

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
Novembro/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 às campanhas de fevereiro, maio e agosto 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.....	19
4.3	GRANULOMETRIA E COMPOSIÇÃO	19
4.4	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	24
4.5	COMUNIDADE ZOOBENTÔNICA DE FUNDO INCONSOLIDADO ...	24
5.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	28
5.1	GEOQUÍMICA DO SEDIMENTO.....	28
5.1.1	Cádmio Total e Mercúrio Total.....	29
5.1.2	Chumbo Total.....	29
5.1.3	Cobre Total	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 ...	47
5.4.1	Aspectos taxonômicos e abundância	47
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 inconsolidado	78
6.	CONDERAÇÕES FINAIS	88
7.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	91
8.	EQUIPE TÉCNICA	106
9.	ANEXOS	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 4-1: Demonstração da coleta de sedimento com draga de <i>Petersen</i> , durante campanha de agosto/2014.....	18
Figura 5-1: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de fevereiro/2014.....	38
Figura 5-2: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de maio/2014.	39
Figura 5-3: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de agosto/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 de agosto/2014, fevereiro/2014 e maio/2014.....	67
Figura 5-5 A e B: Análise de Correlação Canônica (CCA) entre os dados de granulometria e abundância dos organismos do zoobentos de fundo inconsolidado estuarino na área de influência do Terminal Norte Capixaba nas campanhas de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014. (Legenda: AMF – areia muito fina; AF – areia fina, AM – areia média, AG – areia grossa, CA – cascalho; LAMA – lama. ● - fev/14; ● - maio/14; ⊙ - ago/14; * - espécies encontradas; → - fatores edáficos (granulometria). As siglas e suas respectivas espécies estão identificadas nos quadros presentes na CCA.	77

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.	22
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).	23
Tabela 4-3: Escala qualitativa para a descrição do grau de seleção dos sedimentos segundo Folk & Ward (1957).	23
Tabela 4-4: Escala qualitativa utilizada na descrição do grau de assimetria dos sedimentos segundo Folk & Ward (1957).	23
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 fevereiro/2014.	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 maio/2014.	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 agosto/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 Mann-Whitney.	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: Análise estatística comparativa entre as campanhas, independente da coleta ter sido no estuário ou no mar e P-Valor do teste de Mann-Whitney....	46
Tabela 5-9: Análise estatística comparativa entre as campanhas, independente da coleta ter sido no estuário ou no mar e P-Valor do teste de Mann-Whitney....	46
Tabela 5-10: Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba (agosto/2014).....	56
Tabela 5-11: 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 fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.	64
Tabela 5-12: 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) nos meses de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.....	69
Tabela 5-13: 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 5-14: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem estuarino nos meses de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.....	70
Tabela 5-15: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna dos pontos de amostragem estuarino entre os meses de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014.. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.....	70
Tabela 5-16: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem marinhos nos meses de fevereiro/2014,	

maio/2014 e agosto/2014. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo. 71

Tabela 5-17: 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 fevereiro, maio e agosto de 2014.....	29
Gráfico 5-2: Concentração de Cobre Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de fevereiro, maio e agosto de 2014.....	30
Gráfico 5-3: Concentração de Cromo Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de fevereiro, maio e agosto de 2014.....	31
Gráfico 5-4: Concentração de Níquel Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de fevereiro, maio e agosto de 2014.....	32
Gráfico 5-5: Concentração de Zinco Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de fevereiro, maio e agosto de 2014.....	33
Gráfico 5-6: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de fevereiro de 2014.	35
Gráfico 5-7: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de maio de 2014.....	35
Gráfico 5-8: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de agosto de 2014.....	36
Gráfico 5-9: Abundância relativa (%) total dos principais grandes grupos de organismos da comunidade bentônica associada ao sedimento marinho e estuarino (A - Total geral: fev/14, maio/14 e ago/14; e B - Total de agosto/2014).	48
Gráfico 5-10: Número total de indivíduos(N) por grande grupo (Filo) coletado em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 no ambiente estuarino (A) e marinho (B) ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.	50
Gráfico 5-11: Valores médios de número de indivíduos (N) do zoobentos coletados em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.	51
Gráfico 5-12: Valores médios de número de espécies (S) do zoobentos coletados em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 no ambiente estuarino e marinho ao	

longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.	52
Gráfico 5-13: Valores médios de densidade (ind/m ²) do zoobentos coletados em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba	53
Gráfico 5-14: Valores médios de Equitabilidade (J') coletados em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 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 fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 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 amostragem de sedimento estuarino.

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

Anexo III: Laudos laboratoriais referente as campanhas de fevereiro, maio e agosto 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 fevereiro, maio e agosto 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 em fevereiro, maio e agosto 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 estão apresentadas na **Tabela 3-1** abaixo.

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

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

As campanhas para coleta de sedimento foram realizadas conforme descrito na **Tabela 3-1**.

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

Campanha	Data das coletas
Fevereiro/2014	12
Maio/2014	7 e 9
Agosto/2014	1 e 2

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 agosto/2014.

4.2 GEOQUÍMICA DO SEDIMENTO

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

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

Os resultados das campanhas de fevereiro, maio e agosto 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 e 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 8.0 e a classificação dos parâmetros foi realizada de acordo com Folk & Ward (1957) e Folk (1974). A média traz informações sobre o tamanho dos sedimentos e da energia do meio durante o transporte e a deposição (Folk & Ward, 1957). O desvio padrão (**Tabela 4-3**) é uma medida de dispersão e informa o grau de seleção, sendo que a dispersão dos sedimentos em torno da média indica uma menor seletividade do meio e variações na energia do ambiente deposicional. A assimetria (**Tabela 4-4**) permite avaliar a contribuição das frações finas e grossas na composição dos sedimentos. A assimetria é positiva quando a contribuição das frações finas é mais importante e negativa quando as frações mais grossas são predominantes (Suguio, 1973). A curtose (**Tabela 4-5**) retrata o grau de agudez e a dispersão nas curvas de distribuição informando sobre as condições do fluxo durante a deposição dos sedimentos. Para a textura, os sedimentos foram classificados com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho.

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

Tamanho do sedimento		Profundidade da coleta (cm)	Tempo para a coleta			
Phi (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	8m 29s	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 entre as campanhas, foi aplicado o teste de Mann-Whitney. Os valores apresentados nas tabelas de resultados estatísticos são as médias, medianas e desvio padrões dos pontos amostrados, além do P-valor do teste. Foi considerado significância de 5% para rejeição da hipótese de igualdade nos testes. As estatística referentes a variável criada pelo 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 isópodas; RIOS (1994) para os moluscos; TOMMASI (1970) para os equinodermos e AMARAL, RIZZO, ARRUDA (2006a) para os grupos Annelida (Polychaeta), Mollusca (Polyplacophora e Bivalvia) e Echinodermata (Classe Ophiuroidea).

Os resultados das campanhas de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/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 PERMANNOVAs 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 PERMANNOVAs foram transformados utilizando raiz quadrada. A detecção de diferenças significativas entre fatores foi seguida pelo cálculo das porcentagens de similaridade (SIMPER) para identificar os táxons que mais contribuíram (75%) para as dissimilaridades. As análises multivariadas foram realizadas utilizando o pacote estatístico PRIMER versão 6 (CLARKE & WARWICK, 2001; CLARKE *et al.*, 2006).

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

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

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

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 GEOQUÍMICA DO SEDIMENTO

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

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

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

5.1.1 Cádmió Total e Mercúrio Total

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

5.1.2 Chumbo Total

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

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



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

5.1.3 Cobre Total

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

Na comparação entre campanhas, nos pontos estuarinos a campanha de fevereiro apresentou as menores concentrações com pouca variação em relação a campanha de agosto. Nos pontos marinhos, nas 3 campanhas apresentaram pouca variação da concentração. Em relação aos pontos marinhos e estuarinos, nota-se a menor concentração nos pontos estuarinos, conforme mostra o **Gráfico 5-2**.



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

5.1.4 Cromo Total

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

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

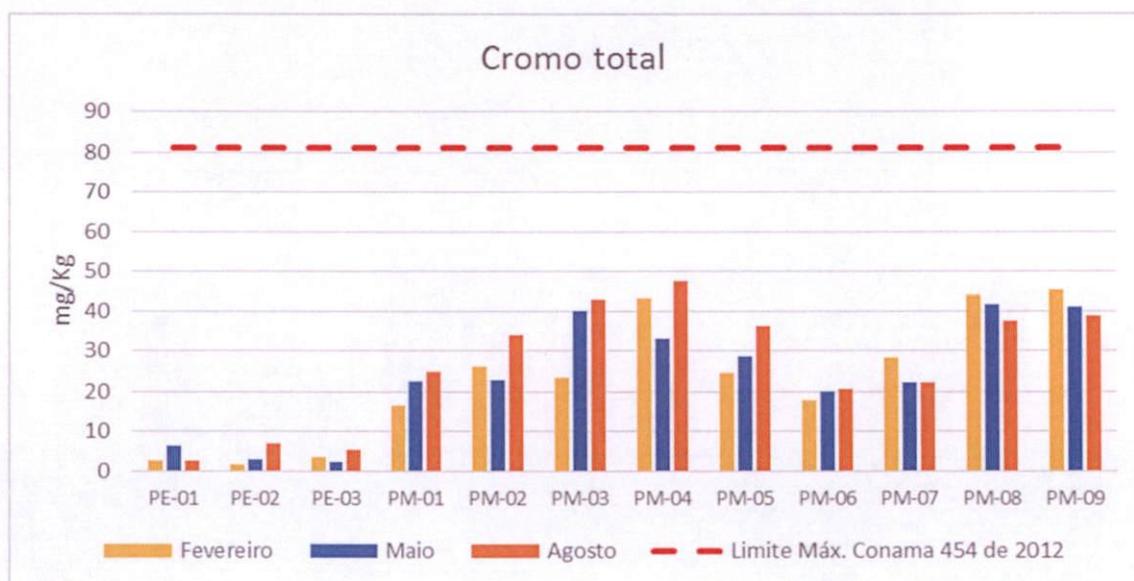


Gráfico 5-3: Concentração de Cromo Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de fevereiro, maio e agosto de 2014.

5.1.5 Níquel Total

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

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



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

5.1.6 Zinco Total

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

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

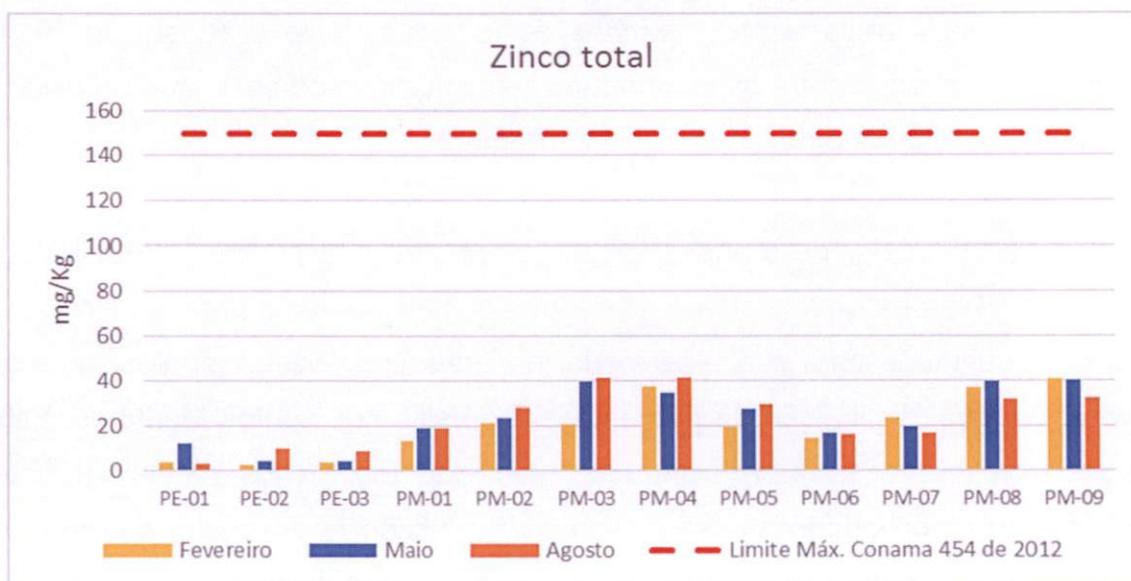


Gráfico 5-5: Concentração de Zinco Total no sedimento estuarino e marinho nas campanhas de fevereiro, maio e agosto de 2014.

5.1.7 Hidrocarbonetos Totais do Petróleo (HTP)

As concentrações das séries de HTP no sedimento, nas campanhas de fevereiro, maio e agosto 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 nos pontos PE01, PE02 e PE03 uma predominância de areia nas campanhas de fevereiro, maio e agosto de 2014, nota-se a semelhança entre as campanhas com classes modais de areia grossa a areia fina predominando ao longo do monitoramento.

Nos pontos Marinheiros, de maneira geral, observa-se nos pontos PM03, PM04, PM08 e PM09 a predominância de silte e nos demais pontos a predominância de areia com destaque para a classe modal de areia fina. Nestes pontos, nota-se ainda a eventual diminuição da percentagem de silte nos pontos Marinheiros. Este fato possivelmente está relacionado com os fenômenos oceanográficos predominantes no período amostral, através da influência de ondas e correntes provenientes de frentes frias, carreando as pequenas partículas.

Fevereiro 2014

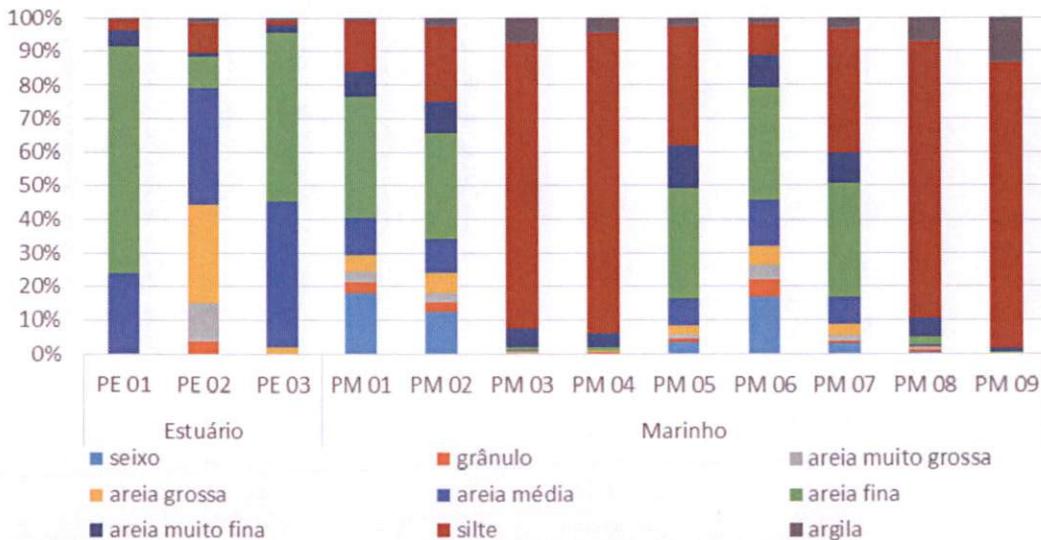


Gráfico 5-6: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de fevereiro de 2014.

