



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR**  
**PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS MARINHAS TROPICAIS**

**MAGALLINE MARIA LEMOS GIRÃO**

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DO CARANGUEJO-FANTASMA *Ocypode quadrata***  
**FABRICIUS, 1787 (BRACHYURA-OCYPODIDAE) EM PRAIAS ARENOSAS DO**  
**LITORAL CEARENSE**

**FORTALEZA**

**2016**

**MAGALLINE MARIA LEMOS GIRÃO**

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DO CARANGUEJO-FANTASMA *Ocypode quadrata*  
FABRICIUS, 1787 (BRACHYURA-OCYPODIDAE) EM PRAIAS ARENOSAS DO  
LITORAL CEARENSE**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Orientadora: Profa. Dra. Cristina de Almeida Rocha Barreira

**FORTALEZA**

**2016**

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

---

G432a Girão, Magalline Maria Lemos.

Aspectos ecológicos do caranguejo-fantasma *Ocypode quadrata* Fabricius, 1787 (Brachyura-Ocypodidae) em praias arenosas do litoral cearense / Magalline Maria Lemos Girão. – 2016.  
146 f. : il. color.

Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Instituto de Ciências do Mar, Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Fortaleza, 2016.

Orientação: Prof. Dr. Cristina de Almeida Rocha Barreira.

1. Praias arenosas. 2. Supralitoral. 3. Impactos antópicos. 4. Estrutura populacional. 5. Grauçá. I. Título.  
CDD 551.46

---

**MAGALLINE MARIA LEMOS GIRÃO**

**ASPECTOS ECOLÓGICOS DO CARANGUEJO-FANTASMA *Ocypode quadrata*  
FABRICIUS, 1787 (BRACHYURA-OCYPODIDAE) EM PRAIAS ARENOSAS DO  
LITORAL CEARENSE**

Tese apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, do Instituto de Ciências do Mar, da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Ciências Marinhas Tropicais. Área de concentração: Utilização e Manejo de Ecossistemas Marinhos e Estuarinos.

Aprovada em \_\_\_/\_\_\_/\_\_\_\_\_

**BANCA EXAMINADORA**

---

Profa. Dra. Cristina de Almeida Rocha Barreira (Orientadora)  
Universidade Federal do Ceará-UFC

---

Profa. Dra. Helena Matthews-Cascon  
Universidade Federal do Ceará-UFC

---

Prof. Dr. Luis Ernesto Arruda Bezerra  
Universidade Federal do Ceará-UFC

---

Prof. Dr. Marcos de Miranda Leão Leite  
Faculdade Luciano Feijão, FLF, Brasil.

---

Dr. Wilson Franklin Júnior  
Universidade Federal do Ceará-UFC

A Deus

Aos meus pais, Francisco e Antônia.

Aos meus irmãos e sobrinhos.

Ao meu namorado Jadson.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por nunca me abandonar.

À minha orientadora, Cristina de Almeida Rocha Barreira, pela confiança e ensinamentos ao longo desta jornada. Obrigada por não desistir de mim.

Aos membros da banca, os professores Helena Matthews-Cascon, Luis Ernesto Arruda Bezerra, Marcos de Miranda Leão Leite e o biólogo Dr. Wilson Franklin por aceitarem, gentilmente, em participar desta banca de Doutorado e pelas correções e sugestões que serão essências no aprimoramento do trabalho.

Aos antigos e atuais amigos do Laboratório de Zoobentos, Jadson, Francimeire, Liana, Itala, Priscila, Ítalo, Matheus, Aline, Flávia, Rossana, Salia, Jamille, Allan, Fiamma, Cibele, Ismália, Lucas Antunes, Kcrishna, Ellano, Marina, Camila, Lucas Brito, Ravena, Luísa e Lorena, que além de serem companheiros de trabalho, fazem parte da minha segunda família - a família zoobentônica.

A todos os amigos que participaram das minhas coletas, especialmente, Allan, Fiamma e Jadson por participarem de praticamente todas. Muito obrigada, sem vocês esses trabalho não seria realizado.

À Wilson Franklin pelos ensinamentos estatísticos e, principalmente, pela amizade.

À Professora Lidriana Pinheiro, pela permissão de uso do Laboratório de Geologia Marinha do Instituto de Ciências do Mar; em especial, a oceanógrafa Cibele Lemos, por ter feito todas as análises granulométricas.

Ao Laboratório de Dinâmica Costeira pelo empréstimo do equipamento topográfico, em especial, ao técnico Gledson por ter estado sempre disponível a ajudar durante a elaboração dos perfis praias.

Aos meus amigos de faculdade, por estarem sempre próximos e me fazerem muito bem. Gostaria de agradecer em especial a minha grande amiga Ileana, pela cumplicidade, apoio e conselhos nos momentos felizes e tristes da minha vida.

Agradeço enormemente ao amor, carinho, respeito e amizade do meu namorado, Jadson, que participou de todas as etapas de realização deste trabalho, sem a ajuda dele nada disso seria possível.

Aos meus amados pais, Antônia Maria (Tiêta) e Francisco Ednir (Chico), por todos os princípios e valores ensinados, e pelo apoio, ajuda e carinho durante todos os momentos da minha vida. Amo muito vocês!

Aos meus irmãos, Rosângela, Gleyson e Magna, pelo carinho, apoio, ajuda e cumplicidade de irmãos, e aos meus adoráveis sobrinhos Rodrigo, Mateus, Murilo, Miguel, Letícia e Giovana por fazerem dos encontros familiares ainda mais felizes. Quanta falta faz o convívio com vocês. Tia ama vocês demais.

*“Pais e mães nunca desistem dos seus filhos.”*

(Padre Marcelo Rossi)

## RESUMO

Diante da importância ecológica do caranguejo *Ocypode quadrata* para as praias arenosas brasileiras e de seu uso como indicador de impactos antrópicos, este trabalho teve como objetivos avaliar a distribuição espacial da espécie ao longo de praias na costa cearense, investigar aspectos de sua biologia populacional e verificar possíveis variações sazonais na densidade e na estrutura etária em duas praias com diferentes intensidades de perturbações humanas. Entre julho de 2012 e março de 2013, a densidade e o diâmetro das tocas foram estudadas em 17 praias arenosas cearenses. A praia do Icarai apresentou a maior densidade de tocas de *O. quadrata*, fato que pode estar relacionado a maior concentração dos indivíduos na faixa praial em decorrência da redução do habitat. A zona mais densamente ocupada foi a zona de detrito na maioria das praias estudadas, provavelmente, devido a maior disponibilidade de alimento. Os menores diâmetros das tocas foram encontrados nas praias de Lagoinha e Flecheiras, e nas zonas mais próximas à linha d'água, em decorrência de sua menor capacidade de escavar e maior suscetibilidade à dessecação dos juvenis. O estudo da biologia populacional do caranguejo na praia do Canto Verde mostrou uma maior proporção de machos (1 F:2,48 M), enquanto a proporção entre os lados direito e esquerdo da quela de maior tamanho foi de 1:1,02 (E:D). O tamanho médio dos machos foi maior que o das fêmeas ovígeras e não ovígeras, embora diferenças significativas não tenham sido verificadas. A população mostrou uma distribuição de frequência de tamanho unimodal e os dados morfométricos apresentaram uma alometria positiva entre a largura da carapaça e todas as dimensões analisadas, independente do sexo. Os resultados da avaliação temporal da densidade de tocas de *O. quadrata*, obtidos nas duas praias com diferentes graus de impacto antrópico, mostraram maiores valores na praia do Canto Verde (0,0295 tocas/m<sup>2</sup>) que na do Futuro (0,015 tocas/m<sup>2</sup>), fato que persistiu em praticamente todos os meses de amostragem. As zonas do entremarés e de detrito apresentaram maiores densidades em ambas as praias, enquanto a comparação da densidade entre as praias dentro de cada zona mostrou maiores valores para a praia do Canto Verde. Na maioria dos meses estudados, o diâmetro das tocas foi maior na praia do Futuro. O diâmetro médio das tocas foi menor na zona do entremarés e maior na zona de dunas na praia do Canto Verde e no supralitoral na praia do Futuro, na comparação por zonas entre as duas praias. O diâmetro médio das tocas foi maior na praia do Futuro, especialmente no supralitoral, quando comparações entre as praias foram feitas em cada zona. A distribuição de frequência de diâmetro das tocas de *O. quadrata* indicou uma distribuição bi-modal em ambas as praias, sendo menores observadas a partir de junho de 2013, provavelmente relacionado à entrada de recrutas na duas

populações. O pico de recrutamento ocorreu entre agosto e dezembro de 2013, meses de baixa precipitação. Assim, embora variações na densidade e no diâmetro das tocas ocorram ao longo do tempo, em decorrência de mudanças nas características da população, a baixa densidade e o maior diâmetro das tocas do caranguejo, observados especialmente no supralitoral, na praia do Futuro indicam que as perturbações antrópicas afetam sobremaneira a população de *O. quadrata* nesta praia.

**Palavras chaves:** Praias arenosas. Supralitoral, Impactos antrópicos. Estrutura populacional.

## ABSTRACT

Based on the ecological importance of the *O. quadrata* crab for Brazilian sandy beaches and its use as an indicator of human impacts, this study aimed to evaluate the spatial distribution of this specie along beaches on the Ceará coast, to investigate aspects of their population biology and to check a possible seasonal age structure and density patterns on two beaches with different intensities of human disturbance. The burrows density and diameter were studied in 17 sandy beaches in Ceará between July 2012 and March 2013. The Icaraí beach had the highest density of burrows of *O. quadrata*, which may be related to a higher concentration of individuals in beach range, due to habitat reduction. The most densely occupied area was the debris zone, probably because the greater availability of food. Due to the reduced ability to dig and the greater susceptibility to desiccation of juveniles, smaller burrow diameters were found on Lagoinha beach and Flecheiras beach, as well as in the areas closest to the waterline. The ghost crab population biology study at the Prainha do Canto Verde beach showed a higher proportion of males (F 1: 2.48 M), while the proportion between the right and left side of the larger chelate was 1: 1.02 (L: R). The average size of the males was greater than ovigerous and non-ovigerous females, although differences have not been detected. A unimodal size frequency distribution was observed, and the morphometric data showed a positive allometry between the carapace width and every dimension analyzed. The results of the *O. quadrata*'s burrows density temporal evaluation showed higher values at the Prainha do Canto Verde beach (0.0295 burrows / m<sup>2</sup>) than at the Futuro beach (0.015 burrows / m<sup>2</sup>), a fact that persisted in almost every month studied. The intertidal and debris areas has a higher densities in both beaches, while Prainha do Canto verde beach had higher density comparing each zone of both beaches. In several studied months, the burrows diameter was higher at Praia do Futuro. The average holes diameter was lower in the intertidal zone and higher on the dune area at Prainha do Canto Verde beach and Futuro's beach supralittoral. The average burrows diameter was higher at Futuro beach, especially in supralittoral. The distribution of *O. quadrata*'s burrows diameter frequency indicated a bi-modal distribution in both beaches with small diameters observed since June 2013, probably related to incoming recruits on the two populations. The recruitment peak happened between August and December 2013, months of low rainfall. Thus, although variations in the burrows density and diameter occur over time because of changes in population characteristics, low density and the largest diameter of burrows indicate that anthropogenic disturbances affect the ghost crab population at Futuro beach.

**Key words:** Sandy beaches. Supralittoral. Antropic impacts. Population struture.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Mapa de distribuição de <i>Ocypode spp.</i> ao redor do mundo.....	24
Figura 2 – <i>Ocypode quadrata</i> em uma das praias do litoral cearense.....	25
Figura 3 – Mapa da localização geográfica das 17 praias estudadas, ao longo do litoral do Estado do Ceará, Brasil.....	39
Figura 4: Desenho amostral realizado para contagem e medição das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas 17 praias estudadas (EM-entremarés; ZD-zona de detrito, SP-supralitoral; e DN-duna).....	41
Figura 5 – Temperatura do ar e da água do mar obtidas nos dias de coleta em cada praia estudada.....	45
Figura 6 – Temperatura média do sedimento obtida nos dias de coleta nos três pontos amostrados em cada praia: marca de maré alta, ponto médio e limite de ocorrência das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> .....	45
Figura 7 – Velocidade média do vento obtida nos dias de coleta em cada praia estudada.....	46
Figura 8 – Percentual de matéria orgânica no sedimento coletado na marca de maré alta de todas as praias estudadas.....	47
Figura 9 – Percentual de carbonato no sedimento coletado na marca de maré alta de todas as praias estudadas.....	47
Figura 10 - Média do grau de compactação do sedimento (KgF.cm <sup>-2</sup> ) obtido na marca de maré alta, no ponto médio e no limite de ocorrência das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> em todas as praias estudadas.....	48
Figura 11 - Tamanho médio do grão (phi) obtido na marca de maré alta, ponto médio e limite de ocorrência de tocas em todas de <i>Ocypode quadrata</i> as praias estudadas.....	49
Figura 12 - Grau de seleção do grão (phi) obtido na marca de maré alta, ponto médio e limite de ocorrência de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> em todas as praias estudadas.....	50
Figura 13 - Perfis topográficos das praias estudadas durante o período de julho de 2012 a março de 2013, iniciado a partir do limite superior de ocorrência de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> .....	52
Figura 14 - Densidade média de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN) dentro de cada praia amostrada. Letras diferentes acima das barras (desvio padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as zonas dentro de cada praia.....	57

Figura 15 - Densidade média de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN) amostrada. Letras diferentes acima das barras (desvio padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as zonas.....	58
Figura 16 - Densidade média e desvio padrão de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas dezessete praias amostradas.....	58
Figura 17 - Diâmetro médio das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN) dentro de cada praia amostrada. Letras diferentes acima das barras (desvio padrão) indicam diferenças significativas no diâmetro das tocas entre as zonas dentro de cada praia.....	59
Figura 18 - Diâmetro médio das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN) amostradas. Letras diferentes acima das barras (desvio padrão) indicam diferenças significativas no diâmetro das tocas entre as zonas.....	60
Figura 19 - Diâmetro médio e desvio padrão das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas dezessete praias amostradas.....	61
Figura 20 – Mapa do estado do Ceará, com a localização da Prainha do Canto Verde.....	75
Figura 21 – Tamanho médio e desvio padrão dos indivíduos de <i>Ocypode quadrata</i> coletados na Prainha do Canto Verde, Nordeste do Brasil, entre março de 2013 e fevereiro de 2014.....	79
Figura 22 – Distribuição da frequência da largura da carapaça de <i>Ocypode quadrata</i> coletados na Prainha do Canto Verde, Nordeste do Brasil, entre março de 2013 e fevereiro de 2014 LC= largura da carapaça.....	79
Figura 23 – Frequência relativa de fêmeas não ovígeras e ovígeras de <i>Ocypode quadrata</i> coletados na Prainha do Canto Verde, Nordeste do Brasil, entre março de 2013 e fevereiro de 2014.....	80
Figura 24 – Precipitação mensal total entre março de 2013 e fevereiro de 2014 do posto pluviométrico do município de Fortim – CE (posto mais próximo da área de estudo).....	81
Figura 25 - Mapa do estado do Ceará, com a localização da praia do Futuro e da Prainha do Canto Verde.....	99
Figura 26 - Temperatura do ar obtida nos dias de coleta nas praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de estudo.....	102
Figura 27 - Temperatura da água do mar obtida nos dias de coleta nas praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de estudo.....	103

Figura 28 - Temperatura média do sedimento obtida nos dias de coleta nas praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de estudo.....	103
Figura 29 - Precipitação mensal total entre março de 2013 e fevereiro de 2014 do posto pluviométrico do município de Fortim – CE (posto mais próximo praia do Canto Verde).....	104
Figura 30 - Precipitação mensal total entre março de 2013 e fevereiro de 2014 do posto pluviométrico da Água Fria, município de Fortaleza – CE (posto mais próximo da praia do Futuro).....	104
Figura 31 – Velocidade média do vento obtida nos dias da coleta nas praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de estudo.....	105
Figura 32 - Percentual de matéria orgânica no sedimento coletado na marca de maré alta das praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de amostragem. Letras diferentes acima da barra (erro padrão) indicam diferenças significativas entre as praias.....	105
Figura 33 - Percentual de carbonato e erro padrão no sedimento coletado na marca de maré alta das praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de amostragem.....	106
Figura 34 - Tamanho médio do grão ( $\phi$ ) do sedimento coletado nas praias do Canto Verde e Futuro, ao longo do período de estudo. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas entre as praias.....	107
Figura 35 - Média do grau de compactação do sedimento obtido nas praias do Canto Verde e Futuro, ao longo do período de estudo. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas entre as praias.....	107
Figura 36: Perfis topográficos da praia do Canto Verde durante o período de março de 2013 a fevereiro de 2014, iniciados a partir do limite superior de ocorrência das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> .....	110
Figura 37: Perfis topográficos da praia do Futuro durante o período de março de 2013 a fevereiro de 2014, iniciados a partir do limite superior de ocorrência das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> .....	112
Figura 38 – Densidade média de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> ao longo dos meses de estudo na praia do Canto Verde. As barras representam o erro padrão.....	116
Figura 39 – Densidade média de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> ao longo dos meses de estudo na praia do Futuro. As barras representam o erro padrão.....	116
Figura 40 - Densidade média de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas duas praias (Canto Verde e Futuro) dentro de cada mês amostrado. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as praias.....	117

Figura 41 - Densidade média de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e dunas-DN) dentro de cada mês na praia do Canto Verde. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as zonas.....	118
Figura 42 - Densidade média de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas três zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD e supralitoral-SP) dentro de cada mês na praia do Futuro. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as zonas.....	119
Figura 43 - Densidade média de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas praias do Canto Verde e Futuro em cada zona (entremarés-EM, zona de detrito-ZD e supralitoral-SP) ao longo dos meses de amostragem três. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as praias.....	120
Figura 44 – Diâmetro médio de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> ao longo dos meses de estudo na praia do Canto Verde. As barras representam o erro padrão.....	123
Figura 45 – Diâmetro médio de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> ao longo dos meses de estudo na praia do Futuro. As barras representam o erro padrão.....	124
Figura 46 - Diâmetro médio das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas duas praias (Canto Verde e Futuro) dentro de cada mês amostrado. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas no diâmetro das tocas entre as praias.....	124
Figura 47 – Diâmetro médio das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e dunas-DN) dentro de cada mês na praia do Canto Verde. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas entre as zonas.....	126
Figura 48 – Diâmetro médio das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e dunas-DN) dentro de cada mês na praia do Futuro. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas entre as zonas.....	127
Figura 49 - Diâmetro médio das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas praias do Canto Verde e Futuro em cada zona (entremarés-EM, zona de detrito-ZD e supralitoral-SP) ao longo dos meses de amostragem três. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas no diâmetro das tocas entre as praias.....	128
Figura 50 - Distribuição mensal de frequência do diâmetro das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> ao longo do período de estudo na praia do Canto Verde.....	131

Figura 51 - Distribuição mensal de frequência do diâmetro das tocas de *Ocypode quadrata* ao longo do período de estudo na praia do Futuro.....133

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Localização das praias estudadas no litoral cearense, apresentando seus municípios, coordenadas, setores da costa e data das coletas.....	40
Tabela 2 - Extensão do perfil praial, declividade, altura da maré alta da manhã e amplitude da maré nos dias de coleta em todas as praias estudadas durante o período de julho de 2012 a março de 2013.....	55
Tabela 3 - Abundância absoluta e densidade média de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> e extensão vertical de ocorrência das tocas ao longo das praias estudadas. ....	56
Tabela 4 - Resultado do teste de comparação múltipla realizado entre as praias amostradas, quando se avaliou o diâmetro das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> . MA-Maceió, TJ-Tatajuba, PR-Preaá, AL-Almofala, CA-Caetanos, FL-Flecheiras, LG-Lagoinha, TA-Taíba, PE-Pecém, IC-Icaraí, DI-Diários, FT-Futuro, PS-Presídio, MB-Morro Branco, CV-Canto Verde, MJ-Majorlândia e RD-Redonda.....	62
Tabela 5 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre a densidade média das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> e as variáveis ambientais avaliadas nas praias estudadas.....	63
Tabela 6 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre o diâmetro médio das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> e as variáveis ambientais avaliadas nas praias estudadas.....	63
Tabela 7 - Resultado do teste BIOENV, que observou as influências dos parâmetros ambientais sobre a variância de densidade e diâmetro das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas praias amostradas. MA- Altura da maré alta da manhã, TA- Temperatura do ar, VV- Velocidade do vento, IP- Inclinação da praia, AP- Altura do perfil praial e TG- Tamanho do grão.....	64
Tabela 8 - Densidades (número de tocas/m <sup>2</sup> ) de tocas de <i>Ocypode quadrata</i> registrados nesse estudo e em outras praias oceânicas.....	65
Tabela 9 – Número total de indivíduos, lado da maior quela e proporção sexual de <i>Ocypode quadrata</i> durante o período de março de 2013 a fevereiro de 2014 na Prainha do Canto Verde, Nordeste do Brasil. * Desvio significativo da proporção sexual esperada 1:1 (z, p < 0,05).....	78
Tabela 10 – Equações de regressão obtidas das relações morfométricas testadas. (+) Alometria Positiva; (-) Alometria Negativa; (0) Isometria; N = número de animais; b = coeficiente angular; r <sup>2</sup> = coeficiente de regressão; LC = Largura da carapaça; CC = Comprimento da	

carapaça; CP = Comprimento do própodo do qelípodo maior; CG = Comprimento do gonópodio.....	81
Tabela 11 – Extensão do perfil praial, declividade, altura da maré alta da manhã e amplitude da maré nos dias de coleta na praia do Canto Verde durante os meses de estudo.....	114
Tabela 12 – Extensão do perfil praial, declividade, altura da maré alta da manhã e amplitude da maré nos dias de coleta na praia do Futuro durante os meses de estudo.....	114
Tabela 13 - Abundância absoluta e densidade média de tocas (tocas/m <sup>2</sup> ) de <i>Ocypode quadrata</i> nas praias do Canto Verde e Futuro durante os meses de estudo.....	115
Tabela 14 – Resultado do teste de Mann-Whitney para a densidade média de tocade <i>Ocypode quadrata</i> quando comparações foram feitas entre as praias dentro de cada mês de amostragem.....	117
Tabela 15 – Resultado do teste de Mann-Whitney para a densidade média de tocade <i>Ocypode quadrata</i> quando comparações foram feitas entre as praias para a zona do entremarés ao longo do período de amostragem.....	121
Tabela 16 – Resultado do teste de Mann-Whitney para a densidade média de tocade <i>Ocypode quadrata</i> quando comparações foram feitas entre as praias para a zona de detrito ao longo do período de amostragem.....	121
Tabela 17 – Resultado do teste de Mann-Whitney para a densidade média de tocade <i>Ocypode quadrata</i> quando comparações foram feitas entre as praias para o supralitoral ao longo do período de amostragem.....	122
Tabela 18 – Resultado do teste de comparação múltipla realizado entre os meses de amostragem na praia do Canto Verde , quando se avaliou o diâmetro das tocade <i>Ocypode quadrata</i> .....	125
Tabela 19 – Resultado do teste de comparação múltipla realizado entre os meses de amostragem na praia do Futuro, quando se avaliou o diâmetro das tocade <i>Ocypode quadrata</i> .....	125
Tabela 20 – Resultado do teste de Mann-Whitney para o diâmetro médio das tocade <i>Ocypode quadrata</i> , quando comparações foram feitas entre as praias dentro de cada mês de amostragem.....	126
Tabela 21 – Resultado do teste de Mann-Whitney para o diâmetro médio das tocade <i>Ocypode quadrata</i> , quando comparações foram feitas entre as praias na zona do entremarés ao longo do período de amostragem.....	127

Tabela 22 – Resultado do teste de Mann-Whitney para o diâmetro médio das tocade <i>Ocypode quadrata</i> , quando comparações foram feitas entre as praias na zona de detrito ao longo do período de amostragem.....	129
Tabela 23 – Resultado do teste de Mann-Whitney para o diâmetro médio das tocade <i>Ocypode quadrata</i> , quando comparações foram feitas entre as praias no supralitoral ao longo do período de amostragem.....	129
Tabela 24 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre a densidade média das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> e as variáveis ambientais avaliadas na praia do Canto Verde.....	135
Tabela 25 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre o diâmetro médio das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> e as variáveis ambientais avaliadas na praia do Canto Verde.....	135
Tabela 26 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre a densidade média das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> e as variáveis ambientais avaliadas na praia do Futuro.....	136
Tabela 27 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre o diâmetro médio das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> e as variáveis ambientais avaliadas na praia do Futuro.....	136

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	21
2 HIPÓTESES.....	28
3 OBJETIVO GERAL.....	28
3.1 Objetivos Específicos.....	28
REFERÊNCIAS.....	29
<b>CAPÍTULO 1: DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO CARANGUEJO-FANTASMA</b> <b><i>Ocypode quadrata</i> FABRICIUS, 1787 (BRACHYURA-OCYPODIDAE) EM PRAIAS</b> <b>ARENOSAS NO LITORAL DO ESTADO DO CEARÁ – NORDESTE DO</b> <b>BRASIL.....</b>	<b>34</b>
1 INTRODUÇÃO.....	35
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	37
Área de Estudo.....	37
Amostragem.....	38
Análise dos dados.....	43
3 RESULTADOS.....	44
Variáveis ambientais.....	44
Ocorrência e distribuição das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> nas praias cearenses.....	55
4 DISCUSSÃO.....	64
5 CONCLUSÕES.....	68
REFERÊNCIAS.....	68
<b>CAPÍTULO 2: BIOLOGIA POPULACIONAL DE <i>Ocypode quadrata</i> FABRICIUS,</b> <b>1787 (BRACHYURA-OCYPODIDAE) EM UMA PRAIA ARENOSA NO NORDESTE</b> <b>DO BRASIL.....</b>	<b>72</b>
1 INTRODUÇÃO.....	73
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	75
3 RESULTADOS.....	77
4 DISCUSSÃO.....	82
5 CONCLUSÕES.....	87
REFERÊNCIAS.....	88
<b>CAPÍTULO 3: VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE <i>Ocypode quadrata</i></b> <b>FABRICIUS, 1787 (BRACHYURA-OCYPODIDAE) EM DUAS PRAIAS ARENOSAS</b>	

<b>COM DIFERENTES GRAUS DE IMPACTO ANTRÓPICO NO LITORAL CEARENSE – NORDESTE DO BRASIL.....</b>	<b>95</b>
1 INTRODUÇÃO.....	96
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	97
Área de Estudo.....	97
Amostragem.....	98
Análise dos dados.....	101
3 RESULTADOS.....	102
Variáveis ambientais.....	102
Ocorrência e distribuição das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> .....	114
Análise do diâmetro das tocas de <i>Ocypode quadrata</i> .....	122
Correlações entre as variáveis ambientais e biológicas.....	130
4 DISCUSSÃO.....	137
5 CONCLUSÕES.....	142
REFERÊNCIAS.....	143

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Presentes em todas as costas, latitudes e climas ao redor do mundo, as praias arenosas oceânicas são consideradas um dos mais dinâmicos ambientes costeiros, sendo extremamente influenciadas por fatores físicos tais como ondas, marés, ventos e correntes, os quais interagem e determinam constantes mudanças nos seus padrões hidrodinâmicos e deposicionais (MCLACHLAN; BROWN, 2006).

A estrutura física das praias arenosas pode ser determinada por três fatores fundamentais: marés, ondas e areia (MCLACHLAN; BROWN, 2006). As interações entre o regime de maré, o clima das ondas e o tamanho do grão de areia produzem uma ampla variedade de tipos morfodinâmicos que variam desde praias refletivas sob o regime de micromarés (estreitas e com declive acentuado) a sistemas dissipativos sob regime de macromarés (largas com declive suave, na categoria de planície de maré) (DEFEO; MCLACHLAN, 2005; MCLACHLAN; DORVLO, 2005; SHORT, 1996).

Em virtude do forte dinamismo e dos hábitos crípticos dos organismos, as praias arenosas eram consideradas verdadeiros desertos marinhos, o que acarretou um atraso nas pesquisas de seus componentes biológicos, em comparação com outros ecossistemas marinhos e costeiros (MCLACHLAN, 1983). Entretanto, desde os primeiros trabalhos realizados, verificou-se que esse ambiente pode sustentar uma fauna diversificada (ALVES, 2004).

Apesar das dificuldades da macrofauna de se estabelecer em uma praia arenosa, por ser um ambiente fisicamente severo, ela oferece uma variedade de habitats e pode abrigar uma fauna residente diversa. No entanto, apenas algumas espécies conseguem estabelecer grandes abundâncias e, comparada com outros ambientes marinhos, a diversidade é baixa, o que gera maior sensibilidade às mudanças (SCHLACHER *et al.*, 2008).

A maioria dos filos de invertebrados está representada no ecossistema de praias arenosas, quer como formas intersticiais ou como membros da macrofauna, ou ambos. A macrofauna bentônica das praias arenosas inclui representantes de muitos grupos, mas crustáceos, moluscos e poliquetas são usualmente dominantes (MCLACHLAN; BROWN, 2006).

A necessidade de respostas rápidas às variações ambientais propiciou o desenvolvimento de uma fauna altamente adaptada às condições adversas deste ecossistema (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2009), sendo constituída principalmente de invertebrados que vivem enterrados ou sob a areia desde o infra até o supralitoral (VELOSO *et al.*, 1997).

Muitas das adaptações que distinguem os animais de praias arenosas daqueles de outros ambientes marinhos resultam da instabilidade do substrato juntamente com a forte ação das ondas (MCLACHLAN; BROWN, 2006).

O tempo de imersão/emersão (movimento da maré), a ação diferenciada da energia das ondas e o transporte de sedimento geram gradientes ambientais na interface praia/oceano (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2009). As exigências e tolerâncias peculiares de cada espécie aos diferentes fatores ecológicos resultam em uma distribuição vertical dos organismos em faixas ou zonas características (NEVES; SILVA; BEMVENUTI, 2007).

Diferente do que ocorre nos costões rochosos, onde a distribuição da macrofauna paralela à linha da costa é facilmente observada, a zonação da macrofauna em praias arenosas não é tão óbvia. Nas praias, ao contrário, a maioria dos organismos não está visível na superfície, estando a quase totalidade da fauna abrigada no interior do sedimento (GIANUCA, 1987). Além disso, a grande mobilidade e a constante migração de muitas espécies devido à hidrodinâmica dificultam a identificação de um padrão geral sobre o número de zonas e a composição específica de cada uma delas (PEREIRA; SOARES-GOMES, 2009).

Um dos primeiros autores a propor um esquema de zonação foi Dahl (1952). Este autor, baseando-se na distribuição da fauna de crustáceos, propôs uma divisão universal em três zonas definidas como: franja subterrestre (referente ao pós-praia), ocupada por anfípodos talitrídeos em regiões temperadas e caranguejos do gênero *Ocypode* Weber, 1795 em regiões tropicais; mesolitoral (referente ao estirâncio), caracterizada por isópodos cirolanídeos; e infralitoral (referente à antepraia), caracterizada por uma fauna mais diversificada, que inclui anomuros Hippidae nas regiões tropicais e anfípodos Haustoridae, Phoxocephalidae e Oedicerotidae nas regiões temperadas.

Caranguejos do gênero *Ocypode*, conhecidos como caranguejos-fantasma, são os maiores e mais conspícuos invertebrados de praias, sendo comumente encontrados em praias arenosas desde zonas tropicais a temperadas ao redor do mundo (MCLACHLAN; BROWN, 2006; LUCREZI; SCHLACHER, 2014). Várias espécies ocorrem em grandes áreas geográficas que abrangem diversos graus de latitude (LUCREZI; SCHLACHER, 2014).

Estudando detalhadamente a sistemática dos caranguejos-fantasmas, Sakai e Turkey (2013) reconheceram 21 espécies do gênero *Ocypode*: *Ocypode africana* De Man, 1881; *O. brevicornis* H. Milne Edwards, 1837; *O. ceratophthalma* Pallas, 1772; *O. convexa* Quoy & Gaimard, 1824; *O. cordimanus* Latreille, 1818; *O. cursor* Linnaeus, 1758; *O. fabricii* H. Milne Edwards, 1837; *O. gaudichaudii* H. Milne Edwards & Lucas, 1843; *O. jousseaumei* Nobili, 1905; *O. kuhlii* De Haan, 1835; *O. macrocera* H. Milne Edwards, 1837; *O.*

*madagascariensis* Crosnier, 1965; *O. mortoni* George, 1982; *O. nobilii* De Man, 1902; *O. pallidula* Hombron & Jacquinot, 1846; *O. pauliani* Crosnier, 1965; *O. quadrata* Fabricius, 1787; *O. rotundata* Miers, 1882; *O. ryderi* Kingsley, 1881; *O. saratan* Forskål, 1775; *O. stimpsoni* Ortmann, 1897. A figura 1 mostra o mapa da distribuição de *Ocypode* spp. ao redor do mundo elaborado por Sakai e Turkay (2013).

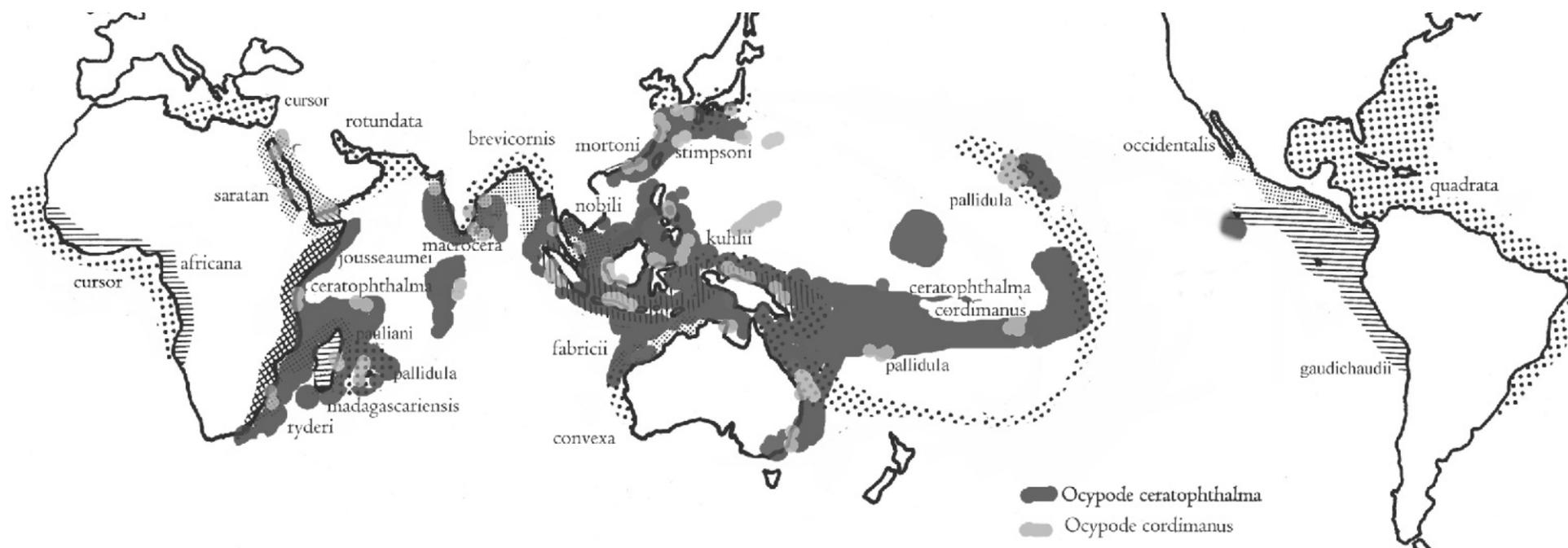
As espécies pertencentes a este gênero passam a maior parte de sua vida associadas a profundas e complexas tocas, que fornecem proteção contra condições climáticas desfavoráveis e predadores, servindo também como refúgio durante o período de muda, acasalamento e incubação de ovos (CHAN; CHAN; LEUNG, 2006, SCHOBER; CHRISTY, 1993). No entanto, esses caranguejos alternam entre atividades na superfície da praia (forrageamento, o acasalamento e manutenção das tocas) e no seu micro-habitat subterrâneo (LUCREZI; SCHLACHER, 2014).

