



UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

KELLY MARCELLE CUNHA SILVA CANUTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DO EFEITO DO TAMANHO DAS MALHAS DE
PENEIRAS NA COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE
POLIQUETAS EM ESTUÁRIOS TROPICAIS**

Campina Grande- PB

Dezembro de 2015

KELLY MARCELLE CUNHA SILVA CANUTO

**ANÁLISE COMPARATIVA DO EFEITO DO TAMANHO DAS MALHAS DE
PENEIRAS NA COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE
POLIQUETAS EM ESTUÁRIOS TROPICAIS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Ciências Biológicas da Universidade
Estadual da Paraíba, em cumprimento as
exigências para obtenção do grau de
Licenciada em Biologia.

Orientador (a): Profa. Dra. Joseline Molozzi

Co-orientadora: Carlinda Raíly

Campina Grande- PB

Dezembro de 2015

É expressamente proibida a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano da dissertação.

C235a Canuto, Kelly Marcelle Cunha Silva.

Análise comparativa do efeito do tamanho das malhas de peneiras na composição e estrutura da comunidade de poliquetas em estuários tropicais [manuscrito] / Kelly Marcelle Cunha Silva Canuto. - 2015.

41 p. : il.

Digitado.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2015.

"Orientação: Profa. Dra. Joseline Molozzi, Departamento de Ciências Biológicas".

1. Macroinvertebrados. 2. Impactos ambientais. 3. Biodiversidade. 4. Estuários. I. Título.

21. ed. CDD 577.6

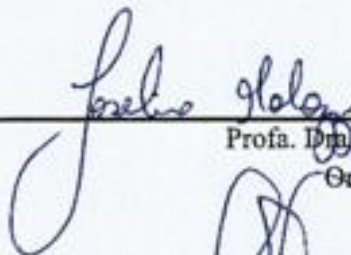
KELLY MARCELLE CUNHA SILVA CANUO

**ANÁLISE COMPARATIVA DO EFEITO DO TAMANHO DAS MALHAS DE
PENEIRAS NA COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE
POLIQUETAS EM ESTUÁRIOS TROPICAIS**

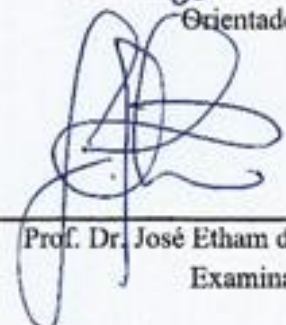
Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado ao Departamento de
Ciências Biológicas da Universidade
Estadual da Paraíba, em cumprimento as
exigências para obtenção do grau de
Licenciada em Biologia.

Aprovada em 14/12/15

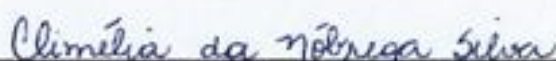
Comissão examinadora:



Prof. Dra. Joseline Molozzi
Orientadora



Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa
Examinador



MSc. Climélia da Nóbrega Silva
Examinadora

Agradecimentos

Agradeço primeiramente à Deus, autor de minha vida, que me deu força para seguir e superar as dificuldades, à Ele toda honra e toda glória.

Aos meus pais e meu irmão que tanto amo, que sempre me incentivaram e me apoiaram nas minhas decisões, pelo companheirismo e carinho. Amo vocês.

Aos meus avós, tios e primos queridos por acreditarem em mim e por me proporcionarem momentos tão alegres.

Ao meu amado namorado e amigo, Alessandro, pelo incentivo, paciência e companheirismo em todos os momentos.

A minha querida orientadora, Dra. Joseline Molozzi, pela dedicação, confiança, paciência, pelos ensinamentos e puxões de orelha quando necessário, que muitas vezes são necessários para nosso crescimento.

A minha co-orientadora, Carlinda, pelas orientações, correções, pelos ensinamentos e paciência.

Ao Prof. Dr. José Etham de Lucena Barbosa pela disponibilidade de se fazer presente como examinador do trabalho.

A Mestre Climélia Nobrega, acima de tudo amiga, companheira, conselheira, que muito me ensinou com bastante paciência e carinho, agradeço também pela disponibilidade de examinar o trabalho.

A todas pessoas da minha turma (Álisson, Andreza Cantalice, Andreza Dellys, Anna Brazilina, Camila Ramos, Denise Queiroga, Elaine Cristina, Gabriela Mesquita, Geilza Carla, Jaqueline Barbosa, Jéssica Oliveira, Josycleide Alves, Mayara Gomes, Monalisa Olímpio, Sonally Silva) por todos os momentos de união, alegria, tristeza e ensinamentos. Em especial queria agradecer a Andreza Dellys, Denise e Monalisa pelo companheirismo, minhas amigas mais que especiais.

A toda equipe do Laboratório de Ecologia de Bentos (Carlinda, Cintia, Daniel, Climélia, Daniele, Erika, Evaldo, Francielly, Genetton, Izabelly, Jessica, Lorrane, Moacyr, Monalisa, Pablo, Shakira, Tamires e Valéria) pelo acolhimento, ensinamentos e conversas.

Ao Projeto do CNPq, coordenado pela Doutora Joana Patrício, por permitir o desenvolvimento desta pesquisa.

A todos os professores, exemplos de profissionais, por me proporcionarem o conhecimento, mas acima de tudo meu crescimento enquanto profissional, por toda dedicação.

Aos meus amigos da Igreja, que entenderam minha ausência em alguns momentos e me apoiaram. E pelos diversos momentos que fizeram eu sentir a presença de Deus e minha fé renovada.

A todos aqueles que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

A todos vocês, muito obrigada!

Lista de Figuras

- Figura 1:** Localização dos estuários do Rio Paraíba do Norte (A) e do Rio Mamanguape (B) (Paraíba- Brasil), zonas (ZI, ZII, ZIII e ZIV) e dos pontos de amostragem.....22
- Figura 2:**Variação da riqueza (A); abundância (B) e biomassa (C) de poliquetas nas zonas do Estuário do Rio Paraíba do Norte, nos períodos de seca e chuva, usando a malha de 1,0 mm (branco) e a combinação das malhas (cinza).....26
- Figura 3:** Variação da riqueza (A); abundância (B) e biomassa (C) de poliquetas nas zonas do Estuário do Rio Mamanguape, nos períodos de seca e chuva, usando a malha de 1,0 mm (branco) e a combinação das malhas (cinza).....27
- Figura 4:** Análise “Non-metric Multidimensional Scaling” (nMDS), mostrando a distribuição espacial dos pontos baseada na abundância e biomassa do Estuário do Rio Paraíba do Norte, nos períodos de seca (A e B), chuva (C e D) e seca + chuva (E e F), de acordo com a malha de 1 mm (preto) e a combinação das malhas (cinza).....30
- Figura 5:** Análise “Non-metric Multidimensional Scaling” (nMDS), mostrando a distribuição espacial dos pontos baseada na abundância e biomassa do Estuário do Rio Mamanguape, nos períodos de seca (A e B), chuva (C e D) e seca + chuva (E e F), de acordo com a malha de 1 mm (preto) e a combinação das malhas (cinza).....31
- Figura 6:** Análise dos índices de diversidade Shannon-Wiener (A); Margalef (B) e Pielou (C) nas zonas do Estuário do Rio Paraíba do Norte, nos períodos de seca e chuva, usando a malha de 1,0 mm (branco) e a combinação das malhas (cinza).....33
- Figura 7:** Análise dos índices de diversidade Shannon-Wiener (A); Margalef (B) e Pielou (C) por zonas do Estuário do Rio Mamanguape, nos períodos de seca e chuva, usando a malha de 1,0 mm (branco) e a combinação das malhas (cinza).....34

Lista de Tabelas

Tabela 1: Resultados da análise PERMANOVA no Estuário do Rio Paraíba do Norte utilizando como fatores as zonas (ZI, ZII, ZIII e ZIV), os períodos (seca e chuva) e malhas (1mm e 1+0,5mm) para os Poliquetas, baseado em gêneros, (utilizando similaridade de Bray-Curtis). DF = degrees of freedom; MS = means of square; F= Fvalue; P = probability level; $P < 0.05$. Res = Residual.....28

Tabela 2: Resultados da análise PERMANOVA no Estuário do Rio Mamanguape utilizando como fatores as zonas (ZI, ZII, ZIII e ZIV), os períodos (seca e chuva) e malhas (1mm e 1+0,5mm) para os Poliquetas, baseado em gêneros, (utilizando similaridade de Bray-Curtis). DF = degrees of freedom; MS = means of square; F= Fvalue; P = probability level; $P < 0.05$. Res = Residual.....29

Sumário

1. Introdução Geral.....	9
2. Pergunta e Hipótese.....	12
2.1 Pergunta.....	12
2.2 Hipótese.....	12
3. Objetivos.....	13
3.1 Objetivo Geral	13
3.2 Objetivos Específicos.....	13
4. Referências da Introdução Geral.....	14
5. Introdução.....	20
6. Metodologia.....	21
6.1 Descrição da área de estudo.....	21
6.2 Desenho amostral.....	23
6.3 Variáveis Biológicas.....	23
6.4 Análises de dados.....	24
7. Resultados.....	25
8. Discussão.....	36
9. Referências.....	38

1. Introdução Geral

Os estuários são ecossistemas de conexão entre rios e o habitat marinho, caracterizados por uma elevada dinamicidade, apresentando alta variabilidade nos fatores abióticos, como temperatura, salinidade e oxigênio (BASSET *et al.*, 2003). Os estuários são ecossistemas costeiros, que consistem em sistemas complexos, considerados importantes pela alta produtividade primária e inúmeras funções que exercem (KUPSCHUS e TREMAIN, 2001).

Essa alta produtividade dos ecossistemas estuarinos está relacionada aos vários serviços ecossistêmicos desempenhados por eles, dentre estes podemos destacar: a ciclagem de nutrientes, e por serem áreas que servem para reprodução e alimentação de alguns organismos aquáticos, atuando como locais de refúgio, (KENNISH, 2002; KAISER *et al.*, 2005; PAERL, 2006; VASCONCELOS *et al.*, 2007). Os estuários também apresentam uma função socioeconômica, pois dispõem de importante fonte de recursos para comunidades locais ao proporcionar atividades agrícolas, portuárias e pesqueira (DIEGUES, 2001; MCLUSKY e ELLIOT, 2004; BARBIERI *et al.*, 2014).

Tendo em vista as perturbações antrópicas exercidas nos ecossistemas estuarinos, a degradação do habitat, o aporte de resíduos domésticos e industriais alteram a composição e estrutura das comunidades estuarinas (JESUS *et al.*, 2004). Esses impactos podem influenciar negativamente a biodiversidade e estrutura das comunidades, bem como o funcionamento desses ecossistemas (BORJA *et al.*, 2009).

Dentre os impactos que mais afetam o estuário destaca-se o aporte de efluentes domésticos e industriais, toda a carga de matéria orgânica e poluentes resultante dos centros urbanos, atividades como aquicultura (englobando a piscicultura e a carcinicultura), utilização de agroquímicos que são carregados pela correnteza de rios e pelo escoamento superficial, assim como atividades portuárias, com intensa circulação de navios, que podem transportar espécies invasoras e também provocar acidentes com derramamentos de óleos (BRANCO, 2008; BELLOTTO *et al.*, 2009).