Maio 2014

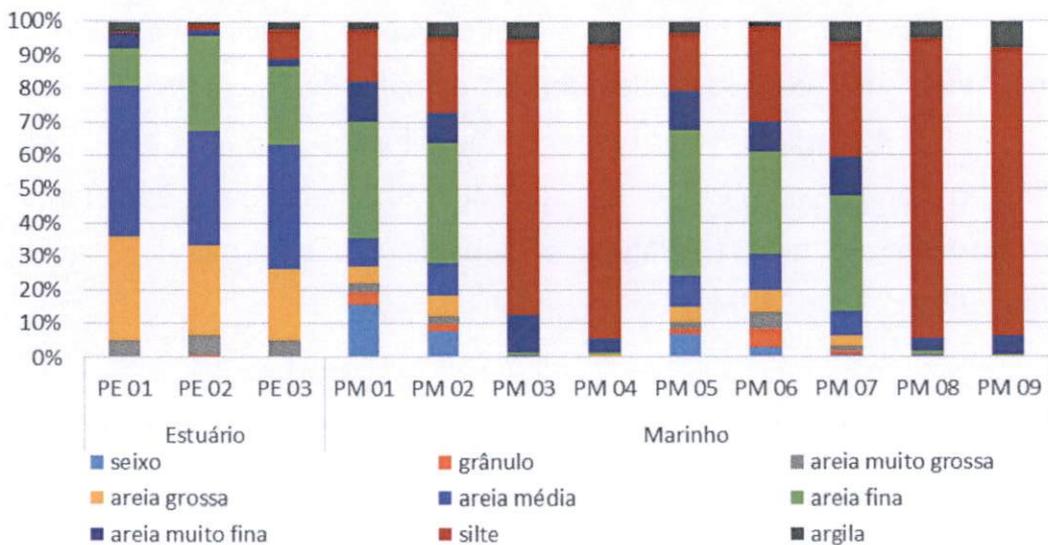


Gráfico 5-7: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de maio de 2014.

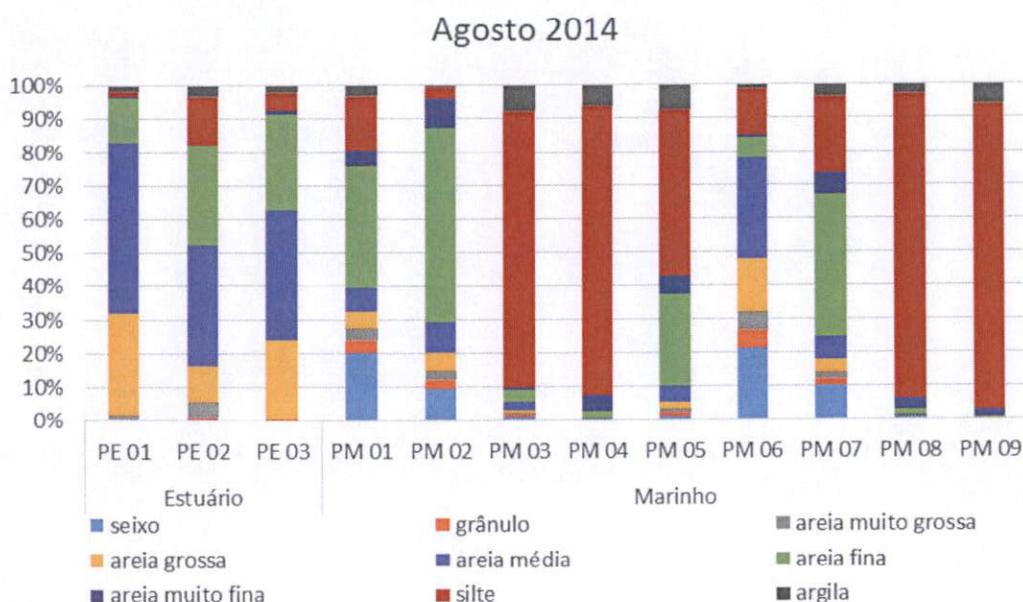


Gráfico 5-8: Granulometria do sedimento estuarino e marinho da campanha de agosto de 2014.

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, Figura 5-2 e Figura 5-3**), os sedimentos do estuário do Rio Barra Nova tiveram suas classificações variando entre areia, areia levemente lamo-cascalhosa e areia lamosa. Esta variação indica que a contribuição de cascalho e lama é baixa, levando a um desvio padrão pequeno, típico de sedimentos com moderada seleção granulométrica (**Tabela 5-1, Tabela 5-2 e Tabela 5-3**). O tamanho médio dos sedimentos situa-se predominantemente nas frações areia média e areia 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.

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, Figura 5-2 e Figura 5-3**). A classe textural predominante nos sedimentos destes pontos é a fração silte médio (**Tabela 5-1, Tabela 5-2 e Tabela 5-3**) e a curva de distribuição das frações granulométricas é extremamente leptocúrtica. Este fato é corroborado pelo registro de teores de lama que são superiores a 87% do volume total da amostra. A contribuição de areia e cascalho é baixa, quase sempre não chegando a 10% nas amostras. Estas medidas sugerem um ambiente deposicional de baixa energia onde processos de decantação predominaram sobre o transporte por correntes. Oscilações na energia no meio, entretanto, são capazes de remobilizar o sedimento fino alterando facilmente as frações granulométricas predominantes.

O terceiro grupo conta com os pontos de controle (PM01 e PM02), PM05, PM06 e PM07 que circundam a monobóia. Conforme o diagrama triangular Lama-Areia-cascalho (**Figura 5-1, Figura 5-2 e Figura 5-3**) os sedimentos podem ser classificados predominantemente como areia levemente lamo-cascalhosa e areia cascalho-lamosa. O tamanho médio dos sedimentos varia de areia grossa a areia muito fina (**Tabela 5-1, Tabela 5-2 e Tabela 5-3**). Estes sedimentos são muito pobremente selecionados e apresentam uma curva de distribuição das frações granulométricas que podem variar entre platicúrticas a leptocúrtica indicando variações na energia do ambiente deposicional. Os teores de areia destes pontos em geral são superiores a 50% do volume total das amostras, sendo o restante ocupado por lama e cascalho em diferentes proporções. 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.

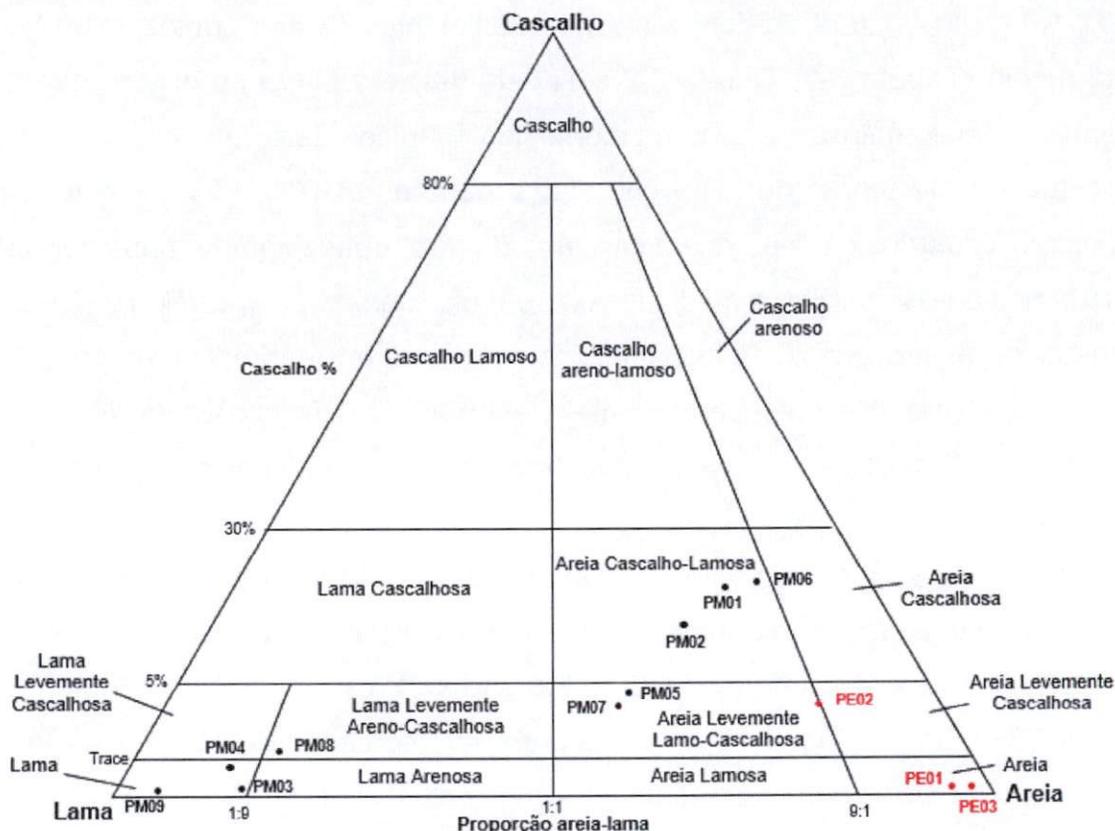


Figura 5-1: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de fevereiro/2014.

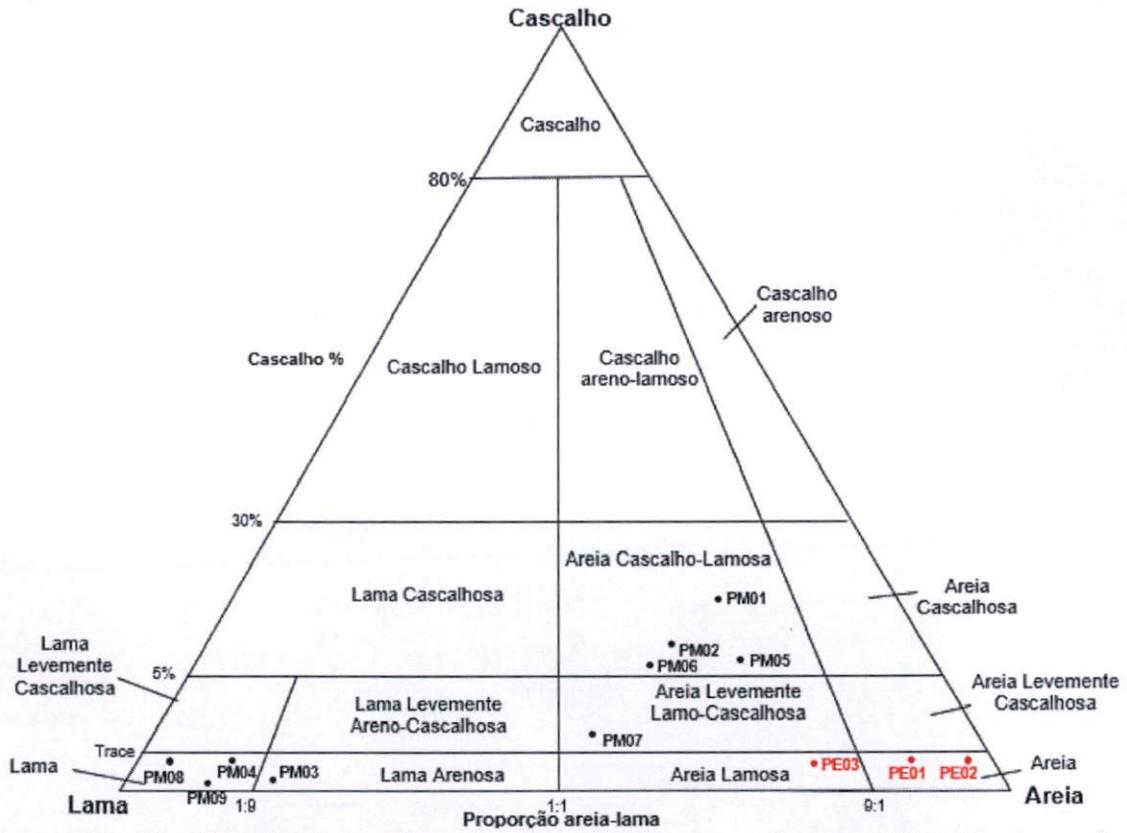


Figura 5-2: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de maio/2014.

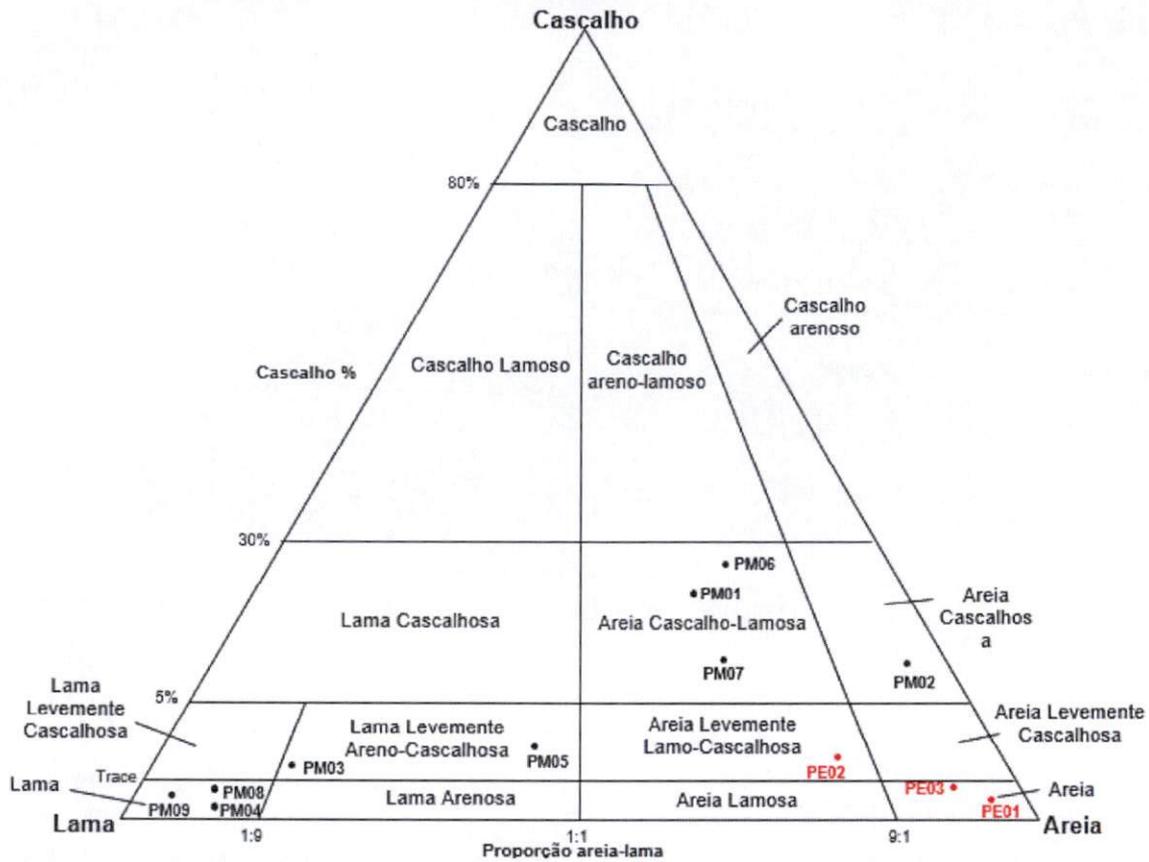


Figura 5-3: Classificação dos sedimentos de acordo com o diagrama triangular Lama-Areia-Cascalho para a campanha de agosto/2014.