Os caranguejos-fantasmas são um elemento-chave no funcionamento dos ecossistemas de praias arenosas (VALERO-PACHECO *et al.*, 2007), pois, além de apresentarem uma plasticidade trófica extraordinária (LUCREZI; SCHLACHER, 2014), eles arejam, removem, e reciclam uma quantidade importante de nutrientes contida no substrato ao promoverem a manutenção de suas tocas (VALERO-PACHECO *et al.*, 2007).

Como consumidores, os caranguejos-fantasma ocupam vários níveis tróficos. Eles obtêm alimento através de uma variedade de estratégias, consumindo uma grande diversidade de presas. Assim, sua dieta é ampla, incluindo restos de animais mortos (carcaça de animais), detrito orgânico e a predação de ovos e filhotes de tartarugas marinhas e aves costeiras, bivalves (*Donax*) e crustáceos (*Emerita*) (LUCREZI; SCHLACHER, 2014; MARCO *et al.*, 2015; WOLCOTT, 1978). No entanto, esses caranguejos também são fundamentais nas teias alimentares litorâneas, pois são presas importantes, servindo de alimento para uma diversidade de répteis, aves e mamíferos que forrageiam na interface terra-mar (LUCREZI; SCHLACHER, 2014; MARCO *et al.*, 2015).

Na costa brasileira esse gênero é representado por uma única espécie, *Ocypode quadrata* Fabricius 1787 (FIGURA 2), conhecida popularmente como maria-farinha, vasa-maré, guaruçá, guriçá ou grauçá, caranguejo-fantasma. Esta espécie constroi tocas semi-permanentes no médio e supralitoral do ecossistema de praias arenosas em todos os estados morfodinâmicos e sua distribuição geográfica estende-se ao longo do Oceano Atlântico ocidental, desde a Flórida (EUA) até o Rio Grande do Sul (MELO, 1996).

Figura 1 – Mapa de distribuição de *Ocypode* ao redor do mundo.



Fonte: Sakai, Turkey (2013).

*Ocypode quadrata*, como as outras espécies deste gênero, apresenta o mais sofisticado padrão comportamental entre todos os invertebrados de praias arenosas (MCLACHLAN; BROWN, 2006), sendo foco de muitas pesquisas. Estudos pretéritos sobre esta espécie focaram na sua fisiologia (VINAGRE *et al.*, 2007; WOLCOTT; WOLCOTT, 1985), no ciclo reprodutivo e período de recrutamento (ANTUNES *et al.*, 2010; HALEY, 1972; NEGREIROS-FRANSOZO; FRANSOZO; BERTINI, 2002), no desenvolvimento larval (DIAZ; COSTLOW, 1972), no crescimento relativo e maturidade sexual (HALEY, 1969), na morfometria (FRANSOZO; NEGREIROS-FRANSOZO; BERTINI, 2002), nos hábitos alimentares e comportamento (ROBERTSON; PFEIFFER, 1982; VALERO-PACHECO *et al.*, 2007; WOLCOTT, 1978), na distribuição e estrutura etária (ALBERTO; FONTOURA, 1999; ARAUJO; ROSA; FERNANDES, 2008; CORRÊA *et al.*, 2014; MAIA- CARNEIRO *et al.*, 2013; OCAÑA; VEGA; CÓRDOVA, 2012; POMBO; TURRA, 2013; ROSA; BORZONE; 2008; SOUZA *et al.*, 2008; TURRA; GONÇALVES; DENADAI, 2005) na bioecologia (BRANCO *et al.*, 2010), na morfologia da toca (ALBERTO; FONTOURA, 1999; SILVA, 2014) e no seu uso como indicadores de impactos antrópicos (BLANKENSTEYN, 2006; HOBBS; LANDRY; PERRY, 2008; MAGALHÃES *et al.*, 2009; NEVES; BEMVENUTI, 2006).

Figura 2 – *Ocypode quadrata* em uma das praias do litoral cearense.



Fonte: A autora (2015).

Ecologicamente, *O. quadrata* apresenta um importante papel como consumidor de detritos orgânicos e transferidor de energia entre diferentes níveis tróficos, podendo ocupar a posição de predador de topo no ambiente praias. *Ocypode quadrata* é generalista, alimentando-se de detritos orgânicos e, principalmente, de presas vivas, sendo o bivalve

*Donax variabilis* e o crustáceo *Emerita talpoida* suas presas preferenciais na costa da América do Norte (WOLCOTT, 1978). Adicionalmente, esta espécie também pode extrair acima de 70% de alga disponível no substrato, sendo a alimentação por depósito um importante complemento ao comportamento predatório (ROBERTSON; PFEIFFER, 1982).

Estudos realizados por Wolcott (1978) na Carolina do Norte e Alberto e Fontoura (1999) no litoral sul do Brasil constataram que a população de *O. quadrata* é muito sensível a determinados fatores ambientais. Sob condições ambientais adversas, tais como baixas temperaturas, ventos intensos e tempestades, esses animais se refugiam em suas tocas e fecham sua abertura com areia, a ponto de desaparecerem da praia. No entanto, os animais voltam as suas atividades normais tão logo as condições ambientais atinjam níveis favoráveis, independente da época do ano (ALBERTO; FONTOURA, 1999).

Distintos padrões de atividade têm sido observados para *O. quadrata* com relação ao período do dia em que estes animais estão mais ativos. Segundo Steiner e Leatherman (1981) e Blankensteyn (2006), *O. quadrata* apresenta uma intensa atividade noturna, permanecendo dentro de suas tocas durante o dia. Já Valero-Pacheco *et al.*, (2007) relataram que os indivíduos desta espécie ficam ativos a maior parte do dia com dois picos de alta atividade: um durante o nascer-do-sol e outro no pôr-do-sol. Entretanto, o estudo de Alberto e Fontoura (1999) realizado na costa do Rio Grande de Sul mostrou que as atividades da espécie não são vinculadas aos períodos noturnos ou diurnos e sim a variações de temperatura, bem como de outros fatores ambientais (intensidade dos ventos, nível de alcance das ondas e ressacas).

Quando ativos, as principais atividades realizadas por juvenis e adultos de *O. quadrata*, são a alimentação e a manutenção das tocas (VALERO-PACHECO *et al.*, 2007). Segundo Wolcott (1978), os caranguejos-fantasma deslocam-se até o intermareal onde caçam outros invertebrados ou se alimentam de matéria orgânica morta e detrito. Já, durante os processos de manutenção e escavação, caranguejos do gênero *Ocypode* removem a areia de dentro de suas tocas e a depositam ao lado da abertura formando pequenos montes, os quais posteriormente são retrabalhados (SCHOBER; CHRISTY, 1993; STRACHAN *et al.*, 1999).

Diante de suas distintas aberturas na superfície do sedimento, a contagem de tocas de *O. quadrata* tem sido utilizada como instrumento indireto de avaliação de sua densidade populacional em muitas investigações (ALBERTO; FONTOURA, 1999; TURRA; GONÇALVES; DENADAI, 2005; VALERO-PACHECO *et al.*, 2007; WOLCOTT, 1978), visto que existe uma boa correlação entre o número de tocas e o número de caranguejos (WARREN, 1990). Esse método de estimativa da densidade tem se mostrado um rápido e

prático instrumento de avaliação do grau de impacto induzido por atividades antrópicas em ecossistemas praias (BARROS, 2001; BLANKENSTEYN, 2006; HOBBS; LANDRY; PERRY, 2008; MAGALHÃES *et al.*, 2009; NEVES; BEMVENUTI, 2006).

Com o intuito de investigar questões científicas relacionadas às alterações causadas por impactos antropogênicos e modificações climáticas, um grupo de pesquisadores reuniu-se e desenvolveu a Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros (ReBentos), a qual pretende estudar os habitats bentônicos e dar início a uma série histórica de levantamento de dados sobre a biodiversidade marinha ao longo da costa brasileira (TURRA; DENADAI, 2015). Considerando que o caranguejo *O. quadrata* está presente em todas as praias arenosas do litoral brasileiro e que é afetado de forma negativa por perturbações antrópicas nesses ecossistemas, esse organismo foi um dos escolhidos para ser monitorado em diferentes praias do país, incluindo as do Ceará (ROCHA-BARREIRA, *com. pes.*).

Diversas variáveis físicas têm sido utilizadas para explicar a presença e abundância dos caranguejos-fantasma, como a largura da praia, inclinação, granulometria, regime de marés, e grau de urbanização, (ALBERTO; FONTOURA, 1999; BARROS, 2001; QUIJÓN; JARAMILLO; CONTRERAS, 2001; WOLCOTT, 1978).

Embora a espécie *O. quadrata* seja bastante estudada, especialmente em praias arenosas do sul e sudeste do Brasil, pouco se sabe sobre a densidade, a distribuição, a biologia e os efeitos das intervenções humanas sobre as populações que habitam as praias arenosas do estado do Ceará.

O conhecimento de características demográficas populacionais como abundância, estrutura etária, períodos de recrutamento, crescimento e distribuição espacial e temporal, são fundamentais na interpretação da estrutura e da função do ecossistema costeiro, influenciados por fatores específicos do habitat, como a hidrodinâmica local, o sucesso pós-assentamento, recursos alimentares e níveis de predação (VADAS; ELNER, 2003).

Considerando que o caranguejo-fantasma *O. quadrata* é o principal representante do supralitoral (ROCHA-BARREIRA, 2003) das praias arenosas do litoral cearense, o presente trabalho teve como principal objetivo reunir informações e ampliar o conhecimento sobre a ecologia desta espécie no litoral cearense, e para isto, foi dividido em três capítulos:

1. Distribuição espacial do caranguejo-fantasma *Ocypode quadrata* Fabricius, 1787 (Brachyura, Ocypodidae) em praias arenosas no litoral do estado do Ceará – Nordeste do Brasil

2. Biologia populacional de *Ocypode quadrata* Fabricius, 1787 (Brachyura, Ocypodidae) em uma praia arenosa no Nordeste do Brasil
3. Variação espaço-temporal de *Ocypode quadrata* Fabricius, 1787 (Brachyura, Ocypodidae) em duas praias arenosas com diferentes graus de impacto antrópico no litoral cearense – Nordeste do Brasil

## 2 HIPÓTESES

- A distribuição espacial de *Ocypode quadrata* varia em função de fatores ambientais (temperatura do ar e do sedimento, velocidade do vento, compactação do sedimento, granulometria, teores de matéria orgânica e de carbonato e atributos morfodinâmicos da praia) encontrados ao longo da costa cearense.
- A proporção sexual, estrutura de tamanho e presença de fêmeas ovígeras de *O. quadrata*, variam ao longo de um ciclo anual.
- A densidade e o diâmetro das tocas de *O. quadrata* são inversamente proporcionais ao grau de perturbações antrópicas.

## 3 OBJETIVO GERAL

Compreender a distribuição espacial do caranguejo-fantasma *Ocypode quadrata* ao longo da costa cearense, considerando seus atributos populacionais e biológicos em função das variações das condições ambientais e morfodinâmicas e da ação antrópica nas praias arenosas.

### 3.1 Objetivos Específicos

- Avaliar a distribuição espacial da espécie em diferentes praias do litoral cearense, relacionando-a com variáveis ambientais e morfodinâmicas das praias.
- Investigar aspectos da biologia populacional de *O. quadrata* em uma praia do litoral cearense e identificar possíveis relações morfométricas intraespecíficas.

- Avaliar a densidade e o tamanho das tocas de *O. quadrata* em duas praias com diferentes intensidades de perturbações humanas e verificar possíveis variações sazonais nas populações que habitam essas praias.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTO, R. M. F.; FONTOURA, N. F. **Distribuição e estrutura etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em praias arenosas do litoral sul do Brasil.** Revista Brasileira de Biologia, v. 59, n. 1, p. 95-108. 1999.
- ALVES, E. S. **O efeito da morfodinâmica praial e suas variações temporais de curto e médio prazo sobre a macrofauna bentônica de três praias arenosas expostas de Santa Catarina, Brasil.** Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, Brasil, 2004.
- ANTUNES, G. F.; AMARAL, A. P. N.; RIBARCKI, F. P.; WILLAND, E. F.; ZANCAN, D. M. & VINAGRE, A. S. **Seasonal variations in the biochemical composition and reproductive cycle of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) in Southern Brazil.** Journal of experimental zoology, v. 313A, p. 280-291. 2010.
- ARAÚJO, C. C. V.; ROSA, D. M.; FERNANDES, J. M. **Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil.** Biotemas, v. 21, n. 4, p. 73-80. 2008.
- BARROS, F. **Ghost crabs as a tool for rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches.** Biological Conservation, v. 97, p. 399-404. 2001.
- BLANKENSTEYN, A. **O uso de caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impacto antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 23, n. 3, p. 870-876. 2006.
- BRANCO, J. O.; HILLESHEIM, J. C.; FRACASSO, H. A. A.; CHRISTOFFERSEN, M. L.; EVANGELISTA, C. L. **Bioecology of the Ghost Crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) Compared with Other Intertidal Crabs in the Southwestern Atlantic.** Journal of Shellfish Research, v. 29, n. 2, p. 503-512. 2010.
- CHAN, B. K. K.; CHAN, K. K. Y.; LEUNG, P. C. M. **Burrow architecture of the ghost crab *Ocypode ceratophthalma* on a sandy shore in Hong Kong.** Hydrobiologia, v. 560, p. 43-49. 2006.
- CORRÊA, M. O. D. A.; ANDRADE, L. S., COSTA, R. C.; CASTILHO, A. L.; BERTINI, G.; FRANSOZO, A. **Vertical distribution by demographic groups of ghost crab *Ocypode quadrata* (Crustacea: Brachyura).** Biologia, Section Zoology, v. 69, n. 7, p. 905-915. 2014.

DAHL, E. **Some aspects of the ecology and zonation of the fauna on sandy beaches.** *Oikos*, v. 4, n. 1, p. 1-27. 1952.

DEFEO O.; MCLACHLAN A. **Patterns, processes and regulatory mechanisms in Sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis.** *Marine Ecology Progress Series*, v. 295, p. 1-20. 2005.

DIAZ, H.; COSTLOW J. D. **Larval development of *Ocypode quadrata* (Brachyura: Crustacea) under laboratory conditions.** *Marine Biology*, v. 15, p. 120-131. 1972.

FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; BERTINI, G. Morphometric study of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Brachyura, Ocypodidae) from Ubatuba, São Paulo, Brazil. *In: ESCOBAR-BRIONES, E.; ALVAREZ, F. eds. Modern approaches to the study of crustacea.* New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers. v. 1, p. 189 - 195. 2002.

GIANUCA, N. M. **Zonação e produção nas praias arenosas do litoral sul e sudeste do Brasil.** Simpósio de ecossistemas da costa sul e sudeste brasileiras – sistemas dos conhecimentos. Cananéia, SP. v.1, p 313-332. 1987.

GIANUCA, N. M. Invertebrados bentônicos da praia. *In: SEELIGER, U.; ODEBRECHT, C.; CASTELLO, J. P. Os ecossistemas costeiro e marinho do extremo sul do Brasil.* Rio Grande. *Ecocientia*, p. 127-130. 1998.

HALEY, S. R. **Relative growth and sexual maturity of the Texas ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae).** *Crustaceana*, v. 17, n. 3, p. 1-11. 1969.

HALEY, S. R. **Reproductive cycling in the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Brachyura, Ocypodidae).** *Crustaceana*, v. 23, n. 1, p. 1-11. 1972.

HOBBS, C. H.; LANDRY, C. B.; PERRY, P. E. **Assessing anthropogenic and natural impacts on ghost crabs (*Ocypode quadrata*) at Cape Hatteras National Seashore, North Carolina.** *Journal of Coastal Research*, v. 24, n. 6, p. 1450-1458. 2008.

LUCREZI, S.; SCHLACHER, T. A. **The Ecology of Ghost Crabs – A review.** *Oceanography and marine biology*, v. 52, p. 201-256. 2014.

MAGALHÃES, W. F.; LIMA, J. B.; BARROS, F.; DOMINGUEZ, J. M. L. **Is *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) a useful tool for exposed sandy beaches management in Bahia State (Northeast Brazil)?** *Brazilian Journal of Oceanography*, v.57, n.2, p. 153-155. 2009.

MAIA-CARNEIRO, T.; DORIGO, T. A.; ANDRADE, L. G.; GUTIÉRREZ-CÁRDENAS, P. D. A.; ROCHA, C. F. D. **Density and spatial distribution of *Ocypode quadrata* (Crustacea, Ocypodidae) in an insular environment in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil.** *Revista Brasileira de Zoociências*, v. 15, n. 1, 2, 3, p. 91-96. 2013.

MARCO, A.; GRAÇA, J.; GARCÍA-CERDÁ, R.; ABELLA, E.; FREITAS, R. **Patterns and intensity of ghost crab predation on the nests of an important endangered loggerhead turtle population.** *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 468, p. 74–82. 2015.

- MCLACHLAN, A. Sandy beach ecology: A review. p. 321-381. *In: MCLACHLAN, A.; ERASMUS, T. (Ed.), Sandy beaches as ecosystems*. Dr. W. Junk Publishers. p. 321-381. 1983.
- MCLACHLAN, A.; DORVLO, A. **Global patterns in sandy beach macrobenthic communities**. *Journal of Coastal Research*, v. 21, n. 4, p. 674-687. 2005.
- MCLACHLAN, A.; BROWN, A. C. **The Ecology of Sandy Shores**. 2 Ed. Academic Press, 2006.
- MELO, G. A. S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Plêiade Fapesp, 1996.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A.; BERTINI, G. **Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda, Ocypodidae) at a sandy beach in southeastern Brazil**. *Journal of Crustacean Biology*, v. 22, n. 1, p. 157-161. 2002.
- NEVES, F. M.; BEMVENUTI, C. E. **The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil**. *Biological Conservation*, v. 33, p. 431-435. 2006.
- NEVES, L. P.; SILVA, P. S. R.; BEMVENUTI, C. E. **Zonation of benthic macrofauna on Cassino Beach, Southernmost Brazil**. *Brazilian Journal of Oceanography*, v. 55, n. 4, p. 293-307. 2007.
- OCAÑA, F. A.; VEGA, A.; CÓRDOVA, E. A. **Distribución espacial de *Ocypode quadrata* (Decapoda Ocypodidae) em ocho playas de la zona norte oriental de Cuba**. *Revista de Biología Tropical*, v. 60, n. 3, p. 1177-1186. 2012.
- PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. **Biologia marinha**. 2 Ed. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.
- POMBO, M.; TURRA, A. **Issues to be considered in counting burrows as a measure of Atlantic ghost crab populations, an important bioindicator of sandy beaches**. *Plos One*, v. 8, n. 12, p. 1-7. 2013.
- QUIJÓN, P. E.; JARAMILLO; CONTRERAS, H. Distribution and Habitat structure of *Ocypode gaudichaudii* H. Milne Edwards & Lucas, 1843, *In: Sandy beaches of northern Chile*. *Crustaceana*, v. 74, n. 1, p. 91-103. 2001.
- ROBERTSON, J. R.; PFEIFFER, W. J. **Deposit-feeding by the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius)**. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, v. 56, p. 165-177. 1982.
- ROCHA-BARREIRA, C. A. Macrofauna bentônica de praias arenosas no litoral cearense. *In: CLAUDINO-SALES, V. (Org.). Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação*. 1. ed. Fortaleza: Expressão Gráfica, p. 245-252. 2003.

ROSA, L. C.; BORZONE, C. A. **Spatial distribution of the *Ocypode quadrata* (Crustacea: Ocypodidae) along estuarine environments in the Paranagua Bay Complex, southern Brazil.** *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 25, n. 3, p. 383- 388. 2008

SAKAI, K.; TÜRKAY, M. **Revision of the genus *Ocypode* with the description of a new genus, *Hoplocypode* (Crustacea: Decapoda: Brachyura).** *Memoirs of the Queensland Museum – Nature*, v. 52, n. 2, p. 665-793. 2013.

SCHLACHER T. A.; SCHOEMAN, D. S.; DUGAN, J.; LASTRA, M.; JONES, A.; SCAPINI, F.; MCLACHLAN A. **Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts.** *Marine Ecology*, v. 29, n. 1, p. 70-90. 2008.

SCHÖBER, U. M.; CHRISTY, J. H. **Sand disposal of the painted ghost crab *Ocypode gaudichaudii* (Decapoda: Ocypodidae): a possible role in courtship.** *Marine Biology*, v. 116, p. 53-60. 1993.

SHORT, A. D. **The role of wave height, slope, tide range and embaymentisation in beach classification: a review.** *Revista Chilena de Historia Natural*, v. 69, p. 589–604. 1996.

SILVA, P. A. **Morfologia das tocas do caranguejo fantasma *Ocypode quadrata* (Brachyura:Ocypodidae) em duas praias com morfodinâmicas distintas no litoral do estado do Ceará, Brasil.** Monografia (Graduação em Oceanografia) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

SOUZA, J. R. B.; LAVOIE, N.; BONIFÁCIO, P. H.; ROCHA, C. M. C. **Distribution of *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) on sandy beaches of Northeastern Brazil.** *Atlântica*, v. 30, n. 2, p. 139-145. 2008.

STEINER, A. J.; LEATHERMAN, S. P. **Recreational impacts on the distribution of ghost crabs *Ocypode quadrata* Fab.** *Biological Conservation*, v. 20, p. 111-122. 1981.

STRACHAN, P. H.; SMITH, R. C.; HAMILTON, D. A. B ; TAYLOR, A. C.; ATKINSON, R. J. A. **Studies on the ecology and behaviour of the ghost crab, *Ocypode cursor* (L.) in northern Cyprus.** *Scientia Marina*, v. 63, n. 1, p. 51-60. 1999.

TURRA; A.; DENADAI; M. R. **Protocolos de Campo para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - Rede de Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros - ReBentos.** São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. p. 258. 2015.

TURRA, A.; GONÇALVES, M. A. O.; DENADAI, M. R. **Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beaches.** *Journal of Natural History*, v. 39, p. 2163-2177. 2005.

VADAS, R. L.; ELNER, R. W. Responses to predation cues on food in two species of sympatric, tropical sea urchins. ***Marine Ecology***, n. 24, p.101-121, 2003.

VALERO-PACHECO, E. F.; ALVAREZ, L. G.; ABARCA-ARENAS; ESCOBAR, M. **Population density and activity pattern of the ghost crab, *Ocypode quadrata*, in Veracruz, Mexico.** Crustaceana, v. 80, n. 3, p. 313-325. 2007.

VELOSO, V. G.; CARDOSO, R. S.; FONSECA, D. B. Adaptações e biologia da macrofauna de praias arenosas expostas com ênfase nas espécies da região entre-marés do litoral Fluminense. *In*: ABSALÃO, R. S.; ESTEVES, A. M. Oecologia Brasiliensis III: **Ecologia de praias arenosas do litoral brasileiro**, v. 3, p. 135-154. 1997.

VINAGRE, A. S.; AMARAL, A. P. N.; RIBARCKI, F. P.; SILVEIRA, E. F.; PÉRICO, E. **Seasonal variation of energy metabolism in ghost crab *Ocypode quadrata* at Siriú Beach (Brazil).** Comparative Biochemistry and Physiology, Part A, v. 146 p. 514–519. 2007.

WARREN, J. H. 1990 **The use of open burrows to estimate abundances of intertidal estuarine crabs.** Australian Journal of Ecology, 15: 277-280.

WOLCOTT, T. G. **Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: Scavengers or Predators?** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 31, p. 67-82. 1978.

WOLCOTT, T. G.; WOLCOTT, D. L. **Extrarenal modification of urine for ion conservation in ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius).** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 91, p. 93-107. 1985.

## **CAPÍTULO 1**

**DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DO CARANGUEJO-FANTASMA *Ocypode quadrata*  
FABRICIUS, 1787 (BRACHYURA-OCYPODIDAE) EM PRAIAS ARENOSAS NO  
LITORAL DO ESTADO DO CEARÁ – NORDESTE DO BRASIL**

## 1 INTRODUÇÃO

O supralitoral de praias arenosas expostas é tipicamente habitado por várias espécies de anfípodas, isópodas, insetos e caranguejos-fantasma (MCLACHLAN; BROWN, 2006). Devido ao seu tamanho e atividade, os caranguejos-fantasma são, frequentemente, os invertebrados mais evidentes nessas áreas (BARROS, 2001).

Caranguejos do gênero *Ocypode* Weber, 1795, conhecidos como caranguejos-fantasma, são comumente encontrados em praias arenosas tropicais e subtropicais ao redor do mundo (MCLACHLAN; BROWN, 2006). As espécies pertencentes a este gênero passam a maior parte de sua vida associadas a profundas e complexas tocas que fornecem proteção contra condições climáticas desfavoráveis e predadores, servindo também como refúgio durante o período de muda, acasalamento e incubação de ovos (CHAN; CHAN; LEUNG, 2006; SCHOBER; CHRISTY, 1993).

Na costa brasileira, esse gênero é representado por uma única espécie, *Ocypode quadrata* Fabricius, 1787, conhecida popularmente como maria-farinha, vasa-maré, guaruçá, guriçá ou grauçá e caranguejo fantasma. Esta espécie constroi tocas semi-permanentes no médio e supralitoral do ecossistema de praias arenosas em todos os estados morfodinâmicos e sua distribuição geográfica estende-se ao longo do Oceano Atlântico ocidental, desde o estado de Rhode Island, no nordeste dos EUA, até o estado do Rio Grande do Sul, no Brasil. (MELO, 1996).

*Ocypode quadrata*, como as outras espécies deste gênero, apresenta o mais sofisticado padrão comportamental entre todos os invertebrados de praias arenosas. Ecologicamente, representantes deste grupo apresentam um importante papel como consumidores de detritos orgânicos e transferidores de energia entre diferentes níveis tróficos, podendo ocupar a posição de predador de topo no ambiente praial (WOLCOTT, 1978).

Estudos realizados por Wolcott (1978) na Carolina do Norte e Alberto e Fontoura (1999) no litoral sul do Brasil constataram que a população de *O. quadrata* é muito sensível a determinados fatores ambientais. Sob condições ambientais adversas, tais como baixas temperaturas, ventos intensos e tempestades, esses animais se refugiam em suas tocas e fecham sua abertura com areia, a ponto de “desaparecerem” da praia. No entanto, os animais voltam as suas atividades normais tão logo as condições ambientais atinjam níveis favoráveis, independente da época do ano (ALBERTO; FONTOURA, 1999).

Devido à presença de suas distintas aberturas na superfície do sedimento, a contagem de tocas de *O. quadrata* tem sido utilizada como instrumento indireto de avaliação

de sua densidade populacional em muitas investigações (ALBERTO; FONTOURA, 1999; ARAÚJO; ROSA; FERNANDES, 2008; BRANCO *et al.*, 2010; GIRÃO, 2009; ROSA; BORZONE, 2008; SOUZA *et al.*, 2008; ; TURRA; GONÇALVES; DENADAI, 2005; VALERO-PACHECO *et al.*, 2007; WOLCOTT, 1978), visto que existe uma boa correlação entre o número de tocas e o número de caranguejos (WARREN, 1990).

Alguns estudos também verificaram uma forte correlação entre o diâmetro das tocas e o tamanho dos indivíduos de *O. quadrata* (ALBERTO; FONTOURA 1999; GIRÃO 2009; VALERO-PACHECO *et al.*, 2007). Essa relação tem permitido um censo indireto do tamanho da população a partir da utilização das medidas do diâmetro das tocas, a qual se mostrou uma boa ferramenta para a análise de distribuição e estrutura etária da população destes caranguejos.

Considerando que a distribuição espacial é uma importante propriedade ecológica das espécies (TAYLOR, 1984), estudos sobre este tema são essenciais para avaliar as relações entre organismo-organismo e organismo-habitat, bem como para identificar processos que estruturam as associações bentônicas e suas escalas de atuação (UNDERWOOD; CHAPMAN, 1996; CHAPMAN *et al.*, 2010). Assim, tendo em vista que os organismos estão sujeitos a fortes fatores ambientais, compreender a distribuição dos mesmos pode esclarecer as pressões seletivas que os influenciam.

Na costa brasileira, estudos pretéritos sobre a distribuição espacial e zonação de *O. quadrata* foram realizados por Alberto e Fontoura (1999), Corrêa *et al.* (2014), Pombo (2015), Rosa e Borzone (2008), Souza *et al.* (2008) e Turra, Gonçalves e Denadai (2005). No entanto, a maioria desses trabalhos foi realizada nas regiões sul e sudeste, sendo poucos os estudos no nordeste do Brasil.

Embora o caranguejo-fantasma *O. quadrata* também seja o principal representante do supralitoral das praias arenosas cearenses (ROCHA-BARREIRA, 2003), raras são as informações acerca dessa espécie nas praias do Ceará. Assim, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a distribuição espacial da espécie em diferentes praias do litoral cearense, relacionando-a com variáveis ambientais e morfodimênicas das praias.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### Área de Estudo

O presente estudo foi realizado no litoral do estado do Ceará, Nordeste do Brasil. Apresentando uma faixa de litoral de 573 km de extensão, que se estende entre os estados do Rio Grande do Norte, a leste, e do Piauí, a oeste, a costa cearense possui uma morfologia bem diferenciada que vai desde falésias, cordões de *beachrocks*, pontas litorâneas rochosas, barreiras e flechas litorâneas, planícies flúvio-marinhas, lagunas, lagoas e campos de dunas até praias arenosas (CLAUDINO-SALES, 2007).

A faixa litorânea cearense é caracterizada por uma morfologia bem diferenciada entre a parte leste e oeste, podendo ser subdividida em três setores: Leste, Oeste-Central e Extremo-Oeste (BENSI; MARINHO; MAIA, 2005). A parte leste apresenta uma costa mais rochosa caracterizada por um extenso tabuleiro costeiro que chega até a linha de costa com falésias e paleofalésias. Caracterizado por praias de tipo dissipativo, o litoral leste apresenta praias com declividade extremamente suave entre 3-8 graus, o que determina interação das correntes e das ondas com o fundo já a grande distância da costa (8-10 km), mas o pequeno ângulo de incidência das frentes de ondas com o litoral e o aporte apreciável de sedimentos pelos rios diminui a intensidade deste fenômeno, embora ele esteja presente em pontos localizados. As falésias, localizadas no extremo leste do estado, são formadas em rochas da Bacia Potiguar e conferem um grau de resistência e menor interação na transferência de material para a faixa de praia e do espraiamento (PINHEIRO; MORAIS; PITOMBEIRA, 2003).

O setor oeste-central, localizado entre Fortaleza e a praia da Baleia, em Itapipoca, é caracterizado por praias intermediárias com barras e sulcos e está sofrendo erosão devido à forte urbanização da face de praia, fenômeno muito visível nas praias de Pacheco e Icaraí, dentre outras (BENSI; MARINHO; MAIA, 2005). A localização de complexos portuários, marinas e diversas estruturas de defesas de costa tornam esse setor do litoral cearense o mais impactado pela ação antrópica.

O litoral extremo-oeste apresenta uma planície rasa e caracterizada pela presença de dunas móveis, ilhas-barreiras com lagunas e vastas áreas de manguezais. Nas proximidades da desembocadura do estuário do rio Acaraú, a linha de costa tem uma direção leste-oeste, o vento assume uma componente mais terral, e o fluxo da água também tem uma tendência a se afastar da costa, sobretudo na zona *offshore*, onde a profundidade tem menos influência sobre

o fluxo. As correntes e o transporte litorâneo diminuem de intensidade, determinando sedimentação mais intensa. Há pouca urbanização, vento muito forte, embora as ondas sejam pequenas (BENSI; MARINHO; MAIA, 2005).

Por estar sobre a influência da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) o clima cearense caracteriza-se por períodos de chuvas intensas e de estiagem (BRANCO *et al.*, 2005). Durante o período de estiagem, entre os meses de agosto a dezembro, quando aumentam a insolação e a velocidade dos ventos, a temperatura do ar tende a aumentar, causando redução da umidade, dando origem a ondas mais altas e de maior poder erosivo. Já nos meses de janeiro a junho, período chuvoso, essa condição climática se inverte, com ocorrência de ventos mais amenos e mais suaves e de menor poder erosivo, restaurando a morfologia das praias (MAGALHÃES; MAIA, 2003; BRANCO *et al.*, 2005).

Os processos hidrodinâmicos atuantes na faixa litorânea do estado do Ceará resultam da ação contínua dos ventos alísios, gerando *trens* de ondas oriundos do quadrante NE (45° a 80°), que atingem a linha de costa obliquamente (FREIRE; CAVALCANTI, 1998). Segundo Morais *et al.*, (2006), o regime de maré é definido como do tipo semi-diurno, com duas preamares e duas baixamares, em um dia lunar (24h e 50 min), com amplitude de maré na faixa de 2,0 a 4,0 m, classificada como mesomarés.

Considerando que as praias arenosas do litoral do Ceará apresentam grandes extensões e diversas feições morfodinâmicas, indo de praias dissipativas (litoral leste do estado) a intermediárias (litoral oeste) (BENSI; MARINHO; MAIA, 2005), dezessete praias foram selecionadas para amostragem: Maceió, Tatajuba, Preá, Almofala, Caetanos (localizadas no setor Extremo-Oeste do estado); Flecheiras, Lagoinha, Taiba, Pecém, Icaraí, Diários, Futuro (situadas no setor Oeste-Central); e as praias do Presídio, Morro Branco, Canto Verde, Majorlândia e Redonda (localizadas no setor Leste). A figura 3 e a tabela 1 mostram a localização geográfica e as coordenadas das 17 praias estudadas, respectivamente.