Devido as alterações ambientais exercidas nos ambientes estuarinos, comunidades biológicas tem sido utilizadas para avaliação de impactos ambientais, dentre estes citamos a comunidade de macroinvertebrados bentônicos que são frequentemente usados nesse tipo de avaliação em ecossistemas aquáticos (LARA, 2010). Os macroinvertebrados bentônicos são organismos comumente encontrados associados ao sedimento de ecossistemas aquáticos, são caracterizados por apresentarem pouca mobilidade, podendo refletir a existência e intensidade de impactos, devido

acapacidade de tolerância ou sensibilidade ao estresse ambiental (PEARSON e ROSENBERG, 1978; BORJA *et al.*, 2000).

A comunidade de macroinvertebrados bentônicos é composta por distintos grupos taxonômicos, dentre os grupos de organismos que compõem a macrofauna bentônica estuarina destacam-se os poliquetas, moluscos e crustáceos (MCLUSKY, 1989; PINTO *et al.*, 2009). Os poliquetas se destacam por serem um dos grupos mais abundantes e dentro da classe do Filo Annelida eles são os mais diversos, representando cerca de um terço do número total de espécies, contribuindo significativamente para a diversidade das comunidades de macroinvertebrados bentônicos (AMARAL e ROSSI-WONGTSCHOWSKI, 2004; SCHULLER *et al.*, 2009).

Os poliquetas são bastante utilizados para a detecção de perturbações antrópicas, por apresentarem distintos graus de sensibilidade a alterações ambientais, com alta plasticidade e capacidade de adaptar-se a diversas condições ambientais e habitats (FAUCHALD e JUMARS, 1979; DEL-PILAR-RUSO *et al.*, 2009). Estes organismos apresentam ciclos de vida longos, o que possibilita detectar variações ocorridas numa escala temporal maior (AMARAL *et al.*, 1998). Portanto, o fato de determinadas espécies de poliquetas estar presente ou não em determinado local, pode indicar alterações na qualidade ecológica do ecossistema (POCKLINGTON e WELLS, 1992).

A estrutura das comunidades bentônicas em estuários pode variar consideravelmente em escala espacial e temporal (MORRISEY *et al.*, 1992). Diversos estudos têm apontado as características ambientais como os principais fatores determinantes dessas variações, dentre estes destacam: características do sedimento, salinidade, temperatura e hidrodinâmica (HISCOCK *et al.*, 2004; RITTER *et al.*, 2005). Outros ainda destacam a importância das interações biológicas (e.g. predação e competição) e dos efeitos introduzidos pelo homem (e.g. descarte de resíduos domésticos e industriais e atividades pesqueiras) (WILSON, 1990; INGLIS e KROSS, 2000).

Para o estudo de uma comunidade, é importante analisar a estrutura espacial e temporal da macrofauna bentônica, assim como, as mudanças de sazonalidade e relacioná-las com variáveis ambientais determinantes (WARWICK e CLARKE, 1991). O conhecimento de variáveis espaciais e temporais que influenciam na diversidade e estrutura da comunidade bentônica pode facilitar a análise do funcionamento do ecossistema, uma vez que esses organismos refletem as condições do ambiente (WARWICK *et al.*, 1990; ELLIOT, 1994).

Frente aos problemas que causam degradação ambiental, obiomonitoramento surge como uma ferramenta de avaliação dos impactos antrópicos, determinando a condição ambiental dos ecossistemas estuarinos, com a perspectiva de nortear medidas de gestão adequadas, que avaliem a curto prazo e menor custo, ciclos históricos que interferem no comportamento dos organismos (JAMES *et al.*, 1995; BARBA *et al.*, 2010). Essas medidas de gestão, são importantes maneiras de monitorar a presença ou ausência de organismos em determinada localidade, como também, a riqueza e abundância de espécies, além de diversos outros aspectos (MONTEIRO *et al.*, 2008d).

A eficiência da peneira varia com o grupo taxonômico e também entre espécies em um mesmo grupo, assim como, a eficiência na retenção aumenta com peneiras finas (RODRIGUES *et al.*, 2007; RICCARDI, 2010). Alguns trabalhos, a maioria destes em estuários temperados, já foram realizados testando o efeito de diferentes aberturas de malha sobre a macrofauna bentônica, sendo em geral comparadas as malhas de 1,0 ou 0,5 mm (WARWICK, 1993; JAMES *et al.*, 1995; COUTO *et al.*, 2010).

Para estudos de biomonitoramento é preferível o uso de peneiras de 1 mm porque é eficiente, com resultados confiáveis e com menor tempo de processamento (FERRARO *et al.*, 1989; THOMPSON *et al.*, 2003). Embora pesquisas utilizando peneiras de menor crivo resultam em uma melhor confiabilidade nos resultados, devido a descrição mais eficiente do ambiente e sua comunidade (JAMES *et al.*, 1995). No entanto, em relação ao tempo de processamento, levam quase o dobro de duração em relação aos crivos maiores (JAMES *et al.*, 1995). A escolha da utilização dos tamanhos das peneira vai depender da resposta necessária para a pesquisa, de modo que, por exemplo, se tenha a necessidade ou não de uma análise mais detalhada da composição e estrutura da comunidade ou do ecossistema (MILOSLAVIC, 2014).

O estudo da comunidade de poliquetas em estuários, associado a análise do efeito do tamanho das malhas de peneiras de diferentes malhas torna-se importante visto a alta contribuição do grupo em relação a abundância, riqueza e quanto a sensibilidade à alterações ambientais, sendo de fundamental importância diante do quadro de impactos sofrido pelos estuários. Além disso, explorar o efeito do tamanho do crivo das malhas sobre a comunidade de poliquetas de regiões subtropicais em escala espacial e temporal, pode auxiliar na diminuição de custos e tempo em abordagens de biomonitoramento de estuários tropicais.

2.Pergunta e Hipótese

2.1 Pergunta:

A comunidade de poliquetas apresenta diferenças na composição e estrutura quando comparadas peneiras com tamanhos de malhas distintas, e esse padrão é diferente entre períodos sazonais?

2.2 Hipótese:

A maior diversidade, abundância e biomassa da comunidade de poliquetas se estabelece na combinação das malhas (1+ 0,5 mm), de modo que, a comunidade apresente diferenças entre ambas as malhas, independente do período analisado.

3. Objetivos:

3.1 Objetivo Geral:

Avaliar os diferentes tamanhos das malhas das peneiras e sua influência na composição e estrutura da comunidade de Poliquetas em estuários tropicais em diferentes períodos sazonais.

3.2 Objetivos Específicos:

- Identificar diferenças na composição e estrutura da comunidade de Poliquetas, para os diferentes tamanhos das malhas;
- Avaliar a composição e estrutura da comunidade de Poliquetas entre os períodos de seca e chuva, comparando as diferentes peneiras.

4. Referências

- AMARAL, A. C. Z.; ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. L. D. B., 2004. Biodiversidade bentônica da Região Sudeste – Sul do Brasil- Plataforma Externa e Talude Superior. Série Documentos REVIZEE – Score Sul. São Paulo: Instituto Oceanográfico – USP. 216 p.
- AMARAL, A.C.;MORGADO, E.H.; SALVADOR, L.B., 1998. Poliquetas bioindicadores de poluição orgânica em praias paulistas. *Revista Brasileira de Biologia*, 58 (2), 307-316.
- BARBA, B.; LARRANÃGA, A.; OTERMIN, A.; BASAGUREN, A.; POZO, J.,2010. The effect of sieve mesh size on the description of macroinvertebrate communities. *Limnetica*, 29, 211–220.
- BARBIERI, E.; MARQUEZ, H. L. A.; CAMPOLIM, M. B.; SALVARANI, P. I., 2014. Avaliação dos Impactos ambientais e socioeconômicos da aquicultura na região estuarina-lagunar de Cananéia, São Paulo, Brasil. *RGCI* [online], 14 (3), 385-398.
- BASSET, A.; ELLITT, M.; OESTE, R.J.; WILSON, J.G., 2003. Estuarino e lagoa da biodiversidade e os seus bens e serviços. *Naturais estuarinas, costeiras e Shelf Science*, 132, 1-4.
- BELLOTTO, V. R.; KUROSHIMA, K.N.; CECANHO, F., 2009. Poluentes no ambiente estuarino e efeitos da atividade de dragagem, 105-126. In: Joaquim Olinto Branco; Maria José Lunardon-Branco & Valéria Regina Bellotto (Org.). Estuário do Rio Itajaí-Açu, Santa Catarina: caracterização ambiental e alterações antrópicas. Editora UNIVALI, Itajaí, SC., 125-126.
- BORJA, A.; FRANCO, J.; PÉREZ, V., 2000. A marine biotic index to establish the ecological quality of soft-bottom benthos within european estuarine and coastal environments. *Marine Pollution Bulletin*, 40, 1100-1114.
- BORJA, A.; MUXIKA, I.; RODRIGUEZ, J.G., 2009. Paradigmatic responses of marine benthic communities to different anthropogenic pressures, using M-AMBI, within the European Water Framework Directive. *Marine Ecology* 30, 214–227.
- BRANCO, J.O.; LUNARDON-BRANCO M. J.; VEADO, L., 2008. Variação espaço-temporal do zooplâncton do baixo estuário do rio Itajaí-Açu, SC. Tese de Mestrado. Universidade do Vale do Itajaí, 71.
- COUTO, T.; PATRÍCIO, J.; NETO, J. M.; CEIA, F. R.; FRANCO, J.; MARQUES, J. C., 2010. The influence of mesh size in environmental quality assessment of estuarine macrobenthic communities. *Ecological Indicators*, 10(6), 1162–1173.
- DEL-PILAR-RUSO, Y.; DE-LA-OSSA-CARRETERO, J.A.; LOYA-FERNÁNDEZ, A.; FERRERO-VICENTE, L. M.; GIMÉNEZ-CASALDUERO, F.; SÁNCHEZ-LIZASO, J.L., 2009. Assessment of soft-bottom Polychaeta assemblage affected by a spatial confluence of impacts: Sewage and brine discharges. *Baseline / Marine Pollution Bulletin*, 58, 765–786.

- DIEGUES, A.C.S., 2001. *Ecologia humana e planejamento costeiro*. 2 ed. São Paulo: NUPAUB-USP.
- ELLIOT, M., 1994. The analysis of macrobenthic community data. *Marine Pollution Bulletin*, 28, 62-64.
- FAUCHALD, K.; JUMARS, P.A., 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review*, 17, 193-284.
- FERRARO, S.P.; COLE, F.A.; DEBEN, W.A., 1989. Power-cost efficiency of eight macrobenthic sampling schemes in Puget Sound, Washington, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46, 2157-2165.
- HISCOCK, K.; SOUTHWARD, A.; TITTLE, I.; HAWKINS, S., 2004. Effects of changing temperature on benthic marine life in Britain and Ireland. *Aquatic Conservation-Marine and Freshwater Ecosystems*, 14, 333-362.
- INGLIS, G. J.; KROSS, J. E., 2000. Evidence for systemic changes in the benthic fauna of tropical estuaries as a result of urbanization. *Marine Pollution Bulletin*, 41, 367-376.
- JAMES, R. J.; SMITH, M. P. L.; FAIRWEATHER, P. G., 1995. Sieve mesh size and taxonomic resolution needed to describe natural spatial variation of marine macrofauna. *Marine Ecology Progress Series*, 118, 187-198.
- JESUS, H.C.; COSTA, E.A.; MENDONÇA, A.S.F.; ZANDONADE, E., 2004. Distribuição de Metais Pesados em Sedimentos do Sistema Estuarino da Ilha de Vitória-ES. *Química Nova*, 27, 378-386.
- KAISER, M. J.; ATTRILL, M.J.; JENNINGS, S.; THOMAS, D.N; BARNES, D.K.A., 2005. *Marine Ecology – Processes, Systems and Impacts*. Oxford University Press, New York, 557.
- KENNISH, M.J., 2002. Environmental threats and environmental futures of estuaries. *Environmental Conservation* 29 (1), 78-107.
- KUPSCHUS, S.; TREMAIN, D., 2001. Associations between fish assemblages and environmental factors in nearshore habitats of a subtropical estuary. *Journal of Fish Biology*, 58, 1383-1403.
- LARA, M. R. A., 2010. Composição e Variação Sazonal da Comunidade de Algas Fitoplanctônicas na Lagoa do Ferraz localizada em Sorocaba (SP). *Revista Eletrônica de Biologia*, 3, 39-52.
- MCLUSKY, D.S., 1989. *The estuarine ecosystem*. 2nd Edition. Blackie Academic and Professional, 215.
- MCLUSKY, D.S.; ELLIOT, M., 2004. *The Estuarine Ecosystem: Ecology, Threats and Management*. 3 ed. New York: Oxford University Press.

