

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA E FUNCIONALIDADE DA
MATERIA ORGÂNICA SOBRE A ENDOFAUNA NA REGIÃO DA BAÍA
DE VITÓRIA – SUDESTE DO BRASIL**

RODOLPHO HENRIQUE WAICHERT DA SILVA

VILA VELHA
MARÇO / 2013

UNIVERSIDADE VILA VELHA - ES
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA DE ECOSISTEMAS

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA E FUNCIONALIDADE DA
MATERIA ORGÂNICA SOBRE A ENDOFAUNA NA REGIÃO DA BAÍA
DE VITÓRIA – SUDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas, para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

RODOLPHO HENRIQUE WAICHERT DA SILVA

VILA VELHA
MARÇO / 2013

Catálogo na publicação elaborada pela Biblioteca Central / UVV-ES

S586i Silva, Rodolpho Henrique Waichert da.

Influência da granulometria e funcionalidade da matéria orgânica sobre a endofauna na região da Baía de Vitória – Sudeste do Brasil / Rodolpho Henrique Waichert da Silva. – 2013.

47 f. : il.

Orientador: Werther Krohling

Dissertação (mestrado em Ecologia de Ecossistemas) - Universidade Vila Velha, 2013.

Inclui bibliografias.

1. Fauna bentônica – Estudo de casos – Vitória (ES). 2. Granulometria. 3. Indicadores biológicos – Vitória (ES). 4. Substâncias húmicas. I. Krohling, Werther. II. Universidade Vila Velha. III. Título.

CDD 577

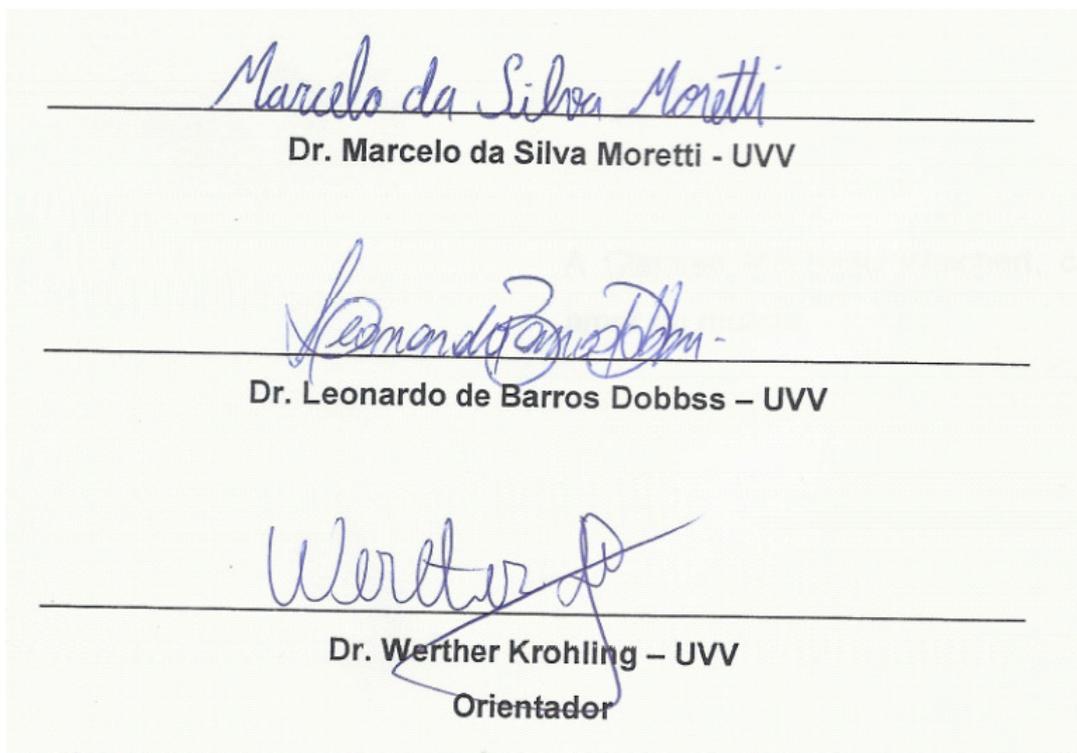
RODOLPHO HENRIQUE WAICHERT DA SILVA

**INFLUÊNCIA DA GRANULOMETRIA E FUNCIONALIDADE DA
MATERIA ORGÂNICA SOBRE A ENDOFAUNA NA REGIÃO DA BAÍA
DE VITÓRIA – SUDESTE DO BRASIL**

Dissertação apresentada à Universidade Vila Velha, como pré-requisito do Programa de Pós-graduação em Ecologia de Ecossistemas, para a obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

Aprovada em 25 de março de 2013,

Banca Examinadora:



Marcelo da Silva Moretti

Dr. Marcelo da Silva Moretti - UVV

Leonardo Barros Dobbss

Dr. Leonardo de Barros Dobbss – UVV

Werther Krohling

Dr. Werther Krohling – UVV
Orientador

À Clarisse Machado Waichert, com todo
amor do mundo.

AGRADECIMENTOS

Meus sinceros agradecimentos a Universidade Vila Velha (UVV), representada na coordenação do PPGEE, sempre nos concedendo condições de trabalho.

A FAPES pela bolsa de Mestrado.

Ao meu orientador, Dr. Werther Krohling, por sua ajuda indispensável na elaboração e execução deste projeto. Contribuindo a cada dia para minha formação.

Ao Dr. Leonardo Dobbss, não só meu Co-Orientador mais um grande amigo e incentivador durante esse processo.

Ao meu amigo Dr. Alessandro Coutinho, por sua ação como coordenador do PPGEE, e pelos momentos onde a suas palavras me foram como a de um pai. Obrigado!

Ao amigo Fabrício Saleme, presto em sua ajuda sem a qual esse trabalho não sairia do papel, juntamente com sua equipe da Ethica Ambiental, especialmente Daniel Mota.

Ao Dr. Paulo Dias, por sua grande contribuição na concepção desse projeto e auxílio nas análises de granulometria.

Aos amigos Juliano Barbirato e Fernanda Pavesi pelo auxílio nas atividades de laboratório.

Aos companheiros de batalha do Mestrado, principalmente ao irmão Carlos M. Colodete com quem muito aprendi nessa jornada.

Aos meus queridos estagiários Reinaldo, Naydion, Wal e Ludmila sempre prontos aos trabalhos de campo, mesmo quando o ambiente era um pouco isalubre.

Ao Sr. José Luiz (Pescador) pela ajuda nas coletas e seu senso de humor inconfundível.

A minha esposa Clarisse Machado Waichert pelas ricas contribuições a esse trabalho, bem como seu companheirismo e carinho.

SUMÁRIO

RESUMO	08
1 – INTRODUÇÃO	10
2 – MATERIAL E MÉTODOS	12
2.1 – ÁREA DE ESTUDO	12
2.2 – AMOSTRAGEM	13
2.3 – CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE BENTÔNICA	14
2.4 – CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DO SEDIMENTO	14
2.5 – EXTRAÇÃO DE SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DO SEDIMENTO	15
2.6 – DETERMINAÇÃO DA FUNCIONALIDADE QUÍMICA DO MATERIAL HÚMICO	15
2.7 – ANÁLISE ESTATÍSTICA	16
3 – RESULTADOS	18
4 – DISCUSSÃO	32
5 – AGRADECIMENTOS	37
6 – BIBLIOGRAFIA	38

SILVA, Rodolpho Henrique Waichert da. M.Sc., Universidade Vila Velha - ES, março de 2013. **Influência da granulometria e funcionalidade da matéria orgânica sobre a endofauna na região da Baía de Vitória – Sudeste do Brasil.** Orientador: Werther Krohling.

RESUMO

Pelo seu íntimo contato com o substrato as comunidades bentônicas passaram a ser estudadas como bioindicadores ambientais, porém vários fatores sinérgicos interagem com a estrutura biótica local, modulando suas características. Neste trabalho foram observadas as influências da granulometria e a funcionalidade química das substâncias húmicas do sedimento sobre a estrutura da comunidade da endofauna na baía de Vitória, estado do Espírito Santo, Brasil, em área sob influência de descartes orgânicos. Foram avaliados quatro pontos ao longo do gradiente da pluma de dispersão durante os meses de junho, julho e agosto de 2012. Os resultados demonstraram que os pontos mais próximos ao descarte de efluentes P1 e o mais afastado P4 guardavam similaridade de sua estrutura populacional, principalmente com táxons de vida sésil, esses pontos apresentaram predominância de frações finas do sedimento. Em contrapartida o ponto P2 apresentou frações de sedimento mais grossas e táxons errantes. As funcionalidades químicas da matéria orgânica não apresentaram variações significativas entre os pontos de estudo. Para a área de estudos a granulometria gera influência sobre a estrutura populacional da endofauna.

Palavras-chave: Biomonitoramento, Poluição Orgânica, Ecologia de comunidades.

1 – INTRODUÇÃO

Os organismos constituintes da endofauna apresentam grande importância ecológica, pois estão ligados aos processos de ciclagem dos compostos carbônicos, fixando-os na biomassa (Gaston *et al.*, 1998 ; Belúcio *et al.*, 1999, Nalesso *et al.*, 2005), e disponibilizando-os novamente à cadeia trófica da qual são constituintes basais, sendo fonte de alimento para invertebrados e vertebrados (Lana *et al.*, 1996). Por sua característica sedentária e sua íntima relação com o substrato, esse grupo de organismos pode sofrer variação em sua diversidade e estrutura de comunidade em função de alterações no ambiente, os tornando bons indicadores de perturbação ambiental (Gaudêncio & Cabral, 2007). Porém esse tipo de avaliação deve ser conduzida com cuidado, pois fatores naturais tais como profundidade (Soares-Gomes & Fernandes, 2005 ; Capítoli & Benvenuti, 2006), intensidade de correntes marinhas (Colling *et al.*, 2007 ; Blanchard *et al.*, 2011), variações no sedimento (Diaz *et al.*, 2003, Thompson *et al.*, 2012) e características de circulação de água (Hewitt *et al.*, 2004) podem gerar alterações na estrutura da comunidade bentônica, podendo ser interpretada erroneamente em estudos de biomonitoramento.

Para a avaliação de áreas onde ocorrem descarte de efluentes, ricos em matéria orgânica e nutrientes, a observação quali-quantitativa dos indivíduos bentônicos tem sido aplicada como instrumento de biomonitoramento (Nalesso *et al.*, 2005 ; Thompson *et al.*, 2012), pois em áreas de descarte crônico de efluentes orgânicos algumas alterações na estrutura populacional da endofauna podem ser observadas, das quais destacam-se a diminuição da biodiversidade local e a dominância de espécies oportunistas (Kennish, 1997, Simonini *et al.*, 2004. Breves-Ramos *et al.*, 2005).

Os ecossistemas costeiros vêm sofrendo uma rápida degradação, devido a alterações antrópicas, principalmente aquelas relacionadas aos processos de urbanização de zonas litorâneas (Underwood & Peterson, 1988; Kingsfor, 2000, ; Blanchard *et al.*, 2011). No Brasil, a ocupação do litoral tem ligações históricas com processos de colonização e até hoje essas regiões apresentam grande número de aglomerados populacionais (Santos, 2008). O rápido crescimento urbano, somado a falta de infraestrutura, culmina na catalisação dos processos de degradação dos ambientes marinhos costeiros. Dentre os impactos crônicos sofridos por esses ambientes o mais comum é o descarte de esgotos *in natura* (Jesus *et al.*, 2004). Esses efluentes são ricos em matéria orgânica, e quando lançados em regiões de pouca circulação de águas como baías e estuários podem levar a eutrofização do ambiente (Carmouze, 1994, Simonini *et al.*, 2004, Smith *et al.*, 2006). O principal componente da matéria orgânica de solos, água e sedimentos são as substâncias húmicas (SH) (Silva *et al.*, 2011). Esses compostos orgânicos compreendem uma gama de moléculas e suas determinadas funções químicas, cuja estrutura geral ainda é pouco conhecida. A determinação de uma estrutura básica ou modelo estrutural para as SH é um tema controverso, pois ainda não foram encontradas soluções conclusivas sobre esse assunto (Canellas *et al.*, 2005). No entanto Picollo, 2002, às definiu como sendo supramoléculas que podem ter a sua estrutura desmontada pela adição de pequenas quantidades de ácidos orgânicos.