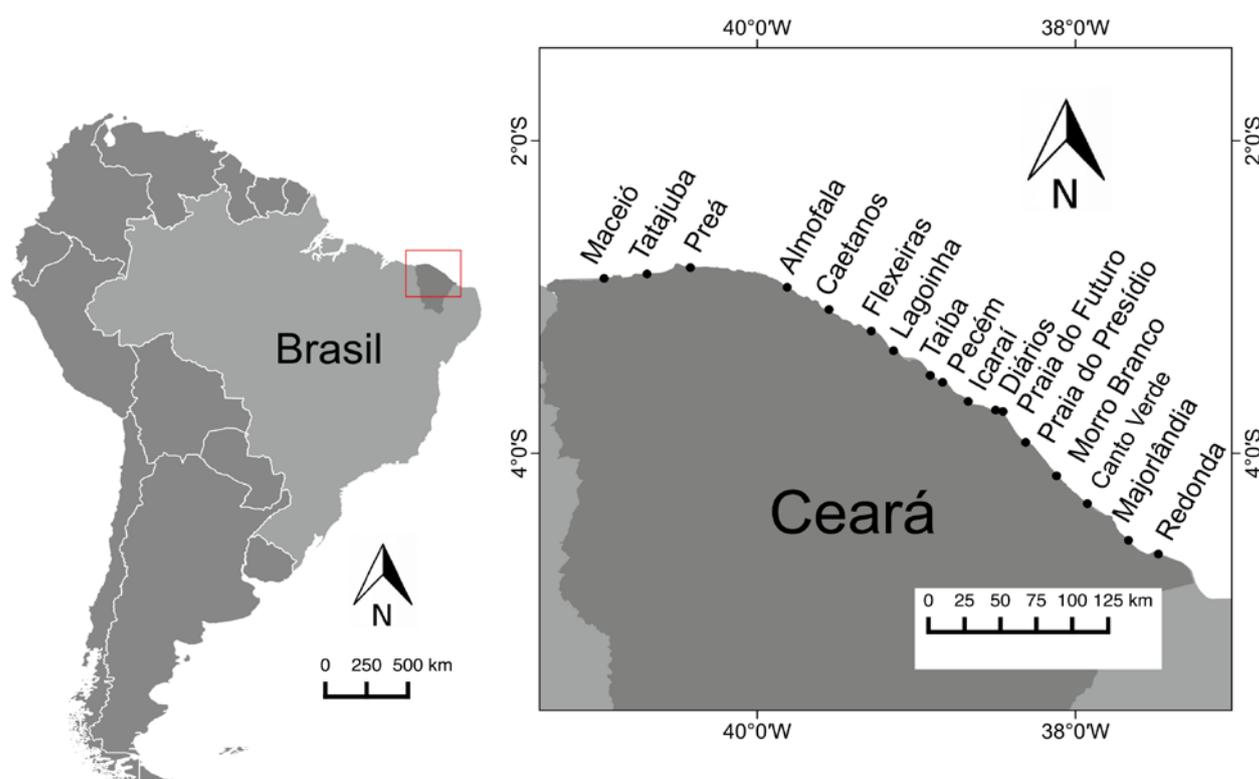
### **Amostragem**

O estudo iniciou-se em julho de 2012 e finalizou-se em março de 2013. As amostragens foram realizadas no início da manhã (temperatura mais amena) durante maré baixa de sizígia e para cada praia foram demarcadas 15 transversais perpendiculares à linha d'água, distantes 10 m entre si. Cada transversal cobriu uma faixa de 10 m de largura estendendo-se desde 5 m abaixo da linha do deixa até o local limite de ocorrência das tocas (FIGURA. 4). No interior de cada uma destas transversais, que foram divididas em quadrados

contínuos de 5 m x 10 m, foram contadas e tomadas medidas do diâmetro das tocas do caranguejo.

Em todas as amostragens foram registradas a temperatura do ar e do sedimento com o auxílio de um termômetro digital. A temperatura do sedimento foi registrada em três pontos: na linha do deixo da maré alta, no limite de ocorrência das tocas de *Ocypode quadrata* e no ponto médio entre estes.

Figura 3 - Mapa da localização geográfica das 17 praias estudadas, ao longo do litoral do Estado do Ceará, Brasil.



Fonte: Jadson Pinto de Lima (2015).

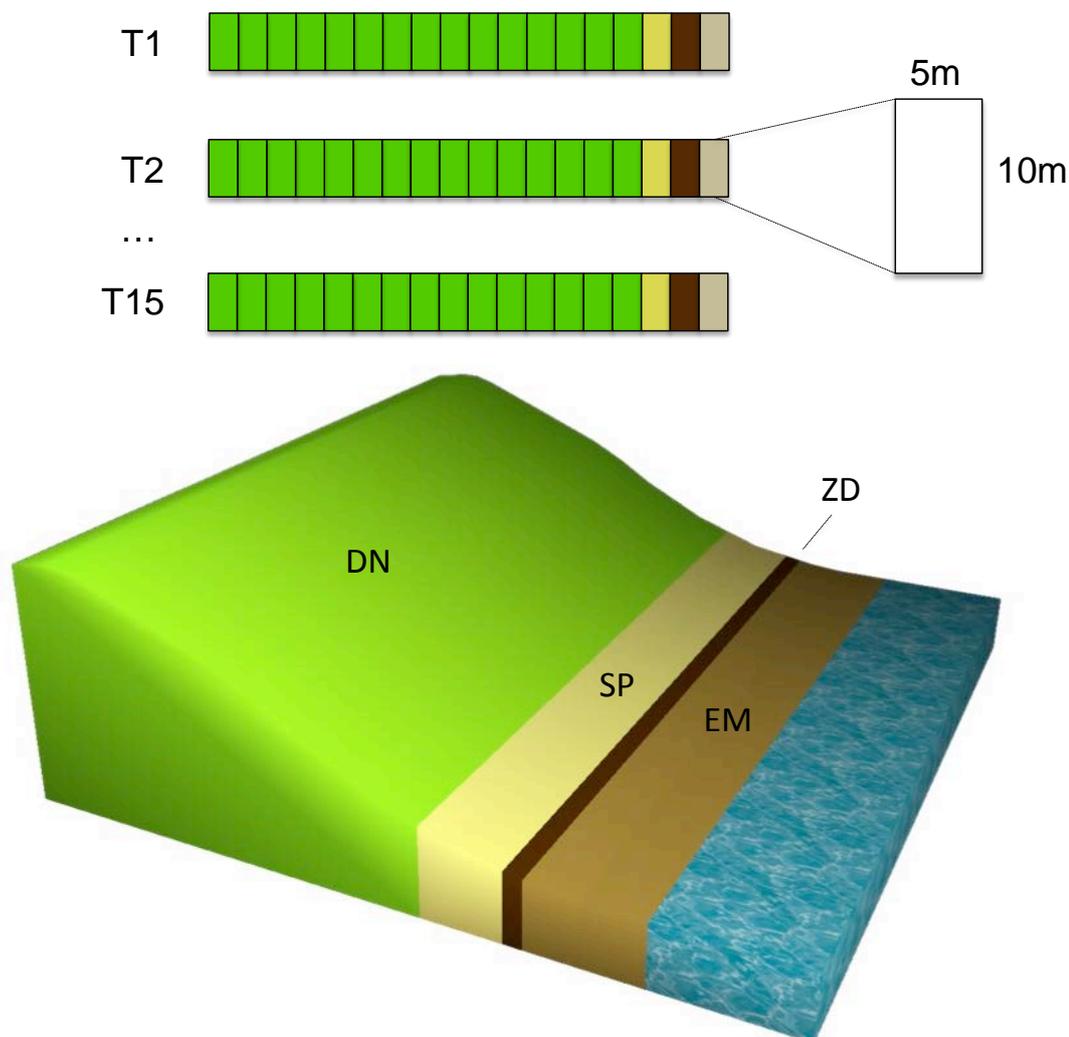
Para determinar a resistência do substrato, o grau de compactação do sedimento também foi medido em triplicata nos três pontos acima citados. A intensidade de 10 KgF foi aplicada em todas as medições usando um penetrômetro manual com ponteira cônica de aço de cerca de 1 cm de diâmetro com leitura direta em  $\text{KgF.cm}^{-2}$  (VIEIRA; CALLIARI; OLIVEIRA, 2004). A profundidade de penetração do aparelho no substrato foi medida com o auxílio de uma régua e, posteriormente, a intensidade da força aplicada foi dividida por essa medida obtendo, assim, o real valor de compactação.

Tabela 1 - Localização das praias estudadas no litoral cearense, apresentando seus municípios, coordenadas, setores da costa e datas das coletas.

Setor	Praia	Município	Pontos	Data das coletas
Extremo-Oeste	1. Maceió	Camocim	2°52'52,27" S 40°57'44,61" W	27/12 2012
	2. Tatajuba	Camocim	2°51'08,93" S 40°41'31,27" W	28/12/2012
	3. Preá	Cruz	2°48'43" S 40°25'13" W	16/09/2012
	4. Almofola	Itarema	2°56'16,8" S 39°48'43,3" W	15/09/2012
	5. Caetanos	Amontada	3°04'48,6" S 39°32'55,1" W	14/09/2012
Oeste-Central	6. Fleixeiras	Trairi	3°13'04,4" S 39°17'00,6" W	25/11/2012
	7. Lagoinha	Paraipaba	3°20'39" S 39°08'35,8" W	24/11/2012
	8. Taiba	São Gonçalo do Amarante	3°30'07,7" S 38°54'45,6" W	14/10/2012
	9. Pecém	São Gonçalo do Amarante	3°32'45,4" S 38°50'07,2" W	13/10/2012
	10. Icaraí	Caucaia	3°40'07,02" S 38°40'28,02" W	12/10/2012
	11. Diários	Fortaleza	3°43'27,7" S 38°30'08,2" W	15/10/2012
	12. Futuro	Fortaleza	3°43'59,58" S 38°27'18,67" W	11/03/2013
Leste	13. Presídio	Aquiraz	3°55'50,3" S 38°18'47,8" W	19/08/2012
	14. Morro Branco	Beberibe	4°08'41,2" S 38°07'09,2" W	18/08/2012
	15. Canto Verde	Beberibe	4°19'23" S 37°55'31" W	19/07/2012
	16. Majorlândia	Aracati	4°33'27,8" S 37°40'01,2" W	18/07/2012
	17. Redonda	Icapuí	4°38'43,7" S 37°28'45,8" W	17/07/2012

Fonte: A autora (2016).

Figura 4: Desenho amostral realizado para contagem e medição das tocas de *Ocypode quadrata* nas 17 praias estudadas (EM-entremarés; ZD-zona de detrito, SP-supralitoral; e DN-duna).



Fonte: Jadson Pinto de Lima (2015).

Em cada praia, amostras de sedimento foram coletadas em triplicata na linha do deixa da maré alta, no limite de ocorrência das tocas de *O. quadrata* e no ponto médio entre estes, para análise granulométrica. Essas amostras foram levadas ao Laboratório de Oceanografia Geológica do Instituto de Ciências do Mar/UFC onde o sedimento foi inicialmente colocado em estufa a 60°C até perder toda a umidade. De cada amostra já seca, foi retirada uma quantidade de 100 g, que foi lavada em água corrente, usando-se uma malha de 0,062 mm, para a separação das frações de lama e areia. O sedimento lavado foi novamente levado à estufa para nova secagem.

Posteriormente, as amostras já secas foram depositadas num jogo de peneiras GRANUTEST® e agitadas em um *rot up* por cerca de 10 minutos, para a separação das classes de areia e cascalho, de acordo com a classificação de Suguio (1973). As amostras

dispostas em cada peneira foram pesadas em balança analítica de alta precisão BIOPRECISA® e os dados foram processados no programa ANASED 5j®, desenvolvido pelo Laboratório de Geologia Marinha do Departamento de Geologia/UFC, para obtenção dos parâmetros granulométricos.

Para a quantificação de matéria orgânica e carbonato, o sedimento foi coletado em triplicata apenas na linha do deixa da maré alta em cada praia estudada (exceto Majorlândia), local onde existe maior acúmulo de detrito depositado pelas ondas ao longo das praias arenosas. A análise do teor de matéria orgânica no sedimento foi realizada de acordo com o método gravimétrico, em que se afere o peso de um cadinho vazio e depois contendo 2 g de sedimento; em seguida este cadinho é colocado em um forno mufla a 450°C por duas horas. Após atingirem temperatura ambiente, os cadinhos são novamente pesados. O teor de matéria orgânica [MO] no sedimento foi obtido pela expressão:  $[MO] = (mc \times 100) / ms$ , sendo que “mc” é o valor da massa perdida após calcinação; e “ms”, a massa do sedimento.

As amostras para as análises de carbonato no sedimento foram processadas de acordo com o método do Calcímetro de Bernard, que utiliza um sistema de vasos comunicantes. De cada amostra pesou-se 0,5 g de sedimento, tratado com 2 ml de HCl a 10% num Erlenmeyer modificado, conectado ao sistema. O carbonato presente na amostra reage com o HCl e libera CO<sub>2</sub>, que passa pelo orifício e desloca a água dentro do sistema. Os percentuais de CaCO<sub>3</sub> de cada amostra foram obtidos em proporção a uma amostra padrão de CaCO<sub>3</sub>.

Para definir aspectos da morfodinâmica das praias, foram realizados perfis topográficos pelo método de nivelamento utilizando um aparelho de leitura topográfica (nível) e régua de leitura. Cada perfil foi realizado perpendicularmente à praia a cada 10 passos, iniciando-se no limite de ocorrência das tocas de *O. quadrata* até um pontos depois de atingir a linha d'água, compreendendo a zona entremarés.

Dados sobre a velocidade do vento no dia da coleta foram obtidos do BDMEP/INMEP (Bancos de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa/ Instituto Nacional de Meteorologia), enquanto os dados de altura da maré alta da manhã de coleta e da amplitude da maré foram obtidos do BNDO/ CHM (Banco Nacional de Dados Oceanográficos/ Centro de Hidrografia da Marinha).

## Análise dos dados

Para a realização dos testes estatísticos os quadrados de 5 m x 10 m de cada transversal foram agrupados de acordo com as diferentes zonas ou fisiografias presentes em cada praia: entremarés (EM), zona de detrito (ZD), supralitoral (SP) e dunas (DN).

Com o objetivo de aplicar uma análise de variância (ANOVA) para comparar as densidades de tocas de *O. quadrata* entre as quatro zonas das dezessete praias amostradas, os valores foram transformados a fim de atingir os pré-requisitos básicos de normalidade e homocedasticidade. Como os dados de densidade não atingiram os requisitos necessários para realização da análise de variância paramétrica, optou-se por empregar o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis para a comparação das médias das zonas dentro de cada praia, bem como para comparar somente as zonas de todas as praias e a densidade média entre as praias. Quando diferenças significativas foram encontradas nessas análises, foi aplicado o teste de comparação múltipla para verificar onde elas ocorreram.

A forte correlação entre o tamanho dos caranguejos e o diâmetro de suas tocas tem permitido a utilização desta última medida para avaliar o tamanho dos indivíduos (ALBERTO; FONTOURA, 1999; VALERO-PACHECO *et al.*, 2007; GIRÃO 2009). Dessa forma, o presente trabalho também utilizou essa medida indireta para verificar o tamanho dos caranguejos nas praias amostradas. Assim, os pré-requisitos para a aplicação da análise de variância paramétrica (ANOVA) também foram avaliados para os dados de diâmetro das tocas de *O. quadrata*, e como nenhum deles foi atingido, os dados foram submetidos também às análises não paramétricas. O teste de Kruskal-Wallis foi utilizado para verificar diferenças entre as zonas dentro de cada praia, somente entre as zonas de todas as praias e entre as praias. Nos casos onde diferenças significativas foram encontradas o teste de comparação múltipla foi aplicado.

Correlações não-paramétricas foram aplicadas para observar relações entre os parâmetros ambientais (temperatura do ar, temperatura do sedimento, velocidade do vento, granulometria e compactação do sedimento, matéria orgânica, carbonato, altura da maré alta da manhã, amplitude da maré, inclinação da praia, extensão da praia e altura do perfil praiial) e a densidade do caranguejo-fantasma, bem como entre o diâmetro das tocas. Para tal, foi utilizado o coeficiente de correlação por postos de Spearman (R). Todas as análises foram realizadas utilizando o software STATISTICA 7.0, com nível de 5% de significância.

Por fim, para checar a influência das variáveis ambientais sobre a densidade e o diâmetro das tocas de *O. quadrata* foi empregada a análise BioEnv, com o intuito de identificar

quais variáveis ambientais melhor explicaram a variância dos dados biológicos. As variáveis ambientais utilizadas neste teste foram: altura da maré alta da manhã, temperatura do ar, velocidade do vento, inclinação da praia, altura do perfil praial e tamanho do grão. Esta análise foi realizada a partir do programa PRIMER v6.

### **3 RESULTADOS**

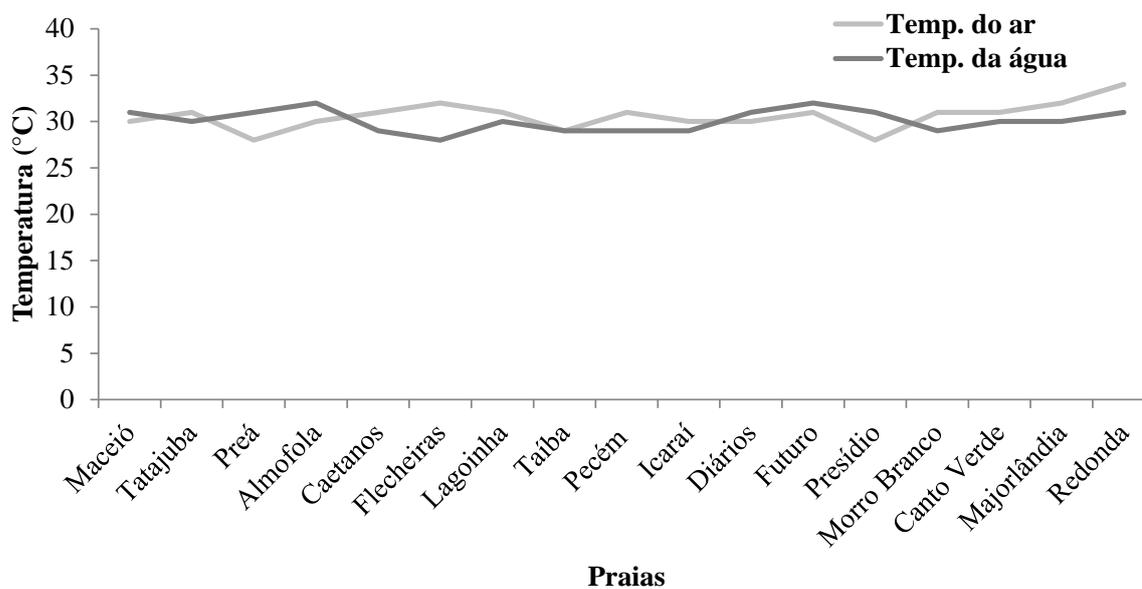
#### **Variáveis ambientais**

As temperaturas do ar e da água do mar obtidas no dia da coleta em cada praia estudada apresentaram pouca variação (FIGURA 5). A máxima temperatura do ar foi observada para a praia de Redonda (34°C) e a mínima para as praias do Preá e do Presídio (28°C). Já as praias de Almofala e do Futuro apresentaram o maior valor de temperatura da água (32°C), enquanto a praia de Flecheiras apresentou o menor valor (28°C) no momento da amostragem.

A temperatura média do sedimento foi menor na marca de maré alta, do que no limite de ocorrência das tocas e no ponto médio, em todas as praias estudadas (FIGURA 6). O menor valor de temperatura do sedimento na marca de maré alta (28°C) foi registrado nas praias de Tatajuba, Preá, Taíba e Presídio, enquanto a praia de Redonda apresentou valor máximo neste ponto (36,7°C). Tanto no ponto médio quanto no limite de ocorrência de tocas a menor temperatura foi registrada nas praias do Preá e Presídio (ponto médio 29,3°C e limite de tocas 28°C) e a maior foi na praia de Redonda, com 42°C no ponto médio e 38,7°C no limite de ocorrência das tocas. Excluindo as praias do Preá, Flecheiras, Pecém, Icaraí, Presídio, Canto Verde e Redonda, todas as demais tiveram os valores de temperatura média do sedimento maiores no limite de ocorrência de tocas, quando comparando com o ponto médio.

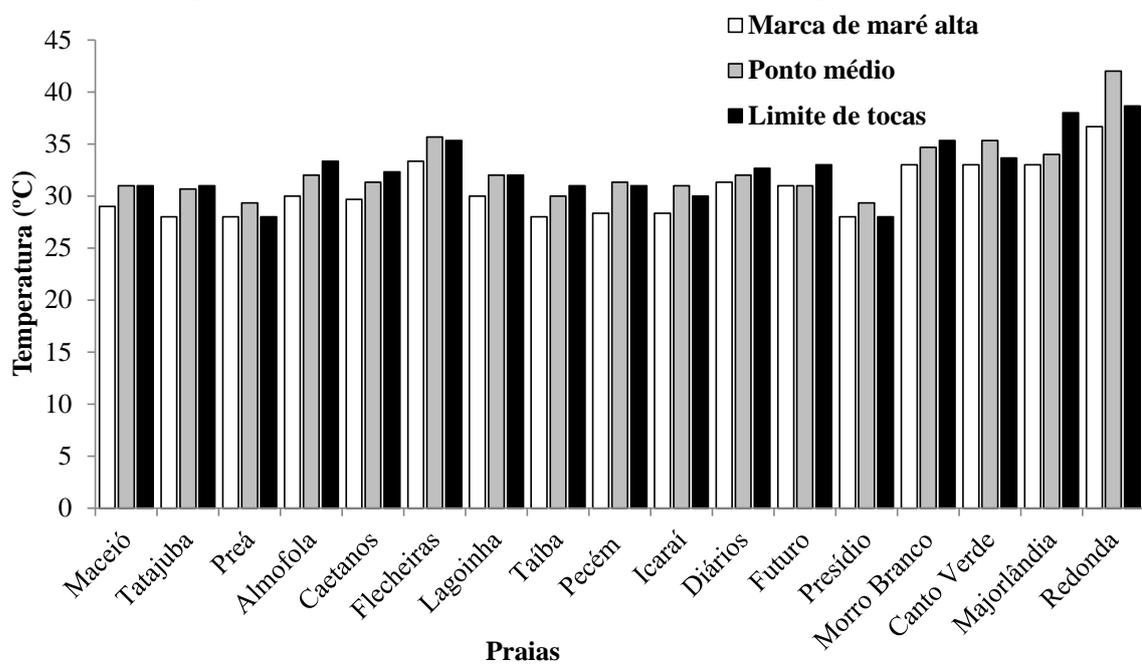
Os dados de velocidade do vento obtidos nos dias de coleta mostraram que ventos mais intensos ocorreram nas praias de Lagoinha, Flecheiras e Taíba (4,05, 3,90 e 3,75 m/s, respectivamente), enquanto ventos menos intensos foram registrados para as praias do Preá (2,05 m/s), de Majorlândia (2,05 m/s) e do Pecém (2,15 m/s) (FIGURA 7). O teste não paramétrico de Kruskal-Wallis não apontou diferenças significativas com relação à velocidade do vento entre as praias amostradas ( $H = 8,97$ ;  $p = 0,915$ ).

Figura 5 - Temperatura do ar e da água do mar obtidas nos dias de coleta em cada praia estudada.



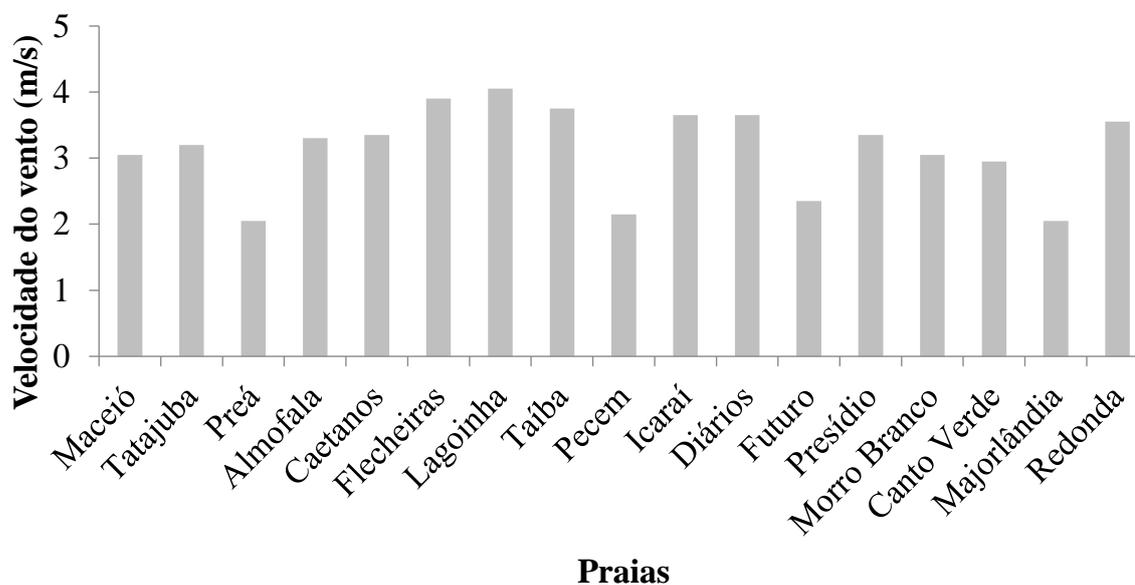
Fonte: A autora (2015).

Figura 6 - Temperatura média do sedimento obtida nos dias de coleta nos três pontos amostrados em cada praia: marca de maré alta, ponto médio e limite de ocorrência das tocas de *Ocypode quadrata*.



Fonte: A autora (2015).

Figura 7 - Velocidade média do vento obtida nos dias de coleta em cada praia estudada.



Fonte: A autora (2015).

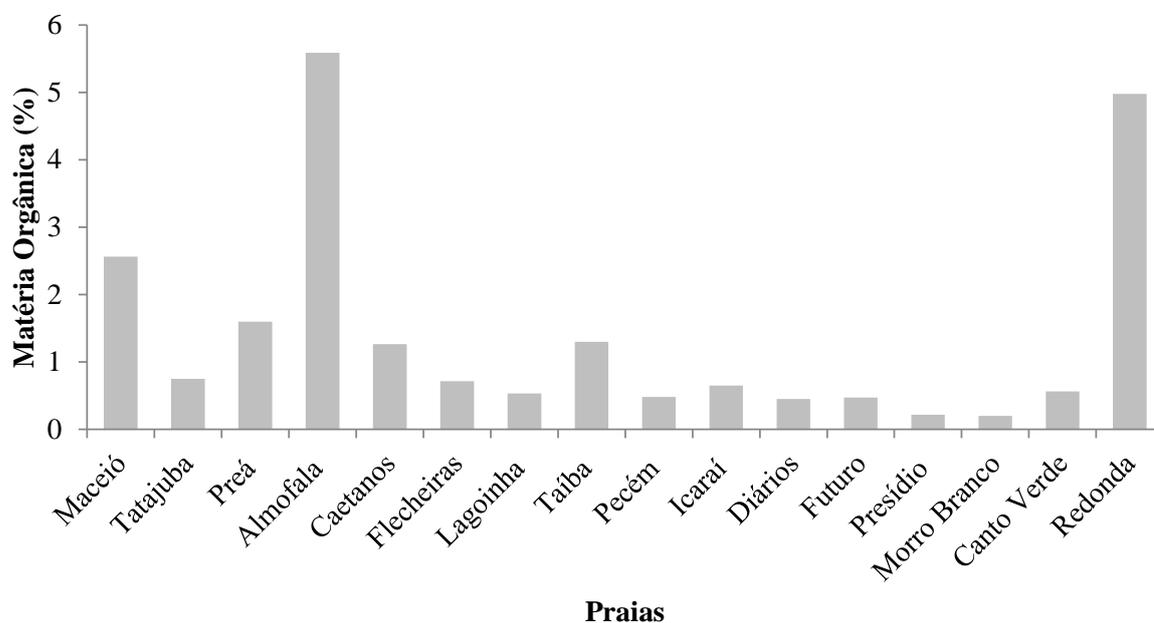
O percentual de matéria orgânica no sedimento foi maior nas praias de Almofala, Redonda e Maceió (5,59%, 4,98% e 2,56%, respectivamente), enquanto as praias de Morro Branco, Presídio e Diários apresentaram os menores percentuais, com 0,20, 0,22 e 0,45% respectivamente. (FIGURA 8). Pode-se observar diferenças significativas entre Morro Branco e as praias de Almofala e Redonda ( $p = 0,047$  e  $p = 0,0211$ , respectivamente), bem como entre as praias do Presídio e Redonda ( $p = 0,030$ ).

O teor de carbonato no sedimento da praia de Redonda foi o maior (56,19%), seguido pelo das praias de Almofala (41,01%) e Preá (22,61%) (FIGURA 9). Já as praias do Presídio, Canto Verde e Diários tiveram os menores percentuais de carbonato, com 0,43%, 1,45% e 2,17%, respectivamente. O teste estatístico mostrou diferença significativa entre as praias ( $H = 42,58$ ;  $p = 0,000$ ), visto que o teor de carbonato entre a praia do Presídio e as praias de Almofala ( $p = 0,040$ ) e Redonda ( $p = 0,014$ ) diferiram significativamente.

Quanto ao grau de compactação do sedimento, pode-se perceber que nove das dezessete praias estudadas (Maceió, Preá, Almofala, Flecheiras, Lagoinha, Taíba, Pecém, Presídio e Majorlândia) apresentaram os menores valores no limite de ocorrência das tocas (FIGURA 10). Considerando as praias com maiores valores de compactação, verificou-se que seis foram mais compactas na marca de maré alta (Flecheiras, Taíba, Pecém, Presídio, Majorlândia e Redonda), seis no ponto médio (Maceió, Preá, Almofala, Lagoinha, Icarai e Futuro) e cinco no limite de ocorrência das tocas (Tatajuba, Caetanos, Diários, Morro Branco e

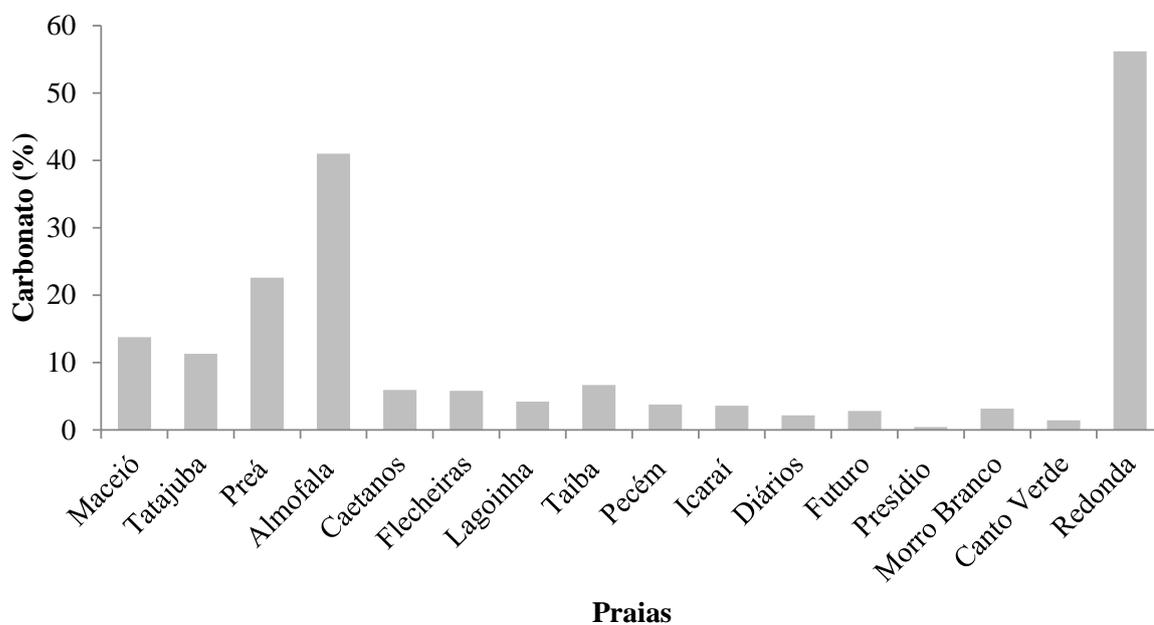
Canto Verde). O grau de compactação da praia do Presídio, tanto no limite de maré alta quanto no ponto médio, foi o mais elevado com 1,56 e 1,37 KgF.cm<sup>-2</sup>, respectivamente.

Figura 8 - Percentual de matéria orgânica no sedimento coletado na marca de maré alta de todas as praias estudadas.



Fonte: A autora (2015).

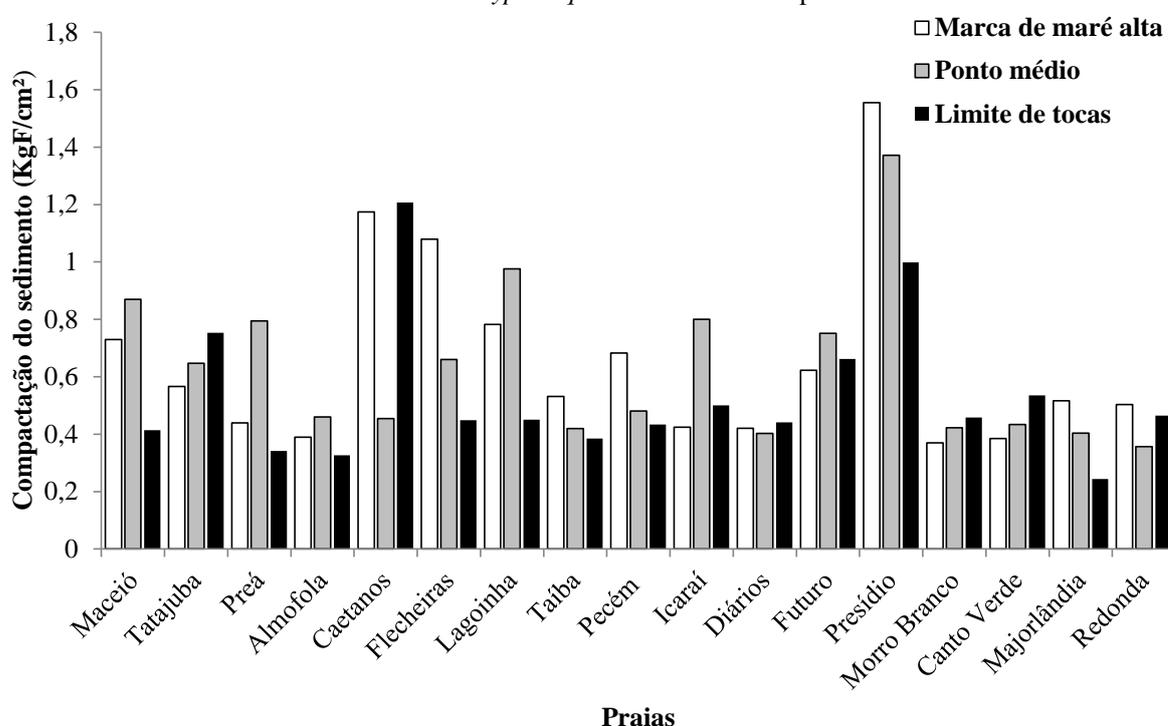
Figura 9 - Percentual de carbonato no sedimento coletado na marca de maré alta de todas as praias estudadas.



Fonte: A autora (2015).

O teste estatístico, realizado com os valores dos três pontos (marca de maré alta, ponto médio e limite de tocas) para cada praia estudada, apontou diferença significativa com relação ao grau de compactação do sedimento ( $H = 80,44$ ;  $p = 0,000$ ). A praia do Presídio diferiu significativamente das seguintes praias ( $p < 0,05$ ): Preá, Almofala, Taíba, Diários, Morro Branco, Canto Verde, Majorlândia e Redonda. Adicionalmente, foram verificadas diferenças entre Caetanos e as praias de Almofala, Diários e Majorlândia ( $p < 0,05$ ), bem com entre Almofala e a praia do Futuro ( $p < 0,05$ ).

