

DIVERSIDADE DA MALACOFAUNA BENTÔNICA EM ESTUÁRIOS HIPERSALINOS DO SEMIÁRIDO

Dalescka Barbosa de Melo¹; Sara Nascimento Araújo²; Joseline Molozzi³

¹Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), dalescka@gmail.com

²Universidade Estadual da Paraíba (UEPB), sara.nascimento100@gmail.com

³Departamento de Biologia/ Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação - Universidade Estadual da Paraíba - Campus I, Av. Baraúnas, 351, Bairro Universitário, CEP: 58429-500, Campina Grande- PB, jmolozzi@gmail.com

Resumo: Os estuários hipersalinos são ecossistemas costeiros, estando conectados permanentemente ou periodicamente ao meio marinho e recebendo uma limitada descarga periódica de água doce. Estes ambientes apresentam alta produtividade que fornecem recursos e conseqüentemente a formação de nichos, tornando um ambiente favorável para a comunidade de macroinvertebrados bentônicos. Os macroinvertebrados se destacam pelo papel como bioindicadores e por realizarem ciclagem de nutrientes. Neste estudo em especial, evidencia-se o grupo dos moluscos, e por meio de análises de riqueza taxonômica e de índices de diversidade serão mensuradas a diversidade dos estuários hipersalinos Aratuá e Tubarão, localizados no estado do Rio Grande do Norte, região semiárida brasileira. As coletas foram realizadas no período de junho de 2016. Foram coletados nos dois estuários 1.690 indivíduos de moluscos distribuídos em 55 táxons. O gênero mais representativo no estuário Aratuá foi *Nucula* com 778 exemplares e no estuário Tubarão foi *Gouldia* com 77 exemplares. A análise da diversidade mostrou que, o estuário Tubarão apresentou maiores valores dos índices de diversidade de Shannon-Wiener, equitabilidade de Pielou e Margalef, quando comparado ao estuário Aratuá. Isto pode ter se dado devido que, este estuário está inserido em uma área de preservação (Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão) e apresentar poucas ocupações humanas nas margens, isso pode ter influencia direta na diversidade deste ecossistema. Desta forma, se faz necessário o estabelecimento de políticas mais efetivas para ampliação de projetos que visem à conservação e manejo da diversidade dos ecossistemas costeiros no semiárido brasileiro.

Palavras-Chave: índice de diversidade; biodiversidade; moluscos; ambientes de transição.

INTRODUÇÃO

Os estuários hipersalinos são caracterizados pela pouca ou nenhuma entrada de água doce associado com baixos níveis pluviométricos e altas taxas de evaporação, estando localizados em regiões áridas e/ou semiáridas (ROY et al., 2001). A maioria dos estuários se tornam hipersalinos quando apresentam um gradiente de salinidade longitudinal de sinal oposto em relação aos estuários positivos, isto é, a salinidade aumenta da jusante para a montante, (VALLE & LEVINSON,2010).

Os ambientes estuarinos são áreas que apresentam grande diversidade, constituídos por diversos microhabitats, proporciona condições favoráveis ao desenvolvimento de organismos,

principalmente os produtores primários (FELLER et al., 2010). A produtividade nos ambientes estuarinos sustenta muitas populações e comunidades, esta característica somada às condições particulares, como a ação oscilante das correntes de maré, faz com que os ambientes estuarinos sejam considerados como os habitats naturais mais produtivos do planeta (FRENCH, 1997).

Dentre as comunidades aquáticas que se estabelecem ao longo dos estuários, está à comunidade de macroinvertebrados bentônicos, constituídos principalmente por poliquetas, crustáceos e moluscos (TWEEDLEY et al., 2012). Um dos principais grupos de macroinvertebrados bentônicos são os moluscos, que se destacam pela sua riqueza de espécies e dominância numérica (GONÇALVES & LANA, 1991). Os moluscos são organismos encontrados em todos os continentes, sendo considerados como indicadores ambientais e apresentam um grande valor econômico, pois sua exploração muitas vezes é a principal fonte de renda de comunidades humanas (NISHIDA et al., 2004).

