

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO  
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS  
(BIODIVERSIDADE NEOTROPICAL)

Tatiane Fernández do Carmo

**ESTRUTURA POPULACIONAL DO CAVALO-MARINHO  
*HIPPOCAMPUS REIDI* EM DOIS ESTUÁRIOS DO ESTADO DO  
RIO DE JANEIRO**

Rio de Janeiro  
2019

Tatiane Fernández do Carmo

**ESTRUTURA POPULACIONAL DO CAVALO-MARINHO  
*HIPPOCAMPUS REIDI* EM DOIS ESTUÁRIOS DO RIO DE  
JANEIRO**

Dissertação submetida como requisito para  
obtenção do grau de Mestre em Ciências  
Biológicas, no Curso de Pós-Graduação  
em Ciências Biológicas, área de  
concentração: Biodiversidade Neotropical.

Orientador: Dr. Luciano Neves dos Santos

Coorientador(a): Dra. Natalie Villar Freret-Meurer

Rio de Janeiro

2019



Tatiane Fernández do Carmo

Estrutura populacional do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* em dois estuários do Rio de Janeiro

Dissertação submetida como requisito para obtenção do grau de Mestre em Ciências Biológicas, no Curso de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, área de concentração: Biodiversidade Neotropical, aprovada em 17 de Maio de 2019.

### **Banca Examinadora**

---

Prof. Dr. Luciano Neves dos Santos (Orientador)  
(Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro / UNIRIO)

---

Profa. Dra. Érica Maria Pellegrini Caramaschi  
(Universidade Federal do Rio de Janeiro / UFRJ)

---

Dra. Raquel de Almeida Ferrando Neves  
(Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro / UNIRIO)

Dedico este trabalho aos meus pais, os quais são minha maior inspiração, Solange e Juan.



Às minhas melhores amigas Amanda Vaccani e Nayara Okada que me seguraram esse tempo todo, tanto nos momentos bons quanto nos momentos ruins. Elas que me deram puxões de orelhas e conselhos, que me fizeram pensar um pouco mais em mim e criar opinião própria, o que foi bem difícil. Elas que me fizeram esquecer o mestrado nos momentos mais estressantes. Elas que foram uma parte primordial em minha saga nesses dois anos.

## Resumo

Cavalos-marinhos são representantes da família Syngnathidae os quais atuam como reguladores da fauna fital, além de serem importantes bioindicadores de qualidade de estrutura de ambiente. O cavalo-marinho-do-focinho-longo *Hippocampus reidi*, modelo de estudo deste trabalho, apesar de comumente encontrado em costões rochosos na costa brasileira, está inserido em diversas listas vermelhas internacionais e nacionais. Nesse sentido, torna-se extremamente importante compreender como fatores abióticos influenciam a estrutura e dinâmica populacional dessa espécie. Com isso, o presente estudo teve como objetivo verificar a variação sazonal da estrutura populacional do cavalo-marinho *H. reidi* em duas baías do litoral fluminense (baía de Guanabara e Sepetiba), avaliando a influência de variáveis abióticas, da disponibilidade e arquitetura de habitat sobre a densidade e estrutura da população de *H. reidi*. As amostragens foram realizadas mensalmente, entre fevereiro de 2018 e janeiro de 2019, onde quatro transecções fixas de 20 x 5 m foram avaliadas ao longo do costão rochoso, através de mergulhos livres. Ao longo dessas transecções, a densidade de *H. reidi* foi contabilizada, cada indivíduo foi mensurado, organismos menores que 56mm foram considerados juvenis, além da identificação do sexo e do estágio reprodutivo. Nesses mesmos locais foram registradas a profundidade, substrato de ocorrência, temperatura e salinidade. Para avaliação da cobertura bentônica desses costões, foram lançados três quadrats aleatórios, onde os organismos foram identificados a nível de espécie e grupos morfo-funcionais. A densidade média encontrada na praia da Urca foi de  $0,07 \pm 0,02$  e na ilha Duas Irmãs de  $0,06 \pm 0,03$  indivíduos.m<sup>-2</sup>. A razão sexual foi de 1:1 nas duas áreas, com machos, em geral, maiores do que as fêmeas, adultos predominantes em relação a juvenis. O período reprodutivo desses indivíduos foi durante o ano inteiro para ambas as áreas. O comportamento mais registrado foi o sedentário, no qual o indivíduo permanece em repouso associado ao substrato. Os substratos pelos quais os cavalos-marinhos tiveram preferência, de acordo com o Índice de IVLEV, foram galho, a alga *Codium* sp., tubo de Polychaeta, a ascídia *Styela plicata* e o cnidário *Carijoa riisei*, além de substratos arborescentes, filamentos e cilíndrico-cordados. As duas áreas se assemelham pelas arquiteturas encontradas nelas, porém diferem em relação às espécies, sugerindo que os cavalos-marinhos utilizariam critérios morfo-funcionais para seleção de habitat para ancoragem. Dessa forma, o presente estudo demonstra que as duas populações apresentam estruturas populacionais similares, sem variação entre períodos secos e chuvosos durante esses 12 meses, com densidades distintas, além dos indivíduos de *H. reidi* nessas duas baías costeiras serem, majoritariamente, sedentários, e seu padrão de ancoragem ao substrato bentônico se daria mais por um aspecto morfo-funcional do que de associação a uma espécie-específica.

**Palavras-chaves:** baía; fatores abióticos; habitats; *Hippocampus reidi*, população



## Abstract

Seahorses are representatives of the Syngnathidae family which act as regulators of phyto fauna, and are important bioindicators of environmental structure quality. The *Hippocampus reidi*, a model of the study of this work, although commonly found in rocky shores on the Brazilian coast, is included in several international and national red lists. In this sense, it is extremely important to understand how abiotic factors influence the structure and population dynamics of this species. Thus, the present study aimed to verify the seasonal variation of the *H. reidi* seahorse population structure in two coastal bays (Guanabara and Sepetiba Bay), comparing its, evaluating the influence of abiotic variables, availability and habitat architecture on the density and structure of the *H. reidi* population. Samplings were performed monthly between February 2018 and January 2019, where four 20 x 5 m fixed transects were evaluated along the rocky shore by free dives. Throughout these transections, the density of *H. reidi* was counted, each individual was measured, organisms smaller than 56mm were considered juveniles, besides the identification of the sex and the reproductive stage. In these same places were recorded the depth, substrate of occurrence, temperature and salinity. To evaluate the benthic cover of these coasts, three random quadrats were launched, where the organisms were identified at species level and morpho-functional groups. The average density found on Urca beach was  $0.07 \pm 0.02$  and on the island Duas Irmãs of  $0.06 \pm 0.03$  individuals.m<sup>-2</sup>. The sex ratio was 1: 1 on Urca beach and 3:2 on the Duas Irmãs, with males generally larger than females, predominant adults relative to juveniles. The reproductive period of these individuals was year round for both areas. The most registered behavior was the sedentary one, in which the individual remains at rest associated to the substrate. According to the IVLEV Index, the substrates were seaweed, *Codium* algae, Polychaeta tube, *Styela plicata* ascetic and *Carijoa riisei* cnidarian, as well as arborescent, filament and cylindrical substrates. The two areas are similar to the architecture found in them, but differ in relation to the species, suggesting that seahorses would use morpho-functional criteria for habitat selection for anchorage. Thus, the present study demonstrates that the two populations have similar population structures, with no variation between dry and rainy periods during these 12 months, with distinct densities, besides the individuals of *H. reidi* in these two coastal bays are mostly sedentary, and their anchorage to the benthic substrate would be more for a morpho-functional aspect than for association with a specific species.

Key words: abiotic factors; bays; habitats; *Hippocampus reidi*, population.

### Lista de Figuras

Figura 1: Localização geográfica das áreas de estudo com as demarcações dos locais onde as quatro transecções foram realizadas: a) praia da Urca; b) ilha Duas irmãs.....	8
Figura 2: (a) Densidade média (ind./m <sup>2</sup> ) dos cavalos-marinhos na praia da Urca de fevereiro de 2018 a janeiro de 2019 (b) Densidade média (ind./m <sup>2</sup> ) dos cavalos-marinhos na ilha Duas Irmãs de fevereiro de 2018 a janeiro de 2019.....	12
Figura 3: Análise de variância multivariada permutacional com os dados da densidade de cavalos-marinho (ind./m <sup>2</sup> ): período chuvoso x período seco x praia da Urca x ilha Duas Irmãs .....	12
Figura 4: (a) Percentual da razão sexual dos cavalos-marinho (Fêmeas x Machos) na praia da Urca; (b) Percentual da razão sexual dos cavalos-marinho (Fêmea x Machos) na ilha Duas Irmãs.....	13
Figura 5: (a) Percentual da proporção dos jovens e adultos na praia da Urca (b) Percentual da proporção dos jovens e adultos na ilha Duas Irmãs.....	14
Figura 6: (a) Número de indivíduos nas classes de comprimentos dos cavalos-marinhos em milímetros; (b) Relação entre comprimento (mm) e profundidade (cm) dos cavalos-marinhos na praia da Urca; (c) Número de indivíduos nas classes de comprimentos dos cavalos-marinhos em milímetros; (d) Relação entre comprimento (mm) e profundidade (cm) dos cavalos-marinhos da ilha Duas Irmãs.....	15
Figura 7: Análise de variância multivariada permutacional com os dados: período chuvoso x período seco x praia da Urca x ilha Duas Irmãs x Temperatura (°C) x Salinidade x Precipitação (milímetros).....	16
Figura 8: (a) Representação da análise de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) da composição de espécies do bentos dos costões analisados (b) Representação da análise de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) da arquitetura de habitat (grupos morfo-funcionais) codificados por área e período.....	18
Figura 9: Diagrama de ordenação da análise de correlação canônica com a matriz de dados de densidade média de cavalos-marinhos (ind./m <sup>2</sup> ), proporção de espécies de substratos bentônicos sobre a matriz de dados dos fatores abióticos (temperatura (°C), salinidade e precipitação (mm)).....	20

### Lista de Tabelas

Tabela 1: Índice de Eletividade IVLEV para espécies bentônicas e grupos morfofuncionais em que os cavalos-marinhos foram encontrados na praia da Urca. Em <b>negrito</b> os substratos que representam alta preferência (IEI > 0,6).....	16
Tabela 2: Índice de Eletividade IVLEV para espécies bentônicas e grupos morfofuncionais em que os cavalos-marinhos foram encontrados na ilha Duas Irmãs. Em <b>negrito</b> os substratos que representam alta preferência (IEI > 0,6).....	17
Tabela 3: Percentual de cobertura de espécies de substratos na praia da Urca e na ilha Duas Irmãs (- não ocorreu).....	38

## Sumário

<b>Resumo.....</b>	<b>5</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>6</b>
<b>Lista de Figuras.....</b>	<b>7</b>
<b>Lista de Tabelas .....</b>	<b>8</b>
<b>1. Introdução .....</b>	<b>10</b>
<b>2. Material e Métodos .....</b>	<b>10</b>
2.1 <i>Área de estudo .....</i>	<i>12</i>
2.2 <i>Coleta de dados .....</i>	<i>13</i>
2.3 <i>Análise dos dados .....</i>	<i>15</i>
<b>3. Resultados.....</b>	<b>16</b>
3.1 <i>Dados populacionais .....</i>	<i>16</i>
3.1.1 <i>Abundância e densidade.....</i>	<i>16</i>
3.1.2 <i>Razão sexual.....</i>	<i>17</i>
3.1.3 <i>Proporção entre jovens e adultos.....</i>	<i>18</i>
3.1.4 <i>Comprimento e Profundidade.....</i>	<i>19</i>
3.1.5 <i>Comportamento.....</i>	<i>20</i>
3.1.6 <i>Seletividade de habitat.....</i>	<i>20</i>
3.2 <i>Fatores abióticos .....</i>	<i>22</i>
3.3 <i>Cobertura bentônica.....</i>	<i>23</i>
<b>4. Discussão.....</b>	<b>26</b>
<b>5. Conclusão.....</b>	<b>29</b>
<b>6. Referências Bibliográficas.....</b>	<b>30</b>

## 1. Introdução

Os cavalos-marinhos são peixes recifais pertencentes à família Syngnathidae característicos de áreas costeiras que estão amplamente distribuídos em águas temperadas, tropicais e subtropicais (Lourie *et al.*, 1999), com atualmente 42 espécies descritas (Lourie *et al.*, 2016; Han *et al.*, 2017). Geralmente caracterizados por apresentarem distribuição em manchas e papéis sexuais invertidos, onde machos engravidam ao invés das fêmeas (Lourie *et al.*, 1999, Foster & Vincent, 2004), possuem hábitos crípticos e sedentários, permanecendo grande parte da vida adulta associada a substratos bentônicos (Lourie *et al.*, 1999; Freret-Meurer *et al.*, 2012). São frequentemente encontrados associados a costões rochosos na costa do Rio de Janeiro (Freret-Meurer, 2010), podendo ser explicado pela ampla gama de micro-habitats que se tornam disponíveis pelos padrões de colonização de organismos bentônicos (Rosa *et al.*, 2002; Rosa *et al.*, 2007; Freret-Meurer *et al.*, 2018a; Freret-Meurer *et al.*, 2018b). Esses micro-habitats são de extrema importância para sua sobrevivência, já que fornecem proteção contra possíveis predadores (Harasti *et al.*, 2014) e também provêm uma diversificada fonte de fauna fital para a alimentação dos cavalos-marinhos (Kendrick & Hyndes, 2005; Hellyer *et al.*, 2011). Além disso, outros fatores, tais como, variáveis físico-químicas da água e a profundidade, podem mediar o uso dos substratos bentônicos desses organismos (Ley *et al.*, 1999; Curtis & Vincent, 2005; Rosa *et al.*, 2007; Oliveira e Freret-Meurer 2012; Aylesworth *et al.*, 2015; Gristina *et al.*, 2015; Harasti, 2016).