MILOSLAVIC, M.; LUCIC, D.; GANGAI, B.; ONOFRI, I., 2014. Mesh size effects on mesozooplankton community structure in a semi-enclosed coastal area and surrounding sea (South Adriatic Sea). *Marine Ecology*, 35, 445-455.

MORRISEY, D. J.; UNDERWOOD, A. J. HOWITT, L.; STARK, J. S., 1992. Temporal variation in soft-sediment benthos. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 164, 233-245.

MONTEIRO, T. R.; OLIVEIRA, L. G.; GODOY, B. S., 2008. Biomonitoramento da qualidade de água utilizando macroinvertebrados bentônicos: adaptação do índice biótico BMWP à bacia do rio Meia Ponte-GO. *Oecologia Brasiliensis* 12(3), 553-563.

PAERL, H.W., 2006. Assessing and managing nutrient-enhanced eutrophication in estuarine and coastal waters: interactive effects of human and climatic perturbations. *Ecological Engineering*, 26, 40-54.

PEARSON, T.H.; ROSENBERG, R., 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution in the marine environment. *Oceanography and Marine Biology. An Annual Review*, 16, 229-311.

PINTO, V. C., 2009. Ecologia e qualidade ecológica de comunidades de macroinvertebrados bentônicos em zonas costeiras e estuarinas: abordagem comparativa. Tese de Mestrado em Ecologia Marinha. Faculdade de Ciências Departamento de Biologia Animal. Universidade de Lisboa.

POCKLINGTON, P.; WELLS, P.G., 1992. Polychaetes. Key taxa for marine environmental quality monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 24, 593-598.

RICCARDI, N., 2010. Selectivity of plankton nets over mesozooplankton taxa: implications for abundance, biomass and diversity estimation. *Journal of Limnology*, 69, 287-296.

RITTER, C.; MONTAGNA, P. A.; APPLEBAUM, S., 2005. Short-term succession dynamics of macrobenthos in a salinity-stressed estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 323, 57-69.

RODRIGUES, A.M.; MEIRELES, S.; PEREIRA, T.; QUINTINO, V., 2007. Spatial heterogeneity recognition in estuarine intertidal benthic macrofaunal communities: influence of sieve mesh-size and sampling depth. *Hydrobiologia*, 587, 37-50.

SCHULLER, M.; EBBE, B.; WAGELE, J. W., 2009. Community structure and diversity of polychaetes (Annelida) in the deep Weddell Sea (Southern Ocean) and adjacent basins. *Marine Biodiversity*, 39, 95-108.

THOMPSON B.W.; RIDDLE M.J.; STARK J.S., 2003. Cost-efficient methods for marine pollution monitoring at Casey Station, East Antarctica: the choice of sieve mesh-size and taxonomic resolution. *Marine Pollution Bulletin*, 46, 232-243.

VASCONCELOS, R.P.; REIS-SANTOS, P.; FONSECA, V.; MAIA, A.; RUANO, M.; FRANÇA, S.; VINAGRE, C.; COSTA, M.J.; CABRAL, H., 2007. Assessing anthropogenic pressures on estuarine fish nurseries along Portuguese coast: A multi-metric index and conceptual approach. *Science of the Total Environment*, 374, 199-215.

WARWICK, R.H.; PLATT, H.M.; CLARKE, K.R.; AGARD, J.; GOBIN, J., 1990. Analysis of macrobenthic and meiobenthic community structure in relation to pollution and disturbance in Hamilton Harbor, Bermuda. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 138, 119-142.

WARWICK, R.M., 1993. Environmental impact studies on marine communities: pragmatical considerations. *Australian Journal of Ecology*, 18, 63-80.

WARWICK, R.M.; CLARKE, R., 1991. A comparison of some methods for analyzing changes in benthic community structure. *Journal of the Marine Biological Association UK*, 71, 225-244.

WILSON, W. H. Jr., 1990. Competition and predation in marine soft sediment communities. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 21, 221-241.

ANÁLISE COMPARATIVA DO EFEITO DO TAMANHO DAS MALHAS DE PENEIRAS NA COMPOSIÇÃO E ESTRUTURA DA COMUNIDADE DE POLIQUETAS EM ESTUÁRIOS TROPICAIS

Kelly M. C. S. Canuto¹; Carlinda R.F. Medeiros²; Joseline Molozzi²

1. Departamento de Biologia, Universidade Estadual da Paraíba, Av. das Baraúnas, 351, Bodocongó, Campina Grande - PB, Brasil. email: canutokelly95@gmail.com.

2. Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Estadual da Paraíba, Av. das Baraúnas, 351, Bodocongó, Campina Grande - PB, Brasil. email: carlindarailly@gmail.com; jmolozzi@gmail.com

Resumo

Os estuários são ecossistemas altamente produtivos e dinâmicos, que desempenham diversos serviços ecossistêmicos. Devido aos impactos nesses ambientes, comunidades biológicas, como a comunidade de poliquetas tem sido usadas na avaliação de impactos. A utilização de malhas das peneiras como ferramenta metodológica, tem sido frequentemente usadas durante o processamento das amostras, sendo comum a utilização das peneiras de 1mm e 0,5 mm. A escolha do tamanho da abertura das malhas de peneiras depende do objetivo da pesquisa e de qual resposta o estudo precisa. O objetivo do presente estudo é avaliar se os diferentes tamanhos das malhas das peneiras influenciam a composição e estrutura da comunidade de Poliquetas em estuários tropicais em diferentes períodos sazonais. As coletas foram realizadas em dois estuários tropicais, o Estuário do Rio Paraíba do Norte e o Estuário do Rio Mamanguape nos períodos de seca e de chuva. Foram determinadas quatro zonas subtidaís, baseadas nos valores de salinidade, composição do sedimento e profundidade. A distribuição e composição da comunidade de poliquetas em relação ao tamanho das malhas foram analisados com os dados de abundância, biomassa, riqueza, na malha da peneira de 1 mm e da combinação de 1 + 0,5 mm nos diferentes períodos amostrados. Foram encontrados no total, 9.167 poliquetas com biomassa de 3,98884 gPSLCm⁻², dos quais 5.772 poliquetas, com biomassa de 1.87532 gPSLCm⁻² foi encontrado na malha de 1,0 mm e 9.167 poliquetas com biomassa de 3,98884 gPSLCm⁻² na malha combinada. Os maiores valores de abundância, riqueza de taxa, biomassa e dos índices de diversidade de Margalef, Shannon-Wiener e Pielou foram no geral encontrados nas zonas III e IV dos estuários. Para os dados de abundância e biomassa não houve diferenças entre as peneiras de malha 1mm e combinação de 1+ 0,5 mm. Mas, para a riqueza de taxa e o índice de riqueza específica de Margalef, houve diferenças para as malhas analisadas. Desse modo, para estudos de estrutura e composição da comunidade de poliquetas em estuários tropicais é sugerido a utilização de peneiras mais finas para descrição mais precisa da comunidade.

Palavras-chave: tamanho da malha das peneiras, macroinvertebrados, biodiversidade, estuários

COMPARATIVE ANALYSIS OF EFFECT OF SIEVE MESH SIZES IN THE COMPOSITION AND STRUCTURE POLYCHAETE COMMUNITY IN TROPICAL ESTUARIES

Abstract

Estuaries are ecosystems highly productive and dynamic, which play different ecosystem services. Because of the impact these environments, biological communities, such as polychaete community has been used in the impact assessment. The use of mesh sieves as a methodological tool, has often been used during processing of samples, being common the use of sieves of 1 mm and 0.5 mm. The choice of sieve opening size depends on the research objective and which answer the objective needs. The aim to the current study is evaluating if different sieves meshes sizes influence the composition and structure of the polychaete in tropical estuaries in different seasonal periods. Collections were made in two tropical estuaries, the Stuary of the Rio Paraíba do Norte and Stuary of the Rio Mamanguape on rainy and dry periods. They were determined four subtidal zones, based on salinity, sediment composition and depth. The distribution and composition of the polychaete community in relation to the size of the meshes were analyzed with the data of abundance, biomass, wealth, mesh of 1 mm sieve and the combination of 1 + 0.5 mm in different sampling periods. Found in total 9167 polychaete with biomass 3.98884 gPSLCm⁻², of which 5,772 polychaete, with biomass 1.87532 gPSLCm⁻² was found in the mesh of 1.0 mm and 9,167 polychaete with biomass 3.98884 gPSLCm⁻² the combined network. The higher abundance values, rate richness, biomass and the diversity indexes of Margalef, Shannon-Wiener and Pielou was made in the III and IV estuaries zones. To the abundance and biomass data there weren't any significant difference between the 1mm mesh and 1 + 0.5mm combinations. But between the richness and specific richness index of Margalef, there was differences to the analyzed meshes. This way, to structure studies and polychaete community composition in tropical estuaries is suggested the use of fine meshes to a more precisely description of the community.

Keywords: sieve mesh size, macroinvertebrates, biodiversity, estuaries

5. Introdução

Os estuários são corpos de água semi-fechados que tem uma livre conexão com o mar aberto, e a água marinha sofre diluição pelo aporte de água continental (Day *et al.*, 1989; Elliott e Mcclusky, 2002). Portanto os estuários são zonas de transição, onde ocorre a interação entre a água doce e salgada, sendo reconhecidos como componentes importantes nas zonas costeiras continentais, quer a nível biológico, ou em termos de utilização pelo homem (Cooper *et al.*, 1994; Marques *et al.*, 2004). Uma das características destes ambientes que tem extrema relevância é a capacidade de formarem mosaicos de habitats que estão interligados (Elliott e Hemingway, 2002; Morrissey *et al.*, 2003).

Os estuários estão sujeitos a diferentes impactos ambientais provenientes de ação antrópica, tais como, aporte de resíduos domésticos e industriais, poluentes resultantes dos centros urbanos, atividades portuárias e aquicultura, podendo através dessas atividades alterar a composição e estrutura das comunidades estuarinas, afetando o funcionamento do ecossistema (Jesus *et al.*, 2004; Birch *et al.*, 2015).

Os macroinvertebrados tem um lugar de destaque entre os organismos que habitam o ambiente estuarino e desempenham um importante papel na estrutura e funcionamento do ambiente, sendo responsável, em parte, pela produtividade estuarina (Rosenberg, 2001; Mermillod-Blondin *et al.*, 2003; Pinto, 2009).

Dentre os macroinvertebrados bentônicos, podemos destacar a classe Polychaeta, que tem sido reconhecida como boa indicadora ambiental (Saiz-Salinas e González-Oreja, 2000; Surugi, 2005). Estes organismos são vermes anelídeos predominantemente marinhos e bentônicos, alguns estudos apontam os poliquetas como o mais abundante da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (Fauchald e Jumars, 1979; Hutchings, 1998; Schuller *et al.*, 2009).

