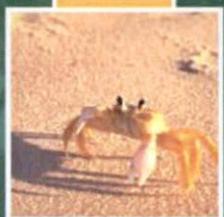
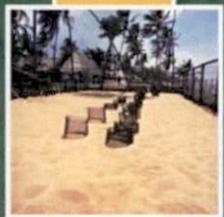
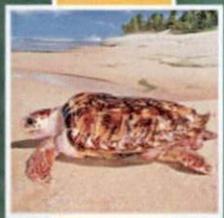


Atendimento à Condicionante
06 da Licença de Operação N°
439/2010



**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/2014



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 as campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.

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	18
4.3	GRANULOMETRIA E COMPOSIÇÃO	19
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA	23
4.5	COMUNIDADE ZOOBENTÔNICA DE FUNDO INCONSOLIDADO	24
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5.1	GEOQUÍMICA DO SEDIMENTO	27
5.1.1	Cádmio Total e Mercúrio Total	28
5.1.2	Chumbo Total	29
5.1.3	Cobre Total	30
5.1.4	Cromo Total	31
5.1.5	Níquel Total	32
5.1.6	Zinco Total	33
5.1.7	Hidrocarbonetos Totais do Petróleo (HTP)	34
5.2	GRANULOMETRIA	34
5.3	ANÁLISE ESTATÍSTICA	44
5.4	COMUNIDADE ZOOBENTÔNICA DE FUNDO INCONSOLIDADO	46
5.4.1	Aspectos taxonômicos e abundância	46
5.4.2	Diversidade e equitabilidade	61
5.4.3	Análises multivariadas (MDS, Anosim e CCA)	65

5.4.4	Discussão da Análise de Comunidade Zoobentônica de fundo consolidado.....	77
6.	CONDERAÇÕES FINAIS.....	87
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	90
8.	EQUIPE TÉCNICA	105
9.	ANEXOS.....	107

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1: Demonstração da coleta de sedimento com draga de <i>Petersen</i> , durante campanha de fevereiro de 2014.	18
Figura 5-1: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de agosto/2013.....	38
Figura 5-2: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de novembro/2013.....	39
Figura 5-3: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha fevereiro/2014.....	40
Figura 5-4: Valores da análise multivariada da distribuição espacial da comunidade entre os pontos de amostragem do estuário (PE-01; PE-02 e PE-03) e do ambiente marinho (PM-01, PM-02, PM-03, PM-04; PM-05, PM-06, PM-07, PM-08 e PM-09) na área de influência do Terminal Norte Capixaba, durante as campanhas do período seco (agosto/2013) e chuvoso (dezembro/2013 e fevereiro/2014).....	66
Figura 5-5: Análise de Correlação Canônica (CCA) entre os dados de granulometria e abundância dos principais organismos (85% indivíduos) do zoobentos de fundo inconsolidado na área de influência do Terminal Norte Capixaba nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (dezembro/2013 e fevereiro/2014). (Legenda: AMF – areia muito fina; AF – areia fina, AM – areia média, AG – areia grossa, CA – cascalho; LAMA – lama. ● Marinho (ago/13); ● Marinho (nov/13); ○ Marinho (fev/14); ⊙ Estuário (ago/13); ● Estuário (nov/13); Estuário (fev/14); * - espécies encontradas; → - fatores edáficos (granulometria). As siglas e suas respectivas espécies estão identificadas nos quadros presentes na CCA	76

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3-1: Coordenadas geográficas dos pontos de monitoramento em Datum WGS-84 (zona 24S).....	17
Tabela 3-2: Datas das campanhas para coleta de sedimento.....	17
Tabela 4-1: Frações utilizadas na análise granulométrica dos sedimentos e a abertura Phi (Φ) correspondente. As frações silte a argila foram determinadas por pipetagem e as frações arenosas e cascalhosas (seixo e grânulo) por peneiramento a seco.....	21
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).	22
Tabela 4-3: Escala qualitativa para a descrição do grau de seleção dos sedimentos segundo Folk & Ward (1957).	22
Tabela 4-4: Escala qualitativa utilizada na descrição do grau de assimetria dos sedimentos segundo Folk & Ward (1957).	22
Tabela 4-5: Valores de curtose para a classificação da curva de distribuição das frações granulométricas segundo Folk & Ward (1957).	23
Tabela 5-1: Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se Φ (Folk & Ward, 1957) para a campanha de agosto/2013.....	41
Tabela 5-2: Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se Φ (Folk & Ward, 1957) para a campanha de novembro/2013.....	42
Tabela 5-3: Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se Φ (Folk & Ward, 1957) para a campanha de fevereiro/2014.....	43
Tabela 5-4: Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento Estuarino e P-Valor do teste de Mann-Whitney.	44
Tabela 5-5: Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento Marinho e P-Valor do teste de Mann-Whitney.	44
Tabela 5-6: Análise estatística comparativa entre Areia e Lama do sedimento Marinho e P-Valor do teste de Kruskal Wallis.	45

Tabela 5-7: Análise estatística comparativa entre as campanhas, independente da coleta ter sido no estuário ou no mar e P-Valor do teste de Mann-Whitney. ...	45
Tabela 5-8: 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 (fevereiro/2014).	54
Tabela 5-9: Valores médios (X) e erro padrão (EP) dos índices da comunidade: Riqueza (S), número de indivíduos (N), Densidade (ind/m ²), Equitabilidade (J') e Diversidade (H'), coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.	64
Tabela 5-10: Resultados da análise PERMANOVA da endofauna entre as áreas (Estuário x Marinha), formados pelos pontos de amostragem na região marinha e estuário, avaliando a composição da fauna na área de influência do Terminal Norte Capixaba (TNC) entre os períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.	69
Tabela 5-11: Resultados da análise PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem, períodos (seco e chuvoso) nos ambientes e respectivas interações. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo	69
Tabela 5-12: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem estuarino nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo	70
Tabela 5-13: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna dos pontos de amostragem estuarino entre os períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.	70
Tabela 5-14: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem marinhos nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.	71
Tabela 5-15: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna dos pontos de amostragem marinhos entre os períodos seco	

(agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.....73

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 5-1: Concentração de Chumbo Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.	29
Gráfico 5-2: Concentração de Cobre Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.	30
Gráfico 5-3: Concentração de Cromo Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.	31
Gráfico 5-4: Concentração de Níquel Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.	32
Gráfico 5-5: Concentração de Zinco Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.	33
Gráfico 5-6: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de Agosto de 2013.	35
Gráfico 5-7: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de Novembro de 2013.	35
Gráfico 5-8: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de Fevereiro de 2014.	36
Gráfico 5-9: Abundância relativa (%) total dos principais grandes grupos de organismos da comunidade bentônica associada ao sedimento marinho e estuarino da Área de Influência do Terminal Norte Capixaba que ocorreram nos 12 pontos amostrais (A - Total geral: ago/13, nov/13 e fev/14; e B - Total de fevereiro/2014).	47
Gráfico 5-10: Número total de indivíduos(N) por grande grupo (Filo) coletado em agosto/2013 (seco) e dezembro/2013 (chuvoso) no ambiente estuarino (A) e marinho (B) ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.	49
Gráfico 5-11: Valores médios de número de indivíduos (N) do zoobentos coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.	50
Gráfico 5-12: Valores médios de número de espécies (S) do zoobentos coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no	

ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.....	51
Gráfico 5-13: Valores médios de densidade (ind/m ²) do zoobentos coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.....	52
Gráfico 5-14: Valores médios de Equitabilidade (J') coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.....	62
Gráfico 5-15: Valores médios de Diversidade coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.....	63

LISTA DE ANEXOS

Anexo I: Mapa de localização dos pontos de Ictiofauna.

Anexo II: Mapa de localização dos pontos de Carcinofauna.

Anexo III: Laudos laboratoriais referente as campanhas de Agosto e novembro de 2013 de Fevereiro de 2014.

Anexo IV: 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 físicoquímica e biológica do sedimento marinho e estuarino da área de Influência do Terminal Norte Capixaba com base nos resultados de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.

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 nas duas coletas realizadas em agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.
- 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 (Anexo II).

As coordenadas geográficas das estações de coleta foram apresentados 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 3-1**.

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

Campanha	Data das coletas
03 / 2013	27 e 28 de agosto
04 / 2013	27 de novembro e 05 de dezembro
01 / 2014	12 de fevereiro

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 aos locais de análise.

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 de 2014.

4.2 GEOQUÍMICA DO SEDIMENTO

As análises de geoquímica do sedimento é composta pelos seguintes parâmetros:

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

Os resultados das campanhas de agosto e novembro de 2013 e Fevereiro de 2014 estão apresentados em forma de laudo 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 (Φ) que corresponde ao logaritmo negativo de base 2 da medida do diâmetro da partícula do sedimento dado em milímetros. Os valores de Φ 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 (Φ) correspondente. As frações silte a argila foram determinadas por pipetagem e as frações arenosas e cascalhosas (seixo e grânulo) por peneiramento a seco.

Fração	Abertura (mm)	Abertura (Φ)
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 4.0 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 diagramas triangulares Argila-Silte-Areia e 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 (Φ)	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 (Φ)
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 (Φ)
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 (Φ)
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 desvio padrões dos pontos amostrados, além do P-valor do teste. Foi considerado nível de significância de 5% para rejeição da hipótese de igualdade de medianas. As estatísticas referentes a variável criada pelo teste não foram apresentados por não contribuir diretamente para o estudo. Sendo que o teste verifica igualdade de medianas.

Para comparações de concentrações de substâncias com 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 estatística referentes a variável criada pelo teste para o teste não foram apresentados 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 elutrição e lavado. Após este procedimento, o sedimento foi levado ao estereomicroscópio PZO Labimex para separação dos organismos.

Os organismos separados foram contados e identificados ao menor nível taxonômico 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 isópodos; 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/2013, novembro/2013 e fevereiro/2014 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 PERMANOVAs e os dados foram permutados 9999 vezes por análises a um α -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 PERMANOVAs 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 tem 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 sorção 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. Na presente campanha foram analisados os metais cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco. Dos elementos detectados no sedimento observou-se, de forma geral, a seguinte ordem decrescente de concentração: Cr>Zn>Pb>Ni>Cu>Hg>Cd.

5.1.1 Cádmio Total e Mercúrio Total

A concentração de Cádmio e Mercúrio nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014, apresentaram valores, em todos os pontos, abaixo do limite mínimo de detecção do método analítico. Portanto, abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para água 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 nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014 apresentaram valores bem abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para água salobra nível 1, sendo este de 46,7 mg/Kg.

Na comparação entre campanhas destacam-se os resultados da campanha de fevereiro que demonstrou redução das concentrações de chumbo no estuário e aumento nos pontos de monitoramento marinho, conforme mostra o **Gráfico 5-1**.

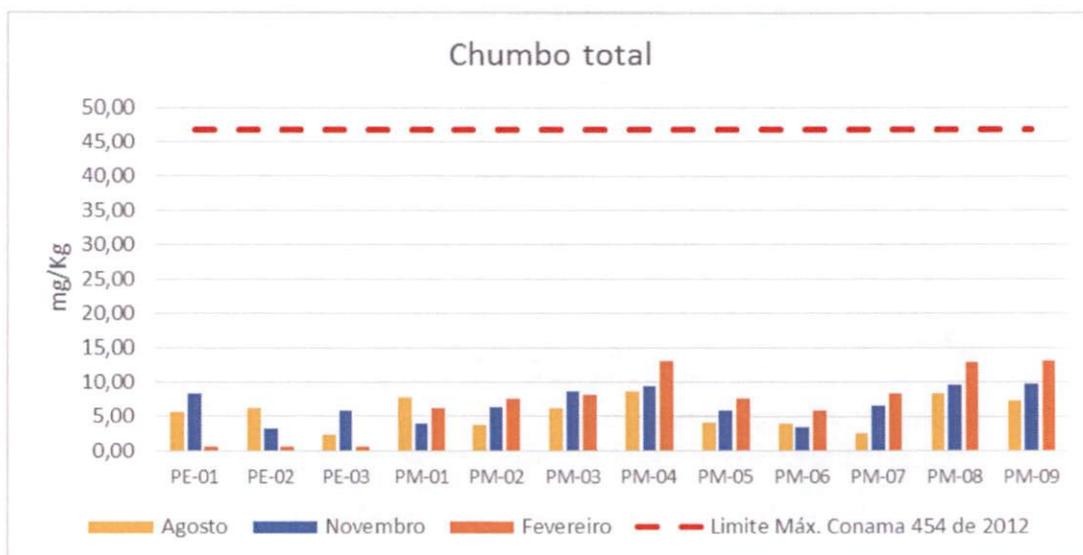


Gráfico 5-1: Concentração de Chumbo Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.

5.1.3 Cobre Total

A concentração de Cobre Total nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014 apresentaram valores bem abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para água salobra nível 1, sendo este de 34 mg/Kg.

Na comparação entre campanhas destaca-se a tendência geral de redução gradual das concentrações em todos os pontos de monitoramento conforme mostra o **Gráfico 5-2**.

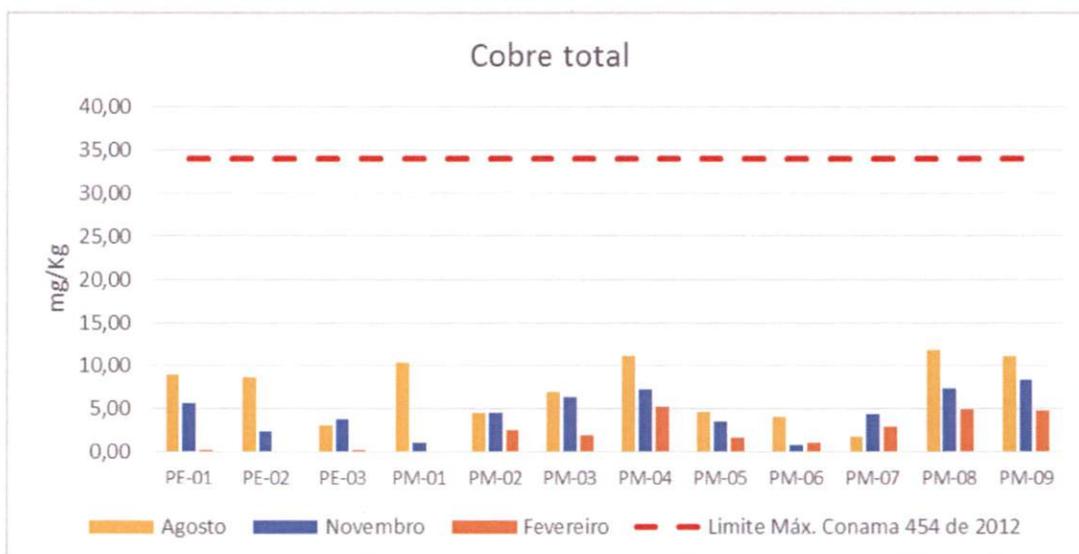


Gráfico 5-2: Concentração de Cobre Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.

5.1.4 Cromo Total

A concentração de Cromo Total nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014 apresentaram valores abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para água salobra nível 1, sendo este de 81 mg/Kg.

A comparação entre as campanhas indicou que os pontos de monitoramento da região estuarina demonstraram redução significativa das concentrações. Já os pontos de monitoramento marinho, de forma geral, as concentrações apresentaram valores similares ao longo das campanhas, conforme mostra o **Gráfico 5-3**.

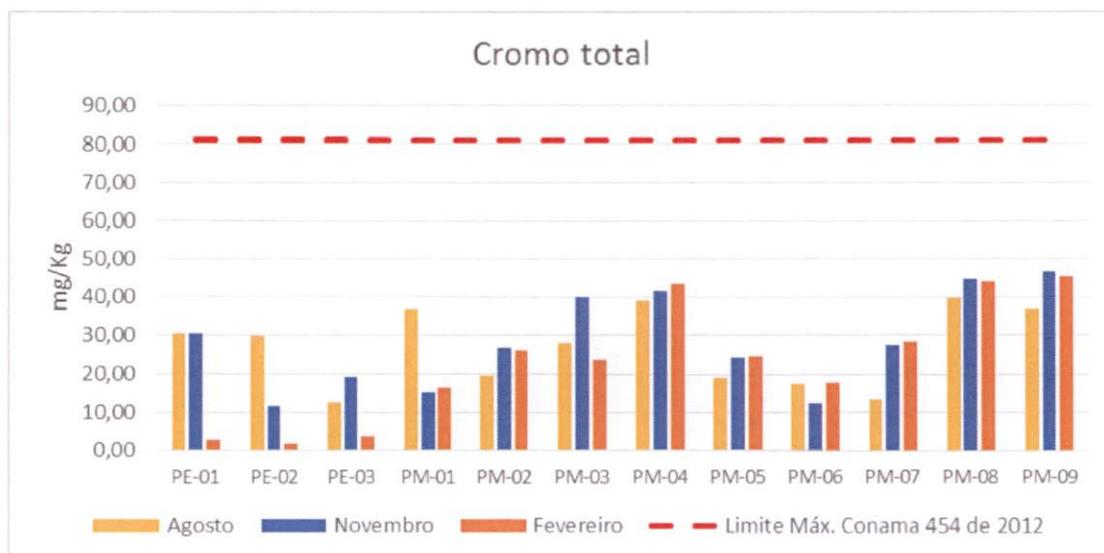


Gráfico 5-3: Concentração de Cromo Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.