O cavalo-marinho-do-focinho-longo *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 distribui-se do litoral do Amapá até Rio Grande do Sul (Rosa *et al.*, 2007; Silveira, 2011), sendo encontrado principalmente em áreas rasas e costeiras, com baixo hidrodinamismo, como estuários, recifes, manguezais e bancos de algas (Rosa *et al.*, 2007; Freitas & Velastin, 2010; Silveira, 2011; Freret-Meurer *et al.*, 2018a). Essa variedade de ambientes colonizados por *H. reidi* sugerem que essa espécie possui alta tolerância a flutuações em condições abióticas (Freret-Meurer, 2010; Aylesworth *et al.*, 2015). Apesar dos cavalos-marinhos dessa espécie *a priori* apresentarem essa plasticidade, as condições abióticas podem mediar a composição de espécies e, portanto, a arquitetura dos substratos bentônicos, com reflexos sobre a distribuição espacial e sazonal de algumas espécies de peixes (Beyst *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2004; Vasconcellos *et al.*, 2010), acarretando em mudanças da estrutura de tamanho e taxas de

sobrevivência (Pessanha *et al.*, 2003; Pessanha & Araújo, 2003; Martins *et al.*, 2015). As populações de *H. reidi* da costa brasileira, aparentemente, apresentaram uma redução populacional nos últimos 30 anos (Costa-Neto, 2000; Rosa *et al.*, 2005; 2007). Entretanto, estudos demonstraram que apesar de pouco abundantes, as populações são estruturalmente estáveis, com período reprodutivo durante o ano inteiro, com alguns picos marcados (Foster & Vincent, 2004; Freret-Meurer, 2010; Silveira *et al.*, 2016; Freret-Meurer *et al.*, 2018). O comprimento desses peixes pode variar entre populações, mas normalmente os machos são maiores que as fêmeas (Silveira, 2005; Rosa *et al.*, 2007; Freret-Meurer, 2010; Freret-Meurer *et al.*, 2018a; 2018b). No entanto, mesmo com essas informações, ainda pouco se sabe da influência dos habitats disponíveis para colonização sobre a estrutura populacional de *H. reidi*, fator que pode estar correlacionado com flutuações populacionais importantes de serem avaliadas para a manutenção desse importante bioindicador.

O cavalo-marinho-de-focinho-longo é classificado como quase ameaçado na Lista Vermelha da IUCN (IUCN, 2017) e como *vulnerável* pela Lista de Espécies Ameaçadas do Estado do Rio de Janeiro (MMA, 2018). Esse status de ameaça se dá, principalmente, por conta da captura desses organismos, sem controle pelos órgãos competentes, para a venda via comércio de aquarofilia ou como souvenir, além de serem considerados pela cultura caiçara um medicamento natural contra asma (Lourie *et al.*, 1999). Considerando o elevado interesse pela captura desse organismo e o pouco conhecimento sobre suas respostas a flutuações ambientais, torna-se extremamente importante avaliar-se continuamente o status dessas populações, de forma a possibilitar a previsão de efeitos deletérios que possam extirpar essas populações e visando a eventual recuperação dessas populações a um nível não ameaçado.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a estrutura da população do cavalo-marinho *H. reidi* na praia da Urca (baía de Guanabara) e na ilha Duas Irmãs (baía de Sepetiba) ao longo de 12 meses. Investigar a possível variação sazonal e padrões populacionais, bem como a influência de variáveis físicas e químicas da água (temperatura e salinidade) e da disponibilidade e arquitetura de habitat. O presente trabalho acredita que a estrutura populacional das duas populações de *H. reidi* seja semelhante entre si e não varie sazonalmente, entretanto, espera-se que mudanças na estrutura dos substratos bentônicos e das variáveis abióticas influenciem essas populações.

## 2. Material e Métodos

### 2.1 Área de estudo

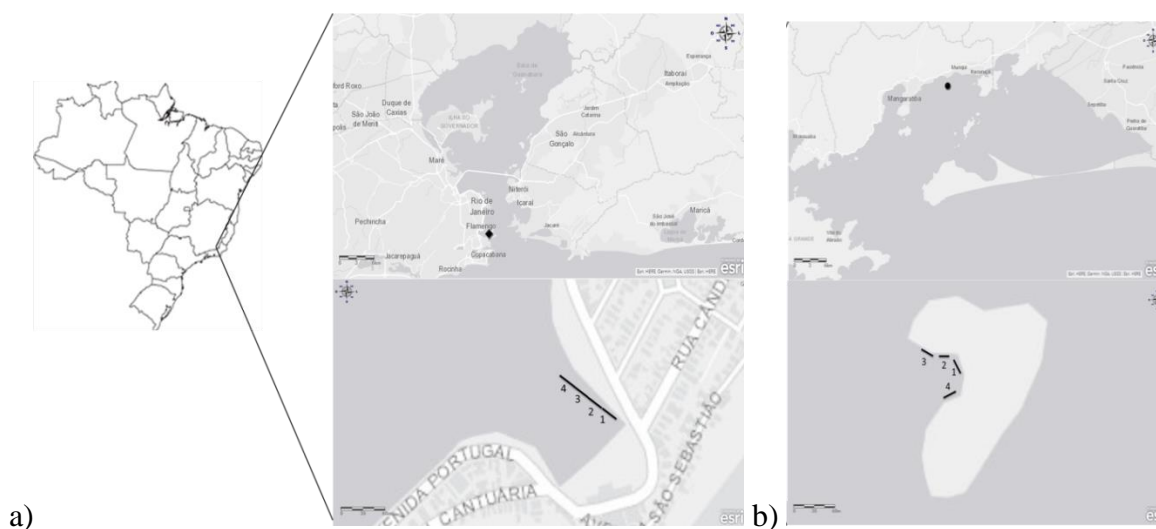
A baía de Guanabara é um estuário tropical (Valentin *et al.*, 1999) de origem tectônica (Amador, 1997; Egler *et al.*, 2003), localizada entre as latitudes 22°24' e 22°57' S e longitudes 042°33' e 043°19' W. Considerada uma das baías costeiras mais degradadas do Brasil (Kehrig *et al.*, 2003; Baptista Neto *et al.*, 2006) por estar localizada nas proximidades do segundo maior polo industrial do país, compreendendo mais de 7.000 indústrias poluidoras, que contribuem com 25% da poluição orgânica e mais de 90% da poluição por substâncias tóxicas e metais pesados (Kehrig *et al.*, 2003; Baptista-Neto *et al.*, 2006). A ocupação desordenada das margens, aliada à falta de saneamento básico, também são causas do elevado estágio de degradação atual da baía de Guanabara. A baía recebe o aporte de água doce de 55 rios, tendo em média uma descarga mensal de  $100 \pm 59 \text{ m}^3/\text{s}$  (Kjerfve *et al.*, 1997).

A baía de Sepetiba está localizada no litoral sudoeste do Estado do Rio de Janeiro, entre as coordenadas 043° 30'W/44° 10' W e 22° 50'S/23° 05' S, cobrindo uma área de aproximadamente 305 km<sup>2</sup> de espelho d'água (Roncarati & Carelli, 2012). Embora comparativamente menos degradada do que a baía de Guanabara, a baía de Sepetiba é um centro de desenvolvimento de atividades industriais, sofrendo impactos crescentes de atividades antrópicas. Ao contrário do que ocorre na baía de Guanabara, os aportes de rejeitos industriais são mais significativos que os aportes de resíduos domésticos na baía de Sepetiba (Amado-Filho *et al.*, 1999). Apesar disso, as duas baías ainda se destacam em riqueza de espécies se comparada com outras baías do sudeste do Brasil (Araújo *et al.*, 1998; Pessanha *et al.*, 2000).

Os dados foram coletados em duas áreas arenosas da costa fluminense: na praia da Urca, que se situa no lado oeste da baía de Guanabara, sob as coordenadas 22°56'33" S - 43°09'27" W e na ilha Duas Irmãs, que se situa na baía de Sepetiba sob as coordenadas 22° 56' 38" S, 43° 57' 46" W. A praia da Urca localiza-se próximo ao morro do Pão-de-Açúcar, sendo uma das praias externas banhada pelas águas da baía de Guanabara. Essa região recebe diversos aportes pluviais com elevada concentração de esgoto doméstico, caracterizando-se como uma área eutrofizada (Lima, 2006) e com elevada turbidez (Freret-Meurer, 2010). Possui areias frequentemente claras, baixo hidrodinamismo e água escura por causa da elevada quantidade de matéria orgânica e inorgânica em suspensão, sendo, muitas vezes, considerada imprópria para banho

(INEA, 2018). O costão rochoso é composto por rochas sobrepostas com uma ampla diversidade de organismos bentônicos.

Já a praia da Ilha Duas Irmãs localiza-se na baía de Sepetiba em uma ilha de propriedade privada, pertencendo à empresa mineradora Vale S.A. É uma área abrigada, também com baixo hidrodinamismo e como somente pode ser alcançada por meio de embarcação, sofre menos influência antropogênica. Mesmo assim é uma área que se localiza próxima a mineradoras, indústrias de outra natureza, e portos. Os costões rochosos desta praia apresentam elevada biodiversidade bentônica, principalmente algas (Amado-Filho *et al.*, 2003).



**Figura 1:** a) Mapa da praia da Urca localizada na baía de Guanabara – RJ com a localização das quatro transecções realizadas b) Mapa da ilha Duas irmãs localizada na baía de Sepetiba com a localização das quatro transecções realizadas.

## 2.2 Coleta de dados

O presente estudo foi conduzido com a permissão emitida pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) sob licença ambiental de número: 44409-3. A coleta de dados foi conduzida mensalmente através de mergulho em apneia de fevereiro de 2018 a janeiro de 2019. Mergulhos autônomos não foram necessários pela baixa profundidade ( $\pm 4\text{m}$ ) apresentada nas áreas estudadas. Durante os mergulhos foram demarcadas quatro transecções fixas de  $20 \times 4 \text{ m}$  ( $320 \text{ m}^2$ ) ao longo dos costões rochosos, metodologia adaptada do protocolo internacional descrito por Curtis *et al.* (2004). Os indivíduos encontrados foram capturados manualmente e sua espécie foi identificada de acordo com Figueiredo & Menezes (1980) e Lourie *et al.* (2004). Os indivíduos de cavalos-marinhos foram contabilizados no decorrer das transecções para



aferir a densidade (indivíduos/m<sup>2</sup>) e abundância (número de indivíduos). Além disso, o sexo dos cavalos-marinhos também foi determinado a partir da presença (macho) ou ausência (fêmea) de bolsa incubadora (Lourie *et al.*, 1999). Todos os indivíduos foram identificados e catalogados a partir da fotografia da coroa (Freret-Meurer *et al.*, 2013) e as imagens foram analisadas no software I3S Classic version 4.02 para verificar recaptura dos indivíduos ao longo dos meses de estudo. Com esses dados, aplicou-se um índice de constância de ocorrência (Dajoz, 1983) que permite aferir a constância dos indivíduos entre as coletas, através das categorias: raros (indivíduos presentes em menos de 25% das amostras), visitantes (indivíduos presentes entre 25 e 50% das amostras) e constantes (indivíduos presentes em mais de 50% da amostra). Além da identificação individual, o comprimento de cada animal foi mensurado dentro d'água durante o mergulho, a partir do topo da coroa até o final da cauda preênsil (Lourie, 2003). Os indivíduos menores de 60 mm foram considerados juvenis (Freret-Meurer *et al.*, 2018a). A profundidade de ocorrência foi registrada para aferir relação entre comprimento e essa variável como já foi visto em outros estudos e o substrato que o indivíduo foi encontrado também foi registrado.

