

OBRAS DE URBANIZAÇÃO E OS IMPACTOS AMBIENTAIS SOBRE A MACROFAUNA BENTÔNICA: ESTUDO DE CASO EM UMA PRAIA DO LITORAL CEARENSE

Marcos Roberto dos Santos¹, Rafaela Camargo Maia²

RESUMO: As zonas costeiras sofrem constantemente com processos de degradações e perdas ambientais em decorrência das constantes intervenções antropogênicas das zonas de entremarés. Essas regiões possuem uma biota diversa e adaptada que contribuem significativamente para o aumento da biomassa animal. Nesse contexto, o objetivo deste estudo foi monitorar a macrofauna bentônica da faixa entremarés da Praia de Arpoeiras, Acaraú - CE, durante as obras de urbanização (Ago. 17 a Set. 18). Foram coletadas 30 amostras mensalmente, totalizando 420 amostras para análise da macrofauna. Para análise das classes texturais e do teor de matéria orgânica do sedimento foram coletadas três amostras por mês. Também foram avaliados o perfil topográfico da praia e aferidos dados abióticos. Foram identificados 3050 organismos, distribuídos nas Classes Bivalvia, Gastropoda e Scaphopoda. A praia de Arpoeiras apresentou oscilações no perfil topográfico durante o período estudado. Foram observadas diferenças significativas na riqueza, abundância, índices de diversidade e composição da macrofauna bentônica ao longo do período de amostragem. Os índices ecológicos demonstram que no início das obras (Ago. a Out. 17), a diversidade foi alta quando comparada com os meses seguintes (Shannon: 1,030; Simpson: 0,477; Equabilidade: 0,386). As análises também mostram que a riqueza e a abundância da macrofauna não apresentam correlações fortes com os fatores abióticos estudados, teor de matéria orgânica e classes texturais do sedimento, sugerindo que a obra foi o principal fator que interferiu na distribuição da macrofauna. Os dados aqui apresentados poderão servir de subsídios para elaboração de medidas mitigadoras para conservação da biodiversidade uma vez que representam o primeiro passo na avaliação dos impactos ambientais nessa zona costeira, e indicam que mais estudos são necessários para a implantação de novos empreendimentos na região.

Palavras-chave: Bioindicador, Diversidade, Malacofauna, Perfil topográfico.

ABSTRACT: Coastal areas constantly suffer from degradation processes and environmental losses due to the constant anthropogenic intervention of the intertidal zones. These regions have a diverse and adapted biota that contributes significantly to the increase in animal biomass. Accordingly, the objective of this study was to monitor the benthic macrofauna of the intertidal zone of Praia de Arpoeiras, Acaraú - CE, in Brazil, during urbanization works (Aug. 2017 to Sep. 2018). Thirty samples were collected monthly, totaling 420 samples for macrofauna analysis. For the analysis of sediment textural classes and organic matter content, three samples were collected per month. The topographic profile of the beach and abiotic data were also evaluated. A total of 3050 organisms were identified, distributed in the Classes Bivalvia, Gastropoda and Scaphopoda. Arpoeiras Beach showed fluctuations in the topographic profile during the period studied. Significant differences were observed in richness, abundance, diversity indices and composition of the benthic macrofauna throughout the sampling period. The ecological indices showed that, at the beginning of the works (Aug. to Oct. 2017), the diversity was high when compared to the following months (Shannon: 1.030; Simpson: 0.477; Equability: 0.386). The analyses also showed that richness and abundance of macrofauna were not strongly correlated with the abiotic factors studied, organic matter content and textural class, leading to the conclusion that the works were the main factor that interfered with the distribution of the macrofauna. Thus, the present study will serve as a basis for further studies that may be carried out in the region or on beaches that have been suffering from similar anthropogenic pressures, and will serve as subsidies for the preparation of mitigation measures for conservation and maintenance in these environments.

Keywords: Diversity, Malacofauna, Topographic profile.

@ Corresponding author: marcosrob20@gmail.com

1 Graduado em Ciências Biológicas, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Acaraú, Ceará, Brasil.

2 Pós-doutorado em Adaptações de Animais Marinhos, Universidade de Vigo, Espanha, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Campus Acaraú, Ceará, Brasil. E-mail: rafaelamaia@ifce.edu.br

1. INTRODUÇÃO

O aumento das atividades sociais e econômicas que se desenvolvem nas zonas costeiras resultam em processos de degradação, com perdas ambientais significativas, o que aponta para a necessidade premente de ordenamento dessas regiões (Farinaccio e Tessler, 2010). Um dos fatores que contribuem para essa degradação é a ocupação de áreas costeiras, que promove alteração do meio físico, principalmente quando interfere na dinâmica dos processos sedimentares ao longo da costa (Aquino *et al.*, 2013).

A região entremarés de uma praia arenosa tem como principal característica biológica a presença de uma diversa e adaptada biota (Martinelli-Filho *et al.*, 2014), que permite o equilíbrio ambiental e o fornecimento de bens e serviços ecológicos exclusivos e relevantes, como a biodiversidade exclusiva dessas regiões, que não é disponibilizada por outros ecossistemas (Calliari, 2003). A distribuição e a diversidade de organismos nestas áreas são determinadas por fatores físicos, destacando-se dentre estes a ação das ondas, o tamanho das partículas de sedimento e a declividade da praia (Calliari, 2003).

Segundo Vieira *et al.* (2012), o distúrbio proveniente das atividades recreativas, pisoteio e ocupações imobiliárias afetam os atributos ecológicos da comunidade macrobentônica, com a redução do número de espécies e abundância total de organismos. Assim, estes animais funcionam como bioindicadores, indicando os níveis de perturbações ambientais pelo declínio da riqueza de espécies, pelo aumento na abundância de alguns táxons, pela mudança na composição da comunidade ou por alterações morfológicas (REBOUÇAS *et al.*, 2016).

A praia de Arpoeiras é uma região arenosa estuarina e devido sua proximidade com o rio Acaraú, recebe grandes quantidades de águas e sedimentos oriundos desse ecossistema. A praia sofreu uma intervenção urbana que consistiu na pavimentação com concreto próximo à linha da costa para conter o avanço do mar, incluindo a construção de barracas de praia, estacionamento e banheiros; uma obra promovida pelo Governo do estado do Ceará por meio da Secretaria de Turismo, autorizada pela licença de N° 51.506, que tinha como prazo de conclusão 240 dias. Essa obra poderá descaracterizar e interferir no perfil praial, assim como na dinâmica natural do ambiente, afetando diretamente a macrofauna bentônica.