O estudo das SH avançou bastante nos últimos anos, principalmente com a utilização da Ressonância Magnética Nuclear do ^{13}C , que é a técnica mais avançada para avaliação da funcionalidade química de materiais húmicos (Rumjaneck, 2005).

Estudos da bioatividade das SH em vegetais apontam para o incremento de seu crescimento, atuando a nível fisiológico e bioquímico (Façanha *et al.*, 2002; Silva *et al.*, 2011). No entanto pesquisas sobre a ação das SH sobre animais são escassas.

O presente trabalho visa levantar a comunidade da endofauna de um trecho da baía de Vitória, ES, Brasil, sob efeito da pluma de dispersão de um canal de despejo de efluentes orgânicos, caracterizando a granulometria do sedimento e as funcionalidades químicas das Substâncias Húmicas de quatro pontos de monitoramento ao longo da pluma de dispersão, partindo das premissas que as diferentes frações granulométricas do sedimento influenciam a estruturação da comunidade da endofauna, bem como diferenças na funcionalidade químicas da matéria orgânica, do grupo das substâncias húmicas também podem afetar as composições da comunidade bentônica.

2 – MATERIAL E METODOS

2.1 – ÁREA DE ESTUDOS

A Baía de Vitória constitui uma das principais rotas comerciais de navegação do Brasil, possuindo importância econômica e social, principalmente devido ao extrativismo das comunidades tradicionais como catadores de caranguejo e paneleiras. Em seu entorno o crescimento populacional desordenado com baixa infraestrutura tem catalisado os processos de degradação ambiental sendo um dos fatores mais críticos o lançamento de efluentes sem tratamento prévio (Jesus, *et al.*, 2004). Esse descarte de efluentes se dá em sua maioria nos rios tributários à baía de Vitória, que drenam as regiões urbanas adjacentes. Dentre esses destacam - se o rio Santa Maria da Vitória de porte médio, e os rios Formate, Marinho, Bubu, Aribiri, Córrego Piranema e o Canal da Costa (tributário de pequeno porte).

O Canal da Costa fica localizado próximo à ligação com o mar, ele se estende pela região urbana de Vila Velha e ao longo de seu percurso recebe descargas de esgoto *in natura* que são conduzidos à baía de Vitória. Na sua região de foz apresenta sedimento

predominante na fração de siltes e argilas, e uma profundidade variando entre dois a cinco metros, sendo que na região do canal do porto essa chega a mais de 20 metros (Júnior *et al.*, 2009).

Nesse trabalho, a endofauna foi estudada em quatro pontos distintos. Três desses (P1, P2 e P3), sofrem influência direta da pluma de dispersão do Canal da Costa. O quarto ponto (P4) está geograficamente situado em uma região onde a pluma não o atinge (Figura 1).

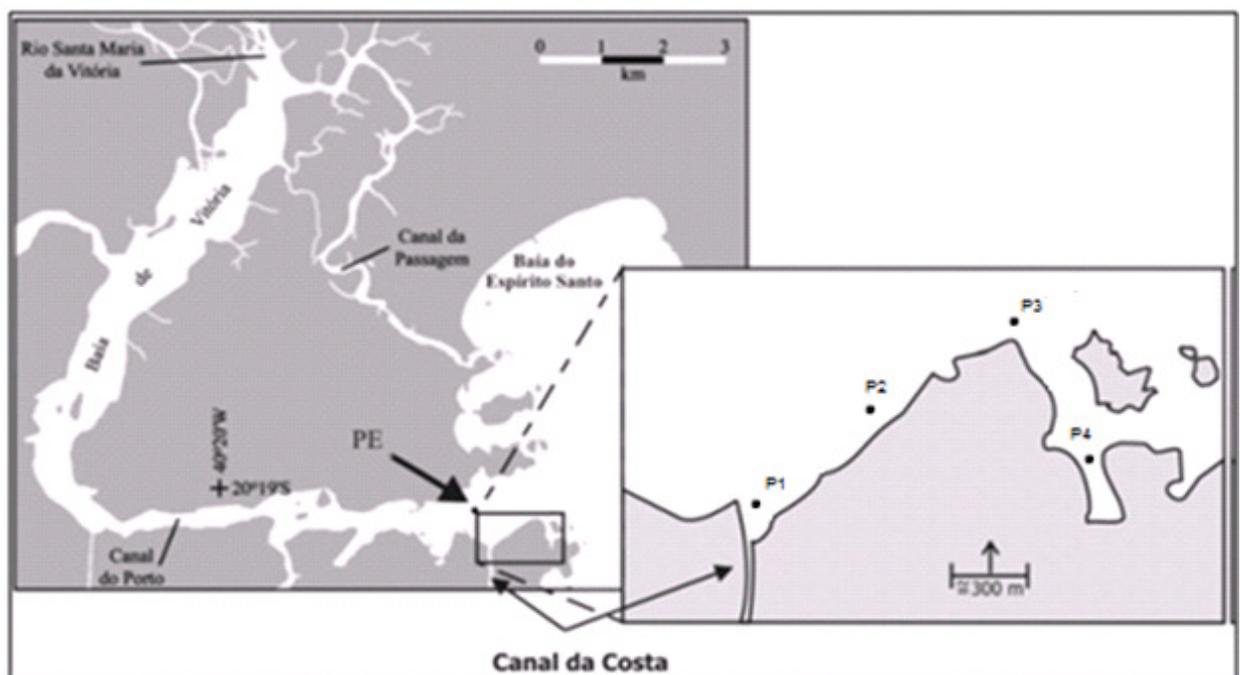


Figura 1 – Baía de Vitória, em detalhe Canal da Costa e localização dos pontos amostrais.

2.2 - AMOSTRAGEM

As coletas foram efetuadas quinzenalmente nos meses de Junho, Julho e Agosto de 2012 compreendendo o período de inverno, totalizando seis coletas. Este período é caracterizado pelos baixos índices de precipitação pluviométrica (Joyeux *et al.*, 2004), o

que gera uma diminuição na contribuição da drenagem superficial continental para as águas da baía. As coletas foram efetuadas em maré de sizígia em período de baixa-mar. As amostragens foram efetuadas com auxílio de um amostrador de fundo do tipo Petersen de volume de cinco litros, para cada ponto amostral foram efetuadas cinco réplicas. O material amostrado em cada replica foi dividido em três partes, acondicionados em sacolas plásticas sob baixa temperatura e conduzidos para o Laboratório.

2.3 - CARACTERIZAÇÃO DA COMUNIDADE BENTÔNICA

O sedimento foi lavado sob peneiras de 1,0mm e 0,5mm de malha. Os organismos coletados foram fixados em formalina 4%. Com auxílio de estereomicroscópio foram identificados até o nível taxonômico mais baixo possível, utilizando-se literatura científica disponível (Amaral 1980, 1987; Amaral & Nonato 1994; Denadai *et al.*, 2006; Morgado & Amaral 1981, 1984, 1985, 1997; Steiner *et al.*, 2002; Garraffoni & Amaral 2009).

A estrutura da comunidade bentônica foi avaliada segundo a sua riqueza (número de táxons), abundância de indivíduos e frequência de ocorrência dos táxons (Blanchard *et al.*, 2011; Thompson *et. al.*, 2012; Belém *et al.*, 2013). Também foram efetuados os cálculos de Diversidade de Shannon (Magurran, 1988; Krebs, 1989).

2.4 - CARACTERIZAÇÃO GRANULOMÉTRICA DO SEDIMENTO

Uma fração do sedimento coletado concomitantemente às coletas de sedimento para estudo da endofauna com aproximadamente 50g, foi lavada e seca em estufa 70°C em

período de 24h, passando posteriormente pelo processo de granulometria. As frações separadas foram o seixo, grânulo, areia muito grossa, areia grossa, areia média, areia fina, areia muito fina e lama (siltes e argilas) (Suguio, 1937).

2.5 - EXTRAÇÃO DAS SUBSTÂNCIAS HÚMICAS DO SEDIMENTO

As amostras de sedimento foram secas em estufa a 60°C pelo período de 24h. O sedimento, coletado quinzenalmente, foi misturado e homogeneizado, tomando-se assim uma amostra composta para cada mês. A extração das substâncias húmicas (SH) alcalino-solúveis provenientes dos sedimentos foi realizada com NaOH 0,1 mol L⁻¹, na razão sedimento-solvente de 1:10 (v:v) em atmosfera inerte de N₂. A extração foi repetida até a obtenção de um extrato incolor. As SH produzidas foram passadas por uma coluna preenchida com resina DAX-8 (36 g mL⁻¹ de solução). A coluna foi lavada com dois volumes de água destilada e os materiais húmicos retidos na coluna, foram eluídos com uma solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹. Em seguida, as soluções coletadas foram dializadas contra água em membranas com poros de 700 Da e secas por liofilização.

2.6 - DETERMINAÇÃO DA FUNCIONALIDADE QUÍMICA DO MATERIAL HÚMICO

A determinação da funcionalidade química dos materiais húmicos obtidos foi realizada pela técnica de ressonância nuclear magnética do isótopo de carbono de massa 13 no estado sólido com transferência de polarização cruzada e rotação no ângulo mágico (¹³C RMN CP/MAS) nas seguintes condições: foi utilizado um equipamento Bruker

AVANCE™ 300 para a aquisição dos espectros equipado com probe de quatro mm Wide Bore MAS, operando na frequência de ressonância de ^{13}C a 75.475 MHz, e rotação na taxa de 5000 ± 1 Hz. A elaboração dos espectros foi realizada com programa computacional Mestre-C versão 4.9.9.9. Todos os decaimentos livres de indução (FID) foram transformados aplicando, primeiro, um “zero filling” de 16 k zero filling, e depois uma função exponencial para ajuste (line broadening, LB) de 100 Hz. A linha base foi corrigida manualmente utilizando-se 14 pontos interpolados por uma função cúbica. Os espectros foram automaticamente integrados nas principais regiões de deslocamento químico ($^{13}\text{C}\delta$) $^{13}\text{C}\delta$ 165-200 (carbonilas, cetonas, amidas, aldeídos), $^{13}\text{C}\delta$ 150-165 (C aromáticos substituídos), $^{13}\text{C}\delta$ 110-150 (C aromáticos não substituídos) $^{13}\text{C}\delta$ 95-110 (carbono anomérico), $^{13}\text{C}\delta$ 65-95 (sistemas C-O em álcool e ésteres), $^{13}\text{C}\delta$ 45-65 (grupos C-N e carbonos alifáticos ramificados), $^{13}\text{C}\delta$ 25-45 (carbonos sp^3 principalmente CH_2) e $^{13}\text{C}\delta$ 0-25 (carbono sp^3 principalmente CH_3). As áreas correspondentes a C alquílicos ($^{13}\text{C}\delta$ 0-40) e aromáticos ($^{13}\text{C}\delta$ 110-160) foram somadas para quantificar o conteúdo de C hidrofóbico. Da mesma forma as áreas nos intervalos entre 160-200, 90-110, 60-90 e 40-60) foram usadas para estimar a quantidade de carbono hidrofílico.

2.7 – ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Para a avaliação da variação da riqueza de espécies e diversidade entre os pontos amostrais foi utilizada a análise de variância não paramétrica Kruskal-Wallis One Way, significância de 0,05 (Zar, 1999). A similaridade entre os pontos amostrais foi estudada através das análises de agrupamento (Clarke & Warwick, 2001). O padrão de associação da endofauna foi comparado entre pontos amostrais (P1, P2, P3 e P4) partindo de uma matriz de abundancia das espécies, passando por transformação em raiz quadrada, que

foi ordenada (Cluster) utilizando-se o índice de similaridade de Bray–Curtis (Clarke & Warwick, 1994). Nos procedimentos de agrupamento foram utilizadas as médias de 30 amostras em cada ponto estudado. A análise multivariada permutacional de variâncias (PERMANOVA) foi aplicada para comparações multivariadas da composição da endofauna entre pontos amostrais. A distancia de similaridade de Bray-Curtis foi utilizada como base para todas as PERMANOVAs tomando um número de permutações de 9999 vezes por análise a um α -nível de 0,05 (Manly, 1997). Foram efetuadas comparações *post-hoc* par a par quando da obtenção de diferenças significativas, essas foram permutadas 9999 vezes (Anderson, 2005). Todos os dados foram transformados por raiz quadrada para se efetuar as PERMANOVAs. A detecção de diferenças significativas entre fatores foi efetuada pelo cálculo das porcentagens de similaridade (SIMPER), identificando os táxons que mais contribuíram para as dissimilaridades. As análises multivariadas foram efetuadas no pacote PRIMER v.6 (Clarke & Warwick, 2001; Clarke *et al.*, 2006). Também foi efetuada análise de Correlação Canônica CCA (Ter Braak, 1986), utilizando os táxons que apresentaram frequência igual o maior que 5,0%, utilizando-se o valor médio de suas abundâncias ($n = 120$), em pelo menos um ponto de monitoramento, juntamente com os valores médios ($n = 120$) das diferentes frações granulométricas dos locais estudados.

