

MACROINFAUNA INTERMAREAL DAS PRAIAS ARENOSAS DO LITORAL DE ARACAJU, SERGIPE, REGIÃO NORDESTE DO BRASIL

Leonardo Cruz da Rosa 

Laboratório de Ecologia Bentônica, Departamento de Engenharia de Pesca e Aquicultura, Universidade Federal de Sergipe. E-mail: leonardo.rosa@rocketmail.com

RESUMO

Praias arenosas são ambientes altamente dinâmicos que abrigam uma rica fauna adaptada às condições de instabilidade dos sedimentos. Nesse estudo, a estrutura e a composição da macrofauna de quatro praias arenosas do litoral de Aracaju (Sergipe, NE do Brasil) foram analisadas. As praias foram classificadas, em sua maioria, como dissipativas. O número total de espécies variou entre 14 e 17 espécies, enquanto que a densidade média total variou entre $65,50 \pm 9,29$ e $169,50 \pm 30,52$ indivíduos/m², sendo o bivalve *Donax gemmula* e os poliquetas *Hemipodia californiensis* e *Orbinia* sp. as espécies mais abundantes. Diferenças observadas na macrofauna provavelmente refletem os diferentes graus de urbanização e/ou intensidade de uso das praias analisadas. Quando comparado com outras praias do litoral sudeste e sul do Brasil, os valores de riqueza de espécies foram semelhantes, no entanto, os valores de densidade foram extremamente baixos, corroborando com o padrão latitudinal o qual prediz uma redução na abundância das espécies de zonas temperadas em direção à zona tropical.

Palavras-Chave: Bentos, número de espécies, abundância, morfodinâmica, região tropical.

ABSTRACT

INTERTIDAL MACROINFAUNA OF THE ARACAJU SANDY BEACHES, SERGIPE, NORTHEASTERN BRAZIL

Sandy beaches are highly dynamics environments which harbor a rich fauna adapted to sediment instability. In this study, the number of species and the density of the intertidal macrofauna of the four sandy beaches of the Aracaju coast (Sergipe, NE Brazil) were analyzed. The beaches were classified as dissipative. The number of species ranged from 14 to 17 species, whereas total density ranged from 65.50 ± 9.29 to 169.50 ± 30.52 individuals/m². The bivalve *Donax gemmula* and the polychaete *Hemipodia californiensis* and *Orbinia* sp. were the most abundant species. Observed differences in the intertidal macrofauna probably reflect the different urbanization levels and/or intensity of use of the analyzed beaches. When compared to others beaches of the southern/south region of the Brazil, the number of species values were quite similar. However, density values were extremely lower, corroborating with previous latitudinal patterns, where decrease in the macrofauna abundance from temperate to tropical beaches are expected.

Keywords: Benthos, number of species, abundance, morphodynamic, tropical region.

INTRODUÇÃO

Praias arenosas são ambientes presentes na maior parte do litoral de regiões tropicais e temperadas, compreendendo cerca de 75% da costa mundial (McLachlan & Defeo, 2018). Esses ambientes de transição entre a terra e o mar são extremamente dinâmicos e a interação da ação das ondas, da maré, do tipo de sedimento e da morfologia praial determinam seu principal agente estruturante, isto é, seu estado morfodinâmico (McLachlan & Defeo, 2018).

Embora ainda sejam considerados equivocadamente como desertos marinhos (Schlacher *et al.*, 2007), as praias arenosas apresentam uma

abundante e rica fauna de organismos infaunais adaptados para viver nesses ambientes de elevada instabilidade. A comunidade macrofaunal de praias arenosas é geralmente dominada por poliquetas, crustáceos e moluscos (Defeo & McLachlan, 2005; McLachlan & Defeo, 2018). A composição e abundância da macroinfauna são controladas primeiramente por fatores físicos, onde se observa um aumento progressivo na diversidade, abundância e biomassa dos organismos ao longo de um espectro morfodinâmico de praias reflectivas a dissipativas (Defeo & McLachlan, 2005; McLachlan & Defeo, 2018). Latitudinalmente, considerando-se o mesmo estado morfodinâmico, as praias tropicais tendem a apresentar uma maior diversidade enquanto que as temperadas suportam uma maior abundância e

biomassa (Defeo & McLachlan, 2005; McLachlan & Dorvlo, 2005; Schlacher *et al.*, 2008; Defeo & McLachlan, 2013).

No Brasil, apesar de seus 8000 km de linha de costa ser composto essencialmente por praias arenosas, a maioria dos estudos sobre a ecologia desses ambientes foram realizados nas regiões sul e sudeste (Souza & Gianuca, 1995; Borzone *et al.*, 1996; Borzone & Souza, 1997; Barros *et al.*, 2001; Veloso & Cardoso, 2001; Veloso *et al.*, 2003; Amaral & Borzone, 2008; Amaral *et al.*, 2016; entre outros). Já na região nordeste do litoral brasileiro, estudos descrevendo a comunidade das praias arenosas e seus fatores estruturantes são extremamente escassos (p. ex. Rocha-Barreira *et al.*, 2001; Viana *et al.*, 2005).