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 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	2,314	0,685	-0,062	1,387
PE 02	0,26	3,51	11,14	29,47	34,81	9,09	1,14	9,02	1,55	1,242	1,458	0,176	1,469
PE 03	0	0	0,03	2,08	43,37	50,07	2,43	1,49	0,52	2,060	0,653	-0,064	0,742
PM 01	17,81	3,44	3,06	4,92	11,26	36,19	7,33	15,34	0,65	1,400	2,580	-0,367	1,030
PM 02	12,55	2,87	2,68	6,06	10,31	31,1	9,53	22,54	2,36	2,036	2,382	-0,301	1,016
PM 03	0,01	0,16	0,19	0,29	0,52	0,65	5,72	85,14	7,32	4,499	0,616	0,150	1,852
PM 04	0,2	0,23	0,16	0,13	0,25	1,15	4,11	89,39	4,38	4,489	0,393	-0,107	0,939
PM 05	3,63	1,06	1,05	2,8	7,78	32,81	12,99	35,43	2,45	3,215	1,520	-0,084	1,103
PM 06	16,93	5,05	4,5	5,55	13,8	33,47	9,38	9,53	1,78	1,197	2,442	-0,389	0,897
PM 07	3,14	0,91	1,29	3,62	7,94	33,93	8,87	37,09	3,22	3,174	1,485	-0,013	0,986
PM 08	0,32	0,8	0,64	0,33	0,47	2,36	5,94	81,97	7,16	4,477	0,696	0,041	2,096
PM 09	0	0,02	0,04	0,04	0,12	0,16	1,13	85,26	13,24	4,570	0,726	0,343	2,351

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 maio/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	0,000	0,489	4,336	30,983	45,077	10,878	4,727	0,249	3,260	1,321	1,038	0,148	1,235
PE 02	0,110	0,558	5,775	26,646	34,382	28,249	1,972	1,314	0,996	1,479	1,045	-0,049	0,842
PE 03	0,017	0,449	4,503	21,503	36,694	23,467	2,076	8,817	2,475	1,681	1,308	0,177	1,229
PM 01	15,796	3,468	2,960	4,862	8,330	34,791	11,647	15,984	2,161	1,535	2,602	-0,382	1,035
PM 02	7,711	2,257	2,320	6,003	10,078	35,203	9,420	22,306	4,702	2,575	2,055	-0,183	1,217
PM 03	0,015	0,108	0,046	0,108	0,462	0,893	10,804	82,178	5,387	4,456	0,513	-0,078	1,308
PM 04	0,094	0,172	0,094	0,219	0,329	0,643	3,997	87,398	7,053	4,509	0,549	0,216	1,617
PM 05	6,936	1,602	1,818	4,371	9,562	43,316	11,874	16,908	3,613	2,663	1,852	-0,136	1,810
PM 06	2,892	5,471	5,002	6,321	11,117	30,109	9,330	28,294	1,465	2,514	2,002	-0,200	0,993
PM 07	0,948	1,083	1,305	3,249	6,991	34,605	11,216	34,348	6,256	3,317	1,465	0,088	1,022
PM 08	0,056	0,083	0,195	0,181	0,278	1,112	3,657	89,573	4,866	4,496	0,372	-0,062	0,842
PM 09	0,000	0,018	0,073	0,073	0,127	0,382	5,744	85,404	8,179	4,511	0,628	0,227	1,919

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 agosto/2014.

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

5.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

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

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

Parâmetro	Areia		Lama		P-Valor
	Média	Mediana	Média	Mediana	
Chumbo	0,94	0,67	-	-	-
Níquel	0,98	0,74	-	-	-
Zinco	5,79	3,94	-	-	-
Cromo	3,87	3,09	-	-	-
Cobre	0,72	0,64	-	-	-

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

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

Parâmetro	Areia		Lama		P-Valor
	Média	Mediana	Média	Mediana	
Chumbo	6,96	6,95	10,97	11,49	0,00
Níquel	5,90	5,82	9,56	10,01	0,00
Zinco	19,94	19,43	35,73	37,13	0,00
Cromo	23,73	22,80	39,74	41,14	0,00
Cobre	2,75	2,73	5,70	5,66	0,00

Já para a comparação entre ambiente Estuarino e Marinho, para todos os parâmetros houveram diferenças 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 Mann-Whitney.

Parâmetro	Mar		Estuário		P-Valor
	Média	Mediana	Média	Mediana	
Chumbo	8,892	8,370	0,943	0,670	0,000
Níquel	7,663	7,600	0,984	0,740	0,000
Zinco	27,540	27,600	5,794	3,940	0,000
Cromo	31,441	28,820	3,872	3,090	0,000
Cobre	4,169	4,690	0,720	0,640	0,000
%lama	55,760	40,600	6,836	3,580	0,000

Ao analisar os dados, comparando os meses de fevereiro e maio, independente de terem sido coletados no mar ou no estuário, a hipótese de igualdade de médias não pode ser rejeitada para nenhum parâmetro, ou seja, não possuem diferenças, levando consideração 5% de significância, conforme mostra a **Tabela 5-7**.

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	Fevereiro		Maio		P-Valor
	Média	Mediana	Média	Mediana	
Chumbo	7,05	7,60	7,08	7,09	0,686
Níquel	5,37	5,59	6,10	5,99	0,773
Zinco	19,85	20,37	23,34	21,49	0,954
Cromo	23,14	24,05	23,73	22,80	0,564
Cobre	2,10	1,74	3,68	3,16	0,644

Ao analisar os dados, comparando os meses de fevereiro e agosto, independente de terem sido coletados no mar ou no estuário, a hipótese de igualdade de médias foi rejeitada apenas para as concentrações de cobre, ou seja, houve diferença, sendo maior a concentração deste em agosto. Para os demais parâmetros, não pode ser rejeitada a hipótese de médias, levando consideração 5% de significância, conforme mostra a **Tabela 5-8**.

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

Parâmetro	Fevereiro		Agosto		P-Valor
	Média	Mediana	Média	Mediana	
Chumbo	7,05	7,60	6,59	7,48	0,908
Níquel	5,37	5,59	6,51	7,06	0,453
Zinco	19,85	20,37	23,12	23,76	0,564
Cromo	23,14	24,05	26,77	29,54	0,564
Cobre	2,10	1,74	4,14	4,38	0,018

Ao analisar os dados, comparando os meses de maio e agosto, independente de terem sido coletados no mar ou no estuário, não houveram parâmetros com medianas diferentes, ou seja, não rejeitada a hipótese de igualdade para nenhum parâmetro, levando consideração 5% de significância, conforme mostra a **Tabela 5-9**.

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

Parâmetro	Maio		Agosto		P-Valor
	Média	Mediana	Média	Mediana	
Chumbo	7,08	7,09	6,59	7,48	0,908
Níquel	6,10	5,99	6,51	7,06	0,525
Zinco	23,34	21,49	23,12	23,76	0,525
Cromo	23,73	22,80	26,77	29,54	0,954
Cobre	3,68	3,16	4,14	4,38	0,073

5.4 COMUNIDADE ZOOBENTÔNICA DE FUNDO INCONSOLIDADO

5.4.1 Aspectos taxonômicos e abundância

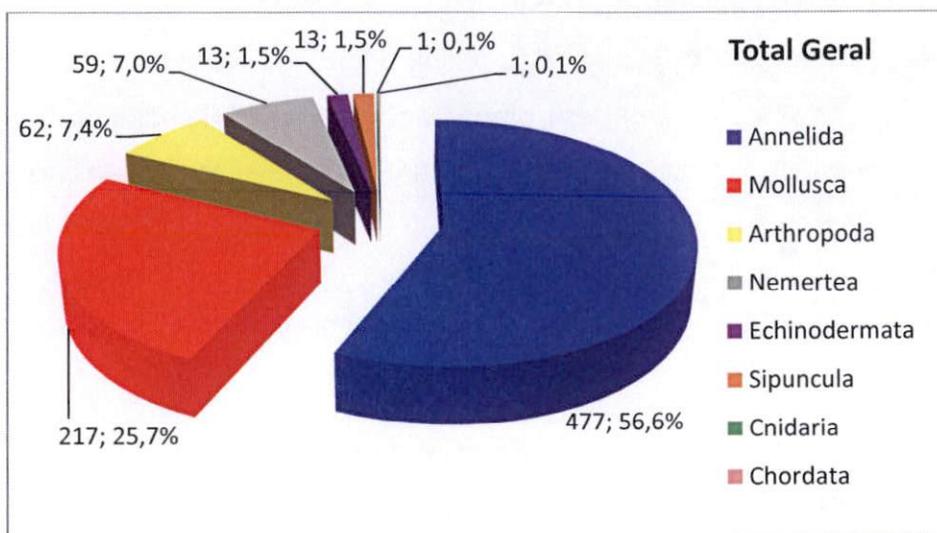
A comunidade zoobentônica de fundo inconsolidado foi constituída por um total de sete Filos na campanha de agosto/2014 (período seco): Annelida (Polychaeta), Arthropoda (Crustacea e Hexapoda), Echinodermata (Ophiuroidea), Mollusca (Bivalvia e Gastropoda), Nemertea, Sipuncula, Chordata (Cephalochordata) e 70 táxons, ao longo dos doze pontos amostrais. Dentre estes táxons foi possível identificar 38 táxons do Filo Annelida, 15 do Filo Mollusca, 12 do Filo Arthropoda, um de Echinodermata, três de Sipuncula e um táxon de cada um dos demais grupos (Chordata e Nemertea) (**Tabela 5-10**).

Os filios mais abundantes ao longo das campanhas foram Annelida (477ind; 56,6%), Mollusca (217ind; 25,7%), Arthropoda (62ind; 7,4%), Nemertea (59ind; 7,0%) e, com os demais filios representando menos de 4% do total de organismos encontrados nas três campanhas (**Gráfico 5-9A**).

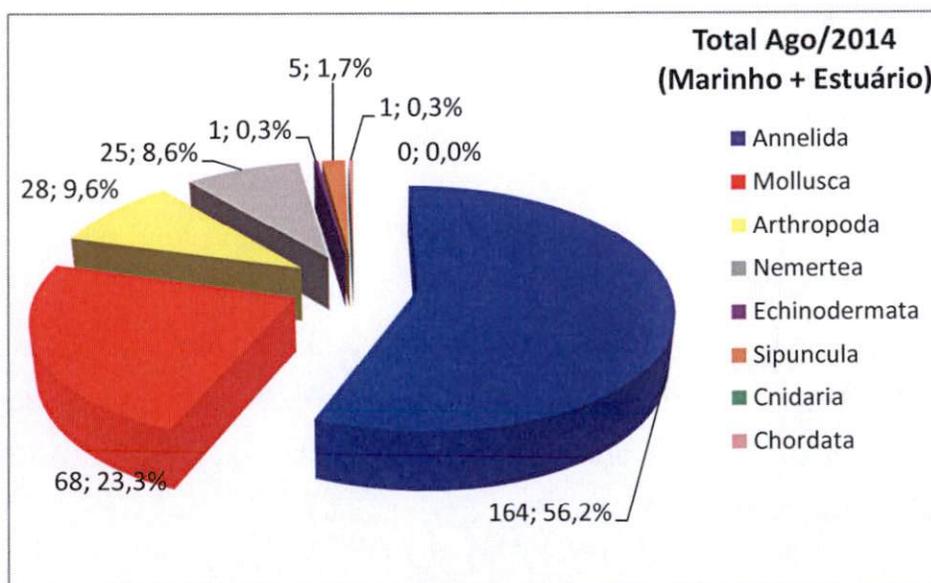
Na campanha de fevereiro/2014 (período chuvoso) e maio/2014 (período chuvoso) foram encontrados respectivamente, seis (Annelida, Arthropoda, Mollusca, Echinodermata, Nemertea e Sipuncula, com um total de 63 táxons) e sete Filios (Annelida (Polychaeta), Arthropoda, Echinodermata, Mollusca, Nemertea, Cnidaria e Sipuncula e 61 táxons). Annelida também foi o filo com maior número de táxons (Fev/2014: 38 táxons e Maio/2014: 0 táxons), seguido de Arthropoda (Fev/2014: 14 táxons e Maio/2014: 05 táxons) e Mollusca (Fev/2014: 08 táxons e Maio/2014: 21 táxons).

Quanto ao número de indivíduos encontrados por grupo na campanha de agosto/2014 (seco), Annelida apresentou o maior número de indivíduos (164 ind; 56,2%), seguido por Mollusca (68 ind; 23,3%), Arthropoda (com Crustacea mais abundante: 26 indivíduos) (28 ind.; 9,6%), Nemertea (25 ind; 8,6%), Sipuncula (05 ind.; 1,7%) e Echinodermata com apenas um indivíduo encontrado no ambiente marinho, o que representou apenas 0,3% da fauna total encontrada nos pontos de

amostragem (Estuário e Marinho). Em relação aos ambientes nesta campanha do período seco, foram encontrados organismos no estuário, sendo os filos Annelida e Mollusca mais abundantes na região (**Gráfico 5-9; Tabela 5-10**).



A



B

Gráfico 5-9: Abundância relativa (%) total dos principais grandes grupos de organismos da comunidade bentônica associada ao sedimento marinho e estuarino (**A** - Total geral: fev/14, maio/14 e ago/14; e **B** - Total de agosto/2014).

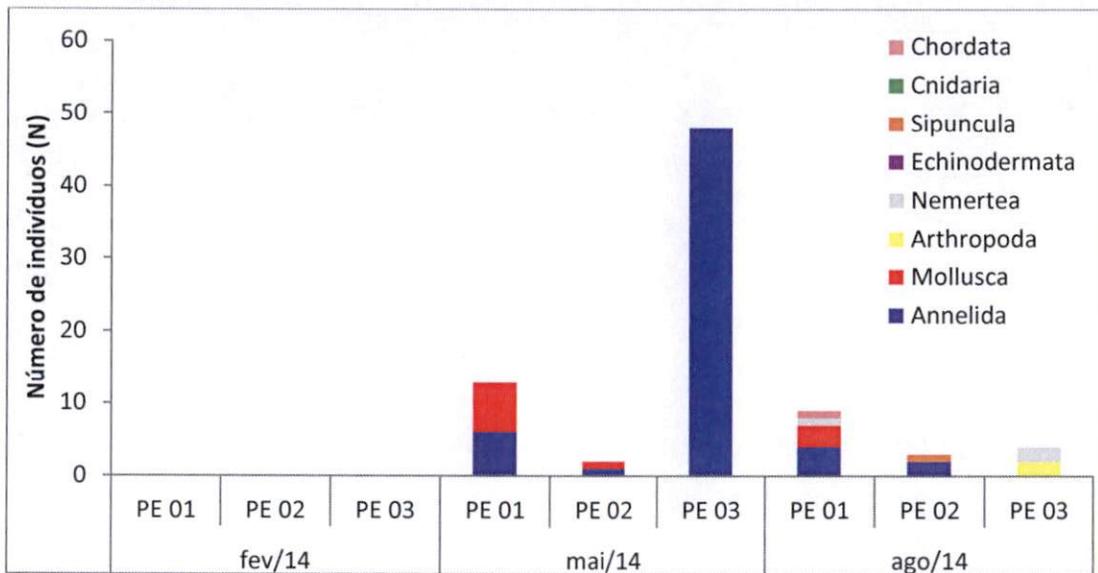
A ocorrência dos filós entre os pontos de amostragem apresentou Annelida em todos os pontos como o grupo mais abundante em maio e fevereiro/2014, sendo encontrado nos dois ambientes ao longo das campanhas do período chuvoso e seco, com os pontos PM-06 e PM-07 apresentando os maiores valores em fevereiro (PM-06 (26 ind.) e PM-07 (24 ind.)) e maio/2014 (PM-06 (32 ind.) e PM-07 (35 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, juntamente com o PE-03 em ago/2014 (**Gráfico 5-9 A, B; Tabela 5-10**).