Desta forma, os objetivos deste estudo foram i) Monitorar a macrofauna bentônica da faixa entremarés da Praia de

Arpoeiras ao longo das obras de urbanização; ii) Caracterizar a comunidade da macrofauna bentônica da praia de Arpoeiras em Acaraú, avaliando a composição, riqueza, abundância, e a equabilidade das espécies ao longo do período da obra da praia; iii) Verificar a morfodinâmica da praia de Arpoeiras ao longo do processo de urbanização; iv) Avaliar o efeito do sedimento e fatores abióticos sobre a macrofauna bentônica da praia de Arpoeiras.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

O presente estudo foi realizado na praia de Arpoeiras, localizada no município de Acaraú, no litoral norte cearense (2°49'55.9"S 40°05'08.6"W). A região possui clima predominantemente tropical, com temperatura média de 27°C, e precipitação acumulada anual de 1139.7 mm (Funceme, 2018).

Apesar do prazo estabelecido pelo órgão executor para conclusão da obra ser de 240 dias (8 meses), a amostragem durou 14 meses (Ago. 17 a Set. 18), e foi realizada durante todo período que ocorreram as obras estruturais, que modificaram a estrutura física da praia, como pode ser observado na "Figura 1 no SI-I".

2.2 Coleta de dados

Para a coleta das amostras foram demarcados dez transectos perpendiculares à linha d'água entre os níveis máximo e mínimo das marés de sizígia. Os mesmos foram separados entre si por 1 m de distância. Posteriormente, foram selecionados, por meio de sorteio, três transectos entre os dez demarcados, nos quais foram coletadas dez amostras equidistantes ao longo do perfil. O primeiro ponto de coleta estava situado na linha d'água e o último, no ponto máximo atingido pela maré alta de sizígia.

As amostras foram obtidas por meio de um amostrador (corer) de PVC cilíndrico com 10 cm de diâmetro, o qual foi configurado para 10 cm de profundidade. As amostras foram lavadas em malha (0,5 mm de abertura) e armazenadas em sacos plásticos e identificados. O método utilizado foi adaptado de acordo com o Protocolo para praias arenosas da Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros (Rebentos) (Rosa-Filho, *et al.*, 2015).

Após os procedimentos de coleta, as amostras foram fixadas em formol 10%, e posteriormente foram triadas em laboratório. Os organismos encontrados foram conservados em álcool 70%,

e posteriormente, identificados com auxílio de microscópio estereoscópico (lupa) e bibliografia especializada. Durante todo processo amostral, foram aferidos os valores dos dados abióticos (Salinidade e temperatura), com o auxílio dos aparelhos termohigrômetro e o refratômetro.

Para avaliar o perfil topográfico da praia, foi utilizada a estrutura de vasos comunicantes, que consiste em um tubo estreito flexível de borracha de 2 m de comprimento, fixado com auxílio de fitas adesivas em duas réguas. Utilizando o método das balizas proposto por Emery (1961), as medições dos perfis foram feitas perpendiculares à linha de praia, começando do nível médio das ondas, indo até o limite interno da praia, para registrar a topografia da praia no momento da observação. As coletas de dados foram realizadas mensalmente, sempre nas mesmas condições de maré (maré baixa de quadratura). A partir destas medidas foi calculado o nível de declividade da praia.

Para a análise granulométrica e teor de matéria orgânica, foram coletadas mensalmente, em cada perfil, uma amostra de sedimento perfazendo um total de três amostras por coleta, sendo assim, foram analisadas um total de 42 amostras de sedimento. A análise granulométrica foi realizada pela técnica de peneiramento (Suguio, 1973).

2.3 Análise estatística

Para avaliar a diversidade da macrofauna bentônica dos pontos amostrados, foi utilizado o índice de Simpson, o índice de Equabilidade de Pielou e o índice de Shannon calculados no programa PAST versão 2.17c. A riqueza de espécies e a abundância de organismos da macrofauna bentônica encontradas no sedimento durante os meses foram avaliadas por meio de uma Análise de Variância (Anova). Quando detectadas diferenças entre as médias, ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$), o teste de comparações múltiplas de Turkey foi utilizado. Estas análises foram realizadas utilizando o programa STATISTICA for windows® versão 7.0.

O padrão de variação durante os meses de amostragem na estrutura das comunidades da macrofauna benthica foi avaliado com análise de agrupamento (Cluster com o método *complete linkage*), a partir do índice de similaridade de Bray-Curtis, usando o programa PRIMER v6 (*Plymouth Routines In Multivariate Ecological Research*). Nessas análises foram considerados os valores de densidade relativa das espécies da macrofauna bentônica.

3. RESULTADOS

3.1 Caracterização da praia

A extensão da zona de entremarés da praia de Arpoeiras apresentou oscilações em seu perfil topográfico durante o período estudado, a altura variou entre 0.5 m a -1.5 m “Figura 2 no SI-I”. Nos meses iniciais, a declividade da faixa de praia foi bastante acentuada e manteve-se constante, sendo observado o maior desnível no mês de agosto de 2017, apresentando -1.5 m de declinação. Nos meses seguintes ocorreram pequenas variações (até 0.5 m), apresentando diminuição do desnível praial, com tendência para o perfil mais plano.

3.2 Caracterização da macrofauna bentônica

Foram encontrados um total de 3050 organismos, todos do Filo Mollusca, distribuídos nas Classes Bivalvia, Gastropoda e Scaphopoda. Dentro da Classe Gastropoda foram encontradas 25 espécies, representando 87% do total de indivíduos. Já na Classe Bivalvia foram encontradas três espécies com uma ocorrência de 10% dos indivíduos. Para a Classe Scaphopoda foi encontrada apenas uma espécie que representa 3% do total.

Na Classe Gastropoda, as espécies mais abundantes foram *Olivella minuta* (Link, 1807), com 2066 organismos e *Neritina virginea* (Linnaeus, 1758) com 555 exemplares. Na Classe Bivalvia, foram encontradas as espécies *Anomalocardia flexuosa* (Gmelin, 1791), *Oudardia sandix* (Boss, 1968) e *Donax gemmula* J. P. E. Morrisson, 1971, com respectivamente 19, 9 e 1 indivíduos. A classe Scaphopoda foi representada pela espécie *Paradentalium disparile* (D’orbigny, 1853) com 4 exemplares.