Visando contribuir com o conhecimento sobre a ecologia das praias arenosas na região nordeste, o presente trabalho tem como finalidade descrever a estrutura da macrofauna intermareal de praias arenosas do litoral do Estado de Sergipe bem como identificar os principais fatores ambientais estruturadores dessa comunidade. Nesse sentido, testaram-se as hipóteses que a estrutura da macrofauna é diferente entre as praias e que essas diferenças são controladas pelas características morfodinâmicas das praias.

MATERIAL E MÉTODOS

O litoral de Sergipe é composto por aproximadamente 160 km de praias arenosas intermediárias/dissipativas distribuídas entre a foz dos rios São Francisco e Piauí, sendo o litoral ainda recortado pelas desembocaduras dos rios Japarutuba, Sergipe e Vaza-Barris (Dominguez *et al.*, 2016). Ondas de um a dois metros de altura e com períodos de seis a oito segundos provenientes de leste/sudeste predominam na costa (Pianca *et al.*, 2010). O regime de marés é semidiurno com amplitude máxima de 2,6 m (Dominguez *et al.*, 2016) e o clima local é tropical, apresentando um período chuvoso de abril a agosto (Alvares *et al.*, 2013).

Esse estudo foi realizado em um arco praial de aproximadamente 23 km de extensão, situado entre a foz dos rios Sergipe e Vaza-Barris, correspondente a porção centro-sul do litoral de Sergipe e onde se localiza cidade de Aracaju, capital do estado (Figura 1). Ao longo desse arco foram estabelecidas quatro praias (i.e., Banho Doce, Aruanda, Refúgio e Mosqueiro), as quais foram amostradas uma única vez em abril de 2012, sempre em períodos de baixamar de sizígia.

Em cada praia foram estabelecidos quatro transectos, distantes entre si em 2 m e perpendicular a

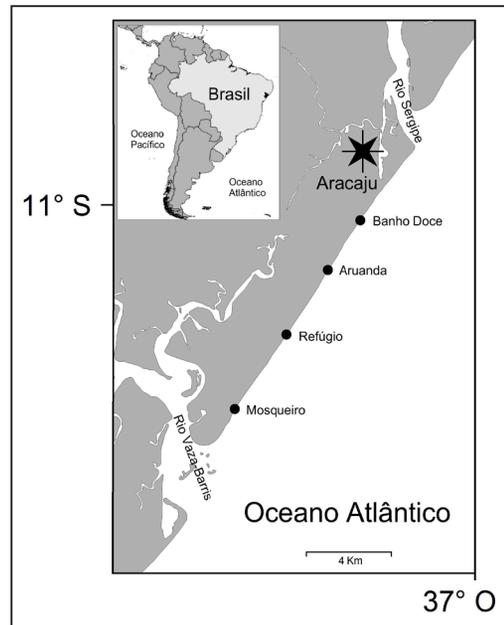


Figura 1. Mapa da porção central do litoral de Sergipe indicando as praias estudadas.

linha d'água, cada um contendo dez pontos amostrais distribuídos em desníveis equidistantes ao longo da zona entremarés. Em cada ponto foi coletada uma amostra para a análise da macroinfauna com o auxílio de um tubo de PVC cilíndrico de 25 cm de diâmetro e enterrado à 20 cm no sedimento. O conteúdo foi peneirado numa malha de nylon de 0,5 mm e o material retido foi fixado em formalina 5%. Também foram coletadas cinco amostras do sedimento, distribuídas alternadamente entre os pontos de um único transecto, com auxílio de um tubo de PVC de 5 cm de diâmetro enterrado a 10 cm de profundidade, para posterior determinação das características do sedimento (i.e., tamanho médio e grau de seleção). Em cada praia também foi obtido o perfil topográfico com o auxílio de teodolito e régua metrada e determinado o regime de ondas atuante (altura e período) através de estimativas visuais.

Em laboratório, as amostras foram triadas com o auxílio de um microscópio estereoscópico, sendo os organismos identificados até o menor nível taxonômico possível, quantificados e conservados em álcool 70%. As amostras sedimentológicas foram processadas de acordo com técnicas padrões de peneiramento (Suguio, 1973), sendo que os dados obtidos foram computados de acordo com o método dos momentos (Tanner, 1995).

Para a determinação dos estados morfodinâmicos de cada praia foram empregados o parâmetro de Dean: $\Omega = Hb/(Ws*T)$, onde 'Hb' é a altura da onda em cm, 'Ws' é a velocidade de

sedimentação em cm/s obtida a partir da tabela de Gibbs *et al.* (1971) e, 'T' o período da onda em segundos (Dean, 1973), o RTR, que corresponde a razão entre a amplitude da maré e o tamanho de onda atuante (Masselink & Short, 1993), e o BI ("Beach Index" = $\log((\text{sedimento} \cdot \text{maré}) / \text{declive})$), o qual relaciona o tamanho médio do sedimento (em "phi"), a amplitude máxima da maré (m) e a declividade do entremarés (McLachlan & Dorvlo, 2005).