5.1.5 Níquel Total

A concentração de Níquel Total nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014 apresentaram valores abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para água salobra nível 1, sendo este de 20,9 mg/Kg.

Assim como as concentrações de cromo, a comparação entre as campanhas indicou que os pontos de monitoramento da região estuarina demonstraram redução significativa das concentrações. Já os pontos de monitoramento marinho as concentrações apresentaram, em geral, valores similares em ambas as campanhas, conforme mostra o **Gráfico 5-4**.

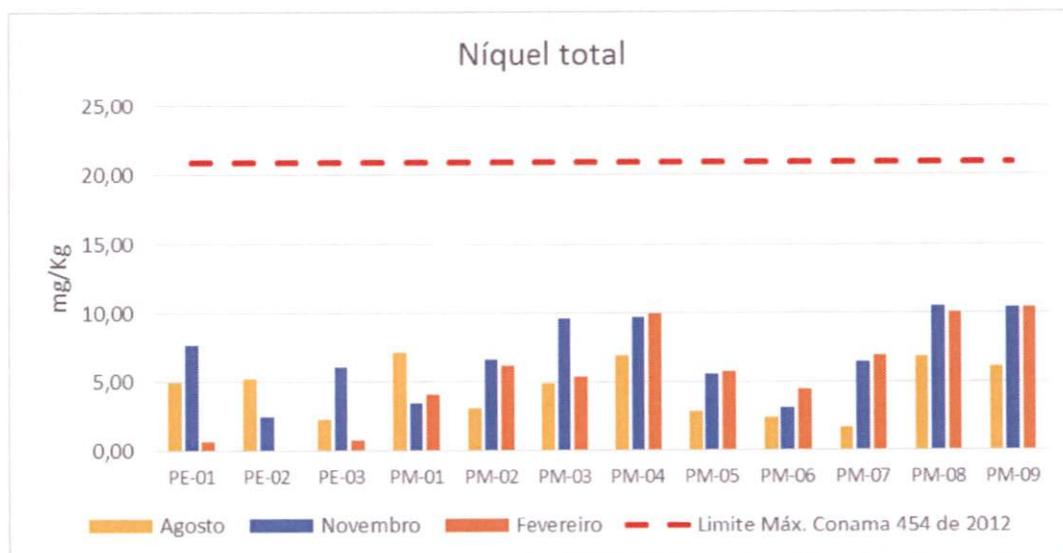


Gráfico 5-4: Concentração de Níquel Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.

5.1.6 Zinco Total

A concentração de Zinco Total nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014 apresentaram valores abaixo do limite máximo preconizado pela Resolução CONAMA 454/12 para 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 demonstraram redução significativa das concentrações. Já os pontos de monitoramento marinho as concentrações apresentaram, em geral, valores similares em ambas as campanhas, conforme mostra o **Gráfico 5-5**.

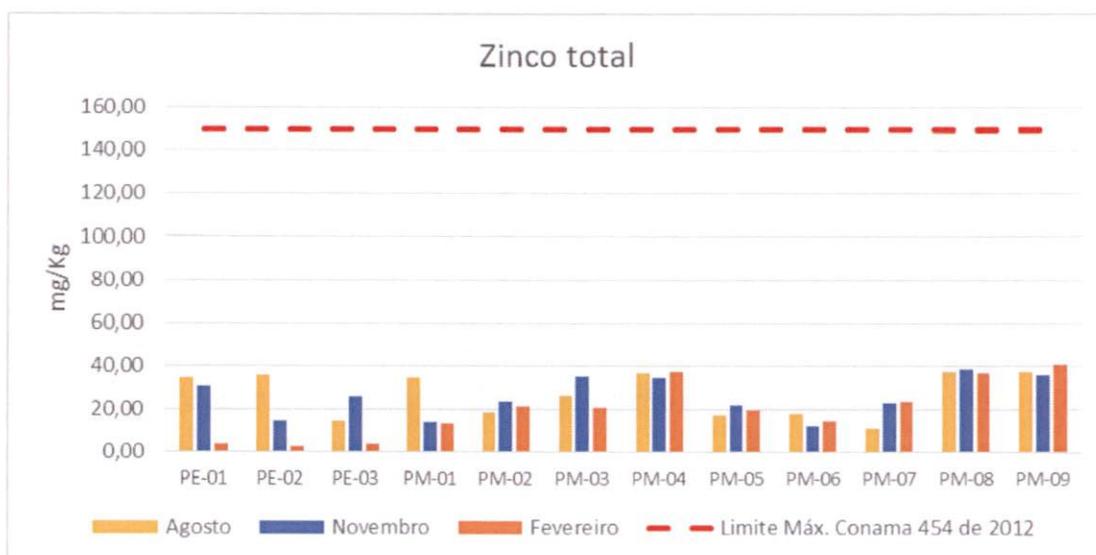


Gráfico 5-5: Concentração de Zinco Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.

5.1.7 Hidrocarbonetos Totais do Petróleo (HTP)

As concentrações das séries de HTP no sedimento, nas campanhas de agosto e novembro de 2013 e fevereiro de 2014, 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 que nos pontos PE01, PE02 e PE03 uma predominância de silte na campanha de Agosto/2013, areia em Novembro/2013 e multimodal em Fevereiro/2014, nota-se uma diminuição de silte e aumento de classes areia ao longo do monitoramento.

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 areia fina. Neste pontos, nota-se ainda o eventual aumento da percentagem de silte nos pontos Marinhos. Este fato possivelmente está relacionado ao sedimento proveniente da desembocadura do rio Barra Nova, que se deposita ou é carregado de acordo com os fenômenos oceanográficos predominantes no período amostral.

Agosto de 2013

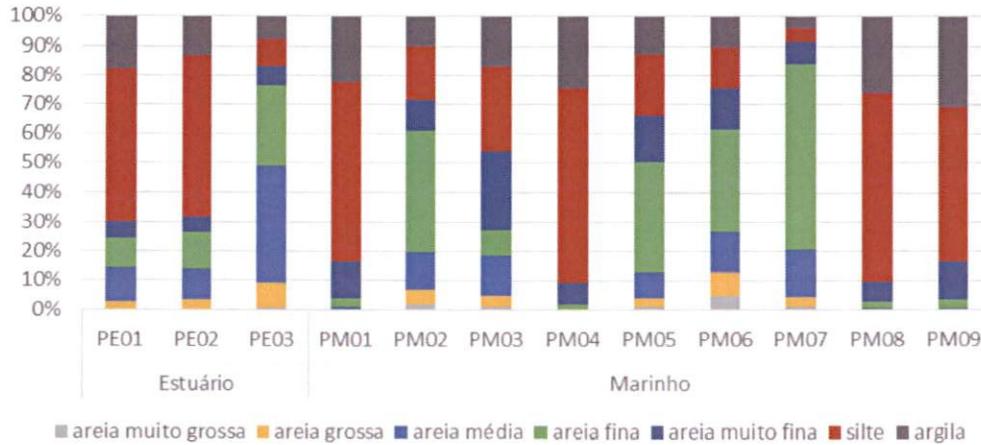


Gráfico 5-6: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de Agosto de 2013.

Novembro de 2013

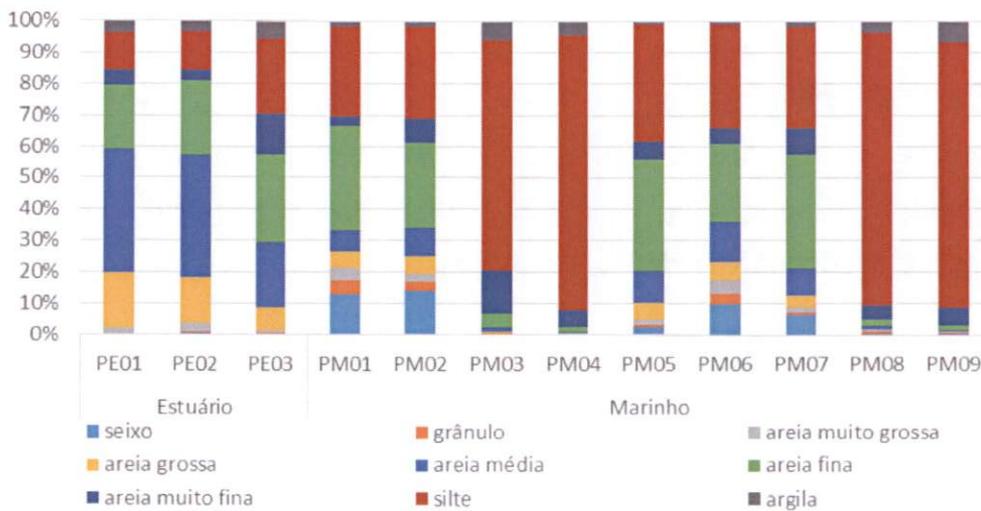


Gráfico 5-7: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de Novembro de 2013.

Fevereiro 2014

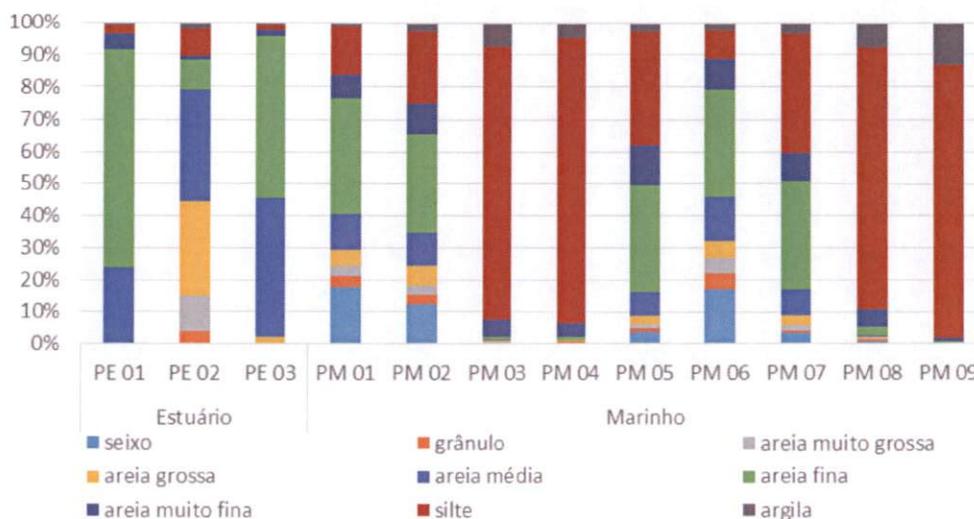


Gráfico 5-8: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de Fevereiro de 2014.

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 a Figura 5-3**), os sedimentos do estuário do Rio Barra Nova tiveram suas classificações variando entre lama arenosa e areia levemente lamocascalhosa. Esta variação indica que a contribuição de cascalho e lama é baixa, levado a um desvio padrão pequeno, típico de sedimentos com moderada seleção granulométrica (**Tabela 5-1 a Tabela 5-3**). O tamanho médio dos sedimentos situa-se predominantemente nas frações areia fina e areia muito fina. Estas medidas de tendência central indicam um ambiente deposicional com energia pouco variável e com o predomínio de transporte e

retrabalhamento de sedimentos por correntes. A baixa contribuição de lama, verificada na campanha de Agosto/2013 é atribuída ao local de coleta dos sedimentos, dentro do canal do rio Barra Nova, onde processos de decantação são pouco efetivos e com baixíssimo potencial de preservação.

O segundo grupo de sedimentos é constituído pelos pontos situados mais próximos ao litoral e que podem ser classificados predominantemente como lama pelo diagrama triangular Lama-Areia-cascalho (**Figura 5-1 a Figura 5-3**). O tamanho dos sedimentos destes pontos situa-se na fração silte médio e a curva de distribuição das frações granulométricas é, em geral, platicúrtica e aproximadamente simétrica (**Tabela 5-1 a Tabela 5-3**). Nestas amostras foram registrados os maiores teores de lama que são quase sempre superiores a 85% do volume total da amostra. A contribuição de areia e cascalho é baixa 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, PM02) e PM05, PM06 e PM07 que circundam a monobóia. Conforme o diagrama triangular Lama-Areia-cascalho (**Figura 5-1 a Figura 5-3**) os sedimentos podem ser classificados predominantemente como areia lamosa e areia cascalho-lamosa. O tamanho médio dos sedimentos varia de silte muito grosso a areia média. Estes sedimentos são muito pobremente selecionados e apresentam um curva de distribuição das frações granulométricas, predominantemente, mesocúrtica a leptocúrtica indicando que variações na energia do ambiente deposicional são menos comuns que nos pontos mais próximos do litoral (**Tabela 5-1 a Tabela 5-3**). 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. 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.

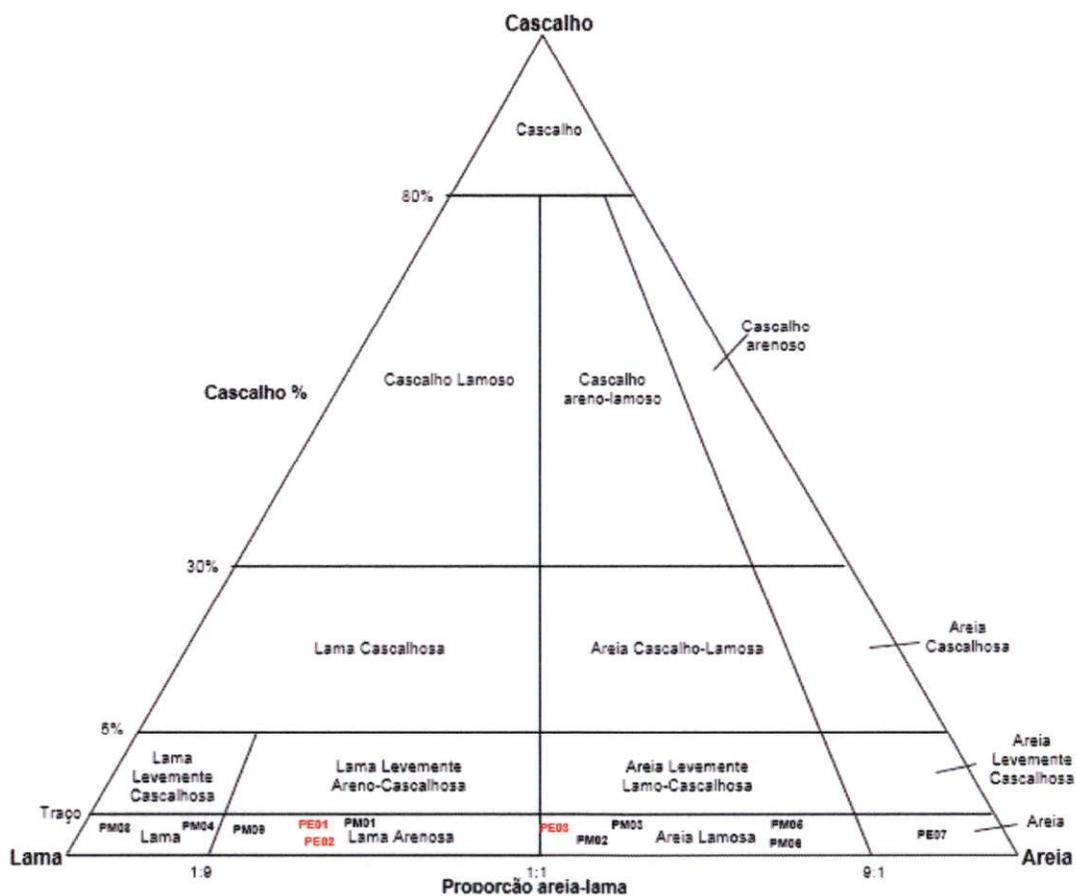


Figura 5-1: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de agosto/2013.