Os índices ecológicos adotados neste estudo para demonstrar a diversidade da macrofauna bentônica da praia de Arpoeiras indicam que há diferenças na diversidade entre os meses de estudos. No início das obras (Ago. a Out. 17), a diversidade era maior quando comparada com os meses seguintes de amostragem. Observou-se que de Novembro/17 a Abril/18, os valores da diversidade começaram a declinar. Porém nos meses finais das obras (Maio a Set. 18), os valores da diversidade começaram a aumentar gradativamente, chegando a ultrapassar os valores observados nos meses iniciais de amostragem (Tabela 1).

Os valores de abundância de organismos ($F_{13,28} = 17.912$, $p < 0.000001$) e riqueza de espécies ($F_{13,28} = 9.1412$, $p < 0.000001$) apresentaram diferenças significativas na composição da macrofauna bentônica entre os meses de

estudo (Figura 3). Valores elevados de abundância e riqueza de organismos foram observados no início das obras (Ago. 17 a Jan. 18) quando comparados com os meses seguintes (Jan. a Jul. 18), quando os valores tenderam a declinar. No entanto, em Agosto e Setembro/18 (final da obra), os valores tiveram uma tendência de aumento gradativo na quantidade e na riqueza específica e consequentemente, na biodiversidade.

Tabela 1. Índices de diversidade da macrofauna bentônica encontrados durante o período de estudo (Ago. 17 a Set. 18), na praia de Arpoejas Acaraú, Ceará.

	Shannon	Simpson	Equabilidade
Ago/17	1,249	0,5634	0,3982
Set/17	0,9127	0,4591	0,3673
Out/17	1,392	0,6128	0,4912
Nov/17	0,8502	0,3908	0,3315
Dez/17	0,7462	0,357	0,3396
Jan/18	0,6965	0,3019	0,317
Fev/18	0,8204	0,4005	0,4216
Mar/18	0,7507	0,383	0,419
Abr/18	0,8756	0,4261	0,5441
Mai/18	1,022	0,533	0,5703
Jun/18	1,291	0,5559	0,5606
Jul/18	0,8125	0,3911	0,5048
Ago/18	1,304	0,5891	0,6702
Set/18	1,366	0,5564	0,5044

Através da Análise de Agrupamento entre as áreas de estudo foi possível observar a formação de três grupos com relação à estrutura da comunidade. A análise de agrupamento demonstrou uma baixa similaridade entre os meses de estudo (Figura 4). Os grupos foram formados a partir do grau de similaridade entre as comunidades faunísticas encontrados em cada mês. O Grupo 1 (Ago. Set. Out. Nov. Dez. 17 e Jan. 18) apresentou similaridade de 30% sendo formado principalmente por meses de amostragem no início da obra. O Grupo 2 (Mar. Fev. e Set. 18) obteve semelhança de 50%, abrangendo meses intermediários e o mês de último mês de amostragem, da obra de urbanização. No Grupo 3 (Abr. Maio. Jun. Jul. e Ago. 18), a análise de agrupamento apontou a maior taxa de similaridade 60%, constituído por meses intermediários e finais da obra de urbanização.

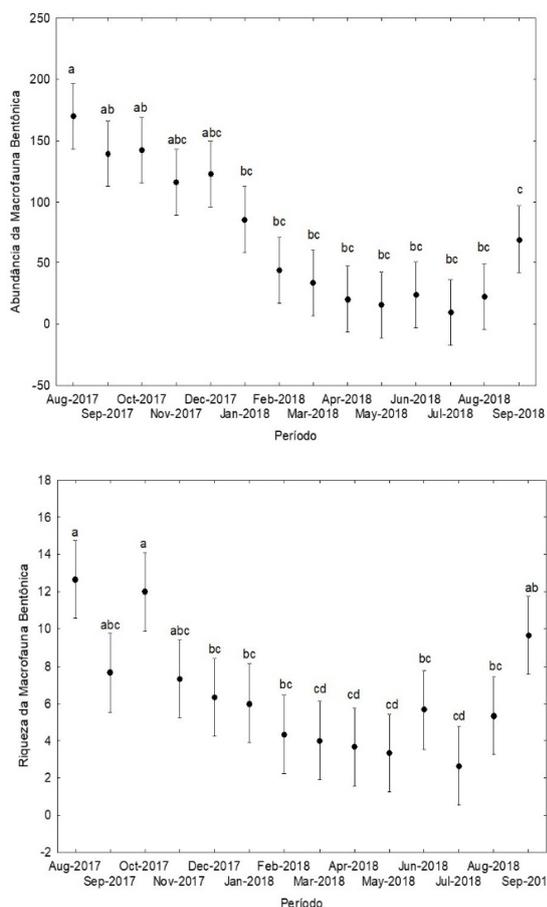


Figura 3. Média + desvio-padrão da abundância de organismos e riqueza de espécies, durante o período de estudo (Ago. 17 a Set. 18), na praia de Arpoejas Acaraú Ceará. Letras distintas indicam diferenças significativas de acordo com o teste de comparações múltiplas de Tukey.

3.3 Correlação da riqueza de espécies e abundância de organismos com sedimento e dados abióticos

A temperatura aferida durante o monitoramento apresentou valores médios de $30.67 \pm 3.05^\circ\text{C}$. Já a salinidade, variou de $41.55 \pm 5.73\%$. O teor de matéria orgânica apresentou valores médios de $3.96 \pm 1.16\%$. A análise de sedimento revelou que a praia de Arpoejas é composta por duas classes texturais sendo cascalho e areia. Entretanto, os resultados da Análise de Correlação não indicaram correlações fortes e significativas (coeficiente de correlação: $r \leq 0.3$) entre os fatores abióticos (temperatura, salinidade, tamanho do grão e teor de matéria orgânica) e bióticos avaliados (riqueza e abundância).