A utilização de malhas das peneiras são frequentemente usadas durante o processamento de amostras, que atuam efetivamente na estimativa de biomassa, abundância e diversidade (Gage *et al.*, 2002; Rodrigues *et al.*, 2007). Em estudos da comunidade de macroinvertebrados bentônicos é comum a utilização de peneiras com malhas de 1 e 0,5 mm, mas a escolha do tamanho adequado vai depender do objetivo da pesquisa e de qual resposta o estudo precisa (James *et al.*, 1995; Couto *et al.*, 2010, Miloslavica, 2014).

Nos estudos de biomonitoramento costeiros é preferível usar a malha de 1 mm porque fornecem resultados confiáveis, com menor tempo de processamento, além do custo ser menor (Ferraro *et al.*, 1989; Couto *et al.*, 2010). A utilização de malhas de tamanhos maiores que 1mm pode acarretar na perda de grandes frações de indivíduos juvenis da macrofauna, comprometendo estudos de dinâmica populacional (Bachelet, 1990; Thompson *et al.*, 2003).

A eficiência de retenção é maior com peneiras finas (Rodrigues *et al.*, 2007; Riccardi, 2010). No entanto, a utilização da peneira de malha 0,5 mm requer um esforço consideravelmente maior para triagem e identificação do que a peneira de malha 1,0 mm, e requerer maior tempo de processamento, apesar de fornecer uma visão mais ampla e detalhada da comunidade (Kingston e Riddle, 1989; James *et al.*, 1995; Valença e Santos, 2013).

O presente estudo investiga o papel do tamanho da malha das peneiras e da sazonalidade para testar se a comunidade de poliquetas apresentará diferenças na composição e estrutura quando comparamos peneiras com diferentes tamanhos de malhas, e esse padrão responderá frente a diferentes períodos sazonais. E como hipótese acreditamos que há diferenças na composição e estrutura da comunidade de poliquetas ao comparar as peneiras com diferentes tamanhos de malhas, esperamos encontrar uma maior diversidade, abundância e biomassa na comunidade da malha combinada (1 + 0,5 mm), de modo que, a comunidade apresentará diferenças para ambas as malhas, independente do período analisado.

6. Metodologia:

6.1. Área de Estudo

As coletas de água e sedimento foram realizadas em dois estuários tropicais: o estuário do Rio Paraíba do Norte e o estuário do Rio Mamanguape (Figura 1). O clima da região é do tipo AS' de Köppen, quente e úmido. A região possui temperaturas médias variando entre 24-26°C, com período de chuva ocorrendo entre os meses de fevereiro e julho e período de seca, entre nos meses de outubro e dezembro (AES A, 2011).

O estuário do Rio Paraíba (6°54'14" e 7°07'36"S; 34°58'16" e 34°49'31"O) (Figura 1A), com uma extensão de 22 km e possui como afluentes os rios Sanhauá, Paroeira, Mandacaru, Tibiri, Tambiá, Ribeira e Guia (Guedes *et al.*, 2011). Este estuário

é altamente influenciado pela vazão da água do mar, devido à baixa vazão dos seus rios (perenes) e é margeado por aglomerados urbanos, sendo influenciado diretamente pelas comunidades em seu entorno, tornando-se um local de descarte de lixo, esgoto, pesca intensiva, derrubada de mangue, efluentes da carcinicultura, entre outros (Marcelino *et al.*, 2005). O Rio Paraíba, por ser margeado por cidades é considerado um estuário urbano, totalizando uma população de 1.100.000 habitantes (IBGE, 2014).

O estuário do Rio Mamanguape ($6^{\circ}43'02''$ e $6^{\circ}51'54''$ S; $35^{\circ}67'46''$ e $34^{\circ}54'04''$), possui como afluentes os rios Estiva, Caracabu, Açu, Gamboa do Pina, Gamboa Marcação e Arrecifes. Situa-se no interior da Área de Proteção Ambiental (APA) Barra de Mamanguape, criada pelo Decreto Federal nº 924, de 10 de setembro de 1993. A APA foi criada com o intuito de proteger os ecossistemas presentes em seu interior (Mata Atlântica, manguezais, recifes costeiros, mata de restinga, dunas e falésias) e garantir o local de alimentação e reprodução do peixe-boi marinho (Mourão e Nordi, 2003). Devido à existência da APA, o manguezal do entorno deste estuário ainda é preservado, apesar da influência negativa do desmatamento, efluentes do cultivo de cana-de-açúcar e pesca artesanal (Alves e Nishida, 2003). As cidades de Rio Tinto e Marcação estão localizadas a margem do estuário e apresentam uma população de 30.585 habitantes (IBGE, 2014). No entorno do estuário do Rio Mamanguape há grandes cultivos de cana-de-açúcar, e até 2012, o estuário também recebia efluentes de um empreendimento de carcinicultura, localizado próximo ao Rio Gamboa, afluente do estuário do Rio Mamanguape (SUDEMA, 2011).

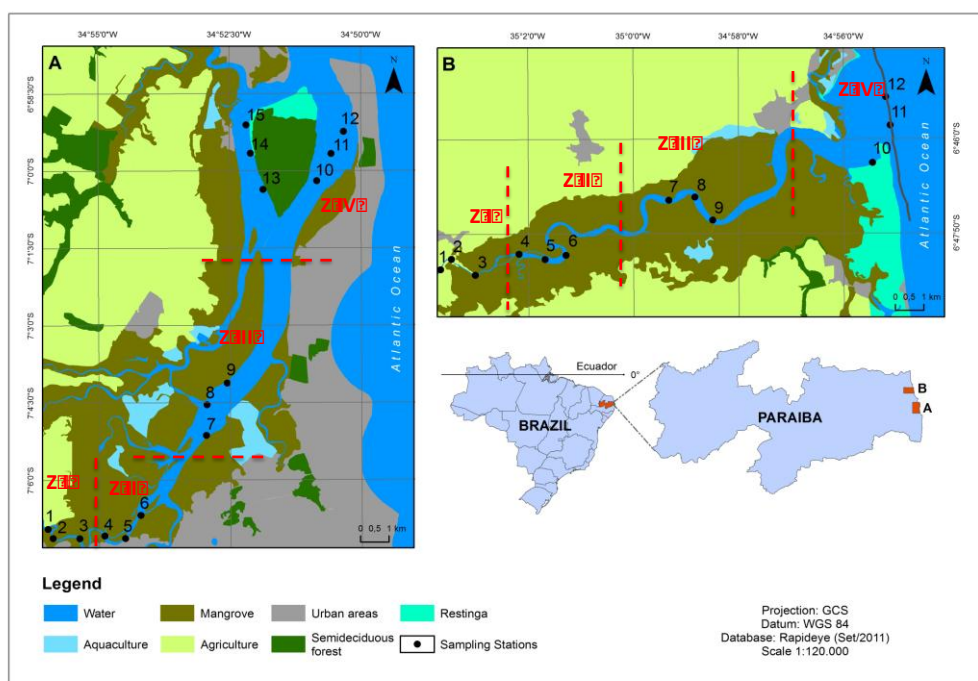


Figura 1: Localização geográfica dos estuários do Rio Paraíba do Norte (A) e do Rio Mamanguape (B) (Paraíba- Brasil), e suas respectivas zonas (ZI, ZII, ZIII e ZIV) e pontos de amostragem. Mapa: Dr. Saulo Vital.

6.2 Desenho Amostral

Para caracterizar previamente os dois estuários, foi realizada uma coleta piloto em agosto 2013, tendo sido definido um gradiente ambiental com quatro zonas subtidaís(I, II, III, IV), baseada nos valores de salinidade, composição do sedimento e profundidade. As coletas utilizadas neste estudo foram realizadas, em dezembro de 2013, período de seca e em julho de 2014, período de chuva para a região.

Em cada estuário foram estabelecidos quatro zonas cada uma com três pontos de amostragem e cada ponto com três sub amostragens (Mamanguape: Pontos 1 - 3 – zona I, Pontos 4 - 6 – zona II, Pontos 7 - 9 – zona III e Pontos 10 - 12 – zona IV; Rio Paraíba: Pontos 1 - 3 – zona I, Pontos 4 - 6 – zona II, Pontos 7 - 9 – zona III e Pontos 10 - 15 – zona IV) (Figura 1). No estuário da do Rio Mamanguape, foram determinados 12 pontos, com de 3 sub amostragens, totalizando 36 amostragens. No estuário do Rio Paraíba do Norte, foram estabelecidos 15 pontos, com 3 sub amostragens, resultando em 45 amostragens.

6.3 Variáveis biológicas

As coletas do material biológico foram realizadas nos dois estuários: do Rio Paraíba do Norte e Rio Mamanguape, utilizando uma draga van Veen (0,1m²). O sedimento coletado foi fixado *in situ* com formol a 4% tamponado. Em laboratório, as amostras foram lavadas em peneiras de abertura de malha de 1,00 e 0,50 mm, respectivamente. O material foi fixado e corado com Rosa Bengala, em seguida os Poliquetas foram triados e identificados ao nível de gênero, utilizando chaves especializadas (Amaral e Nonato, 1996; Amaral *et al.*,2006).

Abundância total e biomassa foram calculados para a fauna de poliquetas retidos pela peneira (1,0 mm) e para crivos combinados (1,0 + 0,5 mm), e os resultados foram comparados os efeitos do tamanho das malhas. Para estimativa da biomassa (gPSLCm⁻²) os organismos foram colocados numa estufa a 60°C durante 72 horas e pesados (peso seco, PS), sendo depois sujeitos a combustão em umamuflo a 550°C durante 8 horas, para se determinar o peso seco livre de cinzas (PSLC).

6.4 Análises de dados

A distribuição e composição da comunidade de poliquetas em relação ao crivo da malha foram analisados utilizando as médias das zonas. A abundância, biomassa, riqueza de taxa, o índice de diversidade Shannon-Wiener (Shannon e Wiener, 1963), o índice de riqueza específica de Margalef (Margalef, 1969) e índice de equitabilidade de Pielou (Magurran, 1988), foram estimados para determinar a composição e estrutura da comunidade dos macroinvertebrados bentônicos nas diferentes peneiras e nos períodos de chuva e seca. A análise de variância, PERMANOVA (Permutational Multivariate Analysis of Variance) (com 9999 permutações; $p < 0.05$), foi utilizada para testar diferenças entre fatores zonas (quatro níveis: ZI, ZII, ZIII e ZIV), tamanho da malha das peneiras (dois níveis: 1,0 mm e combinação 1 + 0,5 mm) e períodos (dois níveis: seca e chuva). Os dados foram transformados em raiz quadrada e utilizou-se o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis (Anderson, 2001; Anderson *et al.*, 2008).

Para visualização da distribuição espacial da biomassa e abundância da comunidade de poliquetas entre os diferentes tamanhos das malhas das peneiras (1 mm e 1 + 0,5 mm) nos períodos de amostragem foi realizada Análise de Escalonamento Multidimensional Não-Métrico (nMDS- Non-Metric Multi-Dimensional Scaling) (Clarke e Gorley, 2006), constituída com as médias dos pontos de amostragem com os dados da abundância e biomassa da comunidade de poliquetas nos diferentes períodos, sendo os dados transformados em raiz quadrada. Os táxons que contribuíram para as diferenças entre os fatores: tamanho das malhas das peneiras e períodos de seca e chuva foram determinados através de uma análise de Porcentagem de similaridade (SIMPER - Similarity Percentage breakdown) (Clarke e Warwick, 2001).

Todas as análises estatísticas foram realizadas utilizando o software PRIMER versão 6 + PERMANOVA (Software Package from Plymouth Marine Laboratory, UK) (Anderson *et al.*, 2008).