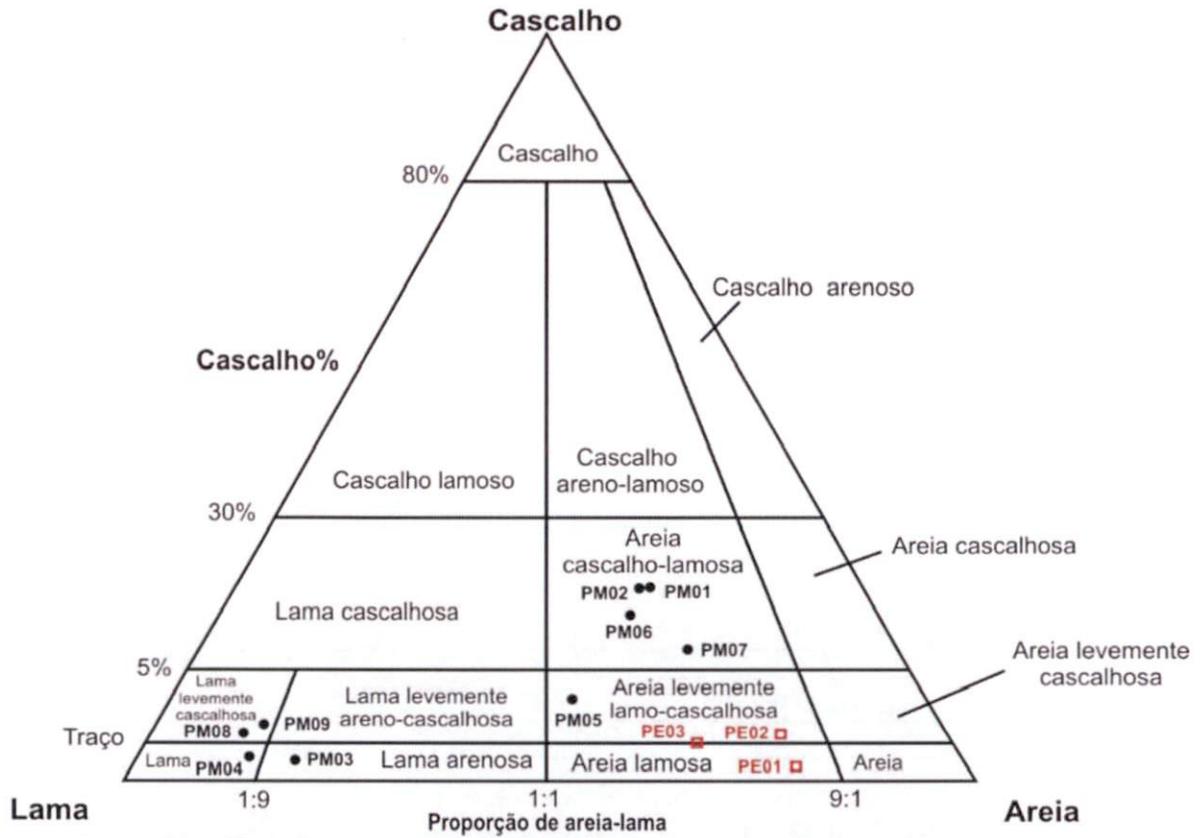


Figura 5-2: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de novembro/2013.

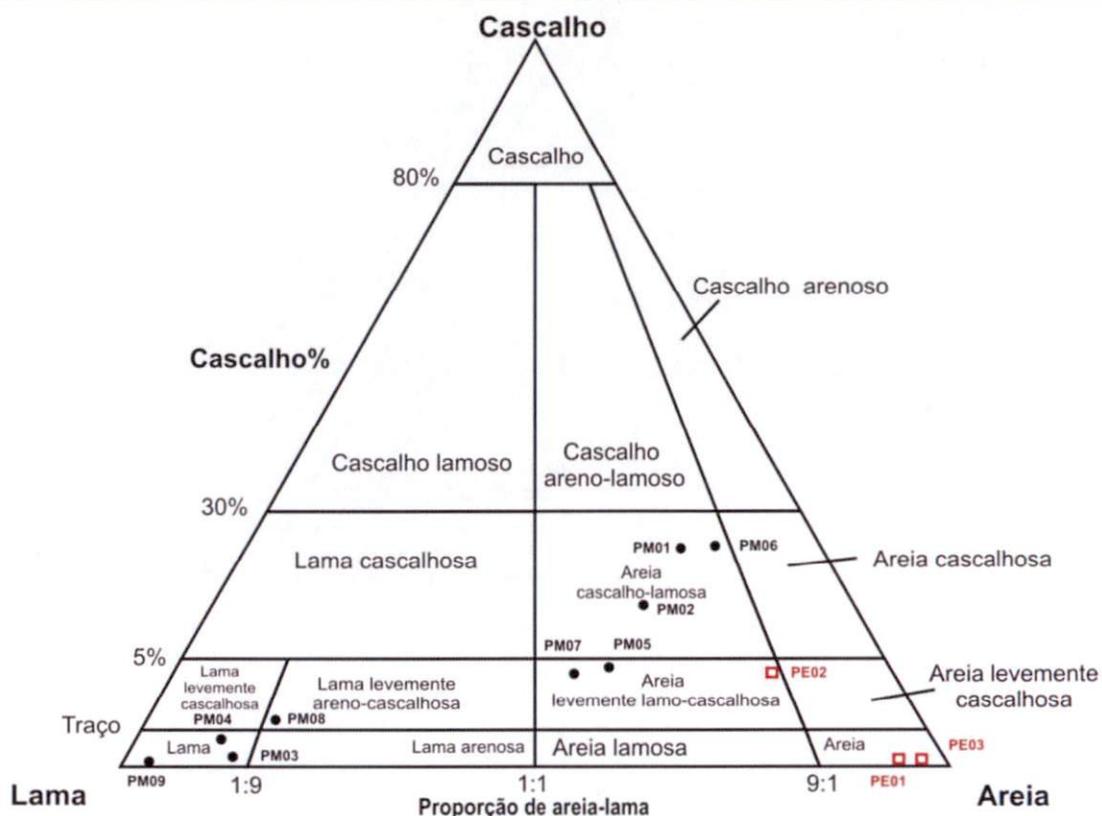


Figura 5-3: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha fevereiro/2014.

Tabela 5-1: Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se Φ (Folk & Ward, 1957) para a campanha de agosto/2013.

Amostra	Fração granulométrica						Medidas de tendência central				
	A.mt.gros	A.grossa	Areia média	A. fina	A.mt.fina	Silte	Argila	Média	Desvio padrão	Assimetria	Curtose
PE 01	3,14	26,06	113,58	98,87	60,78	520,18	177,38	3,64	1,15	-0,67	1,16
PE 02	4,02	34,75	99,74	126,06	51,69	551,81	131,93	3,61	1,14	-0,69	1,00
PE 03	9,01	81,66	398,82	276,18	63,75	91,53	79,05	2,43	1,36	0,33	1,11
PM 01	1,61	2,46	6,48	28,68	123,87	614,61	222,30	4,31	0,44	-0,11	1,84
PM 02	20,99	49,58	125,63	413,73	102,61	186,79	100,66	2,93	1,29	0,10	0,86
PM 03	12,77	34,94	136,01	88,39	267,25	291,24	169,39	3,41	1,26	-0,49	0,97
PM 04	0,58	1,22	3,75	16,13	74,12	660,38	243,81	4,35	0,39	-0,02	1,66
PM 05	13,49	29,18	84,13	378,09	159,01	209,56	126,55	3,17	1,15	0,11	0,81
PM 06	50,47	76,63	141,74	348,51	138,13	141,70	102,82	2,73	1,49	-0,03	0,93
PM 07	12,75	33,05	161,98	629,51	78,78	45,37	38,56	2,40	0,84	0,00	1,73
PM 08	0,51	2,00	4,92	22,07	69,70	638,68	262,12	4,36	0,41	-0,04	1,65
PM 09	0,99	1,91	5,57	30,32	125,61	529,14	306,45	4,35	0,47	-0,12	1,48

Tabela 5-2: Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se Φ (Folk & Ward, 1957) para a campanha de novembro/2013

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	0,06	0,08	1,99	17,76	39,25	20,22	5,02	12,09	3,53	2,24	1,94	0,51	2,40	
PE 02	0,35	0,48	2,83	14,42	39,10	23,89	3,35	12,29	3,29	2,25	1,92	0,50	2,47	
PE 03	0,20	0,32	0,77	7,42	20,65	27,83	13,13	24,09	5,59	3,78	2,55	0,51	1,11	
PM 01	12,67	4,69	4,07	5,04	6,77	33,52	3,06	28,36	1,81	2,69	3,30	0,11	0,93	
PM 02	14,05	2,99	2,49	5,17	9,51	26,81	7,95	29,21	1,82	2,72	3,31	0,11	1,07	
PM 03	0,21	0,08	0,15	0,49	1,50	4,32	13,63	73,80	5,81	6,03	2,07	0,01	0,77	
PM 04	0,02	0,15	0,15	0,15	0,37	1,43	5,47	88,02	4,24	6,38	1,75	-0,01	0,75	
PM 05	2,27	0,88	1,57	5,29	10,51	35,42	5,45	37,62	0,99	3,89	2,50	0,48	1,00	
PM 06	9,62	3,58	4,31	5,88	12,62	24,94	4,79	33,36	0,90	3,10	3,14	0,17	1,01	
PM 07	6,03	1,07	1,53	3,65	9,14	35,97	8,41	32,48	1,70	3,79	2,80	0,32	1,45	
PM 08	0,43	0,61	0,42	0,29	0,80	1,92	5,01	86,83	3,68	6,31	1,79	-0,02	0,77	
PM 09	0,43	0,30	0,28	0,27	0,41	1,02	5,72	84,82	6,76	6,43	1,84	0,00	0,77	

Tabela 5-3: Teores das frações granulométricas dos sedimentos e principais medidas de tendência central utilizando-se Φ (Folk & Ward, 1957) para a campanha de fevereiro/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	0	0,02	0,2	23,67	67,58	4,96	3,18	0,4	2,48	0,62	-0,24	2,36
PE 02	0,26	3,51	11,14	29,47	34,81	9,09	1,14	9,02	1,55	1,61	1,7	0,26	2,42
PE 03	0	0	0,03	2,08	43,37	50,07	2,43	1,49	0,52	2,35	0,53	-0,39	0,59
PM 01	17,81	3,44	3,06	4,92	11,26	36,19	7,33	15,34	0,65	1,6	2,68	-0,15	1,38
PM 02	12,55	2,87	2,68	6,06	10,31	31,1	9,53	22,54	2,36	2,77	2,97	0,12	1,54
PM 03	0,01	0,16	0,19	0,29	0,52	0,65	5,72	85,14	7,32	6,47	1,83	0,01	0,77
PM 04	0,2	0,23	0,16	0,13	0,25	1,15	4,11	89,39	4,38	6,43	1,72	-0,01	0,75
PM 05	3,63	1,06	1,05	2,8	7,78	32,81	12,99	35,43	2,45	4,18	2,63	0,27	1,15
PM 06	16,93	5,05	4,5	5,55	13,8	33,47	9,38	9,53	1,78	1,46	2,6	-0,19	1,04
PM 07	3,14	0,91	1,29	3,62	7,94	33,93	8,87	37,09	3,22	4,06	2,67	0,45	1,05
PM 08	0,32	0,8	0,64	0,33	0,47	2,36	5,94	81,97	7,16	6,36	1,91	0	0,78
PM 09	0	0,02	0,04	0,04	0,12	0,16	1,13	85,26	13,24	6,82	1,81	0,01	0,76

5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Conforme apresentado na **Tabela 5-4** para os dados coletados 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	Mediana	D. padrão	Média	Mediana	D. padrão	
Chumbo	3,20	2,00	3,23	-	-	-	-
Níquel	2,94	1,61	3,20	-	-	-	-
Zinco	13,45	8,97	12,28	-	-	-	-
Cromo	11,55	7,56	11,51	-	-	-	-
Cobre	2,03	1,32	2,30	-	-	-	-

Para os dados coletadas no mar, houve diferença estatisticamente significativa entre pontos com predominância de areia ou lama na concentração do parâmetro em estudo, onde os pontos com predominância de lama tem 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	Mediana	D. padrão	Média	Mediana	D. padrão	
Chumbo	6,19	6,28	1,51	10,58	9,69	2,09	0,000
Níquel	5,25	5,69	1,38	9,34	9,92	1,77	0,000
Zinco	18,70	20,58	4,66	34,98	36,55	6,00	0,000
Cromo	21,91	24,36	5,84	41,18	43,72	7,37	0,000
Cobre	2,20	2,06	1,55	5,75	5,81	2,04	0,000

Já para a comparação entre ambiente Estuarino e Marinho os parâmetros analisados não apresentaram diferença estatisticamente significativa para o parâmetro cobre, enquanto os demais parâmetros houve diferença significativa. 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 Kruskal Wallis.

Parâmetro	Estuário			Marinho			P-Valor
	Média	Mediana	Desvio padrão	Média	Mediana	Desvio padrão	
Chumbo	3,20	2,00	3,23	8,14	7,91	2,84	0,005
Níquel	2,94	1,61	3,20	6,93	6,46	2,56	0,021
Zinco	13,45	8,97	12,28	25,94	23,33	9,78	0,053
Cromo	11,55	7,56	11,51	30,48	27,05	11,73	0,009
Cobre	2,03	1,32	2,30	3,78	3,91	2,51	0,134
Lama	12,85	13,10	10,07	57,03	39,45	32,23	0,001

Ao analisar os dados independente de terem sido coletados no mar ou estuário, a concentração de Níquel apresentou diferença significativa entre as campanhas, sendo maior em novembro do que em agosto, apresentando a hipótese de igualdade rejeitada. Para os demais parâmetros, a hipótese de igualdade de médias não pode ser rejeitado, conforme mostra a Tabela 5-7.

Tabela 5-7: 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	Mediana	D. padrão	N válido	Média	Mediana	D. padrão	N válido	
Chumbo	7,05	7,60	4,64	12,00	6,76	6,44	2,36	12,00	0,47
Níquel	4,91	5,40	3,43	12,00	6,79	6,54	2,84	12,00	0,11
Zinco	19,85	20,37	13,24	12,00	25,77	24,82	9,25	12,00	0,13
Cromo	23,14	24,05	15,71	12,00	28,35	27,05	12,55	12,00	0,22
Cobre	2,10	1,74	1,97	12,00	4,59	4,39	2,46	12,00	0,01

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 6 Filos na campanha de fevereiro/2014 (período chuvoso): Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea), Echinodermata, Mollusca, Nemertea e Sipuncula e 62 táxons, ao longo dos doze pontos amostrais. Dentre estes táxons foi possível identificar 38 táxons do Filo Annelida, 8 do Filo Mollusca, 13 do Filo Arthropoda, 2 de Echinodermata e 1 táxon de cada um dos demais grupos (Sipuncula e Nemertea) (Tabela 5-8).

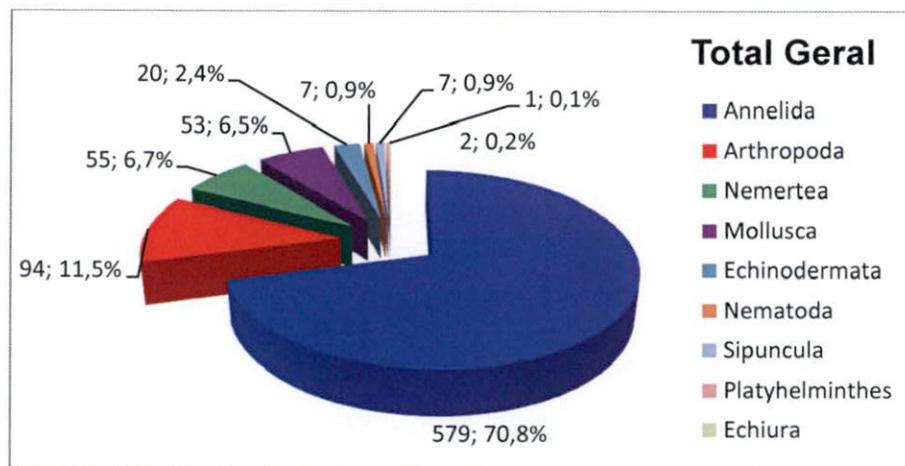
Os filios mais abundantes ao longo das campanhas foram Annelida (579ind; 70,8%), Arthropoda (94ind; 11,5%) Nemertea (55ind; 6,7%) e Mollusca (53ind; 6,5%), com os demais filios representando menos de 5% do total de organismos encontrados nas três campanhas (Gráfico 5-9A).

Na campanha de agosto/2013 (período seco) e novembro/2013 (período chuvoso) foram encontrados respectivamente, 06 (Annelida, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata, Nematoda e Sipuncula, com um total de 37 táxons) e 08 Filios (Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea), Echinodermata, Mollusca, Nemertea, Echiura, Platyhelminthes e Sipuncula e 88 táxons). Annelida também foi o filo com maior número de táxons (Ago/2013: 20 táxons e Nov/2013: 55 táxons), seguido de Arthropoda (Ago/2013: 09 táxons e Nov/2013: 15 táxons) e Mollusca (Ago/2013: 04 táxons e Nov/2013: 10 táxons).

