22,71	6,14	37,05	9,24	<b>0,004</b>
<b>Cobre</b>	2,24	1,77	6,13	1,92	<b>0,000</b>

Já para a comparação entre ambiente Estuarino e Marinho, para todos os parâmetros houve diferenças significativas. Cabe ressaltar que os pontos de coleta marinho apresentaram maior concentração de lama, fator que implica em maior concentração de metais (**Tabela 5-6**).

**Tabela 5-6:** Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento Marinho e P-Valor do teste de Mann-Whitney.

Parâmetro	Mar		Estuário		P-Valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Chumbo	8,42	2,93	1,12	0,55	0,000
Níquel	7,80	2,42	1,16	0,51	0,000
Zinco	25,67	9,25	6,17	2,63	0,000
Cromo	33,33	10,59	4,89	1,96	0,000
Cobre	5,13	2,54	1,61	0,59	0,000
%lama	61,89	32,88	23,63	18,37	0,000

De forma geral, houve diferença significativa na concentração de todos os elementos entre as amostras com predominância de areia e lama (**Tabela 5-7**), independente do local de coleta (mar ou estuário). Os valores médios de todos os elementos foram maiores nas amostras com predominância de lama.

**Tabela 5-7:** Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento e P-Valor do teste de Mann-Whitney.

Parâmetro	Areia		Lama		P-Valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Chumbo	3,31	2,73	9,22	2,95	0,000
Níquel	3,02	2,40	8,64	2,11	0,000
Zinco	10,77	6,94	28,82	8,05	0,000
Cromo	12,69	10,02	37,05	9,24	0,000
Cobre	1,89	1,25	6,13	1,92	0,000

Ao analisar os dados, comparando os meses de agosto/2014 e novembro/2014, independente de terem sido coletados no mar ou no estuário, a hipótese de igualdade de médias não pode ser rejeitada para nenhum parâmetro, ou seja, não possuem diferenças, levando consideração 5% de significância, conforme mostra a **Tabela 5-8**.

**Tabela 5-8:** Análise estatística comparativa entre as campanhas, independente da coleta ter sido no estuário ou no mar e P-Valor do teste de Mann-Whitney.

Parâmetro	Agosto		Novembro		P-Valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Chumbo	6,59	3,73	7,39	4,26	<b>0,4819</b>
Níquel	6,51	3,64	6,35	3,38	<b>0,9765</b>
Zinco	23,12	12,65	20,39	11,00	<b>0,7194</b>
Cromo	26,77	15,41	27,74	14,94	<b>0,8034</b>
Cobre	4,14	2,29	2,88	3,01	<b>0,0755</b>

Ao analisar os dados, comparando os meses de agosto/2014 e fevereiro/2015, independente de terem sido coletados no mar ou no estuário, a hipótese de igualdade de médias não foi rejeitada, ou seja, não possuem diferenças, levando consideração 5% de significância, conforme mostra a **Tabela 5-9**.

**Tabela 5-9:** Análise estatística comparativa entre as campanhas, independente da coleta ter sido no estuário ou no mar e P-Valor do teste de Mann-Whitney.

Parâmetro	Agosto		Fevereiro		P-Valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Chumbo	6,59	3,73	5,81	4,26	<b>0,6266</b>
Níquel	6,51	3,64	5,57	3,38	<b>0,484</b>
Zinco	23,12	12,65	18,88	11,00	<b>0,4511</b>
Cromo	26,77	15,41	24,16	14,94	<b>0,6319</b>
Cobre	4,14	2,29	5,72	3,01	<b>0,2236</b>

Ao analisar os dados, comparando os meses de novembro/2014 e fevereiro/2015, independente de terem sido coletados no mar ou no estuário, a hipótese de igualdade de médias foi rejeitada apenas para as concentrações de cobre, ou seja, houve diferença, sendo maior a concentração deste em fevereiro/2015. Para os demais parâmetros, não pode ser rejeitada a hipótese de igualdade, levando consideração 5% de significância, conforme mostra a **Tabela 5-10**.

**Tabela 5-10:** Análise estatística comparativa entre as campanhas, independente da coleta ter sido no estuário ou no mar e P-Valor do teste de Mann-Whitney.

Parâmetro	Novembro		Fevereiro		P-Valor
	Média	Desvio padrão	Média	Desvio padrão	
Chumbo	7,39	4,26	5,81	4,26	<b>0,2467</b>
Níquel	6,35	3,38	5,57	3,38	<b>0,392</b>
Zinco	20,39	11,00	18,88	11,00	<b>0,5519</b>
Cromo	27,74	14,94	24,16	14,94	<b>0,3219</b>
Cobre	2,88	3,01	5,72	3,01	<b>0,0163</b>

## 5.4 COMUNIDADE ZOOBENTÔNICA DE FUNDO INCONSOLIDADO

### 5.4.1 Aspectos taxonômicos e abundância

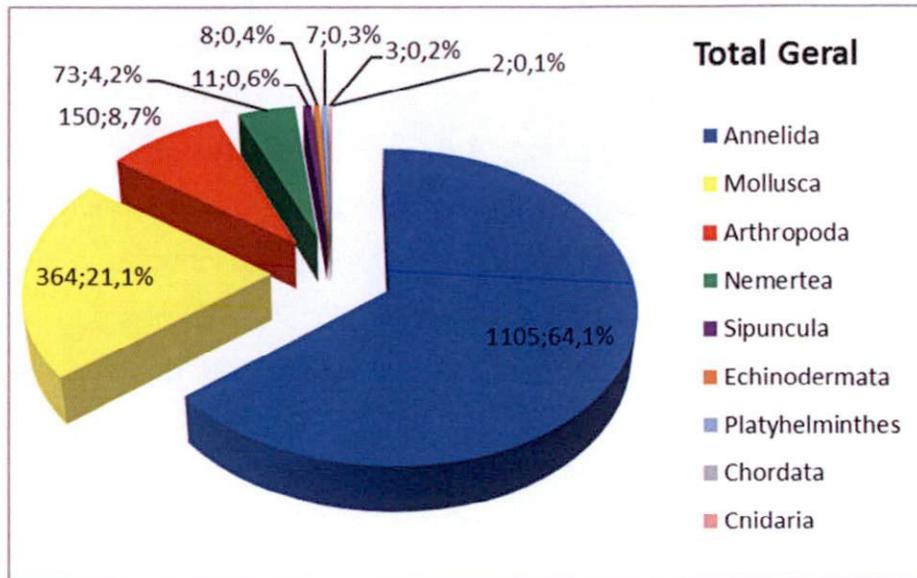
A comunidade zoobentônica de fundo inconsolidado foi constituída por um total de 70 táxons distribuídos em oito Filos na campanha de fevereiro/2015 (período chuvoso): Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea), Echinodermata (Ophiuroidea e Holoturoidea), Mollusca (Bivalvia e Gastropoda), Nemertea, Sipuncula, Cnidaria, Chordata (Cephalochordata), ao longo dos doze pontos amostrais. Dentre estes táxons foi possível identificar 32 táxons do Filo Annelida, 20 do Filo Mollusca, 12 de Arthropoda, dois de Echinodermata e um táxon de cada um dos demais grupos (Sipuncula, Cnidaria, Chordata e Nemertea) (**Tabela 5-11**).

Os filios mais abundantes ao longo das campanhas foram Annelida (1105ind; 64,1%), Mollusca (364ind; 21,1%), Arthropoda (150ind; 8,7%), Nemertea (73ind; 4,2%), os demais filios representando menos de 2% do total de organismos encontrados nas três campanhas (**Gráfico 5-9A**).

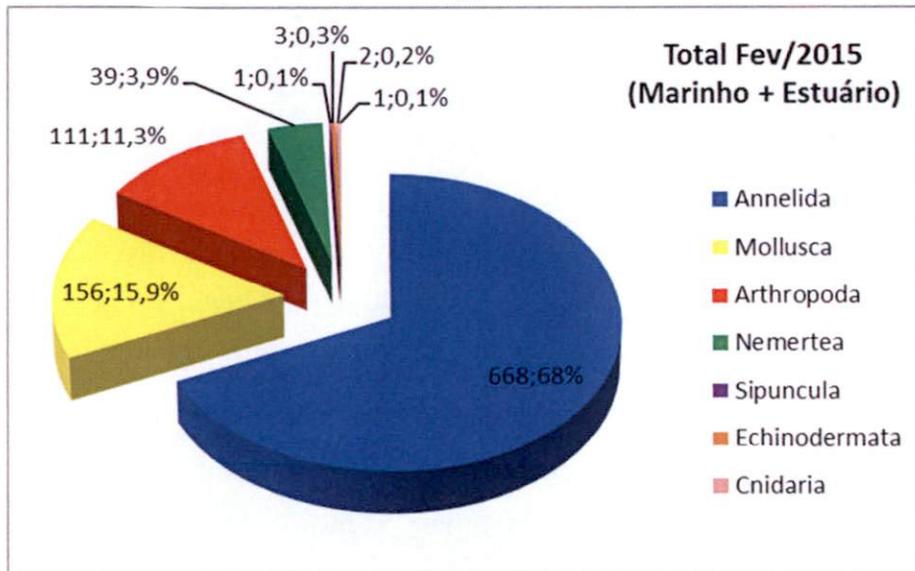
Nas campanhas de agosto/2014 (período seco) e novembro/2014 (período chuvoso) foram encontrados respectivamente, sete Filos (Annelida, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata, Nemertea, Sipuncula e Chordata, com um total de 71 táxons) e oito Filos (Annelida, Arthropoda, Echinodermata, Mollusca, Nemertea, Cnidaria, Sipuncula e Platyhelminthes, com um total de 60 táxons). Para as duas campanhas de 2014, os Filos com maior número de táxons foram Annelida (Ago/2014: 38 táxons e Nov/2014: 34 táxons), seguido de Mollusca (Ago/2014: 15 táxons e Nov/2014: 15 táxons) e Arthropoda (Ago/2014: 11 táxons e Nov/2014: 4 táxons) (**Anexo IV**).

Quanto ao número de indivíduos encontrados por grupo na campanha de fevereiro/2015 (chuvoso), Annelida apresentou o maior número de indivíduos (668 ind; 68%), seguido por Mollusca (156 ind; 15,9%), Arthropoda (111 ind.; 11,3%) e

Nemertea (39 ind; 3,9%), os demais filos representaram menos de 2% do total de organismos da fauna encontrada nos pontos amostrais (Estuário e Marinho) (Gráfico 5-9; Tabela 5-11).



A



B

**Gráfico 5-9:** Abundância relativa (%) total dos principais grandes grupos de organismos da comunidade bentônica associada ao sedimento marinho e estuarino (A - Total geral: ago/14, nov/14 e fev/15; e B - Total de fevereiro/2015).

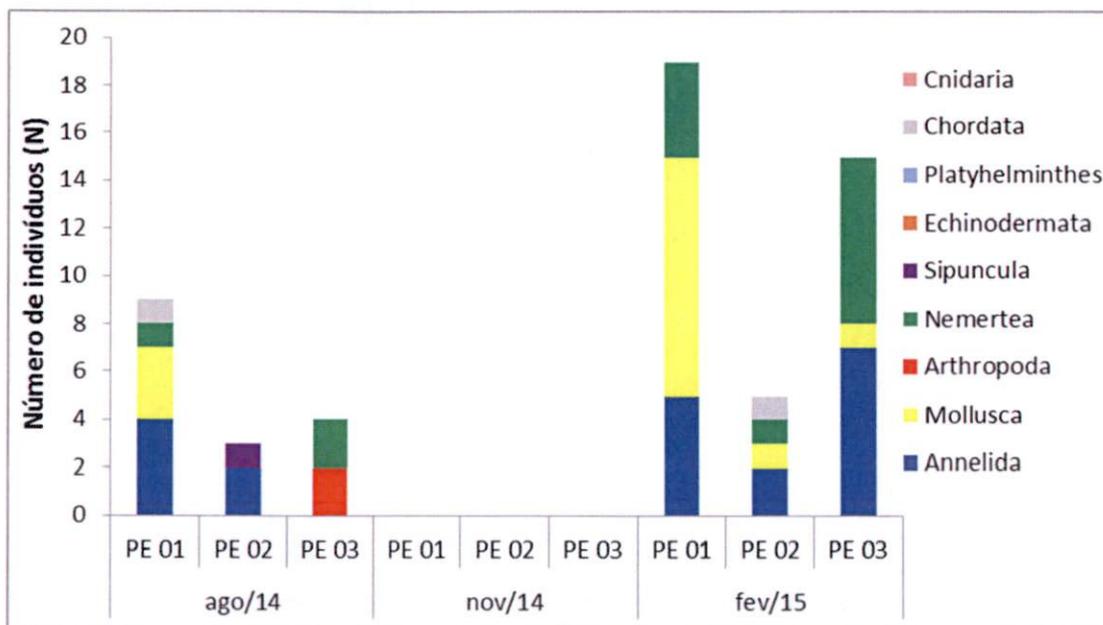
A ocorrência dos filós entre os pontos amostrais apresentou Annelida na maioria dos pontos como o grupo mais abundante, sendo encontrado nos dois ambientes ao longo das campanhas do período seco e chuvoso, com exceção da campanha de novembro/2014, que não houve registros de organismos da fauna bentônica no estuário. Os pontos amostrais PM-01, PM-06 e PM-08 apresentaram os maiores valores de indivíduos em fevereiro/2015 (PM-08: 146 ind.), novembro/2014 (PM-01: 56 ind. e PM-06: 75 ind.) e agosto/2014 (PM-01: 44 ind. e PM-06: 35 ind.). Na campanha de novembro/2014 nenhum filo foi encontrado nos pontos do estuário, e com isto, os menores valores para Annelida, entre todas as campanhas, foram observados nos três pontos do estuário desta campanha, juntamente com o PE-03 em agosto/2014 que também não apresentou ocorrência de indivíduos para o Filo. Durante a campanha de fev/2015 os menores valores para o Filo foram encontrados no ponto PE-02 (02 ind.) (**Gráfico 5-9 A, B; Tabela 5-11**). A ausência de organismos bentônicos na campanha de novembro/2014, possivelmente não está relacionada a atividade antrópica (TNC), uma vez que os pontos a jusante e a montante do TNC também apresentaram ausência dos organismos. Sendo assim, esta ausência pode estar relacionada a fatores naturais estocásticos (hidrodinamismo).

O segundo filo com maior ocorrência nos pontos amostrais foi Mollusca, porém este não foi encontrado em todos os pontos amostrais ao longo das campanhas de 2014 (PE-02, PE-03 e PM-02 – agosto/2014; PE-01, PE-02 e PE-03 – novembro/2014) Os maiores valores para este filo foram encontrados em novembro/2014 (PM-01: 32 ind. e PM-06: 30 ind.) e os menores valores encontrados na mesma campanha, no ambiente estuarino (PE-01, PE-02 e PE-03 sem ocorrência de organismos). Já o filo Arthropoda, foi o terceiro Filo mais abundante encontrado nas campanhas analisadas, sendo o subfilo Crustacea o mais representativo. Os maiores valores para o filo Arthropoda foram encontrados na campanha de fevereiro/2015 (PM-05: 30 ind. e PM-04: 23 ind.) e os menores valores foram encontrados na campanha de novembro/2014, onde não houve ocorrência de organismos no estuário, contudo, notou-se que nesta campanha foi

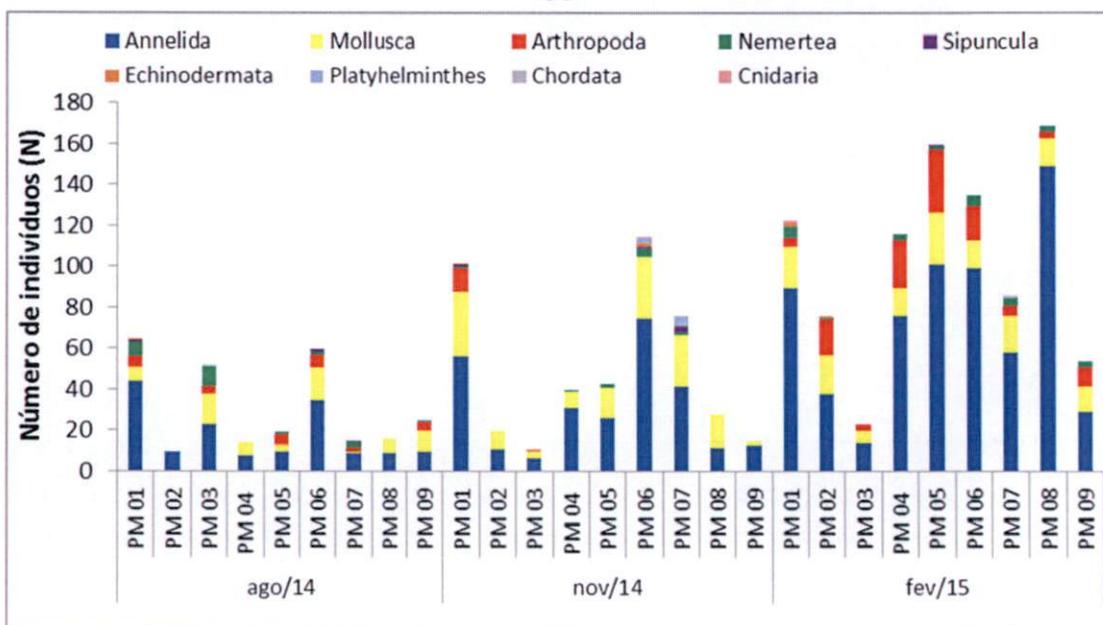
registrada a presença deste filo apenas no ponto PM-01 (11 ind.) (**Gráfico 5-9 A, B; Gráfico 5-10 A, B; Tabela 5-11**).

Em relação ao número total de bentos, foram encontrados 981 indivíduos na campanha de fev/2015, sendo (Ntotal estuário: 39 ind.; Ntotal marinho: 942 ind.). Os maiores valores de abundância ocorreram na área marinha nos pontos amostrais PM-08 (Ntotal: 169 ind; Nmédio:  $56 \pm 31$  ind.) e PM-05 (Ntotal: 160 ind; Nmédio:  $53 \pm 4$  ind.). Os menores valores foram registrados nos pontos estuarinos (área estuarina do rio Barra Nova), com o menor valor encontrado em PE-02 (Ntotal: 5 ind; Nmédio:  $2 \pm 0$  ind.). As campanhas de agosto e novembro/2014 apresentaram padrão semelhante, com os maiores valores sendo observados no ambiente marinho (PM-01 e PM-06) e os menores na região estuarina (PE-01, PE-02 e PE-03) (**Gráfico 5-10 A, B e Gráfico 5-11; Tabela 5-11 e Tabela 5-12**).

O valor total de abundância encontrado no mês de novembro/2014 foi maior ao observado no período seco (agosto/2014), mesmo não tendo registro de organismos na região estuarina da campanha de novembro/2014. Desta forma, apenas os valores da região estuarina em agosto/2014 (Ntotal: 292 ind - Estuário: 16ind.; Marinho: 276 ind) foram maiores ao encontrado em novembro/2014 (Ntotal: 450 ind - Estuário: 0 ind.; Marinho: 450 ind) (**Gráfico 5-10 A, B e Gráfico 5-11; Tabela 5-11 e Tabela 5-12**).