Relações entre o número de espécies e densidade total da macroinfauna com as variáveis abióticas (i.e., largura e declividade do entremarés, tamanho e grau de seleção do sedimento, regime de ondas e índices morfodinâmicos) foram verificadas através de uma correlação de Spearman. As amostras de cada transecto foram agrupadas e uma matriz com as densidades da macroinfauna por transecto foi gerada, resultando assim em quatro réplicas por praia. Posteriormente, uma matriz de similaridade foi criada, a partir da matriz de dados biológicos transformados pela raiz quadrada, utilizando-se o índice de Bray-Curtis (Clarke & Warwick, 1994). A partir da matriz de similaridade, diferenças na estrutura da macroinfauna entre as praias estudadas foram primeiramente testadas através de uma análise de variância multivariada não paramétrica (Permanova: Anderson, 2001; 2005) e, posteriormente, visualizadas através de análise de ordenação (MDS) e de agrupamento (Cluster).

RESULTADOS

As praias apresentaram uma largura de entremarés variando entre 103 (Refúgio) e 134m (Banho Doce) com declividades de 1/46 (Refúgio) a 1/53m (Mosqueiro), sendo compostas basicamente por areias finas (diâmetros médios variando entre 0,126 a 0,150 mm) moderadamente bem selecionadas (Tabela 1). As ondas atuantes tinham em torno de

0,5m de altura e períodos entre 6,5 e 7,1 segundos. De acordo com os valores do parâmetro de Dean (Ω), as praias foram classificadas como intermediária (Refúgio) e dissipativas (demais praias), sendo todas influenciadas pela ação da maré ($3 > \text{RTR} < 12$). Já, de acordo com os valores de BI, todas as praias foram classificadas como intermediárias (Tabela 1).

Ao longo da amostragem foi coletado um total de 776 organismos pertencentes a 20 espécies. Crustacea foi o grupo mais diverso, apresentando nove espécies, enquanto Polychaeta foi o grupo dominante na maioria das praias, exceto no Mosqueiro, onde houve o predomínio de Mollusca (42,8%), especialmente *Donax gemmula* (Tabela 2). Na praia do Banho Doce, elevadas densidades de *Excirolana armata*, tornaram os crustáceos e poliquetas igualmente dominantes (Tabela 2). No geral, as espécies mais abundantes foram o bivalve *Donax gemmula* (28,9%) seguido pelos poliquetas *Hemipodia californiensis* (14,3%) e *Orbinia* sp. (13,4). As densidades médias e a dominância de todos os grupos taxonômicos coletados em cada uma das quatro praias podem ser visualizadas na Tabela 2.

O número total de espécies variou entre 14 (Banho Doce e Aruanda) e 17 espécies (Mosqueiros), enquanto que, a densidade total variou de $65,50 \pm 9,29$ (Aruanda) a $169,50 \pm 30,52$ indivíduos/m² (Mosqueiro) (Tabela 2). As análises de correlações não indicaram nenhuma correlação significativa entre o número de espécies e a densidade da macroinfauna com as variáveis abióticas de cada praia.

A estrutura da macroinfauna variou significativamente entre as praias analisadas (Permanova: Pseudo F=5,654, p=0,001), exceto entre as praias Banho Doce e Aruanda (comparações pareadas da Permanova: t=0,974; P(perm)= 0,436). Resultados semelhantes foram obtidos pelas análises de ordenação e de agrupamento, as quais indicaram a formação de três grupos distintos (Figura 2), sendo um deles formado pelas praias Banho Doce e Aruanda.

Tabela 1. Valores das variáveis abióticas obtidas para cada um dos setores estudados.

Variáveis abióticas	Banho Doce	Aruanda	Náufragos	Mosqueiro
Largura (m)	134	121	103	124
Declividade (m)	1/51	1/52	1/46	1/53
Diâmetro do grão (mm)	0,126	0,142	0,150	0,127
Grau de seleção (mm)	0,065	0,053	0,058	0,056
Altura da onda (m)	0,5	0,6	0,5	0,5
Período da onda (s)	6,5	6,5	6,7	7,1
Ω	6,1	6,0	4,5	5,5
RTR	4,4	3,7	4,4	4,4
BI	2,5	2,5	2,4	2,5

Tabela 2. Densidade média (número de indivíduos/m²) ± desvio padrão e dominância (% do total de indivíduos coletados) dos grupos taxonômicos coletados em cada uma das praias estudadas.