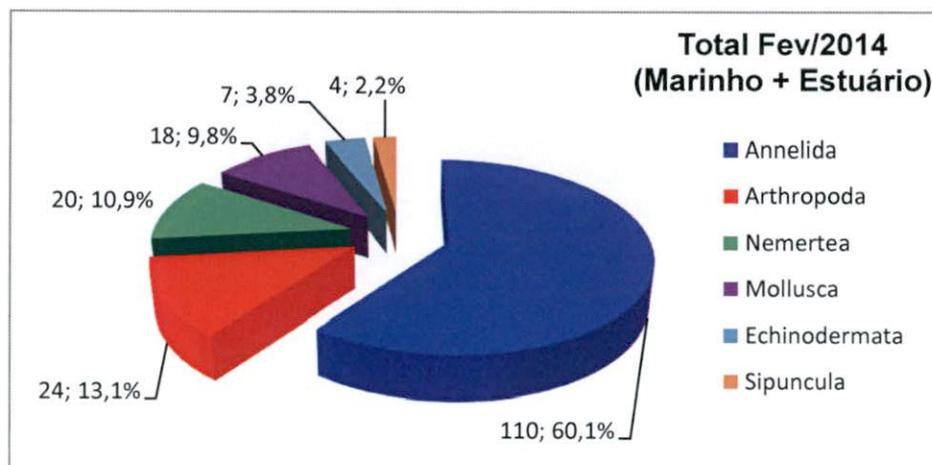
Quanto ao número de indivíduos encontrados por grupo na campanha de fevereiro/2014 (chuvoso), Annelida apresentou o maior número de indivíduos (110 ind; 60,1%), seguido por Arthropoda (Crustacea - Peracarida e Decapoda) (24 ind.; 13,1%), Nemertea (20 ind; 10,9%), e Mollusca (18 ind; 9,8%). Os demais grupos apresentaram valores de abundância equivalentes a 6% da fauna total encontrada nos pontos de amostragem (Estuário e Marinho). Em relação aos

ambientes nesta campanha do período chuvoso, não foram encontrados organismos no estuário, sendo os filós e organismos observados somente no ambiente marinho (**Gráfico 5-9; Tabela 5-8**).

Na campanha do período seco (ago/2013) Annelida também apresentou os maiores valores de abundância, juntamente com Arthropoda e Mollusca, porém não foram encontrados organismos do filo Nemertea.



A



B

Gráfico 5-9: Abundância relativa (%) total dos principais grandes grupos de organismos da comunidade bentônica associada ao sedimento marinho e estuarino da Área de Influência do Terminal Norte Capixaba que ocorreram nos 12 pontos amostrais (**A** - Total geral: ago/13, nov/13 e fev/14; e **B** - Total de fevereiro/2014).

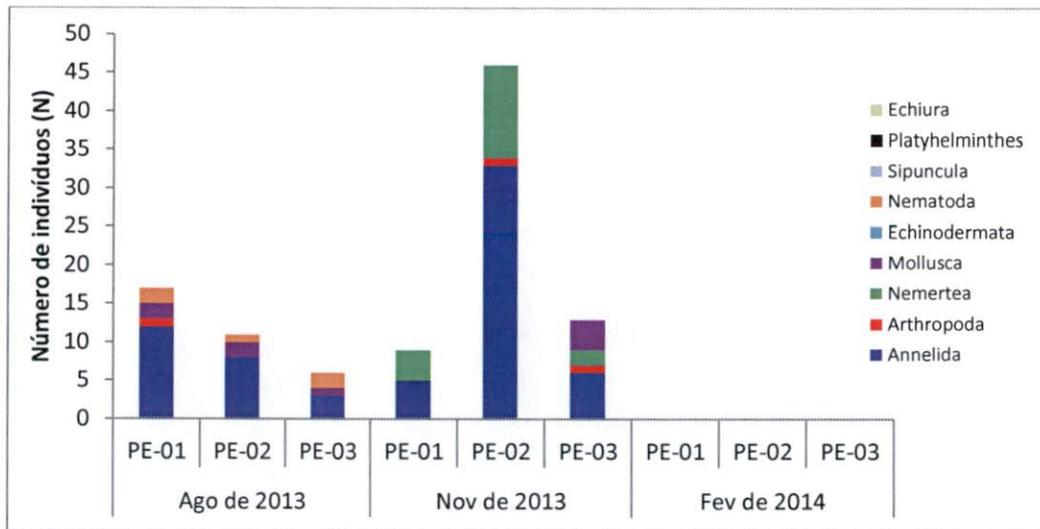
A ocorrência dos filos entre os pontos de amostragem apresentou Annelida em todos os pontos como o grupo mais abundante em agosto e novembro/2013, sendo encontrado nos dois ambientes ao longo das campanhas do período seco e chuvoso, com os pontos PM-06 (112 ind.) e PM-01 (70 ind.) em novembro/2013 (chuvoso) apresentando os maiores valores, enquanto PE-03 no seco o menor valor (03 ind.). Na campanha de fevereiro/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 em fevereiro/2014 (**Gráfico 5-9a, b; Tabela 5-8**).

Semelhante ao observado na campanha de novembro/2013, os maiores valores de Annelida também foram encontrados no ponto PM-06, com 26 indivíduos (**Gráfico 5-9a,b; Tabela 5-8**).

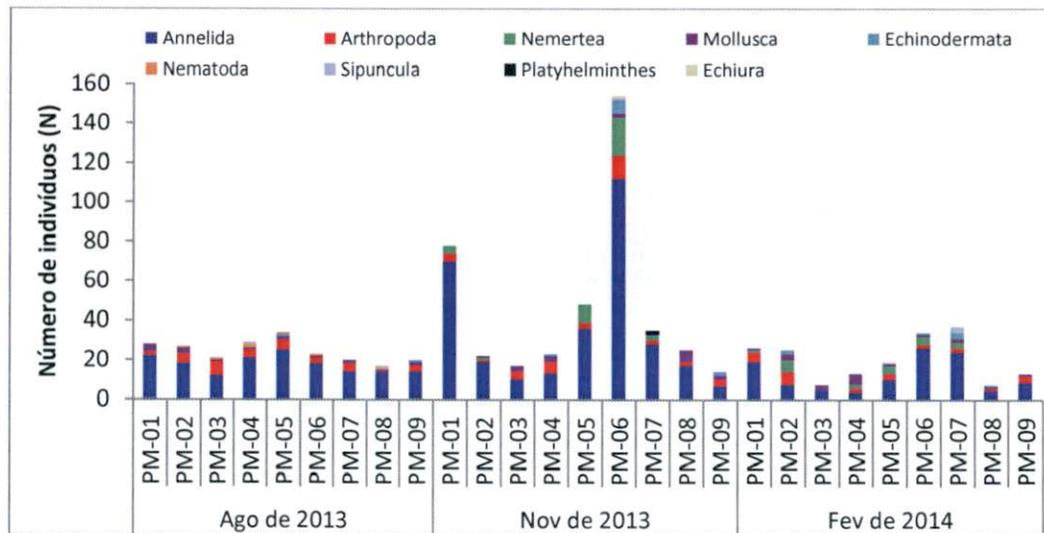
O segundo grupo com maior ocorrência nos pontos foi Arthropoda, porém este não foi encontrado em todos os pontos de amostragem ao longo dos períodos. Nemertea e Nematoda apresentaram distribuição e ocorrência restrita, onde o primeiro ocorreu somente no período chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014), enquanto o segundo foi encontrado apenas no período seco (agosto/2013) (**Gráfico 5-9; Gráfico 5-10a, b; Tabela 5-8**).

Em relação ao número total de bentos, foram encontrados, respectivamente no estuário e ambiente marinho, 0 e 183 indivíduos, totalizando 183 indivíduos nesta amostragem (fevereiro/2014). Os maiores valores de abundância ocorreram nos pontos amostrais da área marinha PM-07 (Ntotal: 37 ind; Nmédio: $12,3 \pm 3,0$), PM-06 (Ntotal: 34 ind; Nmédio: $11,3 \pm 4,1$), PM-01 (Ntotal: 26 ind; Nmédio: $8,7 \pm 1,3$) e PM-02 (Ntotal: 25 ind; Nmédio: $8,3 \pm 2,6$). Os menores valores foram registrados entre nos pontos estuarinos PE-01, PE-02 e PE-03 (Ntotal: 0 ind; Nmédio: 0 ± 0) (área estuarina do rio Barra Nova). A campanha do período seco apresentou padrão semelhante com os maiores valores sendo observados no ambiente marinho (PM-05 e PM-04) e os menores na região estuarina (PE-02 e PE-03), porém com os valores encontrados no período seco (agosto/2013) sendo

menores que no chuvoso, em novembro/2013. Desta forma, o número total de organismos em fevereiro/2014 (período chuvoso (estuário e marinho)) foi menor ao encontrado em agosto/2013 (período seco) (Estuário: 34ind.; Marinho: 219ind; Ntotal: 253ind) e novembro/2013 (Estuário: 68ind.; Marinho: 416ind; Ntotal: 484ind) (Gráfico 5-10 e Gráfico 5-11; Tabela 5-8 e Tabela 5-9).



A



B

Gráfico 5-10: Número total de indivíduos(N) por grande grupo (Filos) coletado em agosto/2013 (seco) e dezembro/2013 (chuvoso) no ambiente estuarino (A) e marinho (B) ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

O número de espécies apresentou variação semelhante ao número de indivíduos, com os maiores valores sendo encontrados nos pontos amostrais marinhos (PM-06: Stotal: 19; Smédio: $8,0 \pm 2,1$, PM-01: Stotal: 19; Smédio: $7,3 \pm 0,9$, PM-02: Stotal: 16; Smédio: $7,0 \pm 1,5$ e PM-07: Stotal: 17; Smédio: $9 \pm 1,7$), e os menores no estuário (PE-01, PE-02 e PE-03: Stotal: 0; Smédio: 0). No ambiente marinho os pontos amostrais com os menores valores de espécies foram PM-09 (Stotal: 7; Smédio: $3,0 \pm 1,0$), PM-08 (Stotal: 8; Smédio: $2,7 \pm 1,3$) e PM-03 (Stotal: 6; Smédio: $2,7 \pm 0,7$) (Gráfico 5-12; Tabela 5-8 e Tabela 5-9).

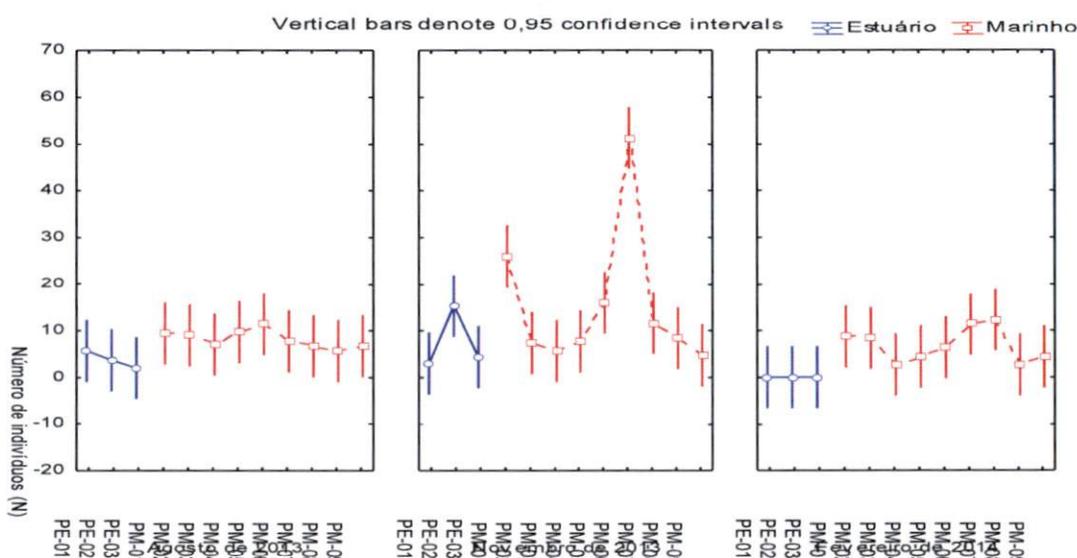


Gráfico 5-11: Valores médios de número de indivíduos (N) do zoobentos coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

De maneira geral os maiores valores do número de espécies do estuário e marinho foram encontrados na campanha do período chuvoso de novembro/2013, com a característica dos pontos localizados mais próximos a costa terem apresentado os menores valores entre os pontos de amostragem do ambiente marinho, enquanto no estuário foi observado uma tendência de aumento de número de espécies do PE-01 para PE-03, diferentemente ao encontrado na campanha do período seco (agosto/2013), quando as maiores médias foram

observadas no ponto PE-01, enquanto os valores na campanha de fevereiro/2014 foram iguais a zero (0,0) para os pontos do estuário (**Gráfico 5-12; Tabela 5-8 e Tabela 5-9**).

Quanto aos valores para os pontos da região marinha, a campanha de fevereiro/2014 apresentou características semelhantes às encontradas em novembro/2013 para o número de espécies, com os menores sendo observados nos pontos mais próximos a costa (PM-03 e PM-09) e os maiores nos pontos controle (PM-01 e PM-02) e próximos a monobóia (PM-06 e PM-07) (**Gráfico 5-12; Tabela 5-8 e Tabela 5-9**).

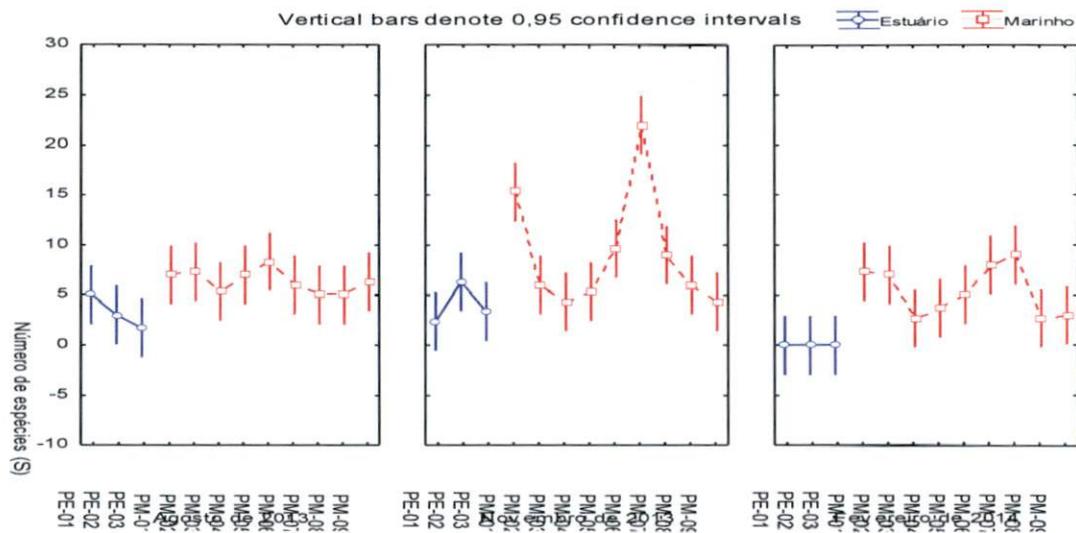


Gráfico 5-12: Valores médios de número de espécies (S) do zoobentos coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

Os valores de densidade (ind/m^2) apresentaram características semelhantes aos valores médios do número de espécies e indivíduos, em relação aos ambientes (estuário e marinho), pontos e campanhas (seco x chuvoso) (**Gráfico 5-13**).

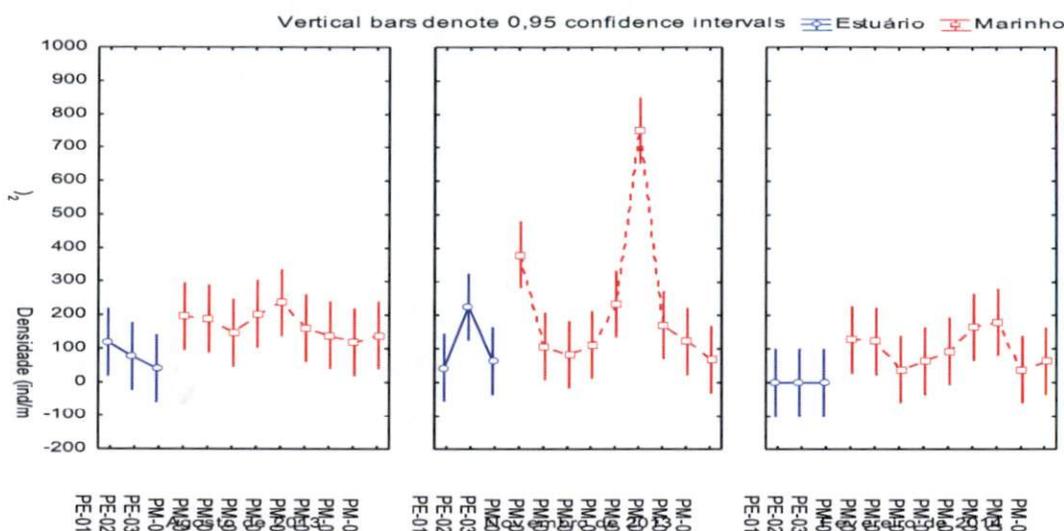


Gráfico 5-13: Valores médios de densidade (ind/m²) do zoobentos coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba..