**A**

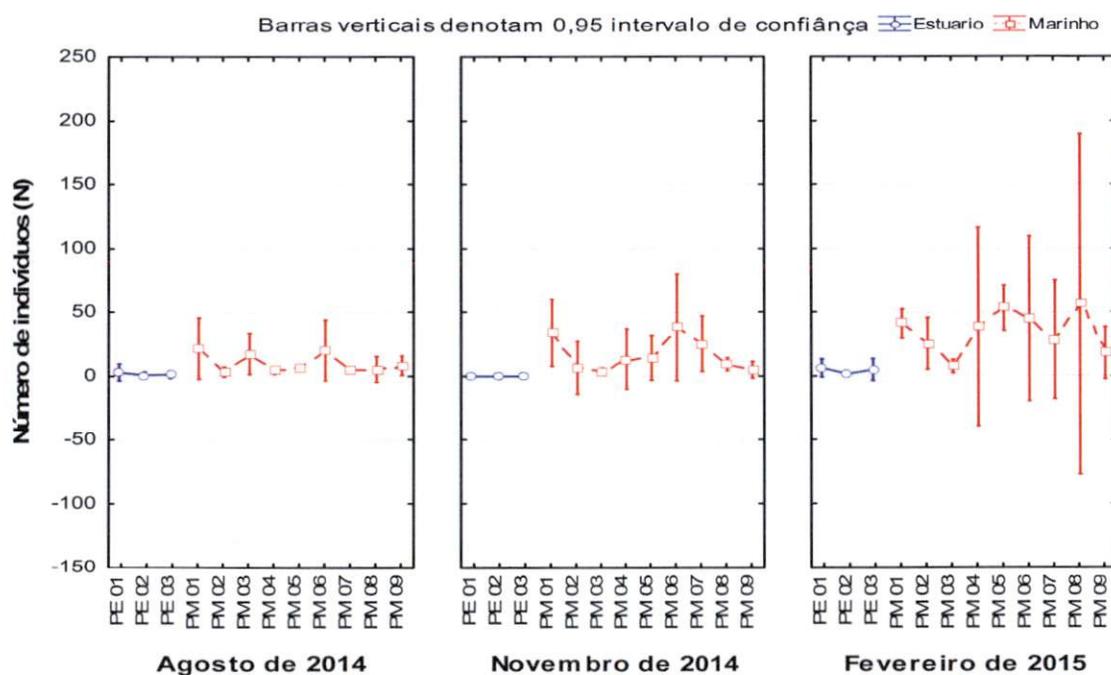


**B**

**Gráfico 5-10:** Número total de indivíduos (N) por grande grupo (Filo) coletado em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino (A) e marinho (B) ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

O índice de riqueza na campanha de fevereiro/2015 apresentou valores maiores nos pontos de amostragem marinhos (PM-01: Stotal: 36; Smédio: 19±1; PM-05: Stotal: 33; Smédio: 13±1 e PM-06: Stotal: 27; Smédio: 13±1), e os menores no estuário (PE-01 Stotal: 5; Smédio: 4±1, PE-02 Stotal: 5; Smédio: 2±0 e PE-03:

Stotal: 6; Smédio:  $1 \pm 0$ ). O número de espécies nas campanhas de agosto/2014 e novembro/2014 apresentou variação semelhante ao número de indivíduos, com os maiores valores sendo encontrados nos pontos de amostragem marinhos (Agosto/2014 - PM-06: Stotal: 29; Smédio:  $12 \pm 1$  e PM-01: Stotal: 22; Smédio:  $13 \pm 2$ ; Novembro/2014 - PM-01: Stotal: 33; Smédio:  $17 \pm 2$  e PM-06: Stotal: 31; Smédio:  $16 \pm 1$ ), e os menores no estuário (Agosto/2014 - PE-03 Stotal: 3; Smédio:  $1 \pm 1$  e PE-02: Stotal: 2; Smédio:  $1 \pm 0$ , Novembro/2014 não houve ocorrência de organismos no estuário) (**Gráfico 5-12; Tabela 5-11 e Tabela 5-12**).

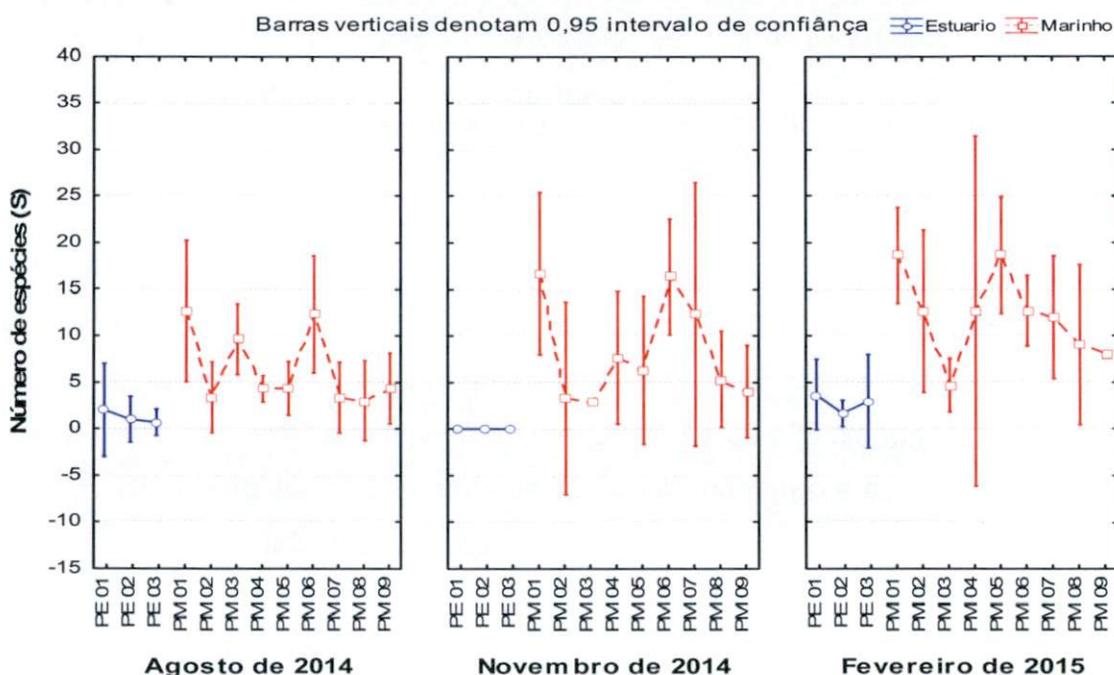


**Gráfico 5-11:** Valores médios de número de indivíduos (N) do zoobentos coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho.

De maneira geral os maiores valores do número de espécies do estuário e marinho foram encontrados na campanha de fevereiro/2015, com a característica dos pontos localizados mais próximos a costa (PM-03 e PM-09) terem apresentado os menores valores entre os pontos amostrais do ambiente marinho e os maiores valores encontrados nos pontos próximos a monobóia (PM-05, PM-06 e PM-07) e controle (PM-01 e PM-02), características semelhantes ao que foi encontrado nas campanhas de agosto/2014 e novembro/2014, com exceção de

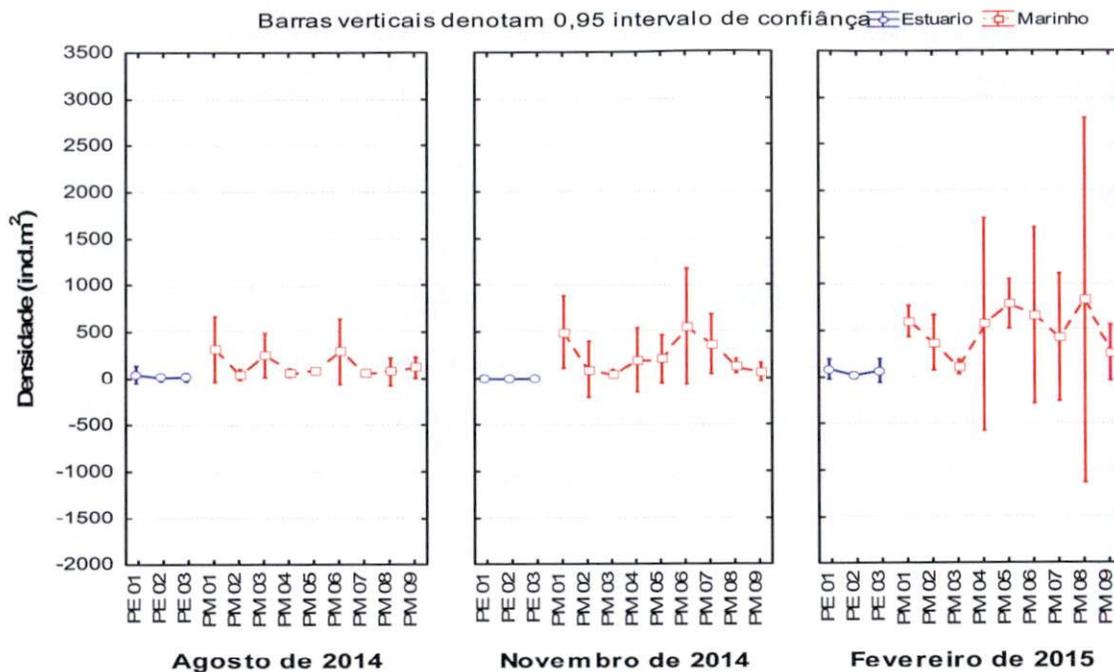
PM-02 que apresentou um dos menores valores nas duas campanhas, semelhante a PM-07 na campanha de ago/2014 (**Gráfico 5-12; Tabela 5-11 e Tabela 5-12**).

Para a região estuarina na campanha de fevereiro/2015 foi observado uma tendência de diminuição dos valores semelhantes do número de espécies entre os pontos amostrais, diferente ao encontrado na campanha de período seco (agosto/2014), quando as maiores médias foram observadas no ponto PE-01 e as menores no ponto PE-03, enquanto os valores na campanha de novembro/2014 foram iguais a zero (0,0) para os pontos estuarinos (**Gráfico 5-12; Tabela 5-11 e Tabela 5-12**).



**Gráfico 5-12:** Valores médios de número de espécies (S) do zoobentos coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho.

Os valores de densidade ( $\text{ind}/\text{m}^2$ ) apresentaram características semelhantes aos valores médios do número de indivíduos, em relação aos ambientes (estuário e marinho), pontos e campanhas (agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015) (**Gráfico 5-13**).



**Gráfico 5-13:** Valores médios de densidade (ind/m<sup>2</sup>) do zoobentos coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho.

Os pontos PE-01, PE-02 e PE-03 (área estuarina do rio Barra Nova) de forma geral, foram os locais com os menores valores de indivíduos e espécies para quaisquer grupos encontrados na atual campanha, enquanto na área marinha, próximos a monobóia PM-05 e PM-06, e o ponto controle PM-01 apresentaram os maiores valores para o número de espécies e indivíduos nos pontos amostrais ao longo da área de influência marinha da monobóia (**Tabela 5-11** e **Tabela 5-12**).

Em relação a variação encontrada quanto ao número de indivíduos, espécies e densidade entre os pontos amostrais nas regiões estuarina e marinha, verifica-se que os dados encontrados para a atual campanha (fevereiro/2015) foram semelhantes dentro da região estuarina (ANOVA  $p > 0,05$ ) e significativamente diferentes na área de influência marinha da monobóia, com PM-01 e PM-05 para o número de espécies, e PM-05 e PM-08 para a densidade e número de indivíduos apresentando valores médios significativamente maiores aos demais pontos amostrais (ANOVA  $p < 0,05$ ). Porém quando analisada as variações das médias entre as regiões (estuarina x marinha), o ambiente marinho apresentou

valores significativamente maiores aos encontrados no estuário (ANOVA  $p < 0,0001$ ) (Tabela 5-11 e Tabela 5-12). Em relação as campanhas (agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015) foram encontradas diferenças significativas (ANOVA  $p < 0,0001$ ) somente entre as áreas (estuário x marinho), e entre as mesmas áreas (estuário seco x estuário chuvoso; marinho seco x marinho chuvoso) para as médias dos períodos (ANOVA  $p < 0,05$ ), principalmente em relação a novembro/2014 e fevereiro/2015 para o estuário, e de agosto/2014 e fevereiro/2015 para região marinha, indicando uma variação na abundância e ocorrência da fauna entre os períodos e regiões.

A comunidade bentônica na campanha do período chuvoso (fevereiro/2015) apresentou dentro do grupo Polychaeta, as espécies *Prionospio steenstrupi* (226ind.), *Magelona cincta* (133ind.), *Magelona sp.* (9ind.), *Paraprionospio pinnata* (44ind.) e *Parandalia sp.* (43ind) como os organismos com os maiores valores para a campanha, sendo encontrados somente no ambiente marinho. O ponto PM-08 apresentou o maior valor para *Prionospio steenstrupi* (110ind.) e PM-06 para *Magelona cincta* (68ind.) (Tabela 5-11 e Figura 5-4).

A comunidade bentônica na campanha do período chuvoso (fevereiro/2015) apresentou dentro do grupo Polychaeta, as espécies *Prionospio steenstrupi* (226ind.), *Magelona cincta* (133ind.), *Magelona sp.* (9ind.), *Paraprionospio pinnata* (44ind.) e *Parandalia sp.* (43ind) como os organismos com os maiores valores para a campanha, sendo encontrados somente no ambiente marinho. O ponto PM-08 apresentou o maior valor para *Prionospio steenstrupi* (110ind.) e PM-06 para *Magelona cincta* (68ind.) (Tabela 5-11 e Figura 5-4). Estes organismos também foram encontrados nas campanhas de agosto/2014 e novembro/2014 com abundâncias elevadas dentro da comunidade, com exceção do crustáceo *Diastylis sp.*, que não foi encontrado na campanha de novembro/2014.



Figura 5-4: Espécies mais abundantes da comunidade zoobentônica coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.

Tabela 5-11: Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo (fevereiro/2015).

		Estuário			Marinha									TOTAL
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	
<b>Annelida</b>														
Classe Polychaeta														
Família Phyllodoceidae	<i>Phyllodoce</i> sp. Lamarck, 1818	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	0	4
Família Goniadidae	<i>Goniadides carolinae</i> Day, 1973	0	0	0	7	0	0	0	0	1	1	0	0	9
	<i>Glycinde multidentis</i> Müller in Grube, 1858	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Família Glyceridae	<i>Hemipodia simplex</i> (Grube, 1857)	0	0	0	1	0	0	1	2	1	0	0	1	6
Família Syllidae	<i>Syllis</i> sp. Lamarck, 1818	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
	<i>Sphaerosyllis</i> sp. Claparède, 1863	0	0	0	2	0	0	0	0	0	1	0	0	3
Família Spionidae	<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)	0	0	0	0	1	7	10	2	2	0	12	10	44
	<i>Prionospio steenstrupi</i> (Malmgren, 1867)	0	0	0	32	3	0	37	15	1	28	110	0	226
	<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	2
	<i>Spiophanes</i> sp Grube, 1860	0	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	3
Família Onuphidae	<i>Mooreonuphis</i> sp Fauchald, 1982	0	0	0	6	0	0	0	0	0	0	1	0	7
	<i>Diopatra</i> sp. Audouin & Milne Edwards, 1833	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Família Eunicidae	<i>Eunice</i> sp. (Cuvier, 1817)	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	<i>Lysidice</i> sp. Lamarck, 1818	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Família Magelonidae	<i>Magelona cincta</i> Ehlers, 1908	0	0	0	3	15	0	6	39	68	1	1	0	133
	<i>Magelona</i> sp. F. Müller, 1859	0	0	1	18	6	1	10	16	11	13	11	9	96
Família Nereididae	<i>Neanthes bruaca</i> Lana & Sovierzovsky, 1987	0	0	0	1	1	0	2	0	1	0	4	1	10
Família Paraonidae	<i>Aedicira</i> sp. (Hartman, 1957)	0	0	0	2	0	0	0	2	0	0	0	0	4
	<i>Aricidea</i> sp. Webster, 1879	0	0	0	3	0	0	0	0	0	2	0	0	5
Família Lumbrineridae	<i>Lumbrineris</i> sp Blainville, 1828	0	0	0	4	1	0	0	1	0	5	0	0	11

Continua...

**Tabela 5-11 (Continuação):** Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo (fevereiro/2015).

		Estuário			Marinha									TOTAL
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	
	<i>Lumbrineris coccinea</i> (Renier, 1804)	0	0	0	5	1	0	0	0	1	3	1	0	11
Família Pilargidae	<i>Parandalia</i> sp. Emerson & Fauchald, 1971	0	0	0	0	7	6	6	7	5	0	5	7	43
	<i>Sigambra</i> sp. Müller, 1858	0	0	1	0	1	0	2	5	2	0	1	0	12
Família Owenidae	<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1844	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Família Nephtyidae	<i>Nephtys</i> sp. Cuvier, 1817	0	0	0	1	1	0	2	5	0	0	0	0	9
Família Opheliidae	<i>Armandia</i> sp. Filippi, 1861	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Família Capitellidae	<i>Notomastus</i> sp. (Sars, 1850)	5	1	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	10
Família Cirratulidae	<i>Tharyx</i> sp. (Webster & Benedict, 1887)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Família Ampharetidae	<i>Isolda</i> sp. Mueller, 1858	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Família Polynoidae	<i>Eunoe</i> sp. (Malmgren, 1866)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	2
	<i>Harmothoe</i> sp. Kinberg, 1856	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Família Eulepethidae	<i>Grubeulepis</i> sp. Pettibone, 1969	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
	<b>Annelida N-Total</b>	5	2	7	90	38	14	76	101	99	58	149	29	668
<b>Arthropoda</b>														
<b>SubFilo Crustacea</b>														
<b>Ordem Amphipoda</b>														
Família Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp. (Krøyer, 1842)	0	0	0	0	7	0	3	5	2	1	3	0	21
Família Atylidae	<i>Nototropis</i> sp. Costa, 1853	0	0	0	0	0	0	2	1	1	0	0	0	4
Família Photidae	<i>Photis</i> sp. Krøyer, 1842	0	0	0	0	1	0	2	2	0	0	0	0	5
Família Amphilochoidae	<i>Paramphilochoides</i> sp. Lincoln, 1979	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Família Platyschnopidae	<i>Eudevenopus gracilipes</i> (Schellenberg, 1931)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1

**Continua...**

**Tabela 5-11(Continuação):** Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo (fevereiro/2015).

		Estuário			Marinha									TOTAL
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	
<b>Ordem Cumacea</b>														
Família Diastylidae	<i>Diastylis sp.</i> (Say, 1818)	0	0	0	1	3	0	3	14	13	1	0	0	35
Família Bodotriidae	<i>Bodotria sp.</i> (Goodsir, 1843)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
<b>Ordem Decapoda</b>														
Família Paguridae	<i>Pagurus sp.</i> Fabricius, 1775	0	0	0	0	2	2	7	4	0	0	0	5	20
Família Sergestidae	<i>Acetes sp.</i> (H. Milne Edwards, 1830)	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	0	4	9
Família Alpheidae	<i>Alpheus sp.</i> (Fabricius, 1798)	0	0	0	1	1	0	0	2	0	0	0	0	4
Família Callinassidae	<i>Neocallichirus sp.</i> Sakai, 1988	0	0	0	1	0	0	3	0	0	2	0	0	6
<b>Infraordem Brachyura</b>														
Família Pinnotheridae	<i>Pinnixa sayana</i> Stimpson, 1860	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	3
<b>Arthropoda N-Total</b>		0	0	0	4	17	3	23	30	17	5	3	9	111
<b>Mollusca</b>														
<b>Classe Bivalvia</b>														
Família Semellidae	<i>Abra aequalis</i> (Say, 1822)	0	0	0	0	1	0	0	1	1	1	0	2	6
Família Corbulidae	<i>Corbula contracta</i> (Say, 1822)	3	0	0	2	1	0	2	3	2	2	1	0	16
	<i>Corbula swiftiana</i> C. B. Adams, 1852	0	0	1	3	0	0	0	0	2	1	0	0	7
Família Crassatellidae	<i>Crassinella lunulata</i> (Conrad, 1834)	0	0	0	3	0	0	4	3	0	4	0	0	14
Família Nucleidae	<i>Nucula semiornata</i> d'Orbigny, 1846	0	0	0	2	10	0	4	3	2	4	1	0	26
Família Tellinidae	<i>Tellina sp.</i> Linnaeus, 1758	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5
	<i>Tellina versicolor</i> De Kay, 1843	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Tellina nitens</i> C.B. Adams, 1845	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Família Solecurtidae	<i>Tagelus sp.</i> Gray, 1847	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Continua...

