



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

GABRIELA ALVES VALENTIM

**ESTRUTURA POPULACIONAL DO CAVALO-MARINHO *Hippocampus reidi* EM
UM ESTUÁRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, COM RECOMENDAÇÕES PARA
O MANEJO SUSTENTÁVEL**

FORTALEZA

2018

GABRIELA ALVES VALENTIM

ESTRUTURA POPULACIONAL DO CAVALO-MARINHO *Hippocampus reidi* EM UM
ESTUÁRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, COM RECOMENDAÇÕES PARA O
MANEJO SUSTENTÁVEL

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas do Departamento de Biologia da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do título de Bacharel em
Ciências Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Jorge Iván Sánchez
Botero

Coorientador: Me. Ronaldo César Gurgel
Lourenço

FORTALEZA

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

V246e Valentim, Gabriela Alves.

Estrutura populacional do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* em um estuário do semiárido brasileiro, com recomendações para o manejo sustentável / Gabriela Alves Valentim. – 2018.
47 f. : il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Ciências Biológicas, Fortaleza, 2018.

Orientação: Prof. Dr. Jorge Iván Sánchez Botero.

Coorientação: Prof. Me. Ronaldo César Gurgel Lourenço.

1. Peixe. 2. Estrutura da população. 3. Uso de habitat. 4. Ecossistema costeiro. 5. Semiárido. I. Título.
CDD 570

GABRIELA ALVES VALENTIM

ESTRUTURA POPULACIONAL DO CAVALO-MARINHO *Hippocampus reidi* EM UM
ESTUÁRIO DO SEMIÁRIDO BRASILEIRO, COM RECOMENDAÇÕES PARA O
MANEJO SUSTENTÁVEL

Monografia apresentada ao Curso de Ciências
Biológicas do Departamento de Biologia da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial para obtenção do Título de Bacharel
em Ciências Biológicas.

Aprovada em: ___/___/_____.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Jorge Iván Sánchez Botero (Orientador)

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Vicente Vieira Faria

Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Lívio Moreira de Gurjão

Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA)

A meu avô, José.

A minha mãe e meu irmão, Rita e Gabriel.

AGRADECIMENTOS

A minha mãe, Rita Alves, e meu irmão, Gabriel Luan Valentim, pelo amor, apoio e incentivo que sempre me deram, pela paciência que tiveram comigo durante a escrita deste trabalho e por acreditarem que eu era capaz. Eu comecei por vocês e continuo aqui por vocês também. Obrigada por serem vocês e por estarem sempre do meu lado. Sem vocês, nada seria possível.

A minha família, em especial a José Francisco (avô), Gercina Alves (avó), Elieuzza Sousa (madrinha), Antônio Carvalho (padrinho) e Francilene Oliveira (tia), que sempre me deram forças e incentivo. Obrigada por estarem comigo.

Ao meu orientador, Jorge Botero, pela oportunidade, apoio, paciência e suporte em todos esses quatro anos. Obrigada por tudo que o senhor me ensinou ao longo desses quatro anos e meio de caminhada.

Aos membros da banca Vicente Faria e Lívio Gurjão por, gentilmente, aceitarem participar da minha banca examinadora e pelas excelentes críticas e sugestões que ajudaram a aprimorar este trabalho.

Ao meu coorientador e amigo, Ronaldo César, por todo o apoio, incentivo, direcionamento e ensinamentos. Obrigada pelas aulas de estatística, por estar presente em todas as coletas e por revisar meu projeto e o presente trabalho tantas vezes.

Aos meus amigos do Laboratório de Ecologia Aquática e Conservação (LEAC), Ronaldo César, Leonardo Mesquita, Eliêta Ramos, Wallace Alves, Grazielly Matias, Victoria Maria, Felipe Braga, Carlos Alberto, Yasmim Vieira, Monalisa Iarla, Amanda Rodrigues e Yuri Nunes, por todos os conselhos, apoio, sugestões, críticas e pela amizade. Nosso laboratório, de fato, reúne as melhores pessoas da UFC.

A minha amiga, Caroliny Soares, por tudo, toda a companhia, amor, felicidade, apoio, broncas, sugestões, críticas, colo, conselhos e tudo que nós pudemos compartilhar juntas. Eu nunca vou ter palavras para te dizer o quando você foi importante e necessária para isso aqui acontecer, nem como eu sou grata por ter tido sua companhia desde o primeiro dia em que eu pisei os pés nessa universidade. Muitas vezes, você foi minha coluna dorsal, minha única sustentação, e isso eu nunca vou ter como te agradecer o suficiente. Você é uma mulher incrível, uma pesquisadora sensacional e uma amiga maravilhosa. Obrigada por tudo.

A minha amiga, Andreia Campos, por sempre estar aqui quando eu precisava conversar, pela companhia, pela paciência e pelos conselhos. Nunca vou ser capaz de te dizer o quanto sua amizade significou para mim por todos esses anos e o quanto eu admiro a mulher que você é. Você merece toda a felicidade e sucesso do mundo. Obrigada por tudo.

A minha amiga, Bianca Vasconcelos, pela companhia, pelo apoio e por toda a ajuda que você sempre me deu. Obrigada por todas as risadas, pelos conselhos e sugestões. Você é uma das pessoas mais responsáveis e admiráveis que eu conheço, e vai fazer uma falta danada quando for embora, mas eu tenho certeza que você vai arrasar lá. Te desejo todo o sucesso desse mundo, você merece muito. Obrigada por tudo.

A minha amiga, Jennifer Bruna Oliveira, por todas as risadas, pelo companheirismo e por estar aqui quando eu precisei. Obrigada pela paciência, pela confiança, por segurar a barra na Mata Branca e ainda continuar me amando. Eu não sei dizer o quanto eu admiro você, o quanto te acho forte e o quanto eu te valorizo. Você é uma pessoa incrível e eu sempre vou ser grata por ter te conhecido. Obrigada por tudo.

A minha amiga, Renata Carvalho, por todo o companheirismo, alegria e força que sempre me trouxe. Você é uma daquelas pessoas que é capaz de alegrar todo mundo quando chega. Obrigada por sempre trazer essa energia e por ser tão amiga. Eu admiro tanto tua força, intensidade e determinação. Sempre vou ser muito grata por te ter comigo. Obrigada por tudo.

Aos amigos Samara Oliveira, Mikael Mendes e Rômulo Silva pelo apoio nos momentos mais importantes, pela paciência e por estarem comigo e por me fazerem rir sempre. Quando eu disse que não ia conseguir vocês disseram que ia dar certo, e deu. Eu sou extremamente grata por ter vocês em minha vida.

As minhas amigas Bruna Rocha, Grazielly Matias e Victoria Maria dos Reis pelo apoio, incentivo, companhia na monitoria de ecologia, por segurar as pontas quando foi preciso e por sempre terem tempo para conversar e aconselhar.

Ao meu amigo, Thiago Loreto, pela imensa paciência, pelas revisões, recomendações, sugestões e pela ajuda com a formatação e referências, mas principalmente pela companhia nos últimos meses, por ter me ajudado a segurar a barra quando foi necessário, por estar do meu lado e por todo o amor e carinho. Eu sou extremamente grata por você ter surgido na minha vida.

Aos amigos da Mata Branca Jr Soluções Ambientais, Paulo Ricardo Sousa, Kamila Medeiros, Karolina Rodrigues, Brenda Sombra, Hipólito Denizard Ferreira, Thiago Guerra, Jennifer Bruna Oliveira, Bruno Guilhon, Isabelly Peixe, Bianca Vasconcelos, Renata Carvalho, Caroliny Soares, Augusto Feynman Dias, João Gabriel Nobre, João Paulo Lima, Elivânia Gomes, Pedro Vitor Santos, Victoria Maria dos Reis, Breno Teófilo e Prof. Rafael Costa. Eu nunca pensei que teria uma experiência como essa na graduação. Obrigada por confiarem em mim, por estarem presentes, pelas pessoas que vocês são e por segurarem as pontas quando foi necessário. Perdoem minha ausência nesses últimos meses e parabéns por permanecerem firmes. Vocês ainda vão crescer muito e conquistar o mundo. MATAAAAA ...

Aos amigos da Gestão Ponto Azul, Brenda Sombra, Bruna Rocha, Bruno Guilhon, Eudson Marques, Gabriel Aguiar, Jennifer Bruna Oliveira, Kamila Medeiros, Karolina Rodrigues, Lucas Araújo, Paulo Ricardo Sousa, Rafaela Moura, Renata Carvalho e Thiago Guerra, por estarem ao meu lado e por plantarem essa semente no nosso curso.

Aos amigos do Programa de Educação Tutorial (PET), em especial a Jennifer Bruna, Bianca Vasconcelos, Renata Carvalho, Thiago Guerra, Thiago Loreto, Karolina Rodrigues, Kamila Medeiros, Breno Teófilo e Tainnara Freitas, que sempre tinham espaço para estudar e descansar, filmes, internet e muito amor.

Aos amigos que ingressaram na universidade comigo no semestre 2014.2, em especial, Andreia Campos, Bianca Vasconcelos, Caroliny Soares, Jennifer Bruna Oliveira, Renata Carvalho, Lucas Araújo, Thiago Guerra, Thiago Loreto, Chrislaine Alves, Tainnara Freitas, Thabata Cavalcante, Laís Belmino, Karoliny Alves, Rafaela Moura, Victoria Lima, Igor Moura, Nicolas Alves e Caio Ponte, por todas as risadas, companhia e até pelas brigas. Foi uma experiência incrível compartilhar esses anos com vocês.

Aos servidores do Departamento de Biologia da UFC Prof. Vania Melo, Prof. Vicente Faria, Prof. Rafael Costa e Niédila Alves, que foram tão importantes na minha vida acadêmica e que sempre me acompanharam durante a graduação. Obrigada por todos os conselhos e aprendizado.

A família Bezerra, em especial a Cristianne, por ter me apresentado a profissão que eu tanto amo e ter me aberto as portas ainda no ensino médio, e a Vitor Leão pelo companheirismo por oito anos, pelo apoio, incentivo, carinho, força e pela torcida. Você acompanhou esse trabalho desde a primeira semente de ideia e ele jamais teria se tornado realidade sem você.

Aos amigos da Companhia de Dança da UFC, em especial a Simone Pinheiro, Nayane Almeida, João Pedro Oliveira, Sabrina Cabral, Miguel Vitor Viana, Karoline Alves, Caroline Sales, Tanara Alves, Katlyne Freitas, Catarina Lavor, Yone Saraiva, Stephany Sales, Larissa Nayara, Isabelly Rocha, Renata Roth, Denise Viana, Taisa Menezes, Luan Rodrigues e Fernando Bernardo, por me ajudar a me descobrir na dança, por me acolherem e por terem paciências com minha ausência nas últimas semanas devido a este trabalho.

Aos amigos do Grupo Feixe Jazz, Filipe Evans, Cléber Alves, Marina Kairy, Léya Ramos, Jéssica Marília, Andrés Garcia, Matheus Costa, Elton Ferreira, João Pedro, Igor Levi, Mariane Rodrigues e Pamella Luiza, por todas as aulas incríveis e pela paciência quando eu faltava as aulas devido as coletas.

A amiga Virna Mirela, pela troca de experiências, encorajamento, força e apoio nesta pesquisa. Te desejo muito sucesso.

Ao Senhor Tarso e Dona Maria, os pescadores que nos acompanharam durante esta pesquisa, e em especial a Dona Maria: obrigada pela companhia, pelos conselhos, pelas risadas e confissões. Como você disse, espero que não fique só a saudade.

A autora possuiu bolsa do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC – UFC), sendo grata a manutenção da mesma.

“Na paisagem do rio
difícil é saber
onde começa o rio;
onde a lama
começa do rio;
onde a terra
começa da lama;
onde o homem,
onde a pele
começa da lama;
onde começa o homem
naquele homem.”

(O cão sem plumas,
de João Cabral de Melo Neto)

RESUMO

Populações de cavalos-marinhos estão ameaçadas devido a degradação de seus habitats naturais, captura incidental, uso de indivíduos em crenças tradicionais e aquariofilia. No Ceará, atualmente, ocorre apenas a espécie *Hippocampus reidi*, classificada como vulnerável segundo a Portaria N°445 do Ministério do Meio Ambiente, de 17/12/2014. O objetivo do presente estudo foi caracterizar a estrutura populacional de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti, Ceará, e propor sugestões para o manejo sustentável da população. A pesquisa foi realizada entre dezembro/2017 e outubro/2018, em onze áreas de registro formadas por transectos de comprimento variável. Foram obtidos de cada indivíduo a altura, sexo, coloração e substrato de apoio. A densidade populacional foi estimada e o efeito das variáveis salinidade e pluviosidade sobre ela foi verificado. Foram analisados também proporção sexual, altura, coloração e substrato de ancoragem. Para caracterização dos habitats foram utilizadas salinidade, pluviosidade e tamanho da zona fótica. Durante os 11 meses de amostragem houveram 231 registros de indivíduos de *H. reidi*, com densidade média de $\bar{X}=0,0389$ ind.m⁻² ($\pm 0,0277$). Não foi identificada influência das variáveis salinidade e pluviosidade sobre a densidade de cavalos-marinhos no estuário do rio Pacoti. A proporção sexual foi de 1:1. Sessenta machos estavam grávidos (56,60%), e uma correlação entre a proporção de machos grávidos e a pluviosidade foi identificada. A altura média dos indivíduos de *H. reidi* foi de $\bar{X}=12,69$ cm ($\pm 1,98$). O padrão de coloração laranja foi dominante (45,03%). O mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) foi registrado com maior frequência como substrato de ancoragem (38,53%) e em menor proporção areia (23,38%) e mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*; 16,88%). Em conclusão, a população de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti apresenta densidade e altura média maiores que em estudos pretéritos e vem se reproduzindo ao longo de todo o ano, com predominância de colorações vibrantes e preferências por substratos de ancoragem mais complexos. A densidade espaço-temporal da espécie no estuário do rio Pacoti não foi influenciada pela salinidade e pluviosidade. O presente estudo é uma ferramenta que avalia o potencial da população para a exploração comercial de forma sustentável, com adequado manejo da espécie e seu ecossistema.