As espécies de moluscos podem trazer inúmeros benefícios para as comunidades humanas, visto que o cultivo de moluscos é uma atividade produtiva economicamente viável, que surgiu com declínio dos estoques pesqueiros (FAGUNDES et al., 1997). Contudo, algumas espécies de moluscos podem gerar impacto para o homem como, por exemplo, danificando usinas hidrelétricas e até transmitindo doenças, como também as espécies exóticas deste grupo podem causar alterações nas comunidades naturais, diminuindo a diversidade de espécies nativas (LUCCA et al., 2012).

Diante disso, o presente estudo tem o objetivo de mensurar a riqueza taxonômica e a diversidade da malocofauna bentônica de dois estuários hipersalinos situados no semiárido brasileiro, e assim destacar a importância do manejo e conservação da diversidade destes ecossistemas.

METODOLOGIA

Área de estudo

O presente estudo foi realizado em dois estuários hipersalinos: O estuário do Rio Aratuá (5°06'19"S; 36°12'57" O), localizado no município de Guamaré, litoral do estado do Rio Grande do Norte, abrangendo cerca de 10 km de comprimento, pertencendo ao Complexo Estuarino Guamaré; e o estuário do Rio Tubarão (5°04'37"S e 36°27'24"O) que possui 10 km de extensão, cujo seu

canal principal apresenta variação de profundidade de 1 a 8 m, com associação de várias camboas e canais de menor profundidade (DIAS, 2006).

Locais de amostragem e períodos de coleta

Para cada estuário foram definidas quatro zonas para amostragem, sendo uma a montante (em direção à foz) duas centrais e uma a jusante (Z1, Z2, Z3 e Z4) de forma a mostrar todo o estuário, em cada zona, foram estabelecidos três pontos de amostragem e em cada ponto foram realizadas três unidades amostrais, totalizando 9 unidades amostrais por ponto. As amostragens foram realizadas na zona subtidal do estuário e durante maré baixa (maré de quadratura), no mês de junho de 2016.

Macroinvertebrados bentônicos

Os macroinvertebrados bentônicos foram amostrados com uma draga tipo Van Veen (477 cm²), posteriormente as amostras foram lavadas em peneiras sobrepostas com malhas de 1 e 0,5 mm e fixadas com formaldeído a 10%. Em laboratório, os organismos do filo Mollusca foram identificados até nível taxonômico de gênero com o auxílio de chaves taxonômicas especializadas (MIKKELSEN & BIELER, 2008; RIOS, 1985; TUNNELL et al., 2010).

Análise de dados

Para estabelecer a riqueza taxonômica dos estuários, foi mesurado através do número de táxons. Para estimar a diversidade dos dois estuários, foram utilizados índices de diversidade. O primeiro índice foi o de diversidade de Shannon-Weiner (H'), resultante da teoria da informação (MELO, 2008), este índice leva mais em consideração as espécies raras, e é estimado pela seguinte fórmula:

$$H' = - \sum p_i \log_2 p_i$$

Onde: p_i é a proporção de indivíduos encontrados em espécies i . Mas nesta fórmula, o número real de p_i é desconhecido. Mas pode ser considerado usando N_i/N , no qual N_i é o número de organismos de espécies i e N é o número total de indivíduos.

O segundo índice foi o da equitabilidade de Pielou (J'), proveniente do índice de diversidade de Shannon e que possibilita apresentar o padrão de uniformidade na distribuição dos indivíduos entre as espécies existentes (PIELOU, 1966), em que para obter uma uniformidade máxima e mínima os valores variam de 0 a 1 (GOMIDE et al., 2006). De acordo com Magurran (2011), o índice é expressado pela equação:

$$J' = \frac{H'}{\ln S}$$

Onde: H' = índice de diversidade de Shannon-Wiener; S = número total de espécies.