**Tabela 5-11(Continuação):** Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo (fevereiro/2015).

		Estuário			Marinha									TOTAL
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	
<b>Mollusca</b>														
<b>Classe Bivalvia</b>														
Família Ungulinidae	<i>Felaniella candeana</i> (d'Orbigny, 1853)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
<b>Classe Gastropoda</b>														
Família Cancellariidae	<i>Cancellaria urceolata</i> Hinds, 1843	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Família Columbellidae	<i>Parvanachis obesa</i> (C.B.Adams, 1845)	0	0	0	4	1	2	0	6	3	5	1	2	24
Família Eulimidae	<i>Eulima varians</i> G.B. Sowerby I, 1834	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Família Olividae	<i>Olivella minuta</i> (Link, 1807)	0	0	0	1	4	3	3	6	1	1	9	7	35
	<i>Olivella nivea</i> (Gmelin, 1791)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Família Rhizoridae	<i>Volvulella texasiana</i> (Harry, 1967)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Volvulella acuminata</i> (Bruguère, 1792)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Família Cylichnidae	<i>Acteocina carinata</i> (Carpenter, 1857)	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Família Turridae	<i>Compsodrillia</i> sp. Woodring, 1928	0	0	0	0	1	1	0	3	1	0	0	0	6
Família Naticidae	<i>Natica</i> sp. Scopoli, 1777	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<b>Mollusca N-Total</b>	10	1	1	20	19	6	14	26	14	18	14	13	156
<b>Cnidaria</b>														
Família Turbinoliidae	<i>Sphenotrochus aunitus</i> (Milne Edwards & Haime, 1848)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Echinodermata</b>														
Classe Ophiuroidea	Ophiuroide	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Classe Holoturoidea														
Família Synaptidae	<i>Leptosynapta</i> sp. (Verrill, 1867)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<b>Echinodermata N-Total</b>	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3

Continua...

**Tabela 5-11(Continuação):** Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo (fevereiro/2015).

		Estuário			Marinha									TOTAL
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	
<b>Sipuncula</b>														
Família Golfingiidae	<i>Golfingia</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
<b>Nemertea</b>														
	Nemertea	4	1	7	6	1	0	3	2	5	4	3	3	39
<b>Chordata</b>														
Família Branchiostomatidae	<i>Branchiostoma</i> sp Costa, 1834	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	2
	<b>N-Total</b>	19	5	15	123	76	23	116	160	135	86	169	54	981
	<b>S-Total</b>	5	5	6	36	26	8	22	33	27	24	19	14	70

## 5.4.2 Diversidade e equitabilidade

Os índices ecológicos da comunidade na campanha do período chuvoso (fevereiro/2015) foram baixos para a área estuarina, exceto para ponto amostral PE-01, no qual, foram encontrados os maiores valores médios de diversidade ( $1,11 \text{ bits.ind}^{-1}$ ) e equitabilidade ( $J': 0,91$ ) para a região do estuário do rio Barra Nova. Padrões de valores semelhantes foram encontrados na campanha de agosto/2014, com PE-01 apresentando os maiores valores médios de diversidade e equitabilidade (PE-01:  $0,63 \text{ bits.ind}^{-1}$ ;  $J': 0,59$ ) determinando que este ponto apresentasse os maiores valores para região estuarina entre as campanhas avaliadas (**Tabela 5-12; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15**).

Os pontos da região estuarina (PE-01, PE-02 e PE-03) apresentaram valores médios menores na campanha de novembro/2014, quando comparado a estação seca (agosto/2014) e a atual campanha (fevereiro/2015), contudo, entre as campanhas foram encontradas diferenças significativas para os valores de diversidade e equitabilidade para todos os pontos estuarinos entre as campanhas de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 (ANOVA –  $p < 0,05$ ) (**Tabela 5-12**).

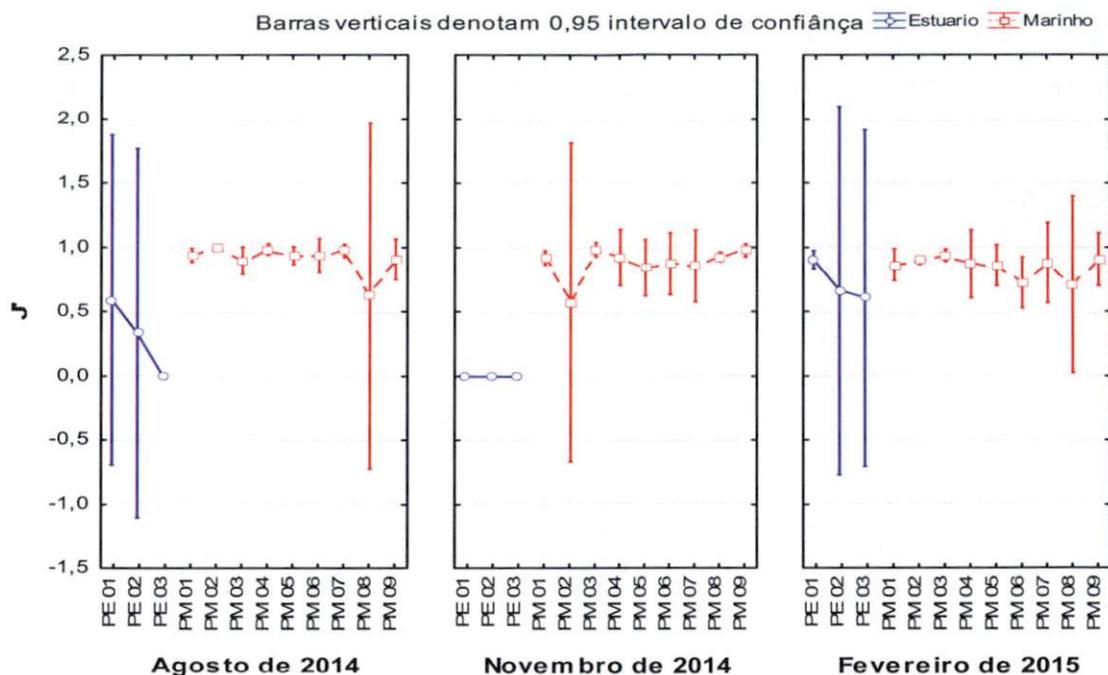
Os maiores valores médios para os índices entre os pontos da região marinha, na atual campanha (chuvosa: fevereiro/2015), foram encontrados em PM-01 ( $H': 2,54 \text{ bits.ind}^{-1}$ ) e PM-05 ( $H': 2,52 \text{ bits.ind}^{-1}$ ) para diversidade, e PM-03 ( $J': 0,94 \pm 0,01$ ) e PM-02 ( $J': 0,90 \pm 0,01$ ) para a equitabilidade. O menor valor de equitabilidade e diversidade foram encontrados no ponto PM-08 ( $J': 0,71 \pm 0,16$ ;  $H': 1,46 \text{ bits.ind}^{-1}$ ), semelhante ao encontrado na campanha de agosto/2014 (seco), onde os menores valores para esses índices também foram encontrados no ponto PM-08 ( $J': 0,63 \pm 0,31$ ;  $H': 0,87 \text{ bits.ind}^{-1}$ ) (**Tabela 5-12; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15**).

Os pontos amostrais localizados na região mais rasa e próxima a costa apresentaram os menores valores de diversidade (PM-03 e PM-09: nov/2014;

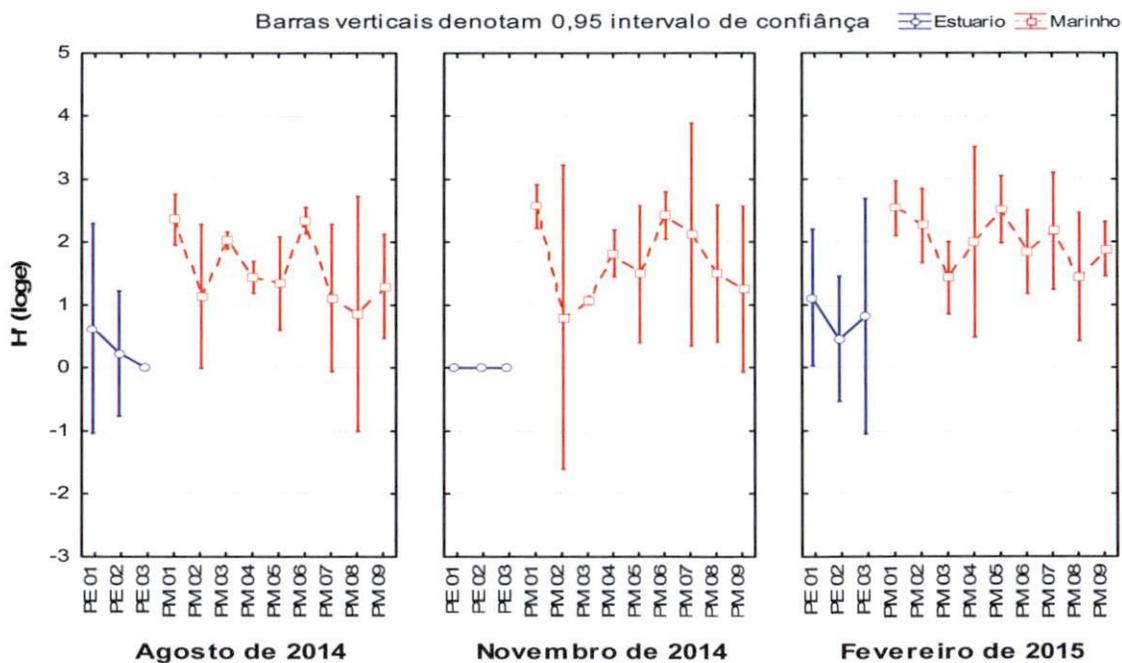
PM-03 e PM-08: fev/2015) durante as campanhas do período chuvoso (novembro/2014 e fevereiro/2015), diferentemente ao encontrado na campanha do período seco (agosto/2014), no qual os menores valores de diversidade da área marinha foram observados em pontos localizados próximos a monobóia (PM-05 e PM-07), no ponto controle PM-02, na área próxima à costa (PM-09) e também em PM-08, demonstrando uma variação entre as estações (**Tabela 5-12; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15**).

Os pontos amostrais PM-05 e o controle PM-01 apresentaram valores significativamente superiores aos demais pontos na campanha do período chuvoso em fevereiro/2015, principalmente quanto a diversidade (ANOVA  $p < 0,05$ ) (**Tabela 5-12**).

Desta forma, os pontos localizados no estuário apresentaram os menores valores médios para os índices de estrutura da comunidade entre todos os pontos avaliados no período chuvoso em fevereiro/2015, com diferenças significativas para o ambiente marinho (ANOVA  $p < 0,05$ ) (**Tabela 5-12; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15**).



**Gráfico 5-14:** Valores médios de Equitabilidade ( $J'$ ) coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho.



**Gráfico 5-15:** Valores médios de Diversidade coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais.

**Tabela 5-12:** Valores médios (X) e erro padrão (EP) dos índices da comunidade: Riqueza (S), número de indivíduos (N), Densidade (ind/m<sup>2</sup>), Equitabilidade (J') e Diversidade (H'), coletados em agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015 no ambiente estuarino e marinho.

Período	Ambiente	S		N		Densidade (ind/m <sup>2</sup> )		J'		H'(loge)		
		X	EP	X	EP	X	EP	X	EP	X	EP	
Ago de 2014	Estuário	PE 01	2	1	3	2	44	22	0,59	0,30	0,63	0,39
		PE 02	1	1	1	1	15	8	0,33	0,33	0,23	0,23
		PE 03	1	0	1	1	20	10	0,00	0,00	0,00	0,00
	Marinho	PM 01	13	2	22	6	318	81	0,94	0,01	2,36	0,09
		PM 02	3	1	3	1	49	13	1,00	0,00	1,13	0,26
		PM 03	10	1	17	4	254	54	0,90	0,02	2,03	0,03
		PM 04	4	0	5	1	68	10	0,99	0,01	1,44	0,06
		PM 05	4	1	6	0	93	5	0,94	0,02	1,35	0,17
		PM 06	12	1	20	6	293	81	0,94	0,03	2,34	0,05
		PM 07	3	1	5	0	73	0	0,98	0,01	1,11	0,27
		PM 08	3	1	5	2	78	34	0,63	0,31	0,87	0,43
		PM 09	4	1	8	2	122	26	0,91	0,04	1,30	0,19
Nov de 2014	Estuário	PE 01	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
		PE 02	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
		PE 03	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	Marinho	PM 01	17	2	34	6	499	90	0,92	0,01	2,57	0,08
		PM 02	3	2	7	5	98	70	0,57	0,29	0,82	0,56
		PM 03	3		4	1	54	10	0,99	0,01	1,08	0,01
		PM 04	8	2	13	5	196	80	0,92	0,05	1,82	0,09
		PM 05	6	2	14	4	210	59	0,85	0,05	1,49	0,25
		PM 06	16	1	38	10	562	143	0,87	0,06	2,43	0,09
		PM 07	12	3	25	5	371	74	0,86	0,07	2,12	0,41
		PM 08	5	1	9	1	137	18	0,93	0,01	1,50	0,25
		PM 09	4	1	5	2	73	22	0,98	0,01	1,26	0,31
Fev de 2015	Estuário	PE 01	4	1	6	2	93	24	0,91	0,02	1,11	0,25
		PE 02	2	0	2	0	24	5	0,67	0,33	0,46	0,23
		PE 03	3	1	5	2	73	29	0,61	0,31	0,83	0,43
	Marinho	PM 01	19	1	41	3	601	39	0,87	0,03	2,54	0,10
		PM 02	13	2	25	5	371	68	0,90	0,01	2,26	0,14
		PM 03	5	1	8	1	112	18	0,94	0,01	1,43	0,13
		PM 04	13	4	39	18	567	265	0,87	0,06	2,01	0,35
		PM 05	19	1	53	4	782	61	0,86	0,04	2,52	0,12
		PM 06	13	1	45	15	660	220	0,73	0,05	1,85	0,15
		PM 07	12	2	29	11	420	159	0,88	0,07	2,18	0,22
		PM 08	9	2	56	31	826	455	0,71	0,16	1,46	0,24
		PM 09	8		18	5	264	69	0,91	0,05	1,89	0,10

### 5.4.3 Análises multivariadas (MDS, Anosim e CCA)

A análise de MDS (análise de ordenação multidimensional) aplicada aos dados da macrofauna bentônica mostrou a formação de grupos entre campanhas e ambientes, onde a composição da comunidade foi semelhante, separando os pontos estuarinos dos pontos marinhos nas três campanhas (agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015), indicando que os ambientes apresentaram composição e abundância distintas da fauna (PERMANOVA;  $p < 0,05$ ). Para os pontos amostrais do estuário, apesar da baixa abundância e ocorrência de espécies, foram encontradas dissimilaridades significativamente distintas entre as campanhas (PERMANOVA;  $p < 0,05$ ), devido à ausência de organismos na campanha de novembro/2014 (Tabela 5-13, Tabela 5-14; Figura 5-5).

Desta forma, diferenças significativas na composição e abundância da fauna no ambiente estuarino, foram encontradas para o fator ponto entre períodos (campanhas) (seco x chuvoso), enquanto para o ambiente marinho estas diferenças foram encontradas entre pontos, períodos e interação entre estes fatores (pontos x períodos) (PERMANOVA:  $p < 0,05$ ;) Tabela 5-14 a Tabela 5-17).

Os pontos amostrais da região marinha apresentaram diferenças significativas no período chuvoso e seco amostrados. Nas campanhas de novembro/2014 e fevereiro/2015 as diferenças significativas foram encontradas entre os pontos rasos (PM-03 e PM-09) para com os pontos do entorno da monobóia (PM-05, PM-06 e PM-07), e com o ponto controle PM-01, conforme demonstrado no *n*MDS e corroborado pela PERMANOVA (Tabela 5-17 e Figura 5-5).

A campanha de fevereiro/2015 apresentou características semelhantes das demais campanhas, demonstrando as maiores diferenças significativas entre os pontos de monitoramento da região marinha, no entanto, o ponto com a maior diferença foi o ponto controle PM-01, apresentando diferenças com os pontos PM-02, PM-03, PM-05 e PM-06 conforme demonstrado no *n*MDS e corroborado pela

PERMANOVA (Tabela 5-17 e Figura 5-5). Além do ponto controle, também foram encontradas diferenças entre os pontos costeiros PM-03 e PM-09 com os pontos em torno da monobóia PM-05, PM-06 e PM-07 conforme demonstrado no *n*MDS e corroborado pela PERMANOVA (Tabela 5-17 e Figura 5-5).

Desta forma, a formação de grupos do ambiente marinho nas campanhas dos períodos chuvosos (Novembro/2014 e fevereiro/2015), seguiram uma tendência clara quanto à proximidade e localização em relação a linha de praia, diferente do que foi verificado na campanha do período seco (agosto/2014), onde os pontos mais afastados e desassociados da estrutura da monobóia, formaram um grupo, enquanto os pontos mais próximos da monobóia formaram com um ponto controle (PM-01) um segundo grupo, tendo estes pontos apresentado diferença significativa quanto a composição da fauna, uma vez que foi observada uma clara diferença entre os pontos costeiros com os pontos da monobóia e controle, não evidenciando uma diferença clara entre a região de influência direta da monobóia com os pontos controle (PERMANOVA –Tabela 5-17 e Figura 5-5).

Entre os períodos foram encontradas diferenças significativas dentro de cada região, porém para o estuário do rio Barra Nova o ponto PE-02 não demonstrou valores significativos entre as campanhas, enquanto PE-01 e PE-03 foram diferentes entre ago/14 x fev/15 e nov/14 x fev/15 (PERMANOVA  $p < 0,05$ ). No ambiente marinho foram encontradas diferenças significativas entre os períodos ago/14 x nov/14, para os pontos PM-01, PM-05 e PM-07; entre ago/14 x fev/15 em relação aos pontos controles (PM-01 e PM-02) e para PM-05; e entre os períodos nov/14 x fev/15 foi observada diferença significativa somente para os pontos PM-03 e PM05 (PERMANOVA  $p < 0,05$ ) (Tabela 5-16 e Tabela 5-18; Figura 5-5).