Para os dados de granulometria a predominância das frações foi obtida através da Análise de Componente Principal PCA (Ter Braak, 1986).

A variação média dos compostos carbônicos entre os pontos de estudo foram obtidas com a utilização de Análise de Variância ANOVA (Zar, 1999).

A avaliação das frações das substâncias húmicas em face à granulometria do sedimento foi avaliada com a Análise de Componente Principal PCA (Ter Braak, 1986).

Foi realizada análise de Correlação Canônica CCA (Ter Braak, 1986) para correlação dos fatores Bióticos, granulometria e substâncias húmicas.

3 – RESULTADOS

Um total 1.050 indivíduos pertencentes a 36 táxons foram identificados. Anellida foi o maior grupo com 16 táxons, seguindo por Mollusca com 13 táxons. A abundância média dos táxons no ponto P1 apresenta como táxons mais abundantes *Golfingia* sp., *Anomalocardia brasiliana* e *Capitella* sp., para P2 os táxons *Scolelepis* sp. e *Lumbrineris* sp. foram os mais representativos, no ponto P3 *Eurydice* sp. e *Terebellis* sp. em P4 *A. brasiliana*, *Mactra* sp. e *Nonatus* sp. (Tabela 1).

Os táxons *Nematoneris* sp., *Hemipodus* sp., *Syllis* sp. e *A. brasiliana* estiveram presentes em todos os pontos estudados. O ponto P4 apresentou maior riqueza total (N = 19) e o ponto P1 foi o de menor número de táxons (N = 14). Foram registrados táxons exclusivos em P1 *Branchiostoma* sp.. P2 *Nereis riisei*, *Halosydnella* sp., *Echinaster* sp., *Amphiodia* sp. e *Cymatium* sp. P3 *Terebellides* sp., *Trachycardium* sp. e *Antalis* sp. P4 *Owenia* sp., *Nonatus* sp., *Clibanarius* sp., *Tindaria* sp., *Mactra* sp. e *Columbella mercatoria* (Tabela 1).

Tabela 1 – Valores médios de abundancia de indivíduos \pm desvio padrão dos táxons registrados nos quatro pontos de estudo P1 (efluente), P2 (pluma), P3 (marinho) e P4 (Praia do Ribeiro) ao longo dos meses de junho, Julho e agosto de 2012 (n = 30 por ponto).

Táxon	Pontos			
	P1	P2	P3	P4
ANELLIDA				
<i>Marphysa sp.</i>	0,2 \pm 0,5	0,1 \pm 0,4	-	-
<i>Nematonereis sp.</i>	0,0 \pm 0,2	0,1 \pm 0,3	0,1 \pm 0,4	0,1 \pm 0,4
<i>Lumbrineris sp.</i>	-	0,6 \pm 1,0	0,2 \pm 0,4	-
<i>Diopatra sp.</i>	0,4 \pm 0,9	-	-	0,2 \pm 0,6
<i>Kinbergonuphis sp.</i>	-	0,0 \pm 0,2	-	0,1 \pm 0,4
<i>Hemipodus sp.</i>	0,0 \pm 0,2	0,2 \pm 0,4	0,3 \pm 0,6	0,2 \pm 0,4
<i>Neanthes sp.</i>	0,0 \pm 0,2	-	-	0,0 \pm 0,2
<i>Nereis riisei</i>	-	0,2 \pm 0,5	-	-
<i>Halosydnella sp.</i>	-	0,1 \pm 0,4	-	-
<i>Syllis sp.</i>	0,1 \pm 0,3	0,3 \pm 0,6	0,2 \pm 0,6	0,2 \pm 0,9
<i>Owenia sp.</i>	-	-	-	0,0 \pm 0,2
<i>Capitella sp.</i>	0,7 \pm 2,0	0,1 \pm 0,4	-	0,5 \pm 1,7
<i>Nonatus sp.</i>	-	-	-	0,6 \pm 2,3
<i>Naineris sp.</i>	-	-	0,2 \pm 0,6	0,0 \pm 0,2
<i>Scolelepis sp.</i>	-	0,8 \pm 2,4	0,1 \pm 0,3	-
<i>Terebellides sp.</i>	-	-	0,4 \pm 1,0	-
ARTHROPODA				
<i>Clibanarius sp.</i>	-	-	-	0,0 \pm 0,2
<i>Eurydice sp.</i>	0,1 \pm 0,5	-	2,9 \pm 6,4	0,1 \pm 0,3
ECHINODERMATA				
<i>Echinaster sp.</i>	-	0,0 \pm 0,2	-	-
<i>Amphiodia sp.</i>	-	0,1 \pm 0,2	-	-
MOLLUSCA				
<i>Corbula caribaea</i>	-	0,4 \pm 1,0	0,0 \pm 0,2	-
<i>Tindaria sp.</i>	-	-	-	0,1 \pm 0,3
<i>Nucula sp.</i>	-	0,2 \pm 0,4	0,2 \pm 1,0	-
<i>Trachycardium sp.</i>	-	-	0,0 \pm 0,2	-
<i>Mactra sp.</i>	-	-	-	0,6 \pm 1,5
<i>Anomalocardia brasiliiana</i>	0,7 \pm 1,1	0,1 \pm 0,3	0,1 \pm 0,4	1,7 \pm 3,3
<i>Tegula viridula</i>	-	0,0 \pm 0,2	-	0,0 \pm 0,2
<i>Cerithium eburneum</i>	0,0 \pm 0,2	-	-	0,2 \pm 0,6
<i>Cymatium sp.</i>	-	0,1 \pm 0,2	-	-
<i>Columbella mercatoria</i>	-	-	-	0,1 \pm 0,3
<i>Conus sp.</i>	-	0,2 \pm 0,5	-	0,0 \pm 0,2
<i>Olivella minuta</i>	-	-	0,2 \pm 0,7	0,1 \pm 0,4
<i>Antalis sp.</i>	-	-	0,1 \pm 0,4	-
SIPUNCULA				
<i>Aspidosiphon sp.</i>	0,1 \pm 0,3	-	-	0,0 \pm 0,2
<i>Golfingia sp.</i>	0,8 \pm 1,3	-	0,1 \pm 0,4	0,4 \pm 0,8
CHORDATA				
<i>Branchiostoma sp.</i>	0,0 \pm 0,2	-	-	-
Total Táxons	14	18	15	19

A frequência absoluta dos táxons, em P1 *Golfingia sp.* (24,0%), *A. brasiliiana* (22,9%) foram os táxons mais representativos, para P2 *Scolelepis sp.* (22,9%) e *Lumbrineris sp.*, P3 *Eurydice sp.* (54,1%) e *Terebellis sp.* (7,5%), em P4 *A. brasiliiana* (31,7%) e *Nonatus sp.* (11,8%) (Tabela 2).

Tabela 2 – Valores de frequência de ocorrência (%) dos táxons registrados nos quatro pontos de estudo P1 (efluente), P2 (pluma), P3 (marinho) e P4 (Praia do Ribeiro) ao longo dos meses de junho, Julho e agosto de 2012 (n = 30). Em negrito são apresentados os táxons mais representativos (> 5,0% em pelo menos um ponto).

Táxon	Pontos			
	P1	P2	P3	P4
ANNELIDA				
<i>Marphysa sp.</i>	6,3	3,7	0,0	0,0
<i>Nematonereis sp.</i>	1,0	1,8	2,5	1,9
<i>Lumbrineris sp.</i>	0,0	15,6	3,8	0,0
<i>Diopatra sp.</i>	11,5	0,0	0,0	3,1
<i>Kinbergonuphis sp.</i>	0,0	0,9	0,0	2,5
<i>Hemipodus sp.</i>	1,0	6,4	5,7	3,7
<i>Neanthes sp.</i>	1,0	0,0	0,0	0,6
<i>Nereis riisei</i>	0,0	6,4	0,0	0,0
<i>Halosydnella sp.</i>	0,0	1,8	0,0	0,0
<i>Syllis sp.</i>	4,2	7,3	4,4	4,3
<i>Owenia sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,6
<i>Capitella sp.</i>	20,8	2,8	0,0	9,9
<i>Nonatus sp.</i>	0,0	0,0	0,0	11,8
<i>Naineris sp.</i>	0,0	0,0	3,1	0,6
<i>Scolecopsis sp.</i>	0,0	22,9	1,3	0,0
<i>Terebellides sp.</i>	0,0	0,0	7,5	0,0
ARTHROPODA				
<i>Clibanarius sp.</i>	0,0	0,0	0,0	0,6
<i>Eurydice sp.</i>	3,1	0,0	54,1	1,9
ECHINODERMATA				
<i>Echinaster sp.</i>	0,0	0,9	0,0	0,0
<i>Amphiodia sp.</i>	0,0	1,8	0,0	0,0
MOLLUSCA				
<i>Corbula caribaea</i>	0,0	11,9	0,6	0,0
<i>Tindaria sp.</i>	0,0	0,0	0,0	1,2
<i>Nucula sp.</i>	0,0	4,6	4,4	0,0
<i>Trachycardium sp.</i>	0,0	0,0	0,6	0,0
<i>Mactra sp.</i>	0,0	0,0	0,0	10,6
<i>Anomalocardia brasiliana</i>	22,9	2,8	2,5	31,7
<i>Tegula viridula</i>	0,0	0,9	0,0	0,6
<i>Cerithium eburneum</i>	1,0	0,0	0,0	3,7
<i>Cymatium sp.</i>	0,0	1,8	0,0	0,0
<i>Columbella mercatoria</i>	0,0	0,0	0,0	1,2
<i>Conus sp.</i>	0,0	5,5	0,0	0,6
<i>Olivella minuta</i>	0,0	0,0	4,4	1,2
<i>Antalis sp.</i>	0,0	0,0	2,5	0,0
SIPUNCULA				
<i>Aspidosiphon sp.</i>	2,1	0,0	0,0	0,6
<i>Golfingia sp.</i>	24,0	0,0	2,5	6,8
CHORDATA				
<i>Branchiostoma sp.</i>	1,0	0,0	0,0	0,0

A diversidade de Shannon não apresentou variações significativas em suas medianas (P1 = 0,62, P2 = 0,65, P3 = 0,63 e P4 = 0,65) na análise não paramétrica de Kruskal-Wallis One Way (GL = 3, p = 0,603), assim como a riqueza de espécies (P1 = 2,0, P2 = 2,0, P3 = 2,0 e P4 = 2,0) (GL = 3, p = 0,746) (Figura 2).