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 táxons para quaisquer grupos encontrados na atual campanha, enquanto na área marinha, PM-06 e PM-07, e os pontos controle (PM-01 e PM-02) apresentaram os maiores valores para o número de espécies e indivíduos nos pontos de amostragem ao longo da área de influência marinha da monobóia (**Gráfico 5-9** e **Tabela 5-8** e **Tabela 5-9**).

Em relação a variação encontrada quanto ao número de indivíduos, espécies e densidade entre os pontos nas regiões estuarina e marinha, verifica-se que os dados encontrados para a atual campanha (fevereiro/2014) foram semelhantes dentro da região estuarina (ANOVA $p > 0,05$) e significativamente diferentes na área de influência marinha da monobóia, com PM-01, PM-02 e PM-06 e PM-07 apresentando valores médios significativamente maiores aos demais pontos de amostragem (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 5-8** e **Tabela 5-9**). Em relação aos períodos (seco (agosto/2013) x

chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014)) 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/2013 e fevereiro/2014 para agosto/2013, indicando uma variação na abundância e ocorrência da fauna entre os períodos e regiões.

A comunidade bentônica na campanha do período chuvoso apresentou dentro do grupo Polychaeta, as espécies *Lumbrineris coccinea* (14ind.), *L. latreilli* (5ind.), *Magelona* sp1. (8ind.), *Aedicira* sp. (8ind.), *Parandalia* sp. (8ind.), *Paraprionospio pinnata* (6ind.) e *Kinbergonuphis* sp. (6ind.) e como os organismos com os maiores valores para a campanha, sendo encontrados somente no ambiente marinho. Os pontos PM-01 (6ind.) e PM-06 (14ind.) apresentaram os maiores valores para *Lumbrineris coccinea*, *Magelona* sp1 e *Kinbergonuphis* sp. (5ind.), enquanto para demais foram os pontos PM-07 e PM-08 (Tabela 5-8).

Além dos poliquetos citados acima, o gastrópode *Olivella minuta* (Link, 1807), o Filo Nemertea também apresentaram altos valores de ocorrência dentro da comunidade, com os maiores valores sendo encontrados no ambiente marinho, com o filo Nemertea sendo o táxon mais abundante dentro da comunidade bentônica encontrada na campanha de fevereiro/2014, e seu maior valor sendo encontrado no PM-02 (6ind.) (Tabela 5-8).

A comunidade em fevereiro/2014, semelhante ao observado em novembro/2013 foi caracterizada pela elevada ocorrência de espécies com baixa abundância (≤ 3 ind.), representando aproximadamente 75% do total de espécies encontrados nas regiões avaliadas na atual campanha (Tabela 5-8).

Tabela 5-8: 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 (fevereiro/2014).

		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
Annelida														
Classe Polychaeta														
Fam. Phyllodocidae	<i>Mystides</i> sp. Théel, 1879	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
	<i>Phyllodoce mucosa</i> Örsted, 1843	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Fam. Sphaerodoridae	<i>Ephsiopsis guayanae</i> Hartman & Fauchald, 1971	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Fam. Goniadidae	<i>Goniadides carolinae</i> Day, 1973	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Fam. Glyceridae	<i>Glycera oxycephala</i> Ehlers, 1887	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
	<i>Glycera dibranchiata</i> (Ehlers, 1869)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Fam. Syllidae	<i>Syllis</i> sp. Lamarck, 1818	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Exogone brevi antennata</i> Hartmann-Schröder, 1959	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Fam. Hesionidae	<i>Hesion</i> sp. Savigny in Lamarck, 1818	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Fam. Spionidae	<i>Paraprionospio pinnata</i> (Ehlers, 1901)	0	0	0	0	0	0	0	1	2	0	0	3	6

Continua...

Tabela 5-8 (Continuação): 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 (fevereiro/2014).

	<i>Prionospio steenstrupi</i> (Malmgren, 1867)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
	<i>Laonice</i> sp. (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	0	0	0	0	1
Fam. Onuphidae	<i>Onuphis eremita oculata</i> Hartman, 1951	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1	0	0	3
	<i>Nothria</i> sp. Malmgren, 1866	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	0	0	3
	<i>Kinbergonuphis</i> sp. Fauchald, 1982	0	0	0	0	0	0	0	0	5	1	0	0	6
	<i>Diopatra dextrognatha</i> Paxton & Bailey-Brock, 1986	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2
Fam. Eunicidae	<i>Eunice</i> sp. (Cuvier, 1817)	0	0	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	4
Fam. Magelonidae	<i>Magelona</i> sp1. F. Müller, 1858	0	0	0	1	1	0	0	0	5	1	0	0	8
	<i>Magelona</i> sp2. F. Müller, 1859	0	0	0	0	1	1	0	0	1	0	0	0	3
Fam. Nereididae	<i>Neanthes brucea</i> Lana & Sovierzovsky, 1987	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	2
	<i>Nereis broa</i> Lana & Sovierzovsky, 1987	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Fam. Paraonidae	<i>Aedicira</i> sp. (Hartman, 1957)	0	0	0	1	1	0	1	0	1	4	0	0	8
	<i>Cirrophorus</i> sp. Ehlers, 1908	0	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	3

Tabela 5-8 (Continuação): 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 (fevereiro/2014).

		Estuário			Marinho					Total Geral				
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05		PM-06	PM-07	PM-08	PM-09
Annelida														
Classe Polychaeta														
Fam. Lumbrineridae	<i>Lumbrineris coccoinea</i> (Renier, 1804)	0	0	0	6	0	0	0	4	1	3	0	0	14
	<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin & Milne Edwards, 1834	0	0	0	1	0	1	0	0	0	3	0	0	5
Fam. Pilargidae	<i>Sigambra</i> sp. Müller, 1858	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
	<i>Parandalia</i> sp. Emerson & Fauchald, 1971	0	0	0	0	0	2	1	0	0	0	1	4	8
Fam. Orbiniidae	<i>Orbinia</i> sp. (Quatrefages, 1865)	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	4
	<i>Scoloplos</i> sp. Blainville, 1828	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1

Continua...




Coordenador da
Equipe




Técnico Responsável

Relatório
C603-DT25

Revisão 00
Maio/ 2014

Tabela 5-8 (Continuação): 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 (fevereiro/2014).

Fam. Nephtyidae	<i>Aglaophamus</i> sp. (Kinberg, 1865)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
Fam. Capitellidae	<i>Notomastus</i> sp. (Sars, 1850)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Fam. Maldanidae	<i>Lumbriclymene</i> sp. Sars, 1872	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
Fam. Cirratulidae	<i>Tharyx</i> sp. (Webster & Benedict, 1887)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Fam. Trochochaetidae	<i>Disoma</i> sp. (Ørsted, 1844)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Fam. Pectinoridae	<i>Amphictene</i> sp. Savigny, 1818	0	0	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	3
Fam. Polynoidae	<i>Harmothoe</i> sp. Kinberg, 1856	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
Fam. Sigalionidae	<i>Sthenelabella</i> sp. (Moore, 1910)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Annelida N-total		0	0	0	19	8	5	4	10	26	24	5	9	110
Arthropoda														
SubFilo Crustacea														
Ordem Amphipoda														
Fam. Ampeliscidae	<i>Ampelisca</i> sp. (Krøyer, 1842)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Fam. Platyischnopidae	<i>Eudevenopus gracilipes</i> (Schellenberg, 1931)	0	0	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	3
Fam. Ischyroceridae	<i>Erichthonius</i> sp. Milne-Edwards, 1830	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Fam. Synopiidae	<i>Syrrhoe</i> sp. Goës, 1866	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Continua...

Tabela 5-8 (Continuação): 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 (fevereiro/2014).

Ordem Isopoda														
Fam. Aegidae	<i>Rocinela signata</i> Schioedte & Meinert, 1879	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ordem Tanaidacea														
Fam. Apseudidae	<i>Apseudes</i> sp. (Leach, 1814)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Tabela 5-8 (Continuação): 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 (fevereiro/2014).

		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	Geral
Arthropoda														
SubFilo Crustacea														
Ordem Cumacea														
Fam. Bodotriidae	<i>Bodotria</i> sp. (Goodsir, 1843)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Ordem Decapoda														
Fam. Sergestidae	<i>Acetes</i> sp. (H. Milne Edwards, 1830)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	2
Fam. Alpheidae	<i>Alpheus</i> sp. (Fabricius, 1798)	0	0	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	4

Continua...

Tabela 5-8 (Continuação): 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 (fevereiro/2014).

Fam. Axidae	<i>Calastacus spinosus</i> Coelho, 1973	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	1	3
Fam. Xantidae	<i>Panopeus americanus</i> Saussure 1857	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	3
Fam. Pinnotheridae	<i>Pinnixa sayana</i> Stimpson, 1860	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2
Fam. Leucosiidae	<i>Persephona punctata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Arthropoda N-total		0	0	0	5	6	0	2	3	2	2	1	3	24
Mollusca														
Classe Bivalvia														
Fam. Corbulidae	<i>Corbula swiftiana</i> C. B. Adams, 1852	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	0	0	4
	<i>Corbula contracta</i> (Say, 1822)	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Fam. Nuculidae	<i>Nucula semiornata</i> d'Orbigny, 1846	0	0	0	0	1	2	1	0	0	0	0	0	4
Fam. Arcidae	<i>Anadara ovalis</i> (Bruguière, 1789)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
Fam. Veneridae	<i>Dosinia</i> sp.	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Classe Gastropoda														
Fam. Olividae	<i>Olivella minuta</i> (Link, 1807)	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	1	0	5
Fam. Terebridae	<i>Duplicaria gemmulata</i> (Kiener, 1839)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Classe Scaphopoda														
Fam. Dentaliidae	<i>Paradentalium americanum</i> (Chenu, 1843)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Mollusca N-total		0	0	0	1	3	3	5	1	1	2	1	1	18

Tabela 5-8 (Continuação): 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 (fevereiro/2014).

		Estuário		Marinho									Total Geral	
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08		PM-09
Echinodermata														
Classe Ophiuroidea	Ophiuroidea	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3	1	0	5
Classe Holoturoidea														
Fam. Synaptidae	<i>Leptosynapta</i> sp. (Verrill, 1867)	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
	Echinodermata N-total	0	0	0	0	2	0	0	0	1	3	1	0	7
Sipuncula														
Fam. Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma</i> sp. Leuckart, 1828	0	0	0	0	0	0	0	1	0	3	0	0	4
Nemertea														
	Nemertea	0	0	0	1	6	0	2	4	4	3	0	0	20
	N-Total	0	0	0	26	25	8	13	19	34	37	8	13	183
	S-Total	0	0	0	19	16	6	9	12	19	17	8	7	62

5.4.2 Diversidade e equitabilidade

Os índices ecológicos da comunidade na campanha do período chuvoso foram baixos para a área estuarina, principalmente para a diversidade e equitabilidade, uma vez que foram encontradas valores médios de $0,0 \text{ bits.ind}^{-1}$ e $J': 0,0$ para os pontos PE-01, PE-03 e PE-02, o que resultou nos maiores valores de diversidade e equitabilidade encontrado para a região do estuário do rio Barra Nova entre as campanhas avaliadas (**Tabela 5-9; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15**).

Os pontos PE-02 e PE-03 apresentaram valores médios maiores na campanha do período chuvoso em novembro/2013, quando comparados ao seco (agosto/2013) e a atual campanha (fevereiro/2014), porém entre as campanhas foram encontradas diferenças significativas para os valores de diversidade e equitabilidade somente do PE-02 entre as campanhas de novembro/2013 e fevereiro/2014 (ANOVA – $p < 0,05$).

A região estuarina não apresentou diferenças significativas entre os pontos, em relação aos valores de diversidade e equitabilidade nos períodos chuvosos (ANOVA – $p > 0,05$) (**Tabela 5-9**).

Os maiores valores médios para os índices entre os pontos da região marinha, na atual campanha (chuvosa: fevereiro/2014), foram encontrados em PM-07 ($H': 2,08 \text{ bits.ind}^{-1}$), PM-06 ($H': 1,94 \text{ bits.ind}^{-1}$), PM-01 ($H': 1,90 \text{ bits.ind}^{-1}$) e PM-02 ($H': 1,83 \text{ bits.ind}^{-1}$) para diversidade, e PM-03 ($J': 1,00 \pm 0,00$) e PM-04 ($J': 0,98 \pm 0,01$) para a equitabilidade. Os menores valores de equitabilidade e diversidade foram encontrados nos pontos PM-08 ($J': 0,67 \pm 0,33$; $H': 0,92 \text{ bits.ind}^{-1}$) e PM-09 ($J': 0,90 \pm 0,05$; $H': 0,92 \text{ bits.ind}^{-1}$) (**Tabela 5-9; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15**).

Os pontos localizados na região mais rasa e próxima à costa apresentaram os menores valores de diversidade (PM-03 e PM-09) durante as campanhas do período chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014), diferentemente ao encontrado na campanha do período seco (agosto/2013), no qual os menores

valores de diversidade da área marinha foram observados nos pontos localizados próximos a monobóia (PM-06 e PM-07) e PM-03 e PM-08 (Tabela 5-9; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15).

Os pontos amostrais PM-07 e PM-08 e controles (PM-01 e PM-02) apresentaram valores significativamente superiores aos demais pontos na campanha do período chuvoso em fevereiro/2014, principalmente quanto a diversidade (ANOVA $p < 0,05$). Os valores de equitabilidade não foram significativamente diferentes entre os pontos citados anteriormente (ANOVA $p > 0,05$) (Tabela 5-9).

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/2014, com diferenças significativas para o ambiente marinho (ANOVA $p < 0,05$) (Tabela 5-9; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15).