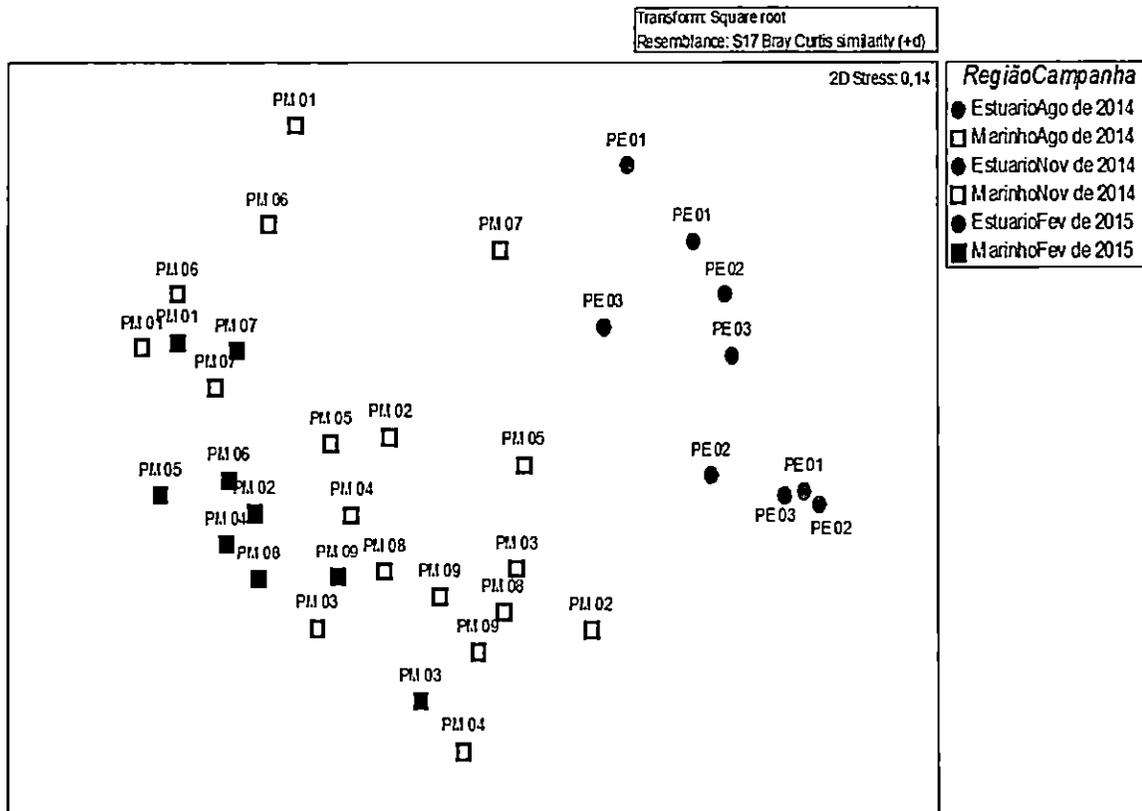


Figura 5-5: Valores da análise multivariada da distribuição espacial da comunidade entre os pontos de amostragem do estuário e do ambiente marinho, durante as campanhas de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.

A análise de SIMPER demonstrou que os grupos formados entre as áreas estuarina e marinha entre as campanhas de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015, com diferenças significativas na PERMANOVA, foram definidos principalmente pelos maiores valores da porcentagem de contribuição cumulativa dos táxons pertencentes a Polychaeta, Mollusca, Nemertea e Crustacea, indicando que a ocorrência e dominância destes grupos foram responsáveis pelos valores observados entre as regiões de amostragem, onde o alto valor de dissimilaridade média (ago/2014 x nov/2014 e ago/2014 x fev/2015: 100% - estuário e ago/2014 x fev/2015: 93% marinho) pela análise de SIMPER, foram determinados pelos maiores valores de abundância média dos poliquetos *Aricidea* sp, *Goniadides carolinae*, *Lumbrineris coccinea*, *Magelona cincta* e *Magelona* sp., do Filo Nemertea, e dos moluscos *Abra aequalis* e *Olivella minuta* ao longo das campanhas estudadas (Ago/14, Nov/14 e Fev/15).

A relação entre os pontos da região estuarina demonstrou valores significativos para dissimilaridade entre a campanha de fevereiro/2015 com as demais (agosto/2014 e novembro/2014), com a análise de SIMPER demonstrando dissimilaridade média de 100%, estando estes valores médios associados principalmente a variação entre os períodos nos valores de abundância média de *Glycinde multidentis*, *Hemipodia simplex*, *Notomastus* sp., *Magelona* sp., *Notomastus* sp., *Sigambra* sp., *Corbula contracta*, *Tagelus* sp., *Tellina* sp., *Tellina versicolor* e *Nemertea*, com as diferenças encontradas associadas a ausência de organismos na área estuarina na campanha de novembro/2014.

A análise de SIMPER entre os grupos formados pelos pontos amostrais marinhos, significativamente diferentes pela análise da PERMANOVA no período chuvoso da atual campanha (fevereiro/2015), demonstrou que os maiores percentuais de dissimilaridades foram entre PM-01 e PM-03 (92%), com estas diferenças estando associadas as variações na abundância e número de espécies entre os dois pontos. Diferenças estas que estiveram associadas aos principais filos encontrados (Annelida, Mollusca e Nemertea), como por exemplo, dos poliquetos *Goniadides carolinae*, *Lumbrineris coccinea*, *Lumbrineris* sp., *Magelona* sp., *Mooreonuphis* sp., *Parandalia* sp., *Paraprionospio pinnata* e *Prionospio steenstrupi*, os moluscos *Corbula swiftiana*, *Crassinella lunulata*, *Nucula semiornata* e *Olivella minuta*.

**Tabela 5-13:** Resultados da análise PERMANOVA da endofauna entre as áreas (Estuário x Marinha), formados pelos pontos de amostragem na região marinha e estuário, nos meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.

Grupos	t	P(perm)	Unique	
			perms	P(MC)
<b>Estuário</b>				
Ago - 14, Nov - 14	1,5185	0,0085	767	0,0684
Ago - 14, Fev - 15	1,9822	0,004	9951	<b>0,0085</b>
Nov - 14, Fev - 15	4,0237	0,0001	9233	<b>0,0001</b>
<b>Marinha</b>				
Ago - 14, Nov - 14	2,1326	0,0001	9937	<b>0,0001</b>
Ago - 14, Fev - 15	2,9949	0,0001	9934	<b>0,0001</b>
Nov - 14, Fev - 15	2,6682	0,0001	9937	<b>0,0001</b>
<b>Estuário x Marinha</b>				
Ago - 14, Nov - 14	2,1429	0,0001	9910	<b>0,0001</b>
Ago - 14, Fev - 15	3,8697	0,0001	9893	<b>0,0001</b>
Nov - 14, Fev - 15	3,4535	0,0001	9919	<b>0,0001</b>

Legenda: (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

**Tabela 5-14:** Resultados da análise PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem, períodos (seco e chuvoso) nos ambientes e respectivas interações.

Fator	df	F	Unique	
			perms	p(MC)
Região	1	24,255	9920	<b>0,0001</b>
Coleta	2	3,998	9890	<b>0,0002</b>
Ponto	10	3,6074	9798	<b>0,0001</b>

Legenda: (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

**Tabela 5-15:** Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem estuarino nos meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.

	Agosto de 2014				Novembro de 2014				Fevereiro de 2015			
	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)
PE-01 x PE-02	1,21	0,40	7	0,26	-	-	-	-	1,49	0,09	10	0,14
PE-01 x PE-03	1,07	0,49	7	0,36	-	-	-	-	1,76	0,10	10	0,08
PE-02 x PE-03	0,99	0,90	5	0,43	-	-	-	-	1,03	0,40	10	0,38

Legenda: (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

**Tabela 5-16:** Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna dos pontos de amostragem estuarino entre os meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.

	Uniq			
	t	P(perm)	perms	P(MC)
<b>Ago/14 x Nov/14</b>				
PE-01	1,5196	0,3945	2	0,1698
PE-02	1,0023	0,3971	2	0,3977
PE-03	1	1	1	0,4038
<b>Ago/14 x Fev/15</b>				
PE-01	2,0055	0,1016	10	<b>0,0386</b>
PE-02	0,81385	0,7921	5	0,5973
PE-03	1,5609	0,1994	10	0,1419
<b>Nov 14 x Fev/15</b>				
PE-01	4,7037	0,0931	4	<b>0,0024</b>
PE-02	1,0718	0,0987	3	0,362
PE-03	2,8893	0,1046	4	<b>0,0216</b>

Legenda: (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

**Tabela 5-17:** Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem marinhos nos meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

	Agosto de 2014				Novembro de 2014				Fevereiro de 2015			
	t	P(perm)	Unique perms	p(MC)	t	P(perm)	Unique perms	p(MC)	t	P(perm)	Unique perms	p(MC)
PM-01 x PM-02	1,844	0,104	10	0,045	1,507	0,101	10	0,123	1,940	0,103	10	0,042
PM-01 x PM-03	1,519	0,103	10	0,103	2,177	0,096	7	0,024	3,042	0,099	10	0,009
PM-01 x PM-04	2,131	0,097	10	0,024	1,942	0,102	10	0,041	1,490	0,101	10	0,126
PM-01 x PM-05	2,260	0,103	10	0,022	1,308	0,095	10	0,195	1,812	0,099	10	0,051
PM-01 x PM-06	1,468	0,105	10	0,117	1,137	0,099	10	0,304	1,755	0,099	10	0,058
PM-01 x PM-07	1,925	0,093	10	0,033	1,330	0,101	10	0,189	0,899	0,696	10	0,520
PM-01 x PM-08	2,071	0,103	10	0,031	1,972	0,106	10	0,036	1,319	0,195	10	0,188
PM-01 x PM-09	1,890	0,097	10	0,039	2,311	0,103	10	0,016	2,156	0,097	10	0,022
PM-02 x PM-03	1,462	0,103	10	0,134	0,968	0,591	10	0,464	2,055	0,100	10	0,033
PM-02 x PM-04	1,851	0,098	10	0,047	1,292	0,098	10	0,212	0,939	0,799	10	0,478
PM-02 x PM-05	1,904	0,099	10	0,046	0,929	0,503	10	0,498	1,125	0,195	10	0,322
PM-02 x PM-06	1,768	0,093	10	0,058	1,633	0,106	10	0,082	1,138	0,099	10	0,308
PM-02 x PM-07	1,684	0,100	10	0,071	1,422	0,196	10	0,148	1,515	0,097	10	0,109
PM-02 x PM-08	1,315	0,299	10	0,203	1,110	0,398	10	0,329	1,286	0,198	10	0,209
PM-02 x PM-09	1,434	0,098	10	0,153	1,179	0,401	10	0,285	1,540	0,104	10	0,106
PM-03 x PM-04	1,436	0,098	10	0,138	1,250	0,203	10	0,245	1,822	0,099	10	0,070
PM-03 x PM-05	1,815	0,097	10	0,056	1,284	0,100	10	0,209	2,577	0,101	10	0,013
PM-03 x PM-06	1,350	0,098	10	0,174	2,149	0,099	10	0,022	2,416	0,098	10	0,017

**Continua...**

**Tabela 5-17 (continuação):** Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem marinhos nos meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

	Agosto de 2014				Novembro de 2014				Fevereiro de 2015			
	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)
PM-03 x PM-07	1,601	0,099	10	0,091	2,084	0,100	10	<b>0,025</b>	2,472	0,100	10	<b>0,015</b>
PM-03 x PM-08	1,435	0,204	10	0,148	1,199	0,299	10	0,270	1,416	0,200	10	0,167
PM-03 x PM-09	0,936	0,601	10	0,501	1,152	0,303	10	0,321	1,169	0,405	10	0,296
PM-04 x PM-05	2,394	0,097	10	<b>0,021</b>	1,030	0,498	10	0,395	1,073	0,509	10	0,361
PM-04 x PM-06	1,576	0,100	10	0,096	1,887	0,106	10	<b>0,044</b>	1,305	0,103	10	0,203
PM-04 x PM-07	1,909	0,099	10	<b>0,034</b>	1,591	0,098	10	0,097	1,099	0,400	10	0,334
PM-04 x PM-08	1,221	0,205	10	0,254	1,127	0,399	10	0,325	0,799	0,595	10	0,590
PM-04 x PM-09	1,152	0,400	10	0,299	1,124	0,398	10	0,322	1,231	0,303	10	0,254
PM-05 x PM-06	2,040	0,100	10	<b>0,038</b>	1,474	0,101	10	0,119	1,076	0,496	10	0,372
PM-05 x PM-07	2,129	0,104	10	<b>0,028</b>	1,048	0,592	10	0,385	1,567	0,101	10	0,097
PM-05 x PM-08	1,618	0,206	10	0,114	1,257	0,296	10	0,235	1,335	0,098	10	0,170
PM-05 x PM-09	1,883	0,099	10	<b>0,053</b>	1,444	0,107	10	0,135	1,862	0,098	10	<b>0,046</b>
PM-06 x PM-07	1,480	0,104	10	0,122	1,127	0,407	10	0,315	1,491	0,100	10	0,114
PM-06 x PM-08	1,618	0,097	10	0,087	2,181	0,104	10	<b>0,025</b>	1,446	0,096	10	0,132
PM-06 x PM-09	1,509	0,102	10	0,107	2,271	0,099	10	<b>0,015</b>	1,710	0,105	10	<b>0,071</b>
PM-07 x PM-08	1,434	0,201	10	0,148	1,938	0,102	10	<b>0,032</b>	1,056	0,404	10	0,363
PM-07 x PM-09	1,528	0,101	10	0,112	2,173	0,103	10	<b>0,025</b>	1,687	0,100	10	0,068
PM-08 x PM-09	0,816	0,792	10	0,593	1,277	0,300	10	0,238	0,950	0,602	10	0,469

**Tabela 5-18:** Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna dos pontos de amostragem marinhos entre os meses de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.

	t	P(perm)	Unique	
			perms	P(MC)
<b>Ago/14 x Nov/14</b>				
PM-01	1,7372	0,0999	10	<b>0,0558</b>
PM-02	1,1643	0,2995	10	0,2935
PM-03	1,4235	0,0987	10	0,1487
PM-04	1,3629	0,0929	10	0,1761
PM-05	1,7555	0,1003	10	<b>0,0541</b>
PM-06	1,2794	0,0977	10	0,2085
PM-07	2,0189	0,1023	10	<b>0,0294</b>
PM-08	0,89192	0,8977	10	0,5274
PM-09	1,188	0,2964	10	0,2846
<b>Ago/14 x Fev/15</b>				
PM-01	1,8567	0,1016	10	<b>0,0378</b>
PM-02	2,1921	0,0966	10	<b>0,023</b>
PM-03	1,3464	0,0986	10	0,1969
PM-04	1,543	0,1044	10	0,1117
PM-05	2,9427	0,0997	10	<b>0,0079</b>
PM-06	1,5676	0,0992	10	0,0893
PM-07	1,5765	0,0994	10	0,0952
PM-08	1,3994	0,0994	10	0,1593
PM-09	1,1018	0,4086	10	0,3345
<b>Nov 14 x Fev/15</b>				
PM-01	1,4733	0,0994	10	0,1175
PM-02	1,6151	0,0989	10	0,0926
PM-03	2,1823	0,0993	10	<b>0,0305</b>
PM-04	1,091	0,2938	10	0,3497
PM-05	1,8016	0,0957	10	<b>0,0588</b>
PM-06	1,6602	0,0987	10	0,0725
PM-07	1,3735	0,1019	10	0,1596
PM-08	1,2491	0,3045	10	0,2475
PM-09	1,2947	0,1976	10	0,2073

Legenda: (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

As diferenças encontradas na estrutura da comunidade em relação a formação de grupos pelos pontos amostrais, ambiente e período apresentadas pela análise de similaridade (nMDS) entre as campanhas, dentre outros fatores estão correlacionadas com as características granulométricas do sedimento, que irão determinar a composição do sedimento, influenciando a estrutura da comunidade bentônica. Esse fato foi verificado nas três campanhas, uma vez que a Análise de Correlação Canônica revelou a formação de grupos, semelhantes ao encontrado na análise de similaridade (nMDS), como por exemplo, evidenciando diferenças entre o estuário e o ambiente marinho, e entre os períodos de amostragem (agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015):

- quanto à associação com o percentual de lama e areia muito fina com a fauna presente no ambiente marinho foi encontrado como característica a associação das espécies com os pontos mais próximos a costa (PM-03, PM-09), ao longo do duto (PM-04 e PM-08) e controle (PM-02) nos três períodos analisados, com a espécies *Prionospio steenstrupi*, *Paraprionospio pinnata*, *Neanthes bruaca*, *Magelona sp.*, *Sigambra sp.*, *Parandalia sp.*, *Acetes sp.*, *Pagurus sp.*, *Ampelisca sp.*, *Olivella minuta*;
- os pontos ao redor da monobóia (PM-05 e PM-06) na atual campanha (fevereiro/2015) também apresentaram correlação com a fração granulométrica areia muito fina e com os organismos *Diastylis sp.* e *Nucula semiornata*;
- para os pontos ao norte da monobóia (PM-01 e PM-07) apresentaram relação com areia fina, semelhante ao observado para PM-07 nas campanhas anteriores (agosto/2014 e novembro/2014). As espécies *Lumbrineris coccínea*, *Magelona cincta*, *Crassinella lunulata*, *Parvanachis obesa* e *Nemertea* apresentaram correspondência com o percentual de areia grossa e cascalho no ponto controle PM-01 nas campanhas analisadas em 2014 (agosto/2014 e novembro/2014);
- para o ambiente estuarino notou-se relação dos pontos PE-01 e PE-02 da campanha chuvosa de fevereiro/2015 com teor de lama e os organismos *Notomastus sp.*, *Corbula contracta*, *Tellina sp.* e *Tagelus sp.*, enquanto

para o ponto PE-03, foi possível observar uma tendência de correlação com as frações granulométricas de areia muito fina, areia fina e cascalho, assim como, a correlação com os táxons *Sigambra sp.*, *Glycinde multidentis* e *Corbula swiftiana*;

- no período seco de agosto/2014 no ambiente estuarino o ponto PE-01 apresentou relação com areia média e areia grossa, tendo como espécies características *Hemipodia simplex*, *Branchiostoma sp.*, *Tellina nitens* e *Tellina versicolor*.

A correspondência entre composição granulométrica do sedimento e a composição da fauna bentônica nos grupos formados foi significativa, uma vez que a explicação dos eixos 1 e 2 foi de 91,2% para o ambiente marinho e 48,5% no estuarino. O teste de Monte Carlo demonstrou correlação significativa do eixo 1 ( $p < 0,001$ ) e eixo 2 ( $p < 0,01$ ) entre os critérios citados, indicando que a fauna estaria dentre outros fatores, respondendo diretamente as diferenças na granulometria entre os grupos formados pelos pontos amostrais e períodos, podendo ser uma característica da associação com o hidrodinamismo e distanciamento da costa no ambiente marinho, principalmente para os períodos chuvosos (**Figura 5-6 e Figura 5-7**).