Grupos taxonômicos	Banho Doce	Aruanda	Refúgio	Mosqueiro
POLYCHAETA				
<i>Hemipodia californiensis</i>	7,50±4,12 (8,9%)	9,50±4,43 (14,3%)	14,00±1,63 (20,9%)	24,50±2,52 (14,5%)
<i>Orbinia</i> sp.	14,50±4,43 (17,2%)	12,00±4,32 (18,0%)	8,50±5,00 (12,7%)	17,00±8,38 (10,0%)
<i>Scolecopsis squamata</i>	4,00±1,63 (4,7%)	3,00±1,15 (4,5%)	3,00±1,15 (4,5%)	5,50±1,91 (3,2%)
<i>Dispia remanei</i>	1,00±1,15 (1,2%)	-	1,00±1,15 (1,5%)	-
<i>Psionidens indica</i>	-	-	-	1,00±1,15 (0,6%)
MOLLUSCA				
<i>Donax gemmula</i>	17,50±15,26 (20,7%)	11,00±6,63 (16,5%)	13,50±4,43 (20,1%)	70,00±29,44 (41,3%)
<i>Hastula cinerea</i>	-	0,50±1,00 (0,8%)	1,00±1,15 (1,5%)	2,00±1,63 (1,2%)
<i>Olivella minuta</i>	-	-	1,50±1,91 (2,2%)	0,50±1,00 (0,3%)
CRUSTACEA				
<i>Excirrolana armata</i>	13,00±12,91 (15,4%)	3,00±1,15 (4,5%)	4,00±3,65 (6,0%)	2,00±2,83 (1,2%)
<i>Excirrolana braziliensis</i>	0,50±1,00 (0,6%)	1,50±1,91 (2,3%)	-	4,00±1,63 (2,4%)
<i>Chlamydoleon dissimile</i>	7,50±5,00 (8,9%)	2,00±1,63 (3,0%)	1,50±3,00 (2,2%)	19,00±6,22 (11,2%)
<i>Bathyporeia ruffoi</i>	0,50±1,00 (0,6%)	2,50±2,52 (3,8%)	-	6,00±4,90 (3,5%)
<i>Phoxocepholopsis</i> sp.	-	-	-	1,00±2,00 (0,6%)
Anfípoda indeterminado	-	-	0,50±1,00 (0,7%)	-
<i>Emerita portoricensis</i>	2,00±1,63 (2,4%)	3,50±2,52 (5,3%)	6,00±0,00 (9,0%)	3,00±1,15 (1,8%)
<i>Lepidopa richmondi</i>	3,00±4,76 (3,6%)	3,00±2,58 (4,5%)	3,00±1,15 (4,5%)	2,50±1,00 (1,5%)
<i>Austinixa aidae</i>	0,50±1,00 (0,6%)	0,50±1,00 (0,8%)	0,50±1,00 (0,7%)	4,50±3,42 (2,7%)
COLEOPTERA				
<i>Bledius hermani</i>	12,00± 2,33 (14,2%)	11,50±1,91 (17,3%)	-	-
NEMERTEA				
Nemertino indeterminado	1,50±1,91 (1,8%)	3,00±4,76 (4,5%)	0,50±1,00 (0,7%)	4,00±4,32 (2,4%)
Número de espécies	14	14	15	17
Densidade total	85,00±7,39	65,50±9,29	67,00±16,53	169,50±30,52

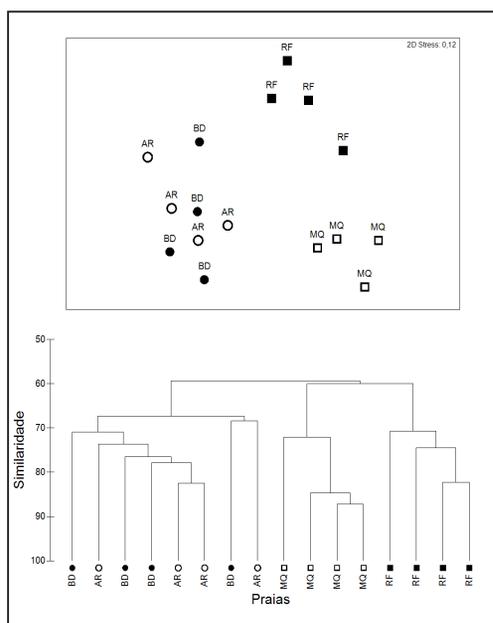


Figura 2. Análise de ordenamento e de agrupamento mostrando a similaridade na estrutura da macroinfauna entre as praias amostradas (BD: Banho Doce, AR: Aruanda, RF: Refúgio, MQ: Mosqueiro).

DISCUSSÃO

As praias estudadas foram muito similares em termos de morfologia, granulometria e regime de ondas atuantes, sendo a maioria classificadas como dissipativas. O predomínio de praias em estágios dissipativos no litoral de Sergipe é resultante da combinação de fatores como uma grande exposição à ação de ondas devido à ausência de barreiras recifais e/ou areníticas e, ao grande aporte sedimentar promovido pelos rios que deságuam na costa, especialmente o Rio São Francisco (Dominguez *et al.*, 2016). No entanto, quando utilizado o parâmetro de Dean, a praia do Refúgio foi a única classificada como intermediária. No entanto, a classificação de Refúgio como intermediária deve ser vista com cautela, tendo em vista que foi obtida através de dados pontuais.