Palavras-chave: Peixe. Estrutura da população. Uso de habitat. Ecossistema costeiro. Semiárido.

ABSTRACT

Seahorse populations are threatened due to degradation of their natural habitats, bycatch, use of individuals in traditional beliefs and aquarism. The specie *Hippocampus reidi* is the only one occurring in the State of Ceará, classified as vulnerable according to Ordinance No. 445 of Ministry of the Environment, of December 17, 2014. The aim of this study was to characterize the population structure of *H. reidi* in the Pacoti River estuary, Ceará, and to propose suggestions for the sustainable management of the population. The research was carried out between December 2017 and October 2018, in eleven sampling areas formed by variable length transects. The size, sex, colour and support substrate were obtained from everyone. The population density was estimated and the effect of the salinity and rainfall variables on the density was evaluated. Sexual proportion, height, coloration and anchorage substrate were also analysed. Salinity, rainfall and size of the photic zone were used to characterize the habitats. Through the 11 months of sampling, there were a total of 231 records of *H. reidi* individuals, with a mean density of 0.0389 ind.m⁻² (\pm 0.0277). No influence of the salinity and rainfall variables on the density of seahorses in the estuary of the Pacoti River was identified. The sexual ratio was 1:1. Sixty males were pregnant (56.60%), and a correlation between the proportion of pregnant males and rainfall was identified. The mean size of individuals of *H. reidi* was 12.69 cm (\pm 1.98). The orange staining pattern was dominant (45.03%). White mangrove (*Laguncularia racemosa*) was recorded as the most often anchorage substrate (38.53%), followed by sand (23.38%) and red mangrove (*Rhizophora mangle*; 16.88%). In conclusion, the population of *H. reidi* in the Pacoti River estuary has higher density and body size than in previous studies and has been reproducing throughout the year, with a predominance of vibrant colours and preferences for more complex anchorage substrates. The spatial-temporal density of the species in the Pacoti estuary was not influenced by salinity and rainfall. The present study is a tool that evaluates the potential of the population for commercial exploitation in a sustainable way, with adequate management of the species and its ecosystem.

Keywords: Fish. Structure of the population. Habitat use. Coastal ecosystem. Semi-arid.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – <i>Hippocampus reidi</i> no estuário do rio Pacoti	14
Figura 02 – Indivíduos de <i>Hippocampus reidi</i>	16
Figura 03 – Localização geográfica do Estuário do rio Pacoti, na divisa dos municípios de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz (CE)	19
Figura 04 – Localização das áreas de registro de <i>H. reidi</i> no estuário do rio Pacoti, CE	21
Figura 05 – Valores de salinidade (linha preta contínua), tamanho de zona fótica (linha pontilhada cinza) (eixo à direita e) e pluviosidade (barras brancas) (eixo à esquerda) registrados nas áreas de ocorrência de <i>H. reidi</i> no estuário do rio Pacoti, de dezembro/2017 a outubro/2018	24
Figura 06 – Densidades populacionais mensais médias de <i>H. reidi</i> (ind.m ⁻²) no estuário do rio Pacoti entre os meses de dezembro/2017 e outubro/2018	25
Figura 07 – Densidades populacionais médias de <i>H. reidi</i> (ind.m ⁻²) nas áreas de registro (a – k) do estuário do rio Pacoti entre os meses de dezembro/2017 a outubro/2018.....	25
Figura 08 – Representação da análise comparativa entre densidade de <i>H. reidi</i> (ind.m ⁻²) e pluviosidade (mm) (A) e densidade (ind.m ⁻²) de <i>H. reidi</i> e salinidade (B) em cada evento de coleta no estuário do rio Pacoti, entre os meses de dezembro/2017 e outubro/2018	26
Figura 09 – Histograma de classes de altura dos indivíduos de <i>H. reidi</i> amostrados no estuário do rio Pacoti (CE) de dezembro/2017 a outubro/2018	28
Figura 10 – Média e desvio padrão da altura (cm) dos indivíduos de <i>H. reidi</i> registrados no estuário do rio Pacoti entre dezembro/2017 e outubro/2018	28
Figura 11 – Média e desvio padrão da altura (cm) dos indivíduos de <i>H. reidi</i> no estuário do rio Pacoti, por período do ano (Chuvoso: fevereiro a maio/2018; Seco: dezembro/2017 a janeiro/2018 e junho a outubro/2018)	29
Figura 12 – Número de indivíduos de <i>H. reidi</i> por coloração no estuário do rio Pacoti (CE).....	30
Figura 13 – Altura (cm) dos indivíduos de <i>H. reidi</i> por sexo amostrados no estuário do rio Pacoti	33
Figura 14 – Altura (cm) dos indivíduos de <i>H. reidi</i> por coloração, amostrados no estuário do rio Pacoti	33

LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Meses de registro, evidenciados com X, das áreas de ocorrência de <i>H. reidi</i> e variáveis abióticas no estuário do rio Pacoti no período de dezembro/2017 a outubro/2018	20
Tabela 02 – Valores de maré (m), salinidade, pluviosidade (mm) e tamanho de zona fótica (cm) registrados nas áreas de ocorrência de <i>H. reidi</i> no estuário do rio Pacoti, de dezembro/2017 a outubro/2018	24
Tabela 03 – Razão sexual (qui-quadrado) da população de <i>H. reidi</i> do estuário do rio Pacoti registrada entre dezembro/2017 e outubro/2018.....	27
Tabela 04 – Proporção de machos grávidos de <i>H. reidi</i> do estuário do rio Pacoti registrados de dezembro/2017 a outubro/2018. Ressaltados em cinza, valores a partir de 70%	27
Tabela 05 – Descrição dos tipos padrões de coloração observados nos indivíduos de <i>H. reidi</i> do estuário do rio Pacoti no período de dezembro/2017 a outubro/2018.....	30
Tabela 06 – Frequência de uso de substratos de ancoragem por <i>H. reidi</i> no estuário do rio Pacoti (CE) para todas as áreas de registro entre dezembro/2017 a outubro/2018	31
Tabela 07 – Frequência de uso de substratos de ancoragem por <i>H. reidi</i> no estuário do rio Pacoti (CE) para todas as áreas de registro entre dezembro/2017 a outubro/2018	32
Tabela 08 – ANOVA de três vias comparando a altura dos indivíduos de <i>H. reidi</i> do estuário do rio Pacoti (CE) entre sexo, cor e tipo de substrato utilizado e teste de Tukey. Em negrito, valores que indicam diferenças significativas	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CITES	<i>Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora</i> (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e da Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção)
FAO	Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura
FUNCEME	Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos
GPS	Sistema de Posicionamento Global
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis
ICMBIO	Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
IUCN	União Internacional para a Conservação da Natureza
MMA	Ministério do Meio Ambiente
SISBIO	Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade
SNUC	Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	17
2.1 Objetivo geral	17
2.2 Objetivos específicos	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	18
3.1 Área de estudo	18
3.2 Descrição das áreas de amostragem	20
3.3 Coleta de dados	20
3.4 Análise de dados	22
3.4.1 Densidade populacional	22
3.4.2 Influência da salinidade e pluviosidade na densidade populacional	22
3.4.3 Proporção sexual, altura, coloração e substrato de ancoragem	23
4 RESULTADOS	24
4.1 Densidade populacional	25
4.2 Influência da salinidade e pluviosidade na densidade populacional	26
4.3 Proporção sexual, altura, coloração e substrato de ancoragem	26
5 DISCUSSÃO	34
5.1 Densidade populacional	34
5.2 Influência da salinidade e pluviosidade na densidade populacional	35
5.3 Proporção sexual, altura, coloração e substrato de ancoragem	36
6 CONCLUSÃO	40
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	41
8 RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA ESPÉCIE	42
REFERÊNCIAS	43

1 INTRODUÇÃO

Cavalos-marinhos são peixes ósseos da família Syngnathidae, agrupados no gênero *Hippocampus* Rafinesque 1810 (FIGURA 01). O número de espécies desse gênero vem sendo discutido devido a confusão em sua taxonomia a nível de espécie, motivada por uma aparente semelhança morfológica, mas com diferenças em proporções corporais, que variam entre os sexos e tamanhos (LOURIE; POLLOM; FOSTER, 2016). Estes animais possuem uma pele fina sobre uma série de placas ósseas dispostas em forma de anéis. Habitam águas tropicais e temperadas, entre 45°N e 45°S. Sua altura varia entre 1,5 e 35,5 cm. Nadam verticalmente, usando apenas a sua nadadeira dorsal, com nadadeira caudal ausente (LOURIE *et al.*, 2004). São predadores de emboscada, utilizando uma técnica de caça conhecida como alimentação por pivô. Sua dieta é constituída principalmente por pequenos crustáceos (GEMMELL; SHENG; BUSKEY, 2013). Cavalos-marinhos machos são responsáveis pela incubação dos ovos, possuindo uma bolsa ventral onde a fêmea deposita os ovos. A cada nascimento, sua prole tem de 100 a 1000 filhotes em média, variando de acordo com a espécie e não possuem cuidado parental (FOSTER; VINCENT, 2004).

Figura 01 – *Hippocampus reidi* no estuário do rio Pacoti.



Fonte: Ronaldo C. Gurgel Lourenço.

Cavalos-marinhos são popularmente conhecidos como animais carismáticos e a ocorrência em determinado ecossistema pode sensibilizar gestores públicos e gerar mobilização política em prol da conservação e manejo de habitats costeiros (DIAS; ROSA, 2003; MARTIN-SMITH; VINCENT, 2005; VINCENT; FOSTER; KOLDEWEY, 2011).

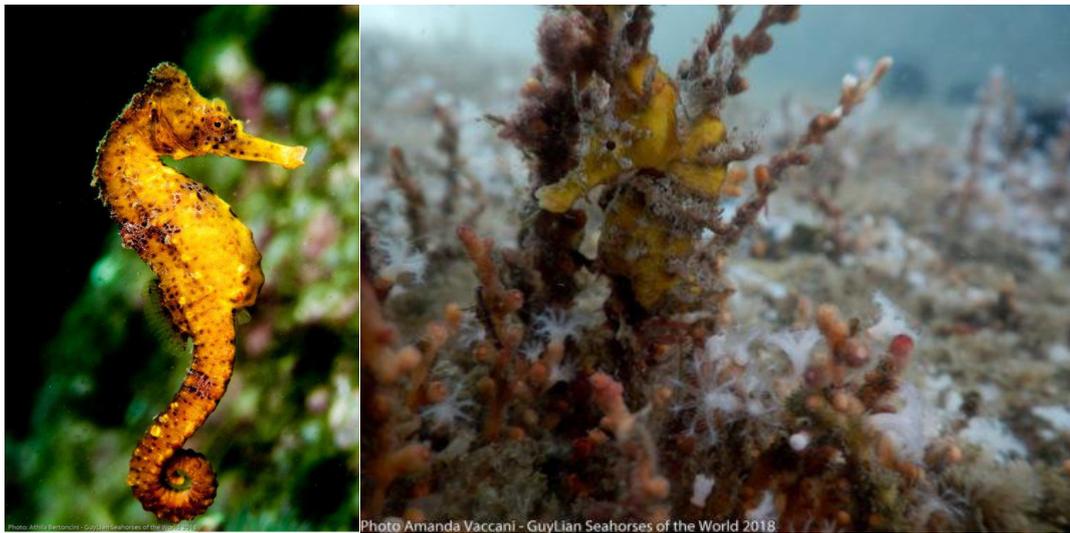
Em todo o mundo, as populações de *Hippocampus* spp. habitam ambientes costeiros, mais vulneráveis à ação antrópica, sendo ameaçados pela degradação de seus habitats naturais, captura incidental, uso de indivíduos em medicina chinesa tradicional, aquarioria ou uso em crenças tradicionais (FOSTER; VINCENT, 2004; LOURIE *et al.*, 2004; ROSA *et al.*, 2005; ALVES; ROSA, 2006; PROJECT SEAHORSE, 2018). Além disso, suas populações possuem baixa densidade, baixa mobilidade, monogamia e especialização de habitat (FOSTER; VINCENT, 2004; MARTIN-SMITH; VINCENT, 2005; VINCENT; EVANS; MARSDEN, 2005; CURTIS; VINCENT, 2006; FRERET-MEURER; ANDREATA, 2008) aumentando o risco de vulnerabilidade e potencial extinção (ROBERTS; HAWKINS, 1999; VINCENT; FOSTER; KOLDEWEY, 2011).