Por fim, foi utilizado o índice de Margalef (D'), que representa a riqueza de espécies, levando em consideração o número de espécies ($S-1$) e o logaritmo de base 10 ou natural do número total de indivíduos, e é determinado pela equação:

$$D' = (S-1)/\log_2 N$$

O qual: S = número de espécies amostradas; N = número total de indivíduos em todas as espécies. Todas as análises foram executadas utilizando o software PRIMER + PERMANOVA 6.0 (2006).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período de estudo, foram coletados nos dois estuários 1.690 indivíduos de moluscos distribuídos em 55 táxons, sendo 1.219 organismos no estuário do rio Aratuá, e 471 organismos no estuário do rio Tubarão; estes distribuídos nas classes Gastropoda e Bivalvia. O número de indivíduos de cada táxon, em suas respectivas classes para cada estuário estão expostos na Tabela 1.

Tabela 1: Número de indivíduos por táxon da comunidade de moluscos de macroinvertebrados bentônicos nos estuários Tubarão e Aratuá, Estado do Rio Grande do Norte- Brasil. * significa que não foi registrada a presença do táxon no estuário.

TAXA	Aratuá	Tubarão
------	--------	---------

MOLLUSCA

Gastropoda

<i>Acteocina</i> (Gray, 1847)	17	27
<i>Alaba</i> (H. Adams & A. Adams, 1853)	*	4
<i>Assiminea</i> (J. Fleming, 1828)	*	*
<i>Bittolum</i> (Cossmann, 1906)	*	1
<i>Boonea</i> (Robertson, 1978)	13	3
<i>Bulla</i> (Linnaeus, 1758)	4	3
<i>Caecum</i> (Fleming, 1813)	*	63
<i>Conus</i> (Linnaeus, 1758)	1	2
<i>Chrysallida</i> (Carpenter, 1856)	*	*
<i>Colunbelidae</i> (Swainson, 1849)	2	*
<i>Eulimastoma</i> (Bartsch, 1916)	*	*
<i>Epitonium</i> (Röding, 1798)	1	*
<i>Fargoa</i> (Bartsch, 1955)	*	*
<i>Iselica</i> (Dall, 1918)	5	1
<i>Kurtziella</i> (Dall, 1918)	1	*
<i>Melanella</i> (Bowdich, 1822)	*	*
<i>Natica</i> (Scopoli, 1770)	14	15
<i>Neritina</i> (Lamarck, 1816)	*	13
<i>Olivella</i> (Swainson, 1831)	16	75
<i>Odostomia</i> (Fleming, 1813)	3	*
<i>Parvanachis</i> (Radwin, 1968)	2	17
<i>Pyramidellidae</i> (Gray, 1840)	1	*
<i>Teinostoma</i> (H. Adams & A. Adams,	*	*
<i>Turbonilla</i> (Risso, 1826)	4	7
<i>Volvarina</i> (Hinds, 1844)	3	3

Bivalvia

<i>Anomalocardia</i> (Schumacher, 1817)	121	64
<i>Amygdalum</i> (Megerle von Mühlfeld,	3	*
<i>Angulus</i> (Megerle von Mühlfeld, 181	*	*
<i>Astarte</i> (J. Sowerby, 1816)	*	*
<i>Anadara</i> (Gray, 1847)	*	*
<i>Acrosterigma</i> (Dall, 1900)	2	*
<i>Caryocorbula</i> (J. Gardner, 1926)	17	14
<i>Chione</i> (Megerle von Mühlfeld, 1811	17	8
<i>Cylichnella</i> (Gabb, 1873)	118	23
<i>Ctena</i> (Mörch, 1861)	*	2
<i>Crassinella</i> (Guppy, 1874)	2	*
<i>Diplodonta</i> (Bronn, 1831)	1	2
<i>Gouldia</i> (C. B. Adams, 1847)	74	77
<i>Lunarca</i> (Gray, 1842)	*	*
<i>Macoma</i> (Leach, 1819)	1	3
<i>Musculus</i> (Röding, 1798)	*	*
<i>Nucula</i> (Lamarck, 1799)	778	18
<i>Parvilucina</i> (Dall, 1901)	1	4
<i>Phacoides</i> (Agassiz, 1846)	*	4
<i>Pitar</i> (Römer, 1857)	0	14
<i>Pteria</i> (Scopoli, 1777)	*	*