O parâmetro de Dean leva em consideração o regime de ondas e o tamanho do sedimento na classificação dos estágios morfodinâmicos das praias. Os dados de altura e período de ondas, além de pontuais, foram estimados visualmente durante as amostragens desse estudo, o que gera certa subjetividade e imprecisão a depender do observador. Da mesma forma, o número e a disposição das amostras ao longo da praia podem resultar em caracterizações diferentes do tamanho médio do sedimento. Em um estudo realizado no mesmo ano (i.e., agosto de 2012), pesquisadores coletaram amostras de sedimento em 24 pontos, distantes 1 km entre si, ao longo do mesmo arco praias para determinação das características granulométricas das praias. Neste estudo as amostras foram coletadas somente na porção intermediária da face praias e os sedimentos foram compostos por areias muito finas (Jesus *et al.*, 2014). Por outro lado, quando aplicamos o BI, o qual considera o tamanho do sedimento, a amplitude de maré e a declividade da praia, todas as praias foram classificadas como intermediárias, demonstrando a grande similaridade entre elas.

Apesar da similaridade morfodinâmica, a estrutura da macroinfauna variou significativamente entre as praias estudadas. Crustáceos, poliquetas e moluscos foram os grupos dominantes, como é comumente observado na maioria das praias (McLachlan & Defeo, 2018). Geralmente, crustáceos predominam em praias reflectivas de areias grossas, enquanto que, os poliquetas são dominantes em praias dissipativas de areias finas e, os moluscos em praias intermediárias (Dexter, 1983; McLachlan & Defeo, 2018). Entretanto, o que se observou foi uma alternância entre os grupos

dominantes nas praias estudadas. Na praia do Banho Doce, poliquetas e crustáceos foram igualmente dominantes enquanto que a macroinfauna na praia do Mosqueiro foi dominada por moluscos.

Variações espaciais de média escala (Km) da macroinfauna estão geralmente associadas a fatores físicos como o tamanho do grão e/ou umidade do sedimento (Defeo & McLachlan, 2005), mas também podem refletir os efeitos de interações biológicas como competição (Defeo *et al.*, 1997). Na praia do Banho Doce, por exemplo, a codominância de crustáceos foi resultante das altas densidades do isópode *Excirrolana armata*. Essa espécie apresenta uma clara preferência por sedimentos finos, sendo sua densidade inversamente correlacionada com o tamanho do grão do sedimento (Defeo *et al.*, 1997; Petracco *et al.*, 2010). Entretanto, as diferenças granulométricas observadas entre as praias não são suficientes para justificar o padrão de distribuição apresentado por essa espécie, sugerindo a influência de outros fatores não analisados nesse estudo. Da mesma forma, elevadas densidades de *Donax gemmula* resultaram na dominância dos moluscos na praia do Mosqueiro. Os padrões de distribuição desse bivalve migrador intermareal estão provavelmente associados aos processos de recrutamento e de dispersão pelas correntes de deriva, visto que, juvenis dessas espécies normalmente assentam próximos a desembocaduras de rios enquanto indivíduos adultos ocorrem mais afastadamente (Donn, 1987).

Diferenças na estrutura da macroinfauna também foram observadas entre as praias como indicado pelas análises multivariadas, sendo estas resultantes essencialmente de um aumento no número de espécies e nas densidades dos organismos no sentido Banho Doce/Aruanda-Refúgio-Mosqueiro. Tais diferenças observadas podem estar associadas a diferentes graus de urbanização e/ou intensidade de uso das praias analisadas. Essas estão situadas ao longo de um arco praias que tem em sua extremidade norte a cidade de Aracaju, capital do estado, com sua orla totalmente urbanizada, a qual recebe uma grande quantidade de banhista e tem sua faixa de areia limpa diariamente de forma mecanizada. Em direção ao sul, observam-se regiões com grandes concentrações de quiosques os quais atraem grandes fluxos de banhista, como o caso de Aruanda. No entanto, tanto o número de quiosques como a quantidade de frequentadores diminui gradativamente em direção ao sul, isto é, praia do Mosqueiro.

Diversos estudos têm demonstrado que o crescente grau de urbanização e intensidade de uso têm impactado negativamente os ambientes de praias

arenosas no mundo inteiro, resultando em mudanças na estrutura da comunidade e redução nas densidades das espécies (Barros, 2001; Veloso *et al.*, 2006; Ugolini *et al.*, 2008; Defeo *et al.*, 2009; Schlacher & Thompson, 2012; González *et al.*, 2014; Schlacher *et al.*, 2016; Laitano *et al.*, 2019; Orlando *et al.*, 2020). Nesse sentido, é provável que tais diferenças observadas no número de espécies e na densidade da macrofauna possam ser reflexos dos efeitos desse gradiente de urbanização e intensidade de uso ao longo desse arco praias.