Figura 10 - Média do grau de compactação do sedimento ( $\text{KgF}\cdot\text{cm}^{-2}$ ) obtido na marca de maré alta, no ponto médio e no limite de ocorrência das tocas de *Ocypode quadrata* em todas as praias estudadas.



Fonte: A autora (2015).

Considerando a análise granulométrica, pode-se verificar que o tamanho médio do grão na marca de maré alta foi menor na praia de Maceió (2,749 phi) e maior na praia do Preá (0,408 phi) (FIGURA 11). Neste ponto, a maioria das praias apresentou sedimento constituído por areia média, com exceção das praias de Maceió, Almofala, Caetanos, Flecheiras, Lagoinha e Futuro que apresentaram areia fina e a praia do Preá que apresentou areia grossa.

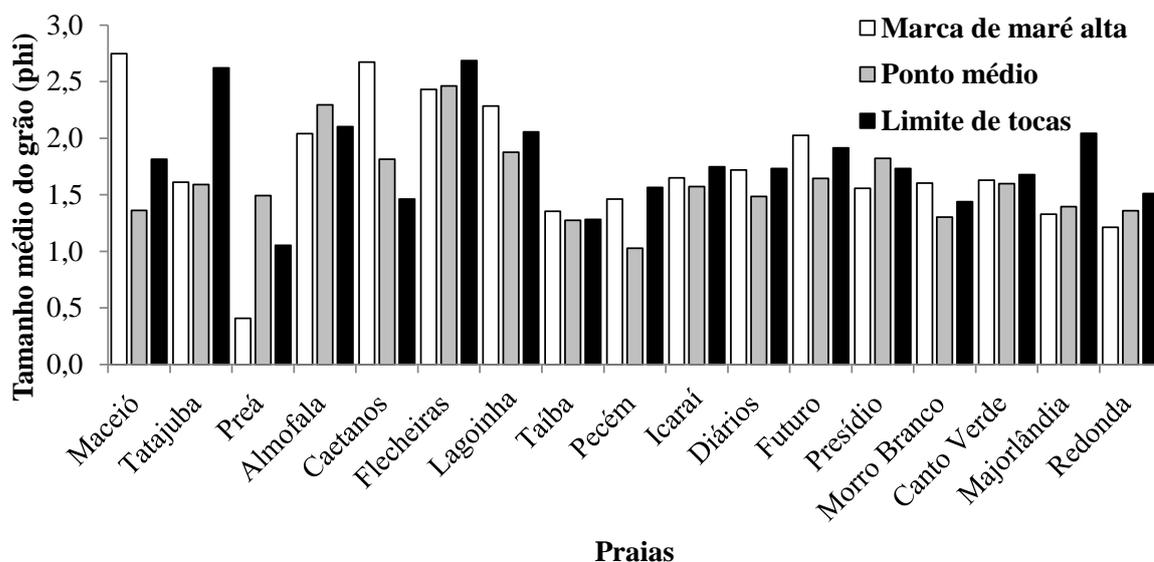
O sedimento coletado no ponto médio de todas as praias amostradas apresentou tamanho médio do grão variando de 2,462 a 1,0127 phi, os quais corresponderam às praias de Flecheiras e Pecém, respectivamente (FIGURA 11). Quinze das dezessete praias avaliadas

apresentaram sedimento composto por areia média e apenas as praias de Almofala e Flecheiras apresentaram areia fina.

A análise do tamanho médio do grão verificado para o limite de ocorrência de tocas mostrou que a praia de Flecheiras obteve o menor valor (2,686 phi) e a do Preá maior (1,055 phi) (FIGURA 11). As praias de Tatajuba, Flecheiras, Lagoinha e Majorlândia caracterizaram-se pela presença de areia fina, enquanto as demais praias apresentaram areia média.

A análise estatística, realizada com os valores dos três pontos (marca de maré alta, ponto médio e limite de tocas), mostrou que o tamanho médio do grão difere significativamente entre as praias ( $H = 33,77$ ;  $p = 0,006$ ), no entanto, o teste de comparações múltiplas não apontou nenhuma diferença significativa.

Figura 11 - Tamanho médio do grão (phi) obtido na marca de maré alta, ponto médio e limite de ocorrência de tocas em todas de *Ocypode quadrata* as praias estudadas.



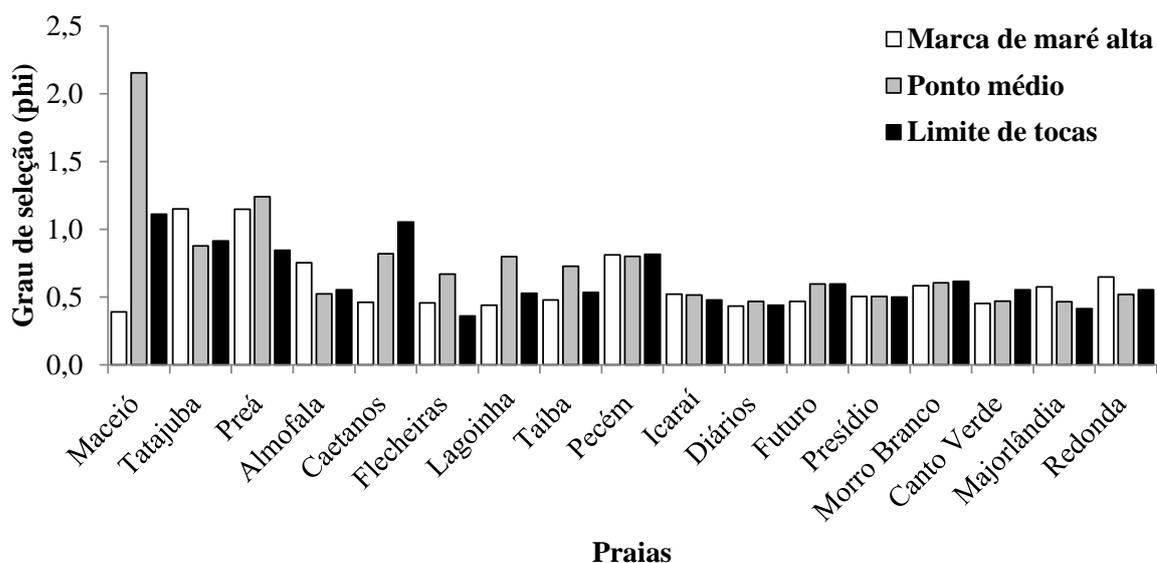
Fonte: A autora (2015).

O grau de seleção do grão do sedimento coletado na marca de maré alta foi menor na praia de Tatajuba (1,152 phi) e maior na praia de Maceió (0,392) (FIGURA 12). Neste ponto, as praias de Maceió, Caetanos, Flecheiras, Lagoinha, Taíba, Diários, Futuro e Canto Verde caracterizaram-se pela presença de sedimento bem selecionado, enquanto as praias de Almofala, Pecém, Icarai, Presídio, Morro Branco, Majorlândia e Redonda apresentaram sedimento moderadamente selecionado. Somente as praias de Tatajuba e Preá o sedimento da marca de maré alta foi considerado pobremente selecionado.

O sedimento analisado do ponto médio mostrou que o grau de seleção foi menor na praia de Maceió (2,155 phi) e maior na praia de Majorlândia (0,466 phi) (FIGURA 12). Na maioria das praias o sedimento foi classificado como moderadamente selecionado, com exceção das praias de Majorlândia, Canto Verde, Diários (sedimento bem selecionado), Preá (sedimento pobremente selecionado) e Maceió (sedimento muito pobremente selecionado).

O grau de seleção do grão no limite de ocorrência de tocas de *Ocypode quadrata* foi menor na praia de Maceió, com 1,113 phi, e maior na praia de Flecheiras, com valor igual a 0,362 phi (FIGURA 12). Em onze das praias estudadas (Tatajuba, Preá, Almofala, Lagoinha, Taíba, Pecém, Futuro, Presídio, Morro Branco, Canto Verde e Redonda) o sedimento classificou-se como moderadamente selecionado, enquanto nas praias de Flecheiras, Icaraí, Diários e Majorlândia o sedimento foi bem selecionado. Somente o sedimento da praia de Maceió classificou-se como pobremente selecionado.

Figura 12 - Grau de seleção do grão (phi) obtido na marca de maré alta, ponto médio e limite de ocorrência de tocas de *Ocypode quadrata* em todas as praias estudadas.



Fonte: A autora (2015).

O início do perfil topográfico das praias estudadas foi estabelecido a partir do limite superior de ocorrência de tocas de *O. quadrata*, por isso, os perfis incluíram áreas acima do supralitoral, geralmente caracterizadas pela presença de dunas. Como o perfil praiial não inclui essas áreas, o supralitoral foi delimitado por um ponto acima da marca de maré alta, com uma distância aproximada de 10 m da mesma.

A extensão das praias variou de 35,9 a 310 m. Icaraí, Taíba, Pecém e Diários foram as praias com menores extensões (35,9, 54,6, 57,0 e 59,5 m, respectivamente), enquanto as praias de Tatajuba, Flecheiras, Preá e Caetanos foram as mais extensas, com 310, 113,4, 113,1 e 113,1 m, respectivamente (FIGURA 13) (TABELA 2).

A maior altura do perfil topográfico foi observada para a praia do Presídio (6,5 m), seguida pelas praias de Redonda (5,9 m) e Maceió (5,7 m). Já as praias do Pecém, Tatajuba e Flecheiras tiveram as menores alturas (3,4, 3,5 e 3,9 m, respectivamente) (FIGURA 13).

Os traçados dos perfis apresentaram modificações entre as praias. A praia de Tatajuba exibiu o perfil mais plano e suave, com declividade igual a  $1/109,2$ , ou seja, a cada 1 m de deslocamento vertical percorreu-se 109,2 m de distância horizontal, sendo esta a menor declividade encontrada nesta pesquisa. Também se verificou um declive relativamente suave em Flecheiras com razão de  $1/36,2$ , sendo observado nesta praia um pequeno banco no entremareal (FIGURA 13) (TABELA 2).

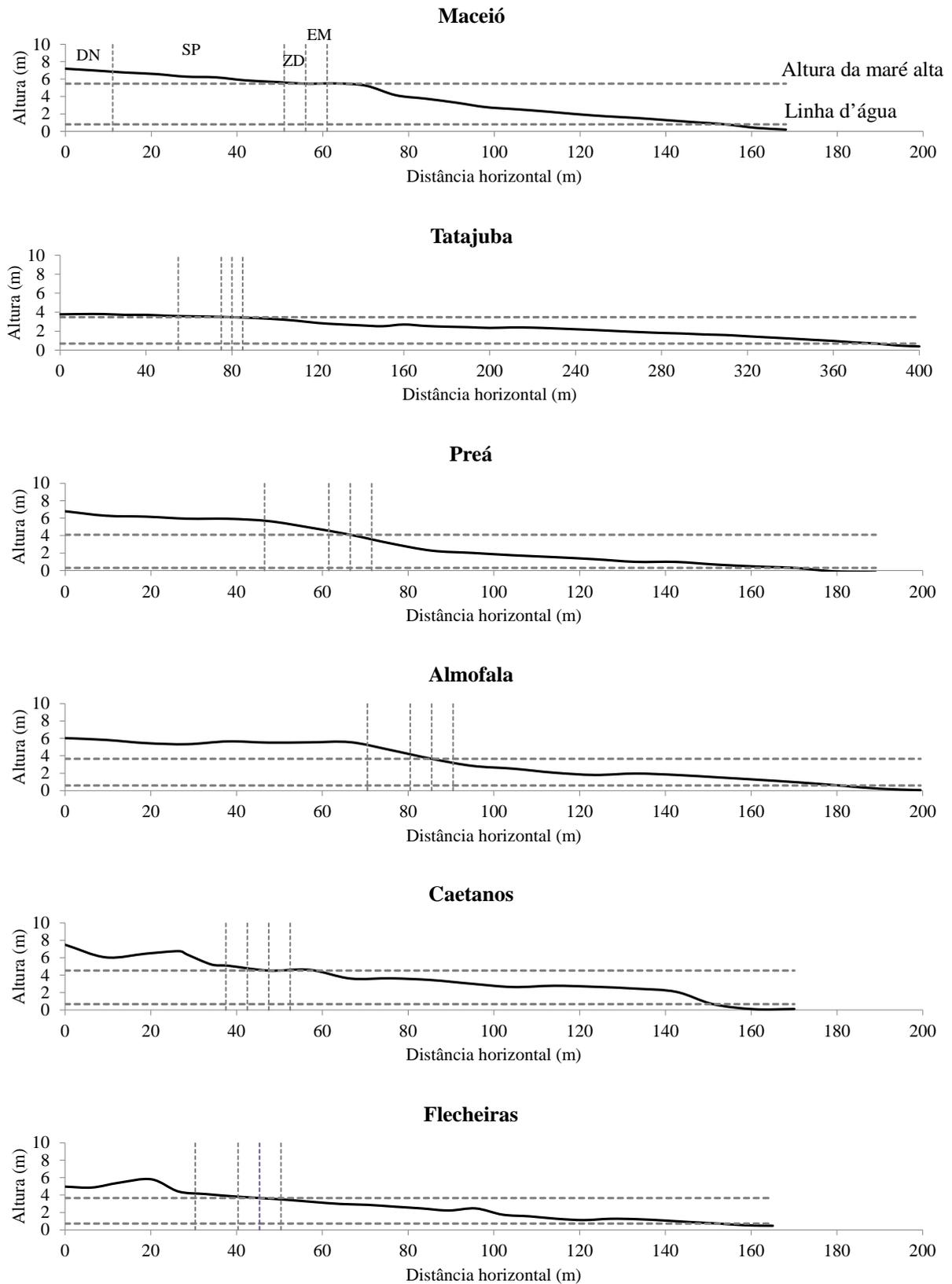
A razão da declividade das praias de Almofala, Caetanos, Canto Verde, Preá, Morro Branco, Maceió e Majorlândia variaram de  $1/25,7$  a  $1/21,2$  (TABELA 2). Geralmente, essas praias apresentaram o perfil em forma de terraço, com uma inclinação mais suave a partir da quebra do platô. Vale ressaltar que a praia de Caetanos apresentou irregularidade ao longo da zona entremarés (FIGURA 13).

As praias do Pecém, Futuro, Lagoinha e Redonda apresentaram um perfil levemente inclinado, com declividade de  $1/18,5$ ,  $1/18,5$ ,  $1/18,3$  e  $1/15,4$ , respectivamente (TABELA 2). No entanto, os perfis exibiram uma homogeneidade ao longo do entremarés, com exceção da praia do Futuro onde se observou feições de bancos e cavas (FIGURA 13).

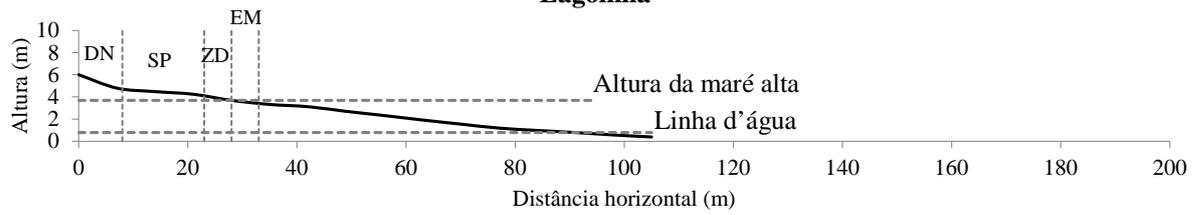
Finalmente, as praias do Icaraí, Taíba, Presídio e Diários apresentaram os perfis mais inclinados com acentuada declividade ( $1/9,9$ ,  $1/10,9$ ,  $1/12,6$  e  $1/12,9$ , respectivamente) (TABELA 2), porém a região do entremarés mostrou-se homogênea exceto na praia do Presídio, onde se verificou uma pequena elevação logo após da quebra do platô.

A altura da maré alta da manhã e a amplitude de maré nos dias de coleta também variaram entre as praias (TABELA 2). Presídio e Morro Branco tiveram a maior maré alta da manhã (3,0 m), enquanto a praia da Lagoinha apresentou a menor maré (2,2 m). Com relação à amplitude de maré, verificou-se que a praia dos Diários obteve o maior valor (3,1 m) e a praia da Lagoinha o menor valor (1,7 m).

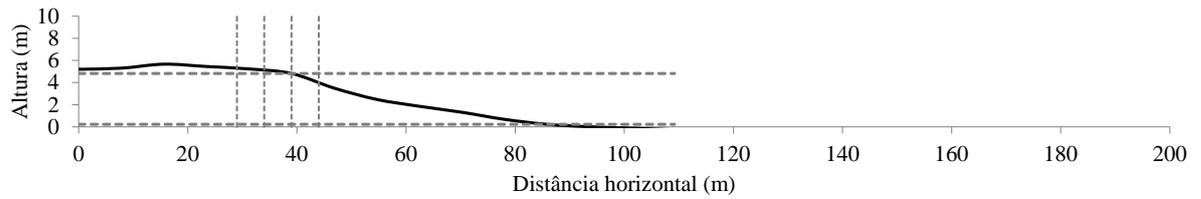
Figura 13 - Perfis topográficos das praias estudadas durante o período de julho de 2012 a março de 2013, iniciado a partir do limite superior de ocorrência de tocas de *Ocypode quadrata* (EM-entremarés, ZD-zona de detrito, SP-supralitoral e DN-duna).



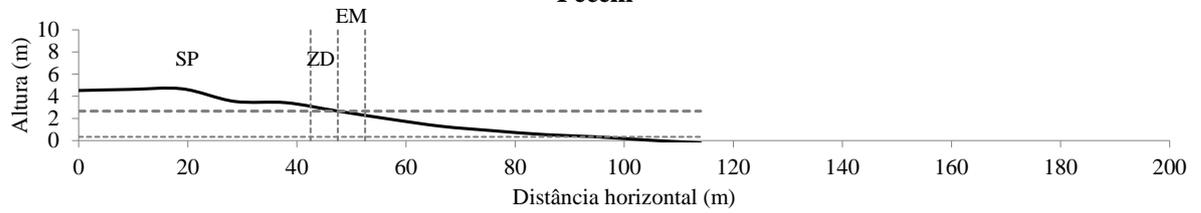
### Lagoinha



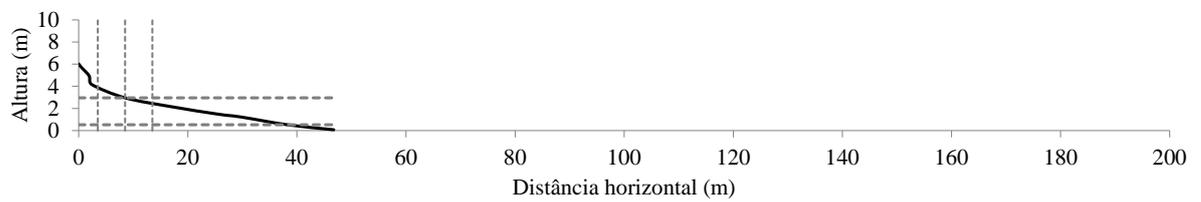
### Taíba



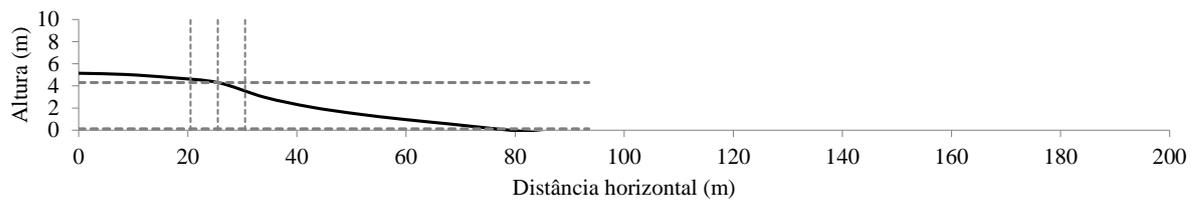
### Pecém



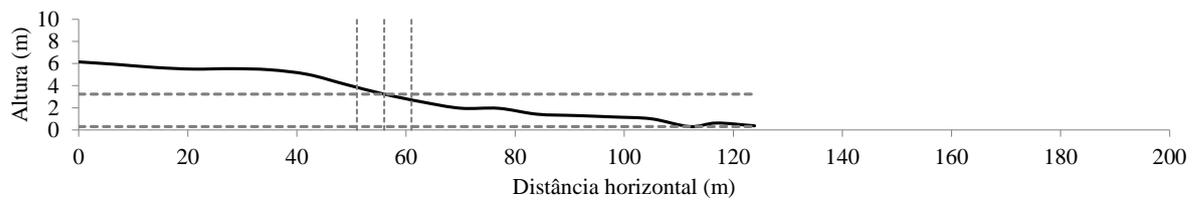
### Icarai

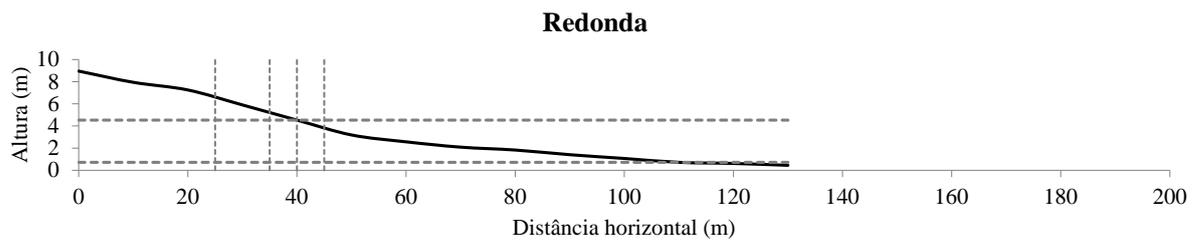
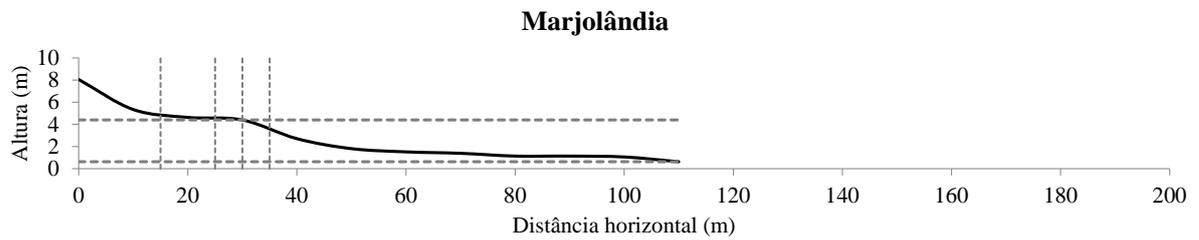
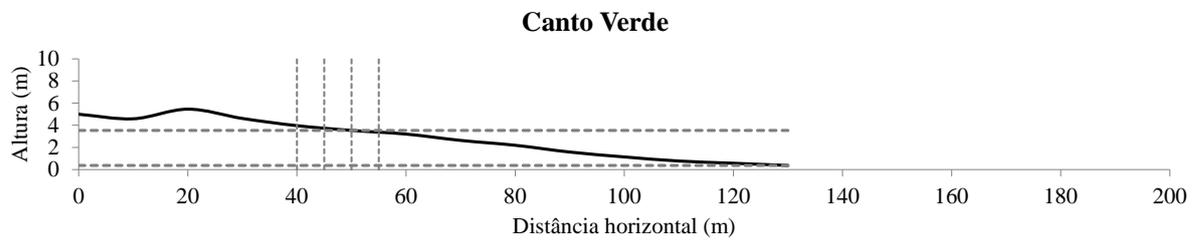
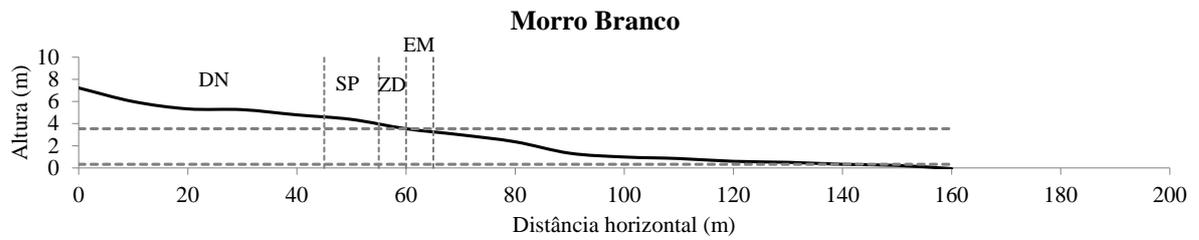
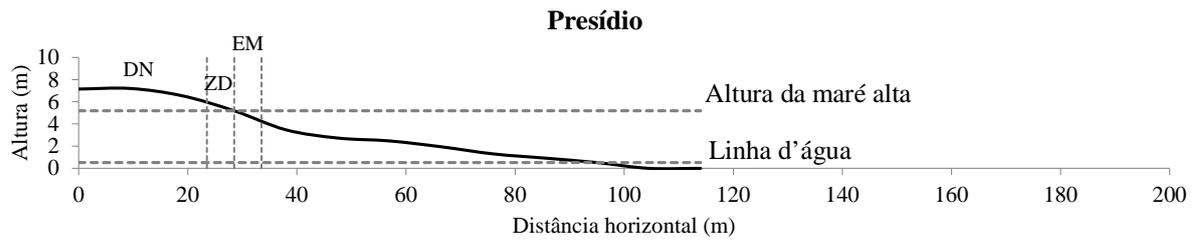


### Diários



### Praia do Futuro





Fonte: Jadson Pinto de Lima (2015).

Tabela 2 - Extensão do perfil praial, declividade, altura da maré alta da manhã e amplitude da maré nos dias de coleta em todas as praias estudadas durante o período de julho de 2012 a março de 2013.

Praias	Extensão do perfil (m)	Declividade	Altura da maré (m)	Amplitude da maré (m)
Maceió	105	1/21,6	2,3	2,1
Tatajuba	310	1/109,2	2,4	2,3
Preá	113,1	1/24,5	2,9	2,9
Almofala	104,5	1/25,7	2,8	2,7
Caetanos	113,1	1/25,6	2,6	2,3
Flecheiras	113,4	1/36,2	2,3	1,9
Lagoinha	63	1/18,3	2,2	1,7
Taíba	54,6	1/10,9	2,8	2,9
Pecém	57	1/18,5	2,6	2,5
Icaraí	35,9	1/9,9	2,4	2,1
Diários	59,5	1/12,9	2,9	3,1
Futuro	93,5	1/18,5	2,9	3,0
Presídio	76	1/12,6	3,0	2,8
Morro Branco	90	1/22,2	3,0	2,8
Canto Verde	90	1/25,1	2,8	2,5
Majorlândia	100	1/21,2	2,7	2,2
Redonda	80	1/15,4	2,6	2,0

Fonte: A autora (2015).

### Ocorrência e distribuição das tocas de *Ocypode quadrata* nas praias cearenses

Um total de 1.791 tocas de *Ocypode quadrata* foram registradas nas dezessete praias amostradas durante esta pesquisa. A abundância total das tocas variou de 2 (Preá) a 261 (Caetanos) e a extensão transversal de ocorrência das tocas na praia variou de 15 m (Icaraí) a 75 m (Almofala) (TABELA 3).

A comparação da densidade média de tocas de *O. quadrata* entre as zonas demarcadas em cada praia (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN) não mostrou diferenças significativas para as praias de Tatajuba, Preá, Presídio, Morro Branco e Canto Verde, entretanto, nas demais praias, a densidade média de tocas diferiu significativamente ( $p < 0,05$ ), sendo observado maiores valores na zona de detrito na maioria destas. A figura 14 mostra a densidade média de tocas nas quatro zonas, bem como as diferenças significativas entre elas, em cada praia.

Considerando apenas as zonas da praia (EM, ZD, SP e DN) de todas as praias amostradas, pode-se verificar diferenças significativas entre elas ( $H = 298,11$ ;  $p = 0,000$ ) (FIGURA 15). A densidade média das tocas de *O. quadrata* foi maior na zona de detrito (0,057 tocas/m<sup>2</sup>), enquanto a menor foi registrada para a duna (0,007 tocas/m<sup>2</sup>). Diferenças

significativas foram observadas entre a duna e a zona de detrito ( $p = 0,000$ ) e o supralitoral ( $p = 0,000$ ). Adicionalmente, a densidade média de tocas da zona de detrito também diferiu do entremarés ( $p = 0,000$ ) e do supralitoral ( $p = 0,000$ ).

Tabela 3 - Abundância absoluta e densidade média de tocas de *Ocypode quadrata* e extensão transversal de ocorrência das tocas ao longo das praias estudadas.

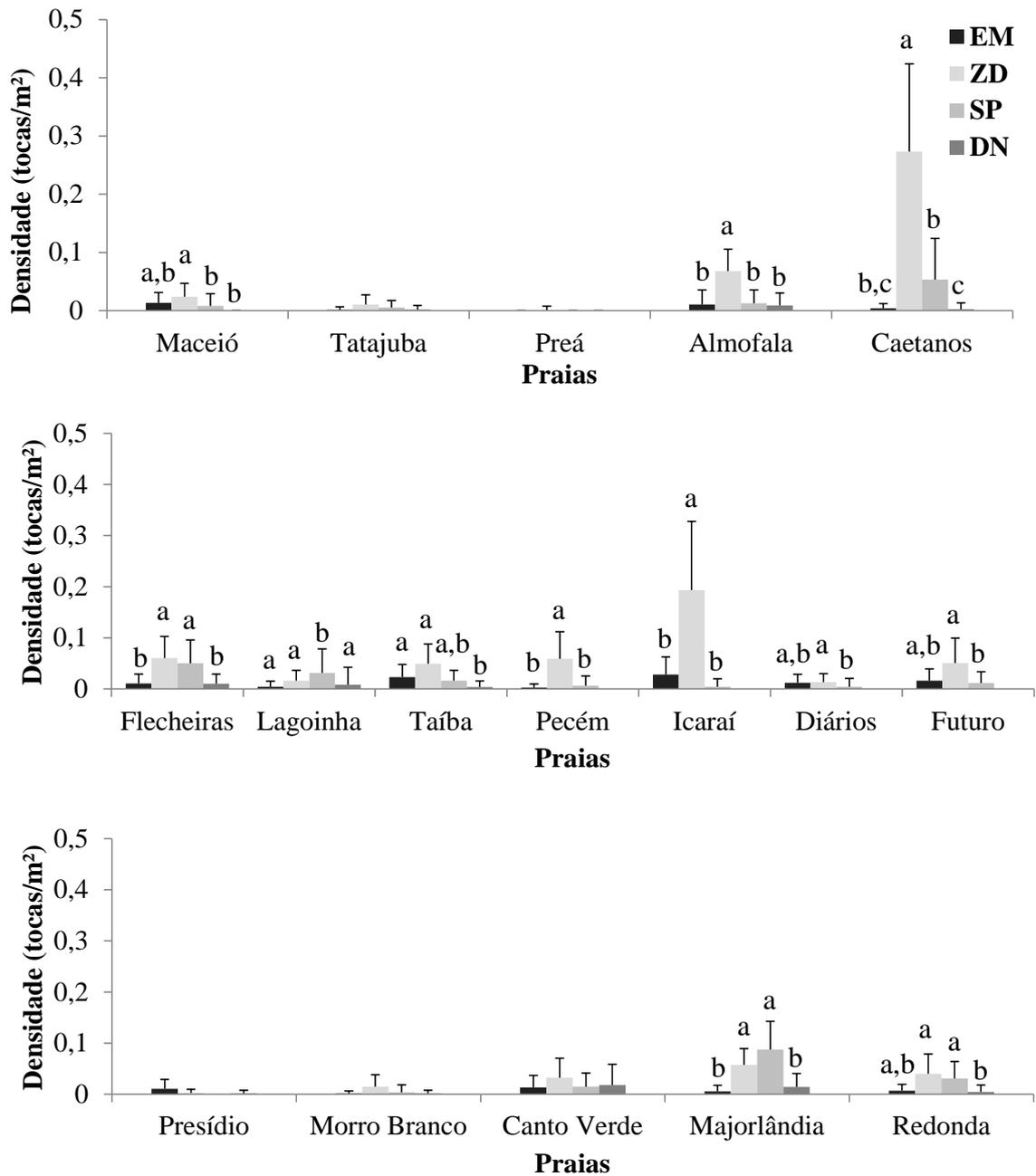
Praias estudadas	Abundância absoluta	Densidade	Extensão de ocorrência(m)
Maceió	78	0,0082	65
Tatajuba	29	0,0043	45
Preá	2	0,0003	40
Almofala	151	0,0134	75
Caetanos	261	0,0348	50
Flecheiras	194	0,0199	65
Lagoinha	115	0,0153	50
Taíba	80	0,0133	40
Pecém	83	0,0111	50
Icaraí	169	0,0751	15
Diários	31	0,0069	30
Futuro	128	0,0155	55
Presídio	14	0,0031	40
Morro Branco	21	0,0035	40
Canto Verde	138	0,0184	50
Majorlândia	199	0,0442	30
Redonda	98	0,0145	45

Fonte: A autora (2015).

Analisando somente a densidade média das tocas de *O. quadrata* nas praias, verificou-se que as maiores densidades foram registradas para as praias do Icaraí (0,0751 tocas/m<sup>2</sup>), Majorlândia (0,0442 tocas/m<sup>2</sup>) e Caetanos (0,0348 tocas/m<sup>2</sup>), enquanto as praias de Preá, Presídio e Morro Branco apresentaram os menores valores (0,0003, 0,0031 e 0,0035 tocas/m<sup>2</sup>, respectivamente) (TABELA 3). O teste de Kruskal-Wallis mostrou diferenças significativas entre as praias ( $H = 207,31$ ;  $p = 0,000$ ) e o teste de comparações múltiplas mostrou que a densidade de tocas da praia do Icaraí diferenciou-se de maneira significativa das praias de Maceió, Tatajuba, Pecém, Diários, Presídio e Morro Branco ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 16). Com exceção de Caetanos, Flecheiras e Icaraí, a praia de Marjolândia diferiu significativamente das demais praias, enquanto a praia do Preá apresentou diferenças significativas com 10 das 17 praias amostradas (Almofala, Caetanos, Flecheiras, Lagoinha, Taíba, Icaraí, Futuro, Canto Verde, Majorlândia e Redonda). Por fim, também foram verificadas diferenças entre as praias

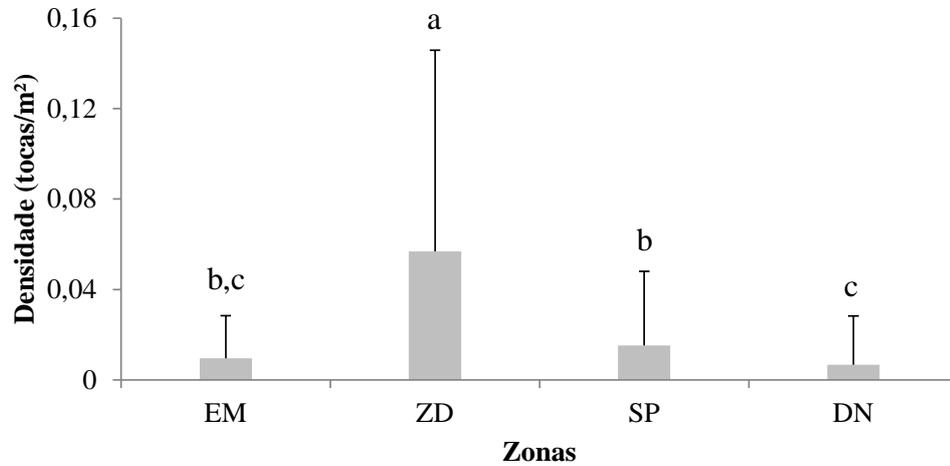
do Futuro e Morro Branco, bem como entre Flecheiras e as praias de Tatajuba, Presídio e Morro Branco ( $p < 0,05$ ).