<i>Sphenia</i> (Turton, 1822)	22	*
<i>Strigilla</i> (Turton, 1822)	*	*
<i>Tagelus</i> (Gray, 1847)	2	*
<i>Transennella</i> (Dall, 1884)	27	4
<i>Trachycardium</i> (Mörch, 1853)	*	*
<i>Veneridae</i> (Rafinesque, 1815)	*	*

A maioria dos táxons estão presentes nos dois estuários como por exemplo, *Acteocina*, *Iselica* e *Natica*. No estuário Aratuá foram encontrados 29 táxons, os mais abundantes foram: *Anomalocardia* 121 indivíduos, *Gouldia* 74 indivíduos, *Transennella* 27 indivíduos, *Sphenia* com 22 indivíduos e o gênero mais representativo neste estuário foi *Nucula* com 778 exemplares. A ocorrência de maior abundância desse gênero pode estar relacionada a característica de que as espécies que compõem o gênero *Nucula* são capazes de estarem presentes nos mais diversos tipos de substrato, sejam eles areia-lama ou areia-cascalho (ALLEN, 1954). Determinadas espécies desse gênero apresentam hábitos oportunistas, e isso favorecem sua alta abundância em diferentes tipos de habitat (WILSON & SHELLEY, 1986).

Outro fator que pode estar associado a alta abundância desse gênero é o período reprodutivo e a formação da comunidade, visto que as espécies desse gênero têm uma temporada de reprodução que vai de abril a novembro e se instalam rapidamente na comunidade entre o intervalo de 2 a 6 dias, (ALLEN, 1954; WILSON & SHELLEY, 1986). Esses organismos apresentam período de reprodução mais extenso do que outras espécies (ALLEN, 1954). Conhecidamente, a coleta de dados do presente estudo ocorreu no mês de junho do ano de 2016, período de reprodução do gênero.

No estuário Tubarão foram encontrados 26 táxons, e os mais numerosos foram: *Olivella* com 75 organismos, *Caecum* com 63 organismos, *Acteocina* com 27 organismos. O gênero mais abundante foi *Gouldia* com 77 exemplares, essa maior representatividade do gênero *Gouldia*, pode estar ligada ao fato de que a família a qual pertencente o gênero apresenta a característica de ser cosmopolita, e estes organismos são capazes de viver em inúmeros ambientes aquáticos, desde as

águas rasas, águas infaunais e em ecossistemas estuarinos (HAUSER et al., 2007; ROCHA & CASCON, 2015).

Para os padrões de diversidade, a tabela 2 mostra as análises da diversidade por meio da riqueza taxonômica (S), número de indivíduos (N), índice de Shannon-Wiener (H'), equitabilidade de Pielou (J') e Margalef (D). Esta análise mostrou que, o estuário Tubarão apresentou maiores valores dos índices de diversidade de Shannon-Wiener, equitabilidade de Pielou e Margalef quando comparado ao estuário Aratuá. Isto pode ter se dado devido que, este estuário está inserido em uma área de preservação (Reserva de Desenvolvimento Sustentável Ponta do Tubarão) e apresentar poucas ocupações humanas nas margens, o que livra esse ambiente de uma maior descarga de poluentes que possam comprometer a integridade físicas e biótica, proporcionado desta forma, melhores condições de recursos e sobrevivência para as espécies residentes (LUCENA, 2012).

Tabela 2: Valores referentes a riqueza taxonômica (S), número de indivíduos (N), diversidade de Shannon-Weiner (H), índice Pielou (J) e índice de Margalef (D), dos estuários Aratuá e Tubarão, localizados Rio Grande do Norte-Brasil.