Os registros dos comportamentos dos cavalos-marinhos foram obtidos a partir do método de 'scan' (Altmann, 1974), o qual o comportamento de cada indivíduo foi determinado no instante em que o mesmo foi encontrado (Curtis *et al.*, 2004) e classificados em *forrageamento*, *corte*, *natação* e *sedentário* (Freret-Meurer *et al.*, 2018). Para aferir picos de reprodução o estágio reprodutivo foi determinado de acordo com Lourie (2003), sendo os indivíduos nos estágios 0, 2 e 3, considerados reprodutivamente ativos.

Além dos atributos populacionais, durante os mergulhos, a temperatura, com auxílio de um termômetro de mercúrio, e salinidade, através de um refratômetro, foram aferidas em cada área. Os dados pluviométricos acumulados mensais levantados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) foram usados para categorizar as estações do ano em períodos chuvosos (outubro a março) e secos (abril a setembro).

O percentual de cobertura de espécies e arquitetura do bentos também foi avaliado para verificar a influência e eletividade dos micro-habitats como pontos de ancoragem para os cavalos-marinhos. Para isso, três *quadrats* aleatórios foram lançados (50 x 50 cm) durante os mergulhos e foi contabilizada a cobertura no momento do mergulho. Quando um substrato não foi identificado ao nível de espécie em campo, um fragmento do mesmo foi coletado para análise em laboratório e identificado de acordo com Joly

(1967), Winne (1988), Muricy & Hajdu (2006) e Solamon (2007). Substratos alóctones também foram identificados quando presentes nos quadrats. Além disso, as espécies bentônicas identificadas foram classificadas em relação à sua arquitetura, de acordo com Littler *et al.* (1983); Boury-Esnault & Rutzler (1997); Bell & Barns (2001) e Reyes-Bonilla (2004) em grupos morfo-funcionais. As classificações usadas nesse trabalho foram: filamentosos, calcária articulada, cilíndrico corticado, foliáceo, massivo, arborescente e incrustante. Os grupos encontrados de bivalves e equinodermos foram classificados de acordo com suas respectivas classes.

### 2.3 Análise dos dados

A abundância, a densidade, razão sexual operacional, proporção entre indivíduos adultos e jovens, comprimento e profundidade de ocorrência foram analisados a partir de estatística descritiva (média  $\pm$  desvio padrão).

Análises permutacionais de variância (PERMANOVA; Anderson, 2005) bifatoriais foram aplicadas para testar as diferenças entre praias (praia da Urca e ilha Duas Irmãs) e períodos (seco e chuvoso) da densidade, precipitação, temperatura e salinidade. Um modelo misto foi usado para lidar com a pseudo-replicação espacial (Anderson *et al.*, 2008), onde o período foi utilizado como fator fixo e ortogonal, e a período da amostragem como fator aleatório. A distância de Bray-Curtis foi utilizada na PERMANOVA com dados permutados 9999 vezes por análise.

Testes de qui-quadrado foram usados para verificar eventuais diferenças entre praias e períodos na proporção entre adultos e juvenis e razões sexuais. Enquanto a correlação de Spearman foi usada para verificar relação entre comprimento e profundidade de ocorrência dos cavalos-marinhos.

Foi avaliada a seletividade de habitat bentônico para ancoragem, através Índice de Eletividade de Ivlev, onde resultados superiores a 0,6 são classificados como preferência.

$$Ivlev = (Ri - Ni)/(Ri + Ni)$$

Ri=percentual de substrato usado pelo cavalo-marinho

Ni= proporção de substrato usado pelo cavalo-marinho

A riqueza de espécies e de grupos-morfo-funcionais da comunidade bentônica foi calculada a partir do Índice de Shannon (H'), através da fórmula:

$$H' = - \sum (p_i * \ln p_i)$$

$p_i$  = proporção da biomassa de uma dada espécie  
 $\ln$  =logaritmo neperiano.

e do Índice de riqueza de Margalef:

$$I = [(n - 1)]/\ln N$$

$n$ =número de espécies presente  
 $\ln$ =logaritmo neperiano  
 $N$ = número total de indivíduos encontrados

A relação desses índices com a densidade de cavalos-marinhos também foi avaliada através de correlações de Spearman. Além disso, foram empregadas análises de ordenação de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) sobre a matriz de dados de variáveis abióticas (temperatura e salinidade), frequência de ocorrência de espécies do substrato bentônico e da arquitetura de habitat com as amostras codificadas por praia e período.

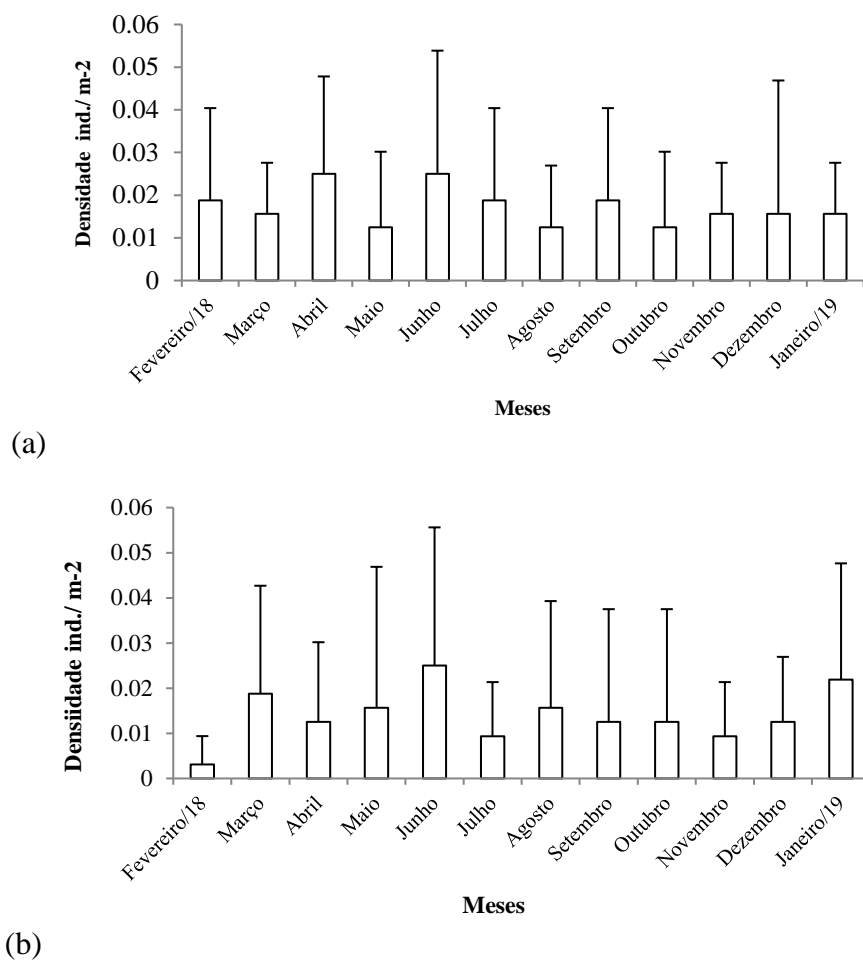
A análise de correspondência canônica (CCA) foi aplicada para avaliar a relação da densidade de cavalos-marinhos (transformada em  $\log_{10}$ ) com as variáveis abióticas (temperatura, salinidade e pluviosidade) e a cobertura bentônica. A significância dos eixos CCA foi avaliada através do teste de permutação de Monte-Carlo.

### 3. Resultados

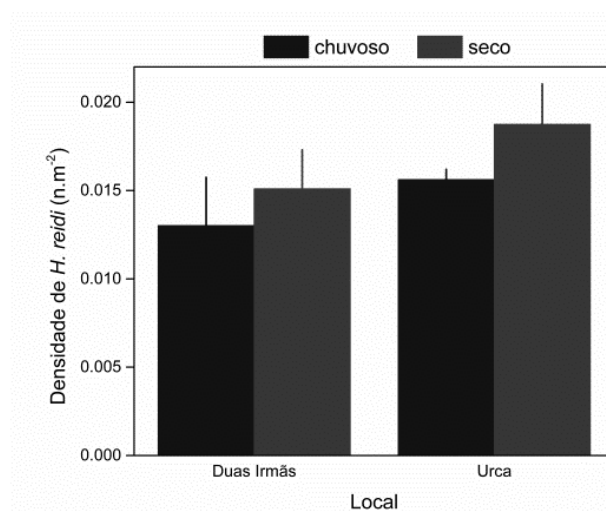
#### 3.1 Dados populacionais:

##### 3.1.1 Abundância e densidade

A abundância total de cavalos-marinhos observada na praia da Urca foi de 66 indivíduos e abundância média de  $6 \pm 1$  indivíduos. Enquanto na ilha Duas Irmãs foram observados 54 cavalos-marinhos da espécie *H. reidi*, sendo, em média, observados  $5 \pm 2$  indivíduos. A densidade total da Urca foi de 0,83 ind./ m<sup>2</sup> e média de  $0,07 \pm 0,02$  cavalos-marinhos/m<sup>2</sup> (Figura 2a). Já a densidade total na ilha Duas Irmãs foi de 0,7 ind./m<sup>2</sup> e, em média,  $0,06 \pm 0,03$  ind./m<sup>2</sup> foram observados (Figura 2b). A densidade de cavalos-marinhos foi diferente entre as praias amostradas (PERMANOVA;  $F= 3,51$ ;  $p = 0,050$ ), sendo as maiores densidades na praia da Urca (Figura 2b). Não houve diferença significativa entre o período chuvoso e seco ( $F= 0,141$ ;  $p = 0,869$ ;) e tampouco interação significativa entre as duas variáveis físicas e químicas da água (Figura 3).



**Figura 2:** (a) Densidade média (ind./m<sup>2</sup>) dos cavalos-marinhos na praia da Urca de fevereiro de 2018 a janeiro de 2019 (b) Densidade média (ind./m<sup>2</sup>) dos cavalos-marinhos na ilha Duas Irmãs de fevereiro de 2018 a janeiro de 2019

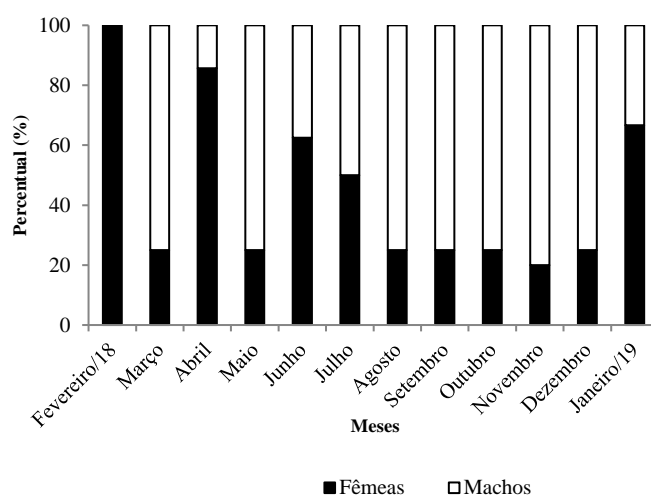


**Figura 3:** Análise de variância multivariada permutacional com os dados da densidade de cavalos-marinho (ind./m<sup>2</sup>): período chuvoso x período seco x praia da Urca x ilha Duas Irmãs.

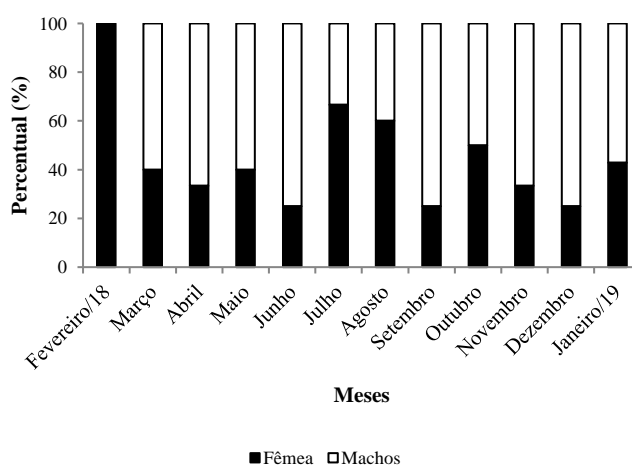
### 3.1.2 Razão sexual

Na praia da Urca foram encontrados 30 machos e 29 fêmeas, razão sexual operacional de 1:1 (Figura 4a) e a proporção total de jovens e adultos foi de 7:59 (Figura 3b). No período seco houve maior presença de fêmeas do que machos 4:7 e no período chuvoso houve maior presença de machos 7:6. No entanto, não houve diferenças entre período seco e chuvoso da razão sexual ( $X^2=0,5$ ;  $p=0,5$ )

Na ilha Duas Irmãs foram encontrados 21 fêmeas e 31 machos, havendo razão sexual operacional de 3:2 (Figura 4b) A proporção de machos em relação às fêmeas foi maior tanto no período seco quanto no período chuvoso (período seco: 17:11 e período chuvoso: 14:9). No entanto, não houve variação significativa entre período seco e chuvoso da razão sexual ( $X^2=0,08$ ;  $p=0,8$ ;) )



(a)



(b)

**Figura 4:** (a) Percentual da razão sexual dos cavalos-marinho (Fêmea x Machos) na praia da

Urca; (b) Percentual da razão sexual dos cavalos-marinho (Fêmea x Machos) na ilha Duas Irmãs.