O interesse no comércio de cavalos-marinhos vem crescendo (OLIVOTTO *et al.*, 2011) e assim como a maior parte dos peixes ornamentais, eles são capturados nos habitats naturais, pois a demanda é maior do que os aquicultores podem fornecer (KOLDEWEY; MARTIN-SMITH, 2010). A remoção de peixes de águas marinhas e estuarinas com finalidade ornamental ou de aquarioria é regulamentada no Brasil pela Instrução Normativa do IBAMA N° 202, de 22 de outubro de 2008, que estabelece uma cota para exportação comercial de 250 indivíduos/espécie/ano/empresa, para a espécie *H. reidi*. No entanto, essa cota é aplicada a nível nacional e não leva em consideração a origem dos exemplares exportados, o número de empresas ativas por região ou critérios ecológicos (tamanho populacional, taxas de natalidade e mortalidade, proporção sexual, variação anual e espacial) que permitam identificar o número máximo de indivíduos que poderiam ser removidos de uma dada população natural sem comprometer suas taxas reprodutivas, crescimento e tamanho populacional. Além disso, outro desafio encontrado na conservação dessas espécies é a confusão jurídica causada pelas instituições, revogações e revalidações constantes de Portarias e Instruções Normativas que legislam sobre a exploração de espécies ornamentais no Brasil, incluindo os cavalos-marinhos (GURJÃO, 2018).

O Brasil possui destaque mundial no fornecimento de peixes marinhos para aquarioria (WOOD, 2001; RHYNE *et al.*, 2012, 2017), sendo o estado do Ceará um dos maiores exportadores (MONTEIRO-NETO *et al.*, 2003). No Ceará, atualmente, a única espécie de cavalo-marinho com ocorrência descrita é *H. reidi* (OSÓRIO *et al.*, 2011) (FIGURA 02), sendo classificada como vulnerável segundo a Portaria N°445 do Ministério do Meio Ambiente (MMA), de 17 de dezembro de 2014. Já a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) classificou o status de risco da espécie como “quase

ameaçado” devido à queda nos tamanhos das populações nos últimos anos (OLIVEIRA; POLLON, 2017). Assim, buscando fornecer informações que auxiliem o manejo e a potencial exploração sustentável de *H. reidi* em estuários tropicais, este estudo avalia aspectos populacionais da espécie no estuário do rio Pacoti, estado do Ceará, Brasil.

Figura 02 – Indivíduos de *Hippocampus reidi*.



Fonte: Athila Bertoncini (à esquerda) e Amanda Vaccani (à direita) / GuyLian Seahorses of the World 2018.

Os estudos de densidade populacional de *H. reidi* e que investigam razão sexual, distribuição de altura, padrões de coloração, preferência por substrato de ancoragem e como variáveis abióticas como salinidade, pluviosidade e tamanho da zona fótica influenciam esses parâmetros populacionais, oferecem subsídios para compreensão da estrutura e dinâmica das populações de cavalos-marinhos, o que é essencial para o manejo sustentável dessa espécie e seus habitats.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Caracterizar a estrutura populacional de *Hippocampus reidi* no estuário do rio Pacoti, Ceará, e propor sugestões para o manejo sustentável da população.

2.2 Objetivos específicos

- Estimar a densidade populacional de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti e comparar com valores de densidade pretéritos.
- Avaliar se a salinidade e pluviosidade tem influência na densidade espaço-temporal de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti.
- Caracterizar a razão sexual, distribuição de altura, padrões de coloração e substrato de ancoragem de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti.
- Propor recomendações para o manejo sustentável da população de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área de estudo

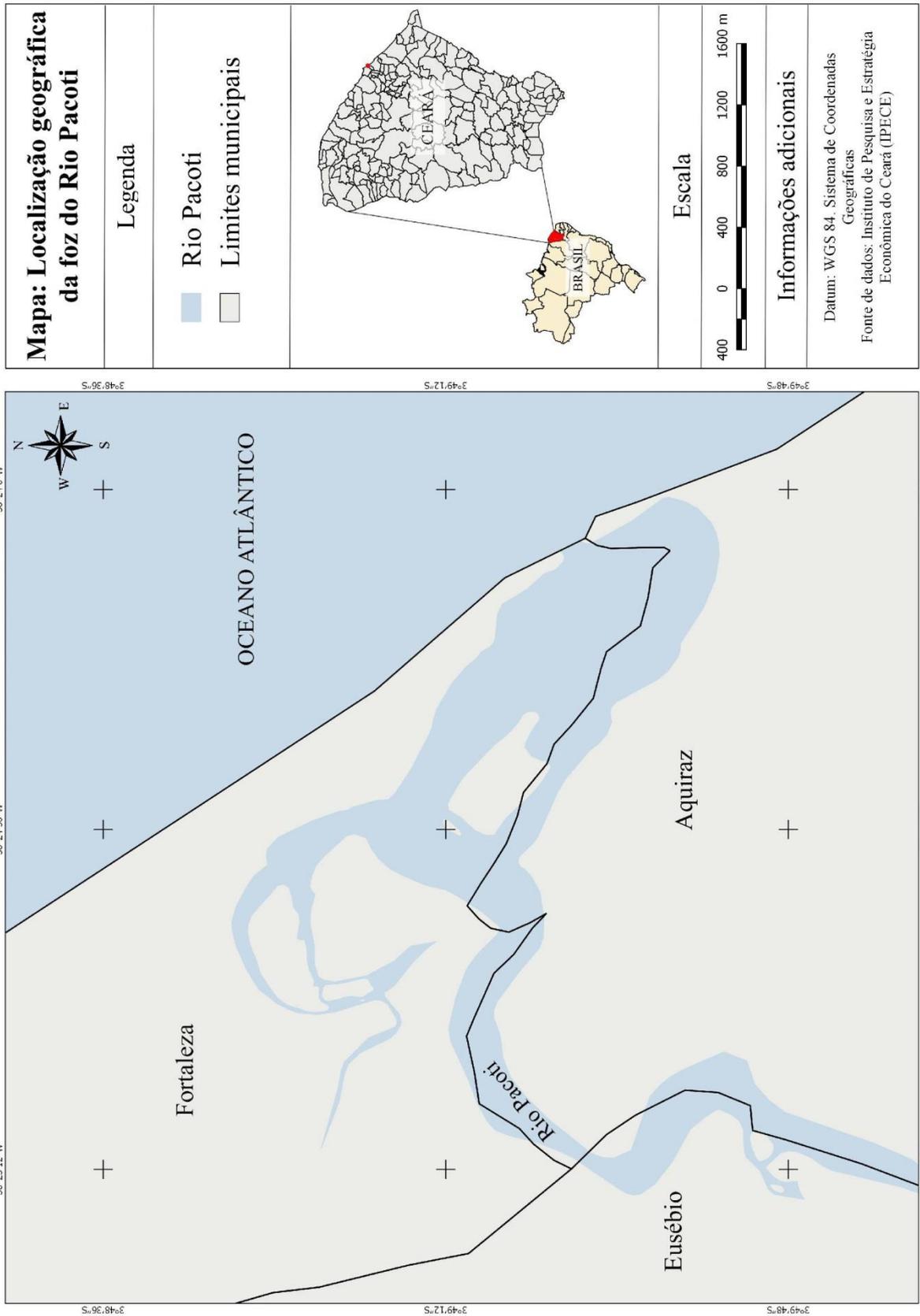
Este estudo foi realizado no estuário do rio Pacoti (S 3°50'01,2" W 38°25'13,2"), com cerca de 15 km de extensão e uma área estimada de 160 ha de manguezal em suas margens (GORAYEB; DA SILVA; MEIRELES, 2005), localizado entre os municípios de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz, estado do Ceará, pertencendo à Bacia Hidrográfica Metropolitana (COGERH, 2011) (FIGURA 03).

No baixo curso do rio Pacoti, a paisagem é dominada por manguezais, mata de tabuleiro, dunas móveis e fixas (CEARÁ, 2000). Os manguezais ocorrem desde a barra por cerca de 15 km em direção a nascente, condicionados as alterações da maré e da pluviometria da área e compreende as espécies *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho), *Laguncularia racemosa* (mangue-branco), *Conocarpus erectus* (mangue-de-botão), *Avicennia germinans* e *A. schaueriana* (mangue-preto) (GORAYEB; DA SILVA; MEIRELES, 2005).

Atividades turísticas, imobiliárias e de lazer são comuns na foz deste estuário. A praia do Porto das Dunas, localizada no município de Aquiraz, abriga o Complexo Turístico Beach Park e é alvo de grande especulação imobiliária. A praia da Cofeco, localizada no município de Eusébio, apresenta atividades de lazer e esportes. A ocupação e especulação imobiliária dessas áreas causou o desmatamento de manguezais e outros tipos de vegetação, impermeabilização do solo, contaminação hídrica e despejo de esgoto nas praias, que podem impactar a diversidade biológica do estuário do rio Pacoti, o ambiente físico e a população residente dessas áreas (GORAYEB; DA SILVA; MEIRELES, 2005; SANTANA; LOTUFO; ABESSA, 2015).

O rio Pacoti, suas margens e terrenos contíguos formam a Área de Proteção Ambiental do Rio Pacoti, que possui em torno de 2915 hectares. Esta Unidade de Conservação de Uso Sustentável foi criada pelo Decreto Estadual N° 25.778, de 15 de fevereiro de 2000, de acordo com a Lei n° 9.985, de 18 de julho de 2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC).

Figura 03 – Localização geográfica do Estuário do rio Pacoti, na divisa dos municípios de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz (CE).



3.2 Descrição das áreas de amostragem

O primeiro quilômetro da foz do estuário do rio Pacoti, no sentido mar adjacente – montante, foi dividido em onze áreas de registro (FIGURA 04; TABELA 01), formadas por transectos não-lineares de comprimento variável, com largura e profundidade de aproximadamente um metro. Estas áreas foram definidas em função da disponibilidade de habitats e da ocorrência de exemplares de *H. reidi*, indicada por comunitários que comercializavam de forma legal a espécie.

Tabela 01 – Meses de registro, evidenciados com X, das áreas de ocorrência de *H. reidi* e variáveis abióticas no estuário do rio Pacoti no período de dezembro/2017 a outubro/2018.

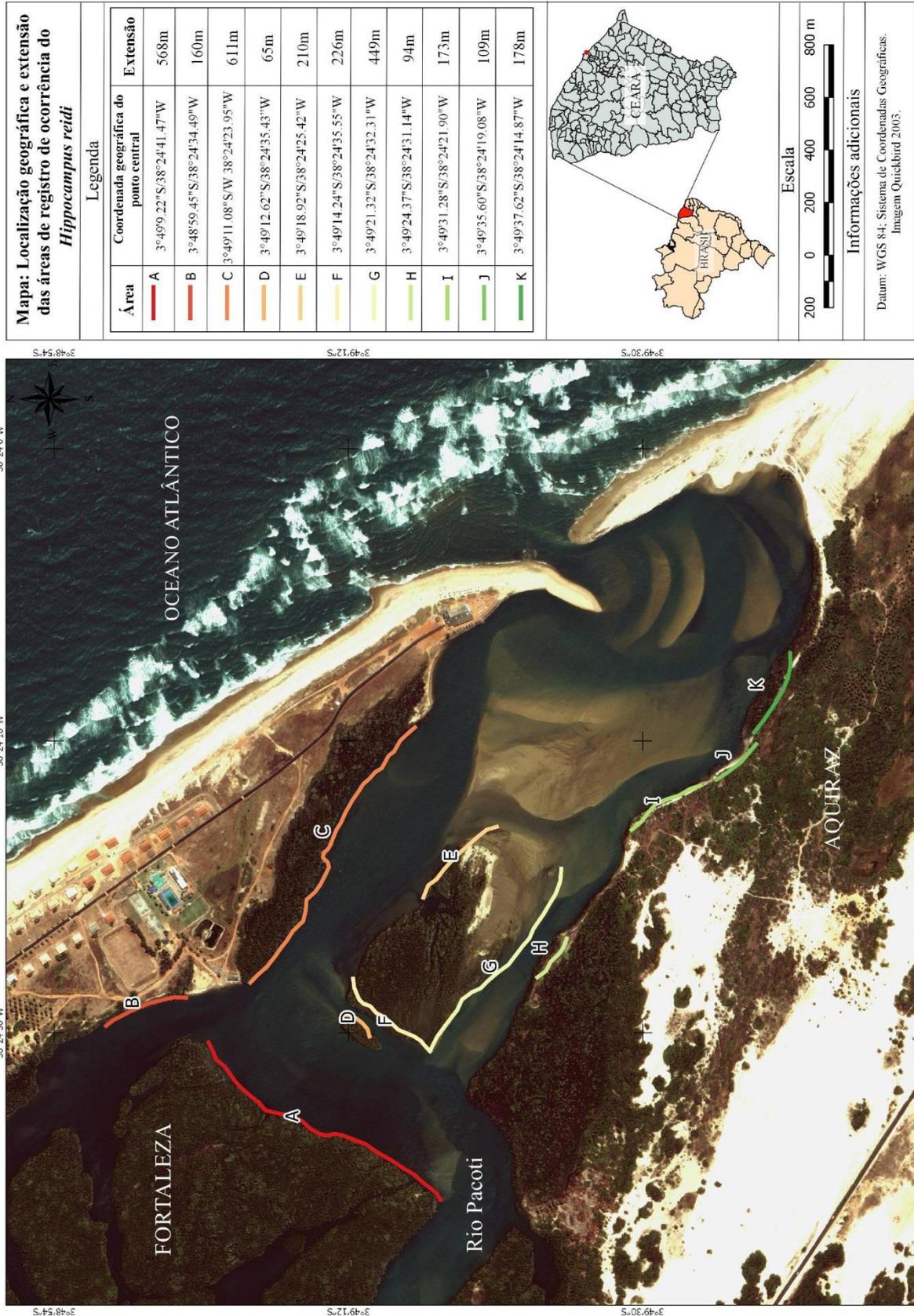
Área	Meses de amostragem										
	Dez 2017	Jan 2018	Fev 2018	Mar 2018	Abr 2018	Mai 2018	Jun 2018	Jul 2018	Ago 2018	Set 2018	Out 2018
A					X				X		
B					X				X		
C		X							X		
D		X								X	
E			X	X			X			X	
F			X	X			X			X	
G			X							X	
H	X					X		X			X
I	X					X		X			X
J	X		X			X		X			X
K						X		X			X

3.3 Coleta de dados

Os registros da ocorrência de cavalos-marinhos e amostragem de variáveis abióticas foram realizados entre dezembro de 2017 e outubro de 2018, somando onze expedições com frequência mensal, durante a maré baixa (entre 0,3 e 0,6 m) e acompanhadas por um pescador especializado em captura desta espécie na região.