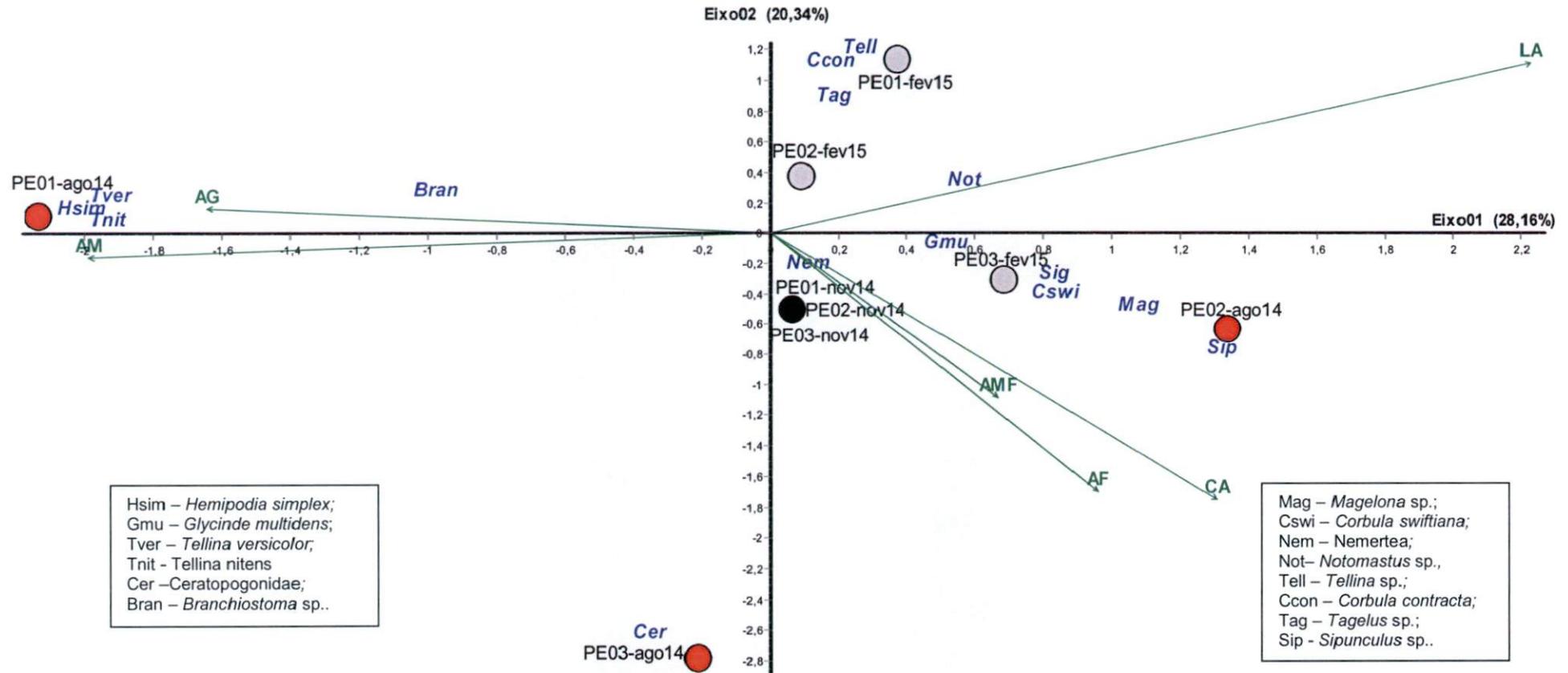
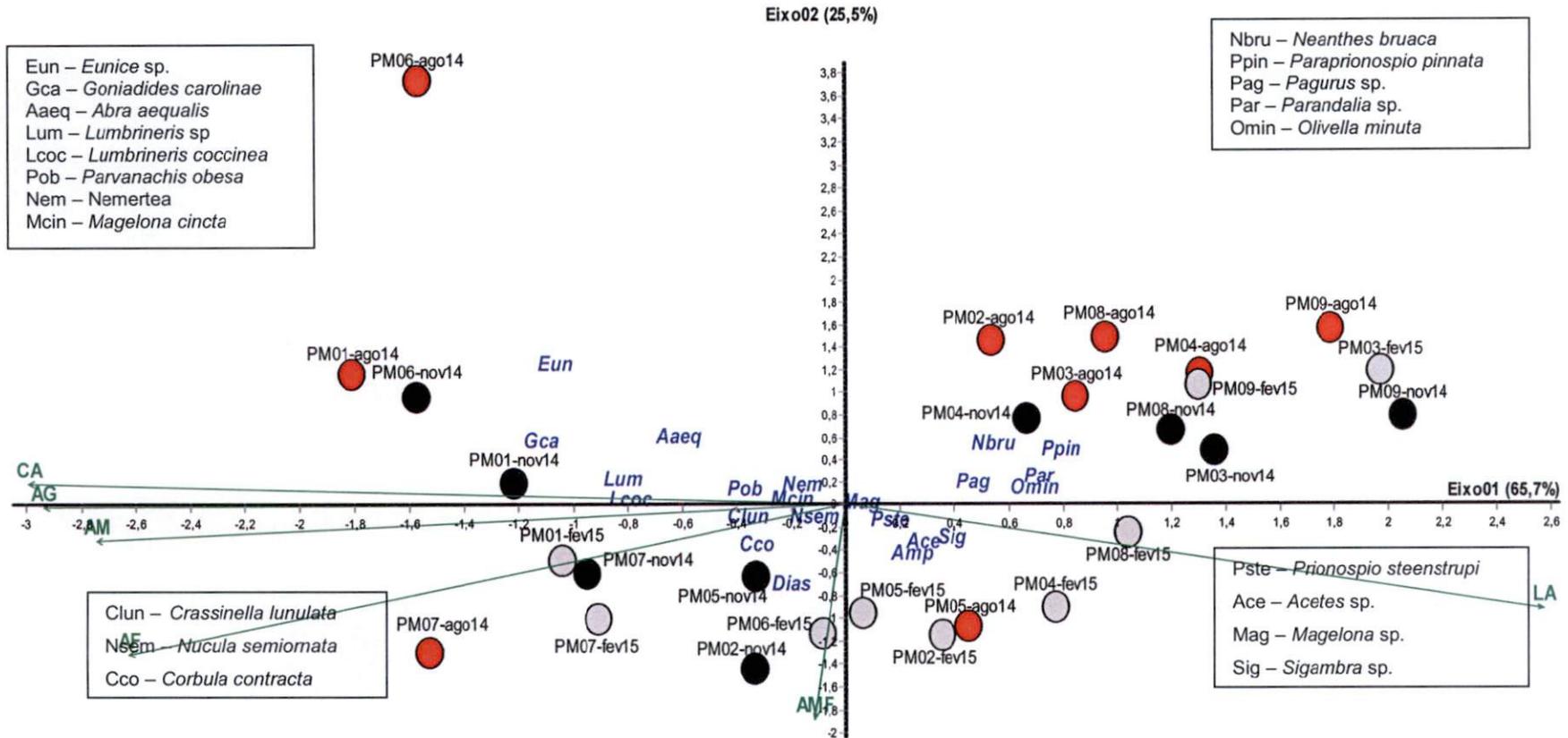


Figura 5-6: Análise de Correlação Canônica (CCA) entre os dados de granulometria e abundância dos organismos do zoobentos de fundo inconsolidado estuarino nas campanhas de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.

Legenda: AMF – areia muito fina; AF – areia fina, AM – areia média, AG – areia grossa, CA – cascalho; LAMA – lama. ● - ago/14; ● - nov/14; ● - fev/15; \* - espécies encontradas; → - fatores edáficos (granulometria). As siglas e suas respectivas espécies estão identificadas nos quadros presentes na CCA.



**Figura 5-7:** Análise de Correlação Canônica (CCA) entre os dados de granulometria e abundância dos principais organismos (80% indivíduos) do zoobentos de fundo inconsolidado marinho nas campanhas de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015.

Legenda: AMF – areia muito fina; AF – areia fina, AM – areia média, AG – areia grossa, CA – cascalho; LAMA – lama. ● - ago/14; ● - nov/14; ● - fev/15; \* - espécies encontradas; → - fatores edáficos (granulometria). As siglas e suas respectivas espécies estão identificadas nos quadros presentes na CCA.

#### 5.4.4 Discussão da Análise de Comunidade Zoobentônica de fundo inconsolidado

De forma a facilitar a interpretação dos resultados da análise de comunidade zoobentônica a discussão dos mesmos será realizada separadamente.

De uma forma geral, os grupos com maior ocorrência foram Annelida, Mollusca, Arthropoda (Crustacea) e Nemertea, destacando a ocorrência de Polychaeta dentro do grupo dos Annelida, sendo os maiores valores encontrados nos pontos amostrais da área marinha, apresentando padrão semelhante ao encontrado em fevereiro de 2014 (CTA 2014), agosto de 2013 (APLYSIA, 2013), novembro de 2013 (CTA 2013), e na primeira e segunda campanhas do TNC em 2012 (ETHICA 2012), as quais também foram encontradas o domínio de Polychaeta, porém, ocorreu um aumento do número de indivíduos e táxons na atual campanha de fevereiro/2015 quando comparado com as campanhas iniciais referidas, principalmente novembro de 2013. Em relação às campanhas de agosto/2014, novembro/2014 e fevereiro/2015, os maiores valores de indivíduos e espécies foram observados em novembro de 2014 e fevereiro de 2015.

Quanto à característica da dominância de poliquetos nos pontos com características de influências da salinidade do estuário do rio Barra Nova nas campanhas de agosto/2014 e fevereiro/2015, também foi encontrado na Ria de Aveiro (Portugal) por RODRIGUES *et al.* (2011), os quais também encontraram Polychaeta como grupo dominante estudando os padrões de biodiversidade bêntica, relacionando a variação nos padrões dos índices ecológicos com as características hidrológicas e sedimentares dos locais analisados, encontrando padrões semelhantes aos observados para a área de estudo, principalmente quanto as características do sedimento e a ocorrência de grupos alimentares, sendo que no período chuvoso em ambientes estuarinos, devido a entrada de matéria orgânica, observaram aumento no número de indivíduos, semelhante ao encontrado na campanha de fevereiro de 2015. No entanto, na campanha de

novembro/2014 (chuvoso) foram encontrados resultados diferentes, com uma redução no número de espécies e indivíduos, uma vez que nesta campanha não foram encontrados organismos nos pontos do estuário, podendo ser resultado do grande volume de chuva ocorrido no mês, o que promoveu um grande aumento no volume de água no período, interferindo diretamente na estabilidade do ambiente, levando a retirada e/ou morte dos organismos.

Esta variação na abundância da fauna no período chuvoso, durante o mês de novembro/2014, pode também ter sido uma resposta ao forte período de chuvas que ocorreram anteriormente ao período das coletas, determinando uma maior influência de água doce no estuário do Rio Barra Nova, causando uma diminuição na salinidade e interferindo diretamente na ocorrência das espécies, como também observado por BARROSO, MATTHEWS, & CASCON (2009) no estuário do rio Ceará, no Ceará, Brasil.

As mudanças na composição da fauna bentônica em ambientes estuarinos, podem ser afetadas por ciclos biogeoquímicos sazonais com efeitos em cascata sobre o funcionamento ecológico do ambiente, o que pode modular a produtividade primária na coluna de água sobrejacente, com retorno de nutrientes para o sistema bentônico (KRISTENSEN *et al.*, 2014). Em estuários tropicais, a macrofauna bentônica é composta principalmente por poliquetos, moluscos e crustáceos (GAMBI *et al.*, 1997). A classe Polychaeta constitui o grupo dominante e mais importante em ambiente estuarino de fundos moles (OLIVEIRA & MOCHEL 1999; DITTMAN, 2000). Esta dominância de Polychaeta nos estuários brasileiros também foi verificado por BRAGA *et al.* (2011); MONTEIRO (2009), BRAGA *et al.* (2009), FILHO *et al.* (2006) e NETTO & GALLUCCI (2003).

Em manguezais, os principais fatores determinantes da estrutura e dinâmica das associações de macroinvertebrados bentônicos são as características ambientais (salinidade, temperatura, hidrodinâmica, composição e textura dos sedimentos e disponibilidade de substrato), a dinâmica das populações (recrutamento,

natalidade e mortalidade) e as interações biológicas (competição, predação, parasitismo) (KINNE, 1971; ROSENBERG, 1995; WIJSMAN; HERMAN; GOMOIU, 1999; HOGARTH, 1999; GIMÉNEZ *et al.*, 2014; KRISTENSEN *et al.*, 2014).

Os autores MANINO & MONTAGNA (1997) e MONTEIRO (2009) citam que, nesses ambientes, a distribuição da salinidade e dos diferentes tipos de sedimento são importantes devido ao seu efeito na ecologia das espécies. Estudos sobre a distribuição da fauna estuarina ao longo de gradientes salinos apontam que os diferentes valores de salinidade atuam como uma barreira fisiológica para espécies estenohalinas marinhas (que não penetram nas áreas com baixa salinidade) e de água doce (incapazes de colonizar zonas com água salobra ou marinha) (WOLFF, 1983; OURIVES, RIZZO & BOEH, 2011), o que poderia explicar as diferenças na composição e abundância nos pontos entre os períodos de amostragem na área do estuário do rio Barra Nova.

A dominância de um pequeno número de espécies e uma baixa diversidade são características comuns de comunidades estuarinas, formadas principalmente por espécies resistentes e que se reajustam às situações de estresse, sendo favorecidas e se aproveitando de todo espaço e recurso disponível (HOGARTH, 1999), como por exemplo *Notomastus sp.*, *Hemipodia simplex* e *Tellina sp.* que são espécies reconhecidamente oportunistas, podendo aproveitar-se da presença e entrada de matéria orgânica no sistema (AMARAL *et al.*, 2010). Por essa razão, as espécies com capacidade de sobreviver em regiões estuarinas foram as que estiveram mais amplamente distribuídas nas campanhas de agosto/2014 e fevereiro/2015, semelhante ao encontrado por FILHO *et al.* (2006), estudando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos de região estuarina no rio Caeté, os quais observaram que espécies com maior capacidade de colonização e resistência a variação de salinidade foram encontrados em maior abundância no ambiente.

Em relação aos valores de diversidade, riqueza e abundância encontrados no ambiente estuarino, seguiram as características encontradas na literatura (NALESSO *et al.*, 2005, HATJE *et al.*, 2006, BARROSO & MATTHEWS-CASCON, 2009 e PAGANELLI, MARCHINI & OCCHIPINTI-AMBROGI, 2012) as quais indicam uma variação de riqueza e diversidade, com tendência dos maiores valores da foz dos estuários a parte interna, semelhante ao observado nas campanhas de agosto/2014 e fevereiro/2015 onde foi observado o maior valor em PE-01. Desta forma, os resultados dos índices encontrados na região do estuário indicam as diferenças entre as regiões mais internas e externas do estuário do rio Barra Nova.

A composição faunística dos pontos localizados na área marinha também foi similar ao encontrado em áreas costeiras protegidas em outros locais do mundo. A classe dos poliquetas foi dominante em termos de riqueza de espécies e abundância seguida de Mollusca e Crustacea (Peracarida), semelhante ao encontrado em campanhas realizadas anteriormente na mesma área (ETHICA, 2011 e 2012, CTA, 2007 e APLYSIA, 2013).

A ocorrência dos Peracarida assume importante papel ecológico nos sistemas bentônicos marinhos, uma vez que os mesmos podem apresentar todos os hábitos tróficos e muitos estilos de vida (SANTOS & PIRES-VANIN, 2000). Eles são componentes significantes da macrofauna de substratos inconsolidado (BRANDT, 1993; PIRES-VANIN, 1993; CONSTABLE, 1999). Esse resultado está de acordo com o esperado para ambientes de baixa energia (DITTMANN, 1995; DITTMAN, 2000; PAIVA, 2001; AMARAL *et al.*, 2003).

De modo geral, estes altos índices de riqueza e abundância para poliquetas na campanha de fevereiro/2015 também foram observados em áreas com padrões sedimentares semelhantes (OMENA & AMARAL, 1997; PETTI & NONATO, 2000). Autores têm demonstrado que esses índices seguem tais padrões ao longo de um gradiente decrescente de exposição (OMENA & AMARAL, 1997;

MIRANDA, 2010), como encontrado para o período chuvoso (novembro/2014 e fevereiro/2015), onde os menores valores foram encontrados nas áreas mais rasas próximas a costa.

Destaca-se, que na campanha de fevereiro/2015 Crustacea apresentou elevados valores de abundância e de espécies, nos quais, foram superiores ao observado para as campanhas de agosto/2014 e novembro/2014, o que segundo JAYARAJ *et al.* (2005) poderia estar relacionado ao fato deste grupo ter certa preferência por ambientes com sedimentos com granulometria composta por areia grossa, o que foi encontrado na campanha de fevereiro/2015 para a maioria dos pontos distantes da costa. Porém, estes organismos são mais sensíveis a mudanças ambientais, tais como a mudança abrupta de hidrodinamismo, resultando em alterações na composição da fauna, como observado entre as campanhas de agosto/2014 e novembro/2014.

A alta diversidade dos poliquetos está provavelmente relacionada às diferentes estratégias de alimentação e hábitos de vida que este grupo pode apresentar (GIANGRANDE *et al.*, 1994; CHEUNG *et al.*, 2008). Ainda em relação ao grupo Polychaeta, foi verificado que o padrão de ocorrência de indivíduos observados na campanha de fevereiro/2015 foi semelhante ao encontrado ao longo da Bacia do Espírito Santo, em trabalhos anteriormente realizados, onde esse grupo foi o que obteve o maior percentual de organismos identificados na área (CEPEMAR, 2003, ETHICA, 2011). Característica semelhante também foi encontrada por CTA (2007) e ETHICA (2012) em estudo realizado na região, que também encontraram Polychaeta e Crustacea como grupos dominantes na área de influência do Terminal Norte Capixaba, tendo dentro dos poliquetas os táxons *Prionospio* e *Magelona* com maiores abundâncias, corroborando os dados encontrados para o atual estudo na campanha do período chuvoso na campanha de fevereiro/2015, uma vez que estes táxons estão entre os mais abundantes nas duas campanhas anteriores (agosto/2014 e novembro/2014).

As famílias Magelonidae e Spionidae podem apresentar grande número de organismos em sedimento com partículas finas predominando, além de também, por serem oportunistas, poderem, dependendo do táxon, ser observada em áreas com interferência na estrutura do local de ocorrência, em resposta a mudanças antrópicas (embarcações de grande porte) ou naturais nas características do ambiente, como por exemplo, correntes, granulometria e matéria orgânica presente no sistema (DAUER, 1985 BRAGA *et al.*, 2011).

O autor PAGLIOSA (2006) estudando a distribuição da macrofauna bêntica em uma área com influência estuarina no sul do Brasil, e MEIßNER & DARR (2009) estudando a distribuição de *Magelona* encontraram relação da composição da comunidade com a granulometria e salinidade dos locais (principalmente em regiões próximas a desembocadura de rios), além de observarem a influência na estrutura do sedimento associada a presença de poliquetas tubícolas. Já ARASAKI *et al.* (2004) observaram que carnívoros e suspensívoros se desenvolviam bem em áreas de areia média ou grossa, assim como MUNIZ & PIRES (1999).

Em contrapartida MIRANDA (2010), observou que em áreas com mistura de areia com silte, acabam determinando um ambiente com variedade de nichos, e conseqüentemente possibilitando a ocorrência dos mais variados grupos tróficos, dentre eles os depositívoros de superfície (*Magelona*) e predadores (Gliceriformes e *Lumbrineris* sp.). Este mesmo padrão também foi observado para o atual estudo, com a ocorrência de organismos depositívoros de superfície (*Magelona*, *Parandalia*, *Scoloplos Prionospio steenstrupi* e *Paraprionospio pinnata*) e predadores (*Lumbrineris* e *Goniadides carolinae*) em áreas com areia grossa, fina e lama, com padrão semelhante também ao encontrado por LOPES dos SANTOS & PIRES-VANIN (2004) em enseadas de Ubatuba, São Paulo, Brasil.

Padrão semelhante também foi observado por MORTIMER & MACKIE (2006), que encontraram *Magelona* em ambientes com sedimentos com predominância

granulométrica areia fina, muito fina à silte argila, onde segundo CTA (2007) poderia caracterizar a região como uma área com estas determinações de sedimentos, uma vez em que a taxa também foi dominante e com ocorrência em quase todos os locais próximo à costa nas campanhas de amostragem ao longo do período estudado.