Contrariando as expectativas de um gradiente latitudinal, o número de espécies registrados nas praias de Aracaju (11°S) não foi maior do que os registrados para praias dissipativas das regiões sudeste e sul do litoral brasileiro. Aqui, considerando-se as quatro praias juntas, foi registrado um total de 20 espécies, enquanto que, no litoral do Espírito Santo (19°S) foi registrado um total de 35 espécies (Coutinho & Bernardino, 2017). Já no litoral carioca (22°S), Andrade *et al.* (2016) registraram uma riqueza variando de 19 a 24 espécies. Para a região sul, estudos realizados no litoral do Paraná (25°S) registraram valores variando de 12 a 21 espécies (Souza & Gianuca, 2005; Borzone *et al.*, 1996) enquanto que no litoral gaúcho (32°S) a riqueza variou entre 14 e 20 espécies (Neves *et al.*, 2008).

Um aumento na riqueza é esperado devido ao grande pool de espécies nas regiões tropicais (Defeo & McLachlan, 2005), no entanto, a carência de estudos nas regiões tropicais, onde a maioria dos estudos conduzidos são deficientes em estimar as características da macrofauna e as condições abióticas das praias arenosas (Defeo & McLachlan, 2013), dificultam a validação de tais gradientes. Comparando nossos dados com os demais, observa-se que o número de espécies nas praias dissipativas se mantém estável ao longo do litoral brasileiro, contrariando evidências prévias da existência de um gradiente latitudinal.

Por outro lado, os valores de densidade da macrofauna (entre 65 e 170 ind./m²) nas praias de Aracaju foram extremamente baixos quando comparados aos observados em outras praias das regiões sudeste e sul do Brasil, corroborando com o padrão latitudinal previsto. Valores de densidades (entre 7500 e 21000 ind./m²) registrados no litoral do Espírito Santo (Coutinho & Bernardino, 2017) foram mais de 100 vezes superiores aos registrados em Sergipe. O mesmo se observa para o litoral do Paraná, onde valores médios de densidade giram em torno de 22000 indivíduos/m² (Souza & Gianuca, 1995). Elevados valores de abundância

da macrofauna em praias dissipativas temperadas são resultantes da grande disponibilidade alimentar promovida especialmente pela grande produtividade do fitoplâncton da zona de surfe (McLachlan & Defeo, 2018).

Elevadas densidades da macrofauna registradas nas praias das regiões sudeste e sul estão diretamente relacionadas às elevadas densidades de poliquetas espionídeos como *Scolecopsis* spp., os quais podem representar mais de 70% do total de organismos coletados (Souza & Gianuca, 1995; Borzone *et al.*, 1996; Amaral *et al.*, 2003). Esses poliquetas, considerados comedores de interface uma vez que utilizam seus palpos ciliados para capturar partículas de alimento na interface água-sedimento (Pardo & Amaral, 2004), apresentaram densidades extremamente baixas nas praias de Aracaju, corroborando com a premissa de que a densidade da macrofauna nas praias tropicais é limitada pela baixa disponibilidade de alimento.

Entretanto, devemos considerar a natureza pontual desse estudo, no qual as amostragens foram realizadas apenas uma única vez durante o período seco. O litoral de Sergipe encontra-se sob o domínio de um clima tropical apresentando uma estação chuvosa entre os meses de maio e agosto (Alvares *et al.*, 2013). Durante o período chuvoso, o aumento da descarga fluvial resulta em um aumento na quantidade de matéria orgânica em suspensão e de nutrientes na zona costeira, favorecendo assim no aumento na produtividade primária. A esse aumento na disponibilidade de alimento durante o período chuvoso tem se atribuído o recrutamento e o aumento na densidade de *Callichirus major* na praia da Aruanda (Rosa *et al.*, 2018). Nesse sentido, mudanças temporais na estrutura da macrofauna, como um aumento na abundância e no número de espécies sejam passíveis de serem observadas em decorrência da variação sazonal na disponibilidade de alimento nas praias do litoral sergipano e devem ser consideradas em trabalhos futuros.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M. & SPAROVEK, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorol. Z.*, 22(6): 711–728.
- AMARAL, A. C. Z. & BORZONE, C. A. 2008. Macrofauna bentônica: praias do Sudeste e Sul do Brasil. *Bol. Ass. Bras. Biol. Mar.*, 1(3): 6-10.
- AMARAL, A. C. Z., CORTE, G. N., ROSA-