Figura 14 - Densidade média de tocas de *Ocypode quadrata* nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN) dentro de cada praia amostrada. Letras diferentes acima das barras (desvio padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as zonas dentro de cada praia.



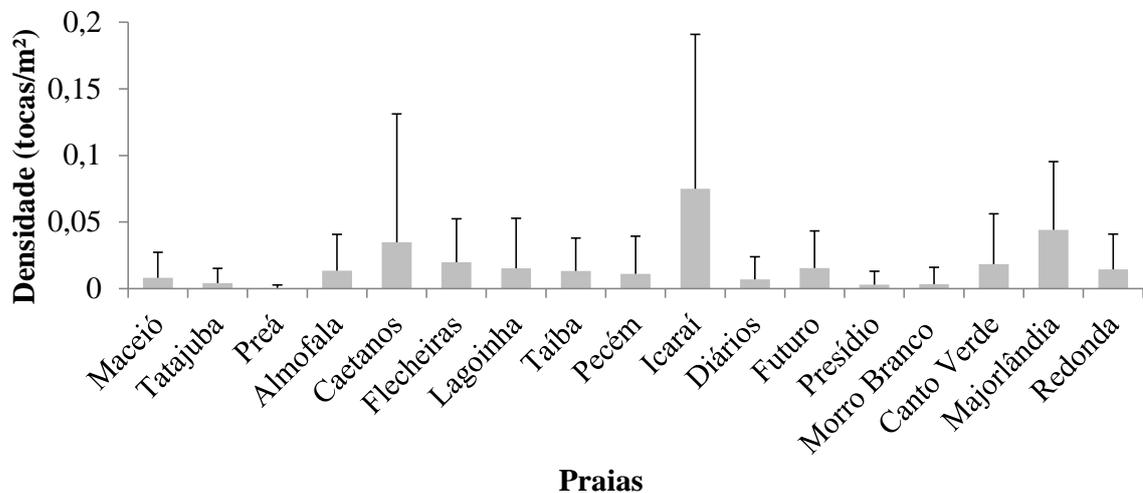
Fonte: A autora (2015).

Figura 15 - Densidade média de tocas de *Ocypode quadrata* nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN) amostrada. Letras diferentes acima das barras (desvio padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as zonas.



Fonte: A autora (2015).

Figura 16 - Densidade média e desvio padrão de tocas de *Ocypode quadrata* nas dezessete praias amostradas.

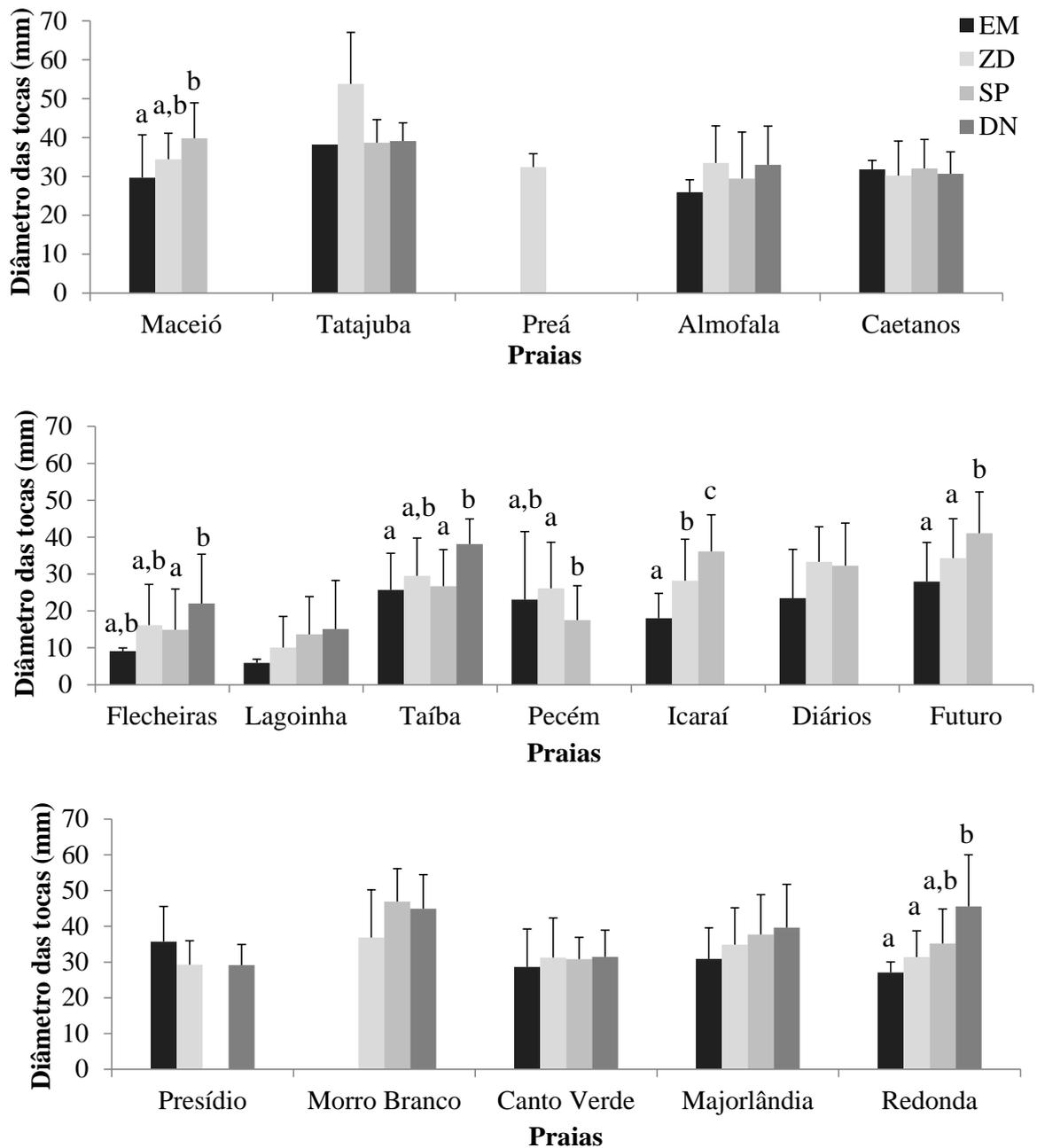


Fonte: A autora (2015).

No presente estudo, o diâmetro das tocas de *O. quadrata* variou de 4,3 mm a 85,5 mm e, embora não tenha sido verificado um padrão de distribuição por tamanho, o diâmetro médio das tocas entre as zonas da praia aumentou a partir da zona entremarés em direção às dunas em algumas das praias amostradas. Somente as praias de Maceió, Flecheiras, Lagoinha, Taíba, Pecém, Icaraí, Futuro e Redonda apresentaram diferenças significativas entre as zonas ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 17). Vale ressaltar que o teste de comparações múltiplas realizado para praia

de Lagoinha não identificou diferenças entre as zonas. Para efeito desta análise, a praia do Preá não foi considerada devido à ocorrência de tocas apenas na zona entremarés.

Figura 17 - Diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata* nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN) dentro de cada praia amostrada. Letras diferentes acima das barras (desvio padrão) indicam diferenças significativas no diâmetro das tocas entre as zonas dentro de cada praia.

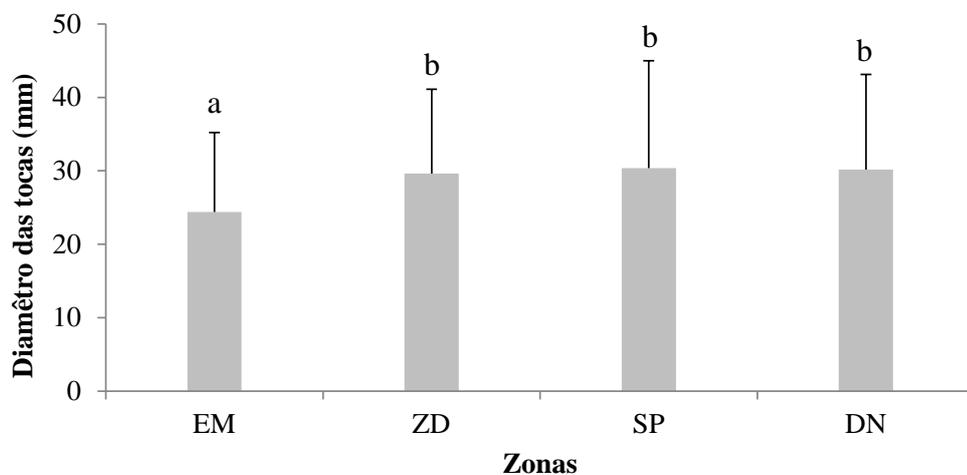


Fonte: A autora (2015).

Quando comparações foram realizadas somente entre as zonas da praia de todas as praias amostradas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN), pode-se

observar que o diâmetro médio das tocas no entremarés foi de 24,39 mm, sendo verificado um aumento do tamanho das tocas nas demais zonas (zona de detrito = 29,64 mm; supralitoral = 30,38 mm; duna = 30,18 mm). Diferenças significativas foram observadas entre as zonas ( $H = 26,39$ ;  $p = 0,000$ ) e, segundo o teste de comparações múltiplas, o entremarés diferiu significativamente da zona de detrito, do supralitoral e da duna ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 18).

Figura 18 - Diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata* nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN) amostradas. Letras diferentes acima das barras (desvio padrão) indicam diferenças significativas no diâmetro das tocas entre as zonas.

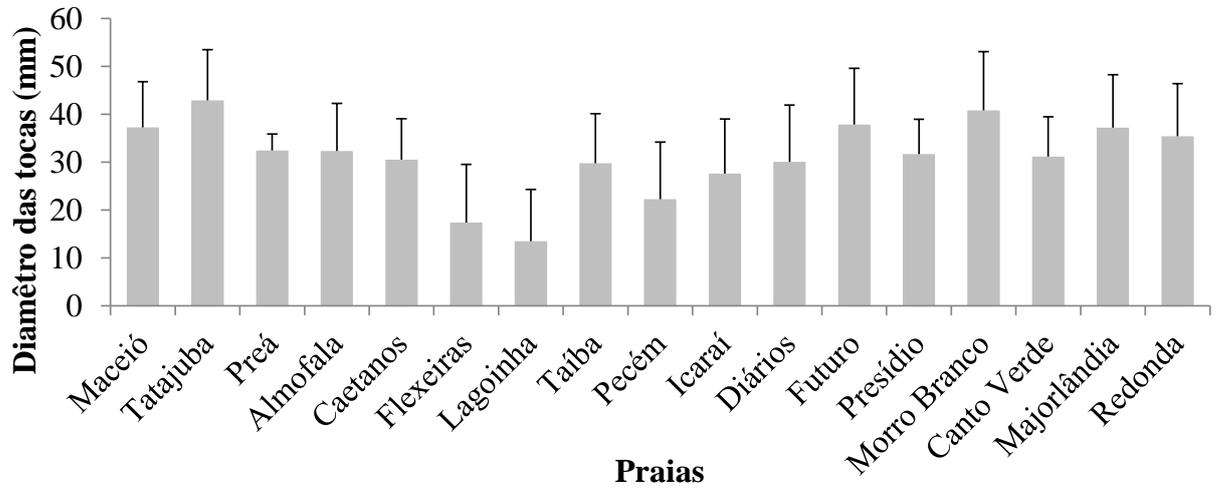


Fonte: A autora (2015).

O diâmetro médio das tocas de *O. quadrata* também variou entre as praias. Lagoinha e Flecheiras apresentaram os menores tamanhos de tocas, com 13,46 mm e 17,37 mm respectivamente (FIGURA 19). Já os maiores diâmetros foram observados para as praias de Tatajuba (42,89 mm) e Morro Branco (40,81 mm). A comparação do diâmetro médio das tocas entre as praias mostrou diferenças significativas ( $H = 542,73$ ;  $p = 0,000$ ). As praias que mais diferiram significativamente das demais foram Lagoinha e Flecheiras (TABELA 4).

A análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre os dados biológicos (densidade e diâmetro das tocas) e as variáveis ambientais avaliadas está apresentada nas tabelas 5 e 6. A densidade média das tocas correlacionou-se positivamente com a temperatura do ar ( $R = 0,525$ ;  $p = 0,031$ ) e negativamente com a amplitude da maré ( $R = -0,509$ ;  $p = 0,037$ ). Já o diâmetro médio das tocas correlacionou-se significativamente apenas com a velocidade do vento ( $R = -0,590$ ;  $p = 0,013$ ).

Figura 19 - Diâmetro médio e desvio padrão das tocas de *Ocypode quadrata* nas dezessete praias amostradas.



Fonte: A autora (2015).

A análise BIOENV apontou a altura da maré alta da manhã da coleta como o fator que melhor explicou a variância dos dados biológicos (densidade e diâmetro das tocas) de *Ocypode quadrata* nas praias estudadas ( $r = 0,38$ ). Embora todas as correlações tenham sido baixas, o teste incluiu ainda a temperatura do ar, percentual de matéria orgânica, a velocidade do vento, a inclinação da praia, a altura do perfil praial e o tamanho do grão (Tabela 7).

Tabela 4 - Resultado do teste de comparação múltipla realizado entre as praias amostradas, quando se avaliou o diâmetro das tocas de *Ocypode quadrata*. MA-Maceió, TJ-Tatajuba, PR-Preá, AL-Almofala, CA-Caetanos, FL-Flecheiras, LG-Lagoinha, TA-Taíba, PE-Pecém, IC-Icaraí, DI-Diários, FT-Futuro, PS-Presídio, MB-Morro Branco, CV-Canto Verde, MJ-Majorlândia e RD-Redonda.

Praias	MA	TJ	PR	AL	CA	FL	LG	TA	PE	IC	DI	FT	PS	MB	CV	MJ	RD
MA	-																
TJ	1,000	-															
PR	1,000	1,000	-														
AL	0,166	<b>0,010</b>	1,000	-													
CA	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	1,000	-												
FL	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	-											
LG	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	-										
TA	<b>0,022</b>	<b>0,002</b>	1,000	1,000	1,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	-									
PE	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	<b>0,002</b>	1,000	<b>0,003</b>	<b>0,027</b>	-								
IC	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,021</b>	1,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	1,000	-							
DI	1,000	0,060	1,000	1,000	1,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	0,394	1,000	-						
FT	1,000	1,000	1,000	0,072	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,010</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	-					
PS	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	<b>0,032</b>	<b>0,001</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-				
MB	1,000	1,000	1,000	0,801	<b>0,038</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,169	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	1,000	1,000	1,000	-			
CV	<b>0,013</b>	<b>0,001</b>	1,000	1,000	1,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,001</b>	0,722	1,000	<b>0,003</b>	1,000	0,208	-		
MJ	1,000	1,000	1,000	0,238	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,031</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	<b>0,010</b>	-	
RD	1,000	0,570	1,000	1,000	0,185	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	-

Fonte: A autora (2015).

Tabela 5 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre a densidade média das tocas de *Ocypode quadrata* e as variáveis ambientais avaliadas nas praias estudadas.

<b>Correlações</b>	<b>n</b>	<b>R-Spearman</b>	<b>p</b>
Densidade x Temperatura do ar	<b>17</b>	<b>0,525</b>	<b>0,031</b>
Densidade x Temperatura do sedimento	17	0,413	0,099
Densidade x Compactação do sedimento	17	0,056	0,830
Densidade x Tamanho do grão	17	0,321	0,209
Densidade x Matéria orgânica	16	0,153	0,572
Densidade x Carbonato	16	-0,053	0,846
Densidade x Velocidade do vento	17	0,198	0,447
Densidade x Altura da maré alta da manhã	17	-0,468	0,058
Densidade x Inclinação da praia	17	0,005	0,985
Densidade x Extensão da praia	17	-0,059	0,822
Densidade x Altura do perfil praial	17	-0,118	0,653
Densidade x Amplitude da maré	<b>17</b>	<b>-0,509</b>	<b>0,037</b>

Fonte: A autora (2015).

Tabela 6 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre o diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata* e as variáveis ambientais avaliadas nas praias estudadas.

<b>Correlações</b>	<b>n</b>	<b>R-Spearman</b>	<b>p</b>
Diâmetro x Temperatura do ar	17	0,073	0,781
Diâmetro x Temperatura do sedimento	17	0,128	0,626
Diâmetro x Compactação do sedimento	17	-0,277	0,282
Diâmetro x Tamanho do grão	17	-0,130	0,619
Diâmetro x Matéria orgânica	16	0,118	0,664
Diâmetro x Carbonato	16	0,209	0,438
Diâmetro x Velocidade do vento	<b>17</b>	<b>-0,590</b>	<b>0,013</b>
Diâmetro x Altura da maré alta da manhã	17	0,354	0,164
Diâmetro x Inclinação da praia	17	-0,326	0,202
Diâmetro x Extensão da praia	17	0,476	0,053
Diâmetro x Altura do perfil praial	17	0,370	0,144
Diâmetro x Amplitude da maré	17	0,256	0,322

Fonte: A autora (2015).

Tabela 7 - Resultado do teste BIOENV, que observou as influências dos parâmetros ambientais sobre a variância de densidade e diâmetro das tocas de *Ocypode quadrata* nas praias amostradas. MA- Altura da maré alta da manhã, TA- Temperatura do ar, VV- Velocidade do vento, IP- Inclinação da praia, AP- Altura do perfil praial e TG- Tamanho do grão.

Número de variáveis	Correlação	Seleções
1	0,380	MA
2	0,373	IP-MA
3	0,300	IP-AP-MA
2	0,296	AP-MA
4	0,274	VV-IP-AP-MA
3	0,269	VV-AP-MA
4	0,265	TA-IP-AP-MA
5	0,257	TA-VV-IP-AP-MA
3	0,257	TA-AP-MA
5	0,256	VV-IP-AP-MA-TG

Fonte: A autora (2015).

#### 4 DISCUSSÃO

Tocas do caranguejo-fantasma *Ocypode quadrata* foram encontradas nas dezessete praias amostradas da costa cearense. Para avaliar a presença e a densidade de tocas de *O. quadrata* em regiões tropicais é importante verificar dois fatores fundamentais: a temperatura e o horário da coleta. Estudando o padrão de atividade de *O. quadrata* no México, Valero-Pacheco *et al.*, (2007) verificaram dois picos de atividade para essa espécie: um durante o nascer-do-sol, entre o horário de 6:00 a 7:15, com temperatura variando de 23,5 °C a 24,5 °C; e outro no pôr-do-sol, entre o horário de 16:30 a 19:00, com temperatura variando entre 26 °C a 28°C.

Neste estudo, as amostragens iniciaram durante nascer-do-sol, quando a temperatura era mais amena e era possível visualizar a atividade dos caranguejos na superfície da praia. Como observado por Valero-Pacheco *et al.*, (2007) as principais atividades realizadas pelos caranguejos eram alimentação e manutenção das tocas.

Comparando a densidade de tocas de *O. quadrata* do presente estudo com outras regiões já estudadas, observou-se que a densidade de toca das praias do litoral cearense só foi maior que a encontrada para a praia do Cassino (Rio Grande - RS) (Girão, 2009), limite sul da distribuição da espécie, onde as temperaturas chegam a atingir valores menores que 16 °C (limite extremo de atividade normal para a espécie) (TABELA 8). Estudos têm mostrado que a densidade de tocas de *O. quadrata* pode variar de acordo com mudanças nas características das praias, tais como declividade, largura da praia e perfil praial. Adicionalmente, flutuações na

densidade de tocas desta espécie também podem ser causadas por fatores ambientais, tais como temperatura do ambiente, nível da maré, salinidade, tamanho do grão, compactação do sedimento e intensidade do vento. Sob tais condições os caranguejos refugiam-se em suas tocas, tapando suas aberturas, o que dificulta sua visualização (ALBERTO; FONTOURA, 1999; TURRA, GONÇALVES; DENADAI, 2005; ROSA; BORZONE, 2008).

Tabela 8 - Densidades (número de tocas/m<sup>2</sup>) de tocas de *Ocypode quadrata* registrados nesse estudo e em outras praias oceânicas.

Região	Densidade (mín.-máx.)	Referências
Carolina do Norte, EUA	0,005 – 0,014	Wolcott e Wolcott, 1984
Veracruz, México	0,49 – 1,79	Valero-Pacheco <i>et al.</i> , 2007
Carolina do Norte, EUA	0,02 – 0,13	Hobss <i>et al.</i> , 2008
Costa Nordeste, Cuba	0,06 – 0,52	Ocaña <i>et al.</i> , 2012
Rio Grande do Sul, Brazil	0,002 – 0,24	Alberto e Fontoura, 1999
São Paulo, Brasil	0 – 2,85	Turra <i>et al.</i> , 2005
Santa Catarina, Brasil	0 – 2,13	Blankensteyn, 2006
Rio Grande do Sul, Brasil	0,3 – 5,0	Neves e Benvenuti, 2006
Rio Grande do Sul, Brasil	0,00009 – 0,02497	Girão, 2009
Espírito Santo, Brasil	0,08 – 0,33	Araújo <i>et al.</i> , 2008
Pernambuco, Brasil	0,3 – 0,57	Souza <i>et al.</i> , 2008
Paraná, Brasil	0 – 5,7	Rosa e Borzone, 2009
Rio de Janeiro, Brasil	0,67	Maia-Carneiro <i>et al.</i> , 2013
Ceará, Brasil	0,0003 – 0,0751	Presente estudo

Fonte: A autora (2015).

A densidade das tocas de *O. quadrata* apresentou variações entre as praias estudadas, no entanto verificou-se valores mais expressivos nas praias situadas entre Almofala e Icaraí, Canto Verde e Rendoda, e na praia do Futuro. A menor densidade de tocas observada para a praia do Prêa pode estar relacionada com o maior tamanho médio do grão quando comparado com as demais praias. Esta característica provoca a instabilidade do sedimento o que dificulta a construção e a manutenção das tocas pelos juvenis, podendo impedir a permanência e a sobrevivência dos mesmos nesta praia.

Baixos valores de densidade também foram registrados para as praias do Presídio, Morro Branco e Tatajuba. A alta compactação do sedimento e o baixo valor de matéria orgânica registrados no Presídio podem ter contribuído para a menor ocorrência dos caranguejos nesta praia, enquanto na praia de Morro Branco apenas o baixo teor de matéria orgânica pode ter ocasionado igual resultado. Um fator importante que pode ter causado a baixa densidade de tocas

na praia de Tatajuba é a forte influência da água doce, visto que esta praia fica ao lado de uma desembocadura de rio.

Apesar da praia do Icaraí ter sido uma das praias estudadas mais impactadas pela atividade antrópica (VIANA, 2006) e por alterações na dinâmica costeira (PAULA, 2015; PAULA *et al.*, 2014), ela apresentou a maior densidade de tocas de *O. quadrata*. Em decorrência da intensa erosão que esta praia vem sofrendo nos últimos anos e da constante interferência humana para tentar resolver tal problema, a largura da praia vem tornando-se cada vez menor. Essa redução da largura da praia pode ter levado a uma maior concentração dos caranguejos numa faixa mais estreita, provocando um aumento na densidade de tocas.

Considerando as diferentes zonas ou fisiografias presentes em cada praia, verificou-se que as tocas estiveram distribuídas nas quatro zonas delimitadas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN), com exceção das praias do Pecém, Icaraí, Diários e Futuro, uma vez que estas não apresentam campos de dunas, ao contrário, são praias onde a ocupação urbana limita a extensão da praia.

Uma clara preferência foi observada pela zona de detrito. Das dezessete praias amostradas doze apresentaram maiores densidades nesta zona. Além disso, quando comparações foram feitas apenas entre as zonas (EM, ZD, SP e DN) de todas as praias, uma maior densidade também foi observada para a zona de detrito. A maior disponibilidade de alimento pode ser a principal responsável pela maior ocorrência de *O. quadrata*, pois é nesta zona onde se acumulam diferentes tipos de materiais orgânicos, como algas arribadas, restos de animais mortos e outros detritos produtos da atividade humana na praia, trazidos pelas ondas durante a maré alta. Turra, Gonçalves e Denadai (2005) observaram uma maior concentração de tocas de *O. quadrata* na zona do entremarés superior em cinco praias do estado de São Paulo. Já Ocaña, Veja e Códova (2012) verificaram maior densidade na parte superior de ressaca das ondas (acima da marca de maré alta) em oito praias do nordeste de Cuba. Segundo Ocaña, Veja e Códova (2012) a seleção por uma determinada zona pode estar ainda relacionada com características específicas de cada praia, como competição intraespecífica ou uma maior disponibilidade de recursos.

Com relação ao diâmetro médio das tocas encontrado nas praias amostradas, pode-se verificar que somente as praias de Lagoinha e Flecheiras tiveram tocas com diâmetro menor. Como este trabalho foi realizado somente no segundo semestre do ano de 2012, fica difícil sugerir uma possível explicação sem um acompanhamento temporal desta variável biológica. De acordo com Turra, Gonçalves e Denadai (2005), diferenças no tamanho dos caranguejos pode estar relacionado com a taxa específica de recrutamento e mortalidade de cada praia, que por sua

vez, pode estar associada com diferenças na morfodinâmica, disponibilidade de alimento e impacto antrópico.

Embora não tenha se verificado um padrão de distribuição por tamanho, o diâmetro médio das tocas entre as zonas da praia aumentou a partir da zona do entremarés em direção às dunas em algumas das praias amostradas. Resultado semelhante foi observado quando comparações foram realizadas somente entre as zonas da praia de todas as praias amostradas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e duna-DN). Dessa forma, indivíduos menores ficam mais próximos da linha d'água, enquanto caranguejos de maior tamanho conseguem construir suas tocas em zonas mais afastadas da água.

Alberto e Fontoura (1999) estudando a distribuição e a estrutura etária do *O. quadrata* em uma praia do sul do Brasil já haviam verificado que o diâmetro médio das tocas aumenta proporcionalmente com a distância em relação ao mar, assim tocas de indivíduos menores encontram-se mais próximas da linha d'água, enquanto tocas maiores ocorrem em zonas mais afastadas da linha d'água, fato que também foi observado por Araújo, Rosa e Fernandes (2008) em praias arenosas no Espírito Santo.

Segundo Alberto e Fontoura (1999), os caranguejos maiores possuem a capacidade de construir tocas mais profundas, o que possibilita a manutenção da umidade ideal para sua sobrevivência mesmo nas áreas mais afastadas da água, enquanto os indivíduos menores predominam próximo à água, devido sua menor capacidade de escavar e maior suscetibilidade a dessecação. Silva (2014) estudando a morfologia das tocas de *O. quadrata* em duas praias da costa cearense, também verificou que os indivíduos maiores controem tocas mais profundas e mais distantes da linha d'água que os indivíduos mais jovens.

A correlação positiva entre a densidade de tocas e a temperatura do ar, confirma que esta variável ambiental é fundamental para a realização das atividades pelo caranguejo-fantasma e para a realização de trabalhos com esses organismos, considerando que as amostragens devem ocorrer em condições de tempo bom, onde a temperatura possa variar entre 28 °C e 16 °C (ALBERTO; FONTOURA, 1999; VALERO-PACHECO *et al.*, 2007).

Correlações negativas foram verificadas entre a densidade de tocas e a amplitude da maré, bem como entre o diâmetro da toca e a velocidade do vento. Em condições ambientais desfavoráveis, tais como ventos intensos as tocas de *O. quadrata* acabam sendo obstruídas pelo transporte de areia (ALBERTO; FONTOURA, 1999). Já quando ocorrem períodos de amplitude da maré mais elevada e a altura da maré alta, observa-se um avanço maior do mar sobre a face praial inundando as zonas ocupadas pelos caranguejos e provocando a redução de sua densidade aparente, pelo menos momentaneamente (MILNE;

MILNE, 1946; MAIA-CORDEIRO *et al.*, 2013), podendo levar a alterações na estrutura da população.

Considerando que o caranguejo *O. quadrata* ocorre ao longo de todo o litoral brasileiro, este estudo contribui para melhor compreensão de sua distribuição na costa do Ceará, onde pouco se conhece sobre suas características biológicas e sobre as principais variáveis ambientais que os influenciam.

## 5 CONCLUSÕES

Variações na densidade de tocas de *Ocypode quadrata* nas praias cearenses estão relacionadas às mudanças nas características do ambiente praial, bem como às alterações antrópicas nesses ecossistemas.

A maior disponibilidade de alimento na zona de detrito é um dos fatores responsáveis pela maior ocorrência de tocas de *O. quadrata* nesta faixa da praia.

O aumento do diâmetro médio das tocas a partir da zona do entremarés em direção às dunas sugere que indivíduos menores ficam mais próximos da linha d'água, enquanto caranguejos de maiores tamanhos conseguem construir suas tocas em zonas mais afastadas da água.

Correlações positivas e negativas entre a temperatura do ar, amplitude da maré, velocidade do vento e as características populacionais (densidade e o diâmetro das tocas) indicam que os caranguejos são mais influenciados por essas variáveis ambientais nas praias do litoral cearense.

## REFERÊNCIAS

ALBERTO, R. M. F.; FONTOURA, N. F. **Distribuição e estrutura etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em praias arenosas do litoral sul do Brasil.** Revista Brasileira de Biologia, v. 59, n. 1, p. 95-108. 1999.

ARAÚJO, C. C. V.; ROSA, D. M.; FERNANDES, J. M. **Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil.** Biotemas, v. 21, n. 4, p. 73-80. 2008.

BENSI, M.; MARINHO, R. A.; MAIA, L. P. **Clima de ondas e sua implicação com a erosão costeira ao longo do Estado do Ceará.** In: Congresso de Engenharia de Pesca, Fortaleza, Ceará. p. 802-815. 2005.

BRANCO, M. P. N. C.; LEHUGEUR, L.G.O.; CAMPOS, J.E.G.; NOGUEIRA, S.R.P. **Morfodinâmica das Praias Arenosas à Barlamar e à Sotamar do Promontório Ponta do Iguape – Estado do Ceará - Brasil.** Revista de Geologia, v. 18, n. 2, p. 215-229. 2005.

- BRANCO, J. O.; HILLESHEIM, J. C.; FRACASSO, H. A. A.; CHRISTOFFERSEN, M. L.; EVANGELISTA, C. L. **Bioecology of the Ghost Crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) Compared with Other Intertidal Crabs in the Southwestern Atlantic.** Journal of Shellfish Research, v. 29, n. 2, p. 503-512. 2010.
- CHAN, B. K. K.; CHAN, K. K. Y.; LEUNG, P. C. M. **Burrow architecture of the ghost crab *Ocypode ceratophthalma* on a sandy shore in Hong Kong.** Hydrobiologia, v. 560, p. 43-49. 2006.
- CHAPMAN, M. G.; TOLHURST, T. J.; MURPHY, R. J.; UNDERWOOD, A. J. **Complex and inconsistent patterns of variation in benthos, micro-algae and sediment over multiple spatial scales.** Marine Ecology Progress Series. n. 398, p.33-47, 2010.
- CLAUDINO-SALES, V. C. Os Litorais Cearenses. In: ROCHA, E. D. (Ed.). **Ceará: um novo olhar geográfico.** Fortaleza-CE: Silva, J. B.Cavalcante, T. C.Dantas, Eustógio. p.39-51. 2007.
- CORRÊA, M. O. D. A.; ANDRADE, L. S., COSTA, R. C.; CASTILHO, A. L.; BERTINI, G.; FRANZOZO, A. **Vertical distribution by demographic groups of ghost crab *Ocypode quadrata* (Crustacea: Brachyura).** Biologia, Section Zoology, v. 69, n. 7, p. 905-915. 2014.
- FREIRE, G.S.S.; CAVALCANTI, V.M.M. **A cobertura sedimentar quaternária da plataforma continental do estado do Ceará.** Departamento Nacional de Produção Mineral, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, Ceará, Brasil. Fortaleza. p. 40. 1998.
- GIRÃO, M. M. L. **Variação espaço-temporal de *Ocypode quadrata* sob a influência de um gradiente antrópico na Praia do Cassino Rio Grande do Sul – Brasil.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2009.
- MAGALHÃES, S.H.O.; MAIA, L.P. **Short-term morphological characterization of beaches in Caucaia and São Gonçalo do Amarante counties, Ceará State, Brasil.** Arquivos de Ciências do Mar, v. 36, p. 77-87. 2003.
- MAIA-CARNEIRO, T.; DORIGO, T. A.; ANDRADE, L. G.; GUTIÉRREZ-CÁRDENAS, P. D. A.; ROCHA, C. F. D. **Density and spatial distribution of *Ocypode quadrata* (Crustacea, Ocypodidae) in an insular environment in the state of Rio de Janeiro, southeastern Brazil.** Revista Brasileira de Zoociências, v. 15, n. 1, 2, 3, p. 91-96. 2013.
- MCLACHLAN, A.; BROWN, A. C. **The Ecology of Sandy Shores.** 2 Ed. Academic Press, 2006.
- MELO, G. A. S. 1996. **Manual de identificação dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro.** São Paulo: Plêiade Fapesp, 1996.
- MILNE, L. J.; MILNE, M. J. **Notes on the behavior of the ghost crab.** American Naturalist v. 80, p. 362–380. 1946.
- MORAIS, J. O.; FREIRE, G. S. S.; PINHEIRO, L. S.; SOUZA, M. J. N.; CARVALHO, A. M.; PESSOA, P. R. S.; OLIVEIRA, S. H. M. - CEARÁ. In: MUEHE, D. (Org.). **Erosão e**

**Progradação do Litoral Brasileiro.** MMA (Ministério do Meio Ambiente, v. 1, p. 132-154. 2006.

OCAÑA, F. A.; VEGA, A.; CÓRDOVA, E. A. **Distribución espacial de *Ocypode quadrata* (Decapoda Ocypodidae) em oito playas de la zona norte oriental de Cuba.** Revista de Biología Tropical, v. 60, n. 3, p. 1177-1186. 2012.

PAULA, D. P. **Região metropolitana de Fortaleza (Ceará, Brasil): um contributo para artificialização do litoral.** Revista Eletrônica do Prodema, v. 9, n. 1, p. 73-86. 2015.

PAULA, D.P.; FARRAPEIRA NETO, C.A.; SOUZA, M.A.L.; DIAS, J.M.A. **Alterações morfológicas na praia do Icarai (Caucaia-Ceará) após a construção de um dissipador de energia para controle da erosão costeira.** Revista Geonorte, Edição Especial 4, v. 10, n. 1, p. 12-16. 2014.