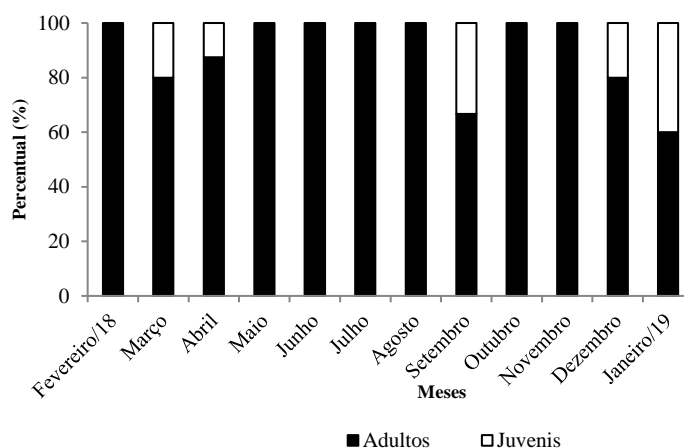
Na praia da Urca os machos foram mais recapturados que as fêmeas, com percentual de 71% e 29%, respectivamente. Mesmo com essas recapturas conforme a classificação já mencionada a população apresentou 98% dos indivíduos sendo raros e 2% visitantes.

Na ilha Duas Irmãs 60% dos machos foram recapturas e 33% das fêmeas. Mesmo com esses percentuais de recapturas, de acordo com a classificação de Dajoz, 84% dos cavalos-marinhos foram raros e 16% visitantes.

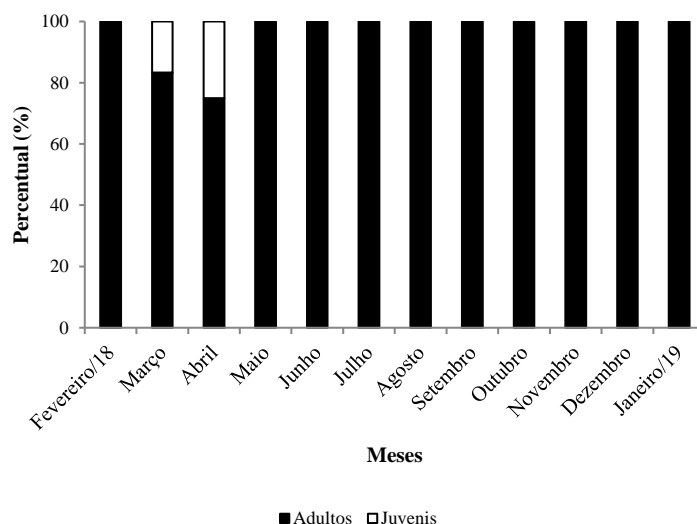
### 3.1.3 Proporção entre jovens e adultos

Os juvenis foram encontrados tanto no período seco quanto no período chuvoso, 4 e 3 indivíduos respectivamente, enquanto os adultos foram avistados durante todo o período amostral (Figura 5a). Não houve diferença da variação dos juvenis e adultos entre períodos seco e chuvosos ( $X^2= 2,9$ ;  $p= 0,09$ );).

Na ilha Duas Irmãs a proporção entre jovens e adultos foi de 2:52 (Figura 5b). Juvenis foram encontrados nos dois períodos do ano, com apenas um indivíduo, enquanto os adultos foram avistados durante todo o ano. Não foi encontrado variação significativa entre os períodos do ano para a proporção entre jovens e adultos ( $X^2=0,2$ ;  $p=0,6$ );).



(a)



(b)

**Figura 5:** (a) Percentual da proporção dos jovens e adultos na praia da Urca (b) Percentual da proporção dos jovens e adultos na ilha Duas Irmãs.

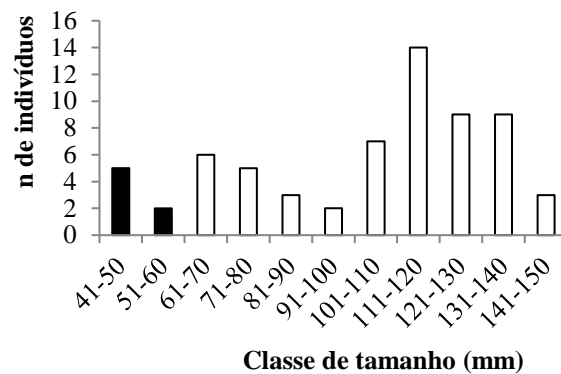
#### 3.1.4 Comprimento e profundidade de ocorrência

Os indivíduos da praia da Urca mostraram variação no comprimento e foram encontrados em áreas rasas. A população apresentou comprimento médio de  $102,60 \pm 30,70$  mm com maior número de indivíduos entre os comprimentos 111-120mm (Figura 6a). Os machos apresentaram uma média de tamanho de  $121,8 \pm 16,2$  mm e as fêmeas  $95,6 \pm 24,7$  mm, mostrando que os machos foram maiores que as fêmeas. Já os juvenis apresentaram em média  $49,3 \pm 3,54$  mm. A profundidade média em que os cavalos-marinhos foram encontrados foi de  $1 \pm 0,31$ m. As fêmeas foram encontradas em profundidades semelhantes aos machos, sendo de  $1,02 \pm 0,29$  m e  $1 \pm 0,30$  m, respectivamente. Já os juvenis foram encontrados em águas mais rasas  $0,85 \pm 0,42$  m. Não houve correlação entre o comprimento e profundidade dos indivíduos ( $r = -0,03$  e  $p = 0,780$ ) (Figura 6b).

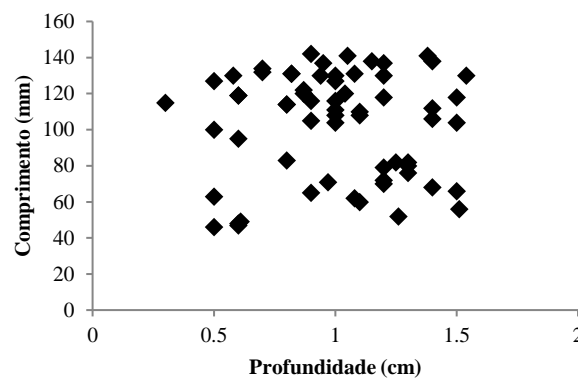
Os indivíduos da ilha Duas Irmãs apresentaram comprimento médio de  $90 \pm 17,84$  mm, com maior abundância de cavalos-marinhos na classe de comprimento entre 91-100mm (Figura 6c). Os machos apresentaram comprimentos médios superiores às fêmeas com  $93,9 \pm 14,6$  mm, e  $88,4 \pm 17,3$  mm, respectivamente. Já os juvenis apresentaram em média  $46 \pm 8,5$  mm. A profundidade média em que os cavalos-marinhos foram encontrados foi de  $1,09 \pm 0,45$  m. As fêmeas ocorreram em profundidade semelhante aos machos,  $1,11 \pm 0,43$  m e  $1,09 \pm 0,47$  m, respectivamente. Tal como os juvenis, que foram encontrados em profundidades de  $1,1 \pm 0,7$  m. Não

houve correlação entre comprimento dos cavalos-marinhos e profundidade de ocorrência dos mesmos ( $p=0,12$  e  $r= 0,22$ ) (Figura 6d).

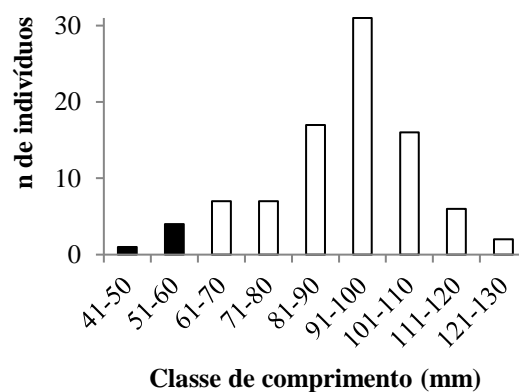
A distribuição das classes e comprimento indica que a praia da Urca apresenta uma população crescente, com abundância de classes de comprimento menores (Figura 6a). Já na ilha Duas Irmãs, a distribuição normal das classes de comprimento indicam uma população estável (Figura 6c).



(a)

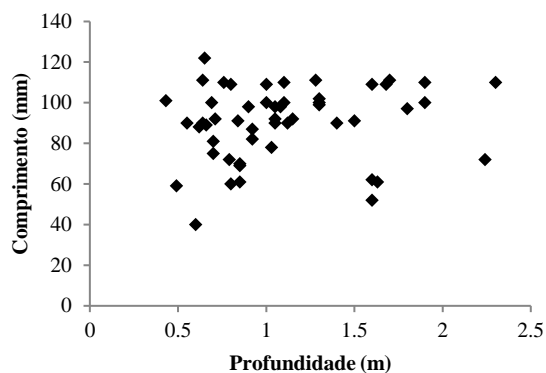


(b)



(c)





(d)

**Figura 6 :** (a) Número de indivíduos nas classes de comprimentos dos cavalos-marinhos em milímetros ■ (jovens) e □ (adultos); (b) Relação entre comprimento (mm) e profundidade (cm) dos cavalos-marinhos na praia da Urca; (c) Número de indivíduos nas classes de comprimentos dos cavalos-marinhos em milímetros ■ (jovens) e □ (adultos); (d) Relação entre comprimento (mm) e profundidade (cm) dos cavalos-marinhos da ilha Duas Irmãs

### 3.1.5 Comportamento

Os cavalos-marinhos da praia da Urca apresentaram ao longo de todo o período maior percentual de comportamento sedentário com 90,6%, seguido por corte com 4,7%, natação com 3,12% e forrageamento com 1,7%. Os adultos foram encontrados reprodutivamente ativos durante o ano inteiro, no período chuvoso o percentual de indivíduos ativos e inativos foi de 39% e 5%, respectivamente, e no período seco 39% e 17%, respectivamente

Na ilha Duas Irmãs os cavalos-marinhos apresentaram o maior percentual de comportamento sedentário com 90,7%, seguido por corte com 3,7%, natação com 3,7% e forrageamento com 1,8%. Os indivíduos foram encontrados reprodutivamente ativos durante o ano inteiro, no período chuvoso foram encontrados indivíduos ativos e inativos com percentual de 33% e 11%, respectivamente e no período seco com 24% e 31% respectivamente.

### 3.1.6 Seletividade de habitat

Os cavalos-marinhos na praia da Urca tiveram maior frequência de ocorrência em algas (35%) e em substratos com morfo-estrutura arborescentes (39,5%). No entanto quando calculado o índice de eletividade (IVLEV) os cavalos-marinho mostraram preferência para substratos alóctones (tubo PVC, fragmentos de embarcações, cordas, madeiras, galhos e sacos plásticos), a ascídia *Styela plicata*, macroalga *Codium* sp. e tubo de Polychaeta (Tabela 1). Já para a classificação de morfo-estrutura de habitat, o

índice de IVLEV apontou uma preferência por substratos arborescentes e cilíndrico-cordado.

**Tabela 1:** Índice de Eletividade IVLEV para espécies bentônicas e grupos morfo-funcionais em que os cavalos-marinhos foram encontrados na praia da Urca. Em negrito os substratos que representam alta preferência (IEI>0,6).

Substrato	IVLEV	Grupos morfo-funcionais	IVLEV
alga turf	-0,32	<b>Arborescente</b>	<b>0,72</b>
<i>Botrylloides nigrum</i>	-0,19	<b>Cilíndrico-cordado</b>	<b>0,95</b>
<i>Clavelina oblonga</i>	0,26	Filamentoso	-0,22
<b><i>Codium</i> sp.</b>	<b>0,95</b>	Incrustante	-0,22
<b>Substrato alóctone</b>	<b>0,98</b>	Massivo	0,03
<i>Hymeniacion heliophila</i>	-0,04		
<b>Tubo de Polychaeta</b>	<b>0,93</b>		
<i>Mycale</i> sp.	-0,48		
Rocha	0,27		
<i>Spyridia</i> sp.	0,50		
<b><i>Styela plicata</i></b>	<b>0,92</b>		

Os indivíduos da ilha Duas Irmãs mostraram maior frequência de ocorrência em algas (52%) e para o grupo-morfofuncional arborescente (49%). No entanto o cálculo de eletividade de IVLeV resultou na preferência pelo cnidário *Carijoa riisei* e ocorreram ocasionalmente em outras espécies de substratos (Tabela 2). Já para os grupos-morfo-funcionais a preferência dos cavalos-marinhos foi para substratos com arquitetura arborescente e ocasionais para os outros grupos-morfofuncionais.