Semelhante ao observado nas campanhas de fevereiro e maio/2014, PM-06 (35 ind.) apresentou um dos maiores valores de Annelida, porém PM-01 com 44 indivíduos de poliqueta foi o local com maiores abundâncias para o filo Annelida na campanha de agosto/2014, e entre as três campanhas (**Gráfico 5-9 A, B; Tabela 5-10**).

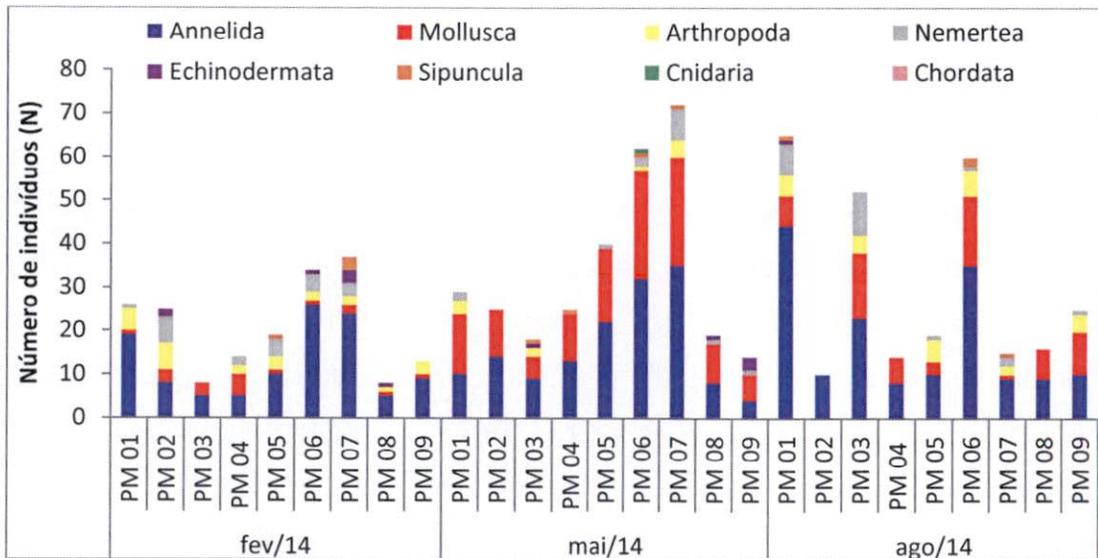
O segundo grupo com maior ocorrência nos pontos foi Mollusca, porém este não foi encontrado em todos os pontos de amostragem ao longo dos períodos (PE-03 – maio/2014 e agosto/2014; PM-02 – agosto/2014). Nemertea e Arthropoda apresentaram distribuição e ocorrência restrita no estuário, com estes filós ocorrendo somente na campanha de agosto/2014 (**Gráfico 5-9 A, B; Gráfico 5-10 A, B; Tabela 5-10**).

Em relação ao número total de bentos, foram encontrados, respectivamente no estuário e ambiente marinho, 16 e 276 indivíduos, totalizando 292 indivíduos nesta amostragem (agosto/2014). Os maiores valores de abundância ocorreram nos pontos amostrais da área marinha PM-01 (Ntotal: 65 ind; Nmédio: 22±6), PM-06 (Ntotal: 60 ind; Nmédio: 20±6) e PM-03 (Ntotal: 52 ind; Nmédio: 17±4). Os menores valores foram registrados entre nos pontos estuarinos PE-02 (Ntotal: 3 ind; Nmédio: 1±1) e PE-03 (Ntotal: 4 ind; Nmédio: 1±1) (área estuarina do rio Barra Nova). As campanhas de fevereiro e maio/2014 apresentaram padrão semelhante, com os maiores valores sendo observados no ambiente marinho (PM-06 e PM-07) e os menores na região estuarina (PE-01 e PE-02), porém com

os valores encontrados no mês de maio/2014 sendo maiores aos observados no período chuvoso (fevereiro/2014) sendo menores que no mês de maio/2014, quando não foram não ocorreram organismos na região estuarina. Desta forma, o número total de organismos em fevereiro/2014 (período chuvoso (estuário e marinho)) foi menor ao encontrado em maio/2014 (Estuário: 63ind.; Marinho: 304ind; Ntotal: 367ind) e agosto/2014 (Estuário: 16ind.; Marinho: 276ind; Ntotal: 292ind) (**Gráfico 5-10 A, B e Gráfico 5-11; Tabela 5-10 e Tabela 5-11**).



A



B

Gráfico 5-10: Número total de indivíduos(N) por grande grupo (Filo) coletado em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 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: 29; Smédio: 13 ± 2 , PM-01: Stotal: 26; Smédio: 13 ± 2 e PM-03: Stotal: 22; Smédio: 10 ± 1), e os menores no estuário (PE-02 Stotal: 3; Smédio: 1 ± 1 e PE-03: Stotal: 2; Smédio: 1 ± 0). No ambiente marinho os pontos amostrais com os menores valores de espécies foram PM-08 (Stotal: 6; Smédio: 3 ± 1) e PM-02 (Stotal: 7; Smédio: 3 ± 1) (**Gráfico 5-12; Tabela 5-10 e Tabela 5-11**).

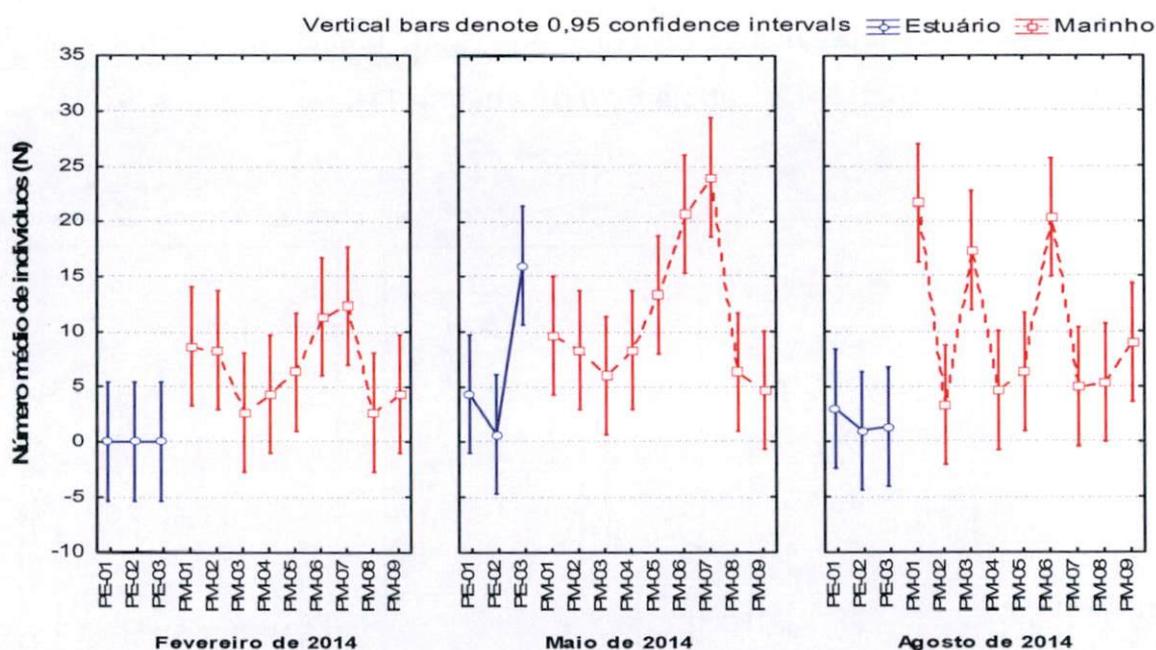


Gráfico 5-11: Valores médios de número de indivíduos (N) do zoobentos coletados em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

De maneira geral os maiores valores do número de espécies do estuário e marinho foram encontrados na campanha de maio/2014, 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 diminuição do número de espécies do PE-01 para PE-03, semelhante ao encontrado na campanha do período seco (agosto/2014), 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 5-10 e Tabela 5-11**).

Quanto aos valores para os pontos da região marinha, a campanha de agosto/2014 apresentou características diferentes para o número de espécies às encontradas em fevereiro e maio/2014, quando os menores foram observados nos pontos mais próximos à 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). Para a campanha de agosto o ponto PM-03 (Stotal: 22; Smédio: 10 ± 1) apresentou um dos maiores valores de riqueza, enquanto em PM-07 um dos menores (Stotal: 8; Smédio: 3 ± 1) (**Gráfico 5-12; Tabela 5-10 e Tabela 5-11**).

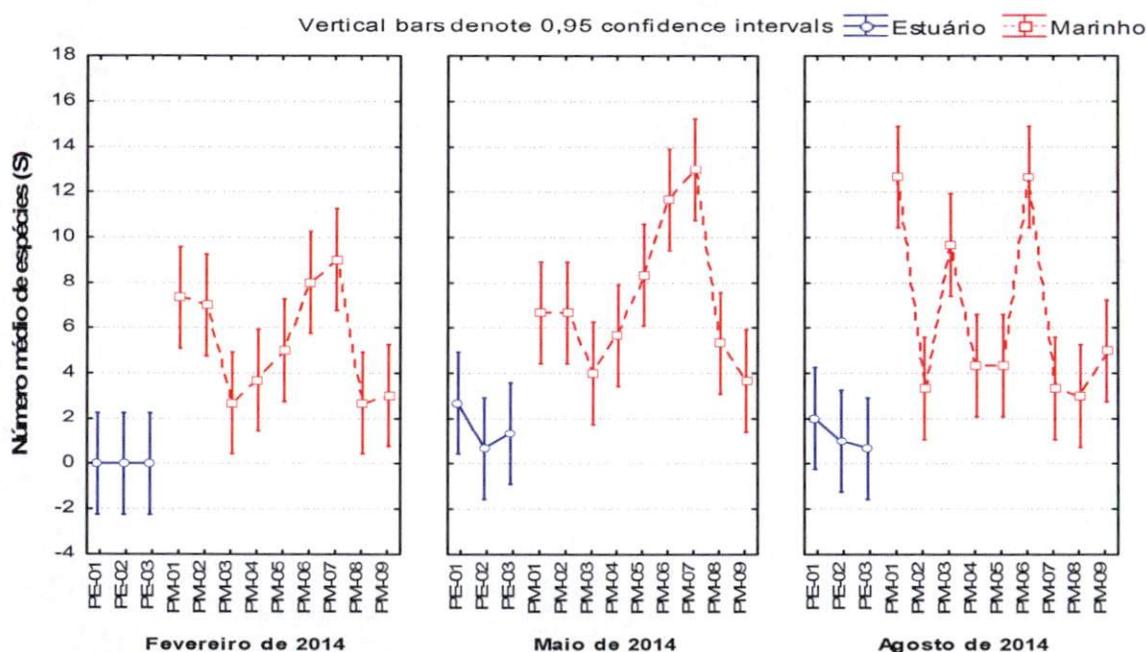


Gráfico 5-12: Valores médios de número de espécies (S) do zoobentos coletados em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

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 (fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014) (**Gráfico 5-13**).

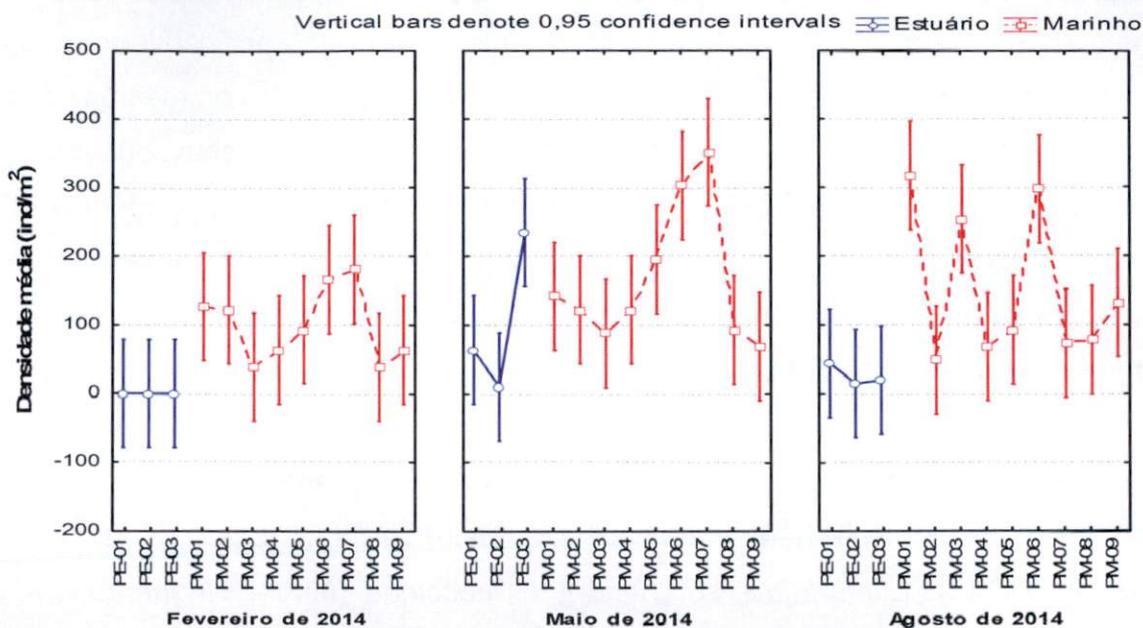


Gráfico 5-13: Valores médios de densidade (ind/m²) do zoobentos coletados em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba

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-03 e PM-06, e o ponto controle PM-01 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 5-10 e Tabela 5-11**).

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 (agosto/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-03 e PM-06 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 5-10 e Tabela 5-11**). Em relação as campanhas (fevereiro/2014,

maio/2014 e agosto/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 maio/2014 e fevereiro/2014 para o estuário, e de agosto/2014 e maio/2014 para fevereiro/2014 na região marinha, indicando uma variação na abundância e ocorrência da fauna entre os períodos e regiões.

A comunidade bentônica na campanha do período seco (agosto/2014) apresentou dentro do grupo Polychaeta, as espécies *Magelona* sp2 (22ind.), *Lumbrineris latreilli* (14ind.), *Lumbrineris* sp. (9ind.), *L. coccinea* (6ind.), *Neanthes bruaca* (13ind.), *Eunice* sp. (12ind.), *Parandalia* sp. (10ind.), *Magelona* sp1 (9ind.), *Paraprionospio pinnata* (8ind.) e *Mooreonuphis pallidula* sp. (8ind.) como os organismos com os maiores valores para a campanha, sendo encontrados somente no ambiente marinho, com exceção de *Magelona* sp2. O ponto PM-05 apresentou o maior valor para *Magelona* sp2 (7ind.), PM-03 para *Parandalia* sp. (7ind.) e *Paraprionospio pinnata* (4ind.), PM-01 para *Lumbrineris latreilli* (11ind.) e *L. coccinea* (5ind.), PM-06 para *Eunice* sp. (9ind.) e *Magelona* sp1 (6ind.), enquanto os maiores valores para *Neanthes bruaca* foram encontrados em PM-08 (4ind.) e PM-09 (4ind.) (**Tabela 5-10**).

Além dos poliquetos citados acima, o Filo Nemertea (25 ind.), o gastrópode *Olivella minuta* (Link, 1807) (20 ind.) e os bivalves *Abra aequalis* (13ind.) e *Nucula semiornata* (11ind.), 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 agosto/2014, e seu maior valor sendo encontrado no PM-03 (10ind.) (**Tabela 5-10**). Estes organismos também foram encontrados nas campanhas de fevereiro/2014 e maio/2014 com abundâncias elevadas dentro da comunidade, porém com maiores valores em maio/2014.