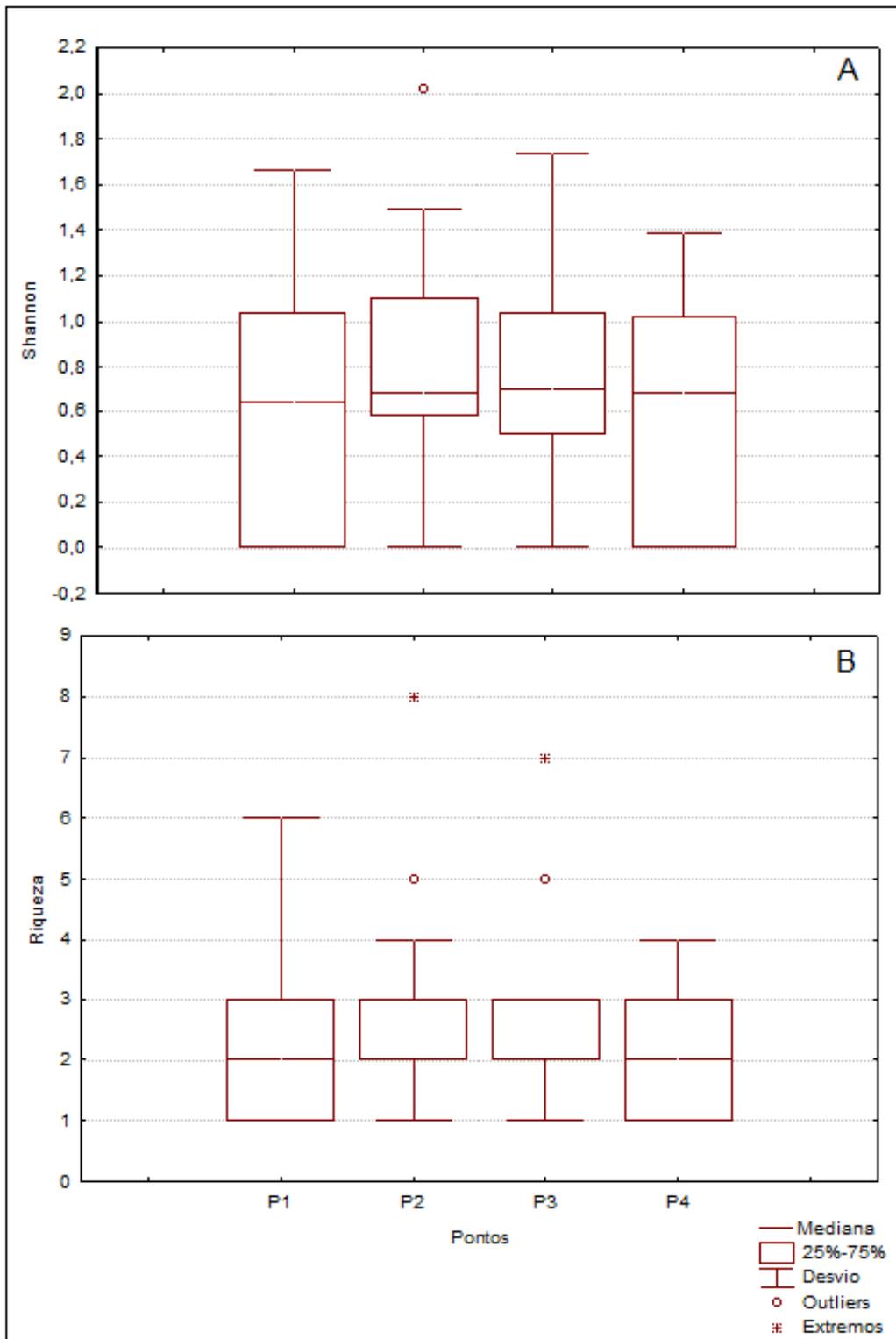


Figura 2 – Mediana e quartis da Diversidade de Shannon (A) e Riqueza (B) dos táxons registrados nos quatro pontos de estudo P1 (efluente), P2 (pluma), P3 (marinho) e P4 (Praia do Ribeiro) ao longo dos meses de junho, Julho e agosto de 2012 (n = 120).

As análises de PERMANOVA demonstraram que os quatro pontos de monitoramento não apresentam similaridade significativa em sua estrutura de comunidade bentônica,

com exceção de P1 e P4 que apresentaram similaridade em sua composição taxonômica (Tabela 3). O teste SIMPER apresentou os táxons que mais contribuíram percentualmente na estrutura populacional dos pontos, sendo que em P1 *A. brasiliiana* (41,14%) e *Golfingia* sp. (36,26%) foram as mais representativas, em P2 *Lumbrineris* sp. (27,19%) e *Hemipodus* sp. (17,31%), P3 *Eurydice* sp. (45,57%) e *Hemipodus* sp. (16,90%), já para P4 *A. brasiliiana* (45,68%) e *Mactra* sp. (13,11%).

Dentre os táxons que contribuíram para a similaridade significativa entre os pontos P1 e P4 se destacam *Mactra* sp. (13,00%) e *Nonatus* sp. (11,60%) (Tabela 4).

Tabela 3 – Análise multivariada permutacional de variâncias (PERMANOVA), registrados nos quatro pontos de estudo P1 (efluente), P2 (pluma), P3 (marinho) e P4 (Praia do Ribeiro) ao longo dos meses de junho, Julho e agosto de 2012. Em negrito valores significativos de agrupamento.

Grupos	Permutações	P(perma)
P1, P2	7865	0,0018
P1, P3	7099	0,0030
P1,P4	9185	0,0525
P2, P3	7883	0,0148
P2, P4	9165	0,0003
P3, P4	9190	0,0004

Tabela 4 – Resultado do Teste de SIMPER com a participação percentual de cada táxon para a similaridade entre os pontos amostrais, P1 (efluente) e P2 (pluma); P3 (marinho) e P4 (Praia do Ribeiro) ao longo dos meses de junho, Julho e agosto de 2012.

Grupos	Similaridade (Bray – Curtys)	Táxon	Contribuição	Contribuição acumulada
P1 x P4	57,0%	<i>Mactra</i> sp.	13,0 %	13,0 %
		<i>Nonatus</i> sp.	11,6 %	24,6 %
		<i>A. brasiliiana</i>	9,5 %	34,1 %
		<i>Golfingia</i> sp.	8,9 %	43,1 %
		<i>Marphysa</i> sp.	7,9 %	51,1 %
P2 x P3	37,1%	<i>Eurydice</i> sp.	25,6 %	25,6 %
		<i>Terebellides</i> sp.	7,9 %	33,5 %
		<i>Scolelepis</i> sp.	7,6 %	41,21 %
		<i>Corbula caribaea</i>	6,9 %	48,1 %

As análises de agrupamento (Cluster) demonstraram a formação de dois grupos, sendo P1 e P4 com 57% de similaridade de Bray – Curtis, e P2 com P3 com similaridade de

37,10%. Quando comparados, os dois grupos guardam entre si uma semelhança de 20% de similaridade de Bray – Curtis (Figura 3).

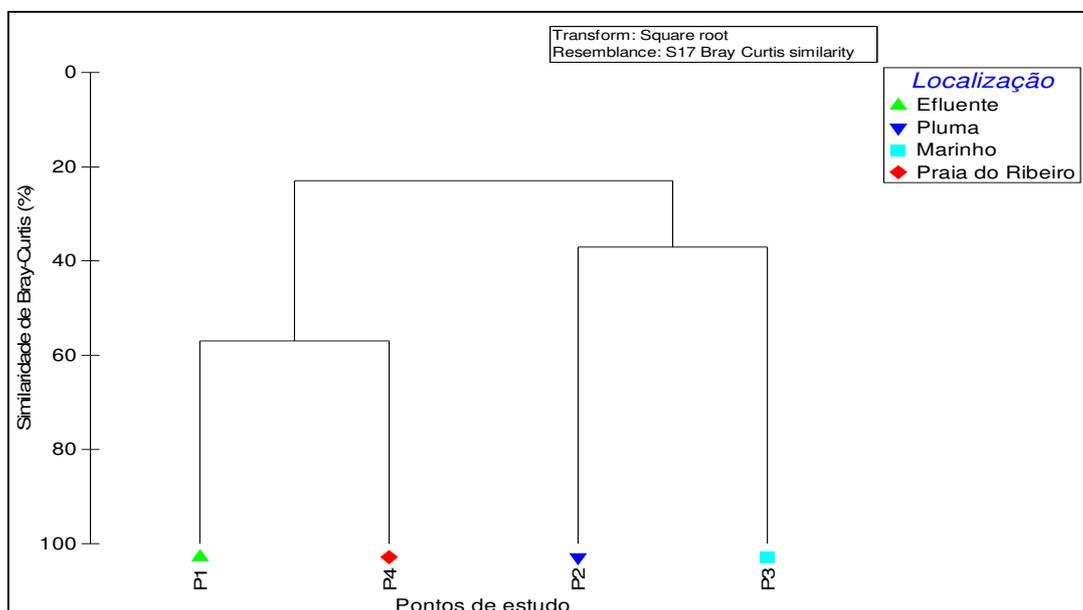


Figura 3 - As análises de agrupamento (Cluster) da comunidades da endofauna dos quatro pontos de monitoramento, P1 (efluente), P2 (pluma), P3 (marinho) e P4 (Praia do Ribeiro) ao longo dos meses de junho, Julho e agosto de 2012. Utilizando-se o índice de similaridade de Bray – Curtis tomado das médias pontuais.

A análise de correlação Canônica CCA evidenciou a formação de três agrupamentos (Figura 4). O primeiro agrupamento é composto pelos pontos de estudo P1 e P4, relacionados às frações granulométricas de menor tamanho de sedimento (areia muito fina e lama), nesse grupo figuram os táxons *A. brasiliiana*, *Golfingia* sp., *Nonatus* sp., *Mactra* sp., *Diopatra* sp. e *Capitella* sp.. O segundo agrupamento correlacionou o ponto P2 as frações granulométricas mais grossas (seixo e grânulo), destacam-se nesse grupo os táxons *Nereis riisei*, *Corbula caribaea*, *Scolelepis* sp., *Lumbrineris* sp. e *Conus* sp.. Um terceiro agrupamento traz P3 com a fração areia fina, onde os táxons *Eurydice* sp. e *Terebellides* sp. foram mais evidentes.

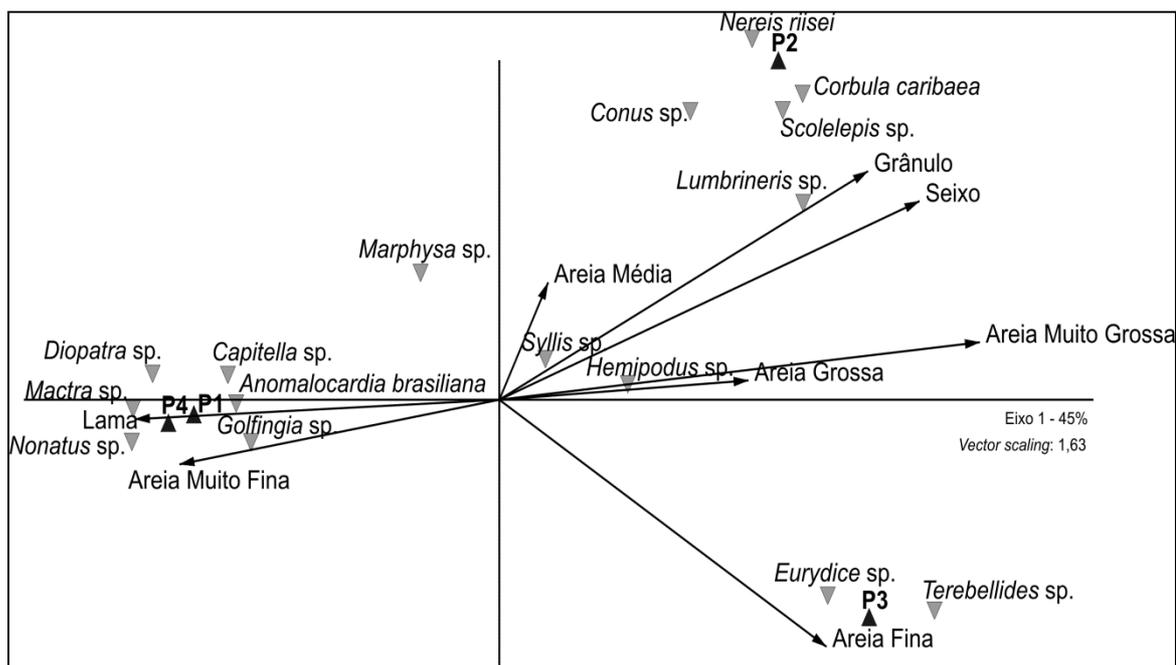


Figura 4 – Análise de correlação canônica da comunidades da endofauna (considerando apenas os principais táxons - >5%), e granulometria dos quatro pontos de monitoramento, P1 (efluente), P2 (pluma), P3 (marinho) e P4 (Praia do Ribeiro) ao longo dos meses de junho, Julho e agosto de 2012 (n = 30).

A RMN caracterizou a funcionalidade química das SH para os quatro pontos de monitoramento ao longo dos três meses de estudo, gerando os espectros que são apresentados nas Figuras 5, 6, 7 e 8. A integração dos espectros e o cálculo das áreas correspondentes a cada função química bem como seus resultados médios e desvio padrão são mostrados na Tabela 5.