PINHEIRO, L.S.; MORAIS, J. O.; PITOMBEIRA, E. S. **Caponga Shoreline Rehabilitation Assessment.** Journal of Coastal Research, n. 35, p. 564-572. 2003.

POMBO M. **The Atlantic ghost crab *Ocypode quadrata* (Decapoda: Ocypodidae) as bioindicator of sandy beach: assessment of the influence of environmental behavioral and population factors.** (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2015.

ROCHA-BARREIRA, C. A. Macrofauna bentônica de praias arenosas no litoral cearense. *In:* CLAUDINO-SALES, V. (Org.). **Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação.** 1. ed. Fortaleza: Expressão Gráfica, p. 245-252. 2003.

ROSA, L. C.; BORZONE, C. A. **Spatial distribution of the *Ocypode quadrata* (Crustacea: Ocypodidae) along estuarine environments in the Paranagua Bay Complex, southern Brazil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 25, n. 3, p. 383- 388. 2008

SCHOBBER, U. M.; CHRISTY, J. H. **Sand disposal of the painted ghost crab *Ocypode gaudichaudii* (Decapoda: Ocypodidae): a possible role in courtship.** Marine Biology, v. 116, p. 53-60. 1993.

SOUZA, J. R. B.; LAVOIE, N.; BONIFÁCIO, P. H.; ROCHA, C. M. C. **Distribution of *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) on sandy beaches of Northeastern Brazil.** Atlântica, v. 30, n. 2, p. 139-145. 2008.

TAYLOR, L. R. **Assessing and interpreting the spatial distributions of insect populations.** Annual Review of Entomolog. v. 29, p. 321-357. 1984.

TURRA, A.; GONÇALVES, M. A. O.; DENADAI, M. R. **Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beaches.** Journal of Natural History, v. 39, p. 2163-2177. 2005.

UNDERWOOD, A. J.; CHAPMAN, M. G. **Scales of spatial patterns of distribution of intertidal invertebrates.** Oecologia, n.107, p. 212-224, 1996.

VALERO-PACHECO, E. F.; ALVAREZ, L. G.; ABARCA-ARENAS; ESCOBAR, M. **Population density and activity pattern of the ghost crab, *Ocypode quadrata*, in Veracruz, Mexico.** Crustaceana, v. 80, n. 3, p. 313-325. 2007.

VIANA, M. G. **Efeito de Atividades Antrópicas sobre a Distribuição Espacial da Macrofauna Bentônica das Praias Arenosas do Icarai e Cumbuco no Litoral Oeste do Ceará.** (Monografia de Graduação). Ciências Biológicas - Universidade Federal do Ceará, p. 66. 2006.

VIEIRA, H.; CALLIARI, L. J.; OLIVEIRA, G. P. **O estudo do impacto da circulação de veículos em praias arenosas através de parâmetros físicos: um estudo de caso.** Engevista, v. 6, n. 3, p. 54-63. 2004.

WARREN, J. H. **The use of open burrows to estimate abundances of intertidal estuarine crabs.** Australian Journal of Ecology, v. 15, p. 277-280. 1990.

WOLCOTT, T. G. **Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: Scavengers or Predators?** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 31, p. 67-82. 1978.

## **CAPÍTULO 2**

### **BIOLOGIA POPULACIONAL DE *Ocypode quadrata* FABRICIUS, 1787 (BRACHYURA- OCYPODIDAE) EM UMA PRAIA ARENOSA NO NORDESTE DO BRASIL**

## 1 INTRODUÇÃO

Informações sobre a biologia populacional de caranguejos são fundamentais para a melhor compreensão da estabilidade ecológica desses organismos num determinado habitat. A estrutura etária, densidade, proporção sexual, período reprodutivo, recrutamento e fecundidade são alguns dos aspectos comumente estudados na biologia populacional de Brachyura, especialmente em Ocypodidae (ALBERTO; FONTOURA, 1999; BEZERRA; MATTHEWS-CASCON, 2006; BEZERRA; MATTHEWS-CASCON, 2007; CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO; MARTORI, 2006; COSTA; NEGREIRO-FRANSOZO; FRANSOZO; BERTINI, 2002; CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO, 2006; NEGREIRO-FRANSOZO; FRANSOZO; BERTINI, 2002).

A biologia reprodutiva e o uso de dados morfométricos para estimar a maturidade sexual estão sendo bastante investigados em caranguejos da família Ocypodidae. O estudo da época de reprodução em crustáceos pode facilitar a compreensão das estratégias de adaptação e do potencial reprodutivo de uma espécie, bem como sua relação com o ambiente e outras espécies (LITULO, 2005a).

Considerando que o crescimento em crustáceos é descontínuo, visto que algumas dimensões do corpo apresentam crescimento diferente comparando com outras (CASTIGLIONI; NEGREIRO-FRANSOZO, 2004), o uso de dados morfométricos pode ser utilizado para identificar o dimorfismo sexual, estimar a maturidade sexual, bem como avaliar relações alométricas (DALABONA; SILVA; PINHEIRO, 2005). Essas relações podem ser instrumentos importantes na análise de variação intraespecífica e interespecífica entre diferentes populações (COSTA; SOARES-GOMES, 2008).

Caranguejos do gênero *Ocypode* Weber, 1795 são os habitantes mais conhecidos e conspícuos de praias arenosas tropicais e subtropicais ao redor do mundo, sendo os invertebrados com o mais sofisticado padrão comportamental observado nesses ambientes (MCLACHLAN; BROWN, 2006). No Brasil, o gênero é representado por uma única espécie, *Ocypode quadrata* Fabricius, 1787, conhecida popularmente como caranguejo-fantasma, maria-farinha, vasa-maré, guaruçá, grauçá, guriçá ou grauçá. Esses organismos constroem tocas semi-permanentes no médio e supralitoral do ecossistema de praias arenosas em todos os estados morfodinâmicos e sua distribuição geográfica estende-se ao longo do Oceano Atlântico ocidental, desde o estado de Rhode Island, no nordeste dos EUA, até o estado do Rio Grande do Sul, no Brasil. (MELO, 1996).

Representantes desta espécie tem um papel ecológico relevante como consumidores de detritos orgânicos e transferidores de energia entre diferentes níveis tróficos (WOLCOTT, 1978). *Ocypode quadrata* é generalista, alimentando-se de detritos orgânicos e, principalmente, de presas vivas (WOLCOTT, 1978). Adicionalmente, esta espécie também pode extrair acima de 70% de alga disponível no substrato, sendo a alimentação por depósito um importante complemento ao comportamento predatório (ROBERTSON; PFEIFFER, 1982).

Estudos realizados por Wolcott (1978), na Carolina do Norte, e Alberto e Fontoura (1999), no litoral sul do Brasil, constataram que a população de *O. quadrata* é muito sensível a determinados fatores ambientais. Sob condições ambientais adversas, tais como baixas temperaturas, ventos intensos e tempestades, esses animais se refugiam em suas tocas e fecham sua abertura com areia, a ponto de “desaparecerem” da praia (ALBERTO; FONTOURA, 1999). No entanto, os animais voltam as suas atividades normais tão logo as condições ambientais atinjam níveis favoráveis, independente da época do ano (ALBERTO; FONTOURA, 1999).

*Ocypode quadrata* tem sido foco de inúmeros estudos na costa brasileira. Sua distribuição e estrutura etária foram avaliadas por Alberto e Fontoura (1999), Turra, Gonçalves e Denadai (2005), Souza *et al.* (2008), Araujo, Rosa e Fernandes (2008), Rosa e Borzone (2008) e Corrêa *et al.* (2014). Trabalhos sobre metabolismo energético (VINAGRE *et al.*, 2007), composição bioquímica (ANTUNES *et al.*, 2010), compensação osmótica (SANTOS; MOREIRA, 1999), uso da espécie como indicadora de impactos antrópicos (BLANKENSTEYN, 2006; MAGALHÃES *et al.*, 2009; NEVES; BEMVENUTI, 2006; POMBO; TURRA, 2013), bioecologia (BRANCO *et al.*, 2010), ciclo reprodutivo e período de recrutamento (ANTUNES *et al.*, 2010; NEGREIRO-FRANSOZO; FRANSOZO; BERTINI, 2002), bem como morfometria (FRANSOZO; NEGREIROS-FRANSOZO; BERTINI, 2002) também foram realizados.

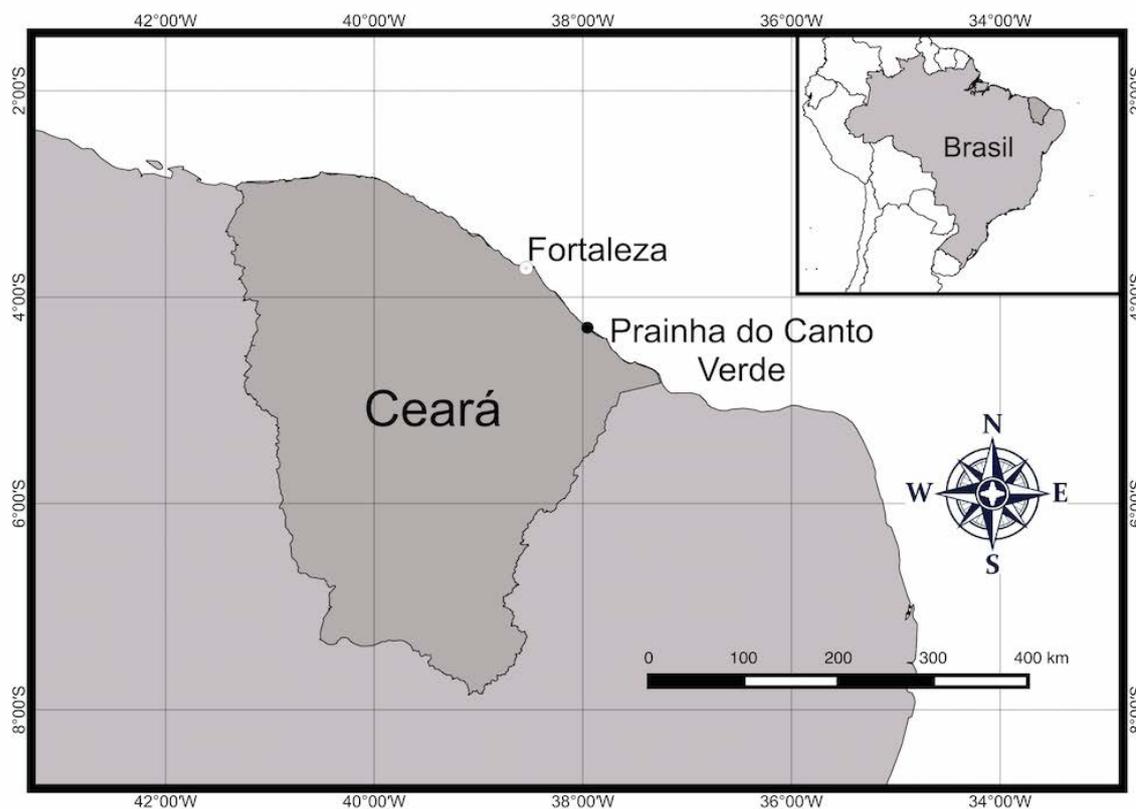
O litoral do estado do Ceará é caracterizado por apresentar grandes extensões de praias arenosas, onde o caranguejo-fantasma *O. quadrata* é o principal representante do supralitoral (ROCHA-BARREIRA, 2003), no entanto, a maioria dos trabalhos com esta espécie concentra-se nas regiões sul e sudeste, sendo poucas as informações no nordeste do país.

Assim, o presente estudo tem por objetivo investigar alguns aspectos da biologia populacional de *O. quadrata* em uma praia do litoral semiárido, buscando identificar o período de ocorrência de fêmeas ovígeras e possíveis relações morfométricas intraespecíficas.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado na Prainha do Canto Verde, localizada no litoral leste do estado do Ceará no município de Beberibe, Nordeste do Brasil ( $04^{\circ} 19' 23''$  S/  $037^{\circ} 55' 31''$  W) (FIGURA 20). Esta praia é uma Reserva Extrativista Marinha (Resex) desde 2009, sendo administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Apresentando uma área de 298,0679 km<sup>2</sup> (SEMACE, 2015), a reserva encontra-se em uma região de clima tropical quente semiárido com temperatura média variando de 26 a 28°C e período chuvoso indo de janeiro a abril (média de precipitação anual 914,1mm) (IPECE, 2015). A comunidade residente é constituída tipicamente por pescadores artesanais e a principal atividade econômica dos habitantes é a pesca extrativista artesanal, entretanto, o turismo comunitário também tem sido implantado nos últimos anos (GALDINO, 2012).

Figura 20 – Mapa do estado do Ceará, com a localização da Prainha do Canto Verde.



Fonte: Jadson Pinto de Lima (2015).

Amostragens mensais foram realizadas durante o período de março de 2013 a fevereiro de 2014, através de coletas por esforço amostral de 2 pessoas no tempo de 2 horas em uma área de 9.000 m<sup>2</sup>. Machos e fêmeas do caranguejo-fantasma *O. quadrata*, que estavam fora de suas tocas, foram capturados manualmente durante a noite com o auxílio de lanternas e luvas.

Posteriormente, utilizando um paquímetro manual de  $\pm 0,01$ mm de precisão, foram realizadas as seguintes medidas: largura e comprimento da carapaça (LC e CC, respectivamente), comprimento do própodo de maior tamanho (CP) e comprimento do gonopódio (CG). Também foram registrados o lado da maior quela e a condição da fêmea, se ovígera (portando ovos aderidos às cerdas dos pleópodos) ou não ovígera (abdômen sem portar ovos), ao longo do ano. Após o registro dos dados, os animais foram marcados com uma caneta esferográfica para evitar recaptura e liberados no seu habitat.

A precipitação mensal total do posto pluviométrico do município de Fortim - posto mais próximo do local de coletas que apresentou os dados completos - de março de 2013 a fevereiro de 2014 foi obtida da Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

O teste qui-quadrado ( $\chi^2$ ) foi usado para avaliar a significância da proporção sexual da população, bem como a da proporção entre os lados da quela de maior tamanho. O teste de Fisher ( $z$ ) foi usado para verificar a proporção sexual em cada mês.

A estrutura do tamanho da população foi analisada pela distribuição da frequência de tamanho de todos os indivíduos coletados durante o período de estudo. Os espécimes foram agrupados em classes de tamanho de 3-mm, de 10 a 52 mm de largura da carapaça. A normalidade da distribuição da frequência de tamanho, para machos e fêmeas, foi examinada usando o teste de Shapiro-Wilks (W) (ZAR, 1984) e o tamanho médio dos machos e fêmeas ovígeras e não ovígeras foi comparado usando o teste  $t$  de Student.

Com o objetivo de investigar a ocorrência de alometria entre a largura da carapaça e as outras variáveis morfométricas analisadas seus valores foram logaritmizados. Assim a equação básica de regressão linear,  $y = a + bx$ , foi log - transformada em  $\ln y = \ln a + b \ln x$ , onde  $x$  é a variável independente (largura da carapaça),  $y$  é a variável dependente,  $a$  é o intercepto (valor de  $y$  quando  $x = 0$ ) e  $b$  é a inclinação da regressão linear. O valor de  $b$  indica os padrões de crescimento das variáveis analisadas, considerando três possibilidades:  $b = 1$  (isometria);  $b < 1$  (alometria negativa);  $b > 1$  (alometria positiva) (FONTELES-FILHO, 1989; HARTNOLL, 1982).

### 3 RESULTADOS

Um total de 212 caranguejos-fantasmas foi coletado durante o período de estudo, dos quais 151 (71,23%) foram machos. Entre as fêmeas, 54 foram não ovíferas (25,47%) e 7 ovíferas (3,30%) (TABELA 9).

A proporção sexual e a proporção entre os lados direito e esquerdo da quela hipertrofiada foram calculadas mensalmente (TABELA 9). A proporção sexual total foi de 1:2,48 (F:M) e diferiu significativamente da proporção esperada de 1:1 ( $\chi^2 = 20,01$ ,  $p < 0,05$ ). Já a proporção total (machos e fêmeas) entre os lados direito e esquerdo da quela de maior tamanho foi de 1:1,02 (E:D), e não mostrou diferença significativa da proporção esperada ( $\chi^2 = 6,8831$ ,  $p > 0,05$ ). O teste exato de Fisher usado para calcular desvios na proporção esperado em cada mês de amostragem, detectou diferenças significativas nos meses de abril, setembro e dezembro para proporção sexual, no entanto, desvios significativos não foram observados para proporção mensal entre os lados direito e esquerdo da quela hipertrofiada.

A largura da carapaça (LC) variou de: 13 a 50,3 mm (média de  $36,15 \pm 7,58$  mm) para os machos, 16,6 a 43,55 mm (média de  $33,92 \pm 7,34$  mm) para as fêmeas não ovíferas e 29,5 a 41,7 mm (média  $35,29 \pm 5,02$ ) para as fêmeas ovíferas. Não houve diferenças significativas entre o tamanho médio dos machos e o das fêmeas não ovíferas ( $t = 1,87$ ;  $p > 0,05$ ) e ovíferas ( $t = 0,29$ ;  $p > 0,05$ ). O teste t também não verificou diferenças significativas entre a largura da carapaça de fêmeas não ovíferas e ovíferas ( $t = - 0,48$ ;  $p > 0,05$ ). A figura 21 mostra o tamanho médio dos caranguejos-fantasmas coletados durante os meses de estudo.

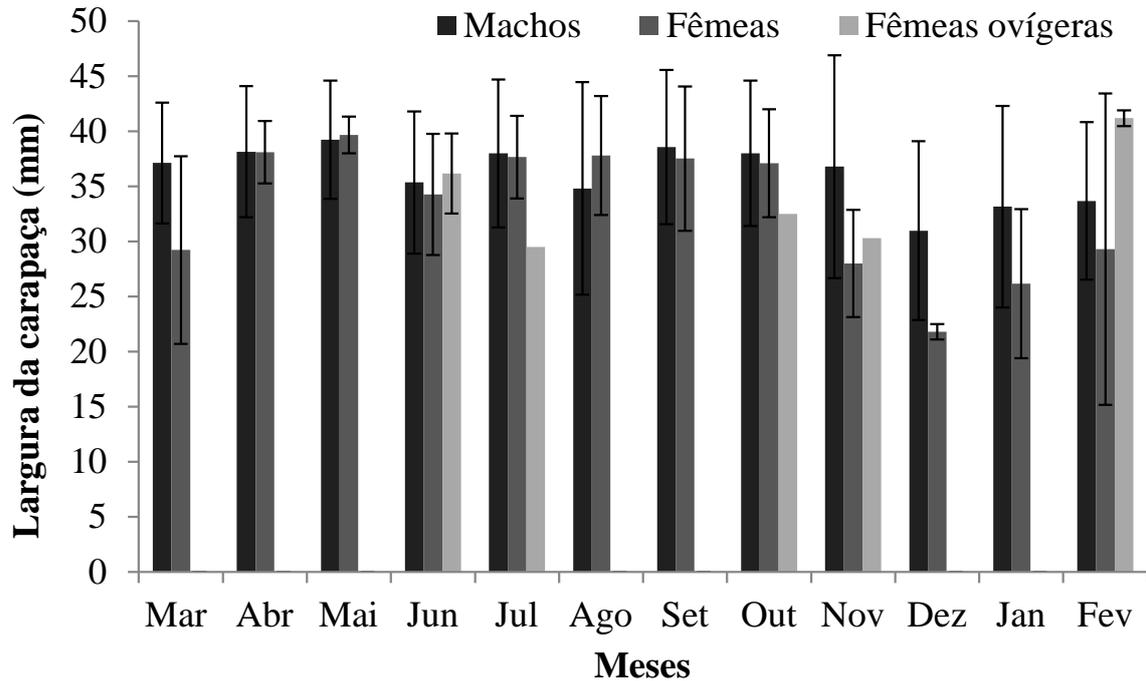
A distribuição da frequência de tamanho anual para machos e fêmeas durante o período de amostragem mostrou uma conspícua distribuição unimodal (FIGURA 22), com uma distribuição não normal tanto para os machos (Shapiro-Wilks  $W = 0,9414$ ,  $p = 0,00001$ ) como para as fêmeas (Shapiro-Wilks  $W = 0,8936$ ,  $p = 0,00007$ ).

Tabela 9 – Número total de indivíduos, lado da maior quela e proporção sexual de *Ocypode quadrata* durante o período de março de 2013 a fevereiro de 2014 na Prainha do Canto Verde, Nordeste do Brasil. \* Desvio significativo da proporção sexual esperada 1:1 ( $z, p < 0,05$ ).

	Machos					Fêmeas não ovíferas					Fêmeas ovíferas					Machos e Fêmeas					
	Direita	Esquerda	Proporção	Total	%	Direita	Esquerda	Proporção	Total	%	Direita	Esquerda	Proporção	Total	%	Direita	Esquerda	Proporção	Total	%	Proporção sexual
Março	4	6	1:0,67	10	4,72%	3	1	1:3	4	1,89%	0	0		0	0,00%	7	7	1:1	14	6,60%	1:2,5
Abril	11	7	1:1,57	18	8,49%	1	1	1:1	2	0,94%	0	0		0	0,00%	12	8	1:1,5	20	9,43%	1:9*
Maio	9	3	1:3,00	12	5,66%	5	4	1:1,25	9	4,25%	0	0		0	0,00%	14	7	1:2	21	9,91%	1:1,33
Junho	7	6	1:1,17	13	6,13%	3	2	1:1,5	5	2,36%	1	1	1:1	2	0,94%	11	9	1:1,22	20	9,43%	1:1,86
Julho	4	6	1:0,67	10	4,72%	1	4	1:0,25	5	2,36%	1	0		1	0,47%	6	10	1:0,6	16	7,55%	1:1,67
Agosto	6	8	1:0,75	14	6,60%	3	2	1:1,50	5	2,36%	0	0		0	0,00%	9	10	1:0,9	19	8,96%	1:2,8
Setembro	8	6	1:1,33	14	6,60%	2	1	1:2,00	3	1,42%	0	0		0	0,00%	10	7	1:1,43	17	8,02%	1:4,67*
Outubro	6	7	1:0,86	13	6,13%	2	4	1:0,50	6	2,83%	0	1	1:0	1	0,47%	8	12	1:0,66	20	9,43%	1:1,86
Novembro	4	7	1:0,57	11	5,19%	2	2	1:1,00	4	1,89%	0	1	1:0	1	0,47%	6	10	1:0,6	16	7,55%	1:2,2
Dezembro	10	7	1:1,43	17	8,02%	0	2	1:0,00	2	0,94%	0	0		0	0,00%	10	9	1:1,11	19	8,96%	1:8,5*
Janeiro	4	4	1:1	8	3,77%	3	4	1:0,75	7	3,30%	0	0		0	0,00%	7	8	1:0,88	15	7,08%	1:1,14
Fevereiro	6	5	1:1,20	11	5,19%	0	2	1:0,00	2	0,94%	1	1	1:1	2	0,94%	7	8	1:0,88	15	7,08%	1:2,75
Total	79	72	1:1,10	151	71,23%	25	29	1:0,86	54	25,47%	3	4	1:0,75	7	3,30%	107	105	1:1,02	212	100,00%	1:2,48*

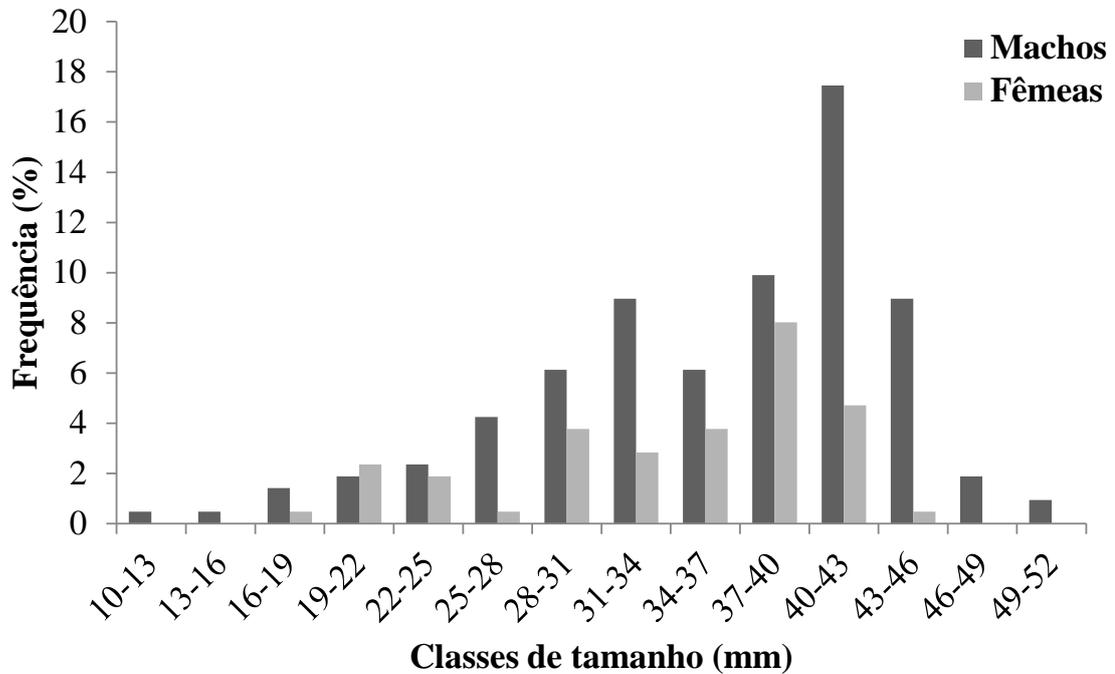
Fonte: A autora (2015).

Figura 21 – Tamanho médio e desvio padrão dos indivíduos de *Ocypode quadrata* coletados na Prainha do Canto Verde, Nordeste do Brasil, entre março de 2013 e fevereiro de 2014.



Fonte: A autora (2015).

Figura 22 – Distribuição da frequência da largura da carapaça de *Ocypode quadrata* coletados na Prainha do Canto Verde, Nordeste do Brasil, entre março de 2013 e fevereiro de 2014. LC= largura da carapaça.

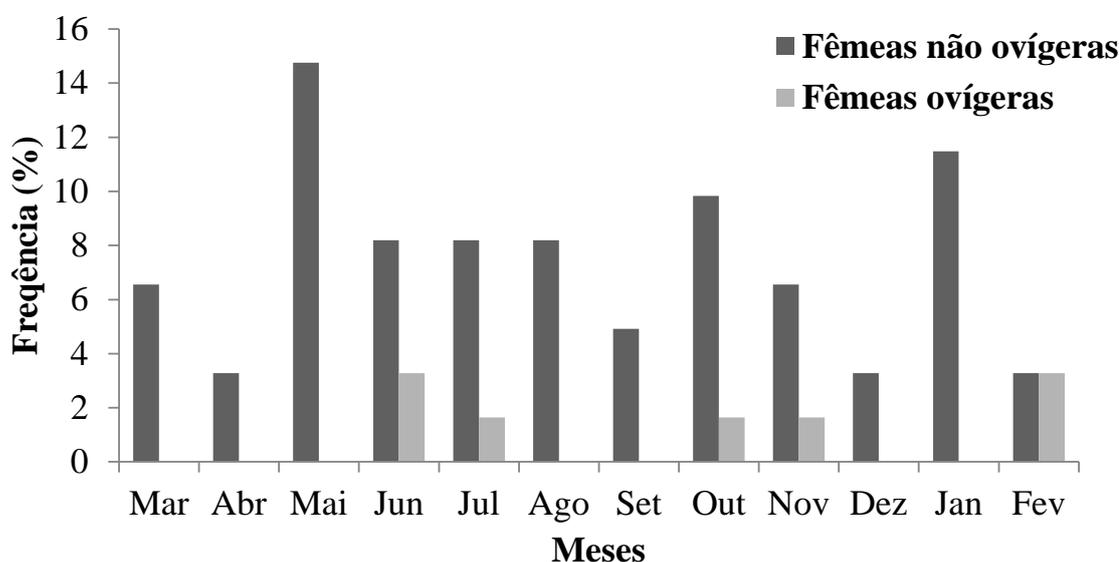


Fonte: A autora (2015).

Analisando a frequência em cada classe de tamanho, verificou-se que os machos foram mais frequentes na classe de 40-43 mm, enquanto as fêmeas (não ovígeras e ovígeras) tiveram uma maior frequência na classe 37-40 mm de largura da carapaça (FIGURA 22).

A figura 23 mostra a frequência relativa de fêmeas não ovígeras e ovígeras ao longo dos meses de coleta. Do total de fêmeas capturadas apenas 11,48% (n = 7) apresentaram o abdômem portando ovos aderidos aos pleópodos, as quais foram coletadas nos meses de junho, julho, outubro e novembro de 2013 e fevereiro de 2014.

Figura 23 – Frequência relativa de fêmeas não ovígeras e ovígeras de *Ocypode quadrata* coletados na Prainha do Canto Verde, Nordeste do Brasil, entre março de 2013 e fevereiro de 2014.

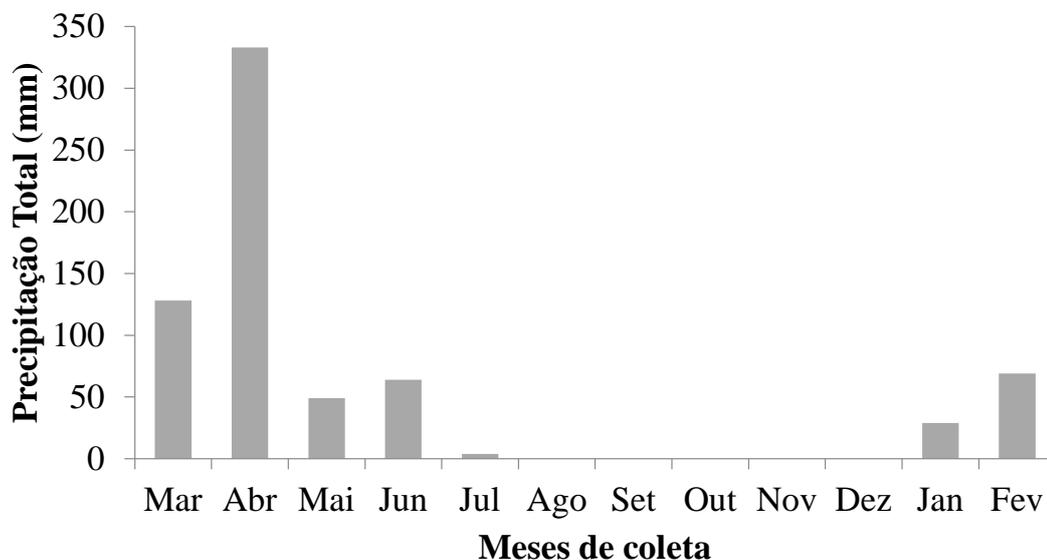


Fonte: A autora (2015).

Embora o número de fêmeas ovígeras encontradas tenha sido pequeno, a presença das mesmas coincidiu com o período de baixa precipitação (FIGURA 24).

Considerando os dados morfométricos, observou-se uma alometria positiva entre a largura da carapaça e todas as dimensões analisadas, independente do sexo. A tabela 10 mostra as equações para as três relações biométricas analisadas.

Figura 24 – Precipitação mensal total entre março de 2013 e fevereiro de 2014 do posto pluviométrico do município de Fortim – CE (posto mais próximo da área de estudo). Fonte: FUNCEME.



Fonte: FUNCEME (2015).

Tabela 10 – Equações de regressão obtidas das relações morfométricas testadas. (+) Alometria Positiva; (-) Alometria Negativa; (0) Isometria; N = número de animais; b = coeficiente angular;  $r^2$  = coeficiente de regressão; LC = Largura da carapaça; CC = Comprimento da carapaça; CP = Comprimento do própodo do quelípodo maior; CG = Comprimento do gonópodo.

Relações	Sexo	N	Equação Linear		$r^2$	Alometria
			$\log y = \log a + b \log x$	b		
CC vs LC	M	151	$\log CC = -0,3122 + 1,1468 \log LC$	1,14	0,9349	+
	F	61	$\log CC = -0,2393 + 1,0925 \log LC$	1,09	0,9509	+
CP vs LC	M	151	$\log CP = -0,6698 + 1,3762 \log LC$	1,37	0,8956	+
	F	61	$\log CP = -0,5512 + 1,2821 \log LC$	1,28	0,9368	+
CG vs LC	M	151	$\log CG = -0,5141 + 1,1039 \log LC$	1,1	0,7235	+

Fonte: A autora (2015).

## 4 DISCUSSÃO

A quantidade de caranguejos-fantasmas coletados nesse estudo (212 indivíduos) foi menor quando comparada com outros trabalhos na costa brasileira (NEGREIRO-FRANSOZO; FRANSOZO; BERTINI, 2002; BRANCO *et al.* 2010; GIRÃO, 2009). Estudos realizados por Negreiro-Fransozo, Fransozo e Bertini (2002), Girão (2009) e Branco *et al.* (2010) em praias das regiões sudeste e sul do Brasil encontraram 582, 852 e 649 indivíduos, respectivamente. De fato, as populações de clima subtropical são conhecidas por serem mais numerosas que as de clima tropical (BROWN, 2014). No entanto, é importante ressaltar que existem diferenças com relação aos métodos de captura, o que pode gerar viés nas comparações.

A proporção sexual é uma característica que pode refletir no equilíbrio de uma população (FISHER, 1930). Segundo Emmerson (1994) e Lardies, Rojas e Wehrtman (2004), os desvios em relação à proporção de 1:1 podem regular internamente o tamanho de uma população por afetar seu potencial reprodutivo. Neste estudo, a proporção sexual total diferiu da esperada. No entanto, apenas nos meses de abril, setembro e dezembro de 2013 apresentaram desvios significativos na proporção sexual, com o predomínio dos machos sobre as fêmeas.

Trabalhos realizados com caranguejos do gênero *Uca* Leach, 1814 (BEDÊ *et al.*, 2008; BENETTI e NEGREIROS-FRANSOZO, 2004; CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO; MARTORI, 2006; COSTA e SOARES-GOMES, 2009; MASUNARI e SWIECH-AYOUUB, 2003; MASUNARI; DISSENHA, FALÇÃO, 2005), *Ocypode cursor* Linnaeus, 1758 em Cyprus (STRACHAN *et al.*, 1999), *Ocypode gaudichaudii* H. Milne Edwards e Lucas, 1843 no Panamá (SCHOBER; CHRISTY, 1993) e *O. quadrata* no sudeste do Brasil (NEGREIRO-FRANSOZO; FRANSOZO; BERTINI, 2002; CORRÊA *et al.*, 2014) também identificaram uma maior abundância de machos.

Em crustáceos, diferenças na distribuição e na taxa de mortalidade entre os sexos (JONHSON, 2003), bem como erros durante a amostragem (MONTAGUE, 1980), podem causar desvios na proporção sexual esperada. Adicionalmente, variações na proporção entre machos e fêmeas ainda podem ser atribuídas a diferenças comportamentais entre os sexos. Estudos realizados por Strachan *et al.*, (1999) e Negreiro-Fransozo; Fransozo e Bertini, 2002 (2002) com *O. cursor* e *O. quadrata*, respectivamente, constataram que a baixa frequência de fêmeas de caranguejos-fantasmas pode estar relacionada à permanência das fêmeas dentro de

suas tocas, especialmente durante o período de incubação dos ovos, o que pode justificar a menor quantidade de fêmeas durante alguns meses de estudo.