ESTUÁRIOS	S	N	D	J	H' (loge)
Aratuá	30	1219	4.081	0.4715	1.604
Tubarão	27	471	4.224	0.7953	2.621

O estuário Tubarão também apresenta em seu entorno uma vegetação de mangue (DIAS, 2006). Essas regiões de mangue se destacam entre as mais produtivas do planeta e exercem um papel importante dentro dos estuários, pois transporta matéria orgânica, favorecendo assim uma maior produtividade primária e corroborando para existência de uma grande diversidade de espécies nos ecossistemas aquáticos (LUCENA, 2012). Este fator também pode ter influência na maior diversidade encontrada no estuário Tubarão.

O estuário Aratuá é um ambiente que sofre com excessivas atividades antrópicas, descargas de poluentes domésticos, práticas de carcinicultura e está localizado em uma região com um porto e área petrolífera (COSTA, 2007). Estes fatores podem explicar o motivo do estuário Aratuá apresentar menor diversidade em relação ao estuário Tubarão, visto que, estuários que são alvos de

impactos antrópicos podem ter a dinâmica do sistema comprometido e por consequência a redução na diversidade das espécies (KENNISH, 2002).

O fato de que o estuário Aratuá apresentou maior abundância, maior riqueza taxonômica e os menores valores dos índices de diversidade pode ser explicado pelo fato de que, de uma forma geral, os índices de diversidade principalmente de Shannon-Wiener (H'), são baseados para estimar as espécies raras, e não para espécies com maiores valores de abundância, como encontramos no estuário Aratuá (MELO, 2008).

CONCLUSÕES

A menor diversidade encontrada no estuário Aratuá, em relação ao estuário Tubarão que se encontra inserido numa área de preservação, pode indicar que se faz necessário a ampliação das políticas e projetos que visem a conservação e manejo da diversidade dos ecossistemas costeiros no semiárido brasileiro.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pela CAPES (projeto nº 173/2012) através do projeto “Que lições retiradas do funcionamento ecológico em sistemas estuarinos da Paraíba? Análise do efeito de perturbações naturais e antrópicas no campo do programa brasileiro ciências sem fronteiras (Pesquisador visitante especial), em parceria com o laboratório de Ecologia de Bentos e a Universidade Estadual da Paraíba.

REFERÊNCIAS

ALLEN, J. A. Comparative study of the British species of *Nucula* and *Nuculana*. **Journ. Mar. Biol. Assdc**, 1954, Reino Unido, v. 33, n. 2, p.457-472.

COSTA, S. S. **Caracterização granulométrica e diagnóstica geoquímicos dos sedimentos de fundo de parte do complexo estuarino Guamaré – RN**, 2007. 145. f. Trabalho de conclusão de curso (Monografia) – Curso de Geologia, Universidade Federal do Rio Grande Norte, Natal.

LUCCA, G. M.; KAMADA, M. D. L.; LUCCA, J. V. Ocorrência de *Corbicula fluminea* e *Melanoides tuberculata* (moluscos exóticos) no córrego Retiro Saudoso, Ribeirão Preto - SP. **Periódico Eletrônico Fórum Ambiental da Alta Paulista**, 2012, v. 8, n. 2.