A autora ANGONESI *et al.* (2006) avaliando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos de áreas de descarte de material dragado, proveniente de estuário da Lagoa dos Patos, observaram que o sedimento era predominantemente de silte argila (sedimento fino), tendo a Família Magelonidae como um dos grupos dominantes. CARRASCO & MORENO (2006) em área próxima à desembocadura do estuário, com grande influência e instabilidade provocada por fatores físicos naturais, também encontraram *Magelona* como um dos organismos mais abundantes.

Em termos de similaridade entre os pontos amostrais foi observada a formação de grupos, sendo que estes se distinguiram estatisticamente. Os fatores que levaram a essa distinção foram a abundância entre os pontos e períodos de amostragem, além da característica granulométrica do sedimento, e não somente a localização na área estuarina ou marinha, corroborado pela análise de correlação canônica e PERMANOVA. A granulometria do substrato é um dos fatores mais influentes na composição e estrutura das comunidades macrobentônicas (PEARSON & ROSENBERG, 1978; GRAY, 1981; ESTACIO *et al.*, 1997; MUCHA *et al.*, 2003; COOPER *et al.*, 2011) e, junto com a salinidade e a profundidade, é o principal fator determinante das comunidades estuarinas e marinhas de uma forma geral (RAKOCINSKI *et al.*, 1997; PEETERS *et al.*, 2000).

A variabilidade na diversidade de espécies da plataforma ao oceano profundo também tem sido relacionada primariamente à profundidade, provavelmente refletindo alterações na disponibilidade de alimento e composição sedimentar (FLACH *et al.*, 2002). A fauna bêntica geralmente possui padrões de distribuição e

abundância associadas à heterogeneidade do ambiente sedimentar em que vivem. Maior diversidade de sedimentos e heterogeneidade intersticial tende a suportar maior diversidade faunística (ETTER & GRASSLE, 1992; LOHRER *et al.*, 2013), o que foi observado na campanha de fevereiro/2015, uma vez que os pontos com maiores valores de diversidade foram localizados nas áreas mais fundas próximas a monobóia e os pontos controle (PM-01 e PM-02) e com maior heterogeneidade de sedimento, no entanto, na campanha do período seco (agosto/2014) foi caracterizado por altos valores de lama, tornando o sedimento mais homogêneo, conseqüentemente encontrando menores índices de diversidade, riqueza e abundância para a maioria dos pontos localizados nas áreas mais próximas a monobóia e controles. Entretanto, os efeitos da heterogeneidade do sedimento podem variar de acordo com a taxa e a resolução taxonômica (THISTLE, 1983; CHEUNG *et al.*, 2008).

Vale ressaltar que os pontos PM-06 (próximo a monobóia) e o PM-01 (ponto controle) apresentaram os maiores valores de diversidade na região marinha para as campanhas do período seco (agosto/2014) e para o período chuvoso de novembro/2014, enquanto para a campanha de fevereiro/2015 foram encontrados maiores valores de diversidade nos pontos PM-05 e PM-07 (próximos a monobóia) e pontos controles (PM-01 e PM-02). Em relação aos menores valores, estes foram encontrados durante o período de seca (agosto/2014) nos pontos PM-05 e PM-07 (próximos a monobóia) e PM-04 e PM-08 (oleoduto), o que poderia indicar uma interferência na estrutura da comunidade, uma vez que a composição da fauna sofreu modificações sazonais (DUTERTRE *et al.*, 2013; BLANCHARD *et al.*, 2013), indicando que os locais estavam sob a ação de agentes estressores ambientais (naturais: hidrodinamismo, e antrópicos: navegação/transbordo). Assim, a atividade/estrutura poderia estar proporcionando maiores alterações na estrutura da comunidade durante o período seco, devido as frentes frias e período de ressacas, associados as atividades e movimentação de embarcações.

A heterogeneidade do fundo marinho também é determinada primariamente por perturbações ambientais, sejam elas naturais ou antrópicas. A resposta dos organismos a um agente perturbador dependerá da natureza, da frequência e da intensidade da perturbação. Desta forma, uma única ação perturbadora pode levar a respostas mensuráveis pelos organismos, associações ou comunidades, seguida por uma compensação e um retorno a um equilíbrio dinâmico (DEFEO & MCLACHLAN, 2013).

Quando tais perturbações promovem mudanças nas características químicas e físicas do sedimento, a comunidade bêntica é afetada, havendo substituição de uma comunidade por outra em decorrência de alterações nas propriedades do sedimento, uma vez que muitas adaptações morfológicas e fisiológicas da fauna estão relacionadas com o substrato (GIMÉNEZ *et al.*, 2014). Quando as perturbações levam ao enriquecimento orgânico, seja natural (ex. chuvas, plumas de rios) ou antrópico (ex. lançamento de efluentes) ocorrem mudanças que causam uma redução progressiva na complexidade da estrutura da comunidade bêntica (PICKETT & WHITE, 1985; HUNTER *et al.*, 2013), um dos fatores que poderia explicar este padrão de composição diferenciado, encontrado para as campanhas do período chuvoso (novembro/2015 e fevereiro/2015), quando comparada com a campanha do período seco do TNC (agosto/2014).

Além disso, diversos autores (STEELE & STEELE, 1986; KOTWICK *et al.*, 2005; HILDREW *et al.*, 2007) têm sugerido que esta redução nas dimensões da macrofauna em ambientes tropicais associada a uma frequente dominância de espécies r-estrategistas de rápido crescimento, e a elevada temperatura, que permite rápida incubação de ovos, poderiam caracterizar estas regiões como sujeitas a um estresse ambiental.

Segundo DESROY *et al.* (2002) ressaltam em seu trabalho que correntes e ventos variáveis podem induzir mudanças imprevisíveis, na abundância e estrutura de assembléias macrobênticas, na parte meridional do Mar do Norte, de

um ano para o outro. Os mesmos autores citam ainda que em locais com condições severas, o ambiente foi dominado fortemente por poucas espécies, dependendo das condições meteorológicas, e depois de alguma mortalidade pós-estabelecimento induzida em resposta a características físicas e biológicas do habitat, novos recrutamentos podem ocorrer e formar zonas (manchas) de grandes abundâncias.

Segundo AMARAL *et al.* (1998) e MIRANDA (2010) a ocorrência em elevada abundância de *Magelona* poderia estar associada a áreas submetidas a perturbações ambientais maiores, que tenham resultado na eliminação ou significativa redução da fauna local, sendo portanto, importante para programas de gerenciamento costeiro, uma vez que poderia indicar a ocorrência de alterações na estrutura da comunidade. Característica semelhante pode ser verificada para Lumbrineridae, onde segundo CARRASCO & OYARZUN (1988), PEARSON & ROSENBERG (1978) e AMARAL *et al.* (1998), indivíduos desta família poderiam ser utilizados como bioindicadores de ambientes impactados, juntamente com Crustacea, uma vez que a sua abundância (dinâmica) pode ser diretamente afetada pelas características ambientais. Vale ressaltar que *Lumbrineris* sp. ocorreu em maiores valores nas áreas controle e menores ao longo de pontos associados a monobóia, podendo desta forma estes organismos serem utilizados com bioindicadores, onde a variação em sua abundância ao longo dos pontos poderá indicar prováveis alterações na estrutura do ambiente em resposta a atividade antrópica.

A região costeira localizada na fronteira entre o continente e o oceano é caracterizada como um ambiente com numerosas interações biológicas, químicas, físicas, geológicas e meteorológicas, determinando variações em suas características estruturais, dentre elas granulometria e matéria orgânica. Tais interações podem ocasionar migrações ou mudanças sazonais nos organismos presentes nestes ambientes (JARAMILLO & MCLACHLAN, 1993; REIS *et al.*,

2000; PEREIRA & SOARES-GOMES, 2002; INCERA *et al.*, 2003; FRESI *et al.*, 1983).

## 6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises dos resultados encontrados nas campanhas do monitoramento, pode-se concluir que:

- Nas campanhas foram analisados os metais cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco. Dos elementos detectados no sedimento observou-se, considerando valores médios de concentração ao longo do monitoramento a seguinte ordem decrescente de concentração: Cr>Zn>Pb>Ni>Cu>Hg=Cd. Contudo, todos os parâmetros apresentaram valores de concentrações considerados baixos, quando comparados aos limites de concentração preconizados pela Resolução CONAMA 454/12, o que indica baixa influência de atividade antropogênica na região em estudo.
- As análises geoquímicas dos parâmetros cádmio, mercúrio e HTP apresentaram concentrações abaixo do limite mínimo de detecção do método analítico, indicando a ausência destes compostos químicos ou valores pouco significativos em termos de impacto ambiental.
- As menores concentrações de metais (chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco), no ambiente marinho, apresentaram nos pontos PM06 e PM07, sendo estes, próximos a monobóia, indicando ausência de interferência do empreendimento sobre a qualidade do sedimento.
- Análise estatística dos dados de granulometria corroborou com a identificação dos processos hidrodinâmicos sazonais do ambiente estuarino e marinho, enquanto a análise estatística dos dados físico-químicos evidenciou, uma relação entre o teor de lama e a concentrações de metais.

- O número de riqueza e diversidade foram superiores nos pontos amostrais mais próximos da Monobóia e nos controles (PM-01 e PM-02), sendo este observado durante o período chuvoso (novembro/2014 e fevereiro/2015) com valores de abundância e riqueza maiores ao período seco (agosto/2014).
- O grupo com maior ocorrência foi Annelida, destacando a ocorrência de Polychaeta dentro do grupo dos Annelida para as duas regiões (estuário e marinha), sendo que em novembro/2014 não foram encontrados organismos no estuário.
- Em relação a estrutura da comunidade, os pontos localizados na região marinha apresentaram os maiores valores ao longo das campanhas, porém entre as campanhas os pontos apresentaram características distintas, principalmente entre o período seco (agosto/2014) e as campanhas do período chuvoso (novembro/2014 e fevereiro/2015). Durante as campanhas do período chuvoso, a comunidade apresentou valores para os índices de estrutura da comunidade com características semelhantes para os pontos localizados no ambiente marinho, no entanto os valores da atual campanha (fevereiro/2015) foram superiores as demais campanhas;
- Os pontos do estuário e os da região marinha mais próximos a região costeira apresentaram os menores valores durante as campanhas, demonstrando assim certo grau de interferência do rio na comunidade bentônica e indicando o hidrodinamismo como principal fator estruturador da comunidade, uma vez que nos pontos localizados mais próximos da costa foram encontrados os menores valores para os índices de estrutura da comunidade, enquanto nos pontos controle (PM-01 e PM-02) e os localizados próximos a monobóia apresentaram os maiores valores.
- Os valores médios dos índices encontrados para a campanha de fevereiro/2015 indicam que a estrutura da comunidade bentônica da região estudada apresentou padrões diferentes a agosto/2014, e foi similar ao observado em novembro/2014 e com trabalhos anteriores realizados na região;

- Os valores médios de abundância analisados na campanha de fevereiro/2015 foram superiores quando comparados com as campanhas de novembro/2014 e agosto/2014;
- Para a região estuarina os índices apresentaram padrão semelhante ao observado em agosto/2014 e fevereiro/2015, com os maiores valores em PE-01, indicando o efeito da variação da região estuarina e do volume de água doce sobre o ambiente.
- A comunidade apresentou indícios da influência da atividade antrópica durante o período de seca (agosto/2014), associado a fatores naturais estocásticos (hidrodinamismo);
- A granulometria do ambiente interferiu na estrutura da comunidade bentônica da área estudada, semelhante ao observado em trabalhos anteriormente desenvolvidos na região.
- Não foram encontradas espécies raras, exóticas ou ameaçadas de extinção.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, A. C. Z.; MORGADO, E. H. & SALVADOR, L. B. **Poliquetas bioindicadores de poluição orgânica em praias paulistas**. Rev. Brasil. Biol., 58 (2): 307-316p. 1998.

AMARAL A. C. Z.; DENADAI, M. R.; TURRA, A. & RIZZO, A. E. **Intertidal macrofauna in brazilian tide-dominated Sandy beaches**. Journal of Coastal Research. 35: 446-55p. 2003.

AMARAL, A. C. Z.; MIGOTTO, A. E.; TURRA, A. & SCHAFFER-NOVELLI, Y. **Araçá: biodiversidade, impactos e ameaças**. Biota Neotrop, 10(1): 219-264. 2010.

ANGONESI, L. G.; BEMVENUTI, C. E. & GANDRA, M. S. **Effects of dredged sediment disposal on the coastal marine macrobenthic assemblage in southern Brazil**. Braz. J. Biol., 66(2A): 413-420p. 2006.

ANGUSAMY, N.; RAJAMANICKAM, G. **Coastal processes of central Tamil Nadu, India: clues from grain size studies**. Oceanologia, v.49, p.41-57, 2007.

ARASAKI, E. MUNIZ, P. & PIRES-VANIN, A. M. S. **A functional analysis of the benthic macrofauna of the São Sebastião Channel (Southeastern Brazil)**. Marine Ecology. 25 (4): 249-63p. 2004.

AZEVEDO, D. A.; GONÇALVES, M. L. & SILVA, D. B. **Organic Geochemistry of the Angra dos Reis Marine Sediments: Aliphatic and Polycyclic Aromatic Hydrocarbons**. Environmental Forensics, 8, 245-6. 2007.

BARRIO FROJÁN, C. R. S.; MACLSSAC, K. G.; MCMILLAN, A. K.; CUADRADO, M. M. S.; LARGE, P. A.; KENNY, A. J.; KENCHINGTON, E. & GONZALEZ, E. C. **An evaluation of benthic community structure in and around the Sackville Spur closed area (Northwest Atlantic) in relation to the protection of vulnerable marine ecosystems.** ICES Journal of Marine Science, 69(2): 213-222. 2012.

BRAGA, C. F.; BEASLY, C. R. & ISAAC, V. J. **Effects of Plant Cover on the Macrofauna of *Spartina* Marshes in northern Brazil.** Braz. Arch. Biol. Technol. v.52 n.6: 1409-1420p. 2009.

BRAGA, C. F.; MONTEIRO, V. F.; ROSA-FILHO, J. S. & BEASLY, C. R. **Benthic macroinfaunal assemblages associated with Amazonian saltmarshes.** Wetlands Ecol Manage. 19:257–272p. 2011.

BLOTT, S. J. & PYE, K. **GRADISTAT: A grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments.** Earth Surfaces Processes and Landforms, 26: 1237-1248p 2001.

BRANDT, A. **Composition, abundance, and diversity of peracarid crustaceans on a transect of the Kolbeinsey Ridge, north of Iceland.** Polar Biol. 13: 565-576p. 1993.

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

CALLISTO, M. & ESTEVES, F. A. **Distribuição da comunidade de macroinvertebrados bentônicos em um lago amazônico impactado por rejeito de bauxita, Lago Batata (Pará, Brasil).** In: Oecologia Brasiliensis. v. 1.

Estrutura, Funcionamento e Manejo de Ecossistemas Brasileiros. F. A. Esteves (ed.), pp. 281-291, Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 1995.

CARRASCO, F. D. & OYARZUN, C. Diet of the polychaete *Lumbrineris tetraura* (Schmarda) (Lumbrineridae) in a polluted soft-bottom environment. Bulletin of Marine Science, 42(3): 358-365p. 1988.

CARRASCO, F. D. & MORENO, R. A. Long-term dynamics (1990 to 2004) of the polychaete fauna from the sublittoral soft-bottoms off Punta Coloso (Antofagasta), northern Chile. Scientia Marina, 169-178p. 2006.

CEPEMAR. RCA - Relatório de Controle Ambiental para a Atividade de Perfuração Marítima no Bloco Exploratório – BM-ES-5 na Bacia do Espírito Santo – PETROBRAS – UN ES. CPM RT 047/03 Volume I/II, 576p. 2003.

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

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

CONSTABLE, A. J. Ecology of benthic macro-invertebrates in a soft-sediment environments: a review of progress towards quantitative models and predictions. Aust. J. Ecol. 24: 452-476p. 1999.

---

**CTA. Monitoramento Biológico Marinho “Monobóia - Terminal Norte Capixaba”. Relatório Técnico. 2007.**

DAY Jr., J. W.; HALL, C. A. S.; KEMP, W. M. & YAÑEZ-ARANCIBIA, A. **Estuarine Ecology**. John Wiley, Sons, New York, 558p. 1989.

DESROY, N., WAREMBOURG, C., DEWARUMEZ, J. M. & DAUVIN, J. C. **Macrobenthic resources of the shallow soft-bottom sediments in the eastern English Channel and southern North Sea**. ICES Journal of Marine Science 60, 120-131p. 2002.

DEVÁI, G. **Ecological background and importance of the change of chironomid fauna in shallow Lake Balaton**. Hidrobiologia, 191: 189-198p. 1990.

DIAS, J. M. A. **A análise sedimentar e o conhecimento dos sistemas marinhos: uma introdução à oceanografia geológica**. e-book. [http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/e\\_books.html](http://w3.ualg.pt/~jdias/JAD/e_books.html). 2004.

DITTMANN, S. **Benthos structure on tropical tidal flats of Australia**. Helgoländer Meeresunters. 49: 539-51p. 1995.

DITTMANN S. **Zonation of benthic communities in a tropical tidal flat of north-east Australia**. J. Sea Res., 43:33–51p. 2000.

DOLBETH, M.; TEIXEIRA, H.; MARQUES, J. C. & PARDAL, M. A. **Feeding guild composition of a macrobenthic subtidal community along a depth gradient**. Scientia Marina, 73(2): 225-237. 2009.

ESTACIO, F. J.; GARCÍA-ADIEGO, E. M.; FA, D. A.; GARCÍA- GÓMEZ, J. C.; DAZA, J. L.; HORTAS, F. & GÓMEZ-ARIZA, J. L. **Ecological analysis in a polluted area of Algeciras Bay (Southern Spain): External “versus” internal outfalls and environmental implications.** Marine Pollution Bulletin, 34 (10): 768-779p. 1997.

ESTEVES, F. A. **Fundamentos de Limnologia.** FINEP/Interciência, 575p. 1988.

ETHICA AMBIENTAL. **“Programa de Caracterização e Monitoramento físico-químico e biológico do sedimento marinho e estuarino da Área de Influência do Terminal Norte Capixaba”.** Relatório Técnico. 2011.

ETTER, R. J. & GRASSLE, J. F. **Patterns of species diversity in the deep sea as a function of sediment particle size diversity.** Nature, 360: 576-578p. 1992.

FILHO, J. S. R.; BUSMAN, D. V.; VIANA, A. P.; GREGÓRIO, A. M. & OLIVEIRA, D. M. **Macrofauna bentônica de zonas entre-marés não vegetadas do estuário do rio Caeté, Bragança, Pará.** Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi, Ciências Naturais, Belém, v. 1, n. 3, 85-96p. 2006.

FLACH, E.; MUTHUMBI, A. & HEIP, C. **Meiofauna and macrofauna community structure in relation to sediment composition at Iberian margin compared to the Goban Spur (NE Atlantic).** Progress in Oceanography, 52: 433-457p. 2002.

FRESI, E.; GAMBI, M. C.; FOCARDI, S.; BARGAGLI, R.; BALDI, F. & FALLIACI, L. **Benthic community and sediment types: a structural analysis.** Mar. Ecol., 4 (2): 101-121p. 1983.

---

FOLK, R. L. **Petrology of sedimentary rocks**. Austin, Texas: Hemphill Publishing Company, 181p. 1974.

FOLK, R. L. & WARD W. C. **Brazos river bar: a study of significance of grain size parameters**. Journal of Sedimentary Research, 27: 3-26p. 1957.