7. Resultados

A abundância total da comunidade de poliquetas foi de 9.167 indivíduos, onde, 5.772 (62,97%) foram encontrados na peneira de 1,0 mm e 9.167 (100%) na combinação das peneiras (1,0 + 0,5 mm). No Estuário do Rio Paraíba do Norte, dentre o total, 3.654 (69,17%) foram encontrados na peneira de 1,0 mm e 5.283 (100%) na combinação das peneira. No Estuário do Rio Mamanguape, do total de indivíduos de poliquetas, 2.118 (54,53%) foram encontrados na peneira de 1,0 mm e 3.884 (100%) na combinação das peneira. Do total da biomassa, de ambos os estuários, 1,87532 (47,01%) gPSLCm⁻² foram na peneira de 1,0 mm e 2,11352 (100%) gPSLCm⁻² na combinação das peneiras. Da biomassa do estuário Paraíba do Norte, 1,55235 (46,76%) gPSLCm⁻² foram da peneira de 1,0 mm e 1,76773 (100%) gPSLCm⁻² na combinação das peneiras. Já no Mamanguape, 0,32297 (48,29%) gPSLCm⁻² foram da peneira de 1,0 mm e 0,34579 (100%) gPSLCm⁻² na combinação das peneiras.

Quanto a riqueza foram encontrados no total 87 gêneros, destes 52 gêneros no período de seca (18 gêneros exclusivos desse período) e 69 gêneros no período de chuva (35 gêneros exclusivos desse período). No Estuário do Rio Paraíba do Norte foram identificados, 43 gêneros na malha de 1,0 mm e 47 gêneros na combinação das peneira para o período de seca. Já no período de chuva, foi identificado 45 gêneros na malha de 1,0 mm e 58 gêneros na combinação das peneira. No Estuário do Rio Mamanguape foram identificados 37 gêneros na malha de 1,0 mm e 43 gêneros na combinação das peneira, no período de seca. Já no período de chuva, foi identificado 33 gêneros na malha de 1,0 mm e 43 gêneros na combinação das peneira.

Da abundância total de poliquetas, encontramos 6.510 no período de seca e 2.657 no período de chuva. No Estuário do Rio Paraíba do Norte encontramos um total de 5.283 poliquetas, sendo 3.225 no período de seca e 2.058 no período de chuva. No Estuário do Rio Mamanguape encontramos um total de 3.884 indivíduos de poliquetas, sendo 3.285 no período de seca e 599 no período de chuva. A biomassa total da comunidade de poliquetas foi de 2,11352gPSLCm⁻², sendo 0,64515gPSLCm⁻² no período de seca e 1,46837gPSLCm⁻² no período de chuva. No Estuário do Rio Paraíba do Norte obteve biomassa total de 1,76773gPSLCm⁻², sendo 0,44975 gPSLCm⁻² no período

de seca e $1,31798 \text{ gPSLCm}^{-2}$ no período de chuva. Para o Estuário Barra do Rio Mamanguape apresentou uma biomassa de $0,34579 \text{ gPSLCm}^{-2}$, sendo $0,19540 \text{ gPSLCm}^{-2}$ no período de seca e $0,15039 \text{ gPSLCm}^{-2}$ no período de chuva.

Com relação a variação espacial, a riqueza do Estuário do Rio Paraíba do Norte apresentou o maior número de taxa na zona IV do estuário, tanto no período de seca quanto no período de chuva e na malha de 1,0 mm e na combinação das malhas. Quanto a abundância, os maiores valores foram na zona I, no período de seca e na zona IV no período de chuva. A comunidade de poliqueta apresentou maior biomassa na zona IV dos estuários, para ambos os períodos e malhas (Figura 2).

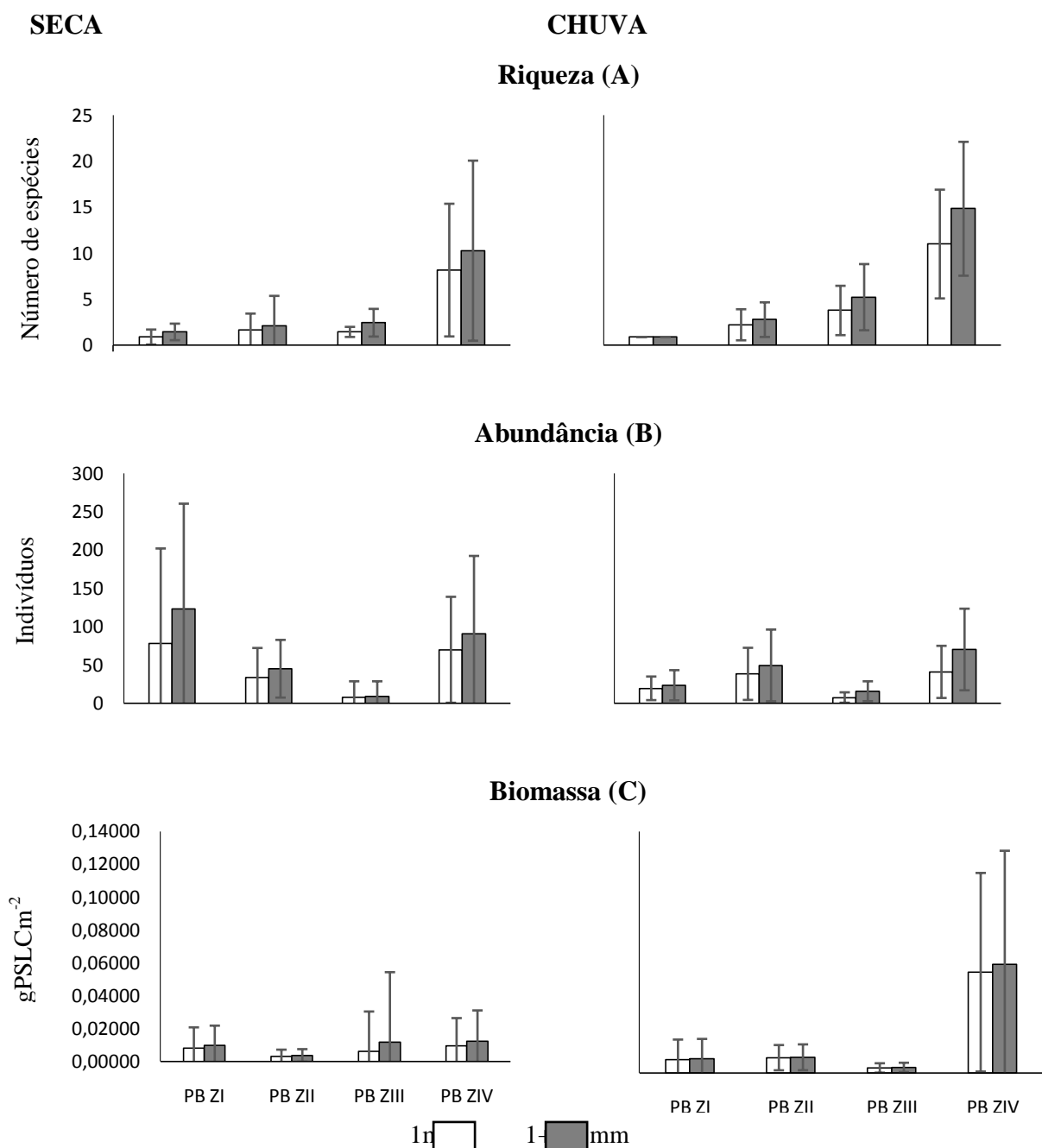


Figura 3:Variação da riqueza (A); abundância (B) e biomassa (C) de poliquetas nas zonas do Estuário do Rio Mamanguape, nos períodos de seca e chuva, usando a malha de 1,0 mm (branco) e a combinação das malhas (cinza).

Baseado nos dados de abundância de poliquetas no Estuário do Rio Paraíba do Norte, a PERMANOVA mostrou diferenças significativas entre zonas e entre os períodos sazonais, mas quanto ao fator malhas não houve diferenças significativas (Tabela 1). Da mesma forma os dados de biomassa apresentaram diferenças entre as zonas, entre os períodos sazonais, mas quando analisado o fator tamanho das malhas não houve diferenças (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados da análise PERMANOVA no Estuário do Rio Paraíba do Norte utilizando como fatores as zonas (ZI, ZII, ZIII e ZIV), os períodos (seca e chuva) e malhas (1mm e combinação das malhas) para os Poliquetas, baseado em gêneros, (utilizando similaridade de Bray-Curtis). DF = degrees of freedom; MS = means of square; F= Fvalue; P = probability level; P<0.05. Res = Residual

Source	DF	MS	F	P	Perms
Abundância					
Zonas	3	63281	28,484	0,0001	9888
Períodos	1	16839	7,5794	0,0001	9932
Malhas	1	1253,4	0,5641	0,8381	9914
Res	138	2221,6			
Total	153				
Biomassa					
Zonas	3	59967	23,335	0,0001	9886
Períodos	1	11720	4,5605	0,0005	9922
Malhas	1	963,78	0,3750	0,9814	9919
Res	138	2569,9			
Total	153				

Da mesma forma, baseado nos dados de abundância de poliquetas no Estuário do Rio Mamanguape, ao analisarmos a PERMANOVA verificamos que houve diferenças significativa entre zonas e entre os períodos sazonais, mas quanto ao fator tamanho das malhas não houve diferenças significativas (Tabela 2). A biomassa apresentou-se da mesma forma, analisando a PERMANOVA, houve diferenças entre as zonas e entre os períodos sazonais, mas quanto ao fator malhas não apresentou diferenças significativas (Tabela 2).

Tabela 2: Resultados da análise PERMANOVA no Estuário do Rio Mamanguape utilizando como fatores as zonas (ZI, ZII, ZIII e ZIV), os períodos (seca e chuva) e malhas (1mm e combinação das malhas) para os Poliquetas, baseado em gêneros, (utilizando similaridade de Bray-Curtis). DF = degrees of freedom; MS = means of square; F= Fvalue; P = probability level; P<0.05. Res = Residual

Source	DF	MS	F	P	Perms
Abundância					
Zonas	3	52618	22,565	0,0001	9893
Períodos	1	14500	6,2181	0,0001	9932
Malhas	1	399,29	0,1712	0,9995	9915
Res	96	2331,8			
Total	111				
Biomassa					
Zonas	3	44850	15,653	0,0001	9890
Períodos	1	16328	5,6984	0,0001	9919
Malhas	1	310,3	0,1083	1	9917
Res	96	2865,3			
Total	111				

A análise nMDS para o Estuário do Rio Paraíba do Norte considerando a abundância e a biomassa de poliquetas não mostrou o agrupamento das malhas para nenhum dos períodos avaliados (Figura 4).