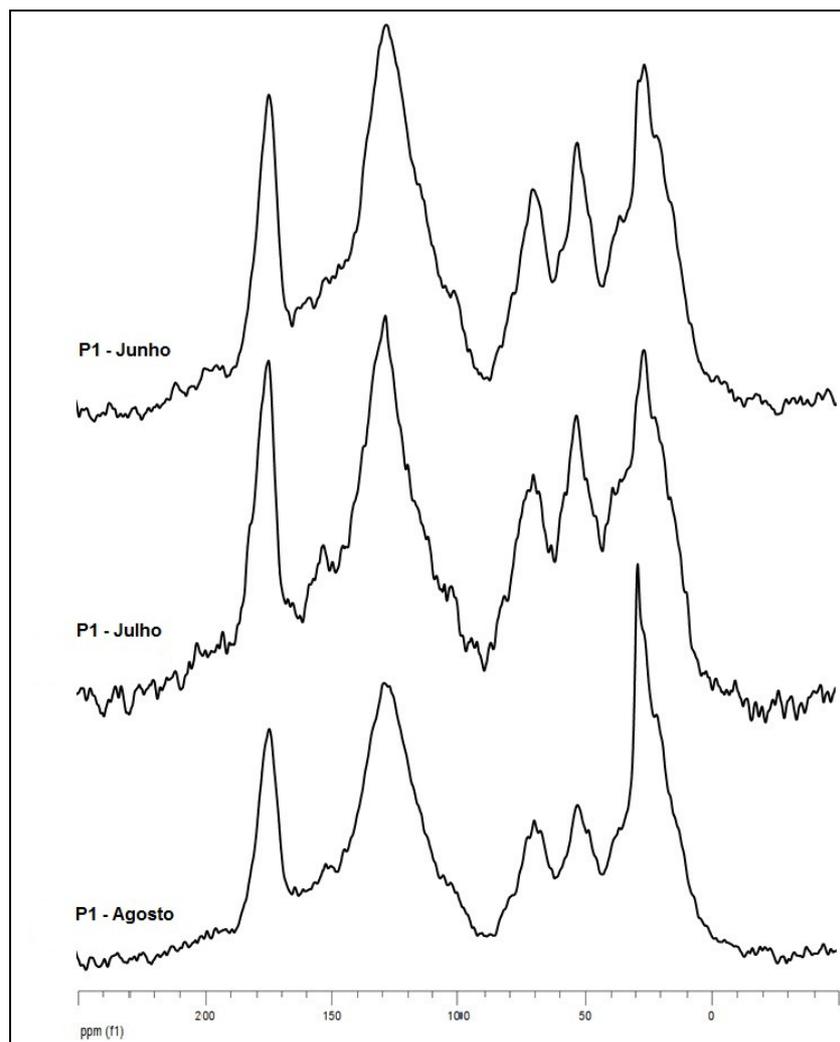


Figura 5 – Espectros da RMN ^{13}C efetuada nos sedimentos coletados na baía de Vitória (ponto P1) nos meses de junho, julho e agosto de 2012 (Inverno).

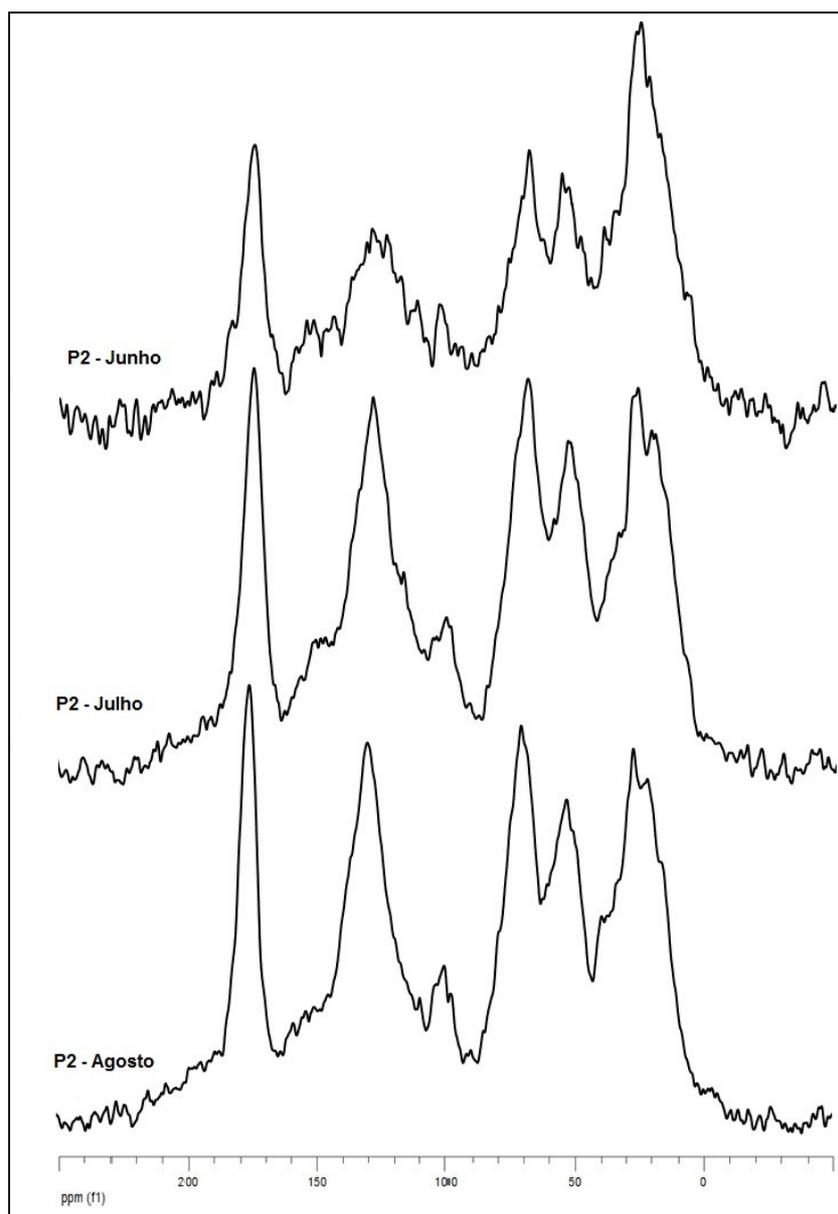


Figura 6 – Espectros da RMN ^{13}C efetuada nos sedimentos coletados na baía de Vitória (ponto P2) nos meses de junho, julho e agosto de 2012 (Inverno).

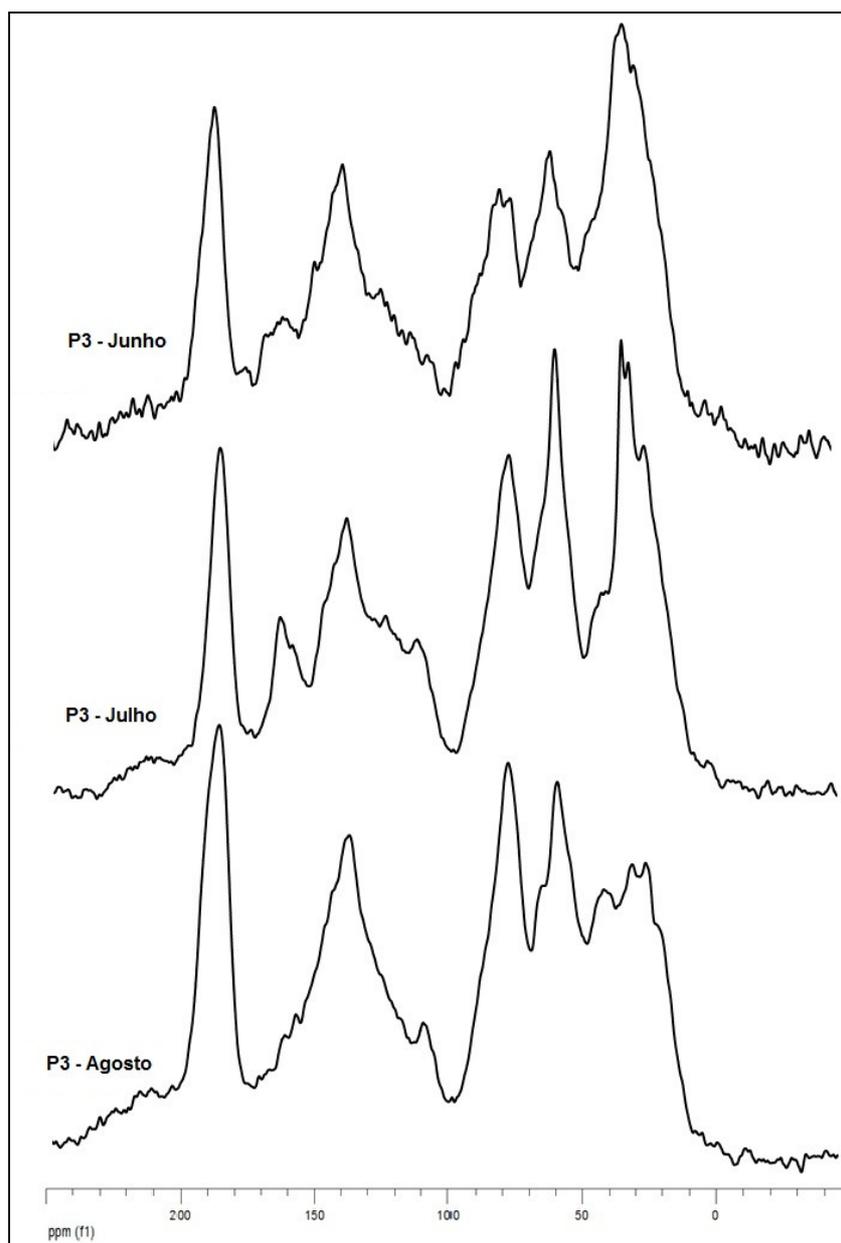


Figura 7 – Espectros da RMN ^{13}C efetuada nos sedimentos coletados na baía de Vitória (ponto P3) nos meses de junho, julho e agosto de 2012 (Inverno).

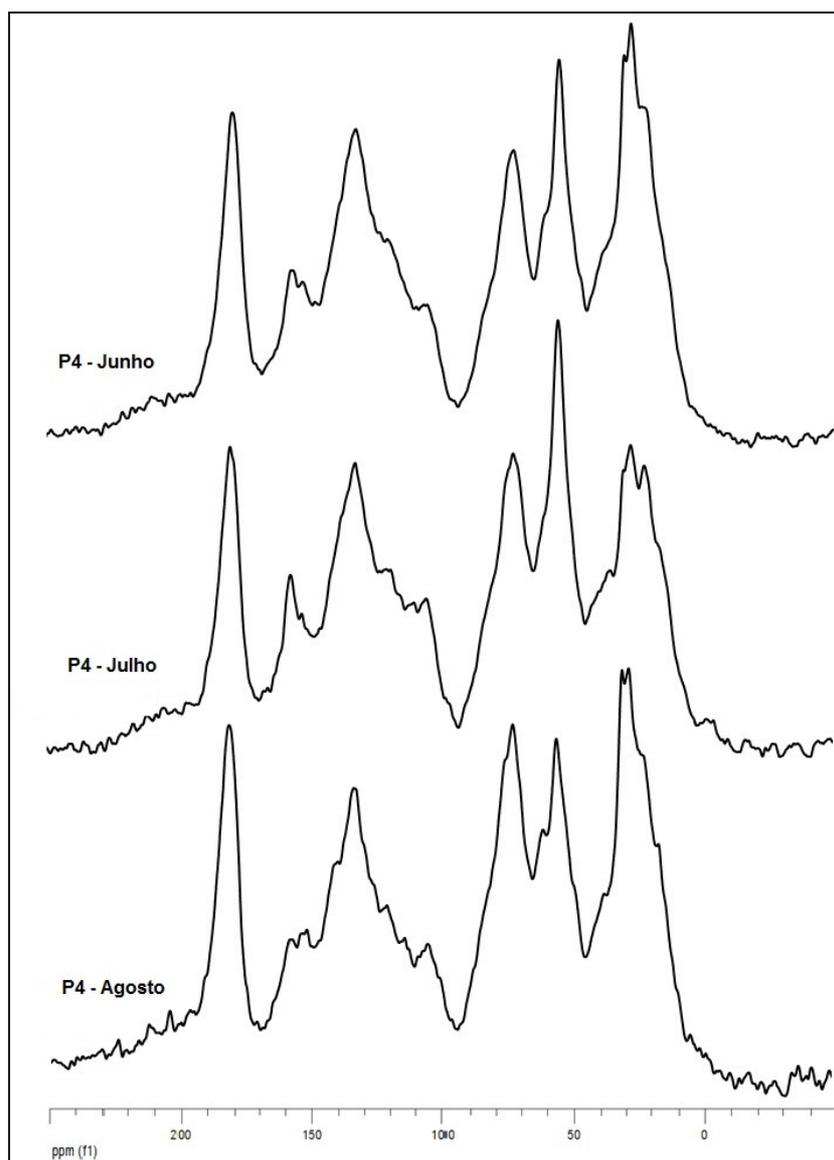


Figura 8 - Espectros da RMN ^{13}C efetuada nos sedimentos coletados na baía de Vitória (ponto P4) nos meses de junho, julho e agosto de 2012 (Inverno).