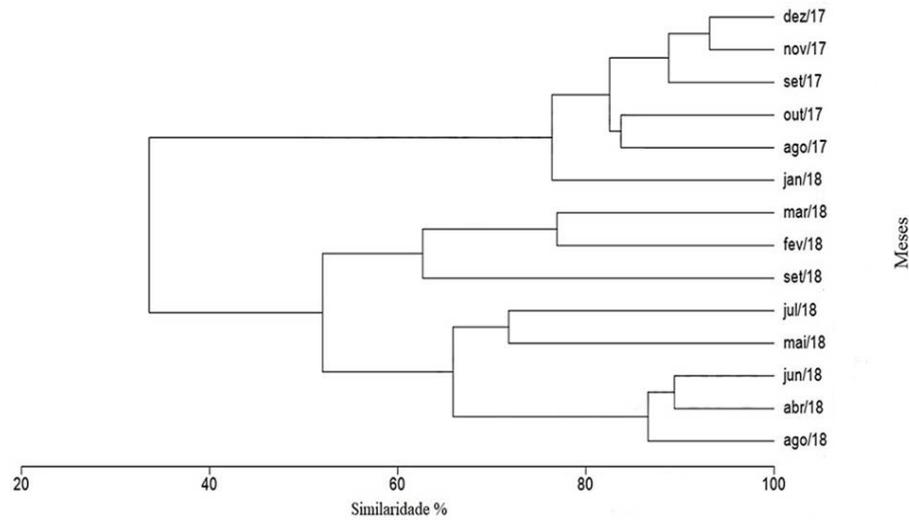


Figura 4. Dendrograma do período amostral (Ago. 17 a Set. 18), na praia de Arpoeiras Acaraú-CE, avaliado com análise de agrupamento (cluster com complete linkage) a partir do índice de similaridade de Bray-Curtis, considerando os valores de abundância dos organismos encontrados.

4. DISCUSSÃO

Os resultados mostraram que a praia de Arpoeiras sofreu modificações no perfil topográfico durante o período de estudo, possivelmente em resposta a modificação no fluxo de água e sedimento provocado pela construção civil da obra de urbanização na linha de preamar. Assim, no início da obra, a declividade era maior e foi observada uma maior diversidade de organismos, no entanto, nos meses seguintes a declividade da praia diminuiu e houve redução na diversidade dos organismos.

Resultado semelhante foi registrado por Viana (2008), estudando a estrutura de molhes, que são constituídos por dois quebra-mares que avançam em direção ao mar, na Praia do Cassino, e que provocaram características geomorfológicas distintas em relação ao restante da praia, como, por exemplo, o acúmulo de um sedimento mais fino junto ao molhe. Neves e Muehe (2008) classifica essa região da Praia do Cassino como impactada devido ao efeito que essa estrutura exerce sobre a Praia.

Esses resultados corroboram também com Matuella (2005), que estudando a macrofauna de praias estuarinas, no Paraná, demonstrou que aquelas com uma maior declividade apresentaram maior riqueza de espécies, do que as praias com maior declínio. Já Degraer *et al.* (2003) propôs que em

ambientes de praias arenosas a composição das espécies se modifica e a abundância ao longo da costa tende a diminuir com o aumento da declividade e tamanho do grão nas praias, assim como com a diminuição da amplitude de maré.

Entretanto, os resultados dos índices de diversidade da macrofauna também mostram um aumento ao final do período amostral, com valores superando o início da obra. Estudos indicam que a diversidade biológica pode aumentar após perturbações ou distúrbios no ambiente devido a ocupação dos nichos que foram deixados vagos por organismos que morreram ou emigraram durante o evento (Tanaka e Magalhães, 2002; Almeida *et al.*, 2008). Cabe ressaltar também que a diversidade pode ser maior em um dado ambiente quando os distúrbios que ali incidem são classificados como intermediários em uma escala de frequência e intensidade (Connell, 1978). Assim, é possível que o início da obra represente a estabilidade do habitat, contrastando com sua execução, quando observamos os valores mais baixos de diversidade da macrofauna, seguido de um posterior aumento, já ao final, representando um distúrbio intermediário, visto que o acesso de maquinário e pessoal é reduzido.

Os resultados também revelam que a composição da macrofauna bentônica da praia de Arpoeiras é constituída pelas Classes Bivalvia, Gastropoda e Scaphopoda, e que apresentaram

variações na distribuição ao longo do período estudado. De acordo com Viana *et al.* (2005), a macrofauna de praias arenosas inclui a grande maioria dos taxos de invertebrados, com destaque especial para moluscos, crustáceos e poliquetas. Os dados do presente estudo são semelhantes dos encontrados por Rodrigues *et al.* (2013), na região do rio Apodi/Mossoró, onde o Filo Mollusca teve maior dominância, devido a composição do sedimento arenoso, isso nos permite inferir que o Filo tem preferência por essa classe textural, com destaque para as espécies *Olivella minuta*, *Hastula cinereal*, *Donax striatus* e *Anomalocardia flexuosa*.

Com relação a riqueza e abundância, Pinotti *et al.* (2014) mostraram que praias urbanizadas do Rio de Janeiro possuem macrofauna com menor riqueza e abundância do que aquelas não urbanizadas. Viana *et al.* (2005) registrou a ausência do anfípoda *Bathyporeiapus sp.* em uma praia urbanizada, quando comparada a outra praia pouco frequentada no litoral oeste do Ceará, concluindo que praias com urbanização sofrem impacto e perdas na biodiversidade. Viana (2008) constatou que a ausência do poliqueta *Euzonus furciferus*, na praia do Cassino foi influenciada pelo impacto causado pela estrutura de molhes ao longo da costa, revelando que os fatores abióticos não foram responsáveis pela distribuição do organismo, mas apesar de serem considerados determinantes na distribuição dos bentos. Almeida (2005) observou no seu estudo em praias do Rio de Janeiro que a macrofauna bentônica de uma praia urbanizada que sofre com distúrbios antrópicos, como a urbanização, turismo, pisoteio, é relativamente baixa, e apresenta pouca similaridade, quando comparada com uma praia não urbanizada na mesma região. Assim, é possível que a baixa ocorrência de táxons e a dominância do Filo Mollusca na Praia de Arpoeiras seja reflexo do processo da obra de urbanização.

A ocorrência e a distribuição dos organismos da macrofauna bentônica também são frequentemente correlacionadas às características sedimentares, salinidade, teor de oxigênio e temperatura, que influenciam diretamente na riqueza e abundância das associações macro bentônicas (Byers e Grabowski, 2014). Apesar de Viana *et al.* (2005) revelarem que a temperatura é considerada determinante na distribuição dos organismos bentônicos da macrofauna na zona entremarés, esse fator não mostrou correlação significativa com a riqueza e abundância das espécies no presente estudo uma vez que não apresentou variações durante os meses de amostragem.

Segundo Veloso *et al.* (2003), o tamanho do grão está relacionado com características físicas que influenciam na

estrutura das comunidades. Para Lepka (2008), a macrofauna de praias arenosas apresenta maior abundância de organismos, quando possuem valores elevados de matéria orgânica. De acordo com Funo *et al.* (2015), o fator abiótico salinidade influencia fortemente o crescimento e a sobrevivência de espécies de moluscos durante distintas fases do seu ciclo de vida. Apesar disso, os resultados apresentados indicam que os fatores abióticos não foram determinantes na ocorrência dos organismos na praia de Arpoeiras indicando que fatores externos podem ser os principais responsáveis pela distribuição da macrofauna bentônica. Isso porque distúrbios ou alterações ambientais podem refletir por meio dos descritores de estrutura da comunidade, resultando em variações de densidade, riqueza e na composição de espécies sob curtos períodos e em pequenas escalas espaciais (Clarke e Warwick, 2001).

Assim, os resultados apresentados no presente estudo indicam que a obra interferiu na estrutura da comunidade faunística durante o período de amostragem, principalmente ocasionado por danos mecânicos através do uso de maquinários e danos físicos feitos pelo incremento de areia oriunda de outros ambientes, e cascalho de materiais de construção, isso pode ter causado inicialmente o sufocamento da fauna presente nesse ambiente. Esses resultados são corroborados pela análise de similaridade que mostrou a formação de grupos distintos com baixa similaridade durante o período do levantamento amostral.

Dados sobre estrutura, distribuição, densidade e avaliação espaço-temporal das comunidades bentônicas são importantes para o manejo de obras nas zonas costeiras. Assim, o presente estudo servirá de base para posteriores estudos que venham a ser realizados na região ou em praias que apresentem condições ambientais semelhantes, além servir como um catálogo das espécies que foram registradas, e subsídios para elaboração de medidas mitigadoras para conservação e manutenção desses ambientes. Sugere-se também um monitoramento a longo prazo na região.

5. CONCLUSÕES

A macrofauna bentônica da praia de Arpoeiras apresentou baixa ocorrência de táxons, sendo constituída somente pelo Filo Mollusca.

O perfil topográfico da praia de Arpoeiras foi alterado em resposta à modificação no fluxo de água e sedimento provocado pelas obras de construção civil na linha de preamar afetando a distribuição dos organismos entre os meses, pois à medida que a declividade do

perfil topográfico da praia aumentava à quantidade de organismos também aumentava. Ao final do período de construção civil, os valores de diversidade voltam a subir pela ocupação dos nichos vagos e heterogeneidade do habitat.

Os fatores abióticos, a matéria orgânica e as classes texturais não apresentaram relação com a presença dos organismos no local, levando a concluir que a obra de revitalização da praia de Arpoeiras foi o fator determinante que interferiu na diversidade dos organismos.

REFERÊNCIAS

- Almeida, L. R.; Guimaraens, M. A.; Luz, B. R. A.; Porto Neto, F. F. (2008) - Interação entre processos de colonização e sucessão ecológica de comunidades bioincrustantes na praia de piedade. *Tropical Oceanography*, v. 36, n. 1-2, p. 40-46.
- Aquino, M. C. (2013) - Percepções ambientais e suas implicações na erosão costeira: litoral da aponga e águas belas - Ceará- Br. *Cadernos Camilliani*, v. 14, n. 3, p. 354-369. ISSN: 1518-0395. Disponível online em <http://www.saocamillo.es.br/revista/index.php/cadernoscamilliani/issue/view/28>.
- Byers, J.; Grabowski, J. (2014) - Soft-sediment communities. *Marine Community Ecology*. 227-249. University of Georgia https://www.researchgate.net/publication/285797488_Soft-sediment_communities.
- Calliari, L. J. (2003) - Morfodinâmica praias: uma breve revisão. *Rev. bras. oceanogr.* Rio Grande do Sul. v.51. n.1, p.63-78. DOI: 10.1590/S1413-77392003000100007.
- Connell, J.H. (1978). Diversity in tropical rain forest and coral reefs. *Science*, v. 199, p. 1302-1310.
- Clarke, K. R., Warwick, R. M. (2001) - *Changes in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation*. Plymouth: PRIMER-E. University of New England. V. 2, n. 2, < Disponível online em https://www.researchgate.net/profile/Aimeric_Blaud/post/Why_do_I_obtain_different_results_for_MDS_and_PERMANOVA_in_PRIMER/attachment/59d634fbc49f478072ea31a9/AS:273659543916545@1442256927663/download/PRIMER-E.pdf.
- Chagas, P. F. (2000) - *Influência da Estrutura Portuária sobre os Processos Hidrodinâmicos na Região Costeira do Pecém*. Fortaleza. 68 f. Dissertação (Mestrado). Departamento de Engenharia Hidráulica e Ambiental da Universidade Federal do Ceará. Fortaleza. Não publicado.
- Degraer, S.; Volckaert, A.; Vincx, M. (2003) - Macrobenthic zonation patterns along a morphodynamical continuum of macrotidal, low tide bar/rip and ultra-dissipative sandy beaches. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Bélgica. v. 56, n. 3-4, p. 459-468 DOI: 10.1016/S0272-7714(02)00195-6.
- Emery K.O. 1961. A Simple Method of Measuring Beach Profiles. *Limnology and Oceanographic*, v. 6, p. 90-93.
- Farinaccio, A. (2005) - *Impactos na dinâmica costeira decorrentes de intervenções em praias arenosas e canais estuarinos de áreas densamente ocupadas em no litoral de São Paulo, uma aplicação do conhecimento a áreas não ocupadas*. 229p. Tese (Doutorado). Programa de Oceanografia Química e Geológica, Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, São Paulo. Não publicado.
- Farinaccio, A.; Tessler G., M. (2010) Avaliação de Impactos Ambientais no Meio Físico decorrentes de Obras de Engenharia Costeira-Uma Proposta Metodológica. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, E-ISSN: 1646-8872. São Paulo, Disponível online < http://www.aprh.pt/rgci/pdf/rgci-210_Farinaccio.pdf.
- Filet, M. et al. Gerenciamento costeiro e os estudos do Quaternário no Estado de São Paulo, Brasil. *Revista Pesquisas em Geociências*, São Paulo. v. 28. n.2, p. 475- 486. ISSN 1518-2398. Disponível online <https://seer.ufrgs.br/PesquisasemGeociencias/article/view/20321/pdf>.
- Rosa, L. C.; Borzone, C. A. (2008) - Uma abordagem morfodinâmica na caracterização física das praias estuarinas da Baía de Paranaguá, sul do Brasil. *Revista Brasileira de Geociências*. 38(2): 237-245. ISSN: 0375-7536. Disponível online em <http://papeo.igc.usp.br/index.php/rbg/issue/view/655>.
- Freitas, M.A.P. (2006) - *Zona Costeira e Meio Ambiente: Aspectos Jurídicos*. 2ª ed. Curitiba. Juruá. 232p. ISBN: 853620972-0.
- Fuceme, *Fundação cearense de meteorologia e recursos hídricos*, (2018) - Disponível online em: <http://www.funceme.br>.
- Funio, et al. (2015) - Influência da salinidade sobre a sobrevivência e crescimento de *Crassostrea gasar*. *Bol. Inst. Pesca*, São Paulo, v. 41. n. 4, p. 837 - 847. ISSN 1678-2305. Disponível online em <https://www.pesca.sp.gov.br/boletim/index.php/bip/article/view/1076>.
- Governo do Estado do Ceará. (2004) - *Avaliação ambiental estratégica - AAE do complexo industrial - portuário do pecém - CIPP e área de influência*. Fortaleza, Disponível online em <http://salasituacional.fortaleza.ce.gov.br:8081/acervo/documentById?id=8cd50490-040a-4f32-9f65-1388d35e88f6>.
- Kennedy, D. (2002) - Estuarine beach morphology in microtidal Middle Harbour, Sidney. *Australian Geographical Studies*, Nova Zelândia. v.2, n. 40, p. 231-240. DOI: 10.1111/1467-8470.00176.
- Lepka, D. L. (2008) - *Macrofauna de praias arenosas com diferentes graus de morfodinamismo no parque estadual da ilha do Cardoso, SP, Brasil*. 75 p. Dissertação (Mestre em Ciências Biológicas na área de Zoologia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. Não publicado.
- Lercari, D.; Defeo, O. (2003) - Variation of a sandy beach macrobenthic community along a human-induced environmental gradient. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*. Uruguai. v.58, n.5, p. 17-24. DOI: 10.1016/S0272-7714(03)00043-X.

- Martinelli Filho *et al.* (2014) - Host selection, host-use pattern and competition in *Dissodactylus crinitichelis* and *Clypeasterophilus stebbingi* (Brachyura: Pinnotheridae). *Symbiosis*. DOI: 10.1007/s11230-014-9505-4.
- Matthews-Cascon, H., Cruz Lotufo T. M. (2006). *Biota marinha da costa oeste do Ceará*. 24 ed. Brasília. Ministério do Meio Ambiente, 248p. Brasília. ISBN 85-7738-036-X.
- Matuella, B. A. (2005). *Comparação da macrofauna bentônica em duas praias estuarinas do complexo da baía de paranaguá, com e sem formação de planície de maré*. 98f. Monografia (Graduação em Ciências Biológicas) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. Não publicado.
- Nalesso, R.C. *et al.* (2005) - Soft-bottom macrobenthic communities of the Vitoria Bay Estuarine System, South-Eastern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, São Paulo. v.53, n.2, p. 23-38. ISSN 1679-8759. EISSN 1982-436X. Disponível online em: <http://www.revistas.usp.br/bjoce/article/view/38418/41263>.
- Neves C. F.; Muehe D. (2008) - Vulnerabilidade, impactos e adaptação a mudanças do clima: a zona costeira. *Parcerias estratégicas Brasília, Brasília*. v. 9, n. 27. ISSN: 2176-9729. Disponível online em http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/325/319.
- Neves, L. P *et al.* (2012) - Distribuição horizontal da macrofauna bentônica na praia do Cassino, extremo sul do Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre, v. 3. n. 102, p. 245-253. ISSN 1678-4766. Disponível online em <http://www.scielo.br/pdf/isz/v102n3/v102n3a01.pdf>.
- Peterson, C. H.; Bishop, M. J. (2005) - Assessing the Environmental Impacts of Beach Nourishment. *BioScience*, V. 55, N. 10, p. 887-896. DOI: 10.1641/0006-3568.
- Pinotti, R. M. *et al.* (2014) - A review on macrobenthic trophic relationships along subtropical sandy shores in southernmost Brazil. *Biota Neotropica*. Rio Grande. v. 14, n. 3. DOI: 10.1590/1676-06032014006914.
- Rebouças, L. O. S. *et al.* (2016) - Variação espaço-temporal da malacofauna de uma praia do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. *Acta of Fisheries and Aquatic Resources*, Sergipe. v. 5, n. 2, p. 25-32. ISSN 2357-8068. Disponível online em <https://docplayer.com.br/55944133-Variacao-espaco-temporal-da-malacofauna-de-uma-praia-do-rio-grande-do-norte-nordeste-do-brasil.html>.
- Rodrigues, A.M.L. *et al.* (2013) - Population structure of the bivalve *Anomalocardia brasiliana*, (Gmelin, 1791) in the semi-arid estuarine region of northeastern Brazil. *Brazilian Journal of Biology = Revista Brasileira de Biologia*, São Carlos. v. 73, n. 4. ISSN 1519-6984. Disponível online em http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1519-69842013000400819.
- Rohr, T. E.; Almeida, T.C.M. (2006) - Anelídeos poliquetas da plataforma continental externa ao largo do estado de santa catarina-brasil: situação de verão e inverno. *Braz. J. Aquat. Sci. Technol.* Itajaí. v.10, n.1, p. 41-50. DOI: 10.14210/bjast.v10n1.p41-50.
- Rosa-Filho, J. S. *et al.* Monitoramento de Longo Prazo da Macrofauna de Praias Arenosas. In: Alexander Turra e Márcia Regina Denadai. *Protocolos para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros- Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - ReBentos* 1.ed. São Paulo-SP: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo, Cap: 11, 2015. 134-146p. <http://books.scielo.org/id/x49kz/pdf/turra-9788598729251.pdf> acesso em: 20 set.2019.
- Santos, E. R.; Maia, R. C. (2017) - *Efeito do pisoteio antrópico sobre a macrofauna bentônica no parque nacional de Jericoacoara Ceará*. 22 f, Artigo apresentado na Pós-Graduação em meio ambiente e desenvolvimento regional. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia- Campus Acaraú. Acaraú. Não publicado.
- Suguio, K., *Introdução a sedimentologia*: Edgard Blucher, São Paulo, 1973.
- Tanaka, M. O.; Magalhães, C. A., Edge effects and succession dynamics in Brachidontes mussel beds. *Marine Ecology Progress Series*, v. 237, p. 151-158, 2002.
- Vasconcelos B. A. (2018) - *Polyplacophora (mollusca) nos recifes areníticos da boca da barra, itamaracá - pe, Brasil*. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Recife, BR-PE. Não publicado.
- 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. *Scientia Marina, Brazil*, v. 67, n. 4, p. 393-402. DOI: 10.3989/scimar.2003.67n4.
- Viana, M. G. (2008) - *Avaliação dos efeitos antrópicos sobre a distribuição do poliqueta Euzonus furciferus (Ehlers, 1897) na praia do Cassino - RS, Brasil*. 2008. 120 f. Dissertação de mestrado. (Programa de Pós-graduação em Oceanografia Biológica da Fundação Universidade Federal do Rio Grande). Não publicado.
- Viana, M. G.; Rocha-Barreira, C. A.; Hijo, C. A. G. (2005) - Macrofauna bentônica da faixa entremarés e zona de arrebentação da praia de Paracurú (Ceará - Brasil). *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, Curitiba, v.9. n.1, p. 75-82. DOI: 10.14210/bjast.2005v9n1.
- Vieira, J. V; Borzone, C. A; Lorenzi, L; Grecco, F. C. (2012). Human impact on the benthic macrofauna of two beach environments with different morphodynamic characteristics in southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 60, p. 137-150.