A busca por indivíduos de *H. reidi* foi realizada através de observações visuais sobre a água e, em alguns casos, quando a profundidade permitia, através de observação subaquática com o uso de máscara e *snorkel*, de acordo com a metodologia proposta por Sabino (1999).

Figura 04 – Localização das áreas de registro de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti, CE.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os indivíduos registrados foram fotografados e medidos considerando sua altura como o comprimento do topo da coroa até a ponta da cauda totalmente esticada, segundo Lourie *et al.* (2004). O sexo foi estabelecido de acordo com a ausência ou presença de bolsa incubadora, sendo considerados fêmeas indivíduos sem bolsa incubadora e machos os indivíduos com esta estrutura. Machos que apresentaram bolsa incubadora intumescida foram considerados grávidos e indivíduos com altura inferior a dez centímetros foram considerados juvenis (FOSTER; VINCENT, 2005; CITES, 2005). Também foram registradas para cada indivíduo a coloração dominante e localização com auxílio de um GPS (Garmim Etrex Vista HCx). A licença número 56416-1, para registros “*in situ*” sem a retirada de exemplares de seus habitats naturais, foi expedida pelo Ministério do Meio ambiente (MMA) e Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio/SISBIO).

Na caracterização dos habitats de ocorrência de cavalos-marinhos foram registrados o substrato de ancoragem (como raízes de mangue, areia etc.), salinidade com um refratômetro e tamanho da zona fótica (cm) com disco de Secchi. Dados de pluviosidade foram obtidos a partir do banco de dados Calendário das Chuvas no Ceará, da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). Os valores de pluviosidade utilizados para as análises foram resultado da soma da precipitação na região hidrográfica Metropolitana do estado do Ceará nos sete dias anteriores a cada coleta de dados.

3.4 Análise de dados

3.4.1 Densidade populacional

A densidade populacional foi estimada para cada evento de registro a partir da razão entre o número de indivíduos observados em cada transecto e a área deste, considerando quatro casas decimais. A área de cada transecto foi estabelecida a partir da multiplicação da sua extensão e largura, em metros.

3.4.2 Influência da salinidade e pluviosidade na densidade populacional

Para verificar o efeito das variáveis preditoras salinidade e pluviosidade na densidade de cavalos-marinhos foi utilizado um Modelo Linear Misto (LMM). Para testar a significância do modelo, foi construído um modelo nulo e em seguida os dois modelos foram contrastados utilizando o critério de informação de Akaike (AIC). Na criação do modelo, o

mês e a estação de registro de cada evento foram considerados variáveis aleatórias, controlando o efeito de pseudoréplicas.

3.4.3 *Proporção sexual, altura, coloração e substrato de ancoragem*

A razão sexual dos indivíduos foi avaliada através da comparação das proporções e análise das divergências entre as frequências observadas e esperadas de machos e fêmeas com o teste de qui-quadrado (χ^2). A proporção de machos grávidos foi analisada temporalmente, para identificação dos meses com maiores proporções e um teste de correlação de Spearman (ZAR, 2010) foi utilizado para correlacionar a proporção de machos grávidos com os valores de salinidade e de pluviosidade mensais. Para a pluviosidade mensal foi considerada a precipitação mensal na região hidrográfica Metropolitana do estado do Ceará para cada mês de coleta, sendo estes dados obtidos também no banco de dados Calendário das Chuvas no Ceará, da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

As alturas dos indivíduos registrados foram analisadas através de distribuição de frequência e histograma. Alterações na média das alturas dos indivíduos registrados foram analisadas utilizando ANOVA e teste de Tukey (ZAR, 2010). A preferência por substratos de ancoragem, assim como a coloração dos indivíduos, foi avaliada a partir da comparação de suas proporções. Para avaliar o efeito das variáveis sexo, substrato e coloração sobre a altura dos cavalos-marinhos foi realizado um teste ANOVA de três vias (*three-way ANOVA*) (ZAR, 2010) utilizando dados apenas de indivíduos maduros (machos e fêmeas).

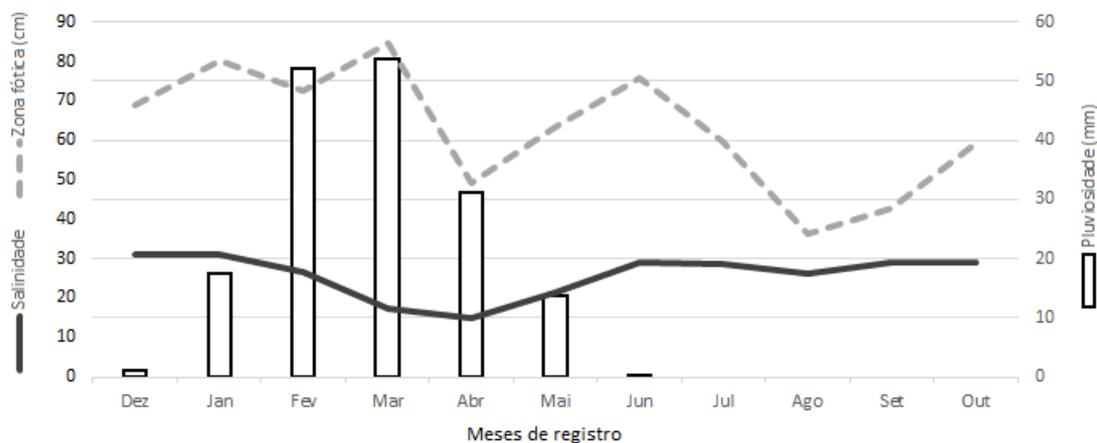
4 RESULTADOS

Durante os 11 meses do estudo houveram 231 registros de indivíduos de *H. reidi*. Nas áreas de registro de *H. reidi* a salinidade variou entre 10 e 31 ($\bar{X} = 25,54 \pm 5,63$) e o tamanho da zona fótica variou entre 21 cm e 135 cm ($\bar{X} = 61,28 \text{ cm} \pm 22,95$). A pluviosidade registrada nos sete dias anteriores a cada evento de coleta de dados variou entre 0 mm e 53,7 mm ($\bar{X} = 15,25 \text{ mm} \pm 20,65$) (TABELA 02; FIGURA 05).

Tabela 02 – Valores de maré (m), salinidade, pluviosidade (mm) e tamanho de zona fótica (cm) registrados nas áreas de ocorrência de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti, de dezembro/2017 a outubro/2018.

Ano	Mês	Maré (m)	Salinidade	Pluviosidade (mm)	Zona Fótica (cm)
2017	Dez	0,6	31,00 ± 0,00	1,2	69,00 ± 0,00
	Jan	0,6	31,00 ± 0,00	17,5	80,00 ± 0,00
	Fev	0,4	26,80 ± 2,98	52,2	72,57 ± 13,86
	Mar	0,3	17,28 ± 1,90	53,7	84,64 ± 33,15
	Abr	0,3	15,00 ± 5,16	31,3	49,00 ± 01,03
2018	Mai	0,3	21,40 ± 4,04	13,8	63,46 ± 13,41
	Jun	0,6	28,84 ± 0,37	0,1	75,68 ± 12,58
	Jul	0,6	28,81 ± 0,39	0	59,58 ± 23,76
	Ago	0,6	26,12 ± 3,23	0	36,12 ± 7,82
	Set	0,3	29,20 ± 1,63	0	42,06 ± 5,50
	Out	0,3	29,12 ± 0,34	0	59,12 ± 27,24

Figura 05 – Valores de salinidade (linha preta contínua), tamanho de zona fótica (linha pontilhada cinza) (eixo à direita) e pluviosidade (barras brancas) (eixo à esquerda) registrados nas áreas de ocorrência de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti, de dezembro/2017 a outubro/2018.

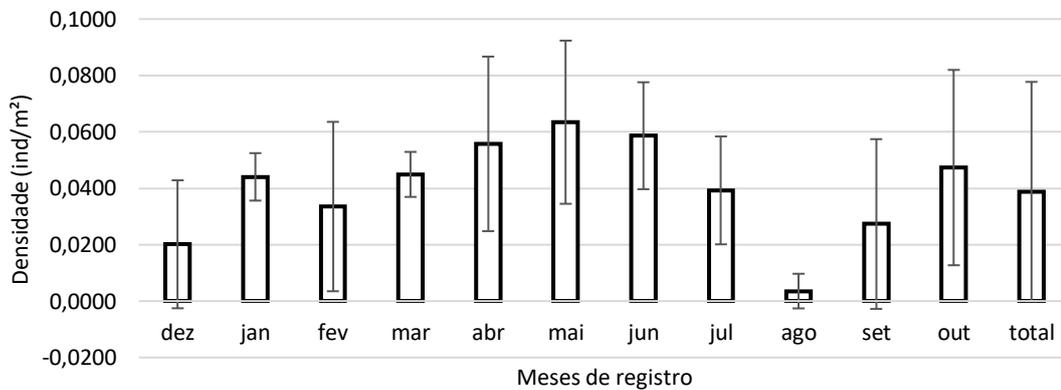


Fonte: Elaborada pela autora.

4.1 Densidade populacional

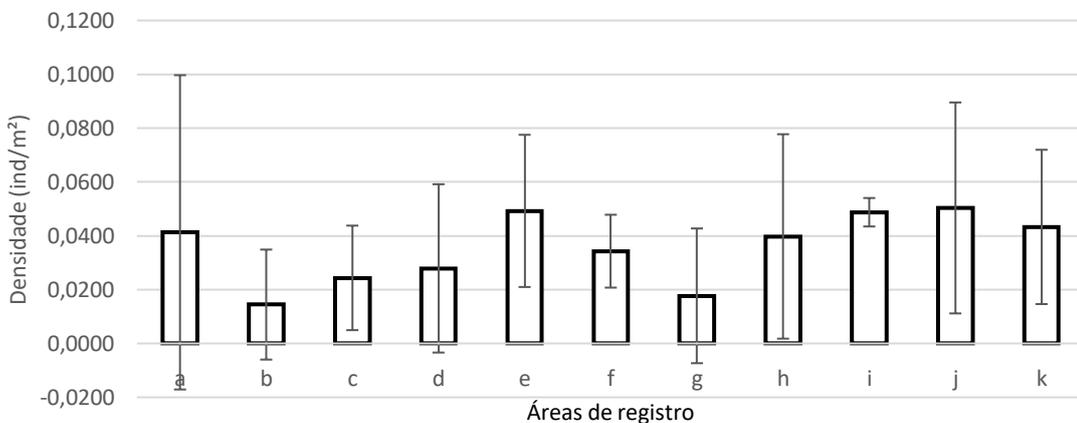
Os valores de densidade populacional em cada evento de registro (área e mês) variaram de 0,0045 ind.m⁻² a 0,1040 ind.m⁻² ($\bar{X} = 0,0389 \text{ ind.m}^{-2} \pm 0,0277$), havendo três transectos sem nenhum indivíduo registrado. Os meses com as três maiores densidades médias foram maio ($\bar{X} = 0,0634 \text{ ind.m}^{-2} \pm 0,0289$), junho ($\bar{X} = 0,0586 \text{ ind.m}^{-2} \pm 0,0190$) e abril ($\bar{X} = 0,0557 \text{ ind.m}^{-2} \pm 0,0309$) (FIGURA 06). As estações de coleta com maiores densidades médias foram J ($\bar{X} = 0,0503 \text{ ind.m}^{-2} \pm 0,0392$), E ($\bar{X} = 0,0492 \text{ ind.m}^{-2} \pm 0,0283$) e I ($\bar{X} = 0,0487 \text{ ind.m}^{-2} \pm 0,0053$) (FIGURA 07).

Figura 06 – Densidades populacionais mensais médias de *H. reidi* (ind.m⁻²) no estuário do rio Pacoti entre os meses de dezembro/2017 a outubro/2018.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 07 – Densidades populacionais médias de *H. reidi* (ind.m⁻²) nas áreas de registro (a – k) do estuário do rio Pacoti entre os meses de dezembro/2017 a outubro/2018.