Tabela 5 – Integração das áreas dos espectros da RMN (%) efetuada nos sedimentos coletados na baía de Vitória nos meses de junho, julho e agosto de 2012 (Inverno).

Pontos	Mês	Deslocamentos químicos (ppm)			
		160-200	110-160	40-110	0-40
P1	Junho	13,7 ± 1,2	23,4 ± 2,2	34,2 ± 1,6	28,7 ± 3,2
	Julho	20,8 ± 1,8	22,2 ± 1,1	29,8 ± 1,4	27,2 ± 1,2
	Agosto	18,8 ± 1,7	22,5 ± 2,1	34,5 ± 2,0	24,2 ± 1,9
P2	Junho	12,1 ± 2,3	32,7 ± 3,2	34,9 ± 1,5	20,3 ± 2,4
	Julho	10,3 ± 1,3	24,3 ± 0,9	40,8 ± 0,3	24,6 ± 2,2
	Agosto	11,9 ± 1,5	26,3 ± 0,8	41,2 ± 2,5	20,6 ± 1,7
P3	Junho	11,2 ± 1,1	30,6 ± 1,1	31,9 ± 0,2	26,3 ± 0,4
	Julho	10,2 ± 0,2	23,5 ± 0,1	41,3 ± 0,5	25,0 ± 1,4
	Agosto	11,3 ± 0,9	26,1 ± 0,4	44,8 ± 1,7	17,8 ± 1,6
P4	Junho	9,8 ± 0,3	29,6 ± 0,1	34,5 ± 1,0	26,1 ± 0,1
	Julho	11,1 ± 0,4	26,6 ± 0,5	38,4 ± 0,4	23,9 ± 0,2
	Agosto	10,2 ± 0,2	26,8 ± 0,6	41,8 ± 0,7	21,2 ± 1,9

Os índices de Grau de Aromaticidade (GA) variaram dentre os pontos amostrais entre o valor mínimo de 22,7 % no ponto P1 e valor médio máximo de 27,7% no ponto P2. O Carbono Hidrofóbico (HB) apresentou valor médio mais significativo no ponto P4 com 51,4 %, esse ponto foi o que apresentou menor valor médio de Carbono Hidrofílico (HI) com 48,6 %. O grau de Hidrofobicidade (HB/HI) apresentou valores médios muito próximos entre os pontos de monitoramento. Os deslocamentos químicos acima descritos não apresentaram variações significativas de seus valores médios ao longo dos pontos de estudo (Tabela 6 e Figura 9).

Tabela 6 – Valores médios e desvio padrão das percentagens das funções químicas das SH isoladas dos sedimentos da baía de Vitória nos meses de junho, julho e agosto de 2012 (Inverno). Valores da análise de variância ANOVA, entre as médias dos grupos químicos por ponto amostral (n = 30).

Pontos	Média ± Desvio padrão			
	GA (%)	HB (%)	HI (%)	HB/HI
P1	22,7 ± 0,3	49,4 ± 1,5	50,6 ± 1,5	0,9 ± 0,1
P2	27,7 ± 2,5	49,6 ± 1,7	50,4 ± 1,7	0,9 ± 0,1
P3	26,7 ± 2,0	49,7 ± 3,8	50,2 ± 3,8	1,0 ± 0,1
P4	27,6 ± 0,9	51,4 ± 2,2	48,6 ± 2,2	1,0 ± 0,1
GL	5	5	5	5
F	1,93	0,13	0,13	0,13
P	0,20	0,93	0,92	0,93

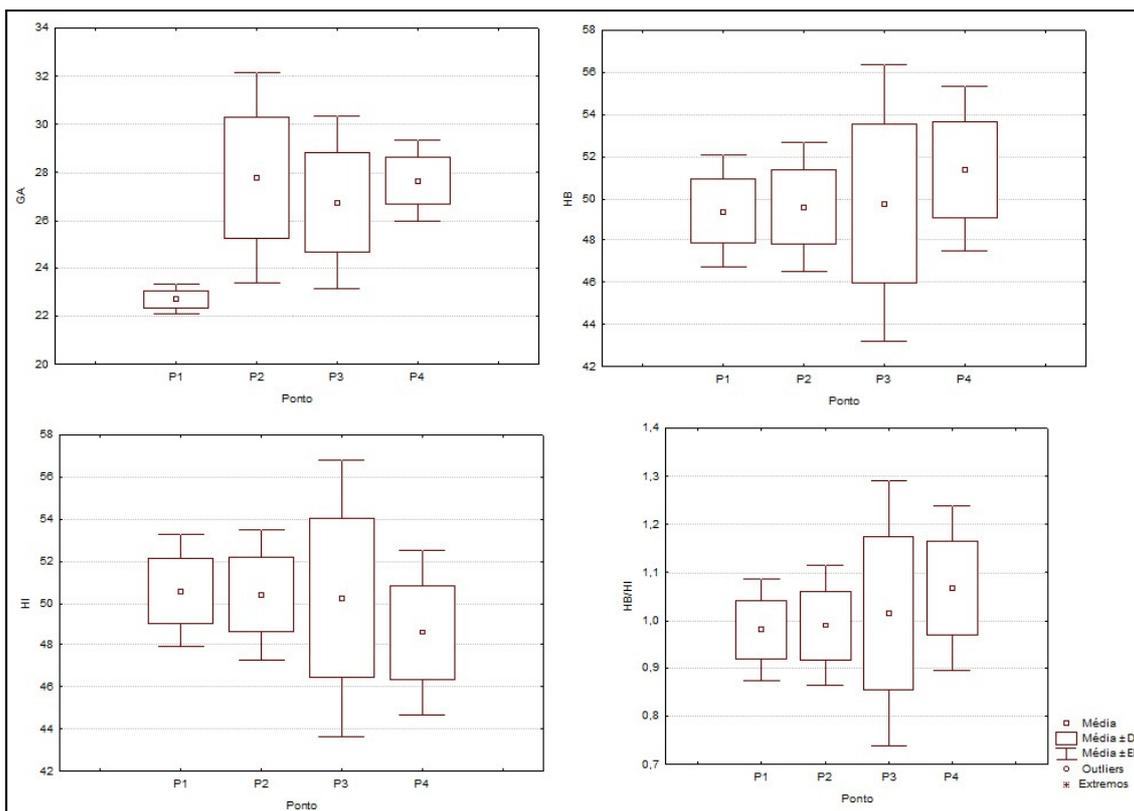


Figura 9 - Valores médios e desvio padrão das percentagens das funções químicas das SH isoladas dos sedimentos da baía de Vitória nos meses de junho, julho e agosto de 2012 (Inverno).

A análise de componente principal (PCA) aponta que substâncias húmicas com maior grau de aromaticidade, hidrofobicidade e hidrofiliçidade se relacionam intimamente com os sedimentos mais finos, provavelmente devido a estes conseguirem reter uma maior quantidade de matéria orgânica. Outra característica importante que pode ser observada na figura 10 é de que há uma possível influência da qualidade dos materiais húmicos, visto que a funcionalidade química dos materiais húmicos tem uma forte ligação ao ponto 4 (ponto de menor impacto antrópico aparente). Os pontos P1, P2 e P3 estão correlacionados a frações mais grossas do sedimento.

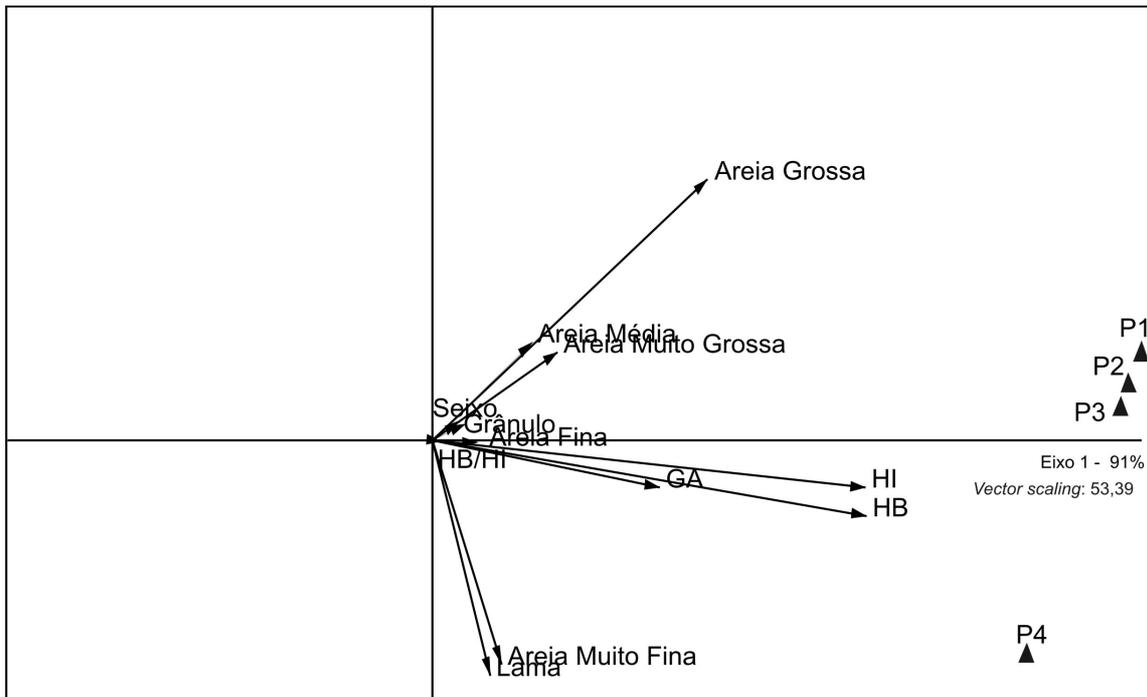


Figura 10 – Análise de componente principal (PCA) entre os grupos funcionais das SH e a granulometria do sedimento coletados na baía de Vitória nos meses de junho, julho e agosto de 2012 (Inverno) (n = 30).

A análise de correlação canônica (CCA) englobou os parâmetros de comunidades bióticas com a granulometria e SHs. Nesta análise destaca-se a formação de dois agrupamentos. O primeiro engloba os pontos P1 e P4, onde a fração HB e o índice HB/HI estão relacionados aos sedimentos mais finos (Areia muito fina e lama), nesse agrupamento estão presentes os táxons *A. brasiliana*, *Golfingia* sp., *Nonatus* sp., *Mactra* sp., *Diopatra* sp. e *Capitella* sp.. O segundo agrupamento relaciona o ponto P2 com os grupos GA e HI juntamente aos sedimentos mais grossos (seixo e grânulo), nesse grupo destacam-se os táxons *Nereis riisei*, *Corbula caribaea*, *Scolelepis* sp., *Lumbrineris* sp. e *Conus* sp. (Figura 11).