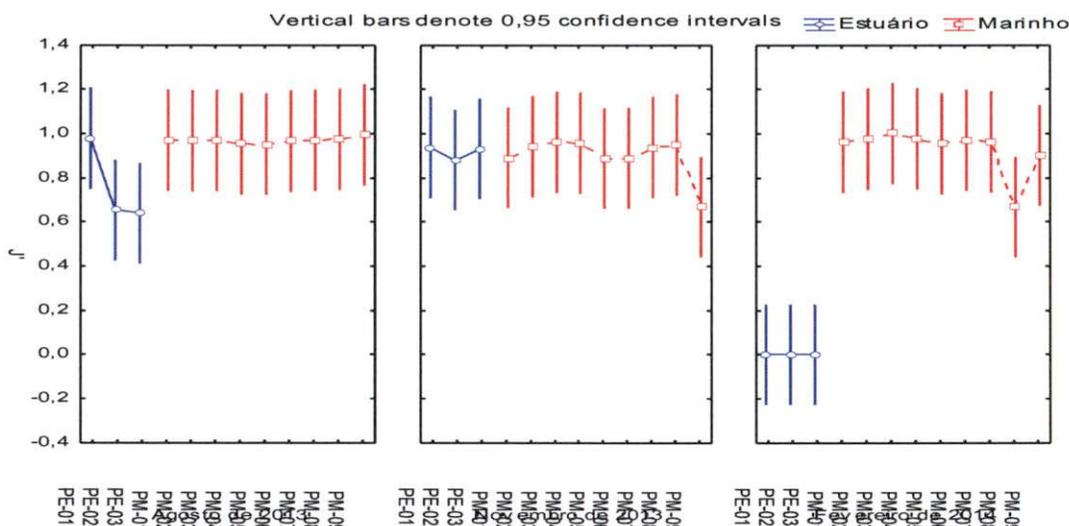


Gráfico 5-14: Valores médios de Equitabilidade (J') coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

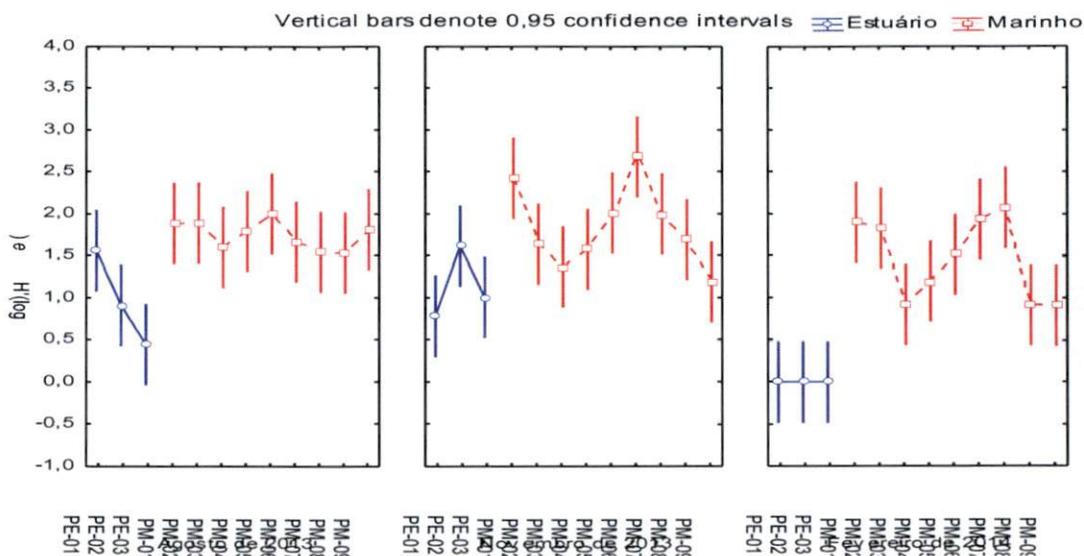


Gráfico 5-15: Valores médios de Diversidade coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

Tabela 5-9: Valores médios (X) e erro padrão (EP) dos índices da comunidade: Riqueza (S), número de indivíduos (N), Densidade (ind/m²), Equitabilidade (J') e Diversidade (H'), coletados em agosto/2013 (seco), novembro/2013 (chuvoso) e fevereiro/2014 (chuvoso) no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

Período	Ambiente	S		N		Densidade (ind/m ²)		J'		H'(loge)		
		X	EP	X	EP	X	EP	X	EP	X	EP	
Seca (Ago/13)	Estuário	PE-01	5,0	0,6	5,7	0,7	118,8	13,9	0,97	0,01	1,56	0,12
		PE-02	3,0	1,0	3,7	1,5	76,9	30,4	0,65	0,33	0,91	0,45
		PE-03	1,7	0,3	2,0	0,6	41,9	12,1	0,63	0,32	0,44	0,22
	Marinho	PM-01	7,0	0,6	9,3	0,7	195,7	14,0	0,97	0,00	1,88	0,08
		PM-02	7,3	1,5	9,0	1,7	188,7	36,3	0,97	0,00	1,89	0,19
		PM-03	5,3	0,7	7,0	1,2	146,8	24,2	0,97	0,00	1,61	0,14
		PM-04	7,0	1,7	9,7	2,2	202,7	45,8	0,95	0,02	1,80	0,27
		PM-05	8,3	1,3	11,3	1,2	237,6	25,2	0,95	0,02	2,00	0,16
		PM-06	6,0	1,5	7,7	2,7	160,7	55,9	0,97	0,02	1,67	0,21
Chuvosa (Nov/13)	Estuário	PE-01	2,3	0,3	3,0	0,6	44,0	8,5	0,93	0,06	0,78	0,16
		PE-02	6,3	0,3	15,3	3,8	224,9	55,1	0,88	0,04	1,62	0,03
		PE-03	3,3	1,3	4,3	1,5	63,6	21,3	0,93	0,06	1,00	0,38
	Marinho	PM-01	15,3	0,9	26,0	5,3	381,2	77,6	0,89	0,04	2,42	0,13
		PM-02	6,0	1,5	7,3	1,2	107,5	17,6	0,94	0,04	1,64	0,28
		PM-03	4,3	0,9	5,7	1,7	83,1	24,4	0,96	0,02	1,37	0,18
		PM-04	5,3	0,9	7,7	1,8	112,4	25,9	0,96	0,02	1,58	0,17
		PM-05	9,7	1,2	16,0	0,6	234,6	8,5	0,89	0,03	2,01	0,18
		PM-06	22,0	5,2	51,3	15,8	752,7	231,3	0,89	0,01	2,68	0,20
Chuvosa (Fev/14)	Estuário	PE-01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
		PE-02	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
		PE-03	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,00	0,00	0,00
	Marinho	PM-01	7,3	0,9	8,7	1,3	127,1	19,6	0,96	0,03	1,90	0,13
		PM-02	7,0	1,5	8,3	2,6	122,2	38,2	0,97	0,03	1,83	0,22
		PM-03	2,7	0,7	2,7	0,7	39,1	9,8	1,00	0,0	0,92	0,23
		PM-04	3,7	0,9	4,3	1,2	63,5	17,6	0,98	0,01	1,20	0,26
		PM-05	5,0	0,6	6,3	0,9	92,9	12,9	0,95	0,01	1,52	0,10
		PM-06	8,0	2,1	11,3	4,1	166,2	60,1	0,97	0,02	1,94	0,21
	PM-07	9,0	1,7	12,3	3,0	180,8	43,4	0,96	0,00	2,08	0,19	
	PM-08	2,7	1,3	2,7	1,3	39,1	19,6	0,67	0,33	0,92	0,46	
	PM-09	3,0	1,0	4,3	0,9	63,5	12,9	0,90	0,05	0,92	0,32	

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 as estações estuarinas das marinhas nas duas campanhas chuvosas (novembro/2013 e fevereiro/2014) em relação a seca (agosto/2013), indicando que os ambientes apresentaram composição e abundância distintas da fauna (PERMANOVA; $p > 0,05$). Porém, os pontos de amostragem do estuário, devido à baixa abundância e ocorrência de espécies não apresentaram dissimilaridade significativamente distintas dentro de cada campanha (PERMANOVA; $p > 0,05$) (**Tabela 5-10, Tabela 5-11; Figura 5-4**).

Desta forma, diferenças significativas na composição e abundância da fauna no ambiente estuarino, foram encontradas somente para o fator período (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 5-11 a Tabela 5-13**).

Os pontos de amostragem da região marinha apresentaram diferenças significativas somente no período chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014), com os pontos controle (PM-01 e PM-02) e do entorno da monobóia (PM-05, PM-06 e PM-07) apresentando diferenças para os pontos PM-08 e PM-09, e com tendência para PM-03 e PM-04, conforme demonstrado no *n*MDS e corroborado pela PERMANOVA (**la 5-14**) (**Figura 5-4**).

Desta forma, a formação de grupos do ambiente marinho na campanha do período chuvoso, seguiu uma tendência quanto à proximidade e localização em relação à linha de praia, onde os pontos mais próximos formaram um grupo e os pontos controle e os mais afastados, associados diretamente à estrutura da monobóia, formaram o segundo grupo, tendo estes pontos apresentado diferença significativa quanto a composição da fauna (PERMANOVA –**la 5-14**) (**Figura 5-4**).

Entre os períodos foram encontradas diferenças significativas dentro de cada região, porém para o estuário do rio Barra Nova, PE-02 demonstrou valores significativos entre as campanhas ago/13 x nov/13 e de nov/13 x fev/2014, enquanto PE-01 e PE-03 foram diferentes somente entre ago/13 x fev/14 para PE-01, e nov/13 x fev/14 em relação a PE-03 (PERMANOVA $p < 0,05$). No ambiente marinho foram encontradas diferenças significativas entre os períodos agosto/2013 (seco) e novembro/2013 (chuvoso), corroboradas pela PERMANOVA, para os pontos de amostragem PM-01, PM-02, PM-05, PM-06, PM-08 e PM-09. Entre os meses de agosto/2013 e fevereiro/2014 foram encontradas diferenças significativas somente para PM-05, enquanto entre os meses do período chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014) as maiores diferenças foram observadas no PM-02 (PERMANOVA $p < 0,05$) (Tabela 5-13 e Tabela 5-15; Figura 5-4).

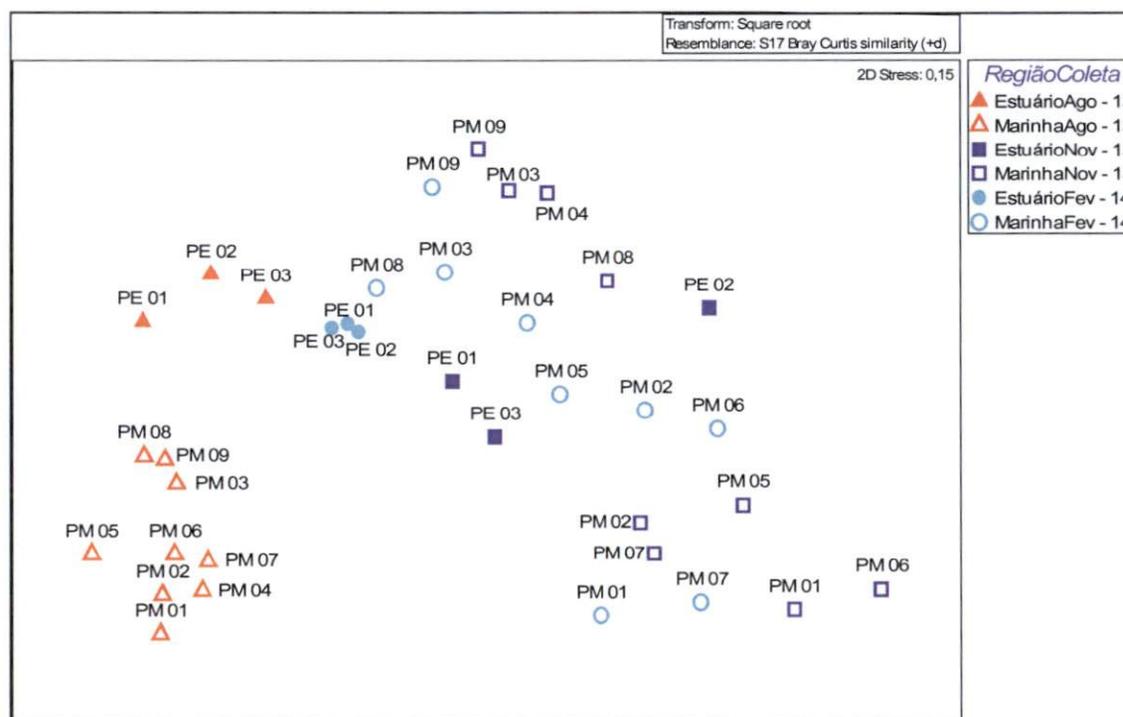


Figura 5-4: Valores da análise multivariada da distribuição espacial da comunidade entre os pontos de amostragem do estuário (PE-01; PE-02 e PE-03) e do ambiente marinho (PM-01, PM-02, PM-03, PM-04; PM-05, PM-06, PM-07, PM-08 e PM-09) na área de influência do Terminal

Norte Capixaba, durante as campanhas do período seco (agosto/2013) e chuvoso (dezembro/2013 e fevereiro/2014).

A análise de SIMPER demonstrou que os grupos formados entre as áreas estuarina e marinha entre as campanhas de agosto/2013 e novembro/2013, 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 (seco x chuvoso: 100% - estuário e 92% marinho) pela análise de SIMPER, foram determinados pelos maiores valores de abundância média *Lumbrineris latreilli*, *Nemertea*, *Magelona* sp1 e *Magelona* sp2, *Parandalia* sp., *Capitella capitata*, *Exogone breviantennata* e *Paraprionospio pinnata*, *Spiophanes bombyx* na campanha do período chuvoso (novembro/2013), além dos maiores valores de riqueza de espécies e número de indivíduos em relação a campanha do período seco (agosto/2013), que também apresentou espécies de ocorrência restrita a campanha e ambiente, como Nematoda e os espionídeos *Boccardiella* sp. e *Scolelepis squamata*, demonstrando que a ocorrência exclusiva de espécies Mollusca e Annelida nos ambientes marinhos e entre os períodos, foi determinante para as dissimilaridades significativas encontradas entre os pontos, ambiente, períodos e a interação entre estes fatores. Padrão semelhante foi observado entre as campanhas de agosto/2013 e fevereiro/2014, com a campanha de agosto/2013 apresentando maior abundância, porém com fevereiro/2014 demonstrando maior riqueza em relação a agosto/2013 porém com maior semelhança a novembro/2013.

Em relação a dissimilaridade entre os pontos no estuário, os pontos PE-01 e PE-02 apresentaram as maiores dissimilaridade entre os períodos seco x chuvoso, com o SIMPER demonstrando média de 100%, estando estes valores médios associados principalmente a variação nos valores de abundância média entre os períodos de *Nemertea*, *Heteromastus similis*, *Nephtys fluviatilis*, *Parandalia* sp., *Capitella* sp, *Orbinia* sp., *Notomastus* sp. e Nematoda, com as diferenças

encontradas entre agosto/2013, novembro/2013 para fevereiro/2014 associadas a ausência de organismos na área estuarina na campanha atual.

A análise de SIMPER entre os grupos formados pelos pontos amostrais marinhos, significativamente diferentes pela análise da PERMANOVA no período chuvoso (fevereiro/2014), demonstrou que os maiores percentuais de dissimilaridades foram entre PM-02 e PM-09 (100%), 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, Crustacea e Nemertea), como por exemplo as variações na abundância e ocorrência dos poliquetos *Paraprionospio pinnata*, *Parandalia* que apresentaram maiores valores de abundância em PM-09, e *Cirrophorus*, *Magelona* que apresentaram maiores valores de abundância em PM-06, entre os grupos marinhos, e além do PM-09 ter apresentado menores valores de riqueza de espécies e abundância de indivíduos.

Tabela 5-10: Resultados da análise PERMANOVA da endofauna entre as áreas (Estuário x Marinha), formados pelos pontos de amostragem na região marinha e estuário, avaliando a composição da fauna na área de influência do Terminal Norte Capixaba (TNC) entre os períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

Grupos	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Estuário				
Ago - 13 x Nov - 13	2,5147	0,0002	8173	0,0001
Ago - 13 x Fev - 14	3,3259	0,0002	256	0,0002
Nov - 13 x Fev - 14	3,2758	0,0001	254	0,0001
Marinha				
Ago - 13 x Nov - 13	3,6275	0,0001	9902	0,0001
Ago - 13 x Fev - 14	3,4112	0,0001	9908	0,0001
Nov - 13 x Fev - 14	1,8453	0,0003	9922	0,0008
Estuário x Marinha				
Ago - 13 x Ago - 13	2,7589	0,0001	9934	0,0001
Nov - 13 x Nov - 13	2,0911	0,0001	9912	0,0001
Fev - 14 x Fev - 14	2,6342	0,0001	9880	0,0001

Tabela 5-11: Resultados da análise PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem, períodos (seco e chuvoso) nos ambientes e respectivas interações. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo

Fator	df	F	Unique perms	p(MC)
Região	5	7,8412	9793	0,0001
Coleta	2	9,0501	9872	0,0001
Ponto	35	2,5737	9618	0,0001

Tabela 5-12: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem estuarino nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo

	Agosto de 2013				Novembro de 2013				Fevereiro de 2014			
	Únique				Únique				Únique			
	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)
PE-01 x PE-02	0,588	1	10	0,783	1,011	0,393	10	0,419	-	-	-	-
PE-01 x PE-03	0,408	1	10	0,928	1,272	0,221	10	0,23	-	-	-	-
PE-02 x PE-03	0,697	0,801	10	0,705	1,456	0,112	10	0,131	-	-	-	-

Tabela 5-13: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna dos pontos de amostragem estuarino entre os períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

	Únique			
	t	P(perm)	perms	P(MC)
Ago/13 x Nov 2013				
PE-01	1,5829	0,1042	10	0,100
PE-02	2,0766	0,1025	10	0,029
PE-03	1,4583	0,0992	10	0,130
Ago/13 x Fev/14				
PE-01	2,1091	0,1005	4	0,039
PE-02	2,1632	0,1016	4	0,060
PE-03	1,1033	0,0982	4	0,345
Nov/13 x Fev/14				
PE-01	1,8116	0,1004	4	0,092
PE-02	2,9071	0,1005	4	0,008
PE-03	2,1969	0,0991	4	0,047

Tabela 5-14: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem marinhos nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