A comunidade em agosto/2014, semelhante ao observado em fevereiro/2014 e maio/2014 foi caracterizada pela elevada ocorrência de espécies com baixa abundância (≤ 4 ind.), representando aproximadamente 75% do total de espécies encontrados nas regiões avaliadas na atual campanha (**Tabela 5-10**).

Tabela 5-10: Número de indivíduos encontrados nos pontos amostrais, relacionadas à caracterização da comunidade zoobentônica do sedimento de fundo na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba (agosto/2014).

		Estuário			Marinha									TOTAL
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	
Annelida														
	<i>Nereis broa</i> Lana & Sovierzovsky, 1987	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Família Paraonidae	<i>Aricidea</i> sp. (Webster, 1879)	0	0	0	3	0	0	0	0	1	0	0	0	4
	<i>Paradoneis</i> sp. Hartman, 1965	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Família Lumbrineridae	<i>Lumbrineris coccinea</i> (Renier, 1804)	0	0	0	5	1	0	0	0	0	0	0	0	6
	<i>Lumbrineris latreilli</i> Audouin & Milne Edwards, 1834	0	0	0	11	2	1	0	0	0	0	0	0	14
	<i>Lumbrineris</i> sp. Blainville, 1828	0	0	0	0	0	0	0	0	3	5	1	0	9
Família Oeononidae	<i>Drilonereis</i> sp. Claparède, 1870	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Família Pilargidae	<i>Parandalia</i> sp. Emerson & Fauchald, 1971	0	0	0	0	0	7	1	0	1	0	0	1	10
Família Orbinidae	<i>Scoloplos</i> sp. Blainville, 1828	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
Família Nephtyidae	<i>Aglaophamus</i> sp. (Kinberg, 1865)	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Família Capitellidae	<i>Notomastus</i> sp. (Sars, 1850)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Família Maldanidae	<i>Lumbriclymene</i> sp. Sars, 1872	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Família Terebellidae	<i>Pista macrolobata</i> (Hessle, 1917)	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Família Trichobranchidae	<i>Terebellides</i> sp. Sars, 1835	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Família Owenidae	<i>Owenia</i> sp. Delle Chiaje, 1844	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	<i>Owenia fusiformis</i> Delle Chiaje, 1844	0	0	0	0	0	0	1	0	2	0	0	0	3
	Annelida N-Total	4	2	0	44	10	23	8	10	35	9	9	10	164

Continua...

Tabela 5-10(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 (agosto/2014).

		Estuário			Marinha									TOTAL
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	
Arthropoda														
SubFilo Crustacea														
Ordem Amphipoda														
Família Atylidae	<i>Nototropis</i> sp. Costa, 1853	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Família Platyischnopidae	<i>Eudevenopus gracilipes</i> (Schellenberg, 1931)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Família Ischyroceridae	<i>Eriothorius</i> sp. Milne-Edwards, 1830	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
SubFilo Crustacea														
Ordem Cumacea														
Família Diastylidae	<i>Cumacea</i> sp. Krøyer, 1846 <i>Diastylidae</i> sp. Bate, 1856	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	0	0	4
Ordem Decapoda														
Família Sergestidae	<i>Acefes</i> sp. (H. Milne Edwards, 1830)	0	0	0	1	0	1	0	5	0	0	0	0	7
Família Alpheidae	<i>Alpheus</i> sp. (Fabricius, 1798)	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
Família Axliidae	<i>Calastacus spinosus</i> Coelho, 1973	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Infraordem Brachyura														
Família Pinnotheridae	<i>Pinnixa sayana</i> Stimpson, 1860	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1

Continua...

Tabela 5-10(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 (agosto/2014).

		Estuário			Marinha									TOTAL
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	
Família Aethridae	<i>Hepatus gronovii</i> Holthuis, 1959	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
Infraordem Anomura														
Família Paguridae	<i>Pagurus</i> sp. Fabricius, 1775	0	0	0	0	0	1	0	0	1	0	0	4	6
SubFilo Hexapoda														
Ordem Diptera														
Família Ceratopogonidae	Ceratopogonidae	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
Arthropoda N-Total		0	0	2	5	0	4	0	5	6	2	0	4	28
Mollusca														
Classe Bivalvia														
Família Corbulidae	<i>Corbula swiftiana</i> C. B. Adams, 1852	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Corbula chittyana</i> C. B. Adams, 1852	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	2
	<i>Corbula cubaniana</i> d' Orbigny, 1853	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	2
	<i>Nucula semiomata</i> d'Orbigny, 1846	0	0	0	0	0	8	0	0	0	1	0	2	11
Família Ungulidae	<i>Diplodonta patagonica</i> (d'Orbigny, 1842)	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	2
Família Cardiidae	<i>Dallocardia muricata</i> (Linnaeus, 1758)	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1

Continua...

Tabela 5-10(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 (agosto/2014).

		Estuário			Marinha									
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	TOTAL
Família Tellinidae	<i>Temnoconcha brasiliiana</i> Dall, 1921	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
	<i>Tellina probrina</i> Boss, 1964	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
	<i>Tellina versicolor</i> (De Kay, 1843)	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	3
	<i>Tellina nitens</i> C.B. Adams, 1845	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Família Semelidae	<i>Abra aequalis</i> (Say, 1822)	0	0	0	2	0	2	0	0	9	0	0	0	13
Classe Gastropoda														
Família Columbelloidea	<i>Parvanachis obesa</i> (C. B. Adams, 1845)	0	0	0	1	0	0	1	1	2	0	1	0	6
Família Olividae	<i>Olivella petiolita</i> (Duclos, 1835)	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
	<i>Olivella minuta</i> (Link, 1807)	0	0	0	0	0	2	4	0	0	0	6	8	20
Família Nassariidae	<i>Nassarius consensus</i> Ravenel, 1861	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Mollusca N-Total		3	0	0	7	0	15	6	3	16	1	7	10	68
Echinodermata														
Classe Ophiuroidea	Ophiuroide	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Echinodermata N-Total		0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Continua...

Tabela 5-10(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 (agosto/2014).

		Estuário			Marinha									
		PE-01	PE-02	PE-03	PM-01	PM-02	PM-03	PM-04	PM-05	PM-06	PM-07	PM-08	PM-09	TOTAL
Sipuncula														
Família Golfingiidae	Golfingiidae	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Família Phascolosomatidae	<i>Phascolosoma</i> sp. Leuckart, 1828	0	0	0	1	0	0	0	0	1	1	0	0	3
Família Sipunculidae	<i>Sipunculus nudus</i> (Linnaeus 1766)	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Sipuncula N-Total		0	1	0	1	0	0	0	0	2	1	0	0	5
Nemertea														
	Nemertea	1	0	2	7	0	10	0	1	1	2	0	1	25
Chordata														
Família Branchiostomatidae	<i>Branchiostoma</i> sp Costa, 1834	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
N-total		9	3	4	65	10	52	14	19	60	15	16	25	292
S-total		5	3	2	26	7	21	10	8	29	8	6	10	70

5.4.2 Diversidade e equitabilidade

Os índices ecológicos da comunidade na campanha do período seco (agosto/2014) 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 o ponto PE-03, o que resultou nos menores valores de diversidade e equitabilidade encontrado para a região do estuário do rio Barra Nova. Valores semelhantes foram encontrados em PE-02 na campanha de maio/2014, determinando que estes pontos apresentassem os menores valores para as campanhas avaliadas (**Tabela 5-11; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15**).

O ponto PE-01 apresentaram valores médios maiores na campanha de maio/2014, quando comparado ao chuvoso (fevereiro/2014) e a atual campanha (agosto/2014), porém entre as campanhas foram encontradas diferenças significativas para os valores de diversidade e equitabilidade somente do PE-01 entre as campanhas de fevereiro/2014 e maio/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 chuvoso (fevereiro/2014) e seco (agosto/2014) (ANOVA – $p > 0,05$) (**Tabela 5-11**).

Os maiores valores médios para os índices entre os pontos da região marinha, na atual campanha (seca: agosto/2014), foram encontrados em PM-01 (H' : 2,36 bits.ind^{-1}), PM-06 (H' : 2,36 bits.ind^{-1}) e PM-03 (H' : 2,03 bits.ind^{-1}) para diversidade, e PM-02 (J' : $1,00 \pm 0,00$), PM-04 (J' : $0,99 \pm 0,01$) e PM-07 (J' : $0,98 \pm 0,01$) para a equitabilidade. O menor valor de equitabilidade e diversidade foram encontrados no ponto PM-08 (J' : $0,63 \pm 0,31$; H' : $0,87 \text{ bits.ind}^{-1}$), semelhante ao encontrado na campanha de fevereiro/2014 (chuvoso) (J' : $0,67 \pm 0,33$; H' : $0,92 \text{ bits.ind}^{-1}$) (**Tabela 5-11; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15**).

Os pontos localizados na região mais rasa e próxima a costa apresentaram os menores valores de diversidade (PM-03 e PM-09) durante as campanhas do

período chuvoso (fevereiro/2014 e maio/2014), diferentemente ao encontrado na campanha do período seco (agosto/2014), no qual os menores valores de diversidade da área marinha foram observados em pontos localizados próximos a monobóia (PM-05 e PM-07), no ponto controle PM-02, PM-04 e PM-08 (**Tabela 5-11; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15**).

Os pontos amostrais PM-06 e PM-03 e o controle PM-01 apresentaram valores significativamente superiores aos demais pontos na campanha do período seco em agosto/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 5-11**).

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 seco em agosto/2014, com diferenças significativas para o ambiente marinho (ANOVA $p < 0,05$) (**Tabela 5-11; Gráfico 5-14 e Gráfico 5-15**).

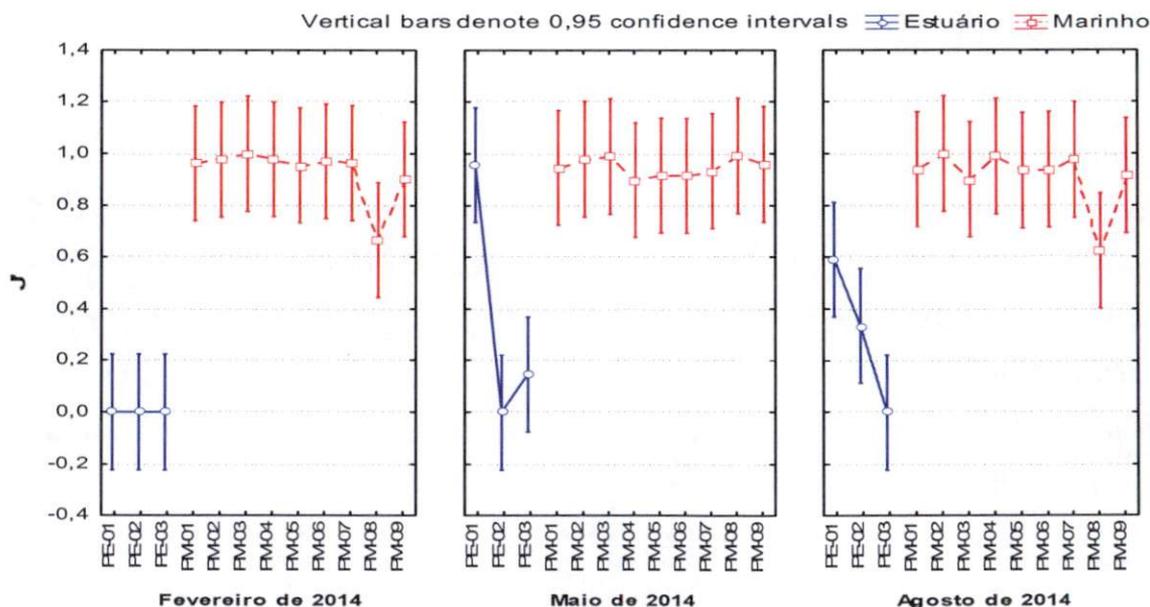


Gráfico 5-14: Valores médios de Equitabilidade (J') coletados em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

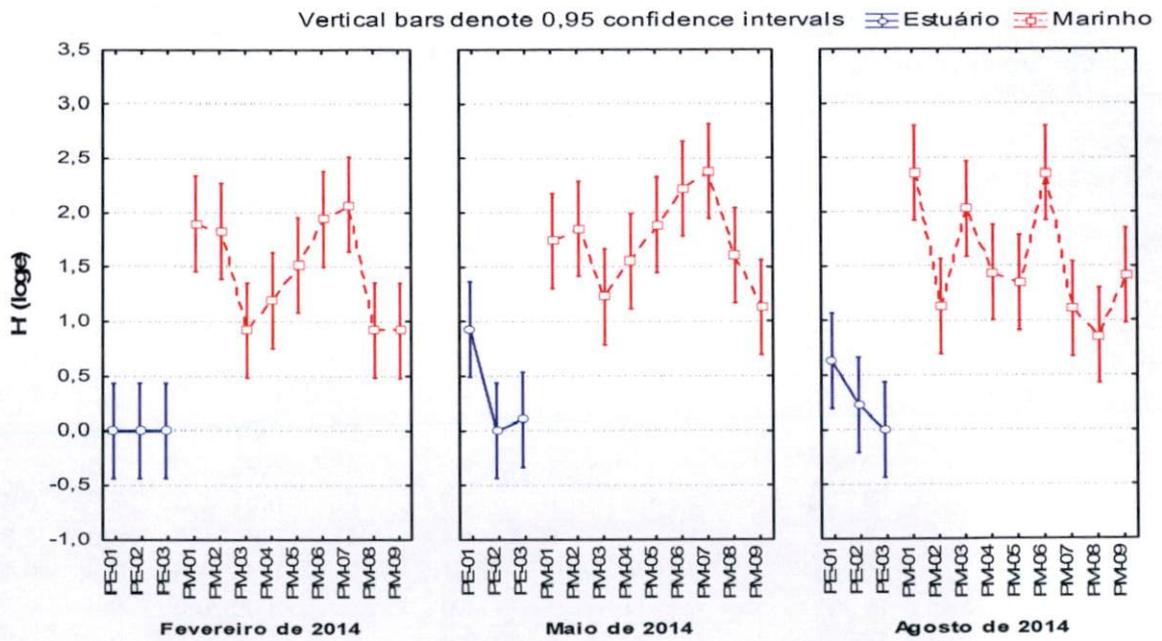


Gráfico 5-15: Valores médios de Diversidade coletados em fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 no ambiente estuarino e marinho ao longo dos 12 pontos amostrais na Área de Influência do Terminal Norte Capixaba.