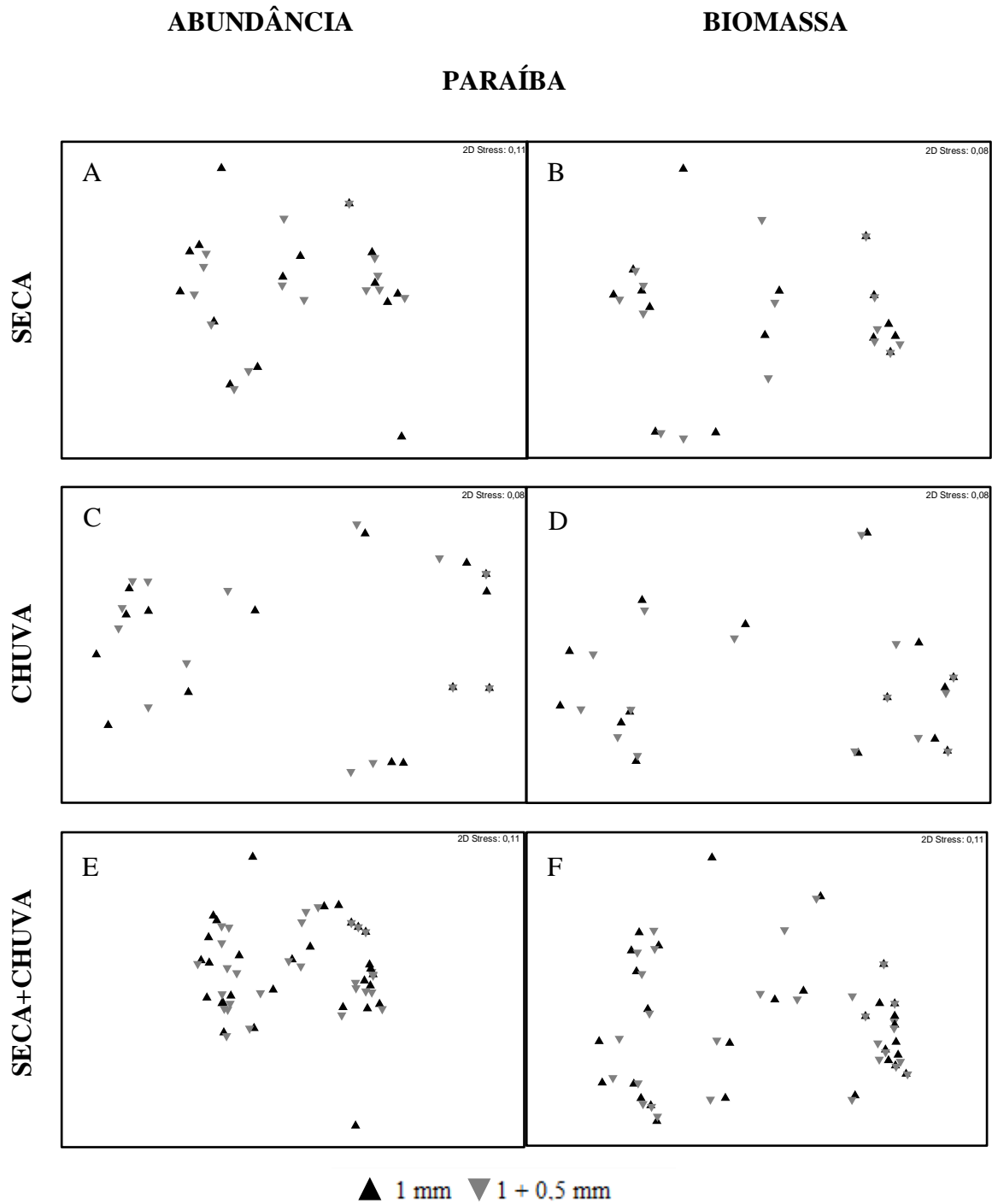


Figura 4: Análise “Non-metricMultidimensional Scaling” (nMDS), mostrando a distribuição espacial da abundância e biomassa para o fator tamanho das malhas do Estuário do Rio

Paraibado Norte, nos períodos de seca (A e B), chuva (C e D) e seca + chuva (E e F), de acordo com a malha de 1 mm (preto) e a combinação das malhas (cinza).

Para o Estuário do Rio Mamanguape, a análise nMDS não mostrou o agrupamento dos tamanhos das malhas para nenhum dos períodos avaliados, considerando a abundância e a biomassa de poliquetas (Figura 5).

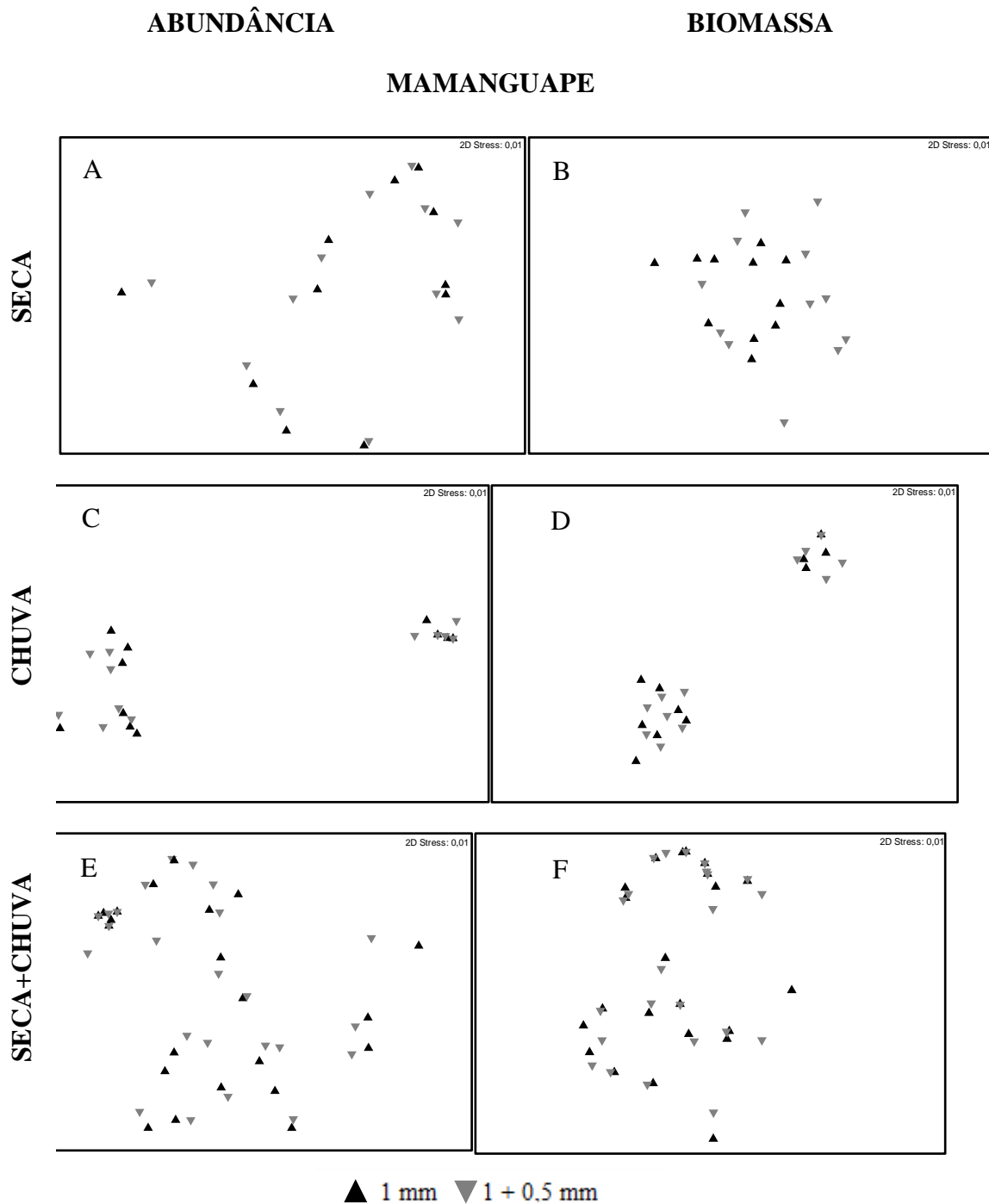


Figura 5: Análise “Non-metric Multidimensional Scaling” (nMDS), mostrando a distribuição espacial das malhas baseada na abundância e biomassa do Estuário do Rio Mamanguape, nos

períodos de seca (A e B), chuva (C e D) e seca + chuva (E e F) de acordo com a malha de 1 mm (preto) e a combinação das malhas (cinza).

Em relação aos índices de Shannon-Wiener, Margalef e Pielou, os maiores valores encontrados no Estuário do Rio Paraíba do Norte foram na zona IV do estuário, tanto para a malha de 1,0 mm quanto para a combinação das malhas e em ambos os períodos sazonais (Figura 6).

Para Shannon-Wiener (H'), na malha de 1,0 mm ($H' = 1,30$) e na combinação ($H' = 1,42$), para o período de seca. Os valores de Shannon-Wiener (H') no período de chuva, na malha de 1,0 mm ($H' = 1,92$) e na combinação ($H' = 2,10$). Os valores de Margalef (d) para a malha de 1,0 mm ($d = 1,66$) e na combinação ($d = 2,00$), para o período de seca. Para os valores de Margalef (d), no período de chuva, na malha de 1,0 mm ($d = 2,78$) e na combinação ($d = 3,32$). Para Pielou (J') os valores apresentados foram, na malha de 1,0 mm ($J' = 0,65$) e na combinação ($J' = 0,66$), para o período de seca. E para Pielou (J') no período de chuva, na malha de 1,0 mm ($J' = 0,85$) e na combinação ($J' = 0,81$).

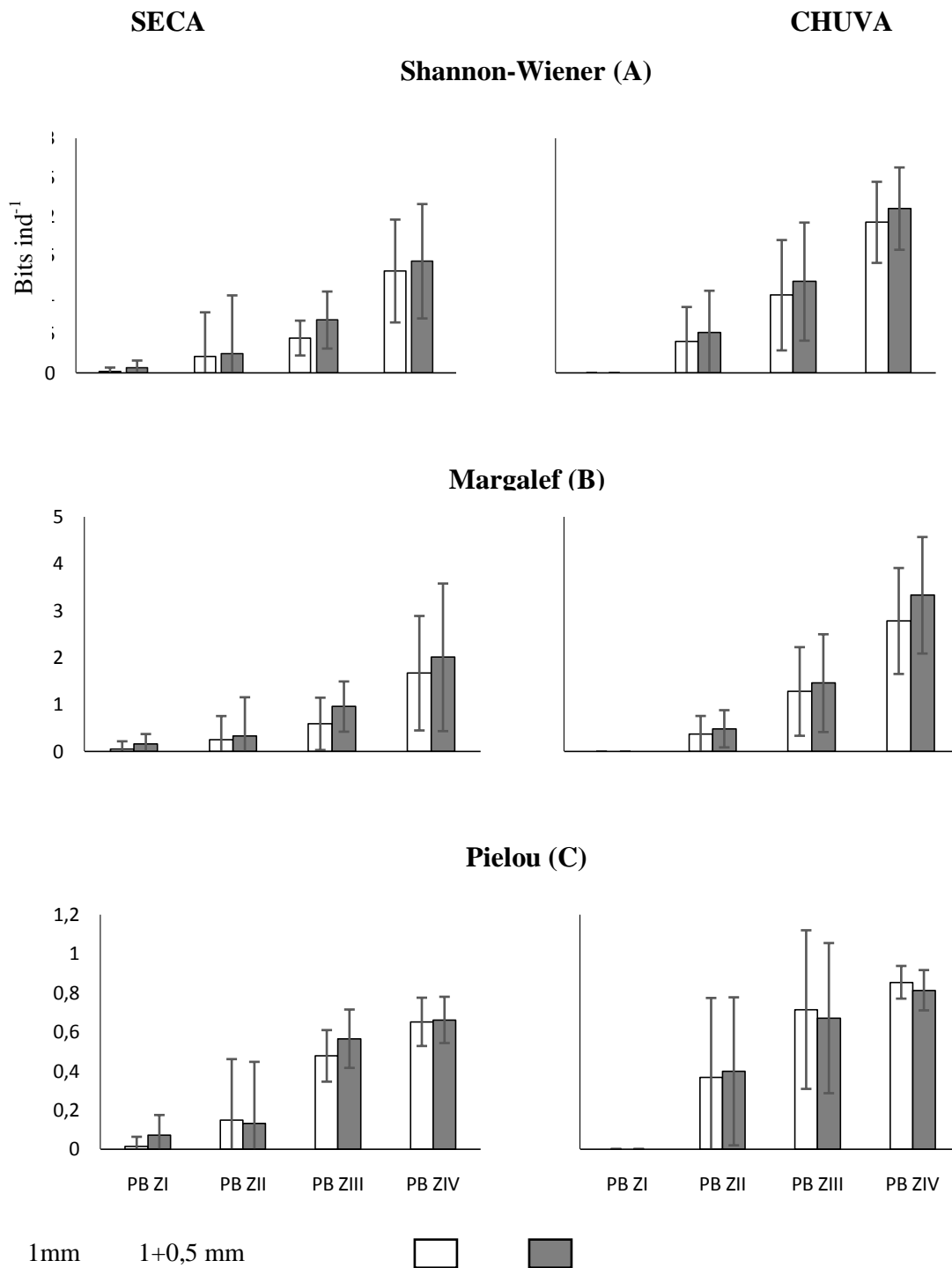


Figura 6: Análise dos índices de diversidade Shannon-Wiener (A);Margalef(B) ePielou (C) naszonas do Estuário do Rio Paraíba do Norte, nos períodos de seca e chuva, usando a malha de 1,0 mm (branco) e a combinação das malhas (cinza).