GAMBI, M. C.; CONTI, G. & BREMEC, C. S. **Polychaete distribution, diversity and seasonality related to seagrass cover in shallow soft-bottoms of the Tyrrhenian Sea (Italy)**. Scientia Marina, v. 26, n. 1/2, 1-17p. 1997.

GEFFARD, O.H.; BUDZINSKI, H.; HIS, E.; SEAMAN, M.N.L. & GARRIGUES, P. **Relationships between contaminant levels in marine sediments and their biological effects upon embryos of oyster Crassostrea gigas**. Environmental Toxicology & Chemistry, 21:2310-2318. 2002.

GIANGRANDE, A.; GERACI, S. & BELMONT, G. **Life-cycle and life history diversity in marine invertebrates and the implications in community dynamics**. Oceanography and Marine Biology: an Annual Review 32: 305-333p. 1994.

GRAY, J. S. **The ecology of Marine Sediments. An introduction to the structure and function of benthic communities**. Cambridge University Press. 184p. 1981.

HENDERSEN, P. A. & SEABY, R. M. H. **Species Diversity & Richness**. CNPq. Projeto Mamirauá. 1997.

HILDREW, A. G.; RAFFAELLI, D. G. & EDMONDS-BROWN, R. **Body size: the structure and function of aquatic ecosystems**. Cambridge University Press, 343p. 2007.

HOGARTH, P. J. **The biology of mangroves**. Oxford: Oxford University Press. 228 p. 1999.

INCERA, M.; CIVIDANES, S. P.; LÓPEZ, J. & COSTAS, R., **Role of hydrodynamic conditions on quantity and biochemical composition of sediment organic matter in sandy intertidal sediments (NW Atlantic coast, Iberian Peninsula)**. Hydrobiologia, 497: 39-51p. 2003.

JARAMILLO, E. & MCLACHLAN, A. **Community and Population responses of the macroinfauna to physical factors over a range of exposed sandy beaches in South-central Chile**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 37: 615-624p. 1993.

JAYARAJ, K; JAYALAKSHMI, A. K. V. & SARALADEVI, K. **Influence of environmental properties on macrobenthos in the North West Indian Shelf**. 30p. 2005.

KENNISH, M.J. **Pollution impacts on marine biotic communities**. CRC Press LLC, Boca Raton, FL. 1997.

KIEHL, E. J. **Manual de edafologia: relações solo-planta**. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 262p. 1979.

KINNE, O. **Salinity**. In: KINNE, O. Marine ecology: a comprehensive, integrated treatise on life in oceans and coastal waters. London: John Wiley & Sons. v. 1. n. 2. 683-995p. 1971.

KOTWICK, L.; SZYMELFENIG, M.; TROCH, M.; URBAN-MALINGA, B. & WESLAWSKI, J. M. **Latitudinal biodiversity patterns of meiofauna from sandy littoral beaches**. Biodiversity and Conservation, 14: 461-474. 2005.

KRUMBEIN, W. C. **Size frequency distribution of sediments and the normal phi curve**. Journal of Sedimentary Petrology, 8: 84-90p. 1938.

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

LABRUNE, C.; GRÉMARE, A.; AMOUROUX, J. M.; SARDÁ, R.; GIL, J. & TABOADA, S. **Assessment of soft-bottom polychaeta assemblages in the Gulf of Lions (NW Mediterranean) based on a mesoscale survey**. Estuarine, Coastal and Shelf Science, 71: 133-147. 2007.

LOPES dos SANTOS, M. F & PIRES-VANIN, A. M. S. **Structure and dynamics of the macrobenthic communities of Ubatuba bay, southeastern Brazilian coast**. Brazilian Journal of Oceanography. 52: 59-73p. 2004.

MANINO, A. & MONTAGNA, P. A. **Small-scale spatial variation of macrobenthic community structure**. Estuaries, v. 20, 159-173p. 1997.

MAZZERA, D.; HAYES, T.; LOWENTHAL, D.; ZIELINSKA, B. **Quantification of Polycyclic Aromatic Hidrocarbons in Soil at Mcmurdo Station, Antarctica**, The Science of Total Environment, v. 65, pp. 299. 1999.

MCCAIVE, I. N. & SYVITSKI, J. P. M. **Principles and methods of particle size analysis**. In J.P.M. Syvitski (ed.). Principles, methods, and applications of particle size analysis. New York: Cambridge University Press, 3-21p. 1991.

MEIßNER, K. & DARR, D. **Distribution of *Magelona* species (Polychaeta: Magelonidae) in the German Bight (North Sea): a modeling approach**. Zoosymposia, 2: 567–586p. 2009.

MERRITT, R. W. & K. W. CUMMINS. **An Introduction to the aquatic insects of North America**. Dubuque, Kendall/Hunt Publishing, 3rd ed., XIII+862p. 1996.

MIRANDA, A. **Mapeamento de habitats bentônicos da enseada de Caraguatatuba, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade de Aveiro, Departamento de Biologia Marinha. 88p. 2010.

MONTEIRO, V. F. **Eficiência de diferentes abordagens metodológicas e caracterização das associações macrobentônicas estuarinas da Zona Costeira Amazônica**. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia Aquática e Pesca da Universidade Federal do Pará. Mestrado em Ecologia Aquática e Pesca. Instituto de Ciências Biológicas. Universidade Federal do Pará. 96p. 2009.

MORTIMER, K. & MACKIE, A. S. Y. **The Magelonidae (Annelida: Polychaeta) from the Seychelles. 2. Description of four additional species, three new to science**. Scientia Marina. 125-137p. 2006.

MUCHA, A. P.; VASCONCELOS, M. T. S. D. & BORDALO, A. A. **Macrobenthic community in the Douro estuary: relations with trace metals and natural sediment characteristics.** Environmental Pollution, 121: 169-180p. 2003.

MUNIZ, P. & PIRES, M. A. S. **Trophic structure of polychaetes in the São Sebastião Channel (southeastern Brazil).** Marine Biology, 134: 517-28p. 1999.

NETTO, S. A. & GALLUCCI, F. **Meiofauna and macrofauna communities in a mangrove from the Island of Santa Catarina, South Brazil.** Hydrobiologia, 505: 159-170p. 2003.

OLIVEIRA, M. & MOCHEL, F. R. **Macroendofauna bêntica de substratos móveis de um manguezal sob impacto das atividades humanas no sudoeste da Ilha de São Luís, Maranhão, Brasil.** Boletim do Labohidro, v. 12, 75-93p. 1999.

ODUM, E. P. **Ecologia.** Rio de Janeiro: Guanabara e Koogan, 1988.

OMENA, E. P & AMARAL, A. C. Z. **Distribuição espacial de Polychaeta (Annelida) em diferentes ambientes entremarés de praias de São Sebastião (SP).** In: Oecologia Brasiliensis. Volume III: Ecologia de praias arenosas do litoral brasileiro. UFRJ, Rio de Janeiro/RJ: 183-96p. 1997.

PACHECO, A. S.; GONZÁLEZ, M. T.; BREMMER, J.; OLIVA, M.; HEILMAYER, O.; LAUDIEN, J. & RIASCOS, J. M. **Functional diversity of marine macrobenthic communities from sublittoral soft-sediment habitats off northern Chile.** Helgol Marine Research, 65: 413-424. 2012.

PAGLIOSA, P. R. **Distribuição da macrofauna bêntica do entremarés ao sublitoral em uma praia estuarina da Baía da Babitonga, Sul do Brasil.** Revista Biotemas, 19 (1): 25-33p. 2006.

PAIVA, P.C. **Spatial and temporal variation of a nearshore benthic community in Southern Brazil: Implications for the design of monitoring programs.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, 52: 423-33p. 2001.

PEARSON, T. H. & ROSENBERG, R. **Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution on the marine environment.** Oceanograph Marine Biology Annual Review, 16: 229-311p. 1978.

PEETERS, E. T. H. M.; GARDENIERS, J. J. P. & KOELMANS, A. A. **Contribution of trace metals in structuring in situ macroinvertebrate community composition along a salinity gradient.** Environmental Toxicology and Chemistry, 19: 1002-1010p. 2000.

PEREIRA, R. C. & SOARES-GOMES, A.. **Biologia Marinha.** Editora Interciência, Rio de Janeiro. 2002

PETTI, M. A. V & NONATO, E. F. **Temporal variation of polychaetes from Picinguaba and Ubatumirim bights (southeastern Brazil).** Bulletin of marine science, 67: 127-36p. 2000.

PICKETT, S. T. A. & WHITE, P. S. **The ecology of natural disturbance and patch dynamics.** San Diego, CA: Academic Press. 472p. 1985.

PIRES-VANIN, A. M. S. **A macrofauna bêntica da plataforma continental ao largo de Ubatuba, São Paulo, Brasil.** Publicação especial do Instituto Oceanográfico, São Paulo, 10: 137-158p. 1993.

POPPE, L.J.; ELIASON, A. H.; FREDERICKS, J. J.; RENDIGS, R. R.; BLACKWOOD D. & POLLONI, C. F. **Grain-size analysis of marine sediments: methodology and data processing.** U.S. Geological Survey Open-File Report 00-358p. (<http://pubs.usgs.gov/of/2000/of00-358/text/chapter1.htm>). 2000.

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.

RAKOCINSKI, C. F., BROWN, S. S.; GASTON, G. R.; HEARD, R. W.; WALKER, W. W. & SUMMERS, J. K. **Macrobenthic Responses to Natural and Contaminant-Related Gradients in Northern Gulf of Mexico Estuaries.** Ecological Applications, 7 (4): 1278-1298p. 1997.

REIS, M. O. **Polychaeta zonation on sandy beaches of São Sebastião Island, São Paulo State, Brazil.** Rev. Bras. Oceanogr., 48 (2): 107-117p. 2000.

RODRIGUES, A. M.; QUINTINO, V.; SAMPAIO, L.; FREITAS, R. & NEVES, R. **Benthic biodiversity patterns in Ria de Aveiro, Western Portugal: Environmental biological relationships.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, 1 -11p. 2011.

ROSENBERG, R. **Marine benthic faunal successional stages and related sedimentary activity.** Scientia Marina, v. 65: 107-119p. 2001.

ROSENBERG, R. **Benthic marine fauna structured by hydrodynamic processes and food availability.** Neth. J. Sea Res., v. 34: 303-317p. 1995.

ROSENBERG, D.M. & RESH, V. H. **Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates**. Freshwater Biomonitoring and Benthic Macroinvertebrates (eds D.M. Rosenberg & V.H. Resh). Chapman & Hall, London. 1-9. 1993.

SANTOS, M. F. L. & PIRES-VANIN, A. M. S. **Ecology and distribution of Peracarida (Crustacea) in the continental shelf of São Sebastião (SP), with emphasis on the amphipod community**. Nauplius, 8(1): 35-53p.2000.

SKINNER, J. **Pipet and X-ray grain-size analyzers: comparison of methods and basic data**. Federal Interagency Sedimentation Project, 78p. <http://fisp.wes.army.mil>. 2000.

SNELGROVE, P. V. R. **The importance of marine sediment biodiversity in ecosystem processes**. Ambio, v. 26: 578-583p. 1997.

SOARES, C. R.; MARONE, E.; MACHADO, E. C.; CORRÊA, M. F. M. & LANA, P. C. **Diagnóstico ambiental e estudo dos impactos da construção de um porto sobre os meios físico, químicos e biológico nas proximidades da Ponta do Félix, Município de Antonina**. 23p. 1996. Relatório Técnico.

STEELE, D. H. & STEELE, V. J. **The cost of reproduction in the amphipod Gammarus lawrencianus**. Bousfield. Crustaceana. 1986.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo: Editora Edgar Bucher/EDUSP, 317p. 1973.

TATE, C. M. & HEINY, J. S. **The ordination of benthic invertebrate communities in the South Platte River Basin in relation to environmental factors**. Freshwater Biology, 33: 439-454p, 1995.

THISTLE, D. **The stability-time hypothesis as a predictor of diversity in deep-sea soft-bottom communities: a test.** Deep-sea Research, 30A: 267-277p. 1983. VAN VLEET, E. S.; QUINN, J. G. **Diagenesis of marine lipids in ocean sediments.** Deep Sea Research, n. 26, p. 1225–1236. 1979.

VAN DER OOST, R.; BEYER, J. VERMEULEN, N. P. E. **Fish bioaccumulation and biomarkers in environmental risk assessment: a review.** Environmental Toxicology and Pharmacology 13, 57-149p. 2003.

VARANASI, U. & STEIN, J. E. **Disposition of xenobiotic chemicals and metabolites in marine organisms.** Env. Heal. Pers., Vol. 90: 93-100p. 1991.

VEIGA, I. G. **Avaliação da origem dos hidrocarbonetos em sedimentos superficiais de manguezais da região norte da Baía de Todos os Santos/Bahia.** Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Norte Fluminense. Macaé/RJ. 224p. 2003.

WARWICK, R. M. **Environmental-impact studies on marine communities – pragmatical consideration.** Australian Journal of Ecology, v. 18 (1): 63-80p, 1993.

WENTHWORTH, C. **A scale of grade and class term for clastic sediment.** Journal of Geology, 30: 377-392p. 1922.

WIJSMAN, J. W. M.; HERMAN, P. M. J. & GOMOIU, M. **Spatial distribution in sediment characteristics and benthic activity on the northwestern Black Sea shelf.** Mar. Ecol. Prog. Ser., v. 181: 25-39p. 1999.

---

WOLFF, W. J. **Estuarine benthos**. In: KETCHUM, B. H. (Ed.). Ecosystems of the world: estuaries and enclosed seas. New York: Elsevier. 151-182p. 1983.

## 8. EQUIPE TÉCNICA

Realização

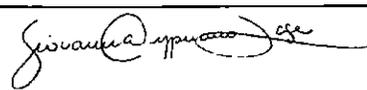
CTA – Serviços em Meio Ambiente Ltda.

CRBio: 208-02.

CTEA: 441/2014

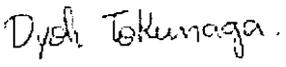
<b>Profissional</b>	<b>Alessandro Trazzi</b> Biólogo, Mestre em Engenharia Ambiental. <i>Diretor Técnico</i>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRBio 21.590-02
<b>CTEA</b>	398/2014
<b>Função</b>	Coordenação Geral
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	<b>Marcos Eugênio Pires de Azevedo Lopes</b> Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Engenharia Ambiental <i>Gerente de Licenciamento Ambiental</i>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CREA AL 6816/D
<b>CTEA</b>	487/2014
<b>Função</b>	Supervisão Técnica
<b>Assinatura</b>	

<b>Profissional</b>	<b>Giovanna Cypriano Lage</b> Bióloga, Esp. em Gestão Ambiental <i>Subgerente de Licenciamento Ambiental</i>
<b>Registro no Conselho de Classe</b>	CRBio 38.858/02
<b>CTEA</b>	412/2014
<b>Função</b>	Supervisão Técnica
<b>Assinatura</b>	

Profissional	<b>Fabrcio Saleme de Sá</b> Biólogo, Mestre em Biologia Animal
Registro no Conselho de Classe	CRBio 24568/D02
Função	Responsável Técnico – Comunidade Zoobentônica
Assinatura	

Profissional	<b>Felipe Luis Tozetti</b> Biólogo <i>Coordenador de Campo</i>
Registro no Conselho de Classe	CRBio 71731
Função	Execução de campo
Assinatura	

Profissional	<b>Dyoh Tokunaga</b> Engenheiro Ambiental <i>Analista de Projetos</i>
Registro no Conselho de Classe	CREA ES-034708/D
CTEA	394/2014
CTF	4949990
Função	Responsável Técnico
Assinatura	

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

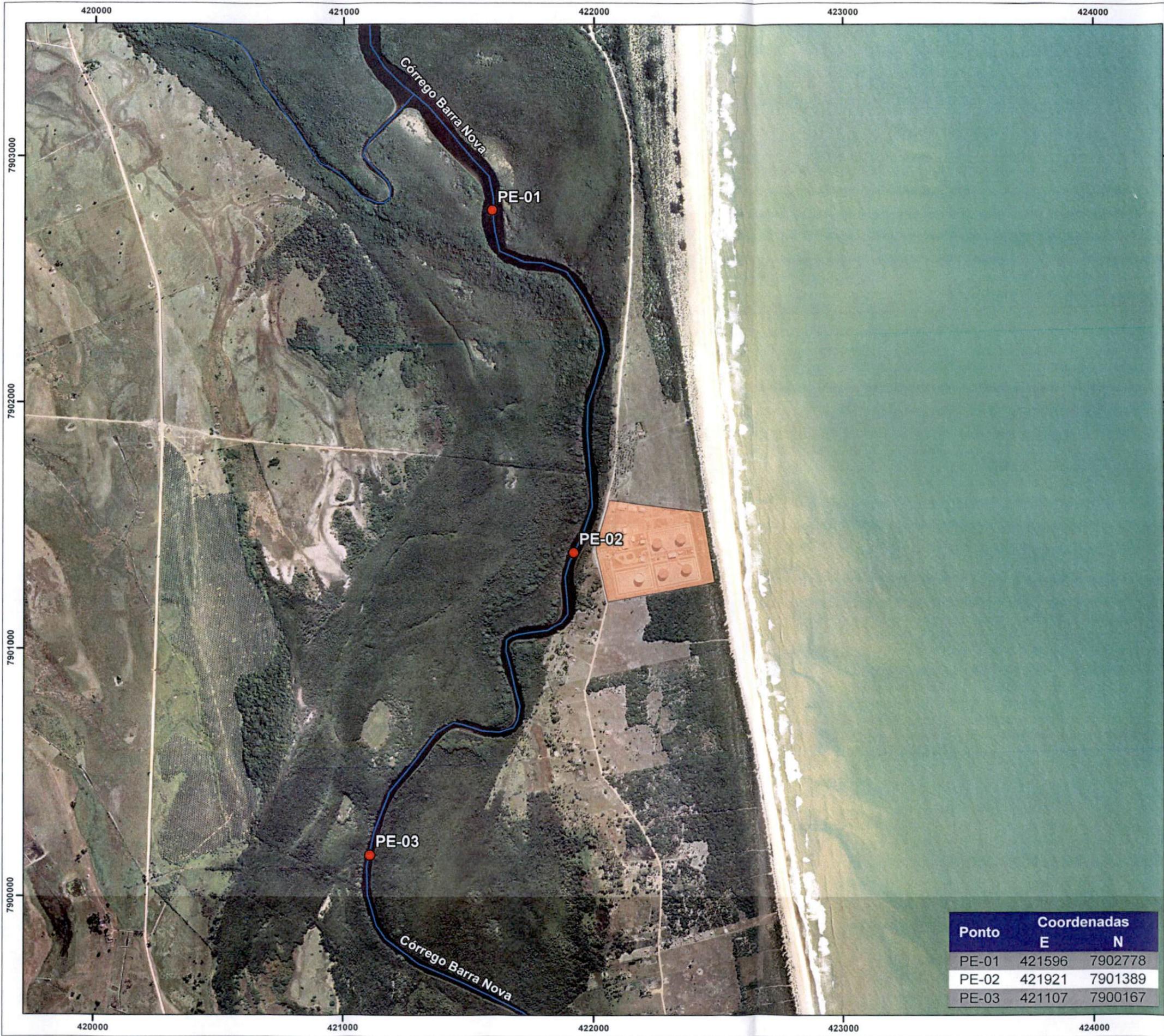
<b>Profissional</b>	<b>Carlos Eduardo da Silva Alves</b> Diagramador
<b>Função no Estudo</b>	Diagramação e impressão
<b>Assinatura</b>	

---

## 9. ANEXOS

### Anexo I

Mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento estuarino.