Tabela 5-11: 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 fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 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	
Fev. de 2014	Estuário	PE-01	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
		PE-02	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
		PE-03	0	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00
	Marinho	PM-01	7	1	9	1	127	20	0,96	0,03	1,90	0,13
		PM-02	7	2	8	3	122	38	0,97	0,03	1,83	0,22
		PM-03	3	1	3	1	39	10	1,00	0,00	0,92	0,23
		PM-04	4	1	4	1	64	18	0,98	0,01	1,20	0,26
		PM-05	5	1	6	1	93	13	0,95	0,01	1,52	0,10
		PM-06	8	2	11	4	166	60	0,97	0,02	1,94	0,21
Maio de 2014	Estuário	PE-01	3	0	4	1	64	20	0,95	0,05	0,93	0,17
		PE-02	1	0	1	0	10	5	0,00	0,00	0,00	0,00
		PE-03	1	0	16	6	235	81	0,15	0,15	0,10	0,10
	Marinho	PM-01	7	1	10	3	142	38	0,95	0,02	1,74	0,23
		PM-02	7	0	8	1	122	10	0,98	0,01	1,86	0,06
		PM-03	4	2	6	2	88	34	0,99	0,01	1,23	0,35
		PM-04	6	1	8	0	122	5	0,90	0,04	1,55	0,17
		PM-05	8	2	13	3	196	39	0,92	0,04	1,89	0,28
		PM-06	12	2	21	5	303	68	0,91	0,02	2,22	0,19
Ago de 2014	Estuário	PE-01	2	1	3	2	44	22	0,59	0,30	0,63	0,39
		PE-02	1	1	1	1	15	8	0,33	0,33	0,23	0,23
		PE-03	1	0	1	1	20	10	0,00	0,00	0,00	0,00
	Marinho	PM-01	13	2	22	6	318	81	0,94	0,01	2,36	0,09
		PM-02	3	1	3	1	49	13	1,00	0,00	1,13	0,26
		PM-03	10	1	17	4	254	54	0,90	0,02	2,03	0,03
		PM-04	4	0	5	1	68	10	0,99	0,01	1,44	0,06
		PM-05	4	1	6	0	93	5	0,94	0,02	1,35	0,17
		PM-06	13	2	20	6	298	85	0,94	0,03	2,36	0,07
Marinho	PM-07	3	1	5	0	73	0	0,98	0,01	1,11	0,27	
	PM-08	3	1	5	2	78	34	0,63	0,31	0,87	0,43	
	PM-09	5	1	9	2	132	31	0,91	0,04	1,41	0,23	

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 (fevereiro/2014 e maio/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; $p > 0,05$) e entre as campanhas, com exceção para o PE-03 que apresentou diferenças da campanha de maio/2014 para fevereiro/2014 e agosto/2014 (**Tabela 5-12, Tabela 5-13; Figura 5-4**).

Desta forma, diferenças significativas na composição e abundância da fauna no ambiente estuarino, foram encontradas somente para o fator ponto entre períodos (campanhas) (seco x chuvoso), enquanto para o ambiente marinho estas diferenças foram encontradas entre pontos, períodos e interação entre estes fatores (pontos x períodos) (PERMANOVA: $p < 0,05$; **Tabela 5-13 a Tabela 5-15**).

Os pontos de amostragem da região marinha apresentaram diferenças significativas nos períodos chuvoso e seco amostrados. Nas campanhas de fevereiro/2014 e maio/2014 as diferenças significativas foram encontradas entre os pontos rasos (PM-03 e PM-09) com os pontos do entorno da monobóia (PM-05, PM-06 e PM-07), e com o ponto controle PM-02. O ponto PM-06 do entorno da monobóia para a campanha de maio/2014, também apresentou diferença significativa para o ponto controle PM-02 e PM-04, conforme demonstrado no nMDS e corroborado pela PERMANOVA (**Tabela 5-16**) (**Figura 5-4**).

A campanha de agosto/2014 apresentou características diferentes das demais campanhas, demonstrando as maiores diferenças significativas entre os pontos

de monitoramento da região marinha. Os pontos com as maiores diferenças foram os pontos controle (PM-01 e PM-02), com PM-01 apresentando diferenças para os pontos PM-02, PM-04, PM-05, PM-07, PM-08 e PM-09, enquanto para PM-02 as diferenças foram encontradas para PM-01, PM-04, PM-05, PM-06 PERMANOVA. Além dos pontos controle, também foram encontradas diferenças de PM-04 para PM-05 e PM-07, e entre PM-05 e os pontos PM-03, PM-06, PM-07 e PM-09 conforme demonstrado no *n*MDS e corroborado pela PERMANOVA.

Desta forma, a formação de grupos do ambiente marinho na campanha do período seco (agosto/2014), não seguiu uma tendência clara quanto à proximidade e localização em relação a linha de praia como verificado nas campanhas do período chuvoso (fevereiro/2014 e maio/2014), onde os pontos mais próximos formaram um grupo e os pontos controle e os mais afastados, associados diretamente a estrutura da monobóia, formaram o segundo grupo, tendo estes pontos apresentado diferença significativa quanto a composição da fauna, uma vez que foi observada uma clara diferença entre os pontos costeiros com os pontos da monobóia e controle, não evidenciando uma diferença clara entre a região de influência direta da monobóia com os pontos controle (PERMANOVA –Tabela 5-16) (Figura 5-4).

Entre os períodos foram encontradas diferenças significativas dentro de cada região, porém para o estuário do rio Barra Nova o ponto PE-02 não demonstrou valores significativos entre as campanhas, enquanto PE-01 e PE-03 foram diferentes entre fev/14 x maio/14 para PE-01 e PE-03, e maio/14 x ago/14 em relação a PE-03 (PERMANOVA $p < 0,05$). No ambiente marinho foram encontradas diferenças significativas entre os períodos agosto/2014 (seco) e fevereiro/2014 (chuvoso), corroboradas pela PERMANOVA, para os pontos de amostragem PM-05 e PM-07. Entre os meses de agosto/2014 e maio/2014 foram encontradas diferenças significativas para PM-05 e PM-02, enquanto entre os meses de fevereiro/2014 e maio/2014 as diferenças foram observadas para PM-06 e PM-07 (PERMANOVA $p < 0,05$) (Tabela 5-15 e Tabela 5-17; Figura 5-4).

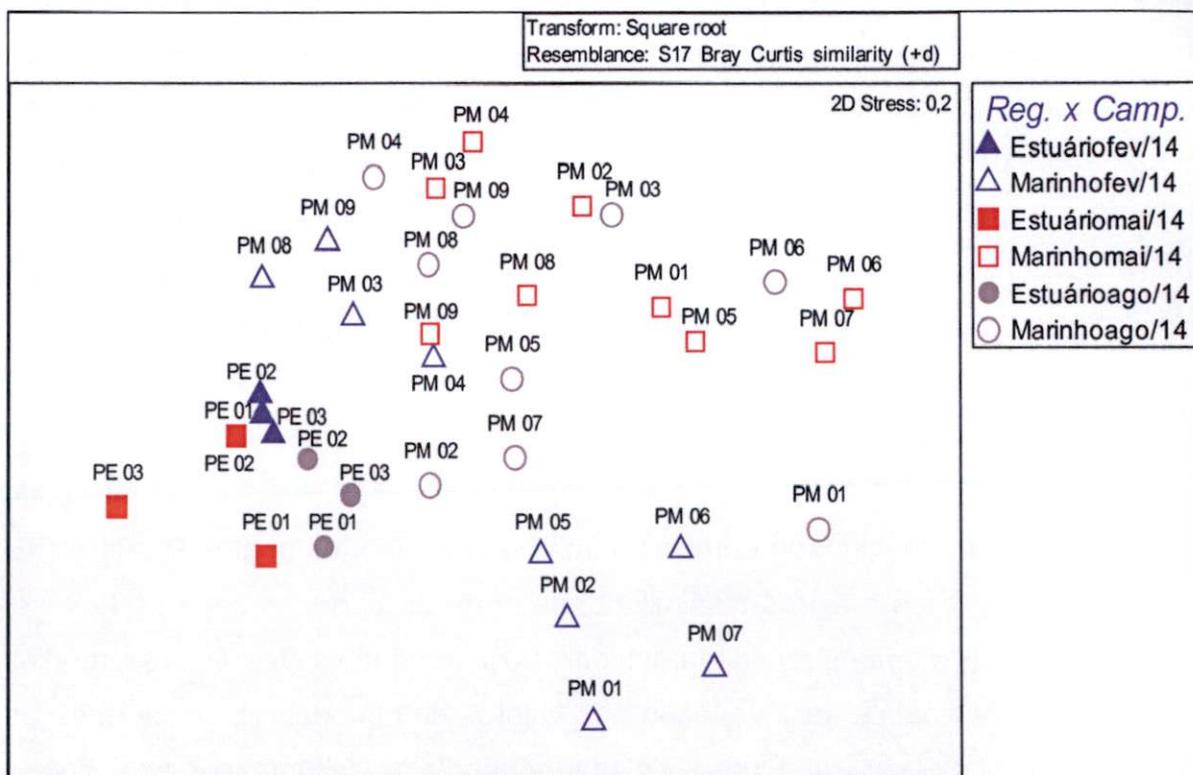


Figura 5-4: Valores da análise multivariada da distribuição espacial da comunidade entre os pontos de amostragem do estuário (PE-01; PE-02 e PE-03) e do ambiente marinho (PM-01, PM-02, PM-03, PM-04; PM-05, PM-06, PM-07, PM-08 e PM-09) na área de influência do Terminal Norte Capixaba, durante as campanhas de agosto/2014, fevereiro/2014 e maio/2014.

A análise de SIMPER demonstrou que os grupos formados entre as áreas estuarina e marinha entre as campanhas de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014, 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 (fev/2014 x maio/2014 e fev/2014 x ago/2014: 100% - estuário e fev/2014 x maio/2014: 92% marinho) pela análise de SIMPER, foram determinados pelos maiores valores de abundância média dos poliquetos *Magelona* sp2, *Magelona* sp1, *Lumbrineris latreilli*, *Lumbrineris* sp., *L. coccinea*, *Neanthes bruaca*, *Eunice* sp., *Parandalia* sp., *Paraprionospio pinnata* e *Mooreonuphis pallidula*, o Filo Nemertea, o gastrópode *Olivella minuta* (Link, 1807) e os bivalves *Abra aequalis* e *Nucula semiornata* na campanha de

agosto/2014 e maio/2014, além dos maiores valores de riqueza de espécies e número de indivíduos em relação a campanha do período chuvoso (fevereiro/2014), demonstrando que a ocorrência exclusiva ou com elevada abundância 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/2014 e fevereiro/2014, com a campanha de agosto/2014 apresentando maior abundância e riqueza, em relação a fevereiro/2014, porém com maior semelhança a maio/2014.

Em relação a dissimilaridade entre os pontos no estuário, os pontos PE-01 e PE-03 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 *Scolelepis squamata*, *Diplodonta punctata*, *Macoma cleryana*, *Tellina* sp., *Notomastus* sp. e *Hemipodia simplex*, com as diferenças encontradas entre fevereiro/2014 e maio/2014 associadas a ausência de organismos na área estuarina na campanha de fevereiro/2014.

A análise de SIMPER entre os grupos formados pelos pontos amostrais marinhos, significativamente diferentes pela análise da PERMANOVA no período seco (agosto/2014), demonstrou que os maiores percentuais de dissimilaridades foram entre PM-04 e PM-07 (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 *Lumbrineris* sp. e *Mooreonuphis* sp. e crustácea Diastylidae sp., e de Nemertea que apresentaram maiores valores de abundância em PM-07, e *Magelona* sp1, *Mooreonuphis pallidula*, *Neanthes bruaca*, *Parandalia* sp. e *Olivella minuta*, *Olivella petiolata* e *Parvanachis obesa* que apresentaram maiores valores de abundância em PM-04, entre os grupos

marinhos, e além do PM-04 ter apresentado menores valores de riqueza de espécies e abundância de indivíduos.

Tabela 5-12: 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) nos meses de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

Grupos	t	P(perm)	Únique	
			perms	P(MC)
Estuário				
Fev - 14 x Maio - 14	1,4902	0,0944	10	0,1779
Fev - 14 x Ago - 14	1,3742	0,0991	10	0,2072
Maio - 14 x Ago - 14	1,1108	0,2928	60	0,3588
Marinha				
Fev - 14 x Maio - 14	2,0884	0,0001	9924	0,0003
Fev - 14 x Ago - 14	1,4779	0,0151	9920	0,0153
Maio - 14 x Ago - 14	1,7678	0,0032	9923	0,0017
Estuário x Marinha				
Fev - 14 x Maio - 14	2,0789	0,0049	130	0,0008
Fev - 14 x Ago - 14	1,9179	0,0046	220	0,0011
Maio - 14 x Ago - 14	1,6218	0,0096	220	0,009

Tabela 5-13: 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	Únique	
			perms	p(MC)
Região	1	5,700	220	0,000
Coleta	2	2,111	9890	0,003
Ponto	10	3,257	9788	0,000

Tabela 5-14: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem estuarino nos meses de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo

	Fev. de 2014				Maio de 2014				Agosto de 2014			
	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)
PE-01 x PE-02	-	-	-	-	1,592	0,099	5	0,106	1,212	0,399	7	0,274
PE-01 x PE-03	-	-	-	-	2,387	0,104	10	0,026	1,074	0,498	7	0,362
PE-02 x PE-03	-	-	-	-	3,119	0,102	10	0,010	0,991	0,895	5	0,433

Tabela 5-15: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna dos pontos de amostragem estuarino entre os meses de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014.. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

	t	P(perm)	Unique perms	P(MC)
Fev x Maio/2014				
PE-01	1,866	0,101	3	0,081
PE-02	0,907	1,000	2	0,458
PE-03	8,054	0,101	4	0,000
Fev x Ago/2014				
PE-01	1,520	0,399	2	0,171
PE-02	1,002	0,402	2	0,391
PE-03	1,000	1,000	1	0,411
Maio x Ago/14				
PE-01	1,207	0,400	10	0,260
PE-02	1,011	0,898	3	0,416
PE-03	3,058	0,102	7	0,007

Tabela 5-16: Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem marinhos nos meses de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

	Fevereiro de 2014				Maio de 2014				Agosto de 2014			
	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)
PM-01 x PM-02	1,386	0,105	10	0,158	0,932	0,687	10	0,494	1,844	0,096	10	0,048
PM-01 x PM-03	1,662	0,101	7	0,065	1,315	0,103	10	0,203	1,519	0,098	10	0,097
PM-01 x PM-04	1,410	0,098	10	0,153	1,003	0,503	10	0,427	2,131	0,097	10	0,026
PM-01 x PM-05	0,945	0,702	10	0,488	0,849	0,898	10	0,600	2,260	0,098	10	0,023
PM-01 x PM-06	1,229	0,101	10	0,239	1,315	0,103	10	0,192	1,462	0,102	10	0,117
PM-01 x PM-07	1,219	0,206	10	0,253	0,995	0,493	10	0,431	1,925	0,099	10	0,032
PM-01 x PM-08	1,407	0,097	7	0,136	1,009	0,495	10	0,429	2,071	0,096	10	0,027
PM-01 x PM-09	1,564	0,102	10	0,094	1,121	0,200	10	0,320	1,904	0,100	10	0,040
PM-02 x PM-03	1,729	0,101	10	0,065	1,086	0,406	10	0,339	1,462	0,099	10	0,128
PM-02 x PM-04	1,245	0,202	10	0,234	1,229	0,196	10	0,238	1,851	0,097	10	0,044
PM-02 x PM-05	1,200	0,203	10	0,256	1,080	0,307	10	0,368	1,904	0,103	10	0,045
PM-02 x PM-06	1,141	0,199	10	0,305	1,695	0,098	10	0,062	1,761	0,104	10	0,056
PM-02 x PM-07	1,559	0,100	10	0,090	0,992	0,497	10	0,453	1,684	0,099	10	0,074
PM-02 x PM-08	1,472	0,098	10	0,116	1,163	0,289	10	0,295	1,315	0,301	10	0,217
PM-02 x PM-09	1,761	0,098	10	0,055	1,048	0,398	10	0,387	1,483	0,103	10	0,142
PM-03 x PM-04	1,306	0,307	7	0,203	1,123	0,306	10	0,318	1,436	0,102	10	0,141
PM-03 x PM-05	1,709	0,101	7	0,066	1,501	0,097	10	0,122	1,815	0,101	10	0,056
PM-03 x PM-06	1,788	0,099	7	0,052	2,280	0,096	10	0,023	1,347	0,101	10	0,171

Continua...