Em relação aos índices de diversidade, os maiores valores encontrados no Estuário Barra do Rio Mamanguape para Shannon-Wiener, Margalef e Pielou foram na zona III e IV do estuário, tanto para a malha de 1,0 mm quanto para a combinação das malhas e em ambos os períodos sazonais (Figura 7).

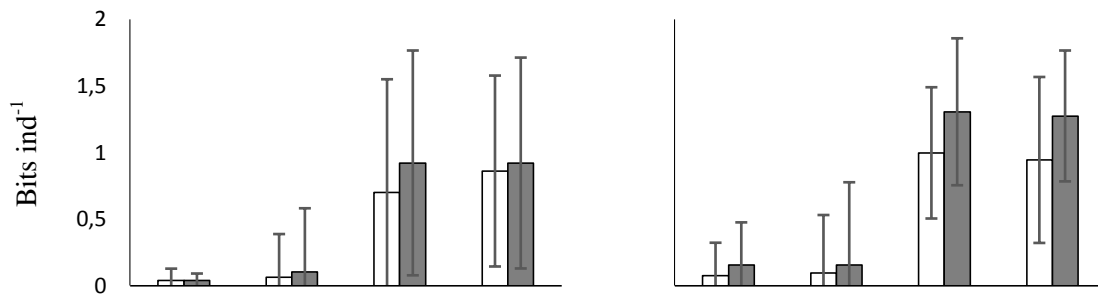
Para o índice de Shannon-Wiener (H'), no período de seca os maiores valores encontramos na zona IV, na malha de 1,0 mm ($H' = 0,86$) e na combinação das malhas ($H' = 0,92$). Já Shannon-Wiener (H'), no período de chuva os maiores valores encontramos na zona III, na malha de 1,0 mm ($H' = 0,99$) e na combinação das malhas ($H' = 1,30$). Os maiores valores de Margalef (d) foram, no período de seca na zona IV, na malha de 1,0 mm ($d = 1,30$) e na combinação das malhas ($d = 1,65$). Já para Margalef (d), no período de chuva, na malha de 1,0 mm o maior valor foi na zona III ($d = 1,21$) e na combinação das malhas o maior valor foi na zona IV ($d = 1,83$). Para Pielou (J'), no período de seca, na malha de 1,0 mm o maior valor foi na zona IV ($J' = 0,45$) e na combinação das malhas o maior valor na zona III ($J' = 0,54$). E para Pielou (J') no período de chuva os maiores valores foram observados na zona III, na malha de 1,0 mm ($J' = 0,74$) e na combinação das malhas ($J' = 0,79$).

A PERMANOVA para a riqueza, índice de diversidade de Shannon, índice de riqueza específica de Margalef e índice de equitabilidade de Pielou, mostrou resultado significativo para o fator zona ($p = 0,0001$). Já para o fator malha, apenas riqueza e Margalef mostrou valores significativos (PSEUDO $F_{1,265} = 5,3836$; $p = 0,021$ e PSEUDO $F_{1,265} = 5,0923$; $p = 0,0259$ respectivamente). Pielou e Shannon não apresentaram diferenças significativas (PSEUDO $F_{1,265} = 0,96249$; $p = 0,3302$ e PSEUDO $F_{1,265} = 3,2296$; $p = 0,071$ respectivamente).

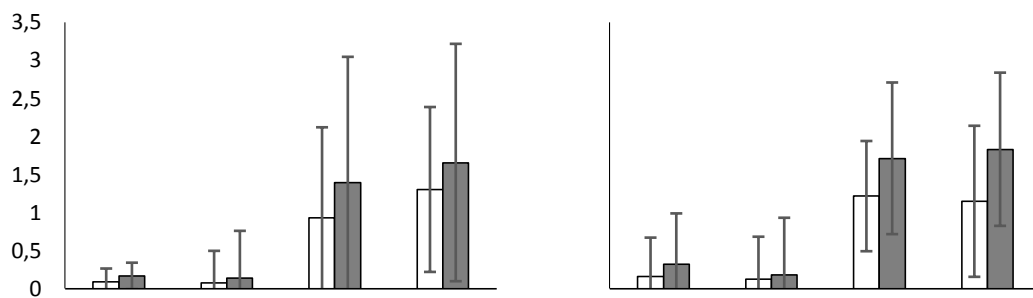
SECA

CHUVA

Shannon-Wiener (A)



Margalef (B)



Pielou (C)

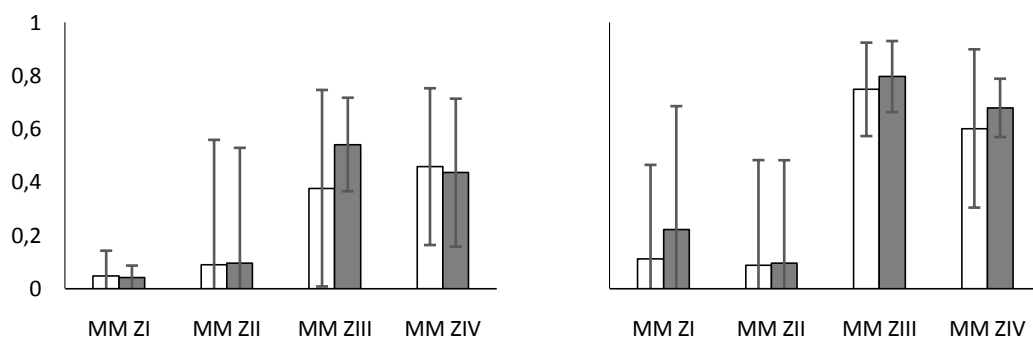


Figura 7: Análise dos índices de diversidade (A) Shannon-Wiener;(B) Margalef e (C) Pielou por zonas do Estuário do Rio Mamanguape, nos períodos de seca e chuva, usando a malha de 1,0 mm (branco) e a combinação das malhas(cinza).

O resultado da análise SIMPER, percentuais de similaridade utilizando a matriz de abundância dos poliquetas, para o período de seca na malha de 1,0 mm, nos mostrou que os gêneros que mais contribuíram para similaridade foram *Laeonereis* (58,03%), *Glycinde* (9,83%), *Lumbrineris*(9,82%), *Scoloplos*(4,01%), *Allita* (3,47%), *Eunoe* (2,64%) e *Armandia* (2,38%). Para a combinação das malhas no período de seca, a contribuição dos gêneros foram, *Laeonereis* (66,69%), *Glycinde* (7,16%), *Lumbrineris*(6,40%), *Scoloplos* (2,98%), *Timarete* (2,53%), *Chaetozone* (1,89%), *Armandia* (1,77%) e *Allita* (1,66%).

Para o período de chuva na malha de 1,0 mm, mostrou que os gêneros que mais contribuíram foram *Laeonereis*(54,92%), *Scoloplos* (8,25%), *Glycinde* (7,03%), *Lumbrineris* (5,74%), *Magelona* (2,95%), *Hemipodus* (2,53%), *Glycera*(2,53%), *Nereis* (2,35%), *Sternaspis*(1,94%) e *Notomastus* (1,90%). Para a combinação das malhas no período de chuva, a contribuição dos gêneros foram, *Laeonereis* (49,42%), *Scoloplos* (7,94%), *Glycinde* (6,75%), *Lumbrineris* (5,06%), *Heteromastus* (3,82%), *Hemipodus*(3,13%), *Magelona* (2,69%), *Nereis*(2,54%), *Sigambra* (2,53%), *Sternaspis* (1,80%), *Glycera*(1,64%), *Diopatra* (1,64%) e *Notomastus*(1,33%).

8. Discussão

A hipótese proposta foi parcialmente confirmada, uma vez que, os resultados mostraram que não houve diferenças com relação a abundância e biomassa da comunidade de poliquetas ao comparar as peneiras com diferentes tamanhos de malhas, mas em relação a riqueza de taxae o índice de riqueza específica de Margalef houve diferenças significativas. Foi encontrada uma maior diversidade, abundância e biomassa na comunidade da malha combinada (1 + 0,5 mm) e esse padrão respondeu igualmente nos diferentes períodos sazonais (seca e chuva).

Quanto a riqueza percebemos que ocorreram gêneros na malha combinada (1 + 0,5 mm) que não apareceram na malha de 1 mm, isso resulta principalmente, porque o menor tamanho de crivo (0,5 mm) permite a captura de juvenis e de espécies que não são grandes o suficiente para ser retida na malha de 1 mm (Hammerstrom *et al.*, 2010).

Houve diferenças significativas quanto à riqueza e o índice de riqueza específica de Margalef para as diferentes malhas, e alguns estudos mostram que análises de índices univariados, podem apresentar diferenças para aspectos estruturantes da comunidade, como a riqueza de espécies e diversidade, entre amostras com malhas de 1,0 mm e 0,5 mm (Bachelet, 1990; Tanaka e Leite, 1998; Valença e Santos, 2013).

Os maiores valores de abundância, riqueza de taxa, biomassa e dos índices de diversidade de Margalef, Shannon-Wiener e Pielou foram nas zonas III e IV, regiões caracterizadas pela agricultura intensiva, aquicultura, além do aporte dos efluentes urbanos das comunidades localizadas a margem dos estuários. Isto pode ser explicado pelo fato de que os índices de diversidade e a composição de espécies são muito afetados pelas variações espaciais e sazonais, bem como alterações de salinidade, que favorecem a persistência de larvas e juvenis vindo do mar (Salas *et al.*, 2004; Ritter *et al.*, 2005; Chainhoet *et al.*, 2007).

Os gêneros de poliquetas que mais contribuíram são em sua maioria classificados como indicadores de ambientes impactados, a exemplo do gênero *Laeonereis* (Hartman, 1945), que pela SIMPER, teve contribuição superior a 50% em ambos os estuários. As respostas dos poliquetas nos estuários pode ser diferenciada dependendo das características do ambiente que eles se encontram (Rocha *et al.*, 2013).

Quanto ao tempo de processamento da malha de 0,5 mm é largamente proporcional à quantidade de área de amostra quase dobrando o processamento de uma peneira de 0,5 mm comparada com a de 1,0 mm (Couto *et al.*, 2010). As amostras de macroinvertebrados levam cerca de duas vezes mais de duração para serem classificadas na peneira de malha 0,5 mm do que nas amostras do crivo de 1,0 mm (James *et al.*, 1995). O esforço e o custo de usar a peneira de malha de 0,5 mm deve ser considerado dependendo do objetivo da pesquisa e da abordagem (Couto *et al.*, 2010; Miloslavich, 2014).

Em estudos de biomonitoramento, onde se tem uma necessidade de maior agilidade no processamento dos dados, é preferível o uso de peneiras de 1,0 mm porque é eficiente e apresenta resultados confiáveis, reduz o custo e diminui o tempo de processamento, que é importante para a prática do biomonitoramento (Ferraro *et al.*, 1989; Couto *et al.*, 2010).

Embora em pesquisas que o principal objetivo é descrever a estrutura da comunidade para comparar com os locais, muitas vezes na peneira de 1 mm perde indivíduos para fornecer uma descrição precisa e o menor tamanho da peneira proporciona uma imagem e descrição mais completa da comunidade pela maior eficiência na retenção (Rodrigues *et al.*, 2007; Riccardi, 2010; Valença e Santos, 2013).

Estes estudos confirmam a importância da utilização dos tamanhos das malhas das peneiras para estudos de estrutura e composição da comunidade de

macroinvertebrados bentônicos em estuários tropicais, sendo sugerido a utilização de peneiras finas para descrição mais precisas da comunidade.

9. Referências

AESA - Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba, 2011. Chuvas acumuladas no ano no município de Rio Tinto-PB de 01/01/2011 a 31/10/2011. Disponível

em: <<http://site2.aesa.pb.gov.br/aesa/sort.do?layoutCollection=0&layoutCollectionProperty=&layoutCollectionState=1&pageNumber=4>>. Acesso em 23 abril 2014.

Alves, R.R.N.; Nishida, A.K., 2003. Aspectos socioeconômicos e percepção ambiental dos catadores de caranguejo-uçá, *Ucidescordatuscordatus* (L. 1763) (Decapoda, Brachyura), no estuário do Rio Mamanguape, Nordeste do Brasil. *Interciencia*, 28, 36-43.

Amaral, A.C.; Nonato, E.F., 1996. Annelida Polychaeta - características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira. Campinas, SP: Editora da UNICAMP.

Amaral, A.C.Z.; Nallin, S.A.H.; Steiner, T.M.; Forroni, T.O.; Gomes Filho, D., 2006. Catálogo das espécies de Annelida Polychaeta do Brasil. Catálogo das espécies dos Annelida Polychaeta do Brasil.

Anderson, M. J., 2001. Permutation tests for univariate or multivariate analysis of variance and regression. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 58, 626-639.

Anderson, M.J.; Gorley, R.N.; Clarke, K.R., 2008. PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E. Plymouth.

Birch, G. F.; Gunns, T. J.; Olmos, M., 2015. Sediment-bound metals as indicators of anthropogenic change in estuarine environments. *Marine Pollution Bulletin*. In Press, Corrected Proof, Available online 17 October 2015.

Bachelet, G., 1990. The choice of a sieving mesh size in the quantitative assessment of marine macrobenthos: a necessary compromise between aims and constraints. *Marine Environmental Research*, 30, 21-35.

Chainho, P.; Costa, J. L.; Chaves, M. L.; Dauer, D. M.; Costa, M. J., 2007. Influence of seasonal variability in benthic invertebrate community structure on the use of biotic indices to assess the ecological status of a Portuguese estuary. *Marine Pollution Bulletin*, 54, 1586-1597.

Clarke, K.R.; Warwick, R.M. 2001. Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. 2nd edition. PRIMER-E, Plymouth, Reino Unido.

Clarke, K.R.; Gorley, R.N., 2006. Primer v6: USER Manual Tutorial PRIMER-E: Plymouth, 75-88p.

- Cooper, J.A.G.; Ramm, A.E.L.; Harrison, T.D., 1994. *Ocean & Coastal Management* 25, 103-41.
- Couto, T.; Patrício, J.; Neto, J. M.; Ceia, F. R.; Franco, J; Marques, J. C., 2010. The influence of mesh size in environmental quality assessment of estuarine macrobenthic communities. *Ecological Indicators*, 10(6), 1162–1173.
- Day Jr, J. W.; Hall, C. A. S.; Kemp, W. M.; Yáñez-Arancibia, 1989. *Estuarine Ecology*. New York, John Wiley and Sons Inc., 558p.
- Elliott, M.; Hemingway, K.L., 2002. *Fishes in Estuaries*. Blackwell Science.
- Elliott, M.; Mclusky, D.S., 2002. The need for definitions in understanding estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 55, 815–827.
- Fauchald, K.; Jumars, P.A., 1979. The diet of worms: a study of polychaete feeding guilds. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 17, 193–284.
- Ferraro, S.P.; Cole, F.A.; DeBen, W.A., 1989. Power-cost efficiency of eight macrobenthic sampling schemes in Puget Sound, Washington, USA. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 46, 2157–2165.
- Gage J.D.; Hughes D.J.; Vecino J.L.G., 2002. Sieve size influence in estimating biomass, abundance and diversity in samples of deep-sea macrobenthos. *Marine Ecology Progress Series*, 225, 97–107.
- Guedes, L. da S.; Amaro, V.E.; Vital, H., 2011. Caracterização da morfologia de fundo da porção estuarina do canal do Rio Paraíba do Norte por meio do Sonar de Varredura Lateral e do Ecobatímetro. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, INPE 3538-3544p.
- Hammerstrom, K.K.; Ranasinghe, J.A.; Weisberg, S.B.; Oliver, J.S.; Fairey, W.R., 2010. Effect of sample area and sieve size on benthic macrofaunal community condition assessments in California enclosed bays and estuaries. *Integrated Environmental Assessment and Management*, 8 (4), 649-658.
- Hutchings, P., 1998. Biodiversity and functioning of polychaetes in benthic sediments. *Biodiversity and Conservation*, 7, 1133-1145.
- IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2014. Disponível em: <http://cidades.ibge.gov.br/painel/painel.php?codmun=250750>. Acesso: 08 de setembro de 2014.
- James, R.J.; Smith, M.P.L.; Fairweather, P.G., 1995. Sieve mesh-size and taxonomic resolution needed to describe natural spatial variation of marine macrofauna. *Marine Ecology Progress Series*, 118, 187–198.
- Jesus, H.C.; Costa, E.A.; Mendonça, A.S.F.; Zandonade, E., 2004. Distribuição de Metais Pesados em Sedimentos do Sistema Estuarino da Ilha de Vitória-ES. *Química Nova*, 27, 378-386.

Kingston, P.F.; Riddle, M.J., 1989. Cost effectiveness of benthic faunal monitoring. *Marine Pollution Bulletin*, 20 (10), 490–496.

Magurran, A. E., 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. London: Croom Helm. A general book on ecological diversity. Models for the distribution of species.

Marcelino, R.L.; Sassi, R.; Cordeiro, T.A.; Costa, C.F., 2005. Uma abordagem sócio-econômica e sócio-ambiental dos pescadores artesanais e outros usuários ribeirinhos do Estuário do Rio Paraíba do Norte, estado da Paraíba. *Tropical Oceanography*, 33 (2), 183-197.

Margalef, R., 1969. *Perspectives in Ecological Theory*. The University of Chicago Press. Chicago. 111p.

Marques, M.; Da Costa, M.F.; Mayorga, M.I.D.; Pinheiro, P.R.C., 2004. Water environments: anthropogenic pressures and ecosystem changes in the Atlantic drainage basins of Brazil. *Ambio*, 33, 68-77.

Mermillod-Blondin, F.; Marie, S.; Desrosiers, G.; Long, B.; Montety, L.; Michaud, E.; Stora, G., 2003. Assessment of the spatial variability of intertidal benthic communities by axial tomodesitometry: importance of fine-scale heterogeneity. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 287, 193-208.

Miloslavic, M.; Lucic, D.; Gangai, B.; Onofri, I., 2014. Mesh size effects on mesozooplankton community structure in a semi-enclosed coastal area and surrounding sea (South Adriatic Sea). *Marine Ecology*, 35, 445-455.

Morrisey, D.J.; Skillete, G.A.; Ellis, J.L; Burns, B.R.; Kemp, C.E.; Burt, K., 2003. Differences in benthic fauna and sediment among mangrove (*Avicennia marina* var. *australasica*) stands of different ages in New Zealand. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 56, 581- 592.

Mourão, J. da S.; Nordi, N., 2003. Etnoictiologia de pescadores artesanais do Estuário do Rio Mamanguape, Paraíba, Brasil. B. Inst. Pesca, São Paulo, 29(1), 9 - 17.

Pinto, V. C., 2009. *Ecologia e qualidade ecológica de comunidades de macroinvertebrados bentônicos em zonas costeiras e estuarinas: abordagem comparativa*. Tese de Mestrado em Ecologia Marinha. Faculdade de Ciências Departamento de Biologia Animal. Universidade de Lisboa.

Riccardi, N., 2010. Selectivity of plankton nets over mesozooplankton taxa: implications for abundance, biomass and diversity estimation. *Journal of Limnology*, 69, 287-296.

Ritter, C.; Montagna, P. A.; Applebaum, S., 2005. Short-term succession dynamics of macrobenthos in a salinity-stressed estuary. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 323, 57-69.

Rocha, M.B.; Silva, E.M.; Riascos, N.E.S., 2013. Avaliação da influência da oxigenação e da qualidade do sedimento sobre a sobrevivência de *Scolelepis chilensis* (Spionidae: Polychaeta) da Baía de Guanabara, Rio de Janeiro. *Biotemas*, 26 (4), 85-92.

Rodrigues, A. M.; Meireles, S.; Pereira, T.; Quintino, V., 2007. Spatial heterogeneity recognition in estuarine intertidal benthic macrofaunal communities: influence of sieve mesh-size and sampling depth. *Hydrobiologia*, 587, 37-50.

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

Saiz-Salinas, J.I.; González-Oreja, J.A., 2000. Stress in estuarine communities: lessons from the highly-impacted Bilbao estuary (Spain). *Journal of Aquatic Ecosystem Stress and Recovery*, 7(1), 43-55.

Salas, F.; Neto, J. M.; Borja, A.; Marques, J. C., 2004. Evaluation of the applicability of a marine biotic index to characterize the status of estuarine ecosystems: the case of Mondego estuary (Portugal). *Ecological Indicators*, 4, 215-225.

Schuller, M.; Ebbe, B.; Wagele, J. W., 2009. Community structure and diversity of polychaetes (Annelida) in the deep Weddell Sea (Southern Ocean) and adjacent basins. *Marine Biodiversity*, 39, 95-108.

Shannon, C.E.; Weiner, W., 1963. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Chicago, 117p.

SUDEMA, 2011. Superintendência de Administração do Meio Ambiente http://www.sudema.pb.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=754&Itemid=100051. Acesso em: 08 de setembro de 2014.

Surugiu, V., 2005. The use of polychaetes as indicators of eutrophication and organic enrichment of coastal waters: a study case – Romanian Black Sea Coast. *Analele Științifice ale Universității “Al.I. Cuza” Iași, s. Biologie animală*, 55-62p.

Tanaka, M. O.; Leite, F. P. P., 1998. The effect of sieve mesh size on the abundance and composition of macrophyte-associated macrofaunal assemblages. *Hydrobiologia*, 389, 21-28.

Thompson, B. W.; Riddle, M. J.; Stark, J. S., 2003. Cost-efficient methods for marine pollution monitoring at Casey Station, East Antarctica: the choice of sieve mesh-size and taxonomic resolution. *Marine Pollution Bulletin*, 46, 232-243.

Valença, A.P.M.C.; Santos, P.J.P., 2013. Macrobenthic community structure in tropical estuaries: the effect of sieve mesh-size and sampling depth on estimated abundance, biomass and composition. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93, 1441-1456.