	Agosto de 2013				Novembro de 2013				Fevereiro de 2014			
	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	0,347	1,000	10	0,949	1,578	0,109	10	0,091	1,386	0,100	10	0,157
PM-01 x PM-03	0,908	0,806	10	0,514	1,688	0,114	10	0,062	1,662	0,103	7	0,067
PM-01 x PM-04	0,541	1,000	10	0,856	1,704	0,101	10	0,062	1,410	0,102	10	0,148
PM-01 x PM-05	0,724	1,000	10	0,720	1,107	0,216	10	0,344	0,945	0,703	10	0,480
PM-01 x PM-06	0,443	1,000	10	0,912	1,138	0,207	10	0,312	1,229	0,102	10	0,229
PM-01 x PM-07	-	-	-	-	0,873	0,785	10	0,559	1,219	0,199	10	0,249
PM-01 x PM-08	0,624	0,789	10	0,789	1,757	0,098	10	0,054	1,407	0,099	7	0,137
PM-01 x PM-09	1,355	0,204	10	0,177	2,155	0,100	10	0,02	1,564	0,096	10	0,093
PM-02 x PM-03	0,896	0,901	10	0,543	1,584	0,090	10	0,108	1,729	0,108	10	0,062
PM-02 x PM-04	0,358	1,000	10	0,954	1,641	0,087	10	0,069	1,245	0,192	10	0,244
PM-02 x PM-05	0,842	0,912	10	0,570	1,290	0,218	10	0,218	1,200	0,201	10	0,264
PM-02 x PM-06	0,369	1,000	10	0,963	1,386	0,191	10	0,154	1,141	0,192	10	0,298
PM-02 x PM-07	-	-	-	-	1,057	0,433	10	0,376	1,559	0,099	10	0,096
PM-02 x PM-08	0,813	0,821	10	0,610	1,852	0,079	10	0,046	1,472	0,102	10	0,109
PM-02 x PM-09	1,201	0,227	10	0,254	1,918	0,113	10	0,042	1,761	0,096	10	0,052
PM-03 x PM-04	0,595	1,000	10	0,846	0,919	0,494	10	0,53	1,306	0,306	7	0,201
PM-03 x PM-05	0,792	0,803	10	0,633	1,520	0,117	10	0,089	1,709	0,098	7	0,071
PM-03 x PM-06	0,809	0,887	10	0,644	1,575	0,108	10	0,087	1,788	0,104	7	0,051
PM-03 x PM-07	0,609	1,000	10	0,816	1,368	0,092	10	0,156	2,055	0,098	7	0,025

Tabela 5-14 (continuação): Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem marinhos nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

	Agosto de 2013				Novembro de 2013				Fevereiro de 2014			
	t	P(perm)	Unique perms	p(MC)	t	P(perm)	Unique perms	p(MC)	t	P(perm)	Unique perms	p(MC)
PM-03 x PM-08	0,813	0,813	10	0,613	1,141	0,303	10	0,296	1,067	0,500	8	0,366
PM-03 x PM-09	0,562	1,000	10	0,847	1,082	0,528	10	0,346	1,232	0,204	10	0,249
PM-04 x PM-05	0,906	0,498	10	0,485	1,503	0,102	10	0,118	1,148	0,293	10	0,305
PM-04 x PM-06	0,559	1,000	10	0,849	1,480	0,096	10	0,131	1,306	0,102	10	0,202
PM-04 x PM-07	0,230	1,000	10	0,987	1,481	0,087	9	0,102	1,560	0,097	10	0,097
PM-04 x PM-08	0,829	0,614	10	0,559	0,773	0,892	10	0,661	1,015	0,501	10	0,417
PM-04 x PM-09	1,021	0,391	10	0,410	1,288	0,177	10	0,215	1,396	0,095	10	0,164
PM-05 x PM-06	0,525	1,000	10	0,890	1,144	0,286	10	0,302	1,212	0,098	10	0,253
PM-05 x PM-07	0,723	0,802	10	0,662	1,022	0,515	10	0,381	1,446	0,102	10	0,145
PM-05 x PM-08	0,496	1,000	10	0,899	1,439	0,104	10	0,144	1,303	0,102	10	0,191
PM-05 x PM-09	1,004	0,394	10	0,428	1,901	0,099	10	0,036	1,354	0,201	10	0,181
PM-06 x PM-07	0,262	1,000	10	0,985	1,070	0,294	10	0,361	1,156	0,295	10	0,295
PM-06 x PM-08	0,506	1,000	10	0,900	1,748	0,097	10	0,053	1,453	0,099	10	0,120
PM-06 x PM-09	0,897	0,823	10	0,551	2,003	0,106	10	0,029	1,559	0,102	10	0,098
PM-07 x PM-08	0,596	0,901	10	0,803	1,604	0,093	10	0,077	1,687	0,097	10	0,066
PM-07 x PM-09	0,965	0,700	10	0,464	1,867	0,118	10	0,042	2,008	0,094	10	0,032
PM-08 x PM-09	0,859	0,703	10	0,575	1,673	0,108	10	0,062	1,066	0,403	10	0,376

Tabela 5-15: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna dos pontos de amostragem marinhos entre os períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Ago x Nov 2013				
PM-01	2,0393	0,095	10	0,018
PM-02	1,6895	0,12	10	0,05
PM-03	1,2482	0,114	7	0,208
PM-04	1,2748	0,084	10	0,222
PM-05	2,0652	0,098	10	0,018
PM-06	1,7316	0,094	10	0,052
PM-07	1,2736	0,099	7	0,193
PM-08	1,7414	0,103	10	0,058
PM-09	1,8279	0,107	10	0,036
Ago/13 x Fev/14				
PM-01	1,626	0,0993	10	0,070
PM-02	1,5739	0,1006	10	0,088
PM-03	1,4183	0,0973	7	0,138
PM-04	1,4132	0,0982	10	0,147
PM-05	1,8665	0,0997	10	0,041
PM-06	1,598	0,1001	10	0,074
PM-07	1,5448	0,1017	10	0,094
PM-08	1,3193	0,0968	7	0,183
PM-09	1,6585	0,1045	10	0,067
Nov/13 x Fev/14				
PM-01	1,5591	0,0944	10	0,086
PM-02	1,741	0,1018	10	0,059
PM-03	0,94206	0,6079	10	0,482
PM-04	1,0341	0,2936	10	0,402
PM-05	1,5937	0,1007	10	0,085
PM-06	1,3432	0,1001	10	0,172
PM-07	1,1967	0,202	10	0,266
PM-08	1,3795	0,1032	10	0,164
PM-09	1,1291	0,4012	10	0,324

As diferenças encontradas na estrutura da comunidade em relação a formação de grupos pelos pontos de amostragem, ambiente e período apresentadas pela análise de similaridade (*n*MDS) entre as campanhas, dentre outros fatores estão correlacionadas com as características granulométricas do sedimento, que irão determinar a estrutura 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 (seco (agosto/2013) x chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014):

- quanto à associação com o percentual de lama e areia muito fina com a fauna presente no ambiente marinho do período seco (*Paraprionospio pinnata*, *Scolelepis squamata*, *Dispio*, *Hemipodia simplex*, *Namalycastis* sp., *Neanthes bruaca* e *Magelona* sp.), além da separação dos pontos do ambiente estuarino entre os períodos, com o estuário no período seco apresentando relação com lama e areia muito fina, tendo como espécies características *Nephtys fluviatilis*, *Namalycastis*, *Boccardiella* e *Heteromastus similis*;
- enquanto o estuário em novembro/2013 (período chuvoso) apresentou maior relação com areia média e grossa, indicando o efeito da maior vazão do rio, modificando a estrutura do sedimento e consequentemente da comunidade, que apresentou *Capitella capitata*, *Orbinia* sp., *Notomastus* sp. e *Nemertea* como fauna característica. Fevereiro/2014 apresentou padrão semelhante a novembro/2013, porém não foram encontradas espécies nos pontos.
- O ambiente marinho do período chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014) apresentou pontos que variaram de areia fina a muito grossa, tendo sido encontrado fauna correlacionada com estas frações granulométricas, como *Goniadides carolinae*, *Lumbrineris latreilli*, *Syllis* sp., *Aedicira* sp.; *Magelona* ssp., *Exogone brevi antennata*, *Paraprionospio pinnata*, *Glycera oxycephala*, *Ophelia* sp., *Lumbrineris oxycephala*, *Spiophanes bombyx*, *Typosyllis* sp., *Diopatra dextrognatha*, *Eunice* sp., *Leptosynapta* sp., *Mooreonuphis* sp., *Kinbergonuphis* sp., *Ophiuroidea* e *Phascolosoma* sp..

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 66,76%. O teste de Monte Carlo

demonstrou correlação significativa do eixo 1 ($p=0,007$) e eixo 2 ($p=0,002$) entre os critérios citados, indicando que a fauna estaria dentre outros fatores, respondendo diretamente as diferenças na granulometria entre os grupos formados pelos pontos de amostragem, podendo ser uma característica da associação com o hidrodinamismo nos ambientes estudados e distanciamento da costa, principalmente para os períodos chuvosos. O eixo 1 indicou a separação entre períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014), enquanto o eixo 2 está separando as regiões (estuário x marinha), indicando que o ambiente apresentou diferenciação granulométrica em relação aos períodos e regiões (**Figura 5-5**).

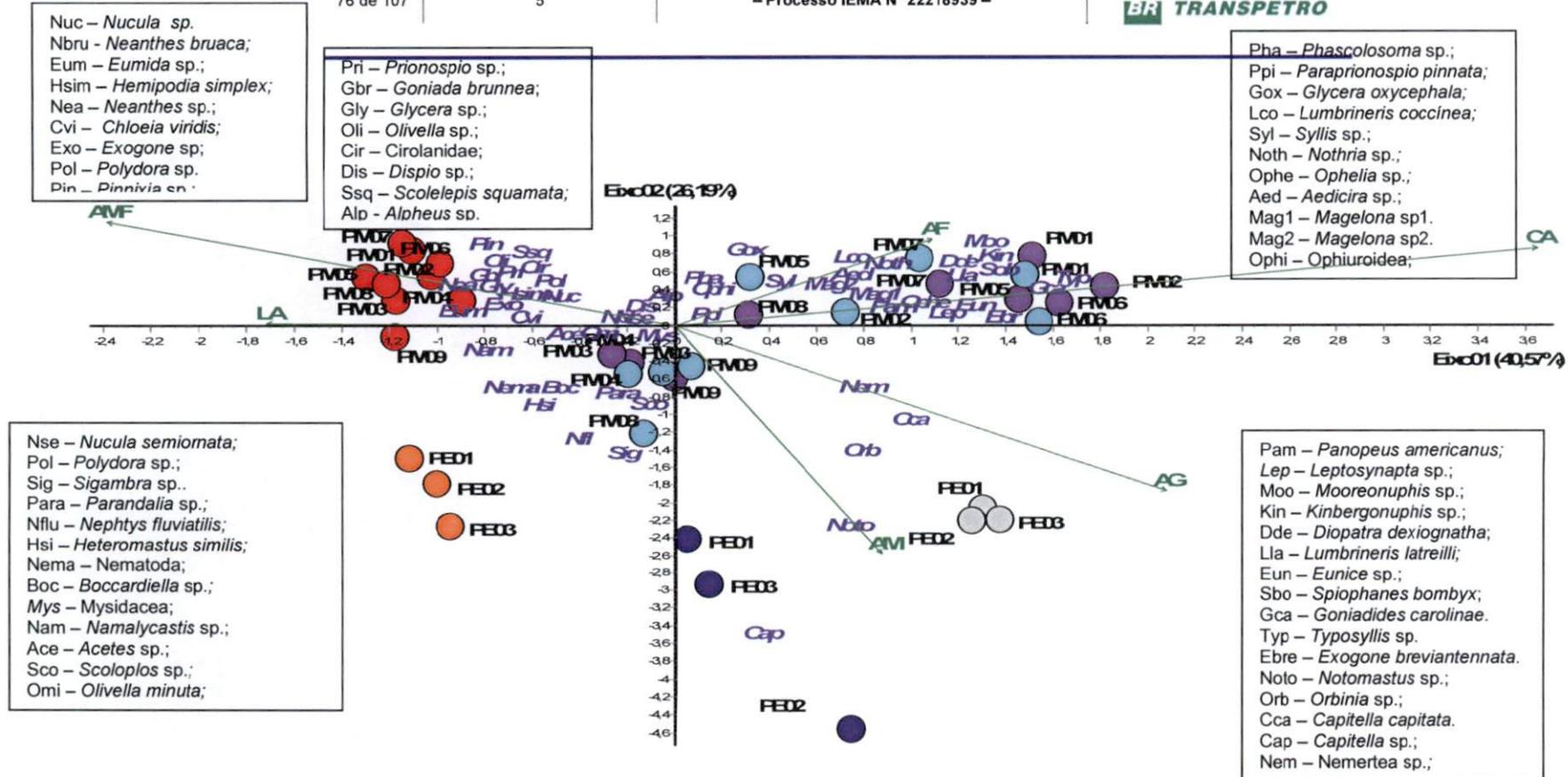


Figura 5-5: Análise de Correlação Canônica (CCA) entre os dados de granulometria e abundância dos principais organismos (85% indivíduos) do zoobentos de fundo inconsolidado na área de influência do Terminal Norte Capixaba nos períodos seco (agosto/2013) e chuvoso (dezembro/2013 e fevereiro/2014). (Legenda: AMF – areia muito fina; AF – areia fina, AM – areia média, AG – areia grossa, CA – cascalho; LAMA – lama. ● Marinho (ago/13); ● Marinho (nov/13); ● Marinho (fev/14); ● Estuário (ago/13); ● Estuário (nov/13); Estuário (fev/14); * - 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 maneira 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 de amostragem da área marinha, apresentando padrão semelhante ao encontrado em 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 com uma redução do número de indivíduos e táxons na atual campanha quando comparado com as campanhas iniciais referidas, principalmente novembro de 2013.

Quanto à característica da dominância de poliquetos nos pontos do estuário do rio Barra Nova nas campanhas de agosto/2013 e novembro/2013, com características de influências da salinidade, também foi encontrado na Ria de Aveiro (Portugal) por RODRIGUES *et al.* (2011), estudando os padrões de biodiversidade bêntica, os quais também encontraram Polychaeta como grupo dominante, 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 observa-se aumento no número de indivíduos, semelhante ao encontrado entre as campanhas de agosto/2013 (seco) e novembro/2013 (chuvoso), onde foram observados um grande aumento no número de espécies e indivíduos no período chuvoso, porém diferente para fevereiro/2014, uma vez que nesta última campanha não foram encontrados organismos nos pontos do estuário.

Esta variação na abundância da fauna no período chuvoso, durante o mês de fevereiro/2014, pode ser uma resposta do forte período de chuvas que antecedeu as 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.

Em estuários tropicais, a macrofauna bentônica é composta principalmente por crustáceos e poliquetos (GAMBI *et al.*, 1997). A classe Polychaeta não raro 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), sendo os táxons observados na atual campanha, também estiveram presentes nos trabalhos desenvolvidos por estes autores .

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).

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), o que poderia explicar as diferenças na composição e abundância 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, *Capitella capitata*, *Notomastus* sp, *Paraprionospio pinnata*, *Heteromastus similis*, *Hemipodia simplex* e *Scolecopsis squamata* 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/2013 e novembro/2013, como observado por FILHO *et al* (2006), estudando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos de região estuarina no rio Caeté. Desta forma, a característica apresentada quanto à composição da comunidade na região estuarina seguiu o padrão também encontrado em outros estudos, com o PE-02 apresentando ocorrência e dominância de espécies com características de ambiente sob influência de despejo orgânico, tendo como característica o maior número de espécies e abundância durante o período chuvoso em novembro/2013 para o ambiente estuarino.

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 inconsolidados (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 nas campanhas de novembro/2013 e fevereiro/2014 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/2013 e fevereiro/2014), onde os menores valores foram encontrados nas áreas mais rasas próximas a costa.

Segundo GIANGRANDE *et al.* (1994), a alta diversidade dos poliquetos está provavelmente relacionada às diferentes estratégias de alimentação e hábitos de vida que este grupo pode apresentar. Ainda em relação ao grupo Polychaeta, foi verificado que o padrão de ocorrência de indivíduos observados nessa campanha 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 *Magelona* e *Lumbrineris* com maiores abundâncias, corroborando os dados encontrados para o atual estudo na campanha do período chuvoso nas campanhas de novembro/2013 e fevereiro/2014, uma vez que estes táxons estão entre os mais abundantes na duas campanhas.

Destaca-se, porém, que no atual estudo, Crustacea não apresentou elevados valores de indivíduos e de espécies, 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 no atual estudo para campanha do período chuvoso, porém estes organismos são mais sensíveis a mudanças ambientes, tais como a mudança abrupta de hidrodinamismo, resultando em alterações na composição da fauna, como observado para fevereiro/2014.

Magelonidae pode apresentar grande número de organismos em sedimento com partículas finas predominando, além de também, por serem oportunistas, podem, 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 (BRAGA *et al.*, 2011).

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 entre a composição da comunidade e a granulometria e salinidade dos locais (principalmente em regiões próximas a desembocadura de rios), além de observar 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) encontrou em áreas com mistura de areia com silte, 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* e *Capitella*) e predadores (*Lumbrineris* e *Goniadides caroliniae*) em

áreas com areia grossa, fina e lama, padrão semelhante ao encontrado por LOPES dos SANTOS & PIRES-VANIN (2004) em enseadas de Ubatuba.