- DIAS, T. L. P. **Os peixes, a pesca e os Pescadores da reserva de desenvolvimento sustentável ponta do tubarão (Macau-Guamaré/RN), Brasil, 2006.** 167 f. (Tese) - Ciências Biológicas, Zoologia, Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.
- FAGUNDES, L.; HENRIQUES, M. B.; OSTINI S.; GELLI, V. C. Custos e benefícios da mitilicultura em espinhel no sistema empresarial e familiar. **Informações Econômicas**, 1997. São Paulo, v. 27, n. 2, p. 33-47.
- FELLER, I. C.; LOVELOCK, C. E.; BERGER, U.; MCKEE, K. L.; JOYE, S. B.; BALL, M. C. Biocomplexity in magrove Ecosystems. **Annual Review of marine Science**, 2010. v. 2, p. 395-417.
- FRENCH, P. W. Coastal and estuarine management. London: **Routledge**, 1997. p. 251.
- GOMIDE, L. R.; SCOLFORO, J. R. S.; OLIVEIRA, A. D. Análise da diversidade e similaridade de fragmentos florestais nativos na bacia do rio São Francisco, em Minas Gerais. **Ciência Florestal, Santa Maria, 2006.** Minas Gerais, v. 16, n. 2, p. 127-144.
- GONÇALVES, E. M.; LANA, P. C. Padroes de distribuição de Bilvalvia e gastropoda na plataforma continental da costa sudeste do Brasil. **Nerítica**, 1991. v. 6, n 1-2, p. 73-92,
- GONZALEZ, R. J. The physiology of hyper-salinity tolerance in teleost fish: a review. **Journal of Comparative Physiology**. 2012. v. 182, p. 321-329
- HAUSER, I.; OSCHMANN, W.; GISCHLER, E. Modern bivalve shell assemblages on three atolls offshore Belize (Central America, Caribbean Sea). **Frankfurt Am Main**, 2007. Germany, v. 53, p. 541-478.
- KENNISH, M. J. Environmental threats and environmental future of estuaries. **Environmental Conservation**, 2002. v. 29, p. 78-107.
- LUCENA, L. A. F. **Estrutura e composição de macroalgas de manguezais hipersalinos do Rio Grande do Norte, Brasil: diversidade e suas correlações com as variáveis ambientais**, 2012. Dissertação (Ecologia e Conservação) – Universidade Estadual da Paraíba, Campina Grande.
- MANSUR, M. C. D. Chave dicotômica para determinação dos gêneros de moluscos bivalves do Guaíba – P. Alegre. **Boletim do Centro de Treinamento para professores de Ciências do Rio Grande do Sul**, 1969. v. 4, p. 9-13.
- MAGURRAN, A. E. **Medindo a diversidade biológica**. Curitiba: Editora da UFPR, 2011.
- MELO, A. S. O que ganhamos ‘confundindo’ riqueza de espécies e equabilidade em um índice de diversidade? **Biota Neotrop**, 2008. Porto Alegre, v. 8, n. 3, p. 21-27.
- NISHIDA, A. K.; ALVES, R. R. N.; NORDI, N. Abordagem etnoecológica da coleta de moluscos no litoral paraibano. **Tropical Oceanography**, 2004. v. 32 n. 1, p. 53-68.

PIELOU, E. C. Species diversity and pattern diversity in the study of ecological succession. **Journal Theory Biology**, 1966. v. 10, p. 370-383.

ROCHA, V. P.; MATTHEWS-CASCON, H. Inferência de padrões de distribuição da família Veneridae (Mollusca, Bivalvia) no Brasil através de base secundária de dados. **Neotropical Biology and Conservation**, 2015. Fortaleza, v. 10, p. 123-131.

ROY, P. S.; WILLIAMS, R. J.; YASSINI, I.; GIBBS, P. J.; COATES, B.; WEST, R. J.; SCANES, P. R.; HUDSON, J. P.; NICHOL, S. Structure and function of south-east Australian estuaries. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 2001. v. 53, p. 351-384.

VALLE-LEVINSON, A. Definition and classification of estuaries. Contemporary issues in estuarine physics. **Cambridge Iniversity Press**, 2010. New York, USA. p. 327.

TWEEDLEY, J. R.; WARWICK, R. M.; VALESINI, F. J.; PLATELL, M. E.; POTTER, I. C. The use of benthic macroinvertebrates to establish a benchmark for evaluating the environmental quality of microtidal, temperate southern hemisphere estuaries. **Marine pollution bulletin**, 2012. v. 64, n. 6, p. 1210-1221.

WILSON, J. G.; SHANLLEY, C. The Distribution of *Nucula Turgida* (Bivalvia: Protobranchia) From Dublin Bay, Ireland, and the Effect of Sediment. **Journal Of The Marine Biological Association Of The Uk**, 1986. Reino Unido-uk, v. 66, p. 119-130.