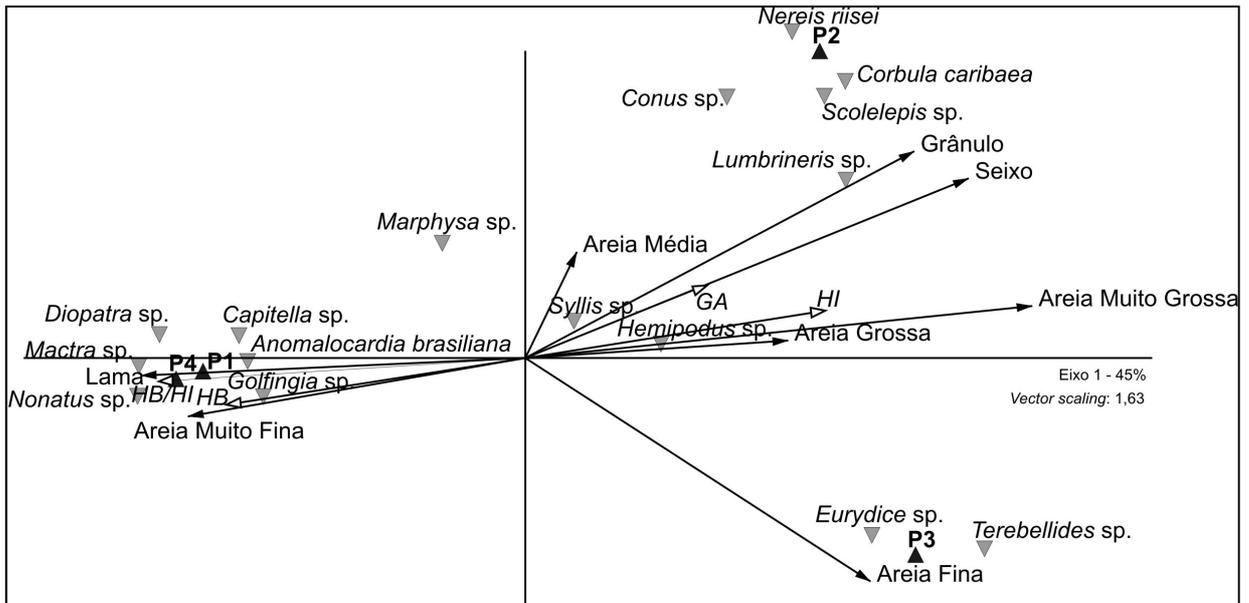


Figura 11 – Análise de correlação canônica (CCA) entre SHs, granulometria e comunidade biótica da endofauna, coletados na baía de Vitória nos meses de junho, julho e agosto de 2012 (Inverno).

4 – DISCUSSÃO

Foram identificados 36 táxons na área de estudos, sendo que o ponto P1 (efluente) apresentou menor número de táxons com 14, o táxon mais abundante foi *A. brasiliiana*, valendo a endofauna de uma região mais interna na baía de Vitória Nalesso *et al.*, 2005 identificaram 144 táxons, sendo que zonas próximas a saídas pontuais de efluentes orgânicos apresentaram menor riqueza de espécies. Os autores também encontraram o táxon *A. brasiliiana* como o mais abundante. A diferença entre o número de táxons encontrados por Nalesso *et al.*, 2005 quando comparado a esse trabalho está relacionado a maior área amostral daquele, abrangendo pontos de monitoramento fora de zonas de influência de plumas de efluentes orgânicos e adentrando para região estuarina em sua malha amostral. Simonini *et al.*, 2004 também relatam que lançamentos crônicos de efluentes orgânicos podem afetar negativamente a fauna bentônica, gerando efeitos deletérios e favorecendo o estabelecimento de espécies mais generalistas. Blanchard *et*

al., 2011 encontraram variações taxonômicas em zonas próximas ao descarte de efluentes contaminados com hidrocarbonetos em região portuária no Alasca.

O ponto de monitoramento P1 é afetado cronicamente pelos descartes de efluentes do Canal da Costa. Esse fato gera influência direta sobre a estrutura populacional de sua endofauna, sendo que esta foi a que apresentou menor número de táxons (N = 14), dominada pelos táxons *A. brasiliiana* e *Golfingia* sp. que juntos contabilizaram 77,4% de representatividade no universo amostral. Esses táxons possuem grande plasticidade trófica, tolerância a variações de salinidade e estão relacionados a sedimentos com acúmulo de matéria orgânica (Acik, 2007; Belém, *et al.*, 2013).

Como o ponto P2 está disposto dentro da pluma do Canal da Costa, tende a apresentar frações de sedimento mais grossas quando comparado ao P1. Nesse ponto os táxons *Lumbrineris* sp. e *Hemipodus* sp. foram os mais abundantes com 44,5% de representatividade. Esses táxons são comuns em regiões de praias arenosas (McLachlan & Brown, 2006), e sua presença na região está diretamente relacionada as frações granulométricas do sedimento que facilitam seu transito pela área em busca de alimento. A ocorrência do táxon *Eurydice* sp. em P3 evidencia a influencia marinha local, com a formação de uma pequena praia abrigada (*obs. pess.*). Esse táxon habita regiões de praias arenosas, onde não ocorrem variações significativas de salinidade (Jones & Nithyanadan, 2012).

Em P4 os táxons predominantes foram os moluscos bivalvas *A. brasiliiana* e *Mactra* sp.. Este ponto possui sedimentos finos, que retém com mais facilidade os materiais orgânicos (Pignatello & Xing, 1996), os táxons observados nesse ponto tem preferência por áreas com essas características (Nalesso *et al.*, 2005).

Apesar da curta distância entre os pontos de coleta observa-se que estes apresentam características sedimentares distintas, ficando os pontos P1 e P4 com os sedimentos

mais finos (areia muito fina, siltes e argilas) e P3 com areia fina e P2 com maior granulometria (seixos e grânulos).

Os pontos P1 e P2 guardam maior similaridade (57% de similaridade de Bray-Curts), sendo que *A. brasiliiana* e *Golfingia* sp. foram os táxons que mais contribuíram para composição populacional dos pontos. A presença desses táxons em comum entre os pontos está relacionada aos níveis de material orgânico, dado o fato de que suas características granulométricas apresentem frações diferentes em dominância. Em P1 o aporte de sedimentos continentais carregados pelo Canal da Costa dá ao ponto um granulometria de característica arenosa fina. Neste ponto o aporte de material orgânico é constante dado o fato de o Canal da Costa receber ao longo de seu curso efluentes domésticos sem tratamento prévio. Em P4 existe uma barreira natural às correntes marinhas, formando uma pequena área com baixo hidrodinamismo, o que favorece a deposição de sedimentos de granulometria mais fina.

No ponto P1 os sedimentos apresentam frações granulométricas entre areia muito fina e siltes e argila, esta característica está relacionada ao aporte de sedimentos de origem continental, provenientes do aporte do Canal da Costa. Já o ponto P4 trata-se de uma pequena baía, onde os níveis de hidrodinamismo são muito baixos, facilitando a sedimentação das frações mais finas, ficando assim depositadas nessa área. Nesse agrupamento destacam-se espécies de hábitos de vida sésil, que necessitam de uma melhor sustentação do sedimento para viverem enterradas ou construíram abrigos, como o caso de *A. brasiliiana* e *Macra* sp. que são bivalves que vivem enterrados no sedimento, apresentando preferência por áreas de sedimentos mais finos (Belén *et al.*, 2013). Outro grupo taxonômico presente nesse ambiente foram os poliquetos representados por *Diopatra* sp. indivíduo sésil construtor de tubos, e *Capitella* sp. táxon sésil, que vive enterrado no sedimento devido a fragilidade de seu corpo, estando

geralmente classificado como espécie oportunista em áreas ricas em matéria orgânica (Martin & Grémare, 1997). O táxon *Golfingia* sp., um simpuculídeo, também figura nesse agrupamento, esse táxon vive em áreas ricas em material orgânico (Acik, 2007), como observado em P1 e as contribuições orgânicas do Canal da Costa ali observadas.

Um segundo agrupamento engloba o ponto P2, relacionando-o as frações granulométricas mais grossas (seixo e grânulo). Esse ponto de monitoramento está disposto dentro da pluma de dispersão do Canal da Costa, porém já apresenta forte influencia do hidrodinamismo marinho, sendo que o retrabalhamento das correntes sobre o sedimento seleciona, nessa área, as frações mais grossas. Os grupos taxonômicos observados guardam características errantes como o gastropoda *Conus* sp. e o poliqueto *Scolelepis* sp., esse habita principalmente regiões de sedimento mais grosso facilitando sua movimentação para a captura de alimento (Rocha *et al.*, 2009). Outro poliqueto *Nereis riisei* também é habitante comum de regiões de fundos com sedimentos mais grossos (Santos & Lana, 2003).

O terceiro agrupamento evidenciado na CCA tem o ponto P3, relacionado à fração de areia fina. Este ponto sofre as maiores influências marinhas, a granulometria de seu sedimento pode ser considerada um padrão intermediário entre os dois outros agrupamento. Os táxons presentes nesse agrupamento são *Eurydice* sp. comum em praias arenosas e não ocorre em regiões de influência de aporte dulcícola (Jones & Nithyanadan, 2012), e *Terebellides* sp. táxon cosmopolita típicos de praias arenosas e águas rasas (Parapar *et al.* 2011).

As variações das frações granulométricas influencia a estruturação da comunidade da endofauna na área de estudos. Assim a hipótese deste fator como modulador da comunidade e aceita.

As funções químicas das SHs não apresentou diferenças significativas ao longo dos pontos amostrais. Esse fato aparenta estar relacionado à pequena distância entre os pontos de monitoramento, o que os coloca sob influência das mesmas dinâmicas hídricas. Nesse processo o sedimento é lavado e retrabalhado pelas águas nos períodos de mar mais agitado, e o material orgânico é redistribuído na região adjacente. Geralmente, em áreas marinhas, o gradiente de distribuição de material orgânica está relacionado à ação das correntes (Blanchard *et al.* 2011).

O único ponto de monitoramento mais abrigado das intempéries marinhas é P4, estando situado em uma pequena baía. Nesse ponto os processos hidrodinâmicos são atenuados, permitindo a deposição de frações granulométricas mais finas. Em situações como essa é comum que o teor de material orgânico aumente no local, pois este tende a sedimentar juntamente com as frações granulométricas mais finas, adsorvendo-se junto ao fundo (Kukkonen & Landrum, 1996). Este processo explica a tendência observada na análise de componente principal (PCA) das SHs estarem mais agrupadas ao ponto P4.

A análise de correlação canônica CCA evidenciou a formação de dois grupos. No primeiro a correlação entre os pontos P1 e P2 com os sedimentos mais finos (areia muito fina e lama) e a fração HB e o índice HB/HI. Esse grupo de SHs com características hidrofóbicas tendem a sedimentar, e permanecem adsorvidos no sedimento, aparentemente essa sorção é mais eficiente e sedimentos mais finos (Kukkonen & Landrum, 1996). Em P4 o regime hidrodinâmico mais ameno favorece essa sedimentação, já em P1 o aporte contínuo de material orgânico pelo Canal da Costa disponibiliza esses grupos para o sedimento.

O segundo agrupamento formado reúne o ponto P2 às frações mais grossas do sedimento (seixo e grânulo) as GA e HI. Esse ponto apresenta maior influência de correntes de águas, onde a dinâmica de marés imprime uma característica dinâmica

contínua. Assim nesse ponto a sedimentação fica prejudicada sendo que as cargas de SHs encontradas possuem características hidrofílicas. A característica granulométrica do ponto aparenta favorecer a adsorção de material hidrofílico, que fica retido nas águas intersticiais.

A composição da endofauna não apresenta relação com a funcionalidade química das SHs nas áreas estudadas. Os grupos funcionais das SHs isolados e avaliados não apresentaram variações significativas entre os pontos de monitoramento. A quantidade absoluta de material orgânico em uma área pode afetar sua comunidade biótica (Gaudêncio & Cabral, 2007), porém essa medida não foi efetuada nesse trabalho.

Como não há diferença significativa entre as funcionalidades químicas do material húmico nos quatro pontos de estudo, assume-se que a hipótese da influência deste parâmetro sobre a estrutura da comunidade da endofauna fica refutada. Porém não se pode descartar uma possível ação desses compostos sobre os representantes da endofauna, mesmo que essa não venha a ser percebida na estrutura da comunidade local há possibilidades de uma ação a nível fisiológico.

5 – AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Universidade Vila Velha por ceder sua estrutura para a realização do trabalho. A FAPES pela bolsa de mestrado (proc. 02/2012). Reinaldo Pedruzzi e Naydion Aloquio pelo auxílio nos trabalhos de campo e triagem de material. Aos Msc. Fernanda Pavessi e Msc. Juliano Barbirato pela ajuda nas atividades de extração de SHs. Ao Dr. Paulo Dias Ferreira Junior pelo auxílio na avaliação da granulometria.

6 – BIBLIOGRAFIA

Acik, S. 2007. Soft Bottom Sipunculans in ildir and gerence bays (Aegean Sea). **Mediterranean Science comission 38**: 32 - .

Amaral, A. C. Z. 1980. Breve caracterização dos gêneros da família Capitellidae grube (annelida polychaeta) e descrição de *Nonatus longilineus* gen.sp. **Boletim Instituto Oceanografia 29** (1): 99-106.

Amaral, A. C. Z. 1987. Breve caracterização de *Phragmatopoda lapidosa* Kinberg, (polychaeta, sabellariidae). **Revista brasileira de Zoologia 3** (8): 471-474.