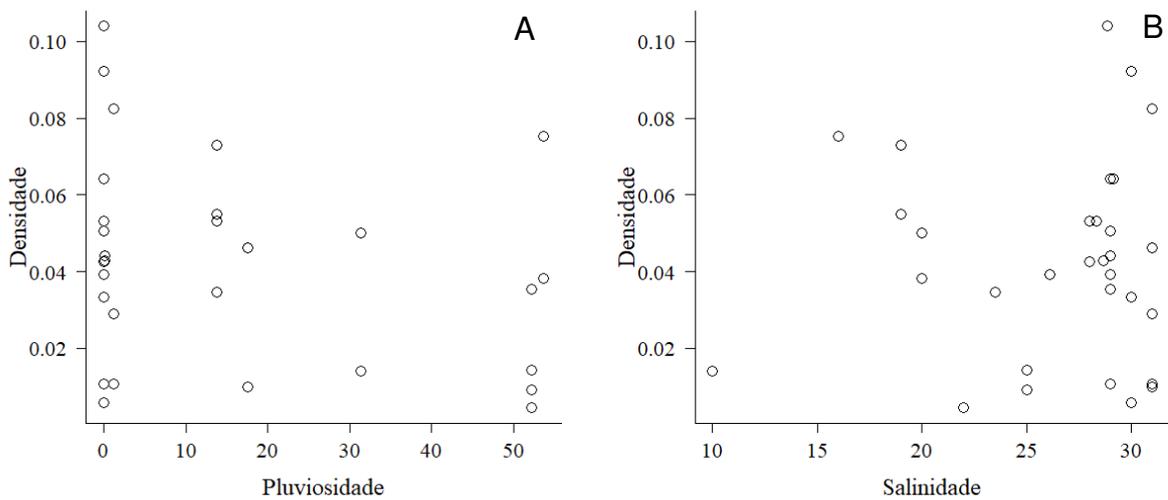


Fonte: Elaborada pela autora.

4.2 Influência da salinidade e pluviosidade na densidade populacional

A análise de Modelo Linear Misto (LMM) não mostrou diferença entre o modelo nulo e o modelo alternativo ($\text{Chi} = 3,64$; $\text{df} = 2$; $\text{P} = 0,16$), indicando que as variáveis salinidade e pluviosidade não influenciaram sobre a densidade populacional de cavalos-marinhos no estuário do rio Pacoti (FIGURA 08).

Figura 08 – Representação da análise comparativa entre densidade (ind.m^{-2}) de *H. reidi* e pluviosidade (mm) (A) e densidade (ind.m^{-2}) de *H. reidi* e salinidade (B) em cada evento de coleta no estuário do rio Pacoti, entre os meses de dezembro/2017 e outubro/ 2018.



Fonte: Elaborado pela autora.

4.3 Proporção sexual, altura, coloração e substrato de ancoragem

Dentre os 231 indivíduos de *H. reidi* registrados, 109 foram fêmeas (47,19%), 106 machos (45,89%) e 16 juvenis (6,92%). O teste de qui-quadrado indicou que machos e fêmeas não diferiram quanto a proporção sexual (1:1; $\text{P}=0,837$) (TABELA 03).

Tabela 03 – Razão sexual (qui-quadrado) da população de *H. reidi* do estuário do rio Pacoti registrada entre dezembro/2017 e outubro/2018.

Mês	Macho (N)	Fêmea (N)	X^2	g.l.	P	Viés da razão sexual
Dezembro	4	9	1,92	1	0,165	Igual
Janeiro	1	6	3,57	1	0,058	Igual
Fevereiro	6	7	0,07	1	0,781	Igual
Março	14	9	1,08	1	0,297	Igual
Abril	6	7	0,07	1	0,781	Igual
Mai	11	18	1,69	1	0,193	Igual
Junho	9	9	0,00	1	1,000	Igual
Julho	22	15	1,32	1	0,250	Igual
Agosto	11	13	0,16	1	0,683	Igual
Setembro	12	11	0,04	1	0,834	Igual
Outubro	10	5	1,66	1	0,196	Igual
Geral total	106	109	0,04	1	0,837	Igual

Dos 106 machos da espécie *H. reidi* registrados, 60 indivíduos foram identificados como grávidos (56,60%). As proporções de machos grávidos foram calculadas considerando o número de machos grávidos sobre o número de fêmeas (proporção A) e o sobre número total de machos (proporção B) (TABELA 04). O menor macho grávido encontrado possuía altura de 9,5 cm. Na correlação de Spearman foi necessário desconsiderar o mês de dezembro, pois o banco de dados da FUNCEME não possuía informações sobre a precipitação neste mês. No entanto, o teste demonstrou uma correlação negativa e significativa entre a proporção de machos grávidos e a pluviosidade (proporção A: $r = -0,75$, $P = 0,01$; proporção B: $r = -0,73$, $P = 0,01$).

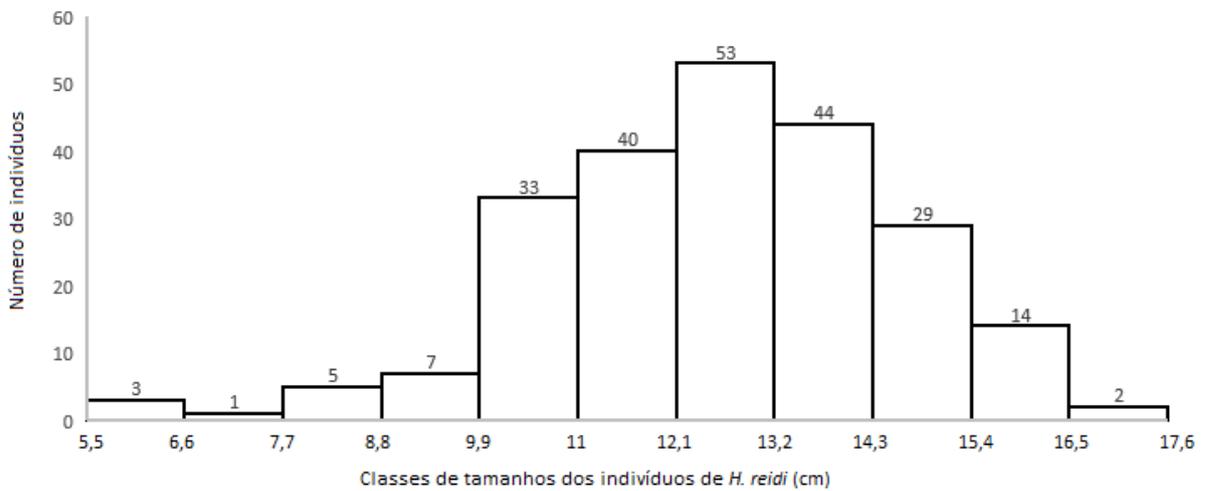
Tabela 04 – Proporção de machos grávidos de *H. reidi* do estuário do rio Pacoti registrados de dezembro/2017 a outubro/2018. Ressaltados em cinza, valores a partir de 70%.

Ano	Mês	Machos (N)	Fêmeas (N)	Machos grávidos (N)	Proporção A ($\frac{\text{Machos grávidos}}{\text{femeas}}$)	Proporção B ($\frac{\text{Machos grávidos}}{\text{machos}}$)	Pluviosidade mensal (mm)
2017	dez	4	9	3	33%	75%	N.I
	jan	1	6	0	0%	0%	97,7
	fev	6	7	1	14%	17%	194,0
	mar	14	9	0	0%	0%	141,0
2018	abr	6	7	2	29%	33%	274,6
	mai	11	18	7	39%	64%	97,8
	jun	9	9	3	33%	33%	21,9
	jul	22	15	14	93%	64%	42,9
	ago	11	13	11	85%	100%	2,5
	set	12	11	12	109%	100%	0,2
	out	10	5	7	140%	70%	1,3

N.I = Não informado.

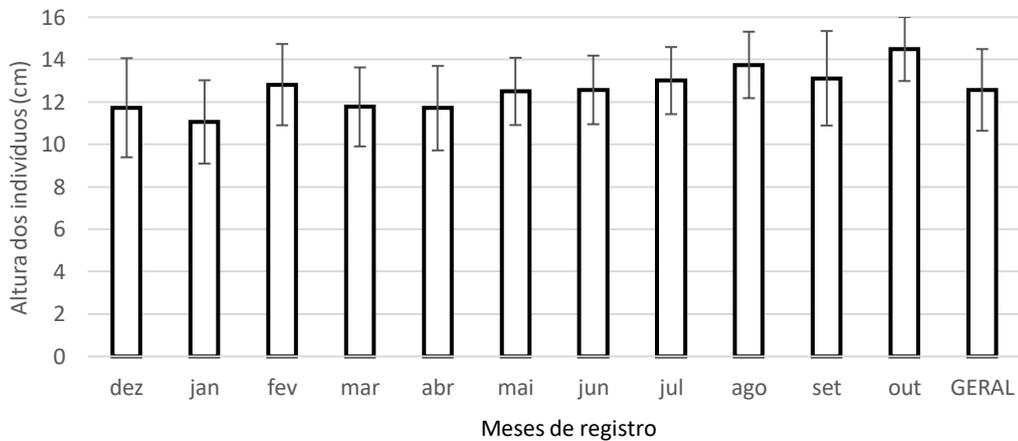
A altura dos indivíduos de *H. reidi* variou entre 5,5 cm e 17 cm ($\bar{X} = 12,69 \text{ cm} \pm 1,98$) (FIGURA 09). Os testes da ANOVA e Tukey, indicaram que nos meses de agosto e outubro os indivíduos possuíram altura média significativamente maiores quando comparados aos meses de dezembro, janeiro, março e abril ($F_{10,220} = 4,27$; $P < 0,001$) (FIGURA 10). Os indivíduos registrados na quadra chuvosa (fevereiro a maio) foram significativamente menores do que os indivíduos do período seco (julho a janeiro) ($F_{1,229} = 8,65$; $P = 0,003$) (FIGURA 11).

Figura 09 – Histograma de classes de altura dos indivíduos de *H. reidi* amostrados no estuário do rio Pacoti (CE) de dezembro/2017 a outubro/2018.



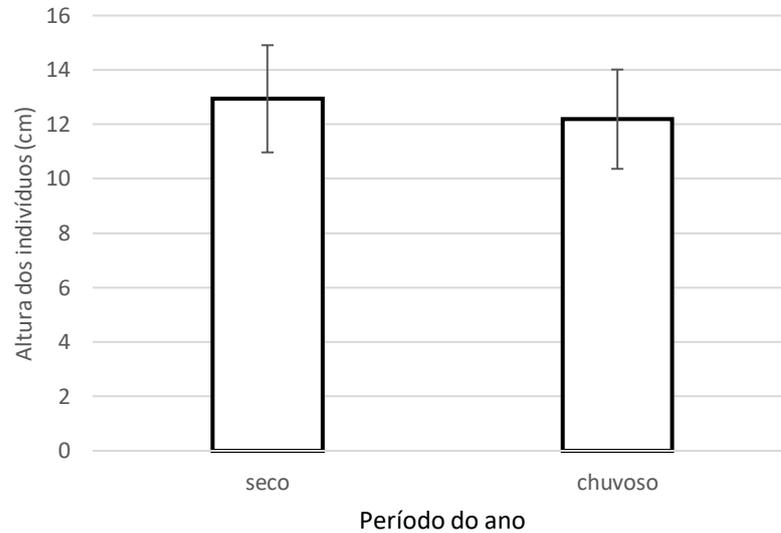
Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 10 – Média e desvio padrão da altura (cm) dos indivíduos de *H. reidi* registrados no estuário do rio Pacoti entre dezembro/2017 e outubro/2018.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 11 – Média e desvio padrão do altura (cm) dos indivíduos de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti, por período do ano (Chuvoso: fevereiro a maio/2018; Seco: dezembro/2017 a janeiro/2018 e junho a outubro/2018).



Fonte: Elaborada pela autora.

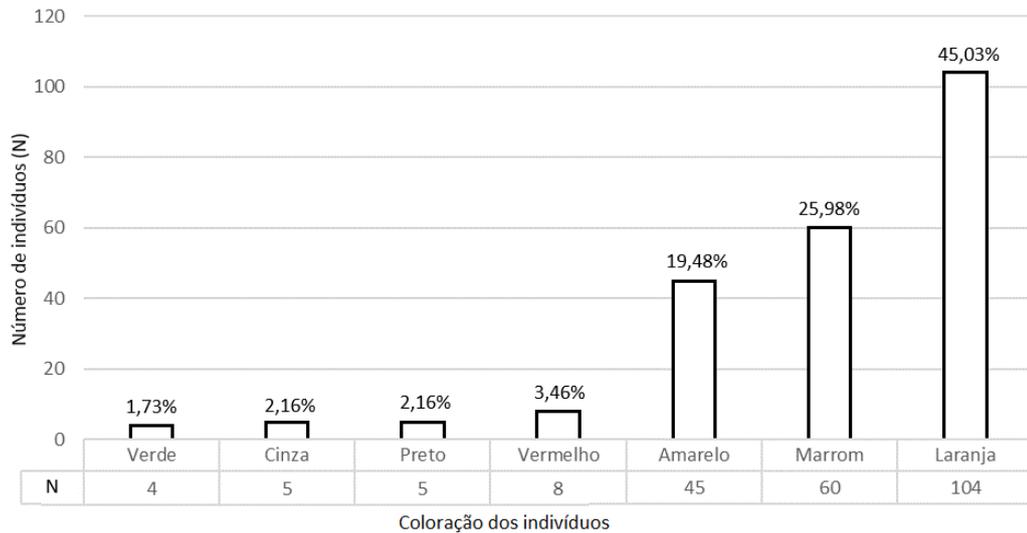
Observando a coloração dos indivíduos foi possível notar diferenças entre as cores e presença de padrões como bandas, manchas e pontos. Dessa forma, foi elaborada uma classificação para caracterizar os padrões de coloração encontrados de acordo com a coloração predominante (TABELA 05).