- FILHO, J. S., DENADAI, M. R., COLLING, L. A., BORZONE, C., VELOSO, V., OMENA, E. P., ZALMON, I. R., ROCHA-BARREIRA, C. A., SOUZA, J. R. B., ROSA, L. C. & ALMEIDA, T. C. M. 2016. Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. *Braz. J. Oceanog.*, 64(spe2): 5–16.
- AMARAL, A. C. Z., DENADAI, M., TURRA, A. & RIZZO, A. 2003. Intertidal macrofauna in Brazilian subtropical sandy beach landscapes. *J. Coast. Res.*, 35: 446–455.
- ANDERSON, M. J. 2001. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecol.* 26: 32–46.
- ANDERSON, M. J. 2005. *PERMANOVA: a FORTRAN computer program for permutational multivariate analysis of variance*. Department of Statistics, University of Auckland, New Zealand.
- ANDRADE, F. C., MASSUD-RIBEIRO, R. J. & VELOSO, V. G. 2016. Macrofauna composition of two beaches with distinct morphodynamism degrees in the beach arc Barra de São João - Ponta do Pai Vitorioso Promotory - RJ. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 20(1): 69–78.
- BARROS, F., BORZONE, C. A. & ROSSO, S. 2001. Macroinfauna of six beaches near guaratuba bay, Southern Brazil. *Braz. Arch. Biol. Technol.*, 44(4): 351–364.
- BORZONE, C. A. & SOUZA, J. R. B. 1997. Estrutura da macrofauna bentônica no supra, meso e infralitoral de uma praia arenosa do sul do Brasil. *Oecol. Bras.*, 3: 197–212.
- BORZONE, C. A., SOUZA, J. R. B. & SOARES, A. G. 1996. Morphodynamic influence on the structure of inter and subtidal macrofaunal communities of subtropical sandy beaches. *Rev. Chil. Hist. Nat.*, 69: 565–577.
- CLARKE, K. R. & WARWICK, R. M. 1994. *Changes in Marine Communities: An Approach to Statistical Analyses and Interpretation*. Plymouth: Natural Environment Research Council.
- COUTINHO, M. S. & BERNARDINO, A. F. 2017. Spatial and seasonal changes in benthic macrofauna from two dissipative sandy beaches in eastern Brazil. *Braz. J. Oceanog.*, 65(4): 666–677.
- DEAN, H. G. 1973. Heuristic models of sand transport in the surf zone. *Proceedings of Conference on Engineering Dynamics in the Surf Zone*, Sydney, NSW, 208–214.
- DEFEO, O. & MCLACHLAN, A. 2005. Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 295: 1–20.
- DEFEO, O. & MCLACHLAN, A. 2013. Global patterns in sandy beach macrofauna: species richness, abundance, biomass and body size. *Geomorphology*, 199: 106–114.
- DEFEO, O., BRAZEIRO, A., DE ALAVA, A. & RUESTRA, G. 1997. Is sandy beach macroinfauna only physically controlled? Role of substrate and competition in isopods. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 45: 453–462.
- DEFEO, O., MCLACHLAN, A., SCHOEMAN, D. S., SCHLACHER, T. A., DUGAN, J., JONES, A., LASTRA, M. & SCAPINI, F. 2009. Threats to sandy beach ecosystems: a review. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 81: 1–12.
- DEXTER, D.M. 1983. Community structure of intertidal sandy beaches in New South Wales, Australia. In: MCLACHLAN, A. & ERASMUS, T. (Eds.), *Sandy Beaches on Ecosystems* (pp. 461–472). The Hague: W. Junk Publisher.
- DOMINGUEZ, J. M. L., BITTENCOURT, A. C. S. P., SANTOS, A. N. & NASCIMENTO, L. 2016. The sandy beaches of the states of Sergipe-Alagoas. In: SHORT, A. D. & KLEIN, A. H. F. (Eds.). *Brazilian Beach Systems* (pp. 281–305). Switzerland: Springer International Publishing.
- DONN, J. E. 1987. Longshore distribution of *Donax serra* in two log spiral bays in the Eastern Cape, South Africa. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 35: 217–222
- GIBBS R. J., MATTHEWS, M. D. & LINK, D. A. 1971. The relationship between sphere size and settling velocity. *J. Sediment. Petrol.*, 41:7-18.
- GONZÁLEZ, S. A., YÁÑEZ-NAVEA, K. & MUÑOZ, M. 2014. Effect of coastal urbanization on sandy beach coleoptera *Phaleria maculata* (Kulzer, 1959) in northern Chile. *Mar. Pollut. Bull.*, 83(1): 265–274.
- JESUS, L. V., ANDRADE, A. C. S., SILVA, M. G. & RODRIGUES, T. K. 2014. Distribuição espacial das características granulométricas, morfoscópicas e composicionais dos sedimentos das praias de Aracaju – Sergipe. *Sci. Plena*, 10: 1–15.
- LAITANO, M. V., CHIARADIA, N. M. & NUÑEZ, J. D. 2019. Clam population dynamics as an