Tabela 5-16 (Continuação): Resultados da análise post hoc par a par da PERMANOVA da endofauna entre pontos de amostragem marinhos nos meses de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014. (d.f) graus de liberdade; p(MC) significância da permutação de Monte Carlo.

	Fevereiro de 2014				Maio de 2014				Agosto de 2014			
	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)	t	P(perm)	perms	p(MC)
PM-03 x PM-07	2,055	0,101	7	0,029	1,904	0,097	10	0,040	1,601	0,099	10	0,087
PM-03 x PM-08	1,067	0,494	8	0,370	1,040	0,508	10	0,388	1,435	0,205	10	0,151
PM-03 x PM-09	1,232	0,198	10	0,246	0,850	0,702	10	0,568	0,981	0,601	10	0,455
PM-04 x PM-05	1,148	0,295	10	0,312	1,201	0,103	10	0,267	2,394	0,102	10	0,023
PM-04 x PM-06	1,306	0,099	10	0,193	1,828	0,101	10	0,046	1,572	0,101	10	0,096
PM-04 x PM-07	1,560	0,105	10	0,099	1,766	0,104	10	0,053	1,909	0,098	10	0,036
PM-04 x PM-08	1,015	0,513	10	0,415	1,188	0,198	10	0,275	1,221	0,203	10	0,252
PM-04 x PM-09	1,396	0,095	10	0,160	0,890	0,702	10	0,538	1,223	0,399	10	0,257
PM-05 x PM-06	1,212	0,102	10	0,254	1,102	0,300	10	0,335	2,031	0,108	10	0,038
PM-05 x PM-07	1,446	0,100	10	0,135	1,146	0,402	10	0,303	2,129	0,102	10	0,031
PM-05 x PM-08	1,303	0,095	10	0,202	1,104	0,504	10	0,343	1,618	0,198	10	0,111
PM-05 x PM-09	1,354	0,204	10	0,177	1,194	0,293	10	0,268	1,928	0,102	10	0,048
PM-06 x PM-07	1,156	0,304	10	0,291	1,530	0,097	10	0,106	1,479	0,097	10	0,122
PM-06 x PM-08	1,453	0,101	10	0,122	1,781	0,097	10	0,054	1,613	0,098	10	0,092
PM-06 x PM-09	1,559	0,104	10	0,099	1,962	0,098	10	0,035	1,520	0,104	10	0,108
PM-07 x PM-08	1,687	0,097	10	0,064	1,594	0,101	10	0,083	1,434	0,200	10	0,151
PM-07 x PM-09	2,008	0,103	10	0,032	1,554	0,100	10	0,091	1,572	0,095	10	0,100
PM-08 x PM-09	1,066	0,402	10	0,372	0,655	0,899	10	0,751	0,919	0,702	10	0,498

Tabela 5-17: 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.

		Unique		
	t	P(perm)	perms	P(MC)
Fev x Maio/2014				
PM-01	1,3129	0,1964	10	0,1799
PM-02	1,5403	0,1059	10	0,0932
PM-03	0,99062	0,5024	7	0,4192
PM-04	1,0065	0,5035	10	0,4102
PM-05	1,3451	0,0962	10	0,1721
PM-06	1,6302	0,0996	10	0,0814
PM-07	1,9885	0,099	10	0,0297
PM-08	1,254	0,1964	10	0,2271
PM-09	1,1522	0,2029	10	0,2892
Fev x Ago/2014				
PM-01	1,3743	0,104	10	0,162
PM-02	1,4496	0,1018	7	0,1315
PM-03	1,4183	0,0973	7	0,138
PM-04	1,1636	0,2904	6	0,2867
PM-05	2,0284	0,0974	10	0,0386
PM-06	1,2034	0,2002	10	0,2513
PM-07	1,8631	0,1003	10	0,0425
PM-08	1,2035	0,2043	10	0,274
PM-09	1,2709	0,3032	10	0,2386
Maio x Ago/14				
PM-01	1,3998	0,1005	10	0,146
PM-02	1,658	0,104	10	0,0808
PM-03	1,1474	0,3002	10	0,308
PM-04	1,1489	0,3038	10	0,2949
PM-05	1,7073	0,1023	10	0,0725
PM-06	1,2211	0,1989	10	0,2446
PM-07	1,4243	0,0988	10	0,1281
PM-08	1,2864	0,2996	10	0,2208
PM-09	0,77136	0,695	10	0,648

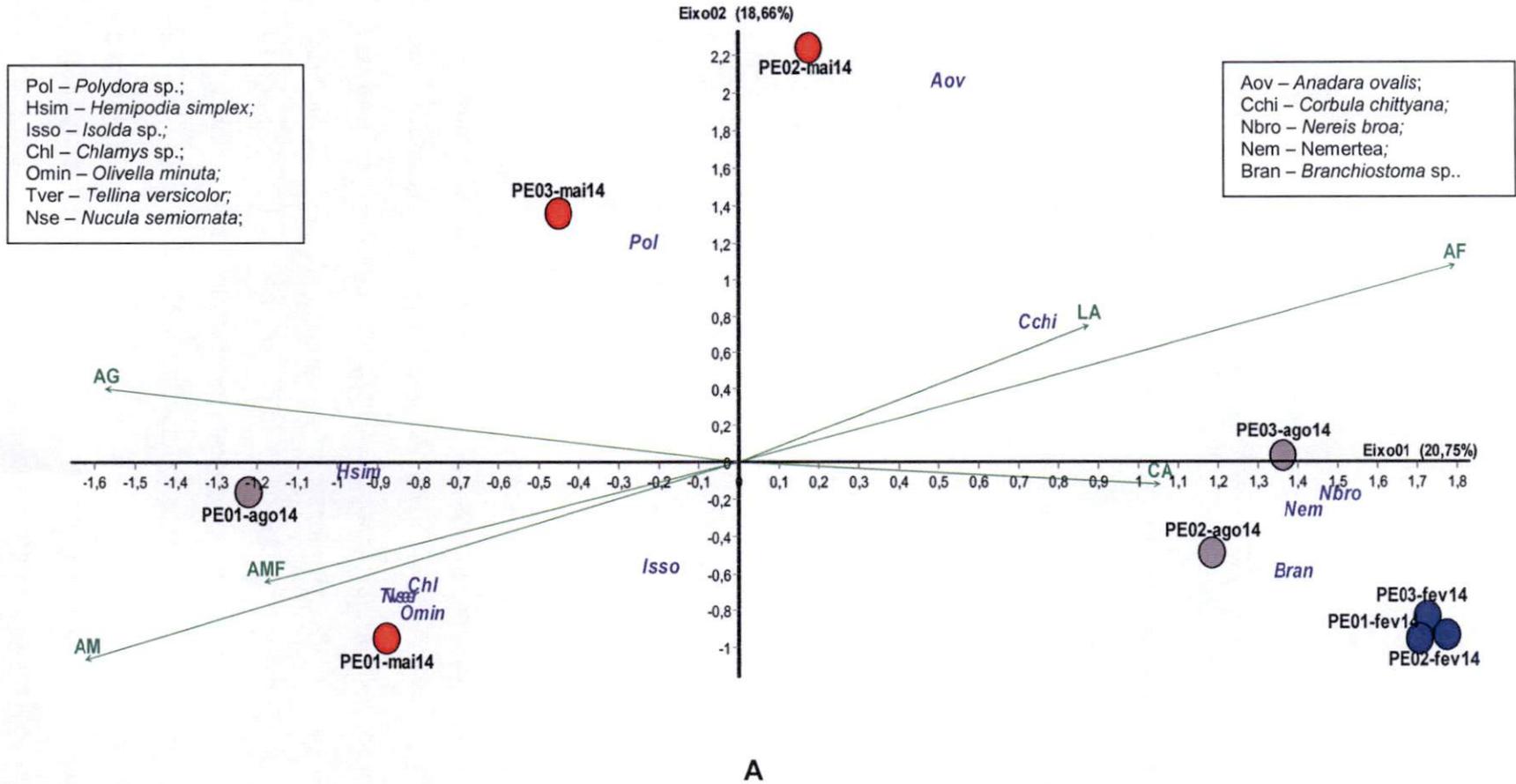
As diferenças encontradas na estrutura da comunidade em relação a formação de grupos pelos pontos de amostragem, ambiente e período apresentadas pela análise de similaridade (nMDS) entre as campanhas, dentre outros fatores estão correlacionadas com as características granulométricas do sedimento, que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

- quanto à associação com o percentual de lama e areia muito fina com a fauna presente no ambiente marinho foi encontrado como característica a associação das espécies com os pontos mais próximos a costa (PM-03, PM-09) e ao longo do duto (PM-04 e PM-08) nos três períodos analisados, com a espécies *Paraprionospio pinnata*, *Scoloplos* sp., *Nereis broa*, *Hemipodia simplex*, *Aedicira* sp., *Calastacus spinosus*, *Pinnixia sayana*, *Leptosynapta* sp., *Alpheus* sp., *Diplodonta patagônica*, *Volvulella texasiana* e *Tellina probrina*, além da separação dos pontos do ambiente estuarino entre as campanhas, com o estuário no período seco de agosto/2014 apresentando para os pontos PE-02 e PE-03 relação com lama, areia muito fina e cascalho, tendo como espécies características *Nereis broa*, *Branchiostoma* sp. e *Nemertea*, além do PE-02 em maio/2014, o qual demonstrou associação com *Anadara ovalis* e *Corbula chittyana*, demonstrando uma separação entre período (campanha) e ponto;
- enquanto o estuário em maio/2014 para os pontos PE-01 e PE-03, e em agosto/2014 no PE-01 apresentou maior relação com areia muito fina, média (PE-01) e grossa (PE-03), indicando o efeito do rio e a relação com o estuário, modificando a estrutura do sedimento e consequentemente da comunidade, que apresentou *Polydora* sp., *Hemipodia simplex*, *Isolda* sp., *Olivella minuta*, *Tellina versicolor*, *Nucula semiornata* e *Chlamys* sp. como

fauna característica. Fevereiro/2014 apresentou padrão semelhante a agosto/2014, porém não foram encontradas espécies nos pontos.

- Os demais pontos no ambiente marinho em maio/2014 (PM-01, PM-02, PM-05, PM-06 e PM-07), juntamente com PM-07 em fevereiro/2014 e agosto/2014, e PM-02 em agosto/2014 apresentaram correlação com areia fina e muito fina, tendo sido encontrado fauna correlacionada com estas frações granulométricas, como *Diopatra dextrognatha*, *Lumbrineris brevicirra*, *Syllis* sp., *Sigambra* sp., *Nephtys* sp., *Paradoneis* sp., *Nucula semiornata*, *Corbula contracta*, *Olivella minuta*, *Mooreonuphis lineata*, *Sipunculus* sp., *Branchiostoma* sp. e *Disoma* sp..
- Os pontos na região marinha que apresentaram correlação com teores de areia média, areia grossa e cascalho foram os pontos controle em fevereiro/2014 (PM-01 e PM-02), em agosto/2014 (PM-01) e os pontos na área de influência da monobóia PM-05 em fevereiro/2014 e PM-06 nos meses de fevereiro e agosto/2014. As espécies associadas com estes teores foram *Goniadides caronlinae*, *Neanthes bruaca*, *Diopatra aciculata*, *Magelona* sp1., *Owenia fusiformis*, *Kinbergonuphis* sp., *Lumbrineris* sp., *Trachycardium muricata* e *Panopeus americanos*.

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 81% para o ambiente marinho e 39,41% no estuarino. O teste de Monte Carlo demonstrou correlação significativa do eixo 1 ($p < 0,001$) e eixo 2 ($p < 0,01$) entre os critérios citados, indicando que a fauna estaria dentre outros fatores, respondendo diretamente as diferenças na granulometria entre os grupos formados pelos pontos de amostragem e períodos, podendo ser uma característica da associação com o hidrodinamismo nos ambientes estudados e distanciamento da costa, principalmente para os períodos chuvosos (**Figura 5-5 A e B**).



A

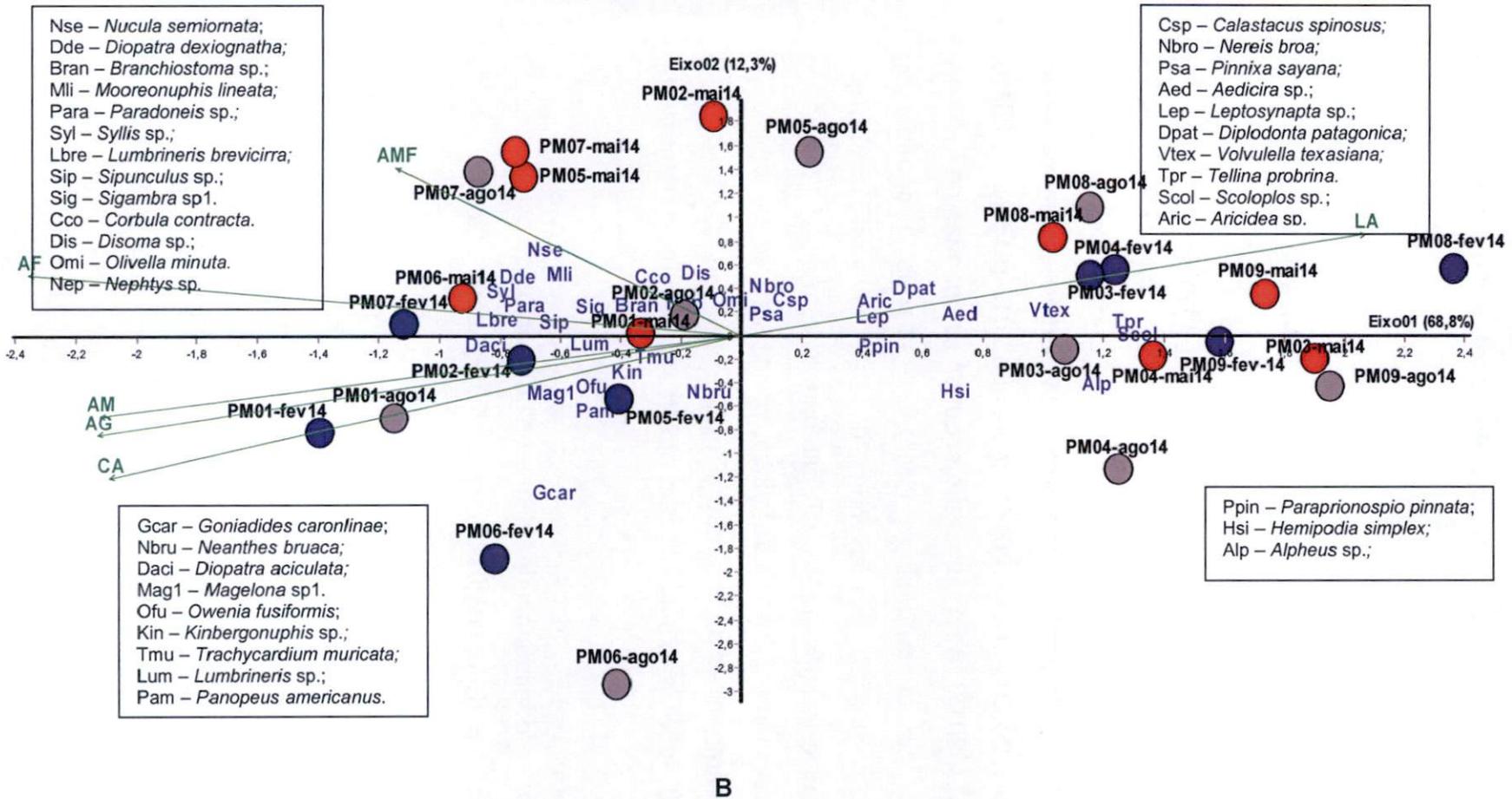


Figura 5-5 A e B: Análise de Correlação Canônica (CCA) entre os dados de granulometria e abundância dos organismos do zoobentos de fundo consolidado estuarino na área de influência do Terminal Norte Capixaba nas campanhas de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014. (Legenda: AMF – areia muito fina; AF – areia fina, AM – areia média, AG – areia grossa, CA – cascalho; LAMA – lama. ● - fev/14; ● - maio/14; ● - ago/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 uma forma geral, os grupos com maior ocorrência foram Annelida, Mollusca, Arthropoda (Crustacea) e Nemertea, destacando a ocorrência de Polychaeta dentro do grupo dos Annelida, sendo os maiores valores encontrados nos pontos de amostragem da área marinha, apresentando padrão semelhante ao encontrado em fevereiro de 2014 (CTA 2014), agosto de 2013 (APLYSIA, 2013), novembro de 2013 (CTA 2013), e na primeira e segunda campanhas do TNC em 2012 (ETHICA 2012), as quais também foram encontradas o domínio de Polychaeta, porém com exceção em fevereiro/2014, ocorreu um aumento do número de indivíduos e táxons na atual campanha e maio/2014 quando comparado com as campanhas iniciais referidas, principalmente novembro de 2013. Em relação às campanhas de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/2014 os maiores valores de indivíduos e espécies foram observados em maio e agosto de 2014.