Do total de indivíduos registrados, 45,03% apresentaram padrão de coloração predominantemente laranja. Outros padrões de coloração observados foram amarelo (19,48%), cinza (2,16%) marrom (25,98%), preto (2,16%), verde (1,73%) e vermelho (3,46%) (FIGURA 12).

Tabela 05 – Descrição dos tipos padrões de coloração observados nos indivíduos de *H. reidi* do estuário do rio Pacoti no período de dezembro/2017 a outubro/2018.

Coloração	Descrição dos padrões de coloração
Amarelo	Completamente amarelo
Cinza	Predominantemente cinza com pontos pretos Predominantemente cinza com manchas brancas
Laranja	Completamente laranja Predominantemente laranja com pontos pretos Predominantemente laranja com bandas brancas Predominantemente laranja com bandas cinzas Predominantemente laranja com manchas marrons Predominantemente laranja com parte do corpo amarela
Marrom	Completamente marrom Predominantemente marrom com pontos pretos Predominantemente marrom com manchas brancas Predominantemente marrom com bandas pretas
Preto	Completamente preto
Verde	Predominantemente verde com manchas brancas Predominantemente verde com parte do corpo marrom
Vermelho	Predominantemente vermelho com bandas marrons Predominantemente vermelho com bandas pretas

Figura 12 – Número de indivíduos de *H. reidi* por coloração no estuário do rio Pacoti (CE).



Fonte: Elaborada pela autora.

Foram registradas doze categorias de substrato de ancoragem: macroalgas, areia, *Cassostrea* sp. (ostra do mangue), corda, *Halodule wrightii* (gramínea marinha), *Laguncularia racemosa* (mangue-branco), *Rhizophora mangle* (mangue-vermelho), pedra, raízes, rede de pesca e troncos. Alguns indivíduos também foram registrados livres, enquanto se deslocavam, e classificados na categoria ‘não ancorados’. As proporções que expressam o uso de diferentes substratos de ancoragem de *H. reidi* no rio Pacoti foram maiores na espécie *L. racemosa* (mangue-branco; 38,53%), seguido de areia (23,38%) e *R. mangle* (mangue-vermelho; 16,88%) (TABELA 06; TABELA 07).

Tabela 06 – Frequência de uso de substratos de ancoragem por *H. reidi* no estuário do rio Pacoti (CE) para todas as áreas de registro entre dezembro/2017 a outubro/2018.

Ano	Mês	Alg	Are	Cor	Cra	H.w.	L.r.	R.m.	Ped	Rz	Rd	Trnc	NA
2017	Dez	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Jan	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	33,33	66,67	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Fev	0,00	14,29	0,00	0,00	0,00	42,86	42,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Mar	8,00	12,00	0,00	0,00	8,00	36,00	36,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Abr	0,00	81,25	0,00	0,00	0,00	6,25	0,00	0,00	0,00	6,25	0,00	6,25
2018	Mai	0,00	46,67	0,00	0,00	0,00	46,67	0,00	0,00	3,33	0,00	0,00	3,33
	Jun	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
	Jul	0,00	42,11	2,63	0,00	0,00	26,32	7,89	2,63	2,63	2,63	0,00	13,16
	Ago	0,00	8,33	0,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00	8,33	0,00	0,00	33,33
	Set	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	24,00	12,00	0,00	40,00	0,00	8,00	16,00
Out	0,00	25,00	0,00	12,50	0,00	37,50	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50	12,50	
Total		0,87	23,38	0,43	0,87	0,87	38,53	16,88	0,43	6,06	0,87	1,73	9,09

Alg = macroalgas; Are = areia; Cor = corda; Cra = *Cassostrea* sp.; H.w = *Halodule wrightii*; L.r = *Laguncularia racemosa*; R.m = *Rhizophora mangle*; Ped = pedra; Rz = raízes; Rd = rede de pesca; Trnc = troncos; NA = não ancorado. A última linha corresponde a porcentagem do total de indivíduos ancorados em cada substrato. Variação das proporções destacadas por intensidade de tons de cinza: tonalidade mais escura correspondem a maiores proporções de uso do substrato, tonalidades mais claras, menores proporções.

Tabela 07 – Frequência de uso de substratos de ancoragem por *H. reidi* no estuário do rio Pacoti (CE) para todas as áreas de registro entre dezembro/2017 a outubro/2018.

Estação	Alg	Are	Cor	Cra	H.w.	L.r.	R.m	Ped	Rz	Rd	Trnc	NA
A	0,00	75,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	12,50	0,00	12,50
B	0,00	87,50	0,00	0,00	0,00	12,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
C	0,00	6,67	0,00	0,00	0,00	0,00	60,00	0,00	6,67	0,00	0,00	26,67
D	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	100,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
E	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	66,67	7,41	0,00	18,52	0,00	7,41	0,00
F	4,26	8,51	0,00	0,00	4,26	29,79	34,04	0,00	10,64	0,00	0,00	8,51
G	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	50,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
H	0,00	36,36	0,00	0,00	0,00	63,64	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
I	0,00	20,00	3,33	0,00	0,00	40,00	10,00	0,00	6,67	3,33	0,00	16,67
J	0,00	13,33	0,00	0,00	0,00	80,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,33	3,33
K	0,00	68,97	0,00	6,90	0,00	10,34	0,00	3,45	0,00	0,00	3,45	6,90

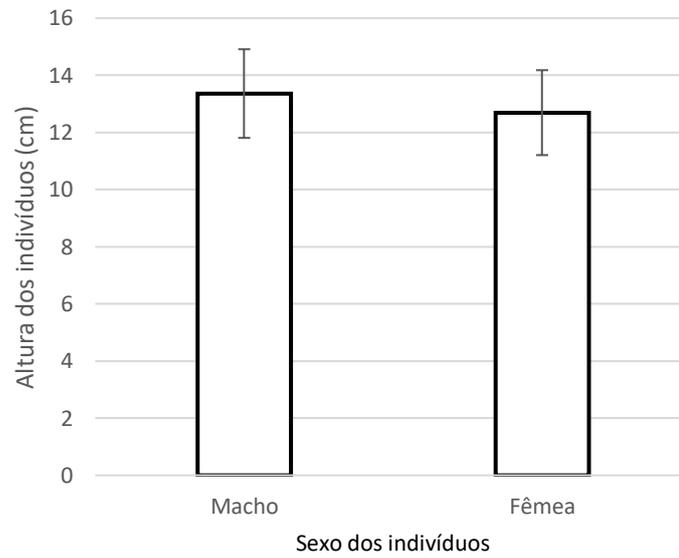
Alg = algas; Are = areia; Cor = corda; Cra = *Cassostrea* sp.; H.w = *Halodule wrightii*; L.r = *Laguncularia racemosa*; R.m = *Rhizophora mangle*; Ped = pedra; Rz = raízes; Rd = rede de pesca; Trnc = troncos; NA = não ancorado. Variação das proporções destacadas por intensidade de tons de cinza: tonalidade mais escura correspondem a maiores proporções de uso do substrato, tonalidades mais claras, menores proporções.

No teste de ANOVA considerando apenas indivíduos maduros (fêmeas e machos), foram observadas diferenças significativas entre alturas de machos e fêmeas ($F_{1,158} = 11,205$; $P = 0,001$) e na interação entre sexo e cor ($F_{4,158} = 3,474$; $P = 0,009$) (TABELA 08; FIGURA 13; FIGURA 14).

Tabela 08 – ANOVA de três vias comparando a altura dos indivíduos de *H. reidi* do estuário do rio Pacoti (CE) entre sexo, cor e tipo de substrato utilizado e teste de Tukey. Em negrito, valores que indicam diferenças significativas.

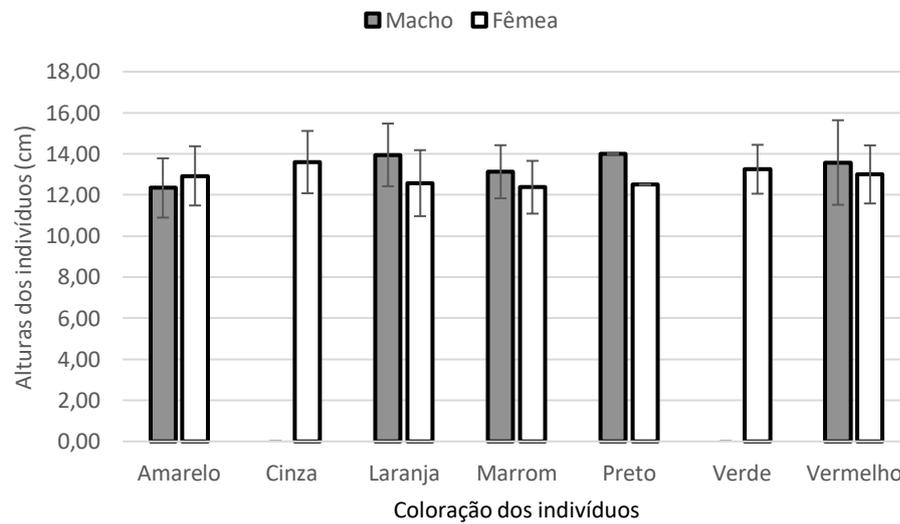
ANOVA					
	g.l.	Soma Quad	Média Quad	F	P
Sexo	1	24,0	24,03	11,205	0,001
Cor	6	18,1	3,025	1,410	0,213
Substrato	11	19,7	1,794	0,837	0,603
Sexo:Cor	4	29,8	7,451	3,474	0,009
Sexo:Substrato	6	10,8	1,797	0,838	0,542
Cor:Substrato	21	65,0	3,097	1,444	0,105
Sexo:Cor:Substrato	7	9,2	1,318	0,615	0,743
Resíduos	158	338,9	2,145		
Teste de Tukey (Sexo)					P
Comparação		Macho	Fêmea		0,001
Teste de Tukey (Sexo:Cor)					
		Macho laranja	Macho amarelo		0,012
		Macho laranja	Fêmea laranja		<0,001
		Fêmea marrom	Macho laranja		0,008

Figura 13 – Altura (cm) dos indivíduos de *H. reidi* por sexo amostrados no estuário do rio Pacoti.



Fonte: Elaborada pela autora.

Figura 14 – Altura (cm) dos indivíduos de *H. reidi* por coloração, amostrados no estuário do rio Pacoti.



Fonte: Elaborada pela autora.

5 DISCUSSÃO

5.1 Densidade populacional

O estuário do rio Pacoti possui uma baixa densidade de *Hippocampus reidi*, o que é comum para o gênero *Hippocampus* (FOSTER; VINCENT, 2004). No entanto, a densidade média registrada no presente estudo foi superior a encontrada em estudos anteriores no estuário do rio Pacoti por Osório (2008; $\bar{X} = 0,012 \text{ ind.m}^{-2}$) e Silva (2018; $\bar{X} = 0,005 \text{ ind.m}^{-2}$). A diferença entre as densidades pode ser explicada pelas diferentes metodologias abordadas. Osório (2008) e Silva (2018) utilizaram transectos fixos de 100 m^2 para levantamento de informações sobre a população de *H. reidi*. Foster e Vincent (2004) apontam que a metodologia de transecto fixo registra densidades mais baixas quando comparadas ao uso de *focal grid*. Dessa forma, é esperado que a metodologia do presente estudo, que selecionou áreas de ocorrência de cavalos-marinhos, registre densidades maiores quando comparada a estudos que utilizam transectos fixos.

Contudo, a baixa densidade média observada por Silva (2018) quando comparado ao estudo de Osório (2008) e a maior densidade registrada no presente estudo indica que os cavalos-marinhos estão mais agrupados próximo a desembocadura do rio, influenciados por maior disponibilidade de estruturas de ancoragem e maior salinidade. Silva (2018) menciona que nenhum dos indivíduos registrados foi encontrado nas estações de coleta mais distantes da desembocadura do rio, mas apenas nas mais próximas, e que a baixa densidade de *H. reidi* encontrada pode ser causada pelo assoreamento de algumas áreas de amostragem, o que torna indisponível substratos de ancoragem da espécie, como raízes de mangue, macroalgas e gramíneas. Esse assoreamento e indisponibilidade de habitats também foi relatado pelos pescadores que acompanharam o presente estudo e indicaram que os cavalos-marinhos não são encontrados hoje em algumas áreas examinadas por Osório (2008) (informação verbal)¹.

As áreas de estudo de Silva (2018) próximas a desembocadura do rio, onde os cavalos-marinhos foram registrados, coincidem em parte com as áreas de coleta A, H, I, B e C do presente estudo, cujas duas últimas estavam entre as de menor densidade média. Apesar da estação I possuir uma das maiores médias e desvio padrão baixo, a estação H apresentou em dois eventos de coleta densidades baixas ($0,0106 \text{ ind.m}^{-2}$), enquanto a estação A apresentou

¹ Informação fornecida por pescadores da região do estuário do rio Pacoti especializados na pesca de *H. reidi*, em dezembro de 2017.

ausência de indivíduos em um dos registros. Esses fatores indicam que as maiores densidades encontradas no presente estudo podem ser motivadas pela metodologia escolhida e pela coleta focada em áreas mais próximas a desembocadura do rio Pacoti.