Muitas espécies de Decapoda Brachyura apresentam dimorfismo nas quelas. A hipertrofia de uma delas tem importante papel no comportamento agnóstico, defesa de território, exibição, sustentação da fêmea durante a corte (HARTNOLL, 1968) e no forrageamento (RUPPTER; FOX; BARNES, 2005). A quela maior pode fazer parte tanto do quelípodo direito como do esquerdo (destro ou sinistro), e igual proporção (1:1) tem sido observada para a maioria das espécies de *Uca* (MASUNARI; DISSENHA; FALÇÃO, 2005).

Na população de *O. quadrada* analisada neste estudo, a proporção total de caranguejos tendo a quela direita ou esquerda hipertrofiada não mostrou diferença significativa da proporção esperada (1:1), corroborando com os resultados obtidos por HALEY, (1969) na costa do Texas para a mesma espécie, onde a quela maior ocorreu em igual proporção (50%) em ambos os lados (direito e esquerdo) entre animais coletados. Já Trott (1987), estudando a população de *O. gaudichaudii* na Costa Rica, observou que a quela maior ocorreu frequentemente do lado esquerdo. No entanto, esse mesmo autor concluiu que a lateralidade da quela em caranguejos do gênero *Ocypode* pode ser considerada bimodal.

A distribuição de frequência de tamanho de *O. quadrada* na Prainha do Canto Verde foi unimodal, sugerindo uma população estável com contínuo recrutamento e taxa de mortalidade constante (DÍAZ; CONDE, 1989; THURMAN, 1985). Embora a distribuição unimodal seja comum em crustáceos decápodos de regiões tropicais, (BEZERRA; MATTHEWS-CASCON, 2006; DÍAZ; CONDE, 1989; RIBEIRO; MATTHEWS-CASCON; BEZERRA, 2012) este resultado diferiu do observado nos trabalhos de Alberto e Fontoura (1999) e Negreiro-Fransozo, Fransozo e Bertini (2002) com a mesma espécie, em regiões subtropicais.

Estudando a população de *O. quadrata*, Alberto e Fontoura (1999) e Negreiro-Fransozo; Fransozo e Bertini (2002) observaram uma distribuição bimodal. Esses autores identificaram dois grupos etários distintos, um formado por indivíduos maiores e outro por jovens, com tamanho entre 8 a 17 mm. É provável que a baixa frequência de indivíduos nas classes de tamanho menores tenha impossibilitado a verificação de uma segunda moda neste trabalho. No entanto, a distribuição de frequência de tamanho de uma população é uma característica dinâmica que pode mudar ao longo do ano, como resultado de reprodução e recrutamento rápido de larvas (THURMAN, 1985).

Em relação ao tamanho dos animais, o valor médio da largura da carapaça dos machos não diferiu significativamente do observado para as fêmeas (não ovígeras e ovígeras)

e igual resultado foi verificado quando se comparou o tamanho médio das fêmeas não ovígera e ovígeras. Similarmente, Negreiro-Fransozo, Fransozo e Bertini (2002), estudando a população de *O. quadrata* em uma praia no sudeste do Brasil, não encontraram diferença significativa entre o tamanho de machos e fêmeas.

A largura máxima da carapaça observada para os machos de *O. quadrata* foi de 50,3 mm, enquanto os valores registrados por Branco *et al.*, (2010) e Negreiro-Fransozo, Fransozo e Bertini (2002) foram de 37,5 mm e 38,0 mm, respectivamente. Considerando as fêmeas não ovígeras, Alberto e Fontoura (1999), Branco *et al.*, (2010) e Negreiro-Fransozo, Fransozo e Bertini (2002) encontraram indivíduos medido até 34,4 mm, 39,2 mm e 38,0 mm de largura da carapaça, respectivamente. Já no presente estudo a maior fêmea capturada mediu 43,55 mm.

Embora a quantidade de fêmeas ovígeras capturadas seja baixa na maioria das pesquisas com *O. quadrata*, o tamanho máximo alcançado por elas tem sido de 29,6 mm (ALBERTO; FONTOURA, 1990), 32,6 mm (CORRÊA *et al.*, 2014), 39,0 mm (NEGREIRO-FRANSOZO; FRANSOZO; BERTINI, 2002) e 41,7 m (presente estudo). A presença de caranguejos maiores na Prainha do Canto Verde pode estar relacionada à disponibilidade de recursos alimentares, visto que esses animais são generalistas, a boa adaptação desses indivíduos ao ambiente, bem como ao baixo impacto antrópico observado na praia, o que possibilita a manutenção de seu habitat.

A ocorrência de fêmeas ovígeras, ao longo do ano, pode indicar o período reprodutivo de uma espécie (LITULO, 2004, 2005b; COSTA; SILVA; NEGREIROS-FRANSOZO, 2006). Trabalhos realizados com *O. quadrata* têm mostrado baixa frequência de fêmeas ovígeras: Alberto e Fontoura (1999) coletaram uma única fêmea ovígera no início do inverno no sul do Brasil; Negreiro-Fransozo; Fransozo e Bertini (2002) capturaram 15 fêmeas ovígeras no sudeste do país, 13 das quais foram coletados no verão; e Corrêa *et al.*, (2014) encontraram 11 fêmeas ovígeras, entre os meses de março, abril e maio. No entanto, Alberto e Fontoura (1999), Branco *et al.*, (2010), Haley (1972), Negreiro-Fransozo; Fransozo e Bertini (2002) sugeriram que a atividade reprodutiva do caranguejo-fantasma *O. quadrata* é contínua, com pico durante o verão, onde se observa um maior acréscimo de jovens nas populações, o que também foi corroborado por Corrêa *et al.*, (2014).

Neste estudo, apenas 7 fêmeas ovígeras foram encontradas e a presença das mesmas coincidiu com os meses de baixa precipitação durante o período de amostragem (Figura 24). De acordo com Pinheiro e Fransozo (2002), picos reprodutivos, representados pela frequência de fêmeas ovígeras encontradas em populações de braquiúros, podem estar

associados a mudanças de certos fatores ambientais, tais como temperatura, latitude, zoneamento, salinidade, fotoperíodo e precipitação.

Negreiros-Fransozo; Fransozo e Bertini (2002) observaram que a temperatura do ar, a temperatura da superfície da água e a pluviosidade correlacionaram-se positivamente com a reprodução de *O. quadrata* na região sudeste do Brasil, com melhores condições de desenvolvimento das gônadas durante a estação quente e chuvosa (verão). Diferentemente, a população dos caranguejos-fantasmas da Prainha do Canto Verde apresentou seu período reprodutivo, delimitado pela ocorrência de fêmeas ovígeras, concentrado na estação seca, época em que ocorrem baixos valores de precipitação. Pinheiro e Fransozo (2002) já haviam sugerido que mudanças no período reprodutivo de uma espécie podem variar de acordo com a latitude. Assim, por apresentarem uma ampla distribuição geográfica, é provável que a espécie *O. quadrata* possa se adaptar a diferentes condições ambientais encontradas em cada região de sua ocorrência.

Em crustáceos, estudos sobre crescimento relativo permitem definir o tipo de alometria no crescimento de diferentes partes do corpo, tais como, carapaça, quelas, apêndices locomotores, abdômen e pleópodos, e relacioná-la as suas funções específicas (GONZÁLEZ-GURRIARÁN; FREIRE, 1994).

A presente contribuição revelou um crescimento alométrico positivo entre a largura da carapaça (LC) e as medidas do comprimento da mesma (CC) e do própodo do quelípodo maior (CP) para machos e fêmeas, bem como entre a largura da carapaça e o comprimento do gonopódio (CG) dos machos. Fransozo, Negreiros-Fransozo e Bertini (2002), estudando a morfometria de *O. quadrata* no sudeste do Brasil, também encontraram um crescimento alométrico positivo para as mesmas relações. Além disso, estes autores também relacionaram a largura da carapaça com o comprimento do abdômen e a altura do própodo do quelípodo maior para ambos os sexos, bem como dividiram todas as relações alométricas analisadas entre juvenis e adultos.

Largura da carapaça é a dimensão do corpo mais usada como variável independente na análise do crescimento relativo de caranguejos, porque representa totalmente as alterações fisiológicas que ocorrem ao longo da sua história de vida (CASTIGLIONI; NEGREIROS-FRANSOZO, 2004). De acordo com Fransozo, Negreiros-Fransozo e Bertini (2002) quando duas medições da carapaça são fortemente correlacionadas, caso observado entre a largura e o comprimento, alterações durante a ontogenia são difíceis de serem percebidas. No entanto, esses mesmos autores verificaram que para *O. quadrata* tal padrão só

foi observado para juvenis do mesmo sexo, porque depois da muda da puberdade a largura da carapaça tem incrementos de crescimento maiores do que o comprimento da mesma.

Para muitos caranguejos, as relações que indicam a importância das dimensões do quelípodo são fundamentais para caracterizar o dimorfismo sexual ou a maturação. As relações observadas com o quelípodo são especialmente relevantes para os machos, visto que esta estrutura é usada em combates intra ou interespecíficos (FRANSOZO; NEGREIROS-FRANSOZO; BERTINI, 2002; MASUNARI *et al.*, 2005; YAMAGUCHI, 2001), bem como durante a reprodução, onde as fêmeas são seguradas e manipuladas pelo quelípodo maior (BACKWELL *et al.*, 1999; POPE, 2000; PRATT *et al.*, 2003; WARNER, 1970; YAMAGUCHI, 2001).

Em caranguejos do gênero *Ocypode* ambos os sexos apresentam um dos quelípodos mais desenvolvido. Embora este fato não caracterize dimorfismo sexual para o grupo, o quelípodo além de ser usado durante o acasalamento pelos machos, também desempenha outras funções importantes para machos e fêmeas, como seu uso na alimentação, na proteção contra predadores e na competição por território (FRANSOZO; NEGREIROS-FRANSOZO; BERTINI, 2002). De acordo com Fransozo, Negreiros-Fransozo e Bertini (2002), a relação entre a largura da carapaça (LC) e o comprimento do própodo do quelípodo maior (CP) para *O. quadrata* mostrou um claro aumento no comprimento do própodo logo após a muda da puberdade.

Segundo Fransozo, Negreiros-Fransozo e Bertini, (2002), as relações que indicam as melhores mudanças no coeficiente alométrico entre juvenis e adultos são as encontradas entre a largura da carapaça e o comprimento do gonopódio para os machos e entre a largura da carapaça e a largura do abdômen para fêmeas. Silva, Hirose e Negreiros-Fransozo (2007) verificaram que a relação entre largura da carapaça e o comprimento do gonopódio é a melhor maneira para estimar a maturidade sexual em caranguejos machos. Estudando a população de *O. quadrata* no Texas, Haley (1969) constatou que o nível de crescimento alométrico do gonopódio varia após a muda de puberdade. Trabalhos realizados por Bertini *et al.*, (2007) e Ribeiro, Matthews-Cascon e Bezerra (2013) mostraram que o crescimento do gonopódio é mais pronunciado em organismos juvenis do que em adultos.

Em representantes da infraordem Brachyura, o crescimento do abdômen normalmente caracteriza um distinto dimorfismo sexual (FRANSOZO, NEGREIROS-FRANSOZO; BERTINI, 2002), visto que o abdômen das fêmeas apresenta um aumento acentuado devido à função dos pleópodos de segurar a massa de ovos e agir como uma câmara de incubação para o desenvolvimento dos mesmos (HARTNOLL, 1974). Neste

trabalho, o comprimento do abdômen não pode ser avaliado, no entanto, ele é de fundamental importância para identificar relações alometrias e estimar a maturidade sexual das fêmeas.

De acordo com Finney e Abele (1981), a taxa de crescimento do abdômen diminui ligeiramente como resultado da maturidade sexual. Ribeiro, Matthews-Cascon e Bezerra (2013) observaram um alto crescimento alométrico positivo em fêmeas jovens de *Sesarma rectum* Randall, 1840, e um crescimento praticamente isométrico em fêmeas adultas. Baseado na relação entre a largura do abdômen e a largura da carapaça, Fransozo, Negreiros-Fransozo e Bertini (2002) verificaram que *O. quadrata* apresenta o mesmo padrão encontrado para a maioria das espécies de caranguejo.

Análises alométricas contribuem para uma melhor compreensão de muitos dos eventos biológicos que ocorrem no ciclo de vida dos animais (GOULD, 1996). Para *O. quadrata*, mudanças notáveis durante a ontogenia foram observadas para o gonopódio e o abdômen (FRANSOZO, NEGREIROS-FRANSOZO; BERTINI, 2002), indicando que o seu desenvolvimento está intimamente ligado a aspectos reprodutivos. Assim, torna-se fundamental a realização de novos estudos sobre crescimento alométrico utilizando todas as medidas corporais possíveis dos indivíduos jovens e adultos, especialmente o comprimento do gonopódio e do abdômen, para que se possa fazer comparações entre o tamanho requerido para alcançar maturidade sexual em diferentes populações.

Considerando que *O. quadrata* apresenta uma ampla distribuição geográfica, este estudo contribuiu para melhor compreensão da biologia populacional e da morfometria da espécie na região nordeste do Brasil, o que permite realizar comparações entre populações de diferentes latitudes.

## 5 CONCLUSÕES

A variação nas proporções de machos e fêmeas, ao longo do período amostral, pode ser atribuída às diferenças comportamentais entre os sexos. Igual proporção entre os lados direito e esquerdo da maior quela foi verificada, indicando que a lateralidade das mesmas pode ser bimodal.

A distribuição de frequência de tamanho unimodal indica que a população do caranguejo *O. quadrata* na praia do Canto Verde está estável.

A presença de caranguejos de maiores tamanhos na praia do Canto Verde pode estar relacionada à disponibilidade de recursos alimentares, a boa adaptação desses indivíduos

ao ambiente, bem como ao baixo impacto antrópico observado na praia, o que possibilita a manutenção de seu habitat.

O baixo número de fêmeas ovíferas encontradas, ao longo dos meses de amostragem, impossibilita que se tire qualquer conclusão sobre o período reprodutivo da espécie na praia do Canto Verde.

As correlações entre a largura da carapaça (LC) e as medidas do comprimento da mesma (CC) e do própodo do quelípodo maior (CP) para machos e fêmeas, bem como entre a largura da carapaça e o comprimento do gonopódio (CG) dos machos indicaram crescimento alométrico positivo entre tais medidas.

## REFERÊNCIAS

ALBERTO, R. M. F.; FONTOURA, N. F. **Distribuição e estrutura etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em praias arenosas do litoral sul do Brasil.** Revista Brasileira de Biologia, v. 59, n. 1, p. 95-108. 1999.

ANTUNES, G. F.; AMARAL, A. P. N.; RIBARCKI, F. P.; WILLAND, E. F.; ZANCAN, D. M.; VINAGRE, A. S. **Seasonal variations in the biochemical composition and reproductive cycle of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) in Southern Brazil.** Journal of experimental zoology, v. 313A, p. 280-291. 2010.

ARAÚJO, C. C. V.; ROSA, D. M.; FERNANDES, J. M. **Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil.** Biotemas, v. 21, n. 4, p. 73-80. 2008.

BACKWELL, P. R. Y.; JENNIONS, M. D.; CHRISTY, J. H.; PASSMORE, N. I. **Female choice in the synchronously waving fiddler crab *Uca annulipes*.** Ethology, v. 105, n. 5, p. 415-421. 1999.

BEDÊ, L. M.; OSHIRO, L. M. Y.; MENDES, L. M. D.; SILVA, A. A. **Comparação da estrutura populacional das espécies de *Uca* (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) no Manguezal de Itacuruçá, Rio de Janeiro, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 25, n. 4, p. 601-607. 2008.

BENETTI, A. S.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. **Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast.** Iheringia, Série Zoologia, v. 94, n. 1, p. 67-72. 2004.

BERTINI, G.; BRAGA, A. A.; FRANSOZO, A.; CORRÊA, M. O. D.; FREIRE, F. A. M. **Relative growth and sexual maturity of the stone crab *Menippe nodifrons* Stimpson, 1859 (Brachyura, Xanthoidea) in southeastern Brazil.** Brazilian Archives of Biology and Technology, v. 50, n. 2, p. 259-267. 2007.

BEZERRA, L. E. A.; MATTHEWS-CASCON, H. **Population structure of the fiddler crab *Uca leptodactyla* Rathbun, 1898 (Brachyura: Ocypodidae) in a tropical mangrove of northeast Brazil.** *Thalassa*, v. 22, n. 1, p. 65-74. 2006.

BEZERRA, L. E. A.; MATTHEWS-CASCON, H. **Population and reproductive biology of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea: Ocypodidae) in a tropical mangrove from northeast Brazil.** *Acta Oecologica*, v. 31, n. 3, p. 251-258. 2007.

BLANKENSTEYN, A. **O uso de caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustácea, Ocypodidae) como indicador de impacto antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil.** *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, n. 3, p. 870-876. 2006.

BRANCO, J. O.; HILLESHEIM, J. C.; FRACASSO, H. A. A.; CHRISTOFFERSEN, M. L.; EVANGELISTA, C. L. **Bioecology of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the Southwestern Atlantic.** *Journal of Shellfish Research*, v. 29, n. 2, p. 503-512. 2010.

BROWN, J. H. **Why are there so many species in the tropics?** *Journal Biogeografic*, v. 4, p.8-22. 2014.

CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. **Comparative analysis of the relative growth of *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in São Paulo, Brazil.** *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 21, n. 1, p. 137-144. 2004.

CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. **Ciclo reprodutivo do caranguejo violinista *Uca rapax* (Smith) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) habitante de um estuário degradado em Paraty, Rio de Janeiro, Brasil.** *Revista Brasileira de Zoologia*, v. 23, n. 2, p. 331-339. 2006.

CASTIGLIONI, D. S.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. ; MORTARI, R. C. **Biologia populacional do caranguejo violinista *Uca rapax* (Smith, 1870) (Crustacea, Ocypodidae), proveniente de uma área de manguezal degradado em Paraty, RJ, Brasil.** *Atlântica*, v. 28, n. 2, p. 73-86. 2006.

CORRÊA, M. O. D. A.; ANDRADE, L. S.; COSTA, R. C.; CASTILHO, A. L.; BERTINI G.; FRANZOZO, A. **Vertical distribution by demographic groups of ghost crab *Ocypode quadrata* (Crustacea: Brachyura).** *Versita Biologia (Section Zoology)*, v. 69, n. 7, p. 905-915. 2014.

COSTA, T. M.; NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. **Population biology of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Brachyura, Ocypodidae) in a subtropical South America mangrove area: results from transect and catch-per-unit-effort techniques.** *Crustaceana*, v. 75, p. 1201–1218. 2002.

COSTA, T. M.; SILVA, S. M. J. & NEGREIROS-FRANZOZO, M. L. **Reproductive pattern comparison of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 and *U. uruguayensis* Nobili, 1901 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae).** *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v. 49, n. 1, p. 117-123. 2006.

- COSTA, T.; SOARES-GOMES, A. S. **Relative growth of the fiddler crab *Uca rapax* (Smith) (Crustacea: Decapoda: Ocypodidae) in a tropical lagoon (Itaipu), southeast Brazil.** Pan-American Journal of Aquatic Sciences, v. 3, n. 2, p. 94-100. 2008.
- COSTA, T.; SOARES-GOMES, A. S. **Population structure and reproductive biology of *Uca rapax* (Decapoda: Ocypodidae) in a tropical coastal lagoon, southeast Brazil.** Zoologia, v. 26, n. 4, p. 647–657. 2009.
- DALABONA, G.; SILVA, J. L.; PINHEIRO, M. A. A. **Size at morphological maturity of *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1753) (Brachyura, Ocypodidae) in the Laranjeiras Bay, Southern Brazil.** Brazilian Archives of Biology Technology, v. 48, n. 1, p. 139-145. 2005.
- DÍAZ, H.; CONDE, J. E. **Population dynamics and life history of the mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura: Grapsidae) in a marine environment.** Bulletin of Marine Science, v. 45, n. 1, p. 148-163. 1989.
- EMMERSON, W. D. **Seasonal breeding cycles and sex ratios of eight species of crabs from Mgazana, a mangrove estuary in Transkei, South Africa.** Journal of Crustacean Biology, v. 14, p. 158–168. 1994.
- FINNEY, W.C. & ABELE, L. **Allometric variation and sexual maturity in the obligate coral comensal *Trapezia ferruginea* Latreille (Decapoda, Xanthidae).** Crustaceana, v. 1, n. 2, p. 113-129. 1981.
- FISHER, R. A. **The genetical theory of natural selection.** Oxford, Oxford University Press, 318p. 1930.
- FONTELES-FILHO, A. **Recursos pesqueiros: biologia e dinâmica populacional.** Fortaleza, Imprensa Oficial do Ceará. 296 p. 1989.
- FRANSOZO, A.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; BERTINI, G. **Morphometric study of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Brachyura, Ocypodidae) from Ubatuba, São Paulo, Brazil.** In: ESCOBAR-BRIONES, E.; ALVAREZ, F. eds. **Modern approaches to the study of crustacea.** New York, Kluwer Academic/Plenum Publishers, v. 1, p. 189–195. 2002.
- GALDINO, J. W. **Reserva extrativa marinha (Resex) da Prainha do Canto Verde: a comunidade concretizando um sonho.** Raízes, v. 32, n. 2, p. 153-165. 2012.
- GONZÁLEZ-GURRIARÁN, E.; FREIRE, J. **Sexual maturity in the velvet swimming crab *Necora puber* (Brachyura, Portunidae): morphometric and reproductive analysis.** Journal of Marine Science, v. 51, p. 133-145. 1994.
- GOULD, S. J. **Allometry and size in ontogeny and phylogeny.** Biol Revista, v. 41, p. 587-640. 1996.
- HALEY, S. R. **Relative growth and sexual maturity of the Texas Ghost Crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae).** Crustaceana, v. 17, n. 3, p. 285-297. 1969.
- HALEY, S R. **Reproductive cycling in the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Brachyura, Ocypodidae).** Crustaceana, v. 23, p.1-11. 1972.

- HARTNOLL, R. G. **Reproduction in the burrowing crab, *Corystes cassivelaunus* (Pennant, 1777) (Decapoda, Brachyura).** Crustaceana, v. 15, p. 165-170. 1968.
- HARTNOLL, R. G. **Variation in growth patterns between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda: Brachyura).** Crustaceana, v. 27, n. 2, p. 131-136. 1974.
- HARTNOLL, R. G. Growth. In: BLISS, E. D. ed. **The biology of Crustacea: embryology, morphology and genetics.** New York, Academic Press. v.2, p.11-196. 1982.
- IPECE – Instituto de Pesquisa e Estratégia Econômica do Ceará. 2015. Perfil Básico Municipal 2014 (Beberibe). Disponível em <[http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil\\_basico/perfil-basico-municipal-2014.html](http://www.ipece.ce.gov.br/publicacoes/perfil_basico/perfil-basico-municipal-2014.html)> Acessado em Setembro de 2014.
- JOHNSON, P. T. J. **Biased sex ratios in fiddler crabs (Brachyura: Ocypodidae): a review and evaluation of the influence of sampling method, size class and sex-specific mortality.** Crustaceana, v. 76, n. 5, p. 559-580. 2003.
- LARDIES, M. A.; ROJAS, J. M.; WEHRTMAN, I. S. **Breeding biology and population structure of the intertidal crab *Petrolisthes laevigatus* (Anomura: Porcellanidae) in central-southern Chile.** Journal of Natural History, v. 38, p. 375–388. 2004.
- LITULO, C. **Reproductive aspects of a tropical population of the fiddler crab *Uca annulipes* (H. Milne Edwards, 1837) (Brachyura: Ocypodidae) at Costa do Sol Mangrove, Maputo Bay, southern Mozambique.** Hydrobiologia, v. 525, p. 167–173. 2004.
- LITULO, C. **Population structure and reproductive biology of the fiddler crab *Uca inversa* (Hoffman, 1874) (Brachyura: Ocypodidae).** Acta Oecologica, v. 27, p. 135–141. 2005a.
- LITULO, C. **Population biology of the fiddler crab *Uca annulipes* (Brachyura: Ocypodidae) in a tropical East African mangrove (Mozambique).** Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 62, p. 283–290. 2005b.
- MAGALHÃES, W. F.; LIMA, J. B.; BARROS, F. & DOMINGUEZ, J. M. L. **Is *Ocypode quadrata* (fabricius, 1787) a useful tool for exposed sandy beaches management in Bahia State (Northeast Brazil)?** Brazilian Journal of Oceanography, v. 57, n. 2, p.149-152. 2009.
- MASUNARI, S.; SWIECH-AYOUB, B. P. **Crescimento relativo em *Uca leptodactyla* Rathbun (Crustacea Decapoda Ocypodidae).** Revista Brasileira de Zoologia, v. 20, n. 3, p. 487–491. 2003.
- MASUNARI, S.; DISSENHA, N.; FALCÃO, R. C. **Crescimento relativo e destreza dos quelípodos de *Uca maracoani* (Latreille) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) no baixio Mirim, Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 22, n. 4, p. 974-983. 2005.
- MCLACHLAN A.; BROWN A. C. **Ecology of sandy shores.** Amsterdam, Elsevier. 328p. 2006.
- MELO, G. A. S. **Manual de identificação de brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro.** São Paulo (Fapesp), Plêiade. 603p. 1986.

- MONTAGUE, C. L. **A natural history of temperate western Atlantic fiddler crabs (genus *Uca*) with reference to their impact on the salt marsh.** Contributions in Marine Science, v. 23, p. 25-55. 1980.
- NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A.; BERTINI, G. **Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda, Ocypodidae) at a sandy beach in southeastern Brazil.** Journal of Crustacean Biology, v. 22, n. 1, p. 157-161. 2002.
- NEVES, F. M.; BEMVENUTI, C. E. **The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil.** Biological Conservation, v. 133, p. 431-435. 2006a.
- POPE, D. S. **Testing function of fiddler crab claw waving by manipulating social context.** Behavioral Ecology and Sociobiology, v. 47, p. 432-437. 2000.
- PINHEIRO, M. A. A.; FRANSOZO, A. **Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura: Portunidae) on the Brazilian coast near 23°30'S.** Journal of Crustacean Biology, v. 22, n. 2, p. 416-428. 2002.
- POMBO, M.; TURRA, A. **Issues to be considered in counting burrows as a measure of atlantic ghost crab populations, an important bioindicator of sandy beaches.** Plos One, v. 8, n. 12, p. e83792. 2013.
- PRATT, A. E.; MCLAIN, D. K.; LATHROP, G. R. **The assessment game in sand fiddler crab contests for breeding burrows.** Animal Behaviour, v. 65, p. 945-955. 2003.
- RIBEIRO, F. B.; MATTHEWS-CASCON, H.; BEZERRA, L. E. A. **Population structure and reproductive biology of the crab *Sesarma rectum* Randall, 1840 (Brachyura, Sesarmidae) in an impacted tropical mangrove in northeast Brazil.** Crustaceana, v. 85, n. 2, p.173-188. 2012.
- RIBEIRO, F. B.; MATTHEWS-CASCON, H.; BEZERRA, L. E. A. 2013. **Morphometric sexual maturity and allometric growth of the crab *Sesarma rectum* Randall, 1840 (Crustacea: Sesarmidae) in an impacted tropical mangrove in northeast Brazil.** Latin American Journal of Aquatic Research, v. 41, n. 2, p. 361-368.
- ROBERTSON, J. R.; PFEIFFER W. J. **Deposit-feeding by the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius).** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 56, p. 165-177. 1982.
- ROCHA-BARREIRA, C. A. Macrofauna bentônica de praias arenosas no litoral cearense. In: CLAUDINO-SALES, V. ed. **Ecosistemas brasileiros: manejo e conservação.** Fortaleza, Expressão Gráfica. p. 245-252. 2003.
- ROSA, L. C.; BORZONE, C. A. **Spatial distribution of the *Ocypode quadrata* (Crustacea: Ocypodidae) along estuarine environments in the Paranaguá Bay Complex, southern Brazil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 25, n. 3, p. 383-388. 2008.
- RUPPERT, E. E.; FOX, R. S.; BARNES, R. D. **Zoologia dos invertebrados: uma abordagem funcional-evolutiva.** São Paulo, Roca. 1145p. 2005.

SANTOS, M. C. F.; MOREIRA, G. S. **Time course of osmoionic compensations to acute salinity exposure in the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787)**. Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 235, p. 91–104. 1999.

SCHOBBER, U. M.; CHRISTY, J. H. **Sand disposal of the painted ghost crab *Ocypode gaudichaudii* (Decapoda: Ocypodidae): a possible role in courtship**. Marine Biology, v. 116, p. 53-60. 1993.

SEMACE. 2015. **Reserva Extrativista Prainha do Canto Verde**. Disponível em < <http://www.semace.ce.gov.br/monitoramento/areas-naturais-protetidas/ucs-federais/> > Acessado em Setembro de 2015.

SILVA, S. M. J.; HIROSE, G.L.; NEGREIROS-FRANSOZO, M. L. **Population dynamic of *Sesarma rectum* (Crustacea, Brachyura, Sesarmidae) from a muddy flat under human impact, Paraty, Rio de Janeiro, Brazil**. Iheringia, Série Zoologia, v. 97, n. 2, p. 207-214. 2007.

SOUZA, J. R. B.; LAVOIE, N.; BONIFÁCIO, P. H.; ROCHA, C. M. C. **Distribution of *Ocypode quadrata* (fabricius, 1787) on sandy beaches of northeastern Brazil**. Atlântica, v. 30, n. 2, p. 139-145. 2008.

STRACHAN, P. H.; SMITH, R. C.; HAMILTON, D. A. B.; TAYLOR A. C.; ATKINSON, R. J. A. **Studies on the ecology and behaviour of the ghost crab, *Ocypode cursor* (L.) in northern Cyprus**. Scientia Marina, v. 63, n. 1, p. 51-60. 1999.

THURMAN, C. L. **Evaporative water loss, corporal temperature and the distribution of sympatric fiddler crabs (*Uca*) from south Texas**. Comparative Biochemistry Physiology A, v. 119, p. 279-286. 1985.

TROTT, T. J. **The prevalence of left-handedness in the painted ghost crab *Ocypode gaudichaudii* H. Milne Edwards & Lucas (Decapoda Brachyura, Ocypodidae)**. Crustaceana, v. 52, n. 2, p. 213-215. 1987.

TURRA, A.; GONÇALVES, M. A. O.; DENADAI, M. R. **Spatial distribution of the ghost crab, *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beach**. Journal of Natural History, v. 39, n. 23, p. 2163-2177. 2005.

VINAGRE, A. S.; AMARAL, A. P. N.; RIBARCKI, F. P.; SILVEIRA, E. F.; PÉRICO, E. **Seasonal variation of energy metabolism in ghost crab *Ocypode quadrata* at Siriú beach (Brazil)**. Comparative Biochemistry and Physiology, v. 146, p. 514-519. 2007.

WOLCOTT, T. G. **Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: scavengers or predators?** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 31, p. 67-82. 1978.

WARNER, G. F. **Behaviour of two species of grapsid crab during intraspecific encounters**. Behaviour, v. 36, n. 1, p. 9 - 19. 1970.

YAMAGUCHI, T. **Dimorphism of chelipeds in the fiddler crab, *Uca arcuata***. Crustaceana, v. 74, n. 9, p. 913 - 923. 2001.

ZAR, J. H. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice-Hall Inc. 620p. 1996.

### **CAPÍTULO 3**

**VARIAÇÃO ESPAÇO-TEMPORAL DE *Ocypode quadrata* FABRICIUS, 1787  
(BRACHYURA-OCYPODIDAE) EM DUAS PRAIAS ARENOSAS COM DIFERENTES  
GRAUS DE IMPACTO ANTRÓPICO NO LITORAL CEARENSE – NORDESTE DO  
BRASIL**

## 1 INTRODUÇÃO

As praias arenosas são um dos ecossistemas mais intensamente utilizados pelo homem (SCHLACHER *et al.*, 2006) e compreendem um dos ambientes costeiros mais importantes do mundo, pois proporcionam habitat para vertebrados ameaçados, suportam uma subestimada biodiversidade de invertebrados e prestam serviços e benefícios econômicos essenciais à humanidade (LUCREZI; SCHLACHER; WALKER, 2009).

O rápido desenvolvimento das zonas litorâneas vem aumentando em todo o mundo, ocasionado principalmente pelo crescimento exponencial das populações costeiras, o que leva ao crescente aumento das pressões humanas sobre os ecossistemas de praias arenosas (SCHLACHER *et al.*, 2006, 2007). Esse acelerado desenvolvimento ameaça a integridade ecológica das praias arenosas, pois acarreta uma série de impactos nesses ambientes.

A destruição de dunas para construção de estradas e edifícios (BARROS, 2001), a blindagem da linha de costa (DUGAN *et al.*, 2008), a redução do habitat de animais selvagens (YASUE'; DEARDEN, 2006), a poluição e a limpeza artificial das praias (JUNOY *et al.*, 2005; GHESKIERE *et al.*, 2006), além dos impactos causados pelas atividades recreativas e turísticas (por exemplo pisoteio humano e trânsito de veículos) (BARROS, 2001; VIANA, 2006) são alguns dos principais impactos que afetam os ecossistemas de praias arenosas.

Nos últimos anos, indicadores ecológicos estão sendo amplamente utilizados para avaliar a natureza, gravidade e âmbito espacial dos impactos humanos (LUCREZI; SCHLACHER; ROBINSON, 2009). Assim, com o intuito de avaliar efetivamente os impactos das atividades antrópicas nas praias arenosas, muitos estudos têm utilizado a fauna desses ambientes como indicadores biológicos.

Estudos utilizando a macrofauna bentônica em geral (ACUÑA; JARAMILO, 2015; SCHLACHER; RICHARDSON; MCLEAN, 2008), o poliqueta *Euzonus furciferus* (VIANA, 2008), os crustáceos *Talitrus saltator*, *Atlantorchestoidea brasiliensis* (VELOSO *et al.*, 2008; CARDOSO *et al.*, 2016) e *Emerita brasiliensis* (CARDOSO *et al.*, 2016) foram realizados para verificar o impacto antrópico sobre as praias arenosas. No entanto, os principais indicadores biológicos utilizados para avaliar os impactos antropogênicos em praias arenosas são os caranguejos do gênero *Ocypode* Weber, 1795 (BARROS, 2001; BLANKENSTEYN, 2006; GIRÃO, 2009; HOBBS; LANDRY; PERRY, 2008; JONAH *et al.* 2015; LUCREZI; SCHLACHER, 2010; LUCREZI; SCHLACHER; ROBINSON, 2009; LUCREZI; SCHLACHER; WALKER, 2009; MOSS; MCPHEE, 2006; NEVES; BEMVENUTI, 2006;

NORIEGA; SCHLACHER; SMEUNINX, 2012; POMBO; TURRA, 2013; SCHLACHER, THOMPSON; PRICE, 2007).