**Tabela 2:** Índice de Eletividade IVLEV para espécies bentônicas e grupos morfo-funcionais em que os cavalos-marinhos foram encontrados na ilha Duas Irmãs. Em negrito os substratos que representam alta preferência (IEI > 0,6).

Substrato	IVLEV	Grupo-morfofuncional	IVLEV
<i>Acanthophora</i> sp.	0,23	Filamentoso	-0,03
alga turf	-0,06	Calcária-articulada	-0,20
<i>Hypnea</i> sp.	-0,05	Incrustante	-0,62
Calcária articulada	-0,52	<b>Arborescente</b>	<b>0,98</b>
<b><i>Carijoa riisei</i></b>	<b>1</b>	Cilíndrico-cordado	-0,58
<i>Plocamium</i> sp.	-0,53		
<i>Spyridia</i> sp.	-0,08		

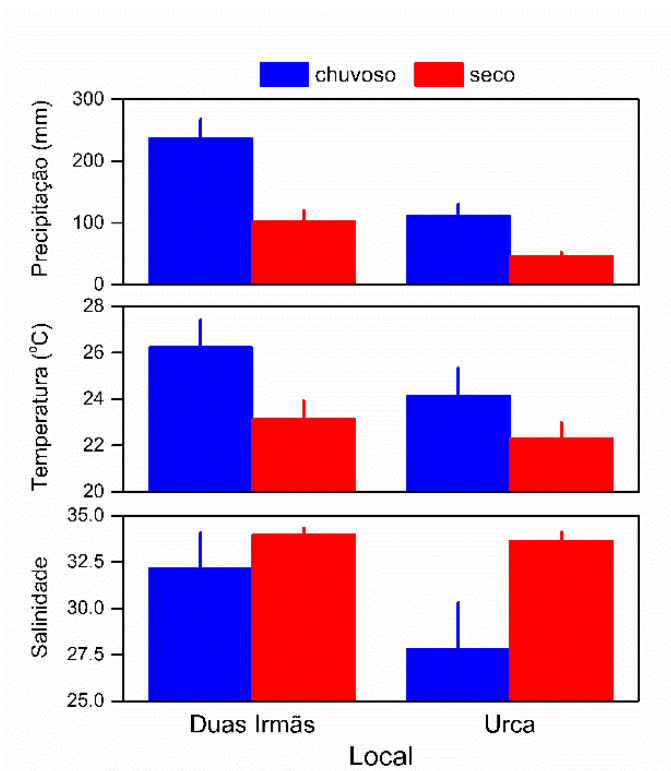
### 3.2 Fatores abióticos

A temperatura diferiu apenas entre os períodos secos e chuvosos ( $F = 4,134$ ;  $p =$

0,027; Figura 7), não havendo diferenças significativas entre praias ( $F = 1,468$ ;  $p = 0,275$ ) ou interação entre praia e período ( $F = 1,164$ ;  $p = 0,332$ ). A média de temperatura no período chuvoso foi de  $25,20^{\circ}\text{C} \pm 3,18^{\circ}\text{C}$  e no período seco de  $22,75^{\circ}\text{C} \pm 1,86^{\circ}\text{C}$ . A temperatura da praia da Urca mais elevada registrada ao longo das amostragens foi de  $29^{\circ}\text{C}$  e a mais baixa foi detectada em agosto ( $20^{\circ}\text{C}$ ). Na ilha das Duas Irmãs a temperatura variou entre  $31^{\circ}\text{C}$  (janeiro) e  $21^{\circ}\text{C}$  (agosto e setembro).

A salinidade foi diferente entre períodos ( $F = 5,067$ ;  $p = 0,038$ ), porém sem diferenças entre praias ( $F = 1,892$ ;  $p = 0,179$ ) ou interação ( $F = 0,286$ ;  $p = 0,591$ ). No período chuvoso a salinidade média foi de  $30 \pm 6,1$  e no período seco  $34 \pm 1,03$ . O valor mais baixo na praia da Urca ocorreu no mês de outubro (16), e valores próximos a 35 em diversos meses ao longo do trabalho. Já na ilha Duas Irmãs houve queda brusca da salinidade em novembro (22) e com os maiores valores, próximos a 35, encontrados em diversos meses ao longo do trabalho.

A precipitação, por sua vez, foi diferente entre praias ( $F = 18,236$ ;  $p = 0,0004$ ) e entre períodos ( $F = 24,1049$ ;  $p = 0,0001$ ), porém sem interação significativa entre esses dois fatores ( $F = 0,558$ ;  $p = 0,476$ ). Na praia da Urca a média total de precipitação foi de  $0,11 \pm 0,91$  mm, no período chuvoso foi de  $0,15 \pm 1,18$  mm e no período seco  $0,06 \pm 0,53$  mm. Já na ilha Duas Irmãs a média total foi de  $0,23 \pm 1,46$  mm, no período chuvoso foi de  $0,32 \pm 1,74$  mm e no período seco  $0,14 \pm 1,11$  mm.



**Figura 7:** Análise de variância multivariada permutacional com os dados: período chuvoso x período seco x praia da Urca x ilha Duas Irmãs x Temperatura (°C) x Salinidade x Precipitação (milímetros).

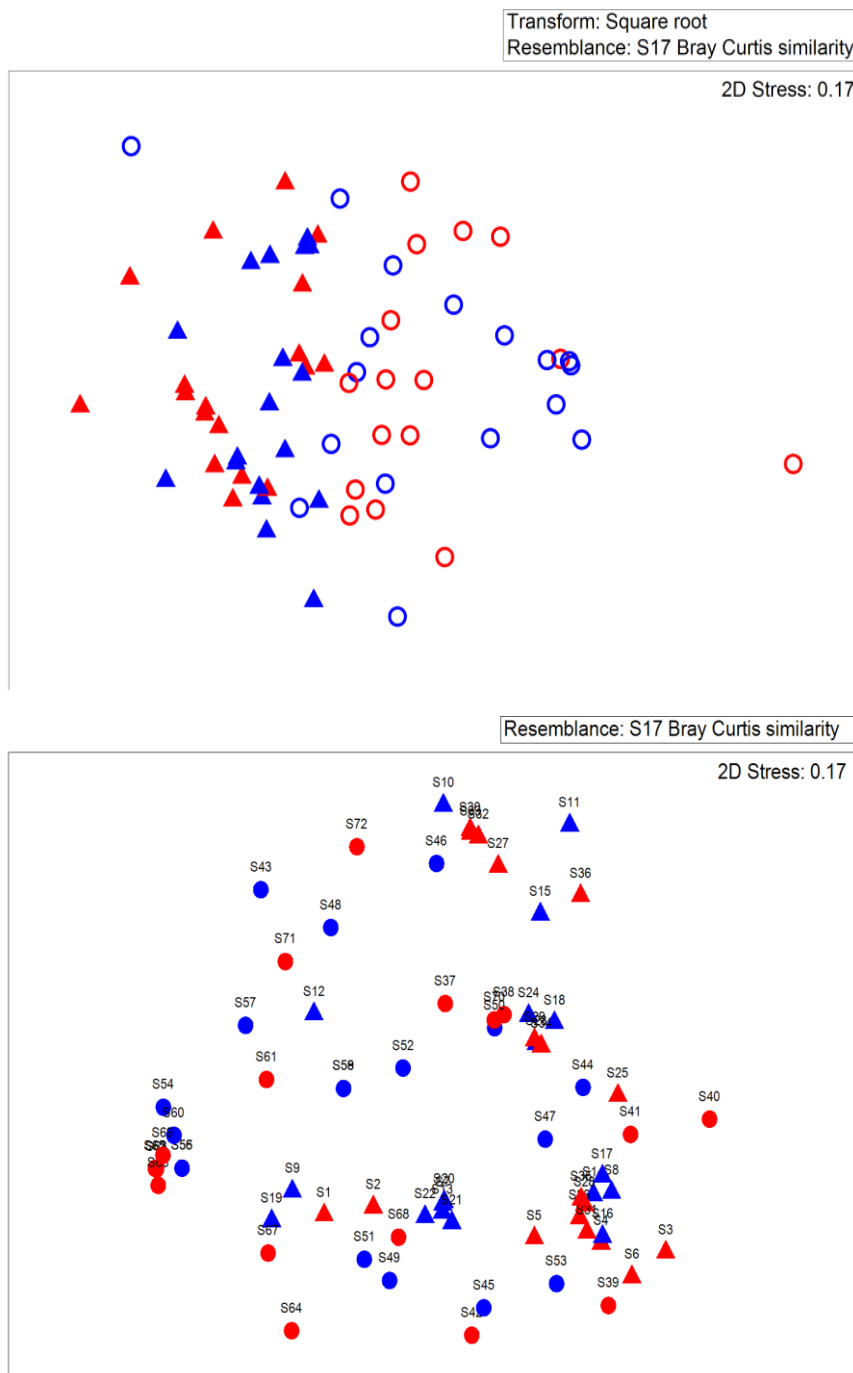
### 3.3 Cobertura bentônica e arquitetura de habitat

A praia da Urca apresentou uma riqueza de 25 espécies e 9 grupos-morfofuncionais ao longo do trabalho. Os substratos com maiores proporções foram alga turf, *Amphiroa* sp., areia, esponja *Hymeniacidon heliophila* e *Monanchora arbuscula*, dentre outros substratos (Anexo 1 - Tabela 3). Já para os grupos-morfofuncionais os grupos com maiores proporções foram os filamentosos, calcária-articulada, massivo e incrustante, no entanto outros grupos também foram encontrados na área em menor proporção. O índice de diversidade de Shannon na praia da Urca apresentou uma diversidade de espécies de 2,21 e diversidade de 1,67 para os grupos morfofuncionais. Já o índice de Margalef apresentou 2,9 de diversidade de espécies e para a diversidade de grupos-morfofuncionais o valor foi de 1,0. Mesmo havendo essa diversidade de espécies, tanto o índice de Shannon como o índice de Margalef não foram correlacionados com a densidade de cavalos-marinhos da área ( $r = -0,060$ ;  $p = 0,860$ ;  $r = -0,280$ ;  $p = 0,370$ ).

A ilha Duas Irmãs apresentou uma riqueza de 22 espécies e 7 grupos-morfofuncionais, valores inferiores que encontrado na praia da Urca. Os substratos com maiores proporções foram alga turf, *Plocamium* sp., calcária articulada e *Hypnea* sp (Tabela 3). Já para os grupos-morfofuncionais os grupos com maiores proporções foram filamentosos, incrustante, cilíndrico-cordado e calcária-articulada, no entanto outros grupos também foram encontrados na área, mas com menor proporção. O índice de diversidade de Shannon apresentou uma diversidade de espécies de 2,1 e diversidade de 1,5 para os grupos-morfofuncionais, menores valores que os encontrados na praia da Urca. O índice de Margalef apresentou valores maiores que o de Shannon com 2,6 de diversidade de espécies e valor menor para diversidade de grupos-morfofuncionais 0,7. Mesmo havendo essa diversidade de espécies, tanto o índice de Shannon como o índice de Margalef não tiveram correlação com a densidade de cavalos-marinhos da área ( $r = -0,060$ ;  $p = 0,860$ ;  $r = -0,280$ ;  $p = 0,370$ , respectivamente).

A NMDs mostrou uma dissimilaridade para a composição de espécies da cobertura bentônica entre os costões da praia da Urca e ilha Duas Irmãs. Essa diferença não pareceu existir entre os períodos e nem entre os períodos dentro de cada praia. Ao

considerar-se a arquitetura dos habitats disponíveis nos costões analisados (grupos morfo-funcionais), aparentemente não há uma grande separação entre eles, denotando que a composição de grupos morfo-funcionais é muito semelhante entre praias e entre períodos. O stress calculado foi de 0,17 (17%), indicando conforme Kruskal (1964a), um ajuste adequado (Figura 8).