Projeção: Universal Transversa Mercator.  
 Datum Horizontal: WGS 84.  
 Fuso: 24 Hemisfério Sul.

**Legenda**

- Ponto de amostragem de sedimento estuarino
- Empreendimento

Documentação e Referências  
 IEMA. Ortofotomosaico 1:15.000. 2007/2008.

REV	DESCRIÇÃO	EXEC.	DATA
0	Emissão original	Marcielle	17/09/2013

Projeto: **Monitoramento Ambiental do TNC**

Título: **Mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento estuarino**

Responsável técnico: *Christian Vasconcellos Peduzzi*  
 Christian Vasconcellos Peduzzi  
 Oceanógrafo, MSc Eng. Ambiental  
 CREA ES 032682/D

Elaboração: *Marcielle Tojezani*  
 Marcielle Tojezani  
 Técnica em geoprocessamento  
 CREA ES-024120/TD

Escala: 1:15.000

Folha: 01 de 01 Local: São Mateus - ES

Papel: A3 Nº: C603-MA06

Cliente: Execução:

Ponto	Coordenadas	
	E	N
PE-01	421596	7902778
PE-02	421921	7901389
PE-03	421107	7900167



## Anexo II

Mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento marinho.



Ponto	Coordenadas	
	E	N
PM-01	425691	7903316
PM-02	425691	7899316
PM-03	423182	7900788
PM-04	424436	7900788
PM-05	425691	7900788
PM-06	426318	7901316
PM-07	425691	7901941
PM-08	424436	7901941
PM-09	423182	7901941



Projeção: Universal Transversa Mercator.  
 Datum Horizontal: WGS 84.  
 Fuso: 24 Hemisfério Sul.

**Legenda**

- Ponto de amostragem de sedimento marinho
- Empreendimento

**Documentação e Referências**

ESRI, ArcGis Basemap Imagery. Online, setembro/2013.

REV	DESCRIÇÃO	EXEC.	DATA
0	Emissão original	Marcielle	17/09/2013

Projeto: **Monitoramento Ambiental do TNC**

Título: **Mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento marinho**

Responsável técnico: *Christian Vasconcellos Pedruzzi*  
 Christian Vasconcellos Pedruzzi  
 Oceanógrafo, MSc Eng. Ambiental  
 CREA ES 032682/D

Elaboração: *Marcielle Tofezani*  
 Marcielle Tofezani  
 Técnica em geoprocessamento  
 CREA ES-024120/TD

Escala: 1:25.000

Folha: 01 de 01 Local: São Mateus - ES

Papel: A3 Nº: C603-MA05

Cliente: Execução:



### **Anexo III**

Laudos laboratoriais referente as campanhas de agosto, novembro de 2014 e  
fevereiro de 2015,

*Em formato digital*

#### Anexo IV

Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo referente às campanhas de agosto e novembro de 2014.

**Tabela 1 - Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba (Agosto/2014).**

		Estuário			Marinho									
		PE 01	PE 02	PE 03	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	PM 05	PM 06	PM 07	PM 08	PM 09	TOTAL
<b>Annelida</b>														
Classe Polychaeta														
Fam. Goniadidae	<i>Goniadides carolinæ</i> Day, 1973	0	0	0	1	0	0	0	0	3	0	0	0	4
	<i>Goniada teres</i> Treadwell, 1931	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
	<i>Glycinde multidentis</i> Müller in Grube, 1858	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Fam. Glyceridae	<i>Glycera americana</i> Leidy, 1855	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	2
	<i>Glycera brevicirris</i> Grube, 1870	0	0	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	3
	<i>Hemipodia simplex</i> (Grube, 1857)	4	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	6
Fam. Syllidae	<i>Syllis</i> sp. Lamarck, 1818	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Exogone</i> sp. Örsted, 1845	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Sphaerosyllis</i> sp. Claparède, 1863	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Fam. Hesionidae	<i>Oxydromus</i> sp. Grube, 1855	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Fam. Spionidae	<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)	0	0	0	0	1	4	0	0	1	0	0	2	8
	<i>Spiophanes</i> sp. Grube, 1860	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
	<i>Polydora</i> sp. Bosc, 1802	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Fam. Onuphidae	<i>Mooreonuphis pallidula</i> (Hartman, 1965)	0	0	0	7	0	0	1	0	0	0	0	0	8
	<i>Mooreonuphis lineata</i> Lana, 1991	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3
	<i>Mooreonuphis</i> sp. Fauchald, 1982	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	4
	<i>Kinbergonuphis</i> sp. Fauchald, 1982	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Diopatra dextrognatha</i> Paxton & Bailey-Brock, 1986	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Fam. Eunicidae	<i>Eunice</i> sp. (Cuvier, 1817)	0	0	0	3	0	0	0	0	9	0	0	0	12
	<i>Lysidice</i> sp. Lamarck, 1818	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Fam. Magelonidae	<i>Magelona cincta</i> Ehlers, 1908	0	0	0	0	0	1	2	0	6	0	0	0	9



**Tabela 1 - Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba (Agosto/2014). Continuação.**

		Estuário			Marinho									TOTAL
		PE 01	PE 02	PE 03	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	PM 05	PM 06	PM 07	PM 08	PM 09	
Fam. Platyischnopidae	<i>Eudevenopus gracilipes</i> (Schellenberg, 1931)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Fam. Ischyroceridae	<i>Erichthonius</i> sp. Milne-Edwards, 1830	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>Ordem Cumacea</b>														
Fam. Diastylidae	<i>Diastylis</i> sp. (Say, 1818)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	4
<b>Ordem Decapoda</b>														
Fam. Paguridae	<i>Pagurus</i> sp. Fabricius, 1775	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4	6
Fam. Sergestidae	<i>Acetes</i> sp. (H. Milne Edwards, 1830)	0	0	0	1	0	1	0	5	0	0	0	0	7
Fam. Alpheidae	<i>Alpheus</i> sp. (Fabricius, 1798)	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2	
Fam. Axíidae	<i>Calastacus spinosus</i> Coelho, 1973	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>Infraordem Brachyura</b>														
Fam. Pinnotheridae	<i>Pinnixa sayana</i> Stimpson, 1860	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Fam. Aethridae	<i>Hepatus gronovii</i> Holthuis, 1959	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
<b>SubFilo Hexapoda</b>														
<b>Ordem Diptera</b>														
Fam. Ceratopogonidae	Ceratopogonidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	<b>Arthropoda N-Total</b>	0	0	2	5	0	4	0	5	6	2	0	4	28
<b>Mollusca</b>														
<b>Classe Bivalvia</b>														
Fam. Semellidae	<i>Abra aequalis</i> (Say, 1822)	0	0	0	2	0	2	0	0	9	0	0	0	13
Fam. Corbulidae	<i>Corbula swiftiana</i> C. B. Adams, 1852	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Corbula chittyana</i> C. B. Adams, 1852	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	<i>Corbula cubaniana</i> d' Orbigny, 1853	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
Fam. Cardiidae	<i>Trachycardium muricatum</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

**Tabela 1 - Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba (Agosto/2014). Continuação.**

		Estuário			Marinho									
		PE 01	PE 02	PE 03	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	PM 05	PM 06	PM 07	PM 08	PM 09	TOTAL
Fam. Nuculidae	<i>Nucula semiomata</i> d'Orbigny, 1846	0	0	0	0	0	8	0	0	0	1	0	2	11
Fam. Tellinidae	<i>Tellina probrina</i> Boss, 1964	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Tellina versicolor</i> De Kay, 1843	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
	<i>Tellina nitens</i> C.B. Adams, 1845	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Temnoconcha brasiliana</i> (Dall, 1921)	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
Fam. Ungulinidae	<i>Diplodonta patagonica</i> (d'Orbigny, 1842)	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
<b>Classe Gastropoda</b>														
Fam. Columbellidae	<i>Parvanachis obesa</i> (C.B.Adams, 1845)	0	0	0	1	0	0	1	1	2	0	1	0	6
Fam. Nassariidae	<i>Nassarius consensus</i> Ravenel, 1861	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fam. Olividae	<i>Olivella petiolita</i> (Duclos, 1835)	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
	<i>Olivella minuta</i> (Link, 1807)	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	6	8	20
	<b>Mollusca N-Total</b>	3	0	0	7	0	15	6	3	16	1	7	10	68
<b>Echinodermata</b>														
Classe Ophiuroidea	Ophiuroide	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Sipuncula</b>														
Fam. Golfingiidae	<i>Golfingia</i> sp	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Fam. Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma</i> sp. Leuckart, 1828	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3
Fam. Sipunculidae	<i>Sipunculus</i> sp Linnaeus, 1766	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<b>Sipuncula N-Total</b>	0	1	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	5
<b>Nemertea</b>														
	Nemertea	1	0	2	7	0	10	0	1	1	2	0	1	25
<b>Chordata</b>														
Fam. Branchiostomatidae	<i>Branchiostoma</i> sp Costa, 1834	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<b>N-Total</b>	9	3	4	65	10	52	14	19	60	15	16	25	292
	<b>S-Total</b>	5	3	2	26	7	22	10	8	29	8	6	10	70

**Tabela 2 - Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba (Novembro/2014).**

		Estuário			Marinho									
		PE 01	PE 02	PE 03	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	PM 05	PM 06	PM 07	PM 08	PM 09	TOTAL
<b>Annelida</b>														
Classe Polychaeta														
Fam. Phyllodoceidae	<i>Eteone</i> sp. Savigny, 1818	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
	<i>Phyllodoce</i> sp. Lamarck, 1818	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Fam. Goniadidae	<i>Goniadides carolinae</i> Day, 1973	0	0	0	7	0	0	0	0	8	0	0	0	15
	<i>Goniada teres</i> Treadwell, 1931	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	4
Fam. Glyceridae	<i>Hemipodia simplex</i> (Grube, 1857)	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2	1	0	5
Fam. Syllidae	<i>Syllis</i> sp. Lamarck, 1818	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2	0	0	4
	<i>Exogone</i> sp. Örsted, 1845	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3
	<i>Sphaerosyllis</i> sp. Claparède, 1863	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Fam. Spionidae	<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2	4
	<i>Prionospio steenstrupi</i> (Malmgren, 1867)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Spiophanes bombyx</i> (Claparède, 1870)	0	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	3
Fam. Onuphidae	<i>Mooreonuphis</i> sp. Fauchald, 1982	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Kinbergonuphis</i> sp. Fauchald, 1982	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Diopatra</i> sp. Audouin & Milne Edwards, 1833	0	0	0	1	0	0	1	0	1	0	0	0	3
Fam. Eunicidae	<i>Eunice</i> sp. (Cuvier, 1817)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Fam. Magelonidae	<i>Magelona cincta</i> Ehlers, 1908	0	0	0	0	1	0	5	4	26	16	1	0	53
	<i>Magelona</i> sp. F. Müller, 1859	0	0	0	10	8	3	12	17	7	11	7	3	78
Fam. Nereididae	<i>Neanthes bruaca</i> Lana & Sovierzovsky, 1987	0	0	0	0	0	3	3	1	2	0	1	1	11
Fam. Paraonidae	<i>Aedicira</i> sp. (Hartman, 1957)	0	0	0	2	0	0	0	0	4	0	0	0	6
	<i>Aricidea</i> sp. Webster, 1879	0	0	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3
Fam. Lumbrineridae	<i>Lumbrineris</i> sp. Blainville, 1828	0	0	0	1	0	0	0	0	4	1	0	0	6
	<i>Lumbrineris coccinea</i> (Renier, 1804)	0	0	0	7	0	0	0	2	5	2	0	0	16



**Tabela 2 - Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba (Novembro/2014). Continuação.**

		Estuário			Marinho									
		PE 01	PE 02	PE 03	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	PM 05	PM 06	PM 07	PM 08	PM 09	TOTAL
<b>Mollusca</b>														
Classe Bivalvia														
Fam. Arcidae	<i>Anadara sp.</i> Gray, 1847	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1	0	0	2
Fam. Semellidae	<i>Abra aequalis</i> (Say, 1822)	0	0	0	3	0	0	1	1	10	5	0	0	20
	<i>Semele proficua</i> (Pulteney, 1799)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Fam. Corbulidae	<i>Corbula contracta</i> (Say, 1822)	0	0	0	4	2	0	0	2	1	3	0	0	12
	<i>Corbula swiftiana</i> C. B. Adams, 1852	0	0	0	3	0	0	0	2	0	0	2	0	7
Fam. Crassatellidae	<i>Crassinella lunulata</i> (Conrad, 1834)	0	0	0	5	2	0	3	4	6	8	0	0	28
Fam. Nuculidae	<i>Nucula semiomata</i> d'Orbigny, 1846	0	0	0	7	3	1	1	4	4	5	2	0	27
Fam. Tellinidae	<i>Tellina sp.</i> Linnaeus, 1758	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Fam. Ungulinidae	<i>Felaniella vilardeboana</i> (d'Orbigny, 1846)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	2
Classe Gastropoda														
Fam. Columbellidae	<i>Parvanachis obesa</i> (C.B.Adams, 1845)	0	0	0	5	1	0	0	0	7	1	1	0	15
Fam. Olividae	<i>Olivella minuta</i> (Link, 1807)	0	0	0	2	1	2	3	1	0	1	9	1	20
	<i>Olivella nivea</i> (Gmelin, 1791)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Fam. Rhizoridae	<i>Volvulella texasiana</i> (Harry, 1967)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Fam. Terebridae	<i>Terebra riosi</i> Bratcher & Cernohorsky, 1985	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Fam. Naticidae	<i>Natica sp.</i> Scopoli, 1777	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Mollusca N-Total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>32</b>	<b>9</b>	<b>3</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>16</b>	<b>2</b>	<b>140</b>

**Tabela 2** - Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba (Novembro/2014). Continuação.

		Estuário			Marinho									
		PE 01	PE 02	PE 03	PM 01	PM 02	PM 03	PM 04	PM 05	PM 06	PM 07	PM 08	PM 09	TOTAL
<b>Cnidaria</b>														
Fam. Turbinoliidae	<i>Sphenotrochus auritus</i> (Milne Edwards & Haime, 1848)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
<b>Echinodermata</b>														
Classe Ophiuroidea	Ophiuroide	0	0	0	0	0	1	0	0	2	0	0	0	3
Classe Holoturoidea														
Fam. Synaptidae	<i>Leptosynapta</i> sp. (Verrill, 1867)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Echinodermata N-Total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>2</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>4</b>
<b>Sipuncula</b>														
Fam. Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma</i> sp. Leuckart, 1828	0	0	0	1	0	0	0	0	1	3	0	0	5
<b>Nemertea</b>														
	Nemertea	0	0	0	1	0	0	1	2	4	1	0	0	9
<b>Platyhelminthes</b>														
	Rhabditophora	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5	0	0	7
<b>N-Total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>102</b>	<b>20</b>	<b>11</b>	<b>40</b>	<b>43</b>	<b>115</b>	<b>76</b>	<b>28</b>	<b>15</b>	<b>450</b>
<b>S-Total</b>		<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>33</b>	<b>9</b>	<b>6</b>	<b>15</b>	<b>14</b>	<b>31</b>	<b>24</b>	<b>12</b>	<b>8</b>	<b>59</b>

## Anexo V

### Anotações de Responsabilidades Técnicas – ART.



Anotação de Responsabilidade Técnica - ART  
Lei nº 6.496, de 7 de dezembro de 1977

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES

**CREA-ES**

ART de Obra ou Serviço

**0820150082971**

ART Individual

1. Responsável Técnico

**DYOH TOKUNAGA**

Título profissional: ENGENHEIRO AMBIENTAL

RNP: 0813102197

Registro: ES-034708/D

Empresa contratada: CTA - SERVIÇOS EM MEIO AMBIENTE LTDA

Registro: 10396



2. Dados do Contrato

Contratante: PETROBRAS TRANSPORTE S.A. - TRANSPETRO

CPF/CNPJ: 02709449007595

Rua: RODOVIA CAMPO GRANDE - BARRA NOVA, KM 8

Nº: s/n

Complemento:

Bairro: BARRA NOVA

Cidade: São Mateus

UF: ES

CEP:

Telefone:

Vinculado à ART:

Valor do Contrato/Honorários: R\$ 3.000,00

Tipo de contratante:

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: RODOVIA CAMPO GRANDE - BARRA NOVA, KM 8

Nº: s/n

Complemento:

Bairro: BARRA NOVA

Quadra:

Lote:

Cidade: São Mateus

UF: ES

CEP: 0

Data de início: 01/05/2015

Previsão de término: 31/07/2017

Coordenadas Geográficas: ,

Proprietário: Petrobras Transporte S.a. - transpetro

Código:

CPF/CNPJ:

4. Atividade Técnica

Qtde de Pavimento(s): 0 Nº Pavimento(s): 0 Dimensão/Quantidade: 0 Unidade de medida: m2

ATIVIDADE(S) TÉCNICA(S): 13 - ASSISTÊNCIA TÉCNICA/ ASSESSORIA TÉCNICA/ CONSULTORIA TÉCNICA

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 100 - RESPONSABILIDADE TÉCNICA, 103 - AUTORIA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

NATUREZA DO(S) SERVIÇO(S): 1205 - CONTROLE DA POLUIÇÃO

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 100 - NENHUM

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 18 - OUTROS PROJETOS/SERVIÇOS

*Fabiano Ribeiro*  
Fabiano Ribeiro  
Profissional de Meio Ambiente PL  
TRANSPETRO/PRES/SMS/SMAMA/ES/CAB  
Matrícula 6726-7 Cháve F7AF

Após a conclusão das atividades técnicas o profissional deverá proceder a baixa desta ART

5. Observações

ELABORAÇÃO PARCIAL\* DO RELATÓRIO TÉCNICO SEMESTRAL DO MONITORAMENTO FÍSICO-QUÍMICO E BIOLÓGICO DO SEDIMENTO MARINHO E ESTUARINO NA ÁREA DE INFLUÊNCIA DIRETA DO TERMINAL NORTE CAPXABA (TNC). \*ELABORAÇÃO DA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO SEDIMENTO.

6. Declarações

Cláusula Compromissória: qualquer conflito ou litígio originado do presente contrato, bem como sua interpretação ou execução, será resolvido por arbitragem, de acordo com a Lei nº 9.307, de 23 de setembro de 1996, por meio do Centro de Mediação e Arbitragem - CMA vinculado ao Crea-ES, nos termos do respectivo regulamento de arbitragem que, expressamente, as partes declaram concordar.

Acessibilidade: <declara a aplicabilidade das regras de acessibilidade previstas nas normas técnicas da ABNT, na legislação específica e no Decreto nº 5.296, de 2 de dezembro de 2004, às atividades profissionais acima relacionadas.>

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

*Viteia*, 02 de junho de 2015  
Local data

*Dyoh Tokunaga*  
Dyoh Tokunaga - CPF: 12196336748

PETROBRAS TRANSPORTE S.A. - TRANSPETRO - CPF/CNPJ: 02709449007595

9. Informações

\* A ART é válida somente quando quitada, mediante apresentação do comprovante do pagamento ou conferência no site do Crea.

\* A autenticidade deste documento pode ser verificada no site [www.creaes.org.br](http://www.creaes.org.br) ou [www.confes.org.br](http://www.confes.org.br)

\* A guarda da via assinada da ART será de responsabilidade do profissional o do contratante com o objetivo de documentar o vínculo contratual.

[www.creaes.org.br](http://www.creaes.org.br) [creaes@creaes.org.br](mailto:creaes@creaes.org.br)  
tel: (27) 3134-0046 [art@creaes.org.br](mailto:art@creaes.org.br)



**CREA-ES**  
Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES