

Efeito da seleção de malhas sobre a estrutura da comunidade de Polychaeta em estuários tropicais: implicações para o biomonitoramento

Wilma Izabelly Ananias Gomes^{1*} , Kelly Marcelle Canuto Herculan² , Paulo Jorge Parreira dos Santos³ , Joseline Molozzi⁴ 

1 Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, Avenida das Baraúnas, 351, Bodocongó, Campina Grande, PB, CEP: 58429-500, Brasil.

2 Graduação em Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, Avenida das Baraúnas, 351, Bodocongó, Campina Grande, PB, CEP: 58429-500, Brasil.

3 Departamento de Zoologia, Centro de Ciências Biológicas (CCB), Universidade Federal de Pernambuco-UFPE, Avenida Prof. Moraes Rêgo s/n, Cidade Universitária, Recife, PE CEP: 50670-420, Brasil.

4 Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental- Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Estadual da Paraíba- UEPB, Avenida das Baraúnas, 351, Bodocongó, Campina Grande, PB, CEP: 58429-500, Brasil.

* Autor para correspondência: wilmaizabelly@hotmail.com

Recebido em 27 de novembro de 2020.

Aceito em 17 de junho de 2021.

Publicado em 15 de junho de 2021.

Resumo - A combinação entre peneiras com malhas de 1+0,5mm é utilizada para processar amostras de macroinvertebrados bentônicos, embora o uso da malha de 0,5mm requer mais tempo para processamento. Este estudo objetivou comparar a eficiência da malha de 1mm e das malhas combinadas 1+0,5mm em reter informações sobre a estrutura da comunidade de Polychaeta em estuários tropicais. O estudo foi realizado em dois estuários localizados no litoral da Paraíba, Brasil. Os Polychaeta foram coletados em 12 locais distribuídos em quatro zonas ao longo do gradiente estuarino. Não foram encontradas diferenças significativas para densidade, biomassa, riqueza taxonômica e índices de diversidade taxonômica entre a malha de 1mm e as malhas combinadas, ao longo do gradiente estuarino e períodos chuvoso e seco. A inclusão dos dados da malha de 0,5mm não aumentou o poder estatístico na detecção de diferenças significativas na estrutura da comunidade de Polychaeta, comparada ao uso da malha de 1mm. Ressalta-se, no entanto, que os táxons exclusivos da malha 0,5mm contribuem com informações importantes para avaliações com base na riqueza taxonômica. Sugerimos que a malha de 1mm tem potencial para ser utilizada em programas de biomonitoramento, desde que sua seleção esteja alinhada com o objetivo do estudo e grupo bioindicador.

Palavras-chave: Bioindicador. Eficiência de malhas. Ecossistema costeiro. Qualidade ambiental. Macrofauna estuarina.

Effect of sieve mesh selection on the structure of the Polychaeta community in tropical estuaries: implications for biomonitoring

Abstract - The combination of 1 + 0.5 mm mesh size sieves is traditionally used to process samples of benthic macroinvertebrates, although the use of the 0.5 mm mesh requires a longer processing time. This study aimed to compare the efficiency of the 1 mm mesh and the combined

1 + 0.5 mm meshes in retaining information about the structure of the Polychaeta community in tropical estuaries. The Polychaeta were collected in the subtidal region at 12 sites, distributed across four zones along an estuarine gradient. No significant differences were found for density, biomass, taxonomic richness, and taxonomic diversity indexes between the 1 mm mesh and combined meshes, throughout the estuarine gradient and during the rainy and dry seasons. Thus, the inclusion of the 0.5 mm mesh data did not increase the statistical power in detecting significant differences in the structure of the Polychaeta community, compared to the use of 1mm mesh. However, the exclusive taxa 0.5 mm mesh provides important information for assessments based on taxonomic richness. We suggest that the 1 mm mesh size has the potential to be used in biomonitoring programs, as long as its selection is aligned with the objective of the study and bioindicator group.

Key words: Bioindicator. Mesh efficiency. Coastal ecosystem. Environmental quality. Estuarine macrofauna.

Efecto de la selección de la malla en la estructura de la comunidad de Polychaeta en los estuarios tropicales: implicaciones para el biomonitoreo

Resumen - La combinación de tamices con malla de 1+0,5mm se utiliza para procesar muestras de macroinvertebrados bentónicos, aunque el uso de la malla de 0,5mm requiere más tiempo de procesamiento. Este estudio tuvo como objetivo comparar la eficiencia de la malla de 1mm y las mallas combinadas 1+0,5mm en la retención de información sobre la estructura de la comunidad de Polychaeta en los estuarios tropicales. El estudio se llevó a cabo en dos estuario ubicados en la costa de Paraíba, Brasil. Se recolectaron poliquetas en la región submareal, en 12 sitios distribuidos en cuatro zonas a lo largo del gradiente estuarino. No se encontraron diferencias significativas para los índices de densidad, biomasa, riqueza taxonómica y diversidad taxonómica entre la malla de 1mm y las mallas combinadas, a lo largo del gradiente estureano y en los períodos lluvioso y seco. Por tanto, la inclusión de datos de malla de 0,5mm no aumentó el poder estadístico en la detección de diferencias significativas en la estructura de la comunidad de Polychaeta en comparación con el uso de la malla de 1mm. Sin embargo, los taxones exclusivos de la malla de 0,5mm proporcionan información importante para evaluaciones basadas en la riqueza taxonómica. Sugerimos que la malla de 1mm tiene el potencial de ser utilizada en programas de biomonitoreo, siempre que su selección esté alineada con el objetivo del estudio y el grupo de bioindicadores.

Palabras clave: Bioindicador. Eficiencia de malla. Ecosistema costeiro. Calidad ambiental. Macrofauna estuarina.

Introdução

Os estuários são ecossistemas costeiros de transição, onde a água do mar é diluída pela água doce originária da drenagem continental, resultando em um gradiente de condições ambientais (Pritchard 1967; Medeiros et al. 2021b). As características ambientais ao longo desse gradiente variam em escala temporal. Durante as estações chuvosas, os estuários recebem maior contribuição de água doce e sedimentos finos, enquanto durante os períodos secos ocorrem maiores concentrações de sais na água, alterando naturalmente a estrutura das comunidades biológicas (Blanchet et al. 2014). Além das alterações nas características naturais ao longo de um gradiente, os estuários também

estão sujeitos a uma degradação progressiva da qualidade ambiental, como resultado da pressão antrópica constante e crescente exercida sobre esses ambientes, na qual interfere nos bens e serviços ecossistêmicos (Borja et al. 2015; Sivadas et al. 2016; Van Der Linden et al. 2017). Dessa forma, é necessário o uso de ferramentas sensíveis para avaliar e monitorar a qualidade ambiental desses ecossistemas (Borja et al. 2015). O biomonitoramento é baseado nas respostas dos organismos a diferentes graus de impacto antrópico e pode incluir vários aspectos estruturais das comunidades biológicas, a exemplo da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (Fernández-Tajes et al. 2011; De-la-ossa-Carretero et al. 2012).

Os macroinvertebrados bentônicos são organismos de grande importância ecológica para os ecossistemas, pois atuam na bioturbação, ciclagem de nutrientes e transferência de energia, sendo um elo entre produtores e consumidores primários (Borja et al. 2012). A comunidade de macroinvertebrado bentônico é composta por organismos de ciclo de vida longo, quando comparados aos organismos planctônicos, permitindo avaliar a qualidade do ambiente em relação aos distúrbios anteriores (Borja et al. 2012). Polychaeta é o grupo bentônico mais utilizado em estudos de avaliação da qualidade ambiental e programas de biomonitoramento em todo o mundo (Nóbrega-Silva et al. 2016; Magalhães et al. 2019; Leon et al. 2019, Medeiros et al. 2021a, Medeiros et al. 2021b). Seus representantes possuem elevada abundância e estão distribuídos ao longo do gradiente estuarino, contribuindo com maior biomassa e diversidade quando comparado a outros grupos macrobentônicos (Valença e Santos 2013; Medeiros et al. 2016a). Além disso, alguns organismos são sensíveis a alteração ambiental promovida por atividades antrópicas (por ex.: *Aricidea* Webster, 1879 e *Spiochaetopterus* M Sars, 1856, táxons sensíveis ao enriquecimento orgânico) (Borja et al. 2000), enquanto outros são tolerantes a tais condições, podendo atingir elevadas densidade (por ex.: *Laeonereis* Hartman 1945, *Chaetozone* Malmgren 1967 e *Glycinde* Müller 1858) (Nóbrega-Silva et al. 2016).

A estrutura da comunidade bentônica (densidade, biomassa, riqueza taxonômica) é considerada a base para estudos ecológicos e de biomonitoramento, podendo ser utilizada isoladamente ou incorporada a índices de diversidade (Couto et al. 2010; Pinna et al. 2013). Os valores de densidade, biomassa e riqueza taxonômica juntamente com os índices de diversidade, podem refletir mudanças nas condições ambientais, sejam de origem natural, a exemplo do gradiente salino, ou antrópicas, como o enriquecimento orgânico (Pearson e Rosenberg 1978; Borja et al. 2000; Borja et al. 2015; Leon et al. 2019; Medeiros et al. 2016a; Medeiros et al. 2021b).

Apesar da reconhecida sensibilidade dos macroinvertebrados bentônicos em refletir a qualidade ambiental dos ecossistemas aquáticos, alguns autores criticam seu uso devido ao longo tempo necessário para a triagem e identificação dos organismos (Mendes et al. 2007). Desse modo, é essencial a utilização de metodologias que proporcionem resultados confiáveis em menor prazo, uma vez que os macroinvertebrados possuem todas as características que os tornam excelentes bioindicadores (Mendes et al. 2007). Entre as metodologias que podem ser adotadas, está a seleção de peneiras com abertura de malhas adequada para reter os macroinvertebrados durante a lavagem do material coletado em campo (Couto et al. 2010; Pinna et al. 2013).

Tradicionalmente, a combinação entre peneiras com malha de 1 + 0,5 mm é utilizada em procedimentos que envolvem o processamento de amostras da comunidade de macroinvertebrados bentônicos (Nóbrega-Silva et al. 2016). Peneiras com malha de 0,5 mm retêm organismos de pequeno porte, a maioria juvenis (Pinna et al. 2013). Em virtude do pequeno tamanho corporal,

estes organismos são difíceis de identificar, resultando em longo tempo para o processamento das amostras (Couto et al. 2010). Alguns estudos sugerem que o uso de peneira de malha de 1 mm é suficiente para obter informações sobre a qualidade ambiental dos estuários (Ferraro et al. 2006; Lampadariou et al. 2008; Couto et al. 2010). Enquanto outros apontam a importância da malha de 0,5 mm para obter resultados mais precisos, principalmente quando a avaliação se baseia puramente na abundância ou riqueza de espécies (Rodrigues et al. 2007; Valença e Santos 2013). A divergência entre esses estudos pode estar relacionada ao tipo de habitat, região geográfica e grupo bentônico considerado (Thompson et al. 2003; Couto et al. 2010). O presente estudo tem como principal objetivo comparar a eficiência da malha de 1 mm e das malhas combinadas 1 + 0,5 mm em reter informações sobre a estrutura da comunidade de Polychaeta ao longo do gradiente estuarino, durante os períodos chuvoso e seco em estuários tropicais. Será testada a hipótese de que o uso da malha de 1 mm não produza dados significativamente diferentes daqueles obtidos com a combinação de malhas de 1 + 0,5 mm, ao longo do gradiente estuarino e durante os períodos chuvoso e seco em estuários tropicais.

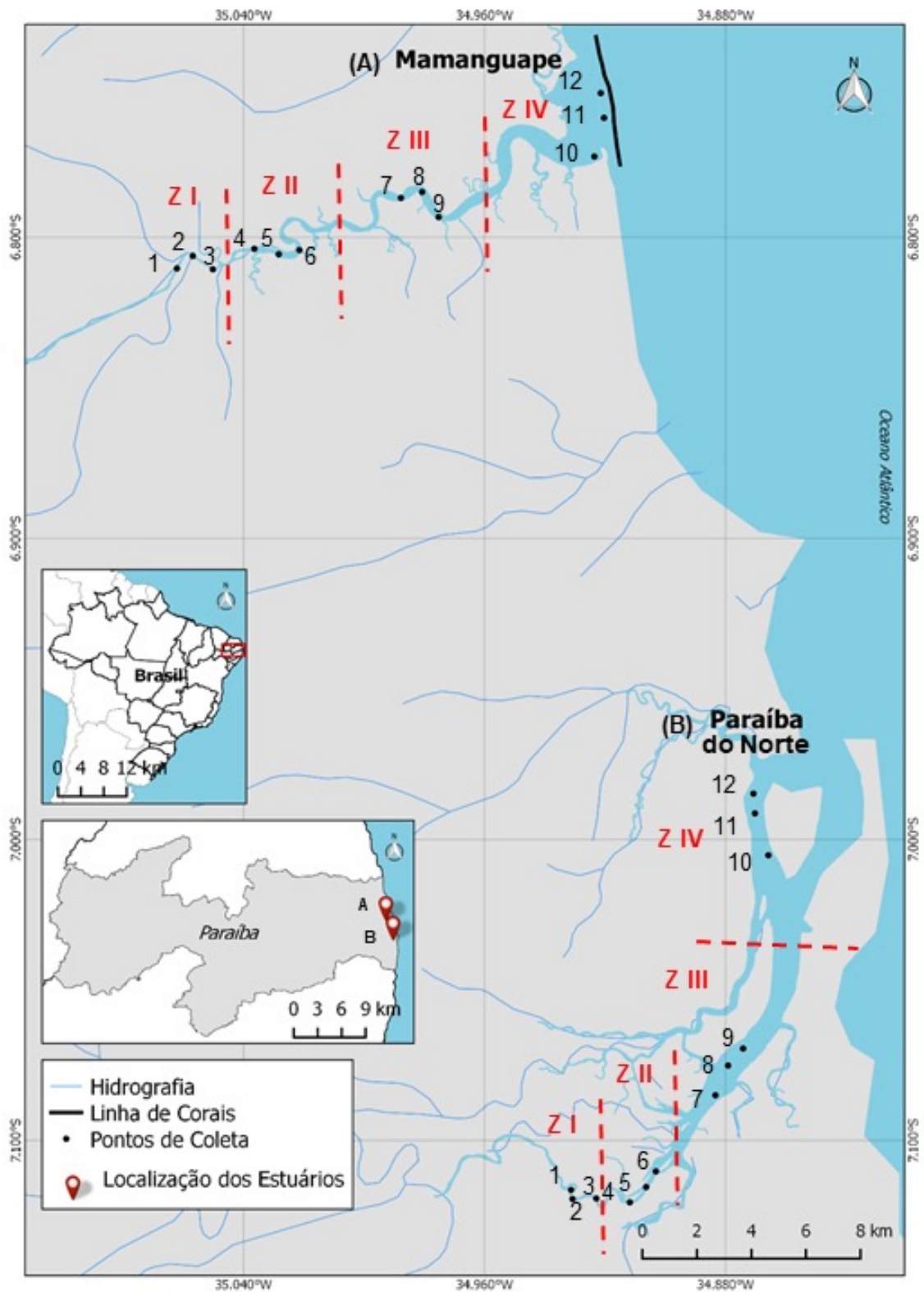
Materiais e métodos

Área de estudo

Foram selecionados dois estuários localizados no litoral da Paraíba, Nordeste do Brasil: A) Mamanguape (6 ° 43'02 " - 6 ° 51'54" S; 35 ° 67'46 " - 34 ° 54'04" W) e B) Paraíba do Norte (6 ° 54'14 " - 7 ° 07'36" S; 34 ° 58'16 " - 34 ° 49'31" W) (Figura 1). O clima da região é do tipo tropical quente e úmido, com temperaturas variando entre 25 e 30°C (Alvares et al. 2013). O período chuvoso ocorre entre os meses de junho a agosto e o período seco entre os meses de dezembro a março (CPTEC 2018).

Os estuários Mamanguape e Paraíba do Norte diferem principalmente quanto ao nível de impacto antrópico ao qual estão submetidos (Medeiros et al. 2016a; Nóbrega-Silva et al. 2016; Van Der Linden et al. 2017). O estuário Mamanguape possui aproximadamente 25 km de extensão e apesar de estar localizado em uma Área de Proteção Ambiental (APA) de Barra de Mamanguape, que consiste na maior área de mangue do estado, também é impactado por produtos provenientes do cultivo da cana de açúcar e atividades de carcinicultura (Nóbrega-Silva et al. 2016). Este estuário é cercado por pequenas cidades que juntas somam aproximadamente 60.000 habitantes (Medeiros et al. 2016a; Nóbrega-Silva et al. 2016). O estuário Paraíba do Norte possui aproximadamente 22 km de extensão e está localizado em uma área urbana em constante expansão, compreendendo a região metropolitana de João Pessoa, formada principalmente pelos municípios de Bayeux, Santa Rita e Cabedelo, que juntos somam mais de 1 milhão de habitantes (Medeiros et al. 2016a; Araújo e Bezerra 2018). Este estuário é diretamente impactado pelo crescimento desordenado das cidades, produtos provenientes do cultivo da cana de açúcar, atividades de carcinicultura e portuária, além de efluentes industriais e domésticos não tratados (Van Der Linden et al. 2017).

Figura 1. Localização dos estuários e seus respectivos locais de amostragem (1 a 12) e zonas de amostragem (Z I; Z II; Z III; Z IV). Estuário do Mamanguape (A) e Estuário do Paraíba do Norte (B), estado da Paraíba, Nordeste do Brasil.



Locais de amostragem e períodos de coleta

Para avaliar o gradiente ambiental foram delimitadas quatro zonas de amostragem ao longo de cada estuário. A definição das zonas foi estabelecida *a priori* através de imagens de satélites e estudo piloto. As zonas diferem quanto aos valores de salinidade, composição granulométrica do sedimento e profundidade (Medeiros et al. 2016a; Nóbrega-Silva et al. 2016) (Figura 1). Em cada zona foram estabelecidos três locais de amostragem com três unidades amostrais. Foram realizadas quatro coletas na região subtidal, com profundidade variando entre 1 a 6 metros, durante maré baixa, sendo duas coletas no período chuvoso (2013/2016) e duas no período seco (2014/2017).

Polychaeta

A coleta da comunidade de Polychaeta foi realizada com van Veen (0,1 m²) em 2013/2014 e van Veen (0,05 m²) em 2016/2017. Para minimizar as diferenças entre as áreas das dragas os dados foram convertidos em densidade. O material amostrado foi lavado *in situ* em peneiras sobrepostas com malhas de 1 mm e 0,5 mm, em seguida preservados em álcool 70%. Em laboratório, as amostras foram triadas e os poliquetas identificados ao nível taxonômico de gênero seguindo literatura especializada (Amaral e Nonato 1996; Amaral et al. 1998).

Para estimar a biomassa dos táxons seguimos o método gravimétrico utilizado por Nóbrega-Silva et al. (2016) e Van Der Linden et al. (2017). Os táxons foram secos em estufa a 60°C por 72 horas e em seguida pesados em balança de precisão. Após a secagem, os organismos foram submetidos à combustão em forno mufla a 550°C durante 8 horas para determinar o peso das cinzas. O peso seco livre de cinzas (PSLC) foi calculado subtraindo o peso das cinzas do peso seco.

Análise de dados

A estrutura da comunidade de Polychaeta foi avaliada considerando: densidade (indivíduos/m²), biomassa (g PSLC /m²) e riqueza taxonômica, além dos índices de diversidade de Shannon-Wiener (1963), Pielou (1969), Margalef (1969) e Simpson (1949) de cada estuário.

Para avaliar diferenças significativas na estrutura da comunidade Polychaeta entre as malhas das peneiras (níveis: 1 mm; 1 + 0,5 mm e interações das malhas *vs.* zonas e malhas *vs.* períodos de amostragem), utilizou-se “Permutational Multivariate Analysis of Variance” (PERMANOVA) com 9999 permutações e $\alpha \leq 0,05$ (Anderson et al. 2008). Diferenças significativas também foram testadas para a estrutura da comunidade Polychaeta dentre as malhas 1 mm e malhas combinadas em cada zona através do “Pair-wise test”. Os dados de densidade e a biomassa foram transformados em raiz quadrada e o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis foi considerado. A riqueza taxonômica foi calculada a partir da matriz de ausência/presença e como medida de similaridade utilizou-se Jaccard. Para dados univariados considerou-se a distância euclidiana. Os taxóons que mais contribuíram para a densidade de poliquetas na malha de 1 mm e nas malhas combinadas foram determinados pela análise “Similarity percentage” (SIMPER). Todas as análises foram realizadas no software PRIMER + PERMANOVA versão 6.0.

Resultados

Nos estuários Mamanguape e Paraíba do Norte a malha de 1 mm reteve entre 61 a 79% da densidade, 73 a 87% da biomassa e 74 a 87% da riqueza taxonômica dos poliquetas, durante os períodos chuvoso e seco (Figura 2). Treze táxons durante o período chuvoso e 8 táxons durante o período seco foram exclusivos da malha de 0,5 mm no estuário de Mamanguape. No estuário da Paraíba, 9 táxons foram exclusivos da malha de 0,5 mm no período chuvoso e 6 táxons no período seco.

Densidade, biomassa, riqueza taxonômica e índices de Shannon-Wiener, Pielou, Margalef e Simpson não mostraram diferenças significativas entre os níveis do fator de malha, bem como para as interações entre malhas *vs.* zonas e malhas *vs.* períodos de amostragem ($p > 0,05$) (Tabela 1). O “Pair-wise test” mostrou que não houve diferenças significativas para a estrutura da comunidade de Polychaeta dentre as malhas de 1 mm e malhas combinadas em cada zona, durante os períodos chuvoso e seco, em ambos os estuários (Figura 3, Figura 4).

A análise SIMPER mostrou que os táxons com maior representatividade para malha de 1 mm foram os mesmos que ocorreram nas malhas combinadas (Tabela 2). O táxon que apresentou maior representatividade nos estuários Mamanguape e Paraíba do Norte foi *Laeonereis* sp. Hartman, 1945, contribuindo com 50 a 70% dos organismos retidos na malha de 1 mm e malhas combinadas, durante os períodos chuvoso e seco.

Figura 2. Proporção da contribuição da densidade, biomassa e riqueza taxonômica de Polychaeta retida na malha de 1 mm durante os períodos chuvoso e seco nos estuários Mamanguape e Paraíba do Norte, Paraíba, Nordeste do Brasil.

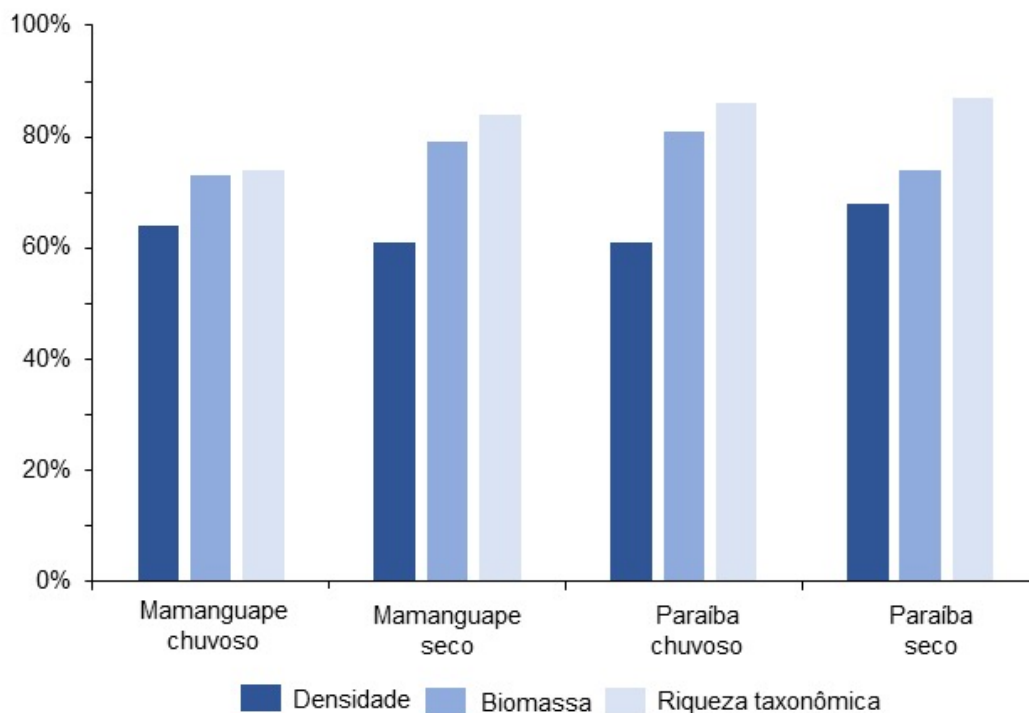


Tabela 1. Resultados das análises de PERMANOVA para densidade, biomassa, riqueza taxonômica, índice de Shannon-Wiener, índice de Pielou, índice de Margalef e índice de Simpson de Polychaeta coletados nos estuários Mamanguape e Paraíba do Norte, Nordeste do Brasil.

Estuário Mamanguape												
Fatores	Densidade			Biomassa			Riqueza taxonômica			Índice de Shannon-Wiener		
	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)
Malhas	1	0,5232	0,867	1	0,2550	0,9988	1	0,5101	0,9332	1	3,0419	0,0849
Malhas x Zonas	3	0,3045	1	3	0,1812	1	3	0,3212	1	3	0,1743	0,9146
Malhas x Períodos de amostragem	1	0,1867	0,9995	1	0,1161	1	1	0,2827	0,9993	1	0,0802	0,9777
Total	91			91			91			95		
Fatores	Índice de Pielou			Índice de Margalef			Índice de Simpson					
	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)
Malhas	1	0,9272	0,3267	1	3,1204	0,086	1	2,3293	0,1341			
Malhas x Zonas	3	0,0258	0,9943	3	0,4304	0,7254	3	0,1022	0,9579			
Malhas x Períodos de amostragem	1	0,5103	0,4667	1	0,0037	0,9517	1	0,1717	0,6787			
Total	95			95			95					
Estuário Paraíba do Norte												
Fatores	Densidade			Biomassa			Riqueza taxonômica			Índice de Shannon-Wiener		
	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)
Malhas	1	0,2900	0,9919	1	0,1253	0,9999	1	0,2595	0,9997	1	1,1569	0,2810
Malhas x Zonas	3	0,1428	1	3	0,0636	1	3	0,1524	1	3	0,0078	0,9729
Malhas x Períodos de amostragem	1	0,1634	0,9995	1	0,0843	1	1	0,1719	1	1	0,0013	0,9074
Total	89			89			89			95		
Fatores	Índice de Pielou			Índice de Margalef			Índice de Simpson					
	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)	df	Pseudo-F	P (perm)
Malhas	1	0,2688	0,6084	1	2,1215	0,1543	1	0,6288	0,4230			
Malhas x Zonas	3	0,1992	0,8961	3	0,3694	0,7738	3	0,0506	0,9827			
Malhas x Períodos de amostragem	1	0,0521	0,9827	1	0,0897	0,7687	1	0,0164	0,8987			
Total	95			95			95					

Figura 3. Box plots da densidade (A), biomassa (B) e riqueza taxonômica (C) de poliquetas coletados nos estuários Mamanguape (*) e Paraíba do Norte (**), Nordeste do Brasil. As caixas que não compartilham uma letra são significativamente diferentes (“teste post-hoc”).

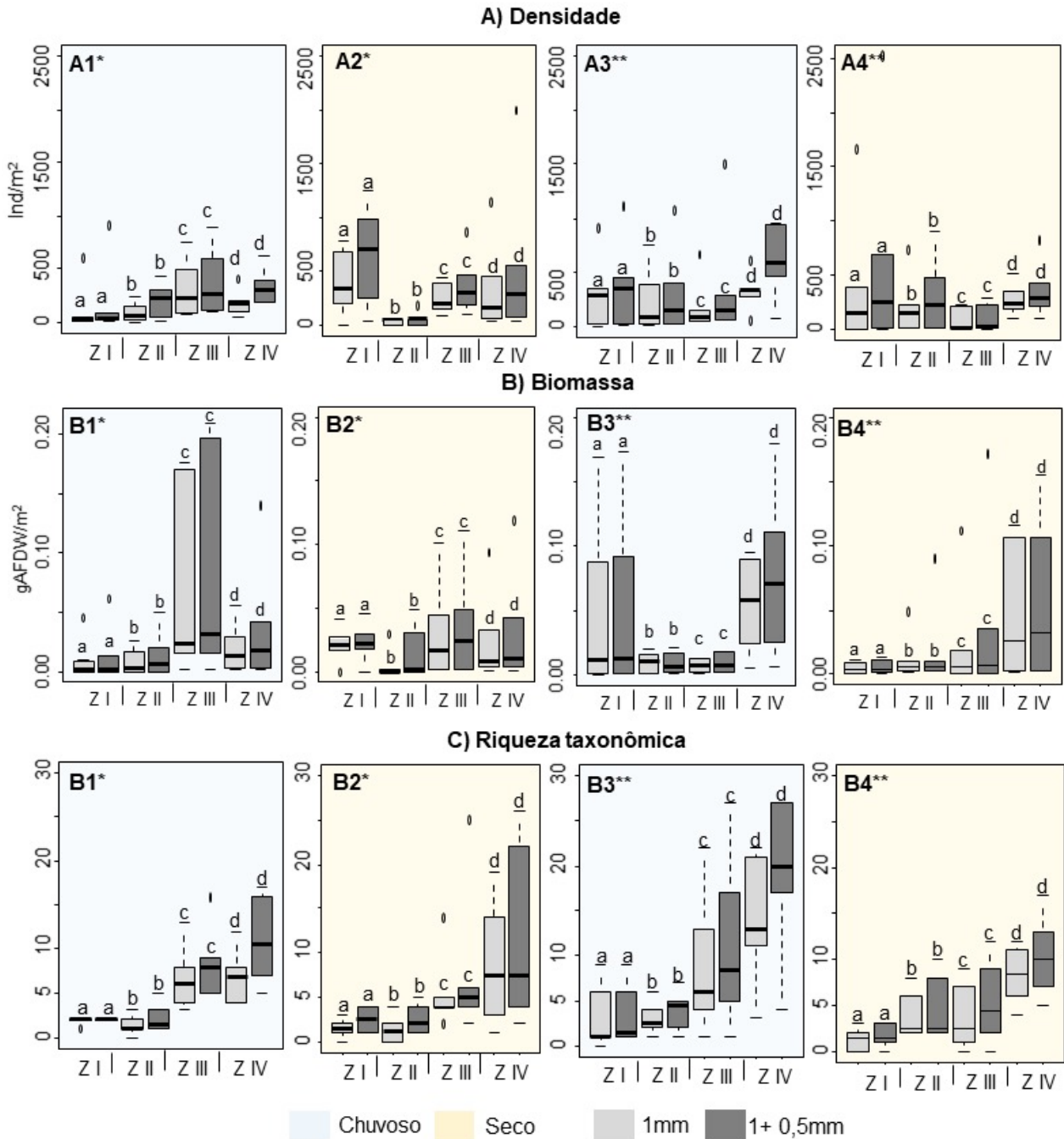


Figura 4. Box plots dos índices de Shannon-Wiener (A), Pielou (B), Margalef (C) e Simpson (D) de Polychaeta coletados nos estuários Mamanguape (*) e Paraíba do Norte (**), Nordeste do Brasil. As caixas que não compartilham uma letra são significativamente diferentes (“teste post-hoc”).

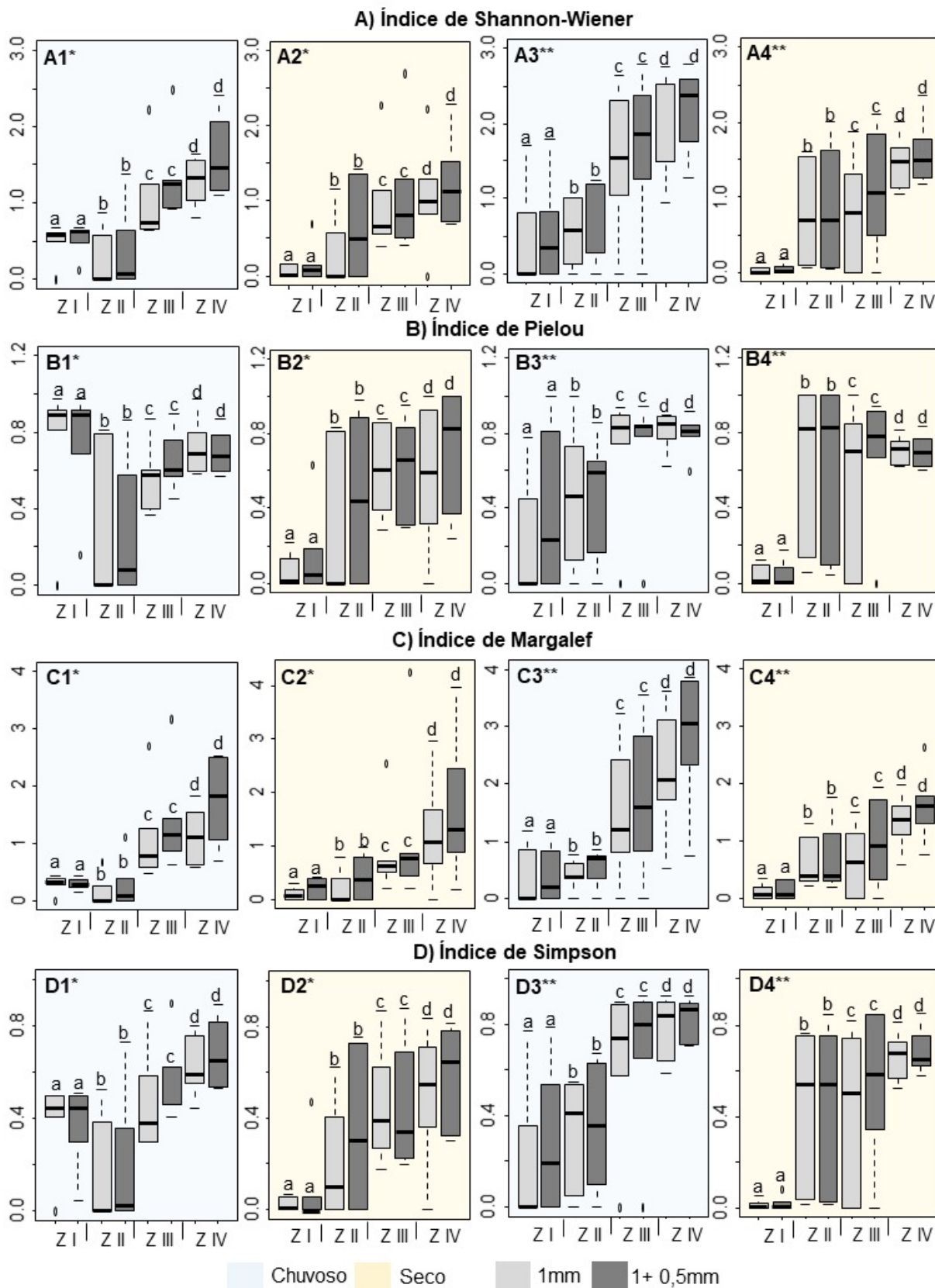


Tabela 2. Resultados das análises SIMPER para a composição de até 98% da comunidade de Polychaeta coletada durante os períodos chuvoso e seco, nos estuários Mamanguape e Paraíba do Norte, Nordeste do Brasil. (*) dados não representados.

Taxa	Estuário Mamanguape				Estuário Paraíba do Norte			
	Chuvoso		Seco		Chuvoso		Seco	
	1mm	1+ 0,5mm	1mm	1+ 0,5mm	1mm	1+ 0,5mm	1mm	1+ 0,5mm
<i>Laeonereis</i> sp. Hartman, 1945	64,13	60,58	54,56	49,13	48,47	38,99	52,46	60,03
<i>Lumbrineris</i> sp. Blainville, 1828	13,53	10,40	17,59	12,18	3,20	3,88	13,64	10,67
<i>Glycinde</i> sp. Müller, 1858	1,33	1,03	4,84	7,30	16,65	19,11	12,65	10,51
<i>Armandia</i> sp. Filippi, 1861	1,84	2,56	1,76	5,97	*	*	*	*
<i>Scoloplos</i> sp. Blainville, 1828	4,63	4,96	17,76	18,88	5,42	4,98	2,00	2,46
<i>Nereis</i> sp. Linnaeus, 1758	2,46	2,71	*	*	0,32	*	*	*
<i>Hemipodia</i> sp. Kinberg, 1865	0,69	*	*	*	10,04	9,54	4,24	2,08
<i>Glycera</i> sp. Lamarck, 1818	2,45	1,32	0,48	0,63		0,99	4,64	3,53
<i>Sigambra</i> sp. Müller, 1858	*	1,61	*	0,84	1,36	6,61	*	0,40
<i>Acromegalomma</i> sp. Gil & Nishi, 2017	*	*	*	*	*	*	3,61	2,10
<i>Magelona</i> sp. F. Müller, 1858	2,47	2,68	*	*	3,92	2,20	*	*
<i>Mediomastus</i> sp. Hartman, 1944	0,55	2,45	*	*	0,94	1,38	*	*
<i>Heteromastus</i> sp. Eisig, 1887	0,74	*	*	*	1,24	2,92	*	*
<i>Notomastus</i> sp. M. Sars, 1851	*	*	*	*	1,28	0,67	*	*
<i>Diopatra</i> sp. Audoim & Milne, 1833	*	*	*	*	0,90	0,81	2,91	1,86
<i>Goniadides</i> sp. Hartmann-Schröder, 1960	*	*	*	1,16	*	*	0,85	0,68
<i>Nassarius</i> sp. Duméril, 1805	*	*	*	*	*	0,45	0,63	0,56
<i>Isolda</i> sp. Müller, 1858	*	*	*	*	*	0,35	0,35	*
<i>Chaetozone</i> sp. Malmgren, 1967	*	*	*	0,73	*	*	*	0,59
<i>Dorvillea</i> sp. Parfitt, 1966	*	*	*	*	*	*	*	0,41
<i>Clymenella</i> sp. Verrill, 1873	*	*	*	*	0,71	0,38	*	*
<i>Owenia</i> sp. Delle Chiaje, 1844	*	*	*	*	0,64	0,43	*	*
<i>Euclymene</i> sp. Verrill, 1900	*	*	*	*	0,63	0,48	*	*
<i>Sternaspis</i> sp. Otto, 1820	*	0,79	*	*	*	1,04	*	*
<i>Kinbergonuphis</i> sp. Fauchald, 1982	*	*	*	*	0,43	0,39	*	*
<i>Cabira</i> sp. Webster, 1879	*	*	*	*	0,27	*	*	*
<i>Spiophanes</i> sp. Grube, 1860	*	*	*	*	*	0,83	*	*
<i>Eteone</i> sp. Savigny, 1822	*	*	*	*	*	*	*	*
<i>Capitella</i> sp. Blainville, 1828	*	*	*	*	*	0,36	*	*
<i>Allita</i> sp. Kinberg, 1865	*	*	1,04	0,61	*	*	*	*
<i>Hemipodia</i> sp. Kinberg, 1865	*	1,09	*	*	*	*	*	*
<i>Paraonis</i> sp. Grube, 1873	*	1,17	*	*	*	*	*	*
<i>Prionospio</i> sp. Malmgren, 1867	*	0,65	*	*	*	*	*	*

Discussão

A eficiência da malha de 1 mm em reter a comunidade de Polychaeta contribuiu para a ausência de diferenças significativas para a densidade, biomassa, riqueza taxonômica e índices de diversidade entre a malha de 1 mm e malhas combinadas. Desse modo, a inclusão dos dados da malha de 0,5 mm não aumentou o poder estatístico na detecção de diferenças significativas na comunidade de Polychaeta ao usar a malha de 1 mm ou malhas combinadas ao longo do gradiente estuarino durante os períodos chuvoso e seco. Resultados semelhantes foram registrados em outros estudos (por ex.: Ferraro et al. 2006; Lampadariou et al. 2008).

A exclusão da malha de 0,5 mm proporciona uma redução de aproximadamente 65% no tempo necessário para lavagem, triagem e identificação dos táxons quando comparado às malhas combinadas (Couto et al. 2010; Pinna et al. 2013). Assim, o tempo economizado com a exclusão da malha de 0,5 mm pode ser utilizado para garantir: i) entrega mais rápida dos relatórios de avaliação da qualidade ambiental aos órgãos competentes; ii) ampliação dos locais de amostragem para uma melhor representação das condições ambientais da área de estudo; iii) avaliação da diversidade funcional como complemento a estrutura da comunidade, para garantir uma melhor avaliação da qualidade ambiental e do funcionamento do ecossistema (Couto et al. 2010; Barba et al. 2010). Além disso, o uso exclusivo de peneiras com malhas de 1 mm reduz os custos de programas de biomonitoramento, pois o número de especialistas necessários para a triagem e identificação de organismos é menor (Pinna et al. 2013).

É importante enfatizar que a seleção da malha de 1 mm ou a combinação de malhas deve estar alinhada com o objetivo do trabalho e o grupo bioindicador considerado, uma vez que o tamanho da malha considerada resultará em uma variação arbitrária no tamanho dos organismos amostrados. Neste estudo, considerou-se a comunidade de Polychaeta como grupo bioindicador e características morfológicas peculiares do grupo podem ter contribuído para a alta retenção da comunidade na malha de 1 mm ao longo do gradiente estuarino nos períodos chuvoso e seco. Os poliquetas podem apresentar apêndices desenvolvidos na cabeça e no corpo; tentáculos; cápsula cefálica (> 1 mm); penacho branquial; o corpo pode ser discoide, cilíndrico robusto, cilíndrico alongado; viverem em tubos incrustado de grãos de areia ou fragmentos de conchas (Amaral e Nonato 1996; Amaral et al. 1998; Otegui et al. 2016). Particularmente, os táxons com maior representatividade na malha de 1 mm e nas malhas combinadas possuem corpo cilíndrico alongado, podendo atingir 100 mm de comprimento, a exemplo dos gêneros *Laeonereis* e *Lumbrineris* Blainville, 1828 (Glover et al. 2020).

Ao explorar os dados foi observado a dominância dos mesmos táxons na malha de 1 mm e nas malhas combinadas. Desse modo, os táxons retidos pela malha de 1 mm são um subconjunto daqueles retidos nas malhas combinadas, pois a malha de 0,5 mm retém principalmente indivíduos juvenis que quando adultos ficam retidos na malha de 1 mm (Thompson et al. 2003; Couto et al. 2010). No entanto, além dos organismos juvenis, a malha de 0,5 mm também retém táxons em estágios larvais que ainda não desenvolveram características morfológicas importantes que facilita a identificação, por isso, a inclusão da malha de 0,5 mm aumenta o tempo e o risco de erros de identificação (Thompson et al. 2003; Pinna et al. 2013; Valença e Santos 2013). Por outro lado, quando identificados corretamente, os táxons de pequeno porte exclusivos da malha de 0,5mm, podem contribuir com informações essenciais sobre a qualidade do ecossistema, especialmente

quando a avaliação é feita apenas com base na riqueza taxonômica (Rodrigues et al. 2007; Valença e Santos 2013).

A elevada retenção da comunidade de Polychaeta na malha de 1 mm foi independente dos períodos de amostragem, embora estudos demonstrem que a densidade, biomassa e riqueza taxonômica da comunidade bentônica é direta e indiretamente influenciada por mudanças nas características ambientais durante os períodos chuvoso e seco (Bergamino et al. 2009; Blanchet et al. 2014). Desse modo, nossos resultados apontam que a malha de 1mm é eficiente em refletir informações sobre a comunidade de Polychaeta durante os períodos chuvoso e seco, em estuários tropicais. Por outro lado, Couto et al. (2010) observaram que a eficiência das malhas variou entre os períodos de amostragem (outono e inverno) no estuário Mondego em Portugal. Segundo os autores, estes resultados são reflexo de mudanças nas características do habitat, níveis de salinidade e poluição orgânica durante o período de estudo.

Os estuários Mamanguape e Paraíba do Norte, inseridos neste estudo, diferem principalmente quanto ao nível de impacto antrópico ao qual estão submetidos, refletido pelos diferentes usos do solo em seu entorno (Medeiros et al. 2016a; Nóbrega-Silva et al. 2016; Van Der Linden et al. 2017). O Paraíba do Norte está submetido a maior nível de impacto, de modo que as atividades antrópicas promovem o enriquecimento orgânico ao longo do gradiente estuarino, condição que favorece a ocorrência de organismos oportunistas com menor comprimento corporal (Pearson e Rosenberg 1978; Helguera et al. 2011). Embora tais características sugiram a necessidade do uso de malhas combinadas, isso não ocorreu no presente resultado.

Este estudo demonstrou que o uso da malha de 1 mm é suficiente para refletir informações sobre a densidade, biomassa, riqueza taxonômica e índices de diversidade de Polychaeta ao longo do gradiente estuarino e períodos chuvoso e seco. Assim, sugere-se o uso da malha de 1 mm em estudos de biomonitoramento de estuários tropicais, tendo em vista que o sucesso desses programas está relacionado a sensibilidade de diagnosticar as reais condições ambientais dos ecossistemas em curto prazo de tempo. Esses resultados podem auxiliar na elaboração de futuros programas de biomonitoramento de estuários no Brasil e em todo mundo, pois os componentes da estrutura da comunidade aqui avaliados, são comumente utilizados na avaliação da qualidade ambiental. No entanto, ressalta-se que a seleção das malhas deve estar de acordo com o objetivo do trabalho e grupo bioindicador considerado.

Agradecimentos

Os autores agradecem à Dra. Silvia Vendruscolo Milesi que fez importantes comentários que melhoraram a versão final do artigo. O primeiro autor agradece à Fundação de Apoio a Pesquisa do Estado da Paraíba- FAPESQ pela bolsa de doutorado, à Universidade Estadual da Paraíba pela estrutura laboratorial e suporte acadêmico, ao Laboratório de Ecologia de Bentos (UEPB) pelo apoio no processamento de material. JM agradece ao projeto CNPq / MCT / Processo Universal nº 446721 / 2014-0 e pelas bolsas de produtividade em pesquisa (processo 302393 / 2017-0).

Participação dos autores: WIAG - idealização, coleta e análise dos dados, redação e revisão; KMCH - idealização e coleta dos dados; PJPS - análise dos dados, revisão e edição; JM - coordenação geral da pesquisa e revisão do artigo.

Aprovação ética ou licenças de pesquisa: artigo dispensado de licenças.

Efeito da seleção de malhas sobre a estrutura da comunidade de Polychaeta em estuários tropicais: implicações para o biomonitoramento

Disponibilidade dos dados: os dados não estão depositados em nenhuma base.

Fomento: este estudo foi financiado parcialmente pela Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba- FAPESQ - Código Financeiro 001.

Conflito de Interesses: os autores declaram não haver conflito de interesses.

Referências

- Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes G, Leonardo J, Sparovek G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22(6):711-728. <https://doi.org/0.1127/0941-2948/2013/0507>
- Amaral AC, Morgado EH, Salvador LB. 1998. Poliquetas bioindicadores de poluição orgânica em praias paulistas. *Revista Brasileira de Biologia*, 58:307-316.
- Amaral AC, Nonato EF. 1996. Annelida Polychaeta- características, glossário e chaves para famílias e gêneros da costa brasileira. Campinas, SP: Editora da UNICAMP.
- Anderson MJ, Gorley RN, Clarke KR. 2008. PERMANOVA + for PRIMER: Guide to Software and Statistical Methods. PRIMER-E, Plymouth.
- Araújo DS, Bezerra RS. 2018. Mapeamento dos manguezais do estuário do Rio Paraíba. *Revista Principia*, 40:63-75.
- Barba B, Larrañaga Arrizabalaga A, Otermin A, Basaguren del Campo A, Pozo Martínez J. 2010. The effect of sieve mesh size on the description of macroinvertebrate communities. *Limnetica*, 29(2):2011-220. <https://doi.org/10.23818/limn.29.17>
- Bergamino L, Muniz P, Defeo O. 2009. Effects of a freshwater canal discharge on polychaete assemblages inhabiting an exposed sandy beach in Uruguay. *Ecological Indicators*, 9(3):584-587. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.07.008>
- Blanchet H, Gouillieux B, Alizier S, Amouroux JM, Bachelet G, Barillé AL, Dauvin JC, Montaudouin X, Derolez V, Desroy N, Grall J, Grémare A, Hacquebart P, Jourde J, Labruno C, Lavesque, Meirland A, Nebout T, Olivier F, Pelaprat C, Ruellet T, Sauriau PG, Thorin S. 2014. Multiscale patterns in the diversity and organization of benthic intertidal fauna among French Atlantic estuaries. *Journal of Sea Research*, 90:95-110. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2014.02.014>
- 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. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(00\)00061-8](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(00)00061-8)
- Borja A, Basset A, Bricker S, Dauvin J, Elliot M, Harrison T, Marques J, Weisberg S, West R. 2012. Classifying ecological quality and integrity of estuaries. In E. Wolanski & D. McLusky (Eds.), *Treatise on Estuarine and Coastal Science Vol. 1* (pp. 125-162). Waltham: Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374711-2.00109-1>
- Borja Á, Marín SL, Muxika I, Pino L, Rodríguez JG. 2015. Is there a possibility of ranking benthic quality assessment indices to select the most responsive to different human pressures?. *Marine pollution bulletin*, 97(1-2):85-94. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2015.06.030>
- Couto T, Patrício J, Neto JM, Ceia FR, Franco J, Marques JC. 2010. The influence of mesh size in environmental quality assessment of estuarine macrobenthic communities. *Ecological Indicators*, 10(6):1162-1173. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2010.03.019>
- CPTEC, Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos, 2018. Retrieved from: <http://clima1.cptec.inpe.br/estacoes/> on June 04th, 2018.
- De-la-Ossa-Carretero JA, Del-Pilar-Ruso Y, Giménez-Casaldueiro F, Sánchez-Lizaso JL. 2012. Assessing reliable indicators to sewage pollution in coastal soft-bottom communities. *Environmental monitoring and assessment*, 184(4):2133-2149. <https://doi.org/10.1007/s10661-011-2105-8>

- Ferraro SP, Cole FA, Olsen AR. 2006. A more cost-effective EMAP benthic macrofaunal sampling protocol. *Environmental monitoring and assessment*, 116(1-3):275-290. <https://doi.org/10.1007/s10661-006-7360-8>
- Fernández-Tajes J, Flórez F, Pereira S, Rábade T, Laffon B, Méndez J. 2011. Use of three bivalve species for biomonitoring a polluted estuarine environment. *Environmental Monitoring and Assessment*, 177(1-4):289-300. <https://doi.org/10.1007/s10661-010-1634-x>
- Glover A, Higgs N. 2020. World Register of Deep-Sea species (WoRDSS). Accessed at <http://www.marinespecies.org/deepsea> on yyyy-mm-dd. World Register of Marine Species (WoRMS) [Dataset] <https://doi.org/10.14284/352>
- Helguera Y, Díaz-Asencio L, Fernández-Garcés R, Gómez-Batista M, Guillén A, Díaz-Asencio M, Armenteros M. 2011. Distribution patterns of macrofaunal polychaete assemblages in a polluted semi-enclosed bay: Cienfuegos, Caribbean Sea. *Marine Biology Research*, 7(8):757-768. <https://doi.org/10.1080/17451000.2011.569552>
- Lampadariou N, Akoumianaki I, Karakassis I. 2008. Use of the size fractionation of the macrobenthic biomass for the rapid assessment of benthic organic enrichment. *Ecological Indicators*, 8(5):729-742. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2008.01.003>
- Leon M, Lagos AM, Quiroga SY, Dueñas-Ramírez PR. 2019. Polychaetes from the Caribbean coast of Colombia: An updated checklist and some taxonomic annotations. *Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales*, 43(169):646-652. <https://doi.org/10.18257/raccefyn.802>
- Magalhães L, Pires A, Velez C, Martins R, Figueira E, Soares AM, Freitas R. 2019. Seasonal and spatial alterations in macrofaunal communities and in *Nephtys cirrosa* (Polychaeta) oxidative stress under a salinity gradient: A comparative field monitoring approach. *Ecological Indicators*, 96:192-201. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.08.045>
- Margalef R. 1969. *Perspectives in Ecological Theory*. The University of Chicago Press, Chicago, 111pp.
- Medeiros CR., Hepp LU, Patrício J, Molozzi J. 2016a. Tropical estuarine macrobenthic communities are structured by turnover rather than nestedness. *PloS one*, 11(9):1-14. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0161082>
- Medeiros CR, Costa AKDS, Lima CSDS, Oliveira JM, Júnior MMC, Silva MRA, Gouveia RSD, Melo JIM, Dias TLP, Molozzi J. 2016b. Environmental drivers of the benthic macroinvertebrates community in a hypersaline estuary (Northeastern Brazil). *Acta Limnologica Brasiliensia*, 28(4). <https://doi.org/10.1590/S2179-975X2815>
- Medeiros CR, Heino J, dos Santos PJP, Molozzi J, Ligeiro R. 2021a. Spatial scale drives diversity patterns of benthic macroinvertebrate communities in tropical estuaries. *Limnology and Oceanography*, 66(3):727-739. <https://doi.org/10.1002/lno.11636>
- Medeiros CR, Paiva FF, Ligeiro R, Molozzi J, Melo AS. 2021b. Saline gradient drives functional nestedness of polychaete communities in tropical estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 251:107185. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2021.107185>
- Mendes CLT, Tavares M, Soares-Gomes A. 2007. Taxonomic sufficiency for soft-bottom sublittoral mollusks assemblages in a tropical estuary, Guanabara Bay, Southeast Brazil. *Marine Pollution Bulletin*, 54(4):377-384. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2006.08.026>
- Nóbrega-Silva C, Patrício J, Marques JC, dos Santos Olímpio M, Farias JNB, Molozzi J. 2016. Is polychaete family-level sufficient to assess impact on tropical estuarine gradients?. *Acta Oecologica*, 77:50-58. <https://doi.org/10.1016/j.actao.2016.08.009>
- Otegui MB, Brauko KM, Pagliosa PR. 2016. Matching ecological functioning with polychaete morphology: Consistency patterns along sedimentary habitats. *Journal of Sea Research*, 114:13-21. <https://doi.org/10.1016/j.seares.2016.05.001>
- Pearson TH, Rosenberg R. 1978. Macrobenthic succession in relation to organic enrichment and pollution of the marine environment. *Oceanography and Marine Biology, An Annual Review*, 16:229-311
- Pielou EC. 1969. *An Introduction to Mathematical Ecology*. Wiley-Interscience, New York, 286 pp.

Pinna M, Marini G, Rosati I, Neto JM, Patrício J, Marques JC, Basset A. 2013. The usefulness of large body-size macroinvertebrates in the rapid ecological assessment of Mediterranean lagoons. *Ecological Indicators*, 29:48-61. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.12.011>

Pritchard DW. 1967. What is an estuary: physical viewpoint. American Association for the Advancement of Science.

Rodrigues AM, 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(1):37-50. <https://doi.org/10.1007/s10750-007-0684-8>

Shannon CE, Wiener W. 1963. The mathematical theory of communication. Illinois: The University of Illinois Press 117.

Simpson EH. 1949. Measurement of diversity. *Nature*, 163(4148):688-688. <https://doi.org/10.1038/163688a0>

Sivadas SK, Nagesh R, Gupta GVM, Gaonkar U, Mukherjee I, Ramteke D, Ingole BS. 2016. Testing the efficiency of temperate benthic biotic indices in assessing the ecological status of a tropical ecosystem. *Marine pollution bulletin*, 106(1-2):62-76. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2016.03.026>

Thompson BW, Riddle MJ, Stark JS. 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(2):232-243. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00366-1](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00366-1)

Valença APMC, dos Santos PJP. 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(6):1441-1456. <https://doi.org/10.1017/S0025315413000039>

Van Der Linden P, Marchini A, Smith CJ, Dolbeth M, Simone LRL, Marques JC, Molozzi J, Medeiros CR, Patricio J. 2017. Functional changes in polychaete and mollusc communities in two tropical estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Scienc*, 187:62-73. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2016.12.019>



Esta obra está licenciada com uma *Licença Creative Commons Atribuição Não-Comercial 4.0 Internacional*.