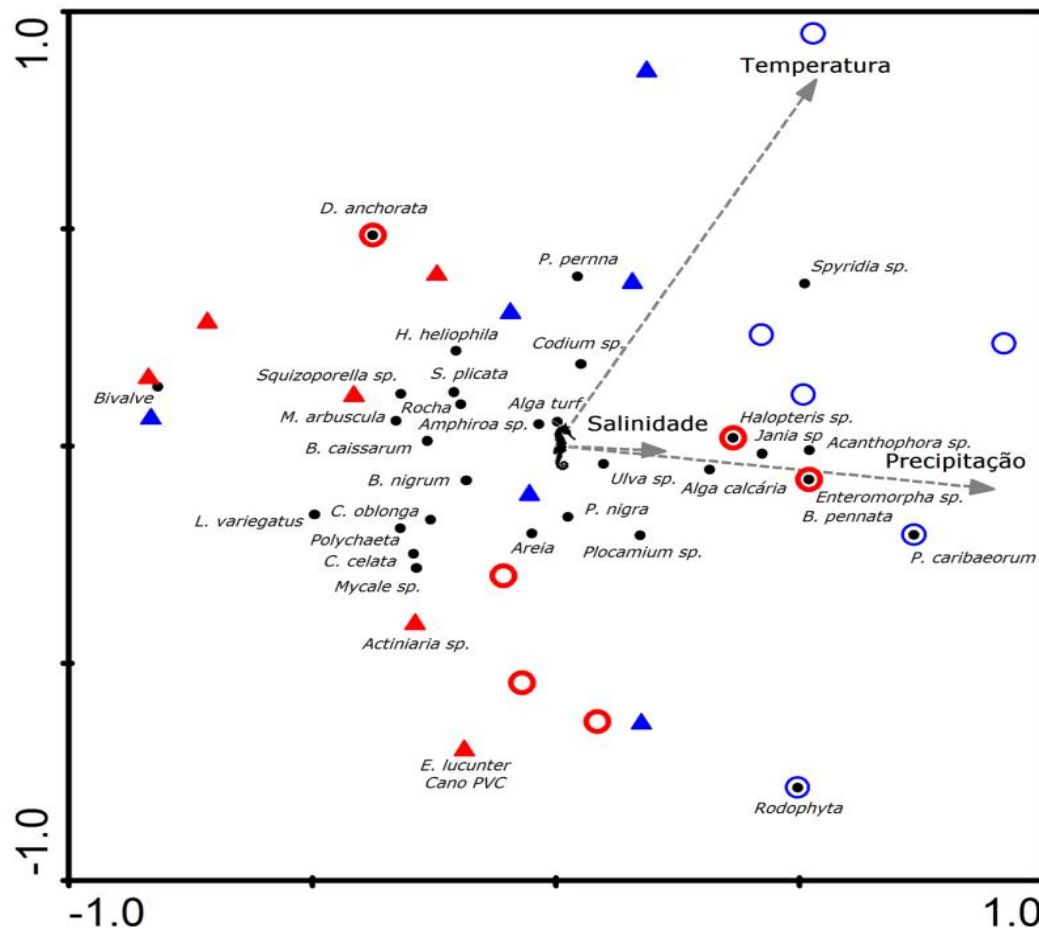
**Figura 8:** (a) Representação da análise de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) da composição de espécies do bentos dos costões analisados (b) Representação da análise de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS) da arquitetura de

habitat (grupos morfo-funcionais) codificados por área e período:

▲ Urca-chuvoso; ▲ Urca-seco; ● Duas Irmãs-chuvoso; ● Duas Irmãs-seco.

As espécies que mais ocorreram na praia da Urca foram alga *turf* (40%), *Amphiroa* sp. (15%) e *Bunodossoma caissarum* (14%). Já na Ilha Duas Irmãs foram alga calcária (27%), alga *turf* (24%) e *Hypnea* sp. (16%). Quando se analisou a sazonalidade das espécies de substratos, na praia da Urca a alga *turf* contribuiu tanto para o período seco (39%) como para o período chuvoso (42%) e na ilha as espécies que mais contribuíram para o período chuvoso foi a alga calcária (41%) e para o período seco alga *turf* (35%).

Ao aplicar-se uma análise de correlação canônica para avaliar a influência dos fatores abióticos sobre a composição de espécies do substrato e a densidade de cavalos-marinhos, os primeiros dois eixos explicaram 91,4% da variância dos dados. Apesar de, aparentemente, a densidade dos cavalos-marinhos não estar relacionada com nenhuma das variáveis incluídas nessa análise (Figura 9), algumas associações foram observadas. Temperatura e precipitação foram mais importantes para a separação das amostras, onde, em geral, maiores temperaturas estiveram associadas às amostras do período chuvoso de ambas as áreas. Temperaturas mais elevadas também foram associadas a maior proporção de *Spyridia* sp., *P. perna* e *D. anchorata*, enquanto menores temperaturas foram associadas à maior cobertura de *E. lucunter* e cano PVC. Por outro lado, maior precipitação esteve relacionada com as amostras da ilha Duas Irmãs e maior cobertura de *P. caribaeorum* e *Rhodophyta*, enquanto menor precipitação foi detectada na praia da Urca e com a cobertura de bivalves.



**Figura 9:** Diagrama de ordenação da análise de correlação canônica com a matriz de dados de densidade média de cavalos-marinhos (ind./m<sup>2</sup>), proporção de espécies de substratos bentônicos sobre a matriz de dados dos fatores abióticos (temperatura (°C), salinidade e precipitação (mm)). As amostras foram codificadas em: ▲ Urca-chuvoso; ▲ Urca-seco; ● Duas Irmãs-chuvoso; ● Duas Irmãs-seco.

#### 4. Discussão

O cavalo-marinho-do-focinho-longo exibiu baixas densidades e distribuição em manchas, sendo essa uma tendência geral descrita para diversas espécies de cavalo-marinho no mundo (Lourie *et al.*, 1999, 2004; Foster & Vincent, 2004). Baixas densidades já foram relacionadas com captura incidental por rede de arrasto de fundo (Silveira *et al.*, 2019), tal como a captura desses peixes para aquariorfilia ou para a venda em comércio internacional (Lourie *et al.*, 1999; Rosa *et al.*, 2007).

As duas áreas onde os cavalos-marinhos foram capturados recebem turistas, principalmente em épocas de férias escolares e feriados (Franco *et al.*, 2018) e sofrem como a pesca de arrasto de fundo. Por receberem turistas essas áreas sofrem com

pisoteio e poluição sonora, por consequência das embarcações, além da retirada desses peixes para comércio de aquários na praia da Urca (observação pessoal). Esses fatores podem ter influenciando na densidade dos cavalos-marinhos nessas áreas.

Os períodos seco e chuvoso não mostraram influência sobre a densidade da espécie estudada, ao contrário de espécies de regiões temperadas, como para *H. guttulatus* (Correia *et al.*, 2018), a qual tem sua densidade reduzida em períodos mais frios. Essa diferença de resposta populacional possivelmente tem relação com a latitude de ocorrência, tendo em vista que o modelo do presente estudo é característico de estuários tropicais, havendo tolerância para a flutuação de temperatura e salinidade (Da Hora *et al.*, 2017)

Apesar da baixa densidade, a estrutura populacional foi semelhante nas duas áreas, supostamente por essas populações estarem em baías com características morfo-funcionais de costões rochosos similares, como apresentado nesse trabalho.

A razão sexual encontrada está de acordo com outros estudos dessa espécie (Rosa *et al.*, 2007; Freret-Meurer & Andreata, 2008; Mai & Rosa, 2009; Freret-Meurer, 2010; Freret-Meurer *et al.*, 2018a, 2018b). Até o momento existem poucas populações com proporção sexual desigual entre os cavalos-marinhos (Bell *et al.*, 2003; Martin-Smith & Vincent, 2005), que podem ter sido ocasionadas por causas antropogênicas (Rosa *et al.*, 2007).

Outra característica que pode sofrer com a interferência antropogênica é o comprimento. Onde coletores tendem a preferir cavalos-marinhos maiores para a venda para o comércio, possivelmente sendo uma das explicações dos cavalos-marinhos encontrados serem pequenos quando comparados com outras populações como as de Búzios e Arraial do Cabo (Oliveira & Freret-Meurer, 2012 e Freret-Meurer *et al.*, 2018a). Entretanto, as causas naturais devem ainda ser consideradas, tendo em vista que os peixes tendem a utilizar baías como áreas de reprodução e recrutamento (Correia *et al.*, 2018). Esse parâmetro corrobora com os dados de classe de comprimento, os quais indicam que a população da praia da Urca tende a recrutar indivíduos. Já a população da ilha Duas Irmãs parece apresentar uma estabilidade em relação as classes de comprimento. Esse comprimento reduzido em comparação com outros trabalhos pode também estar relacionado ao ecomorfismo.

Além desses peixes apresentarem comprimentos menores que outras populações, nas duas áreas os machos foram maiores que as fêmeas corroborando com Dias (2002) e Barros (2005). O comprimento maior dos machos é incomum em outras espécies de



cavalo-marinhos (Foster e Vincent, 2004). No entanto, de acordo com Strawn, (1958) e Masonjones, (1997) machos maiores concebem maiores ninhadas, sugerindo maior taxa de nascimento dos alevinos.

A proporção de jovens encontrada foi baixa, corroborando com alguns estudos de *H. reidi* (Bell *et al.*, 2003; Moreau & Vincent, 2004). Essa baixa proporção é devida supostamente ao tempo de vida desses peixes, tendo em vista que ao nascerem apresentam hábitos planctônico (Bull, 2002 e Ekau *et al.*, 2001). Mesmo havendo essa baixa proporção, a praia da Urca apresentou maior quantidade de juvenis que a ilha Duas Irmãs, provavelmente podendo funcionar como uma área de recrutamento para os cavalos-marinhos, como já sugerido pelos dados de classe de comprimento da população.

Além da sugestão da praia da Urca funcionar como área de recrutamento, essa mesma praia pode funcionar como passagem, assim como a ilha Duas Irmãs. Ambas as áreas do estudo apresentaram baixa taxa de recaptura, indicando que existe um elevado fluxo de organismos nessa área e caracterizando assim a importância dessa área como um corredor de entrada e saída da baía de Guanabara, já que a mesma se localiza na zona externa. Esse resultado destaca a importância da conservação dela e de áreas rasas onde esses organismos possam ocorrer.

O cavalo-marinho *H. reidi* ocorre entre profundidades de cerca de 10 cm (Rosa *et al.*, 2002) podendo chegar a profundidade de 55 m (Vari, 1982). O presente estudo observou esses peixes ocorrendo em áreas extremamente rasas. Freret-Meurer *et al.* (2018a) encontrou uma alta densidade dessa espécie em águas rasas, no entanto, Oliveira & Freret-Meurer (2012) registraram maior abundância de *H. reidi* em águas mais profundas por consequência do hidrodinamismo na área.

As duas áreas do estudo se localizam em baías, onde não há um hidrodinamismo intenso, porém na ilha Duas Irmãs, dependendo da direção do vento e intensidade do mesmo, ocorre a intensificação do mesmo podendo ser uma das explicações dos cavalos-marinhos nessa área ocorrerem com maior frequência ancorados em substratos mais abrigados. Por isso, se sugere que a profundidade de ocorrência possa estar relacionada com a seletividade de habitat mais propício para o cavalo-marinho como relatado por Lazic *et al.* (2018), e além disso a profundidade de ocorrência pode também estar relacionada com o comportamento, como foi relatado para *H. guttulatus* a importância da profundidade para a sua reprodução (Faleiro *et al.*, 2008).

Os cavalos-marinhos exibiram período reprodutivo durante o ano inteiro, sendo

esse um resultado consistente com Vincent (1990) e Mai e Velasco (2011). Esse comportamento reprodutivo contrasta com algumas espécies temperadas, como, *H. guttulatus* e *H. hippocampus*, as quais tendem a se reproduzirem no verão, respondendo a condições ambientais (Correia *et al.*, 2018). O que se leva a acreditar que *H. reidi* possa manifestar esse comportamento por estar em águas tropicais, não sendo tão influenciado pelas variações ambientais, as quais tendem a ser menos marcadas que nas áreas temperadas.

Outros comportamentos também foram observados além da reprodução, principalmente o comportamento sedentário, corroborando com outros estudos dessa espécie (Freret-Meurer, 2010; Freret-Meurer *et al.*, 2018a). Esses peixes são caracterizados como nadadores limitados e peixes sedentários (Lourie *et al.*, 1999). Por serem considerados animais com esses hábitos, a maioria dos registros desses espécimes foram animais ancorados com seu corpo junto ao substrato, um comportamento também descrito para *H. capensis* (Bell *et al.*, 2003) e *H. abdominalis* (Martin-Smith & Vincent, 2005). No entanto, muitos machos foram encontrados grávidos, elevando o percentual desse comportamento, já que esses animais permanecem mais inativos principalmente quando estão incubando (Freret-Meurer, 2010).

Os cavalos-marinhos quando sedentários, como mencionado anteriormente, geralmente é exibido em um substrato de ancoragem. Os substratos em que *H. reidi* é frequentemente encontrado ancorado são, raízes de mangue, esponjas, macroalgas, conchas, dentre outros (Dias & Rosa, 2003; Rosa *et al.*, 2005, 2007; Xavier *et al.*, 2012), corroborando com alguns organismos encontrados no presente estudo como ponto de ancoragem. Além disso, os cavalos-marinhos de acordo com Rosa *et al.* (2007) e Curtis & Vincent (2006) registram que a seleção do substrato está associada com a disponibilidade do mesmo.