5.2 Influência da salinidade e pluviosidade na densidade populacional

A salinidade é considerada o segundo fator que mais influencia a vida marinha (TYBERGHEIN, 2012) regulando sua distribuição a partir das pressões osmóticas que impõe aos organismos (LÜNING, 1990; GOGINA; ZETTLER, 2010). Cavalos-marinhos são animais eurialinos e possuem rins aglomerulares (MARTINEZ, 2017), podendo tolerar águas marinhas com salinidades entre 9 e 37 (FAO, 1990), embora alguns indivíduos adultos tenham sido registrados em salinidade 5. No entanto, esses indivíduos foram encontrados estressados e ofegantes (SILVEIRA, 2005).

Flutuações temporais da abundância de espécies de peixes estuarinos podem ser induzidas por precipitação (BARLETTA *et al.*, 2005). Além disso, a pluviosidade pode reduzir a transparência da água, influenciando os valores de densidade registrados, já que a baixa visibilidade impede a observação e registro dos cavalos-marinhos (BELL *et al.*, 2003).

A salinidade e pluviosidade não influenciaram a densidade da população de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti no período do presente estudo. Isso pode ser explicado pela homogeneidade de variáveis ambientais próximo a desembocadura do rio. Em regiões de estuário próximas a desembocadura dos rios a salinidade é fortemente influenciada pela maré, mantendo as águas salobras (DAY JR. *et al.*, 2013). As salinidades encontradas durante o presente estudo variaram entre 10 e 31, o que não é limitante para a distribuição de cavalos-marinhos. A zona fótica também é maior na região da foz do rio, influenciada pela menor profundidade do leito, sendo que durante este estudo o tamanho da zona fótica não limitou o levantamento visual.

O rio Pacoti possui dois barramentos em sua extensão, os açudes Pacoti e Acarape do Meio (COGERH, 2008; COGERH, 2011). Além disso, o estado do Ceará tem passado por um episódio de oito anos de seca (BRITO *et al.*, 2018), o que pode explicar a homogeneidade da salinidade na região da foz do estuário do rio Pacoti. Dessa forma, a salinidade não varia o suficiente para que seja considerada uma variável preditora da densidade de cavalos-marinhos no estuário do rio Pacoti.

5.3 Proporção sexual, altura, coloração e substrato de ancoragem

A proporção sexual 1:1 obtida no presente estudo é conhecida para o gênero *Hippocampus* e parece estar fortemente relacionada a monogamia das espécies de cavalo-marinho em cada estação reprodutiva (FOSTER; VINCENT, 2004). O comportamento monogâmico pode aumentar as taxas de sucesso reprodutivo em peixes como os cavalos-marinhos, que apresentam baixas densidades e baixa mobilidade (BARLOW, 1988; VINCENT; SANDLER, 1995).

A presença de machos grávidos em quase todos os meses deste estudo, com exceção apenas de janeiro e março, indica que a reprodução ocorre durante todo o ano, assim como verificado por Silveira (2005), além de corroborar com a afirmação de que o período reprodutivo de cavalos-marinhos em regiões tropicais dura mais meses do que em regiões temperadas (FOSTER; VINCENT, 2004).

Cavalos-marinhos da espécie *H. reidi* atingem a maturidade sexual ao atingir a altura de 8 cm (FOSTER; VINCENT, 2004). A CITES (2005) introduziu um limite mínimo de tamanho de captura de 10 cm, baseada nas evidências de que grande parte das espécies do gênero *Hippocampus* se reproduzem antes de atingir os 10 cm de altura, o que permitiria que os indivíduos se reproduzam ao menos uma vez antes de serem removidos do ambiente (KOLDEWEY, 2005). O menor indivíduo macho grávido encontrado neste estudo possuía 9,5 cm, o que corrobora com a decisão da CITES. No entanto, estudos apontam regiões onde os menores machos com bolsa incubadora registrados possuíam alturas superiores a 10 cm (ROSA *et al.*, 2007). Dessa forma, o limite mínimo de tamanho de captura adotado é uma recomendação importante para a conservação da espécie e que deve ser seguida, enquanto estudos focados na reprodução e maturidade sexual de *H. reidi* são realizados para determinação do tamanho mínimo de captura mais adequado a região, contribuindo para o manejo sustentável destas populações.

O resultado da correlação de Spearman mostrou que quanto menor a pluviosidade, maior parece ser a proporção de machos grávidos na população. Isso pode ser motivado pela menor capacidade de osmorregulação dos indivíduos mais jovens. Enquanto indivíduos juvenis suportam salinidades mínimas de até 15, indivíduos adultos podem tolerar salinidades de até 6 (FAO, 1990). O aumento do registro de indivíduos grávidos coincide com os meses em que a salinidade volta a se estabilizar em torno do valor de 30, entre os meses de julho e outubro. Assim, os indivíduos podem nascer em um ambiente de osmorregulação mais

favorável. No entanto, Osório (2008) em seu estudo encontrou um número de machos grávidos maior no primeiro semestre do ano, que apresenta maior pluviosidade. O período em que a estação reprodutiva de cavalos-marinhos ocorre e sua duração são influenciadas por variáveis ambientais e disponibilidade de recursos, que afetam o desenvolvimento e crescimento dos indivíduos (VINCENT; GILES, 2003). As salinidades registradas pelo autor nas estações de coleta foram, em média, maiores do que as salinidades encontradas no presente estudo. Esse fato pode sugerir que, apesar do ano de 2007 possuir uma pluviosidade semelhante ao ano de 2018, a população sofreu menos com o estresse osmótico naquele ano, com nascimentos ocorrendo mesmo durante as chuvas.

A altura média dos indivíduos de *H. reidi* encontrado no presente estudo ($\bar{X} = 12,69$ cm) é superior aqueles registrados para o Ceará em estudos anteriores. Segundo Rosa *et al.* (2007), as populações de cavalos-marinhos do Ceará possuem altura média menor ($\bar{X}_{CE} = 6,85$ cm) do que o encontrado em outros estados ($\bar{X}_{PI} = 13,21$ cm; $\bar{X}_{RN} = 13,85$ cm; $\bar{X}_{PB} = 13,00$ cm; $\bar{X}_{PE} = 13,04$ cm; $\bar{X}_{RJ} = 11,60$ cm; $\bar{X}_{SC} = 8,00$ cm). Osório (2008) registrou em seu estudo uma altura média dos indivíduos um pouco maior ($\bar{X} = 9,36$ cm). Portanto, o valor de altura médio de *H. reidi* deste estudo coloca a média do estuário do rio Pacoti mais próxima da média encontrada em outros estados.

Esse aumento na média da altura pode ser motivado pelo baixo número de indivíduos juvenis encontrados (n=16), com a menor registrada sendo 5,5 cm. No entanto, as maiores alturas registrado no Pacoti foram 16,4 cm (ROSA *et al.*, 2007) e 14,5 cm (OSÓRIO, 2008). No presente estudo foram registrados 26 indivíduos (11,26%) de alturas iguais ou superiores a 15 cm, sendo que dois indivíduos registrados atingiram altura de 17 cm, o maior registrado para o estuário do rio Pacoti até então.

O baixo número de indivíduos juvenis encontrados é comum em levantamentos do gênero *Hippocampus* (MARTIN-SMITH; VINCENT, 2005) e é um fato relatado em outros estudos (BELL *et al.*, 2003; MOREAU; VINCENT, 2004; ROSA *et al.*, 2007). Indivíduos muito jovens de *H. reidi* são encontrados como parte do plâncton e parecem não possuir comportamento de ancoragem, o que dificulta seu registro em transectos (KOLDEWEY, 2005). Este é um desafio metodológico no levantamento visual de cavalos-marinhos que poderia ser superado completando esses métodos, com, por exemplo, o uso de redes de plâncton para captura dos juvenis.

A maior parte dos indivíduos registrados nesse estudo apresentaram coloração laranja, em contraste com o estudo de Osório (2008), onde os indivíduos desta coloração foram encontrados em pequenas proporções (3%). O elevado número de indivíduos de coloração laranja é incomum. Estes indivíduos são mais visados comercialmente, por possuir maiores valores de mercado (LOIOLA, 2017) e possuem menor capacidade de se camuflar ao ambiente, apesar de cavalos-marinhos serem espécies conhecidas por sua crípsia (LOURIE *et al.*, 2004). Uma possível explicação para o elevado número de registros de indivíduos laranjas é que as populações de cavalos-marinhos no estuário do rio Pacoti não estão sendo predadas ou retiradas do ambiente natural por populações humanas. Por outro lado, um viés de pesquisa poderia motivar o maior número de indivíduos laranjas registrados, já que a cor mais vibrante seria observada mais facilmente no levantamento visual.

Cavalos-marinhos não são considerados bons nadadores e por isso se prendem fortemente a substratos como raízes ou troncos por meio de sua cauda preênsil (KENDRICK; HYNDES, 2005). Estudos apontam que a densidade de *H. reidi* está diretamente ligada com a complexidade de seus habitats (DIAS; ROSA, 2003; AYLESWORTH *et al.*, 2015). A complexidade é a presença de substratos que garantam maior proteção aos indivíduos, assim um ambiente com raízes de mangue pode ser considerado mais complexo que um com areia ou gramíneas. Levando-se em conta a fixação em raízes de mangue, os indivíduos fixados em *Laguncularia racemosa* e *Rhizophora mangle* somam 55,41% dos indivíduos registrados no presente estudo e confirmando resultados de outros estudos no Ceará, Paraíba e Pernambuco (AYLESWORTH *et al.* 2015). Dessa forma, os resultados do presente estudo apontam que indivíduos da espécie *H. reidi* no estuário do rio Pacoti possuem preferência por substratos de ancoragem mais complexos.

Os resultados do teste ANOVA de três vias demonstram que não há relação entre a altura dos indivíduos e o substrato de apoio. Os resultados encontrados podem ser explicados pela disponibilidade de habitats nos transectos ou pelo baixo número de indivíduos juvenis. A primeira explicação diz respeito a homogeneidade de algumas áreas de registro se tratando da disponibilidade de habitats, como a estação A, que na maré baixa as raízes estão fora da água, restando areia como substrato de apoio. Os tipos de habitat mais disponíveis foram raízes de *L. racemosa* e areia, justamente aqueles que apresentaram maiores proporções de uso. A segunda explicação está relacionada com a reduzida abundância de juvenis. No entanto, podemos ressaltar que dos 16 indivíduos juvenis registrados, apenas três (18,7%) encontraram-se ancorados em areia, enquanto os outros estavam ancorados em raízes de

mangue, sendo esses três indivíduos entre oito e dez centímetros de altura. Dessa forma, o teste ANOVA não demonstrou relação entre altura e substrato de apoio, mas esse resultado pode ter sido motivado pelas condições da metodologia de levantamento.

6 CONCLUSÃO

- A população de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti tem densidade e altura corporal maiores do que em estudos pretéritos.
- No estuário do rio Pacoti o cavalo-marinho se reproduz ao longo de todo o ano.
- O cavalo-marinho *H. reidi* no estuário do rio Pacoti possui predominância de colorações vibrantes.
- A população de *H. reidi* possui preferências por substratos de ancoragem mais complexos no rio Pacoti.
- A densidade espaço-temporal da espécie no estuário do rio Pacoti não é influenciada pela salinidade e pluviosidade.
- O presente estudo é uma ferramenta que avalia o potencial da população para a exploração comercial de forma sustentável, com adequado manejo da espécie e seu ecossistema.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- Estudos focados na reprodução e maturidade sexual de *H. reidi* podem fornecer informações imprescindíveis para determinação do tamanho mínimo de captura local e para o manejo sustentável destas populações.
- Estudos para verificar se há um viés de pesquisa no registro das cores podem fornecer ferramentas para aprimorar as metodologias em dinâmica de populações de cavalos-marinhos.
- Um futuro período de defeso para a espécie *H. reidi* em estuários do semiárido brasileiro poderá ser definido a partir do registro de alturas e proporções de indivíduos grávidos por meio de levantamentos visuais e outras metodologias, focadas no registro de juvenis.
- Estudos sobre a preferência de habitat em cada estágio de vida de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti e também sobre a disponibilidade destes habitats no estuário poderia contribuir para o manejo e manutenção da população.

8 RECOMENDAÇÕES PARA O MANEJO SUSTENTÁVEL DA ESPÉCIE

Considerando os resultados do presente estudo que demonstraram alturas corporais semelhantes à valores do litoral brasileiro, preferência dos indivíduos por ambientes de maior complexidade, reprodução ao longo de todo o ano e pico de indivíduos grávidos em meses secos, foram realizadas recomendações para o manejo sustentável da população do cavalo-marinho *H. reidi* no estuário do rio Pacoti:

1. O monitoramento das espécies deve ser contínuo, utilizando metodologias diferentes e complementares, como transectos fixos e busca ativa, sendo realizado também em outros estuários para obtenção de informações sobre a dinâmica das populações em regiões semiáridas;
2. O tamanho populacional deve ser mensurado por meio de metodologias como a de marcação-captura-recaptura;
3. Apenas indivíduos de altura superior a 10 cm podem ser capturados;
4. Indivíduos grávidos não devem ser removidos da população;
5. Deve ser preservado o manguezal na região estuarina, principal substrato de ancoragem para esses animais.