Amaral, A. C. Z. & Nonato, E. F. 1994. Anelídeos Polquetos da costa brasileira, Pisionidae, Chrysopetalidae, Amphinomidae e Euprosinidae. **Revista brasileira de Zoologia 11** (2): 361 – 390.

Alvarez-Puebla, R. A. & Garrido, J. J. 2005. Effect of pH on the agreggation of a Gary humic acid in colloidal and solid states. **Chemosphere 59**: 659-667.

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

Belém, T. P.; Moura, R. S. T. & Henry-Silva, G. G. 2013. Distribuição e densidade do bivalve *Anomalocardia brasiliiana* em praias do Rio Grande do Norte durante um período de pluviosidade atípica. **Biotemas** **26** (1), 109-122.

Belúcio, L. F.; Cardoso, D. N. B.; Souza, M. S.; Bittencourt, R. P. & Goes, E. 1999. **Diagnóstico para avaliação e ações prioritárias da biodiversidade de bentos marinhos**. Editora Belém, 54p.

Blanchard, A. L.; Feder, H. M. & Shaw, D. G. 2011. Associations between macrofauna and sediment hydrocarbons from treated ballast water effluent at a marine oil terminal in Port Valdez, Alaska. **Environ Monitorament Assess.** 178:461–476

Breves-Ramos, A.; Lavrado, H. P.; Junqueira, A. O. R. & Silva, S. H. G. 2005. Succession in Rocky Intertidal Benthic Communities in Areas with Different Pollution Levels at Guanabara Bay (RJ-Brazil), **Brazilian Archives of Biology and Technology** **48** (6): 951 – 965

Canellas, L. P.; Santos, G. A.; Rumjanek, V. M.; Moraes, A. A. & Guridi, F. 2001. Distribuição da matéria orgânica e características dos ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesquisa agropecuária brasileira** **36**: 1529-1538.

Canellas, L. P.; Guridi, F.; Veloso, A. C. X. & Santos, G. A. 2005. Isolamento, purificação e métodos químicos de análises de Substâncias Humicas. *IN: Canellas, L. P. & Santos, G. A. (Edit.) 2005. **Humosfera, tratado preliminar sobre a química das substâncias humicas**. Cap. 1, 13-33, UENF, Rio de Janeiro.*

Carmouze, J. P. 1994. **O Metabolismo dos ecossistemas aquáticos. Fundamentos Teóricos, Métodos de Estudo e Análises Químicas**. Editora Edgard Blucher, 233p.

Capítole, R. R. & Benvenute, C. 2006. Associações de macroinvertebrados bentônicos de fundos inconsolidados da plataforma continental e talude superior no extremo sul do Brasil. **Atlântica Rio Grande 28** (1): 47-59.

Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 1994. **Change in Marine Communities**. Plymouth Marine Laboratory, 144 p.

Clarke, K. R. & Warwick, R. M. 2001. **Change in marine communities: an approach to Statistical Analysis and Interpretation**. 2^a edição, Primer-E, Plymouth, 165p.

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

Colling, L. A.; Bemvenute, C. E. & Gandra, M. S. 2007. Seasonal variability on the structure of sublittoral macrozoobenthic association in the Patos Lagoon estuary, southern Brazil, **Iheringia** **97**(3):257-262

Denadai, M. R.; Arruda, E. P.; Domaneschi, O. & Amaral, A. C. Z. 2006. Veneridae (Mollusca, Bivalvia) da costa norte do Estado de São Paulo, **Brasilian Biota Neotropica** **6** (3) - bn01106032006.

Diaz, R. J.; Cutter Jr., G. R. & Dauer, D. M. 2003. A comparison of two methods for estimating the status of benthic habitat quality in the Virginia Chesapeake Bay. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology** 285-286, 371-381.

Façanha, A. R.; Façanha, A. L. O.; Olivares, F. L.; Guridi, F.; Santos, G. A.; Velloso, A. C. X.; Rumjanek, V. M.; Brasil, F.; Schripsema, J.; Braz-Filho, R.; Oliveira, M. A. & Canellas, L. P. 2002. Bioatividade de ácidos húmicos: efeitos sobre o desenvolvimento radicular e sobre a bomba de prótons da membrana plasmática. **Pesquisa agropecuária brasileira** **37** (9): 1301-1310.

Garraffoni, A. R. S. & Amaral, A. C. Z. 2009. Postlarval development of *Nicolea uspiana* (Polychaeta: Terebellidae). **Zoologia** **26** (1): 61-66.

Gaston, G. R.; Rakocinski, C. F.; Brown, S. S. & Cleveland, C. M. 1998. Trophic function in estuaries: response of macrobenthos to natural and contaminant gradients. **Marine and Freshwater Research** **49** : 833-846.

Gaudêncio, M. J. & Cabral, H. N. 2007. Trophic structure of macrobenthos in the Tagus estuary and adjacent coastal shelf. **Hydrobiologia** 587: 241-251.

Hewitt, J. E.; Thrush, S. F.; Legendre, P.; Funnell, G. A.; Ellis, J. & Morrison, M. 2004. Mapping of marine soft-sediment communities: Integrated sampling for ecological interpretation. **Ecological Applications** 14 (4): 1203-1216.

Jesus, H.C.; Costa, E.A. & Mendonça, A.S. 2004. Distribuição de metais pesados em sedimentos do sistema estuarino da ilha de Vitória-ES. **Química Nova** 27 (3): 378-386.

Jones, A. D. & Nithyanandan, M. 2012. Taxonomy and distribution of the genus *Eurydice* Leach, 1815 (Crustacea, Isopoda, Cirolanidae) from the Arabian region, including three new species. **Zootaxa** 3314: 45–57.

Joyeux, J. C.; Pereira, B. B. & Almeida, H. G. 2004. The flood-tide ichthyoplanktonic community at the entrance into a Brazilian tropical estuary. **Journal of Plankton Research** 26: 1277-1287.

Júnior, P. V.; Bastos, A. C. & Quaresma, V. S. 2009. Morfologia e distribuição sedimentar em um sistema estuarino tropical: Baía de Vitória, ES. **Brazilian Journal of Geophysics** 27 (4): 609-624.

Kennish, M. J. 1997. **Pollution Impacts on Marine Biotic Communities**. Boca Raton, Florida. CRC Press. 310 p.

Kingsford, R. T. 2000. Ecological impacts of dams, water diversions and river management on floodplain wetlands in Australia. **Australia Ecology** **25**, 109–127.

Krebs, C.J. 1989. **Ecological Methodology**. Harper & Row, Publisher, New York. 654 pp.

Kukkonen, J. & Landrun, P. F. 1996. Distribution of organic carbon and organic xenobiotics among different particle size fractions in sediments. **Chemosphere** **32** (1): 1063-1076.

Lana, P. C.; Camargo, M. G.; Brogim, R. A. & Isaac, V. 1996 **Os bentos da costa brasileira. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico**. Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos hídricos e da Amazônia Legal/ Comissão Interministerial para os Recursos do Mar/Fundação de Estudos do Mar, Rio de Janeiro, 431 pp.

López-Gappa, J. J.; Tablado, A. & Magaldi, N. H. 1990. Influence of sewage pollution on a rocky intertidal community dominated by the mytilid *Brachidontes rodriguezii*. **Marine Ecology Progress Series** **63** :163-175.

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

Martin, D. & Grémare, A. 1997. Secondary production of *Capitella* sp. (Polychaeta: Capitellidae) inhabiting different organically enriched environments. **Scientia Marina** **61** (2): 99-109.

McLachlan, A. & Brown, A. C. 2006. **Ecology of Sandy Shores**. 2 rd. Elsevier Inc., 373p. California, USA

Magurran, A. E. 1988. **Ecological Diversity and its Measurement**. Princeton University Press, New Jersey, 179p.

Morgado, E. H. & Amaral, A. C. Z. 1981. Anelídeos Poliquetos associados a um Briozoário, III, Polynoidae. **Boletim Instituto de Oceanografia** 30 (1):91-96.

Morgado, E. H. & Amaral, A. C. Z. 1984. Anelídeos Poliquetos associados ao Briozoário *Schizoporella unicornis* (Johnston). IV. Phyllodocidae e Hesionidae. **Revista Brasileira Zoologia** 2 (2): 49-54.

Morgado, E. H. & Amaral, A. C. Z. 1985. Anelídeos Poliquetos associados ao Briozoário *Schizoporella unicornis* (Johnston). V. Syllidae. **Revista Brasileira de Zoologia** 3 (4): 219-227.

Morgado, E. H. & Amaral, A. C. Z. 1997. Onuphidae (Annelida, Polychaeta) da região de Ubatuba, litoral norte do estado de São Paulo, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia** 14 (1): 45 – 56.

Nalesso, R. C.; Joyeux, J. C. & Quintana, C. O. 2005. Soft-bottom macrobenthic communities of the Vitória bay estuarine system, South-Eastern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography** 53: (1/2):23-38.

Parapar, J.; Moreira, J. B. & Helgason, G. V. 2011. Taxonomy and distribution of *Terebellides* (Polychaeta, Trichobranchidae) in Icelandic waters, with the description of a new species. **Zootaxa** **2983** (1): 1-20.

Pignatello, J. J. & Xing, B. 1996. Mechanisms of Slow Sorption of Organic Chemicals to Natural Particles, **Environmental Science & Technology** **30** (1): 1-11.

Rocha, B. R.; Radashevsky, V. & Paiva, P. C. 2009. Espécies de *Scolelepis* (Polychaeta, Spionidae) de praias do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. **Biota Neotropica** **9**: n^o4.

Rumjaneck, V. M. 2005. Ressonância Magnética Nuclear. *IN*: Canellas, L. P. & Santos, G. A. (Edit.) 2005. **Humosfera, tratado preliminar sobre a química das substâncias humicas**. Cap. 7, 160-184, UENF, Rio de Janeiro.

Santos, C. S. G. & Lana, P. C. 2003. Nereididae (polychaeta) da costa nordeste do Brasil.iii. gêneros *Ceratonereis* e *Nereis*, **Iheringia** **93** (1): 5-22

Rumjaneck, V. M. 2005. Ressonância Magnética Nuclear. *IN*: Canellas, L. P. & Santos, G. A. (Edit.) 2005. **Humosfera, tratado preliminar sobre a química das substâncias humicas**. Cap. 7, 160-184, UENF, Rio de Janeiro.

Simonini, R.; Ansaloni, A. M.; Pagliai, B. & Prevedelli, D. 2004. Organic enrichment and structure of the community in the northern Adriatic Sea in an area facing Adige and Po mouths. **Journal of Marine Science** **61**: 871-881.

Silva, A . L.; Canellas, L. P.; Olivares, F. L.; Dobbss, L. B.; Aguiar, N. O.; Frade, D. A. R.; Rezende, C. E. & Peres, L. E. P. 2011. Promoção do crescimento radicular de plântulas de tomateiro por substâncias húmicas isoladas de turfeiras. **Revista Brasileira Ciências do Solo** **35**:1609-1617

Smith, V. H.; Joye, S. B. & Howarth, R. W. 2006. Eutrophication of freshwater and marine ecosystems. **American Society of Limnology and Oceanography** **51**(1): 351–355.

Soares-Gomes, A & Fernandes, F.C. 2005. Spatial distribution of bivalve mollusc assemblages in the upwelling of the continental shelf of Cabo Frio, Rio de Janeiro, Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **22** (1): 73-80.

Steiner, T. M.; Nogueira, J. M. M. & Amaral, A. C. Z. 2002. *Eunice rubra* Grube (Annelida, Polychaeta, Eunicidae), a redescription based on the holotype and Brazilian specimens. **Revista Brasileira de Zoologia** **19** (Supl. 1): 243-259.

Suguio, K. 1973. **Introdução a Sedimentologia**. São Paulo, Edgard Blücher, Editora da Universidade de São Paulo.

Ter Braak, C. J. F. 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology** **69**: 69-77.

Thompson, B.; Ranasinghe, J. A.; Lowe, S.; Malwani, A. & Weisberg, S. B. 2012. Benthic macrofaunal assemblages of the San Francisco Estuary and Delta, USA. **Environ Monit Assess.** (.): 1-15

Underwood, A. J. & Peterson, C. H. 1988. Towards an ecological framework for investigating pollution. **Marine Ecology Progress Series** **46**: 227-234.

Zar, J.H. 1999. **Biostatistical Analysis**. 4th ed. Prentice-Hall, New Jersey, 663pp.