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 e campanhas de amostragem ao longo do período estudado.

O mesmo foi observado por ANGONESI *et al.* (2006), avaliando a comunidade de macroinvertebrados bentônicos de áreas de descarte de material dragado, proveniente de estuário da Lagoa dos Patos. Os autores observaram que o sedimento era predominante de silte argila (sedimento fino), sendo a Família Magelonidae como um dos grupos dominantes. CARRASCO & MORENO (2006) em área próxima a desembocadura do estuário, com grande influência e instabilidade provocada por fatores físicos naturais, também encontraram *Magelona* como organismo dominante.

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) 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), o que foi observado nas campanhas de novembro/2013 e fevereiro/2014 (período chuvoso), uma vez que os pontos com maiores valores de diversidade foram localizados nas áreas mais fundas e com maior heterogeneidade de sedimento, diferente ao observado na campanha do período seco, que foi caracterizado por altos valores de lama e menores índices de diversidade, riqueza e abundância, em relação a campanha de novembro/2013, nos pontos localizados nas áreas mais próximas a monobóia, com exceção do PM-05. Entretanto, os efeitos da heterogeneidade do sedimento podem variar de acordo com o taxa e a resolução taxonômica (THISTLE, 1983).

Vale ressaltar que os pontos mais próximos a monobóia apresentaram os maiores valores de diversidade na região marinha para as duas campanhas do período chuvoso, enquanto para o período seco os mesmos demonstraram os valores baixos, com exceção de PM-05, o que poderia indicar uma interferência natural ou antrópica na estrutura da comunidade, uma vez que após um distúrbio (natural ou antrópico) a colonização do ambiente acontecerá por organismos oportunistas (LABRUNE *et al.*, 2007; BARRIO FROJÁN *et al.*, 2012; PACHECO *et al.*, 2012).

Desta forma, verifica-se que durante o período seco os maiores valores de diversidade foram encontrados nos pontos marinhos controle (PM01 e PM-02) e PM-05, e os menores nos pontos próximos a região da monobóia (exceto o PM-05). Para o período chuvoso estas características foram invertidas, indicando que a comunidade estaria sob a maior ação do hidrodinamismo, uma vez que os menores valores dos índices de estrutura da comunidade foram observados

próximo a costa, ou seja, na região mais rasa e com maior ação de ondas e correntes. Assim, a atividade/estrutura poderia estar proporcionando maiores alterações na estrutura da comunidade durante o período seco.

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. 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. 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), um dos fatores que poderia explicar este padrão de composição diferenciado encontrado para as campanhas do período chuvoso, quando comparada com a campanha do período seco do TNC (agosto/2013) (APLYSIA, 2013).

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.

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, dentre elas *Magelona*, relacionando que, 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 nas áreas controle e 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 alteração 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. CONDERAÇÕES FINAIS

A partir das análises dos resultados encontrados na presente campanha de monitoramento, pode-se concluir que:

- As análises geoquímicas dos parâmetros cádmio, mercúrio e HTP apresentaram concentrações abaixo do limite mínimo de detecção do método de medição indicando a ausência deste compostos químicos ou valores pouco significativos em termos de impacto ambiental.
- Os demais parâmetros: chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco; 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 concentrações de metais (chumbo, cobre, cromo, níquel e zinco) próximos a monobóia foram comparativamente menores aos demais pontos de monitoramento marinho, indicando ausência de interferência do empreendimento sobre a qualidade do sedimento.
- Análise estatística dos dados de granulometria corroborou com a identificação dos processos hidrodinâmicos do ambiente estuarino e marinho, enquanto a análise estatística dos dados físico-químicos evidenciou, uma correlação positiva entre teor de lama e 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 observados durante o período chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/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 fevereiro/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/2013) e as campanhas do período chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014). 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;

- Os pontos do estuário e os da região marinha mais próximos da Monobóia (com exceção do PM-05) apresentaram os menores valores para os índices de estrutura da comunidade durante o período seco, demonstrando assim certo grau de interferência do rio e possivelmente da atividade antrópica na comunidade bentônica, enquanto no período chuvoso (novembro/2013 e fevereiro/2014) o hidrodinamismo foi o 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 foram similares aos observados em novembro/2013 e em trabalhos realizados na região, porém inferiores aos encontrados na campanha de agosto/2013 (APLYSIA, 2013), principalmente para a região estuarina, indicando o efeito das fortes chuvas sobre o ambiente.
- A granulometria do ambiente interferiu na estrutura da comunidade bentônica da área estudada, semelhante ao observado em trabalhos anteriormente desenvolvidos na região, porém com os pontos próximos a Monobóia (com exceção do PM-05), durante o período de seca, apresentando os menores valores para os índices de estrutura da comunidade, evidenciando que a mesma é influenciada pela sazonalidade do hidrodinamismo.
- Não foram encontradas espécies raras, exóticas ou ameaçadas de extinção.

- Como espécies bioindicadoras no ambiente estuarino podem ser indicadas as famílias Capitellidae (*Capitella capitata*, *Notomastus sp* e *Heteromastus similis*), além da família Spionidae (*Paraprionospio pinnata*). Para o ambiente marinho, além dos crustáceos anfípodos, seriam indicados principalmente como bioindicadores os gêneros *Magelona* e *Lumbrineris*.
- Os resultados do presente programa de monitoramento possibilitaram o cumprimento dos objetivos propostos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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. **Araça: biodiversidade, impactos e ameaças**. Biota Neotrop, 10(1): 219-264. 2010.

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.

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.

APHA: Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater - 19 th, Baltimore, 1995.

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.

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.

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

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.

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. & 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.

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.

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.

CHAPMAN, D. Water Quality Assessments: a guide to the use of biota, sediments and water in environmental monitoring. 2 ed., Cambridge: UNESCO/WHO/UNEP, 1998.

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

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

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente, Resolução nº 454, de 01 de novembro de 2012, Ministério do Meio Ambiente. Disponível em: "www.mma.gov.br", Acesso: Outubro. 2013.

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.** Hydrobiologia, 191: 189-198p. 1990.

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

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

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

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.

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.

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

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.

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.

GODOI, A. F. L.; FAVORETO, R.; SANTIAGO-SILVA, M. **Contaminação ambiental por compostos organoestânicos.** Química Nova, Vol. 26, n. 5, 708-716, 2003

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

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 macrobentic communities of Ubatuba bay, southeastern Brazilian coast**. *Brazilian Journal of Oceanography*. 52: 59-73p. 2004.

Macroinvertebrates (eds D.M. Rosenberg & V.H. Resh). Chapman & Hall, London. 1-9. 1993.

MAGALHÃES Jr., A. P. A situação do monitoramento das águas no Brasil – Instituições e Iniciativas. RBRH - Revista Brasileira de Recursos Hídricos. Vol.5, nº 3, Jul./Set. 2000, p. 113-115. Porto Alegre/RS: ABRH, 2000.

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 Hydrocarbons in Soil at Mcmurdo Station, Antarctica,** *The Science of Total Environment*, v. 65, pp. 299. 1999.

MCCAIVE, I. N. & SYVITSKI, J. P. M. 1991. 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, p. 3-21.

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 Caraguatubá, 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.

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

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.

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

PESQUISADORES da UFF estudam alga para combater a bioincrustação: Laurencia obtusa contém substância com ampla ação anti-incrustante. FAPERJ Notícias, Rio de Janeiro, janeiro de 2003, p. 10-11, 2003.

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.

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

PORTO, M. F. A. Estabelecimento de Parâmetros de Controle de Poluição. In: PORTO, R. L. L. et al. (Org.). Hidrologia ambiental. São Paulo-SP: Editora da Universidade de São Paulo: Associação Brasileira de Recursos Hídricos: v. 3, 1991. p. 373-390.

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, D.M. & RESH, V. H. **Introduction to freshwater biomonitoring and benthic macroinvertebrates.** Freshwater Biomonitoring and Benthic ROSENBERG, R. **Benthic marine fauna structured by hydrodynamic processes and food availability.** Neth. J. Sea Res., v. 34: 303-317p. 1995.

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

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

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

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 – pragmatismal 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

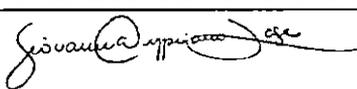
CTA – Serviços em Meio Ambiente Ltda.

CRBio: 208-02.

CTEA: 34773983

Profissional	Alessandro Trazzi Biólogo, Mestre em Engenharia Ambiental.
Empresa	CTA
Registro no Conselho de Classe	CRBio 21.590-02
Função	Coordenação Geral
Assinatura	

Profissional	Marcos Eugênio Pires de Azevedo Lopes Engenheiro Agrônomo, Mestre e Doutor em Engenharia Ambiental
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
Registro no Conselho de Classe	CREA AL 6816/D
CTEA	35684801
Função	Gerente de Licenciamento Ambiental
Assinatura	

Profissional	Giovanna Cypriano Lage Bióloga, Esp. em Gestão Ambiental
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
Registro no Conselho de Classe	CRBio 38.858/02
CTEA	52542980
Função	Subgerente de Licenciamento Ambiental
Assinatura	

Profissional	Christian V. Pedruzzi Eng. Ambiental, Oceanógrafo, Msc. Eng. Ambiental
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
Registro no Conselho de Classe	ES-032682/D
CTF	1032609
CTEA	63597934
Função	Coordenador de Monitoramento Ambiental / Responsável Técnico
Assinatura	<i>Christian Varconcellos Pedruzzi</i>

Profissional	Fabício Saleme de Sá Biólogo, Mestre em Biologia Animal
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente Ltda.
Registro no Conselho de Classe	CRBio 24568/D02
Função	Responsável Técnico
Assinatura	<i>Fabício Saleme de Sá</i>

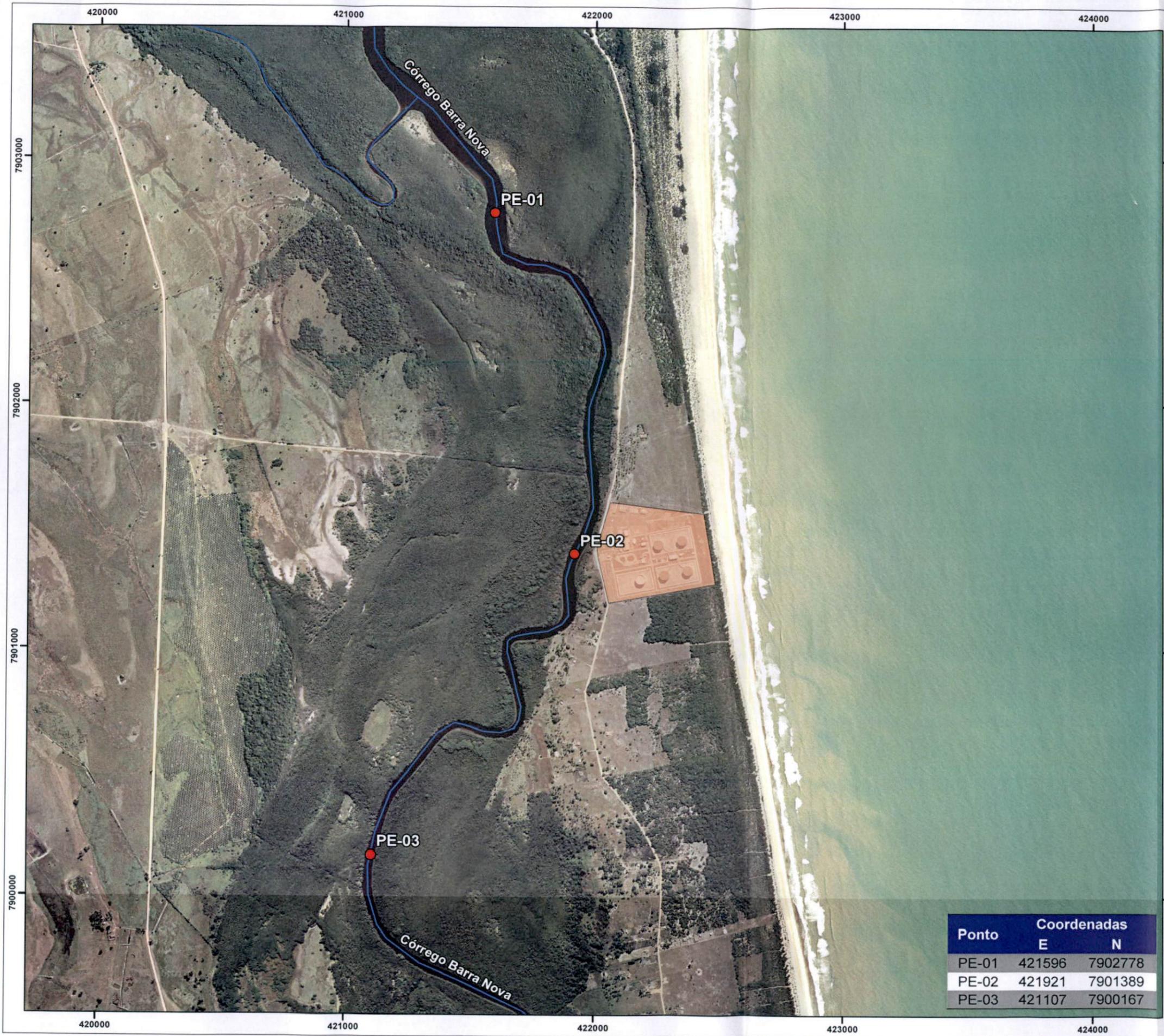
Profissional	Felipe Luis Tozetti
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
Registro no Conselho de Classe	CRBio 71731
Função	Coordenador de Campo
Assinatura	<i>Felipe Tozetti</i>

Profissional	Dyoh Tokunaga Engenharia Ambiental
Empresa	CTA – Serviços em Meio Ambiente
CTF	4949990
Função	Analista Ambiental Treinee - Co Elaboração
Assinatura	<i>Dyoh Tokunaga</i>

9. ANEXOS

Anexo I

Mapa de localização dos pontos de Ictiofauna.



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



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:



Anexo II

Mapa de localização dos pontos de Carcinofauna.



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 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: 1:25.000

Folha: 01 de 01 Local: São Mateus - ES

Papel: A3 Nº: C603-MA05

Cliente: Execução:

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



Anexo III

Laudos laboratoriais referente as campanhas de Agosto e novembro de 2013 de
Fevereiro de 2014.

Em mídia digital

Anexo IV

Anotações de Responsabilidades Técnicas - ART



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

CREA-ES

ART de Obra ou Serviço
0820140008393

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES

ART Individual

1. Responsável Técnico

CHRISTIAN VASCONCELLOS PEDRUZZI

Título profissional: ENGENHEIRO AMBIENTAL

Empresa contratada:

RNP: 0812388240

Registro: ES-032682/D

Registro: 999999



2. Dados do Contrato

Contratante: CTA-SERVIÇOS EM MEIO AMBIENTE

Rua: AV. SATURNINO RANGEL MAURO

Complemento:

Cidade: VITÓRIA

Telefone: (27) 3345-4222

Valor do Contrato/Honorários: R\$ 2.000,00

CPF/CNPJ: 39793153000179

Nº: 283

Bairro: PONTAL DE CAMBURI

UF: ES

CEP: 29062030

Vinculado à ART:

Tipo de contratante:

3. Dados da Obra/Serviço

Rua: TNC, ESTRADA CAMPO GRANDE KM 08, BARRA NOVA

Complemento:

Cidade: São Mateus

Data de início: 01/09/2013

Previsão de término: 30/06/2017

Nº:

Quadra:

Lote:

UF: ES

CEP: 99999999

Coordenadas Geográficas: ,

Código:

Proprietário: PETROBRAS TRANSPORTE S.A. - TRANSPETRO

CPF/CNPJ:

4. Atividade Técnica

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

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

PARTICIPAÇÃO:

NATUREZA: 103 - AUTORIA

NÍVEL: 104 - EXECUÇÃO

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

TIPO DA OBRA/SERVIÇO: 100 - NENHUM

PROJETO(S)/SERVIÇO(S): 8 - PROJETO DE PROTEÇÃO AMBIENTAL

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 CAPIXABA (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 especial 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

Vitória, 28 de maio de 2014

Local

data

Christian Vasconcellos Pedruzzi
CHRISTIAN VASCONCELLOS PEDRUZZI - CPF: 09277949715

Alexandro Truzzi
Diretor Técnico
CBO 2155002

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 ou www.confes.org.br

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

www.creaes.org.br creaes@creaes.org.br
tel: (27) 3134-0046 art@creaes.org.br



CREA-ES