SUPPORTING INFORMATION I

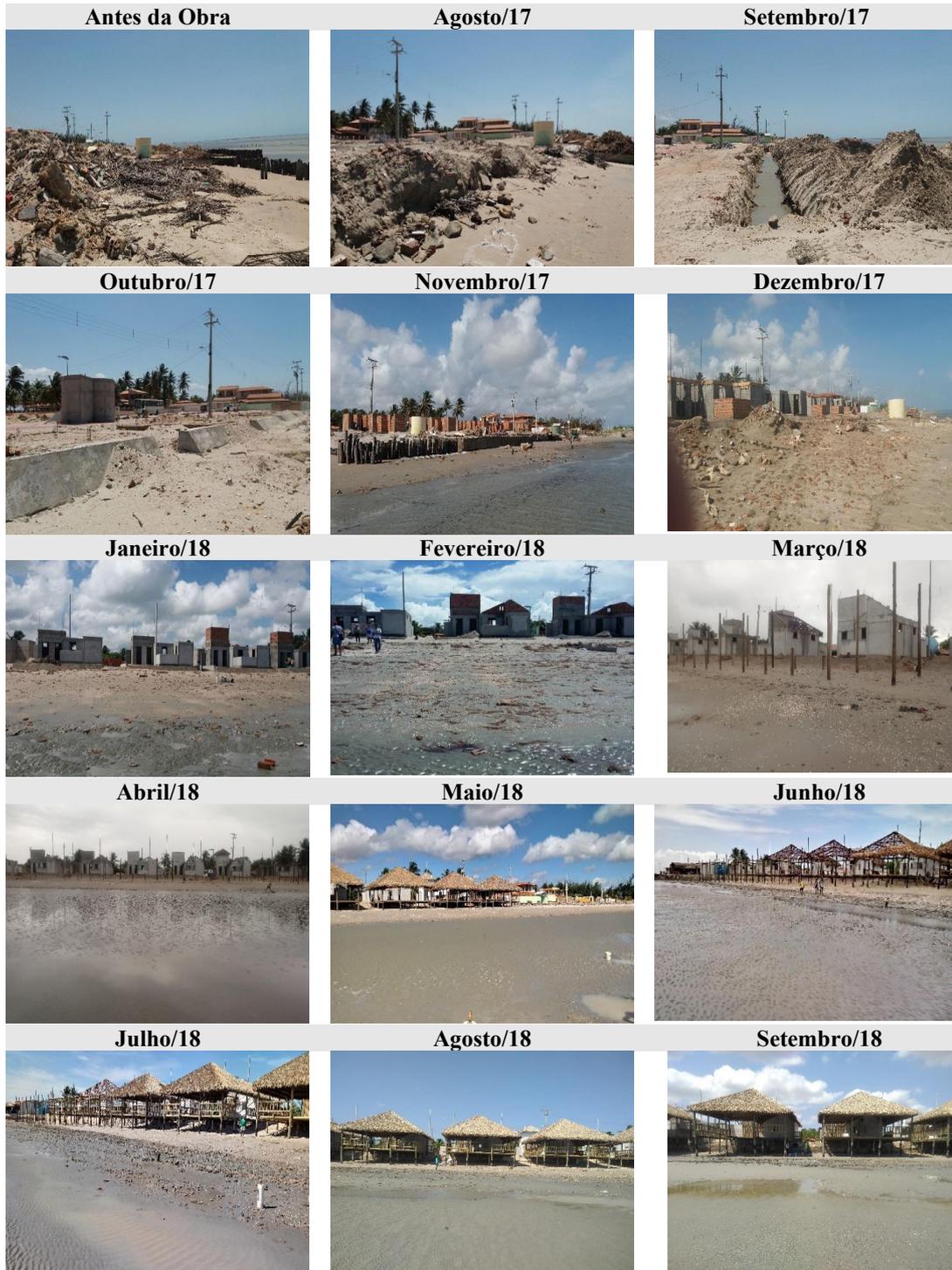


Figura 1 no SI-I – Fotos mensais da praia de Arpoejas durante as obras de urbanização da Secretaria de Turismo do Governo do Estado do Ceará.