- indicator of beach urbanization impacts. *Ecol. Indic.*, 101: 926–932.
- MASSELINK, G. & SHORT, A. D. 1993. The effects of tide range on beach morphodynamics and morphology: a conceptual beach model. *J. Coast. Res.*, 9: 785–800.
- McLACHLAN, A. & DEFEO, O. 2018. *The Ecology of Sandy Shores* (3rd Ed.). London: Elsevier.
- McLACHLAN, A. & DORVLO, A. 2005. Global patterns in sandy beach macrobenthic communities. *J. Coast. Res.*, 21(4): 674–687.
- NEVES, L. P., SILVA, P. S. R. & BEMVENUTI, C. E. 2008. Temporal variability of benthic macrofauna on Cassino beach, southernmost Brazil. *Iheringia – Série Zool.*, 98(1), 36–44.
- ORLANDO, L., ORTEGA, L. & DEFEO, O. 2020. Urbanization effects on sandy beach macrofauna along an estuarine gradient. *Ecol. Indic.*, 111: 106036.
- PARDO, E. V. & AMARAL, A. C. Z. 2004. Feeding behavior of *Scolecopsis* sp. (Polychaeta: Spionidae). *Braz. J. Oceanogr.*, 52(1), 74–79.
- PETRACCO, M., CARDOSO, R. S. & CORBISIER, T. N. 2010. Population biology of *Excirolana armata* (Dana, 1853) (Isopoda, Cirolanidae) on an exposed sandy beach in Southeastern Brazil. *Mar. Ecol.*, 31: 330–340.
- PIANCA, C., MANZZINI, P. L. F. & SIEGLE, E. 2010. Brazilian offshore wave climate based on NWW3 reanalysis. *Braz. J. Oceanogr.*, 58, 53–70.
- ROCHA-BARREIRA, C. A., MONTEIRO, D. O. & FRANKLIN-JÚNIOR, W. 2001. Macrofauna bentônica da faixa entremarés da Praia do Futuro, Fortaleza, Ceará, Brasil. *Arq. Ciênc. Mar.*, 34, 23–38.
- ROSA, L. C., FREIRE, K. M. F. & SOUZA, M. J. M. 2018. Spatial distribution and population dynamics of *Callinectes major* (Crustacea, Callinassidae) in a tropical sandy beach, northeastern Brazil. *Invertebr. Biol.*, 137(4):
- SCHLACHER, T. A., DUGAN, J., SCHOEMAN, D. S., LASTRA, M., JONES, A., SCAPINI, F., McLACHLAN, A. & DEFEO, O. 2007. Sandy beaches at the brink. *Divers. Distrib.*, 13(5): 556–560.
- SCHLACHER, T. A., LUCREZI, S., CONNOLLY, R. M., PETERSON, C. H., GILBY, B. L., MASLO, B., OLDS, A. D., WALKER, S. J., LEON, J. X., HUIJBERS, C. M., WESTON, M. A., TURRA, A., HYNDES, G. A., HOLT, R. A. & SCHOEMAN, D. S. 2016. Human threats to sandy beaches: a meta-analysis of ghost crabs illustrates global anthropogenic impacts. *Estuar. Coast. Shelf Sci.*, 169: 56–73.
- SCHLACHER, T. A., SCHOEMAN, D. S., DUGAN, J., LASTRA, M., JONES, A., SCAPINI, F. & McLACHLAN, A. 2008. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. *Mar. Ecol.*, 29(SUPPL. 1): 70–90.
- SCHLACHER, T. A. & THOMPSON, L. 2012. Beach recreation impacts benthic invertebrates on ocean-exposed sandy shores. *Biol. Conserv.*, 147(1): 123–132.
- SOUZA, J. R. B. & GIANUCA, N. M. 1995. Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil. *Sci. Mar.*, 59(2): 103–111.
- SUGUIO, K. 1973. *Introdução à sedimentologia*. São Paulo: EDUSP, 317p.
- TANNER, W. F. 1995. *Environmental clastic granulometry*. Florida Geological Survey, Special Publication n° 40, 163p.
- UGOLINI, A., UNGHERESE, G., SOMIGLI, S., GALANTI, G., BARONI, D., BORGHINI, F., CIPRIANI, N., NEBBIAI, M., PASSAPONTI, M. & FOCARDI, S. 2008. The amphipod *Talitrus saltator* as a bioindicator of human trampling on sandy beaches. *Mar. Environ. Res.*, 65(4): 349–357.
- VELOSO, V. G., SILVA, E. S., CAETANO, C. H. S. & CARDOSO, R. S. 2006. Comparison between the macroinfauna of urbanized and protected beaches in Rio de Janeiro State, Brazil. *Biol. Conserv.*, 127(4): 510–515.
- VELOSO, V. G., CAETANO, C. H. S. & CARDOSO, R. S. 2003. Composition, structure and zonation of intertidal macroinfauna in relation to physical factors in microtidal sandy beaches in Rio de Janeiro state, Brazil. *Sci. Mar.*, 67(4): 393–402.
- VELOSO, V. G. & CARDOSO, R. S. 2001. Effect of morphodynamics on the spatial and temporal variation of macrofauna on three sandy beaches, Rio de Janeiro State, Brazil. *J. Mar. Biol. Ass. U. K.*, 81(3), 369–375.
- VIANA, M. G., ROCHA-BARREIRA, C. A. & GROSSI HIJO, C. A. 2005. Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da praia de Paracurú (Ceará-Brasil). *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.*, 9(1): 75–82.