Essas recomendações têm como finalidade o manejo sustentável da população de *H. reidi* no estuário do rio Pacoti, contribuindo com a conservação dessa espécie e de seus habitats.

REFERÊNCIAS

- ALVES, R. R. N.; ROSA, I. M. L. From cnidarians to mammals: The use of animals as remedies in fishing communities in NE Brazil. **Journal of Ethnopharmacology**, v. 107, p. 259-276, 2006.
- AYLESWORTH, L. A.; XAVIER, J. H.; OLIVEIRA, T. P. R.; TENÓRIO, G. D.; DINIZ, A. F.; ROSA, I. L. Regional-scale patterns of habitat preference for the seahorse *Hippocampus reidi* in the tropical estuarine environment. **Aquatic Ecology**, v. 49, n. 4, p. 499-512, 2015.
- BARLETTA, M.; BARLETTA-BERGAN, A.; SAINT-PAUL, U.; HUBOLD, G. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. **Journal of Fish Biology**, v. 66, p. 45–72, 2005.
- BELL, E.; LOCKYEAR, J. F.; MCPHERSON, J. M.; MARSDENA, A. D.; VINCENT, A. C. J. First field studies of an Endangered South African seahorse, *Hippocampus capensis*. **Environmental Biology of Fishes**, v. 67, p. 35–46, 2003.
- BRASIL. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Instrução Normativa N° 202, de 22 de outubro de 2008. **Diário Oficial da União**, 24 out. 2008.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Portaria N° 445, de 17 de dezembro de 2014. **Diário Oficial da União**, 18 dez. 2014, Seção I.
- BRITO, S. S. B.; CUNHA, A. P. M. A.; CUNNINGHAM, C. C.; ALVALÁ, R. C.; MARENGO, J. A.; CARVALHO, M. A. Frequency, duration and severity of drought in the Semiarid Northeast Brazil region. **International Journal of Climatology**, v. 38, n. 2, p. 517-529, 2018.
- CEARÁ. Decreto N° 25.778, de 15 de fevereiro de 2000. Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental (APA) do Rio Pacoti nos municípios de Fortaleza, Eusébio e Aquiraz e dá outras providências. **Diário Oficial do Estado do Ceará**. Poder Executivo, Fortaleza, CE, 17 fev. 2000.
- Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (COGERH). **Inventário Ambiental do Açude Acarape do Meio**. Fortaleza: COGERH, 2008.
- Companhia de Gestão de Recursos Hídricos do Ceará (COGERH). **Inventário Ambiental do Açude Pacoti**. Fortaleza: COGERH, 2011.
- Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora (CITES). 2005. Notification to the Parties 2005/014 - **Trade in seahorses** – Replacement of Decision 12.54. Geneva: Cites Secretariat.
- CURTIS, J. M. R.; VINCENT, A. C. J. Life history of an unusual marine fish: survival, growth and movement patterns of *Hippocampus guttulatus* Cuvier 1829. **Journal of Fish Biology**, v. 68, p. 707-733, 2006.
- DAY JR, J. W.; YANEZ-ARANCIBIA, A.; KEMP, W. M.; CRUMP, B. C. Introduction to estuarine ecology. **Estuarine ecology**, v. 2, 2013.
- DIAS, T. L. P.; ROSA, I. L. Habitat preferences of a seahorse species, *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) in Brazil. **Aqua Journal of Ichthyology and Aquatic Biology**, v. 6, n. 4, p. 165-176, 2003.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **Brief introduction to mariculture of five selected species in China**. UNDP/FAO. Regional Seafarming Development and Demonstration Project. National Inland Fisheries Institute Kasetsart University Campus, Bangkok, Thailand, p. 1-6, 1980.
- FOSTER, S. J.; VINCENT, A. C. J. Life history and ecology of seahorses: implications for conservation and management. **Journal of Fish Biology**, v. 65, p. 1-61, 2004.
- FOSTER S. J.; VINCENT, A. C. J. Enhancing Sustainability of the International Trade in Seahorses with a Single Minimum Size Limit. **Conservation Biology**, v. 19, p. 1044-1050, 2005.
- FRERET-MEURER, N. V.; ANDREATA, J. V. Field Studies of a Brazilian Seahorse Population, *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 51, p. 743-751, 2008.

Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME). **Postos pluviométricos**. 2018.

GEMMELL, B. J.; SHENG, J.; BUSKEY, E. J. Morphology of seahorse head hydrodynamically aids in capture of evasive prey. **Nature Communications**, n. 4, p. 2840, 2013.

GOGINA, M.; ZETTLER, M. L. Diversity and distribution of benthic macrofauna in the Baltic Sea: Data inventory and its use for species distribution modelling and prediction. **Journal of Sea Research**, v. 64, n. 3, p. 313-321, 2010.

GORAYEB, A.; DA SILVA, E. V.; MEIRELES, A. J. A. Impactos ambientais e propostas de manejo sustentável para a planície flúvio-marinha do rio Pacoti – Fortaleza/Ceará. **Sociedade & Natureza**, v. 17, n. 33, p. 143-152, 2005.

GURJÃO, L. M. Legislação Brasileira Aplicada Ao Aquarismo Marinho: A Torre De Babel Ornamental. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 51, n. 1, p. 130-139, 2018.

KENDRICK, A. J.; HYNDES, G. A. Variations in the dietary compositions of morphologically diverse syngnathid fishes. **Environmental Biology of Fishes**, v. 72, p. 415-427, 2005.

KOLDEWEY, H. Seahorse **Husbandry in Public Aquariums**: 2005 Manual, with chapters contributed by members of the Syngnathid Discussion Group. Chicago: John G. Shedd Aquarium, 2005.

KOLDEWEY, H. J.; MARTIN-SMITH, K. M. A global review of seahorse aquaculture. **Aquaculture**, v. 302, p. 131-152, 2010.

LOIOLA, S. C. 2017. **Conhecimento Empírico de Pescadores Artesanais sobre o cavalo-marinho *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae) no Estuário do Rio Pacoti (Ceará, Brasil)**. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais. Instituto de Ciências do Mar. Universidade Federal do Ceará.

LOURIE, S. A.; FOSTER, S. J.; COOPER, E. W. T.; VINCENT, A. C. J. **A Guide to the Identification of Seahorses**. Project Seahorse and TRAFFIC North America. Washington D. C.: University of British Columbia and World Wildlife Fund., 2004.

LOURIE, S. A.; POLLON, R. A.; FOSTER, S. J. A global revision of the Seahorses *Hippocampus* Rafinesque 1810 (Actinopterygii: Syngnathiformes): Taxonomy and biogeography with recommendations for further research. **Zootaxa**, v. 4146, n.1, p. 1-66, 2016.

LÜNING, K. **Seaweeds: their environment, biogeography, and ecophysiology**. John Wiley & Sons. 1990.

MARTIN-SMITH, K. M.; VINCENT, A. C. Seahorse declines in the Derwent estuary, Tasmania in the absence of fishing pressure. **Biological Conservation**, v. 123, n. 4, p. 533-545, 2005.

MARTINEZ, C. B. R. The Kidney, **Reference Module in Life Sciences**. Elsevier, 2017. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B978012809633803171X>>. Acesso em: 16.nov.2018.

MONTEIRO-NETO, C.; CUNHA, F. E. A.; NOTTINGHAM, M. C.; ARAÚJO, M. E.; ROSA, I. L.; BARROS, G. M. L. Analysis of the marine ornamental fish trade at Ceará State, Northeast Brazil. **Biodiversity and Conservation**, v. 12, p. 1287–1295, 2003.

MOREAU, M. A.; VINCENT, A. C. Social structure and space use in a wild population of the Australian short-headed seahorse *Hippocampus breviceps* Peters, 1869. **Marine and Freshwater Research**, v. 55, n. 3, p. 231-239, 2004.

OLIVEIRA, T.; POLLON, R. 2017. *Hippocampus reidi*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2017**. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2017-3.RLTS.T10082A17025021.en>>. Acesso em: 24.nov.2018.

OLIVOTTO, I.; PLANAS, M.; SIMÕES, N.; HOLT, G. J.; AVELLA, M. A.; CALADO, R. Advances in breeding and rearing marine ornamentals. **Journal of the World Aquaculture Society**, v. 42, n. 2, p. 135-166, 2011.

OSÓRIO, F. M. **Estudo populacional do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933. (Teleostei: Syngnathidae) em dois estuários cearenses.** 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, 2008.

OSÓRIO, F. M.; GODINHO, W. O.; LOTUFO, T. M. C. Ictiofauna associada às raízes de mangue do estuário do rio Pacoti - CE, Brasil. **Biota Neotropica**, v. 11, p. 415-420, 2011.

PROJECT SEAHORSE. 2018. **Areas of Focus: Saving Seahorses.** Disponível em: <www.projectseahorse.org/seahorses>. Acesso em: 15.nov.2018.

RHYNE, A. L., TLUSTY, M. F., SCHOFIELD, P. J., KAUFMAN, L. E. S., MORRIS JR, J. A., BRUCKNER, A. W. Revealing the appetite of the marine aquarium fish trade: the volume and biodiversity of fish imported into the United States. **PLoS One**, v. 7, n. 5, p. e35808, 2012.

RHYNE, A. L., TLUSTY, M. F., SZCZEBAK, J. T., HOLMBERG, R. J. Expanding our understanding of the trade in MARINE aquarium animals. **PeerJ**, v. 5, p. e2949, 2017.

ROBERT, C. M.; HAWKINS, J. P. Extinction risk in the sea. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 14, n. 6, p. 241-246, 1999.

ROSA, I. M. L.; ALVES, R. R. N.; BONIFÁCIO, K. M.; MOURÃO, J. S.; OSÓRIO, F. M.; OLIVEIRA, T. P. R.; NOTTINGHAM, M. C. Fishers' knowledge and seahorse conservation in Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, v. 1, n. 1, p.12, 2005.

ROSA, I. L.; OLIVEIRA, T. P. R.; CASTRO, A. L. C.; MORAES, L. E. S.; XAVIER, J. H. A.; NOTTINGHAM, M. C.; DIAS, T. L. P.; BRUTO-COSTA, L. V.; ARAÚJO, M. E.; BIROLO, A. B.; MAI, A. C. G.; MONTEIRO-NETO, C. Population characteristics, space use and habitat associations of the seahorse *Hippocampus reidi* (Teleostei: Syngnathidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 5, p. 405-414, 2007.

SABINO, J. Comportamento de peixes em riachos: métodos de estudo para uma abordagem naturalística. In: CARAMASCHI, E. P.; MAZZONI, R.; PERES-NETO P. R. **Ecologia de Peixes de Riachos.** Série Oecologia Brasiliensis, vol. VI. Rio de Janeiro: PPGE-UFR, 1999. p. 183-208.

SANTANA, L. M. B. M.; LOTUFO, L. V. C.; ABESSA, D. M. S. A contaminação antrópica e seus efeitos em três estuários do litoral do Ceará, nordeste do Brasil – revisão. **Arquivo de Ciências do Mar**, v. 48, n. 2, p. 93-115, 2015.

SILVA, V. M. M. **Caracterização da população de *Hippocampus reidi* no estuário do rio Pacoti, Ceará.** 2018. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Pesca) – Departamento de Pesca, Universidade Federal do Ceará, 2018.

SILVEIRA, R. B. **Dinâmica populacional do cavalo-marinho *Hippocampus reidi* no manguezal de Maracaípe, Ipojuca, Pernambuco, Brasil.** 2005. Tese (Doutorado em Zoologia) – Faculdade de Biociências, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2005.

TYBERGHEIN, L.; VERBRUGGEN, H.; PAULY, K.; TROUPIN, C.; MINEUR, F.; De CLERCK, O. Bio-ORACLE: a global environmental dataset for marine species distribution modelling. **Global Ecology and Biogeography**, v. 21, p. 272-28, 2012.

VINCENT, A. C. J.; GILES, B. G. Correlates of reproductive success in a wild population of *Hippocampus whitei*. **Journal of Fish Biology**, v. 63, n. 2, p. 344-355, 2003.

VINCENT, A. C. J.; EVANS, K. L.; MARSDEN, A. D. Home range behaviour of the monogamous Australian seahorse, *Hippocampus whitei*. **Environmental Biology of Fishes**, v. 72, n. 1, p. 1-12, 2005.

VINCENT, A. C. J.; FOSTER, S. J.; KOLDEWEY, H. J. Conservation and management of seahorses and other Sygnathidae. **Journal of Fish Biology**, v. 78, p. 1681-1724, 2011.

VINCENT, A. C.; SADLER, L. M. Faithful pair bonds in wild seahorses, *Hippocampus whitei*. **Animal behaviour**, v. 50, n. 6, p. 1557-1569, 1995.

WOOD, E. **Collection of coral reef fish for aquaria: global trade, conservation issues and management strategies**. Marine Conservation Society, 2001. 56 p.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. 5. ed. Upper Saddle River: Prentice-Hall/Pearson, 2010.

ZHANG, X.; VINCENT, A. C. J. Predicting distributions, habitat preferences and associated conservation implications for a genus of rare fishes, seahorses (*Hippocampus* spp.). **Diversity and Distributions**, v. 24, n. 7, p. 1–13, 2018.