Na praia da Urca se encontrou maior disponibilidade bentônica de algas Clorophytas e Rodophytas corroborando com Taouil e Yoneshigue-Valentin (2002) e Freret-Meurer (2010), por conseguinte, *H. reidi* exibiu preferência por essas macroalgas corroborando Rosa *et al.* (2002), Dias e Rosa (2003), Curtis & Vincent (2006), Rosa *et al.* (2007) e Mai & Rosa (2009). Além dos substratos mencionados, os cavalos-marinhos também foram encontrados em substratos alóctones, fato que já foi observado em outros estudos (Dias & Rosa, 2003; Curtis *et al.*, 2004; Rosa *et al.*, 2007; Clynick, 2008). Esse uso de substrato sugere que eles podem se adaptar às mudanças costeiras (Clynick, 2008) ou que supostamente *H. reidi* tende a escolher esses substratos para um determinado

comportamento.

*H.reidi* na ilha Duas Irmãs preferencialmente escolheu se ancorar no cnidário *Carijoa riisei*. Esse cnidário não ocorreu nas amostragens de cobertura bentônicas realizadas por ser um organismo que ocorre tipicamente em ambiente vertical. Em consequência disso, houve um erro amostral por não haver registros em locais verticais, provocando uma discordância dos resultados, não corroborando com Rosa *et al.* (2007) e Curtis & Vincent (2006), já que houve maior disponibilidade de algas Chlorophytas e Rodophytas, semelhante ao encontrado na praia da Urca.

As espécies de bentos encontradas nas duas áreas foram importantes para investigar a preferência por um ponto e ancoragem das populações de *H.reidi*. No entanto, quando se têm duas áreas e populações distintas, sugere-se usar os grupos morfofuncionais como preditores, já esses caracterizam a complexidade estrutural do habitat, ao invés de espécies. Os grupos morfo-fucionais que os cavalos-marinhos escolheram foram de substratos arborescentes e filamentosos, ou seja, com perfis mais verticais, resultado também reportado para a espécie *H. gutullatus* (Lasic *et al.*, 2018).

A morfologia, preferencialmente escolhida, do substrato pode oferecer um ponto de ancoragem mais propício para camuflagem já que são peixes crípticos (Foster e Vincent, 2004), pode ter relação com o comportamento como no caso de *H. erectus*, o qual prefere um substrato específico para o forrageamento (James & Heck, 1994) ou até mesmo oferecer maior disponibilidade de alimento, o que se pretende abordar nos próximos estudos. A arquitetura dos substratos também pode estar associada a abundância dos cavalos-marinhos, onde mais complexo for o habitat, maior será a quantidade desses peixes (Gristina *et al.* 2014, 2017). Entretanto essa relação não foi encontrada neste estudo para *H.reidi*.

Além da relação com substratos, algumas espécies de cavalos-marinhos já foram correlacionadas com alguns fatores abióticos. A espécie *H. guttulatus* foi correlacionada negativamente, com a temperatura para o seu período reprodutivo e densidade (Correia *et al.*, 2018), resultado que não foi encontrado para a espécie *H. reidi* nesse trabalho, por consequência possivelmente da sua capacidade de tolerar ampla faixa de variação desse fator.

No presente estudo, pôde-se caracterizar os períodos seco e chuvoso bem marcados, onde no período seco houve baixa precipitação, baixa temperatura e elevada salinidade, ao passo em que no período chuvoso houve elevada precipitação, salinidade mais baixa e altas temperaturas. Apesar dessa diferença nítida entre os períodos, não

houve uma resposta da estrutura populacional em relação a essas variáveis físicas e químicas da água.

A tolerância à ampla faixa de fatores físicos e químicos da água, principalmente temperatura e salinidade, provavelmente pode ser explicada pela sua vasta ocorrência em diferentes ecossistemas na costa brasileira. *H. reidi* é encontrada em águas quentes do nordeste brasileiro, em manguezais com salinidades baixas e águas mais quentes (Silveira, 2005) e áreas de ressurgência com temperaturas baixas e salinidades oceânicas, como é o caso das populações de Arraial do Cabo e Búzios (Oliveira & Freret-Meurer, 2012; Freret-Meurer *et al.* 2018). A vista desses dados, *H. reidi* pode não ter apresentado relação com os fatores físicos e químicos da água das áreas estudadas devido à sua potencialidade a plasticidade biológica.

## 5. Conclusão

O presente trabalho mostra que as populações dos cavalos-marinhos dessa espécie nas duas áreas não apresentaram variação da sua densidade e da sua estrutura entre período seco e chuvoso durante os doze meses. As estruturas populacionais aparentemente se assemelham em alguns aspectos, mas as densidades são distintas entre os locais. Além disso, os fatores analisados não aparentam ter relação direta com sua densidade e estrutura populacional.

Esse estudo também pôde mostrar que alguns fatores e variáveis não influenciaram a estrutura populacional dos cavalos-marinhos *H. reidi*. No entanto, principalmente a praia da Urca pode funcionar como área de passagem desses peixes para fora da baía e também para o recrutamento de juvenis, enfatizando a sua conservação, dos costões rochosos, substratos, arquitetura dos mesmos e acrescentar em próximos estudos a análise de disponibilidade de alimento.

Os indivíduos de *H. reidi* apresentaram comportamento, majoritariamente, sedentário, e período reprodutivo durante o ano inteiro. Seu padrão de ancoragem ao substrato bentônico se deu mais por um aspecto morfo-funcional do que por uma relação espécie-específica, com preferência para substratos verticais, sugerindo ser por causa das arquiteturas semelhantes entre as áreas.

Dessa forma os cavalos-marinhos desempenham um papel importante como espécies bandeira, por ser um organismo carismático, para promover a conservação dos ecossistemas marinhos. Por isso se sugere que o mesmo se torne um ícone de conservação para essas baías, já que são áreas extremamente eutrofizadas.

## 6. Referências Bibliográficas

- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour* **48**, 227-267.
- Amador, E. S. (1997). *Baía de Guanabara e Ecossistemas Periféricos: Homem e Natureza*. Rio de Janeiro, 539 p.
- Amado Filho, G. M., Rezende, C. E. & Lacerda, L. D. (1999). Poluição da baía de Sepetiba já ameaça outras áreas. *Ciência Hoje* **25**, 46-48.
- Amado Filho, G. M.; Barreto, M. B. B.; Marins, B. V.; Félix, C. & Reis, R. P. (2003). Estrutura das comunidades fitobentônicas do infralitoral da Baía de Sepetiba, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* **26**(3), 329-342.
- Anderson, M. J.; Gorley, R. N. & Clarke, R. K. (2005). Permanova. Permutational multivariate analysis of variance, a computer program. Department of Statistics, University of Auckland, 24.
- Anderson, M. J.; Gorley, R. N. & Clarke, K. R. (2008). PERMANOVA+ for PRIMER: guide to software and statistical methods. PRIMER-E, Plymouth
- Aylesworth, L.; Xavier, J. H.; Oliveira, T. P. R.; Tenorio, G. D.; Diniz, A. F. & Rosa, I. L. (2015). Regional scale patterns of habitat preference for the seahorse *Hippocampus reidi* in the tropical estuarine environment. *Biodivers Conserv.* **49**, 499–512.
- Baptista Neto, J. A.; Gingele, F. X.; Leipe, T. & Brehme, I. (2006). Spatial distribution of trace elements in surficial sediments from Guanabara Bay - Rio de Janeiro/ Brazil. *Environmental Geology* **49**(7), 1051-1063.
- Bell, E. M.; Lockyear, J. F.; Mcpherson, A. D. M. & Vincent, A. C. J. (2003). First field studies of an endangered South African seahorse *Hippocampus capensis*. *Environ Biol Fish* **67**, 35–46
- Bell, J. J. & Barnes, D. K. A. (2001). Sponge morphological diversity: a qualitative predictor of species diversity? *Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems* **11**, 109–121
- Beyst, B.; Hostens, K. & Mees, J. (2001). Factors influencing fish and macro crustacean communities in the surf zone of sandy beaches in Belgium: temporal variation. *J. Sea Res.* **46** (3), 281 - 294.
- Boury-Esnault, N. & Rutzler, K. (1997). Thesaurus of Sponge Morphology. *Smithsonian Contributions to Zoology* **596**, 1-55.

- Caldwell, I. R. & Vincent, A. C. J. (2012). Revisiting two sympatric European seahorse species: apparent decline in the absence of exploitation. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems Online*.
- Clynick, B. G. (2008). Harbour swimming nets: a novel habitat for seahorses. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **18**(5), 483–492.
- Correia, M.; Koldewey, H. J.; Andrade, J. P.; Esteves, E. & Palma, J. (2018). Identifying key environmental variables of two seahorse species (*Hippocampus guttulatus* and *Hippocampus hippocampus*) in the Ria Formosa lagoon, South Portugal. *Environmental Biology of Fishes* **101**(9), 1357-1367.
- Costa - Neto, E. M. (2000). Zotherapy based medicinal traditions in Brazil. *Honey Bee* **11**(2), 2 – 4
- Curtis, J.; Moreau, M. A.; Marsden, D.; Bell, E.; Martin-Smith, K.; Samoilys, M. & Vincent A. (2004). Underwater visual census for seahorse population assessments. *Project Seahorse Technical Report No. 8, Version 1.0*. Project Seahorse: University of British Columbia
- Curtis, J. M. R. & Vincent, A. C. J. (2005). Distribution of sympatric seahorse species along a gradient of habitat complexity in a seagrass-dominated community. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **291**, 81–91.
- Curtis, J. M. R.; & Vincent, A. C. J. (2006). Life history of an unusual marine fish: survival, growth and movement patterns of *Hippocampus guttulatus* Cuvier 1829. *Journal of Fish Biology* **68** (3), 707–733.
- Dajoz, R. (1983). *Ecologia geral*. Petrópolis: Vozes, 472p.
- Dias, T. L. P. & Rosa, I. L. (2003), Habitat preferences of a seahorse species, *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) in Brazil. *Aqua Journal of Ichthyology and Aquatic Biology* **6**(4), 165-176.
- Egler, C. A. G.; Cruz, C. B. M.; Madsen, P. F. H.; Costa, S. M. & Silva, E. A. (2003). Proposta de zoneamento ambiental da Baía de Guanabara. *Na Inst Geoc (UFRJ)* **26**: 127-138
- Gristina, M.; Cardone, F.; Carlucci, R.; Castellano, L.; Passarelli, S. & Corriero, G. (2014). Abundance, distribution and habitat preference of *Hippocampus guttulatus* and *Hippocampus hippocampus* in a semi enclosed central Mediterranean marine area. *Marine Ecology*. doi: 10.1111/maec.12116

- Gristina, M.; Cardone, F.; Desiderato, A.; Mucciolo, S.; Lazic, T. & Corriero, G. (2017). Habitat use in juvenile and adult life stages of the sedentary fish *Hippocampus guttulatus*. *Hydrobiologia* **784**, 9–19
- Faleiro, F.; Narciso, L. & Vicente, L. (2008). Seahorse behaviour and aquaculture: how to improve *Hippocampus guttulatus* husbandry and reproduction? *Aquaculture* **282**, 33–40.
- Figueiredo, J. L. & Menezes, N. A. (1980). Manual de peixes marinhos do sudeste do Brasil. III. Teleostei (2). São Paulo, Universidade de São Paulo
- Foster, S. J. & Vincent, A. C. J. (2004). Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. *Journal of Fish Biology* **65**, 1–61.
- Franco, A. C. S. & Santos, L. N. (2018). Habitat-dependent responses of tropical fish assemblages to environmental variables in a marine-estuarine transitional system. *Estuarine coastal and shelf science*, p. 23–33
- Freitas, M. O. & Velastin, R. (2010). Ichthyofauna associated with a culture of mussel *Perna perna* in Northern Santa Catarina, Southern Brazil. *Acta Sci Biol Sci.* **32**, 31–37.
- Freret-Meurer, N. V. & Andreatta, J. V. (2008). Field Studies of a Brazilian Seahorse Population, *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. *Brazilian Archives of Biology and Technology* **51**(4), 743–751.
- Freret-Meurer, N. V. (2010). Ecologia comportamental do cavalo – marinho brasileiro *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 em recifes rochosos do estado do Rio de Janeiro [PhD.Dissertation]. Universidade do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro
- Freret-Meurer, N. V.; Andreatta, J. V. & Alves, M. A. S. (2012). Activity rate of the seahorse *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Syngnathidae). *Acta Ethologica* **15**(2), 221–227
- Freret-Meurer, N. V.; Andreatta, J. V. & Alves, M. A. S. (2013). Seahorse fingerprints: a new individual identification technique. *Environmental Biology of Fishes* **94**, 1–10.
- Freret-Meurer, N. V.; Vaccani, A. C.; Fernández, T. C. & Okada, N. B. 2018a. A snapshot of a high density of seahorse population in a tropical rocky reef. *Journal of Natural History* **52**(23–24), 1571–1580.
- Freret-Meurer, N. V.; Fernández, T.; Okada, N. & Vaccani, A. 2018b. Population dynamics of the endangered seahorse *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 in a tropical rocky reef habitat. *Animal Biodiversity Conservation* **41**, 345–356.
- Han, S. Y.; Kim, J. K.; Kai, Y. & Senou, H. (2017). Seahorses of the *Hippocampus coronatus* complex: taxonomic revision, and description of *Hippocampus haema*, a