Quanto à característica da dominância de poliquetos nos pontos do estuário do rio Barra Nova nas campanhas de maio/2014 e agosto/2014, 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, diferentemente ao encontrado entre as

campanhas de fevereiro/2014 (chuvoso) e maio/2014 (final do chuvoso), onde foram observados um grande aumento no número de espécies e indivíduos no em maio/2014, porém diferente para fevereiro/2014, uma vez que nesta última campanha não foram encontrados organismos nos pontos do estuário, podendo ser resultado do grande volume de chuva ocorrido no mês, o que promoveu um grande aumento no volume de água no período, interferindo diretamente na estabilidade do ambiente, levando a retirada e/ou morte dos organismos, não sendo encontrado nenhum indivíduo no estuário no mês de fevereiro/2014.

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 nos pontos entre os períodos de amostragem na área do estuário do rio Barra Nova.

A dominância de um pequeno número de espécies e uma baixa diversidade são características comuns de comunidades estuarinas, formadas principalmente por espécies resistentes e que se reajustam às situações de estresse, sendo favorecidas e se aproveitando de todo espaço e recurso disponível (HOGARTH, 1999), como por exemplo *Notomastus* sp, *Polydora* sp., *Isolda* sp., *Hemipodia simplex* e *Tellina versicolor* 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 maio/2014 e agosto/2014, 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-01 apresentando ocorrência e dominância de espécies com características de ambiente sob influência de salinidade, tendo como característica o maior número de espécies e abundância

durante as campanhas de maio/2014 e agosto/2014, onde o volume do rio Barra Nova foi menor para o ambiente estuarino.

Em relação aos valores de diversidade, riqueza e abundância encontrados no ambiente estuarino, seguiram as características encontradas na literatura (NALESSO *et al.*, 2005, HATJE *et al.*, 2006 e BARROSO & MATTHEWS-CASCON, 2009) as quais indicam uma variação de riqueza e diversidade, com tendência dos maiores valores da parte interna a foz dos estuários, semelhante ao observado nas campanhas de maio/2014 e agosto/2014 onde foram observados os maiores valores em PE-01 e PE-02. Desta forma, os resultados dos índices encontrados na região do estuário indicam as diferenças entre as regiões mais internas e externas do estuário do rio Barra Nova.

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

A ocorrência dos Peracarida assume importante papel ecológico nos sistemas bentônicos marinhos, uma vez que os mesmos podem apresentar todos os hábitos tróficos e muitos estilos de vida (SANTOS & PIRES-VANIN, 2000). Eles são componentes significantes da macrofauna de substratos 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 maio/2014 e agosto/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 (fevereiro/2014) e em maio/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 Baía 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 fevereiro/2014, uma vez que estes táxons estão entre os mais abundantes nas duas campanhas.

Destaca-se, porém, que no atual estudo, Crustacea não apresentou elevados valores de indivíduos e de espécies, semelhante ao observado para a campanha de maio/2014, o que segundo JAYARAJ *et al.* (2005) poderia estar relacionado ao fato deste grupo ter certa preferência por ambientes com sedimentos com granulometria composta por areia grossa, o que não foi encontrado no atual estudo para a maioria dos, porém estes organismos são mais sensíveis a mudanças ambientais, tais como a mudança abrupta de hidrodinamismo, resultando em alterações na composição da fauna, como observado entre as campanhas de fevereiro/2014, maio/2014 e agosto/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*, *Scoloplos* e *Paraprionospio pinnata*) e predadores (*Lumbrineris* e *Goniadides carolinae*) 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 à 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 fevereiro/2014 e maio/2014, uma vez que os pontos com maiores valores de diversidade foram localizados nas áreas mais fundas e com maior heterogeneidade de sedimento, com exceção em

agosto/2014 para o ponto PM-03, diferente ao observado na campanha do período seco (agosto/2014), que foi caracterizado por altos valores de lama e menores índices de diversidade, riqueza e abundância para a maioria dos pontos, em relação à campanha de maio/2014, nos pontos localizados nas áreas mais próximas a monobóia, com exceção do PM-06. Entretanto, os efeitos da heterogeneidade do sedimento podem variar de acordo com a 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 seco os mesmos demonstraram os valores baixos, com exceção de PM-06, o que poderia indicar uma interferência 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). Na campanha de agosto o ponto controle PM-02, e os pontos próximos a monobóia PM-05 e PM-07 apresentaram os menores valores para os locais entre as campanhas, indicando que os locais estavam sob a ação de agentes estressores ambientais (naturais: hidrodinamismo, e antrópicos: navegação).

Desta forma, verifica-se que durante o período seco os maiores valores foram encontrados nos pontos marinhos controle (PM01), PM-03 e PM-06, e os menores nos pontos próximos a região da monobóia (exceto o PM-06). 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 à 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/2014).

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

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. CONSIDERAÇÕES FINAIS

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

- Nas campanhas foram analisados os metais cádmio, chumbo, cobre, cromo, mercúrio, níquel e zinco. Dos elementos detectados no sedimento observou-se, considerando valores médios de concentração ao longo do monitoramento a seguinte ordem decrescente de concentração: Cr>Zn>Pb>Ni>Cu>Hg>Cd. Contudo, todos os parâmetros apresentaram valores de concentrações considerados baixos, quando comparados aos limites de concentração preconizados pela Resolução CONAMA 454/12, o que indica baixa influência de atividade antropogênica na região em estudo.
- As análises geoquímicas dos parâmetros cádmio, mercúrio e HTP apresentaram concentrações abaixo do limite mínimo de detecção do método analítico, indicando a ausência destes compostos químicos ou valores pouco significativos em termos de impacto ambiental.
- As 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 estes observados durante os meses de fevereiro/2014 e maio/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/2014) e as campanhas do período chuvoso (fevereiro/2014 e maio/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-06) apresentaram os menores valores durante o período seco, demonstrando possivelmente, certo grau de interferência do rio e da atividade antrópica na comunidade bentônica, enquanto no período chuvoso (fevereiro/2014 e maio/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 maio/2014 e fevereiro/2014 e em trabalhos realizados na região, porém inferiores valores altos para os pontos PM-01 e PM-03 em relação ao encontrado nas demais campanhas (maio e fevereiro/2014). Para a região estuarina os índices apresentaram padrão semelhante ao observado em maio/2014, com os maiores valores em PE-

01, indicando o efeito da variação da região estuarina e do volume de água doce sobre o ambiente.

- A 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-06), durante o período de seca, apresentando os menores valores para os índices de estrutura da comunidade, demonstrando possivelmente haver indícios de influência do empreendimento sobre a mesma.
- Não foram encontradas espécies raras, exóticas ou ameaçadas de extinção.
- Os resultados do presente programa de monitoramento possibilitaram o cumprimento dos objetivos propostos.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

8. EQUIPE TÉCNICA

Realização

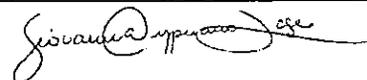
CTA – Serviços em Meio Ambiente Ltda.

CRBio: 208-02.

CTEA: 441/2014

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

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

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

Profissional	Christian V. Pedruzzi Eng. Ambiental, Oceanógrafo, Msc. Eng. Ambiental
Registro no Conselho de Classe	CREA ES-032682/D
CTEA	491/2014
CTF	1032609
Função	Responsável Técnico
Assinatura	<i>Christian Vasconcellos Pedruzzi</i>

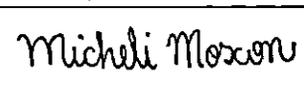
Profissional	Fabrizio Saleme de Sá Biólogo, Mestre em Biologia Animal
Registro no Conselho de Classe	CRBio 24568/D02
Função	Responsável Técnico – Comunidade Zoobentônica
Assinatura	<i>Fabrizio Saleme de Sá</i>

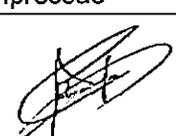
Profissional	Felipe Luis Tozetti Biólogo <i>Coordenador de Campo</i>
Registro no Conselho de Classe	CRBio 71731
Função	Execução de campo
Assinatura	<i>FTZ</i>

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

Profissional	Filipe Teixeira Henrique <i>Analista Estatístico</i>
Registro no Conselho de Classe	
Número de Cadastro CTF:	
Função	Análise Estatística
Assinatura	

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

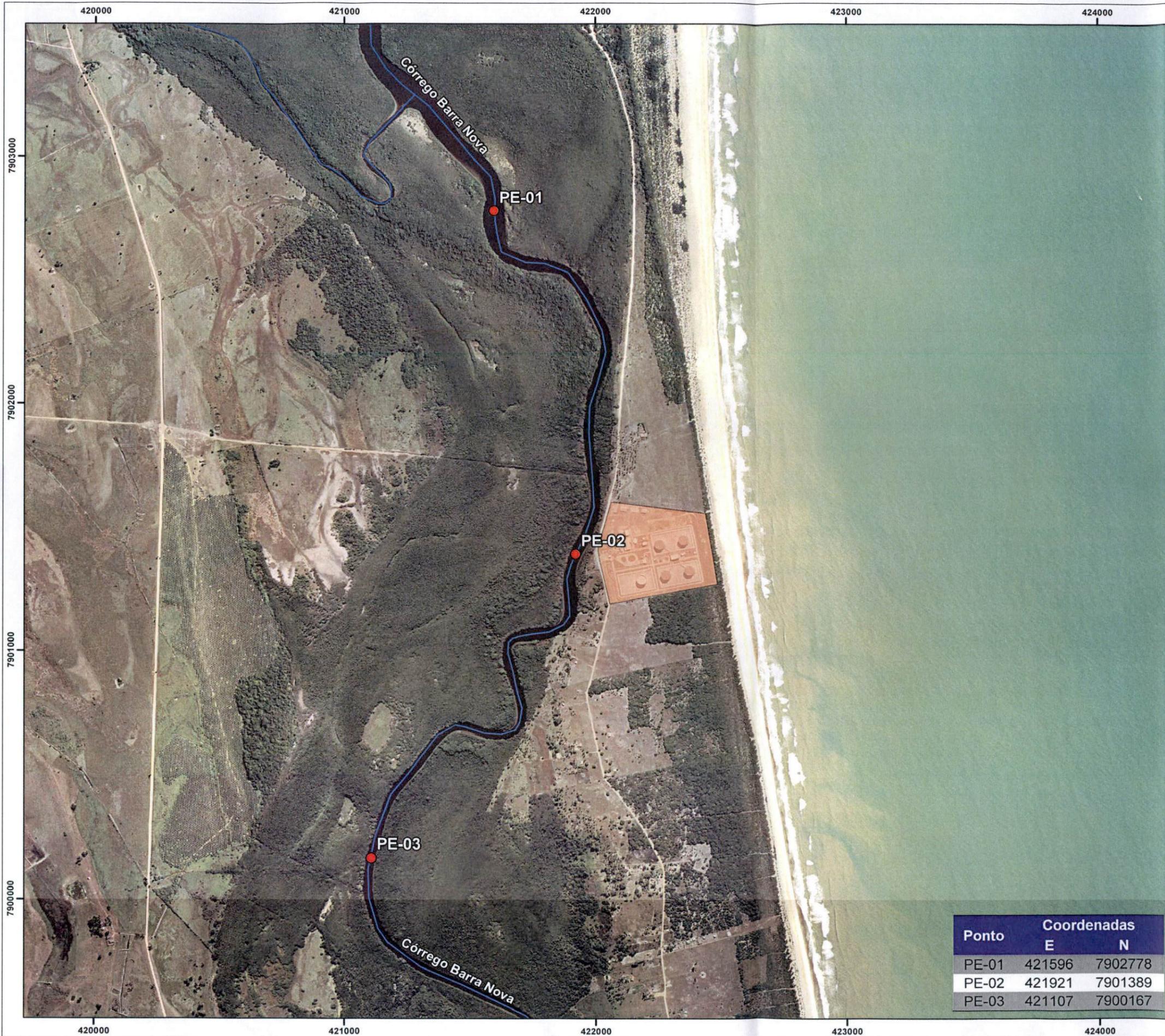
Profissional	Micheli Moscon Tecnóloga em Saneamento Ambiental <i>Analista Ambiental / Geoprocessamento</i>
Registro no Conselho de Classe	Não se aplica
Função no Estudo	Elaboração dos mapas
Assinatura	

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

9. ANEXOS

Anexo I

Mapa de localização dos pontos de amostragem de sedimento estuarino.



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 Torzani*
Marcielle Torzani
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 amostragem de sedimento marinho.



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



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

Legenda

- Ponto de amostragem de sedimento marinho
- Empreendimento

Documentação e Referências

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

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

Projeto: **Monitoramento Ambiental do TNC**

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

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

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

Escala: 1:25.000

Folha: 01 de 01 Local: São Mateus - ES

Papel: A3 Nº: C603-MA05

Cliente: Execução:



Anexo III

Laudos laboratoriais referente as campanhas de fevereiro, maio e agosto de 2014.

Em formato 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

ART Individual

Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do ES

1. Responsável Técnico

CHRISTIAN VASCONCELLOS PEDRUZZI

Título profissional: ENGENHEIRO AMBIENTAL

Empresa contratada:

RNP: 0812388240

Registro: ES-032682D

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:

CPF/CNPJ:

Proprietário: PETROBRAS TRANSPORTE S.A. - TRANSPETRO

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 CARIXABA (TNC). *ELABORAÇÃO DA ANÁLISE FÍSICO-QUÍMICA DO SEDIMENTO

6. Declarações

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

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

7. Entidade de classe

NENHUMA ENTIDADE

8. Assinaturas

Declaro serem verdadeiras as informações acima

Vitória, 27 de janeiro de 2014

Local

data

Christian Vasconcellos Pedruzzi

CHRISTIAN VASCONCELLOS PEDRUZZI - CPF: 09277949775

Aluísio

CTA-SERVIÇOS EM MEIO AMBIENTE - CPF: 39793153000179

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.confrea.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