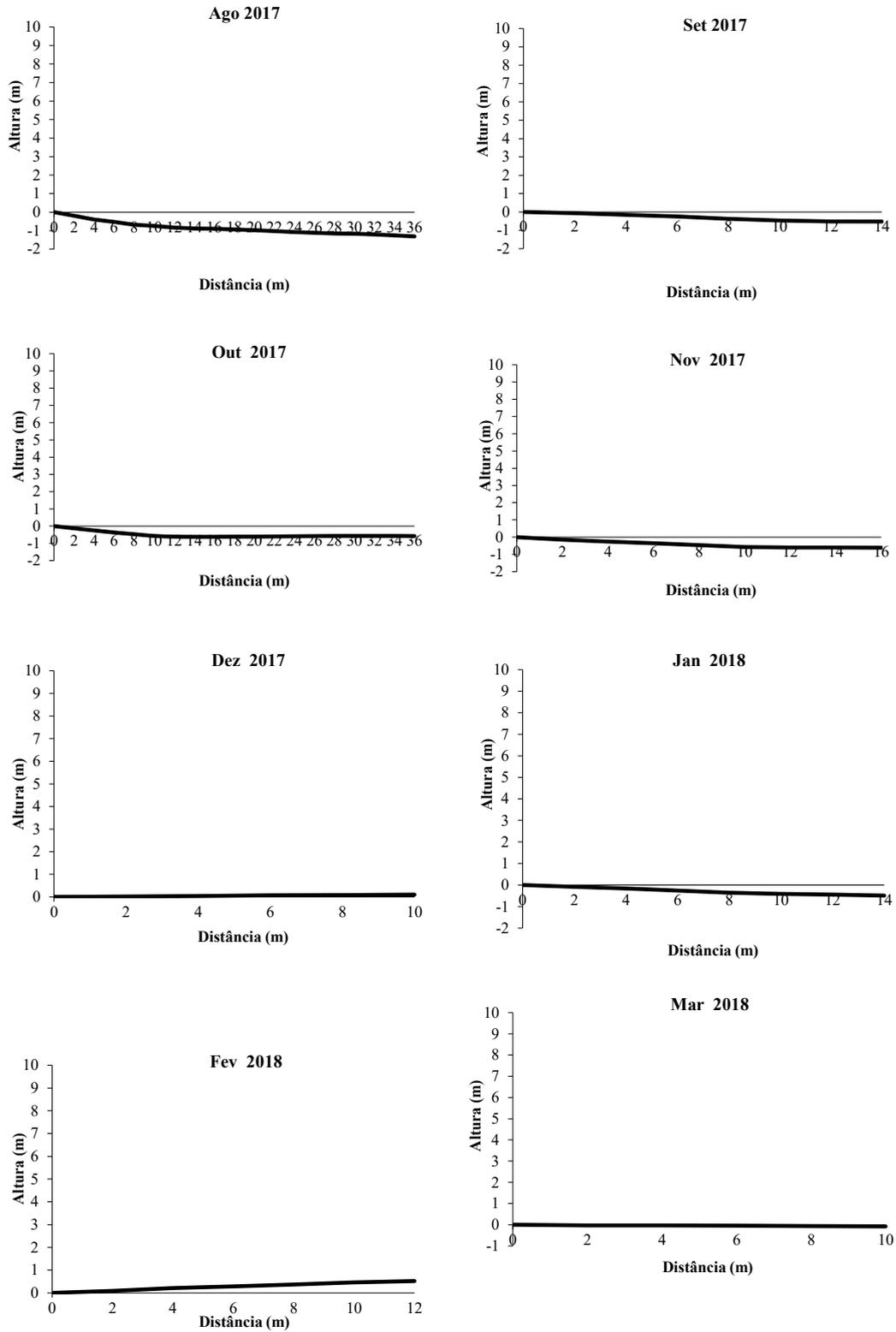


Figura 2 no SI-I – Perfil praial de Arpoeiros durante o período de estudo (agosto/2017 a setembro/2018).

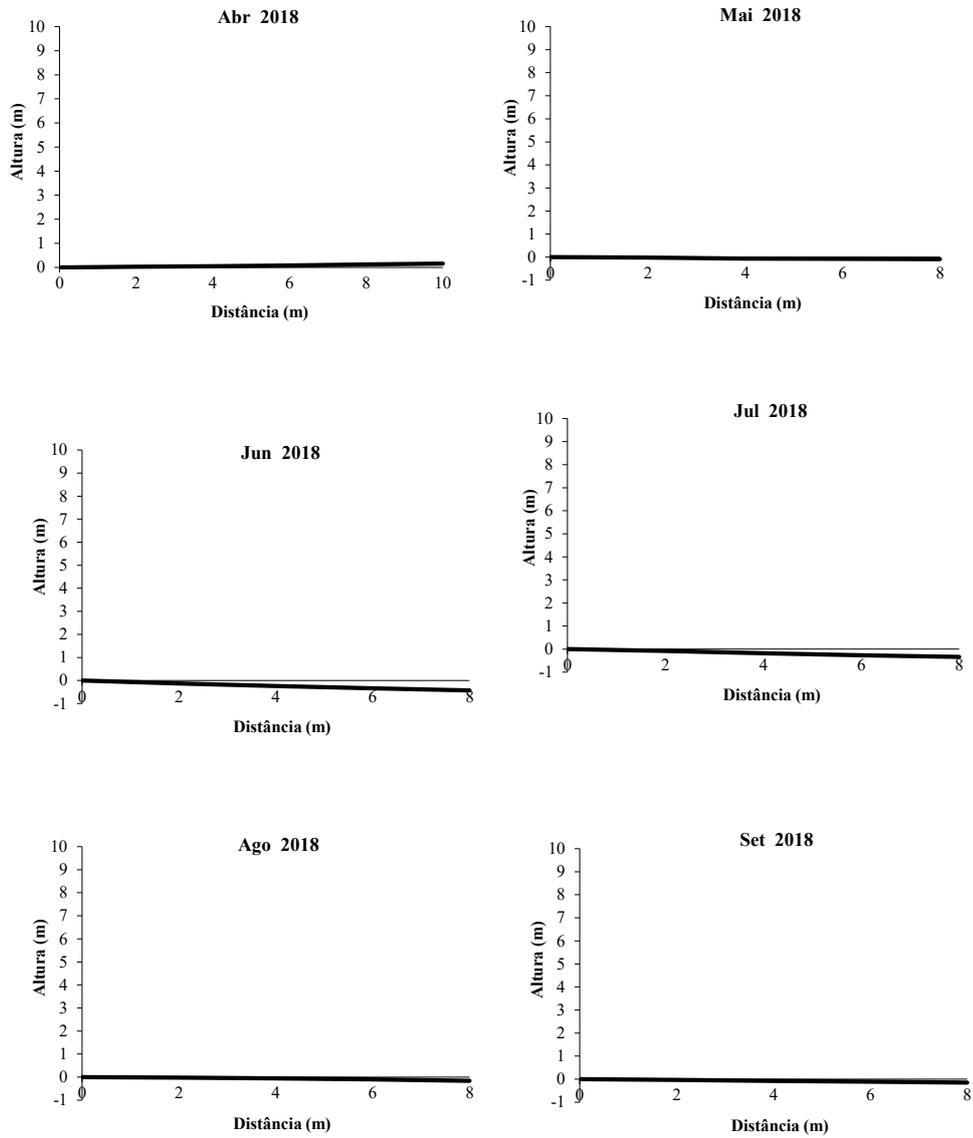


Figura 2 (continuação) no SI-I – Perfil praial de Arpoeiros durante o período de estudo (agosto/2017 a setembro/2018).