- new species from Korea and Japan (Teleostei, Syngnathidae). *ZooKeys* **712**, 113–139.
- Harasti, D.; Gladstone, W. & Martin-Smith, K. M. (2014). Ontogenetic and sex-based differences in habitat preferences and site fidelity of the White's seahorse *Hippocampus whitei*. *Journal of Fish Biology* **85**, 1413–1428.
- Harasti, D. (2016). Declining seahorse populations linked to loss of essential marine habitats. *Marine Ecology Progress Series* **546**, 173–181.
- Hellyer, C. B.; Harasti, D. & Poore, A. G. B. (2011). Manipulating artificial habitats to benefit seahorses in Sydney Harbour, Australia. *Aquat. Conserv. Mar. Freshw. Ecosyst.* **21**(6), 582–589.
- IUCN (2017) 2017 IUCN Red list of threatened species. Available at: [www.redlist.org](http://www.redlist.org) (Last accessed 04 May 2019).
- Joly, A. B. (1967). Gêneros de algas marinhas da costa atlântica latino-americana. São Paulo, 461 p.
- Kehrig, H. A.; Pinto, F.; Moreira, I. & Malm, O. (2003). Heavy metals and methylmercury in a tropical coastal estuary and a mangrove in Brazil. *Organic Geochemistry* **34**(5), 661- 669.
- Kendrick, A. J. & Hyndes, G. A. (2005). Variations in the dietary compositions of morphologically diverse syngnathid fishes. *Environmental Biology of Fish* **72**(4), 415–427.
- Kjerfve, B.; Ribeiro, C. H. A.; Dias, G. T. M.; Filippo, A. M. & Quaresma, V. S. (1997). Oceanographic characteristics of an impacted coastal bay: Baía de Guanabara, Rio de Janeiro, Brazil. *Continental Shelf Research*, **17**(13), 1609-1643.
- Lazic, T.; Pierri, C.; Gristina, M.; Carlucci, R.; Cardone, F.; Colangelo, P. & Carbonara, P. (2018). Distribution and habitat preferences of *Hippocampus* species along the Apulian coast. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems* **28**(6), 1317-1328.
- Ley, J. A.; Mcivor, C. C. & Montague, C. L. (1999). Fishes in mangrove prop-root habitats of Northeastern Florida Bay: district assemblages across an estuarine gradient. *Estuar. Coast Shelf S* **48**, 701-723.
- Littler, M. M.; Littler, D. S.; & Taylor, P. (1983) Evolutionary strategies in a tropical barrier reef system: Functional-form groups of marine macroalgae. *Journal of Phycology* **19**, 229-237
- Lourie, S.; Vincent, A. & Hall, H. (1999). *Seahorses: an identification guide to the world's species and their conservation*. Project Seahorse: Londres, Inglaterra.



- Lourie, S. (2003). Measuring seahorses. *Project Seahorse Technical Report No.4*, Version 1.0, Project Seahorse, University of British Columbia, 15 pp.
- Lourie, S.; Foster, S. J.; Cooper, E. W. T. & Vincent, A. C. J. (2004). *A Guide to the Identification of Seahorses*. Project Seahorse and TRAFFIC North America. Washington D.C., University of British Columbia and World Wildlife Fund.
- Lourie, S.; Pollom, R. A. & Foster, S. J. (2016). A global revision of the Seahorses *Hippocampus Rafinesque 1810* (Actinopterygii: Syngnathiformes): Taxonomy and biogeography with recommendations for further research. *Zootaxa* **4146**, 1–66.
- Lima, E. C. R. (2006) Qualidade de Água da Baía de Guanabara e Saneamento: Uma abordagem Sistêmica. COPPE/ UFRJ: Rio de Janeiro – RJ. PhD Thesis. Universidade Federal do Rio De Janeiro, Rio de Janeiro.
- Mai, A. C. G. & Rosa, I. L. (2009). Aspectos ecológicos do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* no estuário Camurupim/ Cardoso, Piauí, Brasil, fornecendo subsídios para a criação de uma Área de Proteção Integral Aspectos ecológicos do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* no estuário Camurupim. *Biota Neotropica* **9**, 85–91
- Masonjones, H. D. (1997). Sexual selection in the dwarf seahorse, *Hippocampus zosterae* (Syngnathidae): An investigation into the mechanisms determining the degree of male vs. female intrasexual competition and intersexual choice, PhD thesis, Tufts University, U.S.A.
- Martins, A. C. B.; Kinas, P. G.; Marangoni, J. C.; Moraes, L. E. & Vieira, J. P. (2015). Medium and long-term temporal trends in the fish assemblage inhabiting a surf zone, analyzed by Bayesian generalized additive models. *Aquatic Ecology* **49**, 57-69.
- Martin-Smith, K. M. & Vincent, A. C. J. (2005). Seahorse declines in the Derwent estuary, Tasmania in the absence of fishing pressure. *Biological Conservation* **123**, 533–545.
- Moreau, M. & Vincent, A. C. J. (2004). Social structure and space use in a wild population of the Australian short-headed seahorse *Hippocampus breviceps* Peters, 1869. *Mar Fresh Res* **55**, 231–239
- Muricy, G. & Hajdu, E. (2006). *Porifera Brasilis: Guia de identificação das esponjas marinhas mais comuns do sudeste do Brasil*. Série Livros 17. Museu Nacional, Rio de Janeiro.
- Okada, N. B.; Vaccani, A. C.; Freret-Meurer, N. V. (2015). Caracterização do padrão de distribuição do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 em nove praias do litoral do estado do Rio de Janeiro. *Revista BioUSU* **1**,

- Oliveira, V. M.; Freret-Meurer, N. V. (2012). Distribuição vertical do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 na região de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Biotemas* **25**, 59–66.
- Pessanha, A. L. M.; Araújo, F. G.; Azevedo, M. C. C. & Gomes, I. D. (2000). Variações temporais e espaciais na composição e estrutura da comunidade de peixes jovens da Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro. *Revista Brasileira de Zoologia* **17**(1), 251-261.
- Pessanha, A. L. M. & Araújo, F. G. (2003). Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Estuarine. Coastal Shelf Science* **57**, 817-828.
- Pessanha, A. L. M.; Araújo, F. G.; De Azevedo, M. C. C.; Gomes, I. D. (2003). Diel and seasonal changes in the distribution of fish on a southeast Brazil sandy beach. *Marine Biology* **143**, 1047-1055.
- Reyes-Bonilla, H. (2004). Biogeography and diversity of reef corals of the Eastern Pacific and Western Atlantic. PhD Dissertation. University of Miami, USA.
- Roncarati, H. & Carelli, S. G. (2012). *Considerações sobre o estado da arte dos processos geológicos cenozóicos atuantes na Baía de Sepetiba*. In: Rodrigues, M. A. C.; Pereira, S. D. & Santos, SB. (eds.). Baía de Sepetiba – Estado da Arte. Rio de Janeiro, p.26.
- Rosa, I. L.; Dias, T. L.; & Baum, J. K. (2002). Threatened fishes of the world: *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (syngnathidae). *Environmental Biology of Fishes* **64**(4), 378–378.
- Rosa, I. L.; Alves, R. R. N.; Bonifácio, K. M.; Mourão, J. S.; Osório, F. M.; Oliveira, T. P. R.; Nottingham, M. C. (2005). Fishers' knowledge and seahorse conservation in Brazil. *Journal Ethnobiol Ethnomed* **1**, 12.
- Rosa, I. L.; Oliveira, T. P. R.; Castro, A. L. C.; Souza-Moraes, L. E.; Xavier, J. H. A.; Nottingham, M. C.; Dias, T. L. P.; Bruto-Costa, L. V.; Araújo, M. E. & Birolo A. B. (2007). Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae). *Neotropical Ichthyology* **5**, 405–414.
- Silva, M. A.; Araújo, F. G.; De Azevedo, M. C. C. & de Sousa-Santos, J. N. (2004). The nursery function of sandy beaches in a Brazilian tropical bay for 0-group anchovies (Teleostei: Engraulidae): diel, seasonal and spatial patterns.. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom, Plymouth* **84**(6), 1229-1232

- Silveira, R. B. (2005). Dinâmica populacional do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* (Syngnathidae) no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, PE. PhD Thesis, Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.
- Silveira, R. B. Record of seahorses (Syngnathidae: Hippocampus) along the Brazilian coast. *Oecologia Australis* **15**(2), 232-41.
- Silveira, R. B.; Silva, J. R. S. & Ferreira, N. F. (2016). Reproductive period, average height for the development of the brood pouch and sexual maturation of the seahorse *Hippocampus reidi* (Syngnathidae) in the northeast of Brazil. *AARJMD* **3**(3), 140-52.
- Sola, M. C. R. & Paiva, P. C. (2001). Variação temporal da macrofauna bentônica sublitoral da praia da Urca (RJ) após a ocorrência de ressacas. *Revista Brasileira de Oceanografia* **49**(1-2), 137-142.
- Széchy, M. T. M. D.; Amado-Filho, G. M., Cassano, V.; De-Paula, J. C.; Barros-Barreto, M. B.; Reis, R. P. & Moreira, F. M. (2005). Levantamento florístico das macroalgas da baía de Sepetiba e adjacências, RJ: ponto de partida para o Programa GloBallast no Brasil. *Acta Bot Bras* **19**, 587-596.
- Taouil, A. & Yoneshigue-Valentin, Y. (2002). Alterações na composição florística das algas da Praia de Boa Viagem (Niterói, RJ). *Revista Brasileira de Botânica* **25**(4), 405-412.
- Vari, R. (1982). Fishes of the western North Atlantic, subfamily Hippocampinae. The seahorses. *Sears Foundation for Marine Research Memoir* **1**(8), 173–189
- Vasconcellos, R. M.; Araújo, F. G.; Santos, J. N. S.; Araújo, S. M. (2010). Short-term dynamics in fish assemblage structure of a sheltered sandy beach in Guanabara Bay, Southeastern Brazil. *Marine Ecology an Evolutionary Perspective* **31**, 506-520.
- Vincent, A. C. J. (1990). Reproductive ecology of seahorses. *Behaviour* **128**, 153 – 167.

## ANEXO 1

**Tabela 3:** Percentual de cobertura de espécies de substratos na praia da Urca e na ilha Duas Irmãs (- não ocorreu)

<b>Grupo taxonômico</b>	<b>Substrato</b>	<b>Urca</b>	<b>Duas irmãs</b>
Heretokonthophyta	<i>Alga turf</i>	0,330	0,218
	<i>Acanthophora</i> sp.	-	0,024
	Alga calcária articulada	0,001	0,183
Rhodophyta	<i>Amphiroa</i> sp.	0,207	-
	<i>Jania</i> sp.	-	0,053
	<i>Hypnea</i> sp.	-	0,159
	<i>Plocamium</i> sp.	-	0,297
	<i>Rhodophyta filamentosa</i>	-	0,013
	<i>Spyridia</i> sp.	0,017	0,045
	<i>Bryopsis pennata</i>	-	0,001
	<i>Codium</i> sp.	0,003	-
Chlorophyta	<i>Enteromorpha</i> sp.	-	0,014
	<i>Ulva</i> sp.	0,015	0,015
	<i>Botrylloides nigrum</i>	0,015	0,001
	<i>Clavelina oblonga</i>	0,017	-
Tunicata	<i>Phallusia nigra</i>	0,001	0,001
	<i>Styela plicata</i>	0,019	-
	<i>Actiniaria</i> sp.	0,001	-
Anêmona	<i>Bunodosoma caissarum</i>	0,032	0,001
	<i>Cliona celata</i>	0,006	-
	<i>Desmapssama anchorata</i>	-	0,002
Porifera	<i>Hymeniacidon heliophila</i>	0,065	-
	<i>Monanchora arbuscula</i>	0,069	0,001
	<i>Mycale</i> sp.	0,028	0,001
	<i>Lytechinus variegatus</i>	0,002	-
Echinoderma	<i>Echinometra lucunter</i>	0,001	-
	Bivalve sp.	0,024	-
Mollusca	<i>Perna perna</i>	0,025	-
Hidrozoa	<i>Halopteris</i> sp.	-	0,001
Anthozoa	<i>Palythoa caribaeorum</i>	-	0,022
Anelida	Polychaeta	0,002	-
Briozoa	<i>Squizoporella</i> sp.	0,001	0,001
Outros	Rocha	0,052	0,015
	Areia	0,087	0,050
	Cano PVC	0,002	-