Os caranguejos-fantasmas são atraentes como indicadores ecológicos por uma série de razões: são distribuídos em regiões tropicais, subtropicais e temperadas quentes; ocorrem no mesolitoral superior, no supralitoral e em áreas de dunas; são relativamente grandes, muitas vezes localmente abundantes, e não requerem ferramentas especializadas para amostragem; sua taxonomia é bem conhecida e são de fácil identificação; e por construírem tocas semipermanentes com aberturas claramente visíveis na praia superfície (LUCREZI; SCHLACHER, 2014;. SCHLACHER *et al.*, 2016; SCHOEMAN *et al.*, 2015). Outro fator importante para a adoção generalizada dos representantes deste gênero como indicadores ecológicos é a possibilidade de sua estimativa de abundância e de seu tamanho corporal poderem ser feitos a partir de contagens e medições do tamanho das tocas, sem a necessidade de capturar os organismos (BARROS, 2001; SCHLACHER *et al.*, 2016).

No litoral do Brasil, o gênero é representado pela espécie *Ocypode quadrata* Fabricius, 1787 que, como as demais espécies do grupo, são sensíveis a perturbações humanas, respondendo negativamente as mesmas. Inúmeros trabalhos já foram realizados com *O. quadrata* nas praias brasileiras, incluindo estudos utilizando a espécie como indicadora de impactos antrópicos (BLANKENSTEYN, 2006; GIRÃO, 2009; NEVES; BEMVENUTI, 2006; POMBO; TURRA, 2013). No entanto, a maioria desses estudos não incluiu avaliações temporais, o que é fundamental para real compreensão dos efeitos que esses impactos provocam nas populações ao longo do tempo.

Assim, o presente estudo teve como objetivos avaliar a densidade e o tamanho das tocas de *O. quadrata* em duas praias com diferentes intensidades de perturbações humanas e verificar possíveis variações sazonais nas populações que habitam essas praias.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **Área de Estudo**

Para realização deste trabalho foram escolhidas duas praias do litoral cearense com diferentes graus de impactos antrópicos. A praia do Futuro e a prainha do Canto Verde estão localizadas nos municípios de Fortaleza e Beberibe, respectivamente (FIGURA 25).

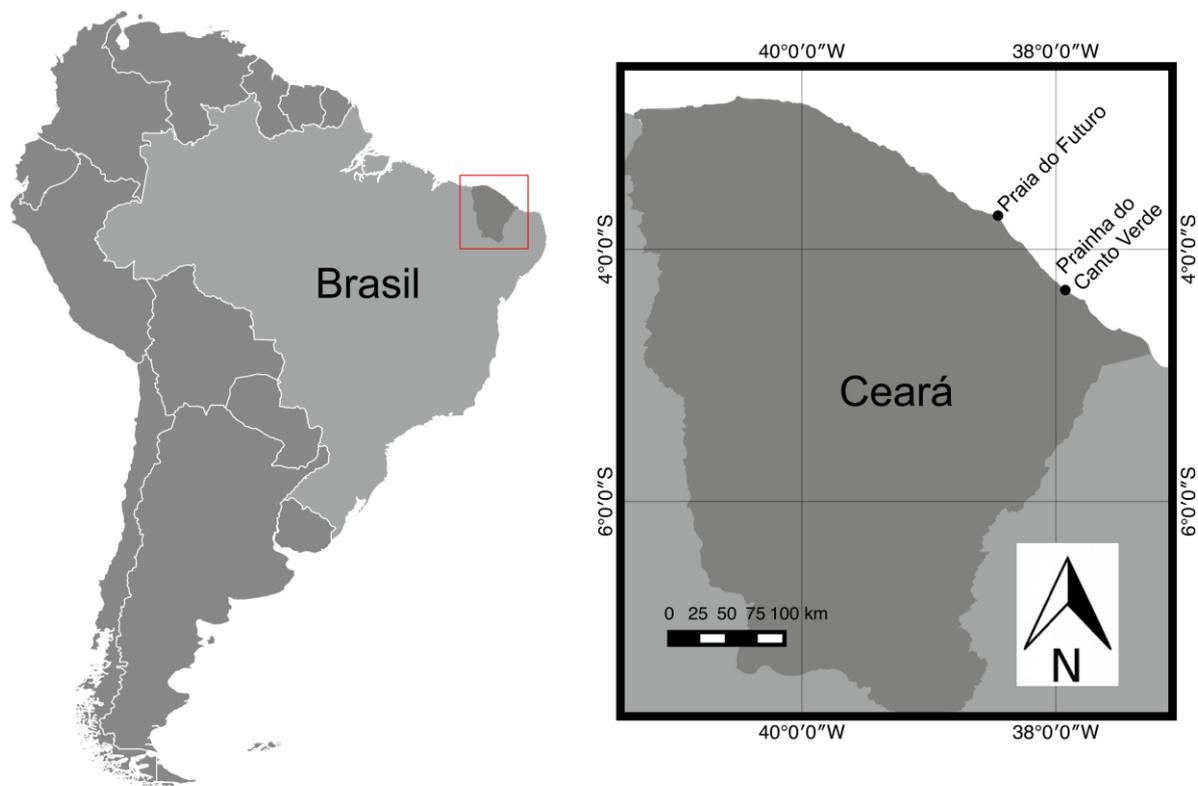
A Praia do Futuro é uma das mais conhecidas praias do Nordeste brasileiro e representa atrativo turístico para os visitantes da cidade de Fortaleza. Sendo uma das praias mais populares da cidade, a praia do Futuro tem aproximadamente 8 km de extensão e possui um corredor de "barracas". As barracas da praia do Futuro são empreendimentos turísticos que possuem estrutura operacional com instalações diversificadas, com estruturas físicas de pequeno até grande porte. No entanto, estas estão situadas na faixa de praia, área de uso comum da população, onde construções são proibidas por lei (CARLOS *et al.*, 2014). A presença das barracas da praia do Futuro provoca uma série de impactos nesse ambiente, seja com relação à dinâmica sedimentar local ou com relação à fauna que habita esses ecossistemas (redução do habitat, pressão do pisoteio sobre a própria fauna, etc).

A prainha do Canto Verde localiza-se no litoral leste do Ceará, no município de Beberibe, que fica a 126 km de Fortaleza. Esta praia é uma Reserva Extrativista Marinha (Resex) desde 2009, sendo administrada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio). Possui uma população de aproximadamente 1.100 habitantes, com cerca de 200 famílias que vivem da pesca artesanal marítima, agricultura de subsistência, artesanato e de atividades relacionadas ao turismo comunitário. Considerada uma comunidade pesqueira tradicional, pela importância dada à unidade familiar e às relações de parentesco, a vila de pescadores do Canto Verde é um dos exemplos de política comunitária no Ceará (MENDONÇA; IRVING, 2004).

### **Amostragem**

A densidade e o diâmetro das tocas de *Ocypode quadrata* foram analisados mensalmente entre março de 2013 e fevereiro de 2014 nas praias do Futuro e Canto Verde. As amostragens foram realizadas no início da manhã (temperatura mais amena) durante maré baixa de sizígia e para cada praia foram demarcadas 15 transversais perpendiculares à linha d'água, distantes 10 m entre si. Cada transversal cobriu uma faixa de 10 m de largura estendendo-se desde 5 m abaixo da marca de maré alta até o local limite de ocorrência das tocas. No interior de cada uma destas transversais, que foram divididas em quadrados contínuos de 5 m x 10 m, foram contadas e tomadas medidas do diâmetro das tocas do caranguejo.

Figura 25 - Mapa do estado do Ceará, com a localização da praia do Futuro e da Prainha do Canto Verde.



Fonte: Jadson Pinto de Lima (2016).

Em todas as amostragens foram registradas a temperatura do ar e do sedimento com o auxílio de um termômetro digital. A temperatura do sedimento foi registrada em três pontos: na linha do deixa da maré alta, no limite de ocorrência das tocas de *Ocypode quadrata* e no ponto médio entre estes.

Para determinar a resistência do substrato, o grau de compactação do sedimento também foi medido em triplicata nos três pontos acima citados. A intensidade de 10 KgF foi aplicada em todas as medições usando um penetrômetro manual com ponteira cônica de aço de cerca de 1 cm de diâmetro com leitura direta em  $\text{KgF.cm}^{-2}$  (VIEIRA; CALLIARI; OLIVEIRA, 2004). A profundidade de penetração do aparelho no substrato foi medida com o auxílio de uma régua e, posteriormente, a intensidade da força aplicada foi dividida por essa medida obtendo, assim, o real valor de compactação.

Em cada praia, amostras de sedimento foram coletadas em triplicata na linha do deixa da maré alta, no limite de ocorrência das tocas de *Ocypode quadrata* e no ponto médio entre estes, bem como no mesolitoral e no infralitoral para análise granulométrica. Essas amostras foram levadas ao Laboratório de Oceanografia Geológica do Instituto de Ciências do

Mar/UFC onde o sedimento foi inicialmente colocado em estufa a 60°C até perder toda a umidade. De cada amostra já seca, foi retirada uma quantidade de 100 g, que foi lavada em água corrente, usando-se uma malha de 0,062 mm, para a separação das frações de lama e areia. O sedimento lavado foi novamente levado à estufa para nova secagem.

Posteriormente, as amostras já secas foram depositadas num jogo de peneiras GRANUTEST® e agitadas em um *rot up* por cerca de 10 minutos, para a separação das classes de areia e cascalho, de acordo com a classificação de Suguio (1973). As amostras dispostas em cada peneira foram pesadas em balança analítica de alta precisão BIOPRECISA® e os dados foram processados no programa ANASED 5j®, desenvolvido pelo Laboratório de Geologia Marinha do Departamento de Geologia/UFC, para obtenção dos parâmetros granulométricos.

Para a quantificação de matéria orgânica e carbonato, o sedimento foi coletado em triplicata apenas na linha do deixa da maré alta em cada praia estudada, local onde existe maior acúmulo de detrito depositado pelas ondas ao longo das praias arenosas. A análise do teor de matéria orgânica no sedimento foi realizada de acordo com o método gravimétrico, em que se afere o peso de um cadinho vazio e depois contendo 2 g de sedimento; em seguida este cadinho é colocado em um forno mufla a 450°C por duas horas. Após atingirem temperatura ambiente, os cadinhos são novamente pesados. O teor de matéria orgânica [MO] no sedimento foi obtido pela expressão:  $[MO] = (mc \times 100) / ms$ , sendo que “mc” é o valor da massa perdida após calcinação; e “ms”, a massa do sedimento.

As amostras para as análises de carbonato no sedimento foram processadas de acordo com o método do Calcímetro de Bernard, que utiliza um sistema de vasos comunicantes. De cada amostra pesaram-se 0,5 g de sedimento, tratado com 2 ml de HCl a 10% num Erlenmeyer modificado, conectado ao sistema. O carbonato presente na amostra reage com o HCl e libera CO<sub>2</sub>, que passa pelo orifício e desloca a água dentro do sistema. Os percentuais de CaCO<sub>3</sub> de cada amostra foram obtidos em proporção a uma amostra padrão de CaCO<sub>3</sub>.

Para definir aspectos da morfodinâmica das praias, foram realizados perfis topográficos pelo método de nivelamento utilizando um aparelho de leitura topográfica (nível) e régua de leitura. Cada perfil foi realizado perpendicularmente à praia a cada 10 passos, iniciando-se no limite de ocorrência das tocas de *O. quadrata* até um pontos depois de atingir a linha d'água, compreendendo a zona entremarés.

Dados sobre a velocidade do vento no dia da coleta foram obtidos do BDMEP/INMEP (Bancos de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa/Instituto Nacional de Meteorologia), enquanto os dados de altura da maré alta da manhã de coleta e da amplitude

da maré foram obtidos do BNDO/CHM (Banco Nacional de Dados Oceanográficos/Centro de Hidrografia da Marinha), assim como os de precipitações pluviométricas foram obtidos junto à Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos (FUNCEME).

### **Análise dos dados**

Para a realização dos testes estatísticos, os quadrados de 5 m x 10 m de cada transversal foram agrupados de acordo com as diferentes zonas ou fisiografias presentes em cada praia: entremarés (EM), zona de detrito (ZD), supralitoral (SP) e dunas (DN).

Os dados referentes às variáveis ambientais, matéria orgânica, carbonato, tamanho do grão e compactação do sedimento, foram comparados para verificar diferenças significativas entre as praias do Canto Verde e Futuro utilizando o teste t de Student, tendo em vista que os pré-requisitos de normalidade e homocedasticidade foram atingidos.

Para verificar diferenças na densidade de tocas entre os meses em cada praia estudada, foi utilizado o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, visto que os dados não atingiram os requisitos necessários para realização da análise de variância paramétrica. Este mesmo teste foi aplicado para realizar comparações entre as zonas dentro de cada mês, considerando cada praia.

Objetivando analisar a densidade de tocas entre as duas praias dentro de cada mês de amostragem, foi aplicado o teste não paramétrico de Mann-Whitney, o qual também foi utilizado para verificar diferenças entre a densidade de tocas entre as duas praias para cada zona delimitada. As mesmas comparações e os respectivos testes aplicados para densidade de tocas neste trabalho, também foram utilizados para avaliar o diâmetro das tocas de *Ocypode quadrata*.

Correlações não-paramétricas foram aplicadas para observar relações entre os parâmetros ambientais (temperatura do ar, temperatura do sedimento, velocidade do vento, granulometria e compactação do sedimento, matéria orgânica, carbonato, altura da maré alta da manhã, amplitude da maré, inclinação da praia, extensão da praia e altura do perfil praial) e a densidade das tocas do caranguejo em cada praia, bem como entre o diâmetro das tocas. Para tal, foi utilizado o coeficiente de correlação por postos de Spearman (R). Todas as análises foram realizadas utilizando o software STATISTICA 7.0, com nível de 5% de significância.

### 3 RESULTADOS

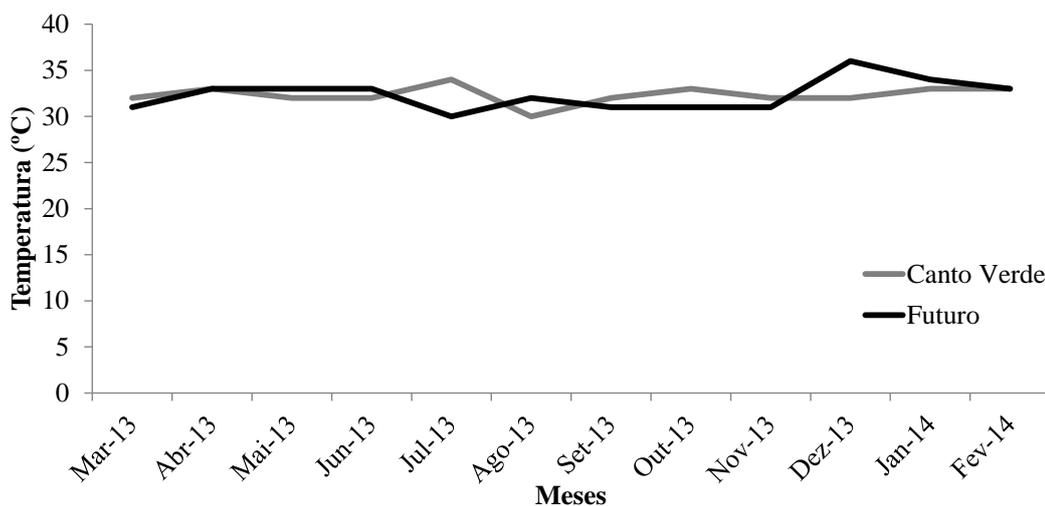
#### Variáveis ambientais

A temperatura do ar variou de 30°C (agosto de 2013) a 34°C (julho de 2013) na praia do Canto Verde e de 30°C (julho de 2013) a 36°C (dezembro de 2013) na praia do Futuro, ao longo do período de estudo (FIGURA 26). Já a temperatura da água variou de 30°C a 32°C em ambas as praias, durante os meses de amostragem (FIGURA 27).

O maior valor de temperatura média do sedimento foi registrado para o mês de dezembro de 2013 em ambas as praias estudadas (Canto Verde = 38,8°C; Futuro = 35,7°C), enquanto os menores valores foram obtidos no mês de agosto de 2013, para a praia do Canto Verde (30,9°C), e setembro do mesmo ano para a praia do Futuro (30,3°C) (FIGURA 28).

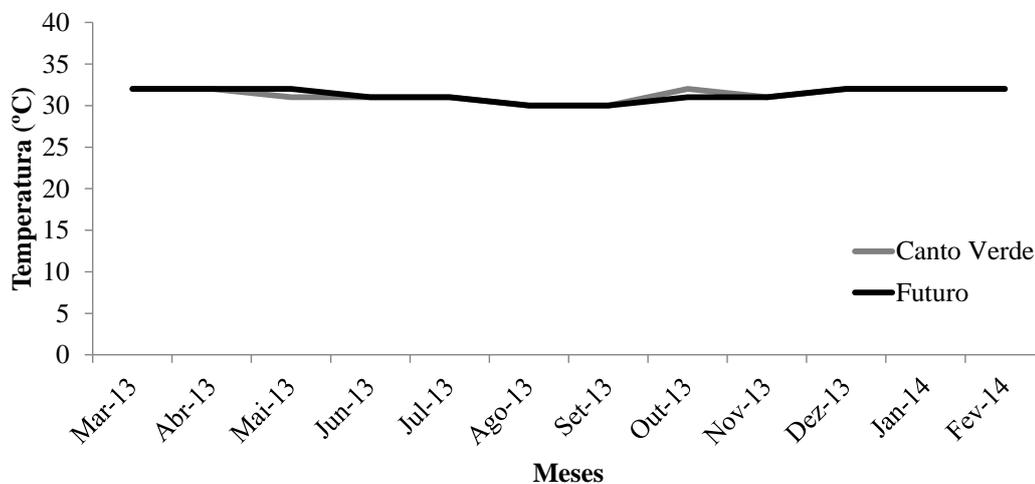
Na praia do Canto Verde, os maiores valores de precipitação mensal foram registradas para os meses de abril (333 mm) e março de 2013 (128 mm) (FIGURA 29). No entanto, a precipitação mensal verificada para a praia do Futuro foi maior nos meses de abril e junho de 2013, com valores iguais a 234 mm e 182,8 mm nos respectivos meses (FIGURA 30).

Figura 26 - Temperatura do ar obtida nos dias de coleta nas praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de estudo.



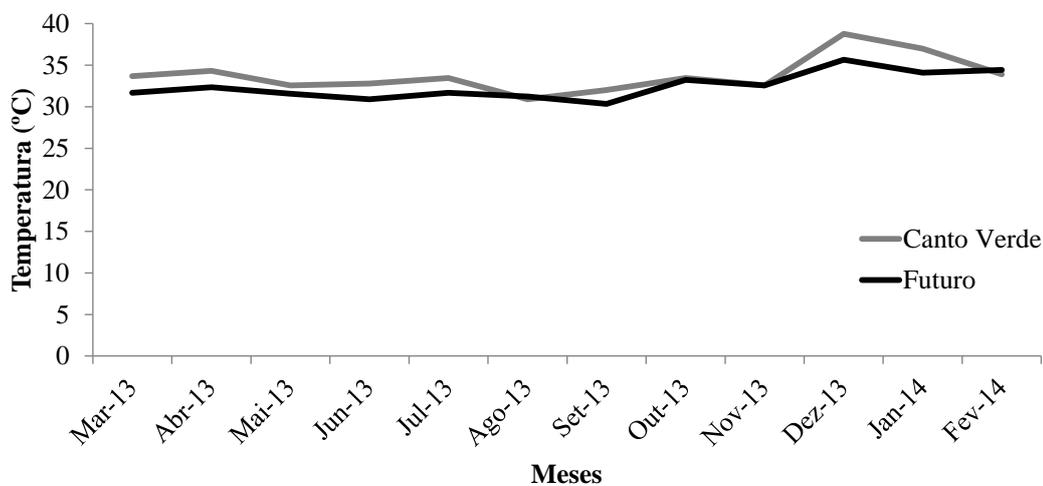
Fonte: A autora (2016).

Figura 27 - Temperatura da água do mar obtida nos dias de coleta nas praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de estudo.



Fonte: A autora (2016)

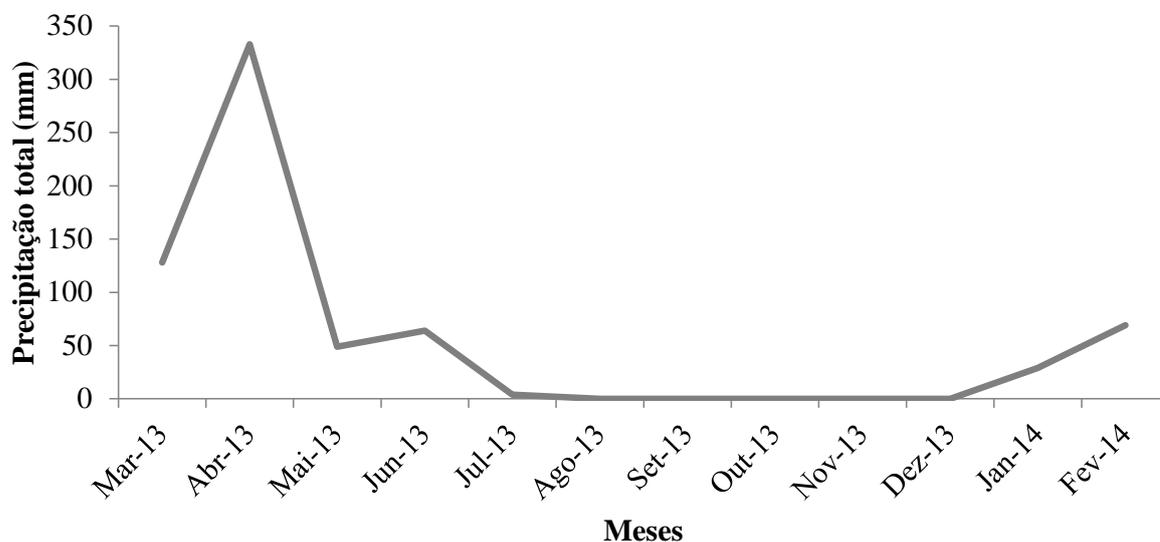
Figura 28 - Temperatura média do sedimento obtida nos dias de coleta nas praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de estudo.



Fonte: A autora (2016).

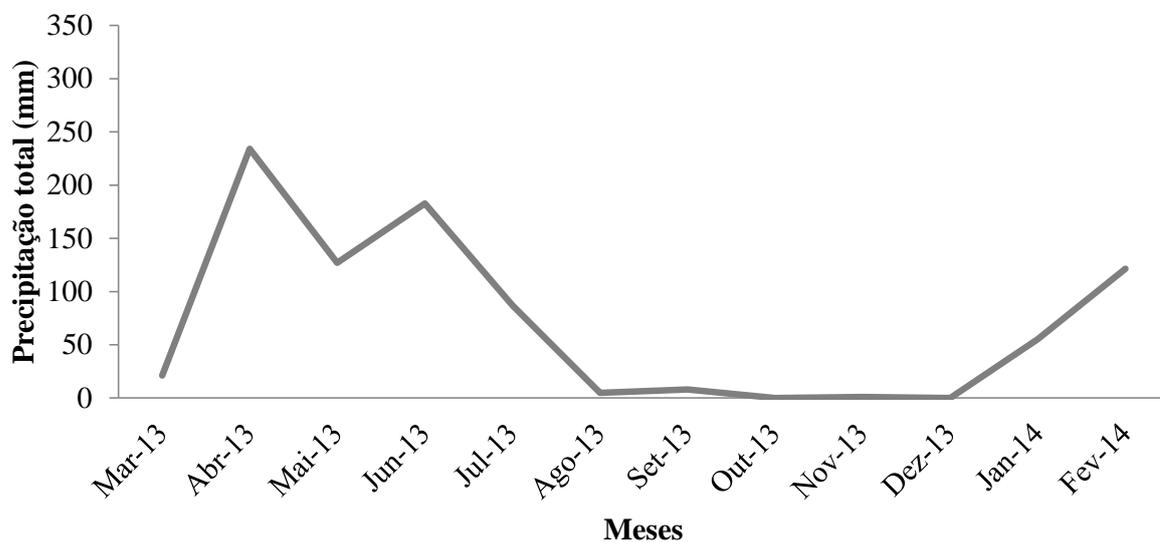
Os dados de velocidade do vento, obtidos nos dias de coleta, variaram ao longo do tempo, em ambas as praias. Ventos mais intensos ocorreram entre os meses de agosto e dezembro de 2013 na praia do Canto Verde, enquanto ventos menos intensos foram registrados nos meses de junho e abril de 2013 para a mesma praia. Já na praia do Futuro, pode-se verificar que a velocidade do vento foi maior no mês de junho de 2013 e entre os meses de agosto a novembro do mesmo ano (FIGURA 31).

Figura 29 - Precipitação mensal total entre março de 2013 e fevereiro de 2014 do posto pluviométrico do município de Fortim – CE (posto mais próximo praia do Canto Verde).



Fonte: FUNCEME (2016).

Figura 30 - Precipitação mensal total entre março de 2013 e fevereiro de 2014 do posto pluviométrico da Água Fria, município de Fortaleza – CE (posto mais próximo da praia do Futuro).

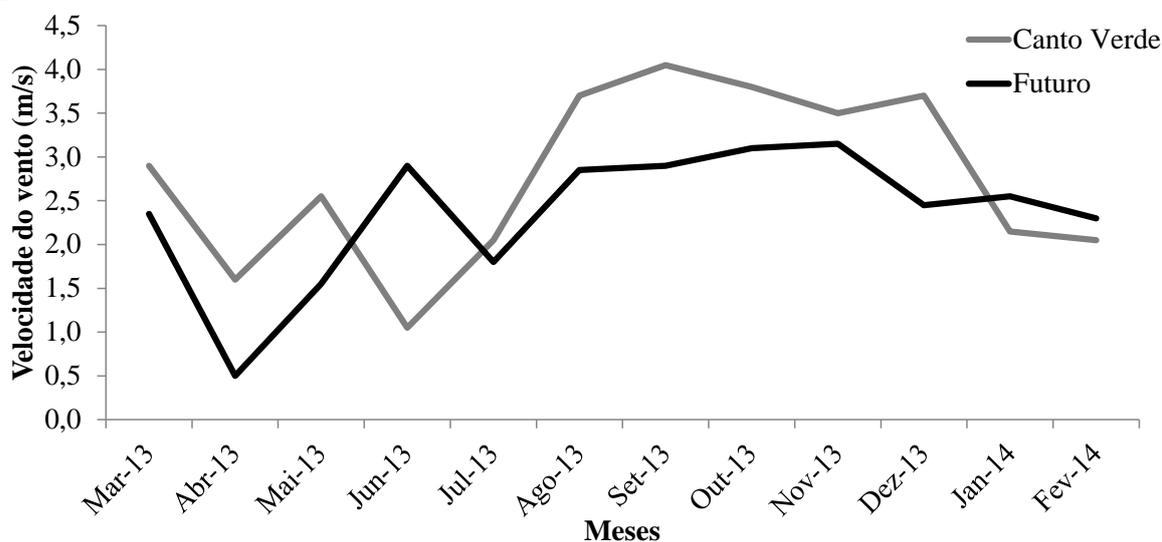


Fonte: FUNCEME (2016).

Analisando o percentual de matéria orgânica nas praias do Canto Verde e Futuro, é possível observar variações ao longo do tempo. A praia do Canto Verde apresentou maiores percentuais de matéria orgânica nos meses de abril, maio, outubro, dezembro de 2013 e janeiro de 2014, enquanto nos demais meses o percentual foi maior para a praia do Futuro

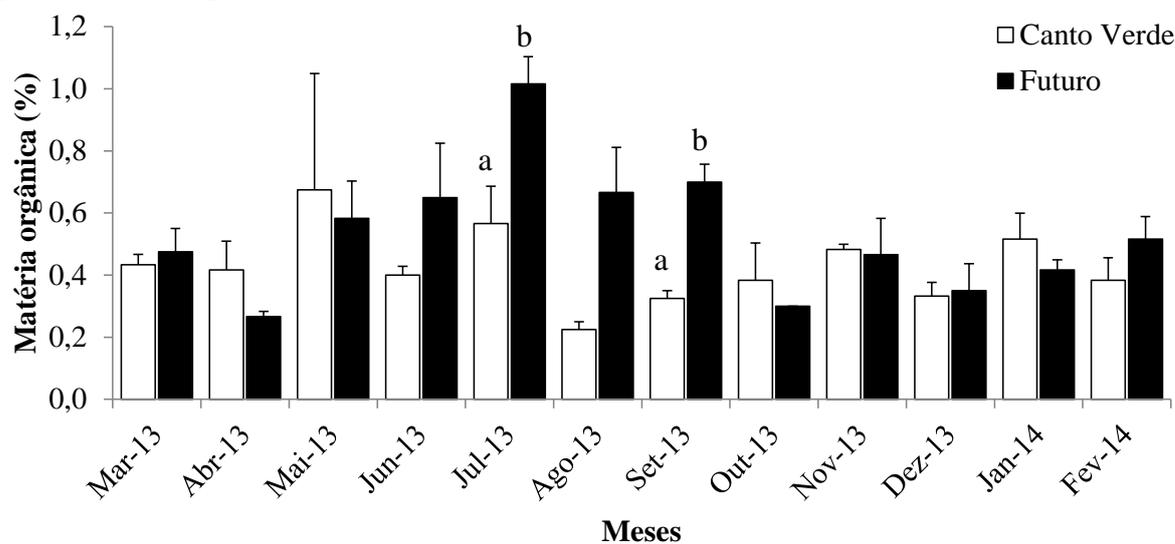
(FIGURA 32). O resultado do teste t de Student mostrou diferenças entre as praias apenas para os meses de julho (t-Student = -3,03; p = 0,038) e setembro de 2013 (t-Student = -4,87; p = 0,017).

Figura 31 – Velocidade média do vento obtida nos dias da coleta nas praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de estudo.



Fonte: BDMEP/INMEP (2016).

Figura 32 - Percentual de matéria orgânica no sedimento coletado na marca de maré alta das praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de amostragem. Letras diferentes acima da barra (erro padrão) indicam diferenças significativas entre as praias.

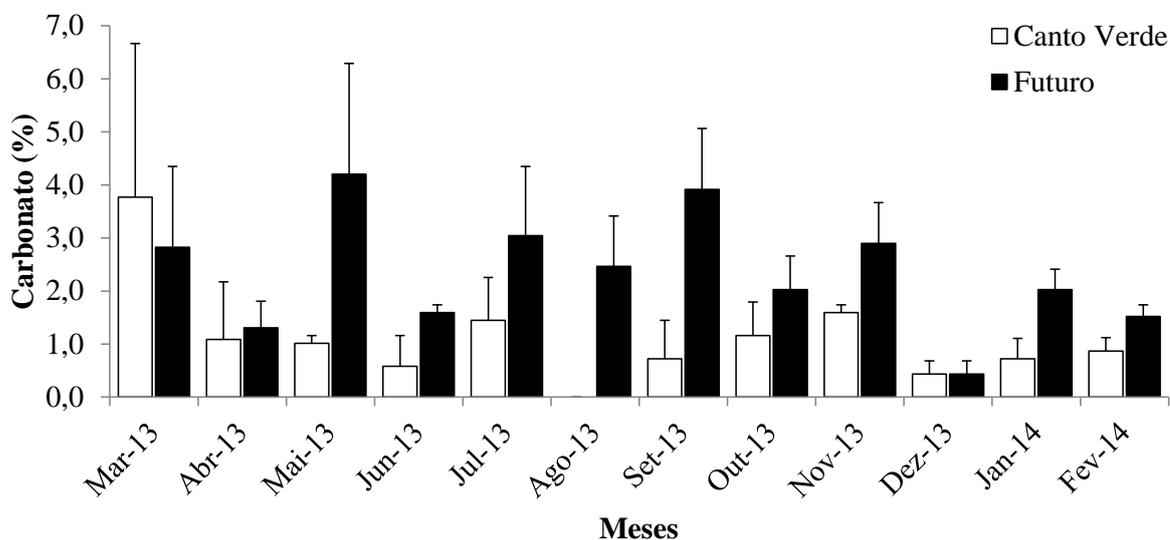


Fonte: A autora (2016).

O teor de carbonato no sedimento da praia do Futuro foi menor apenas no mês de março de 2013, quando comparado com o da praia do Canto Verde. No entanto, o teste

estatístico não apontou diferenças significativas entre as praias em nenhum mês de estudo (FIGURA 33).

Figura 33 - Percentual de carbonato e erro padrão no sedimento coletado na marca de maré alta das praias do Canto Verde e Futuro, durante o período de amostragem.

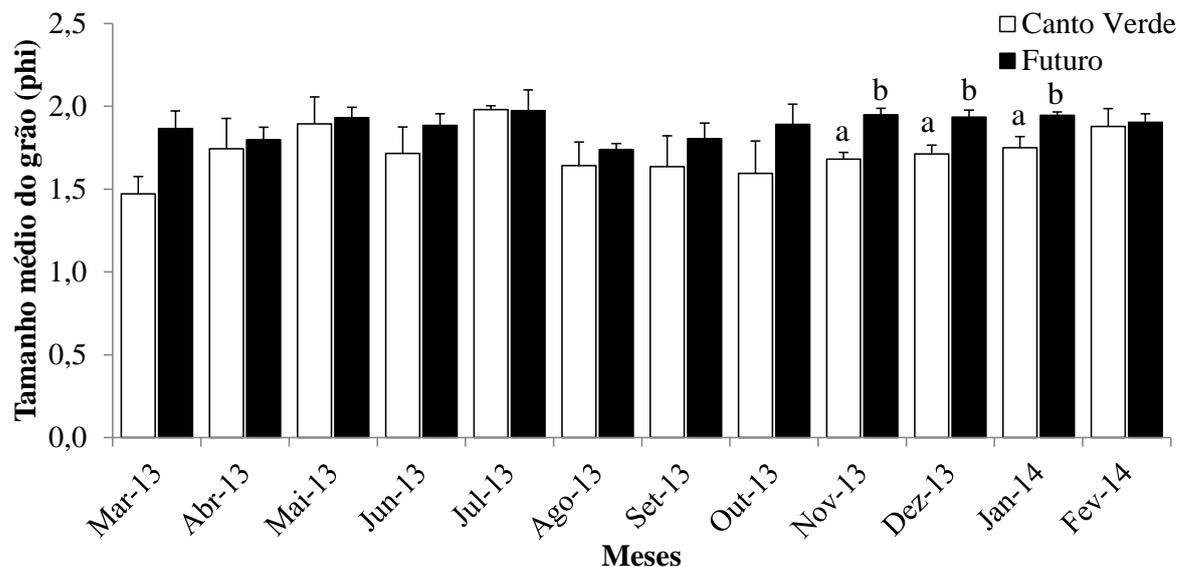


Fonte: A autora (2016).

Considerando a média de tamanho dos grãos, verificou-se que a praia do Futuro teve menores valores de tamanho médio do grão em praticamente todos os meses de estudo, quando comparações foram feitas com a praia do Canto Verde (maior valor de phi = menor tamanho do grão) (FIGURA 34). Porém, ambas as praias caracterizaram-se pela presença de areia média e diferenças significativas, com relação ao tamanho médio do grão, entre elas só foram detectadas entre os meses de novembro (t-Student = -4,68; p = 0.009) e dezembro de 2013 (t-Student = -3,28; p = 0.032) e janeiro de 2014 (t-Student = -2,83; p = 0,047).

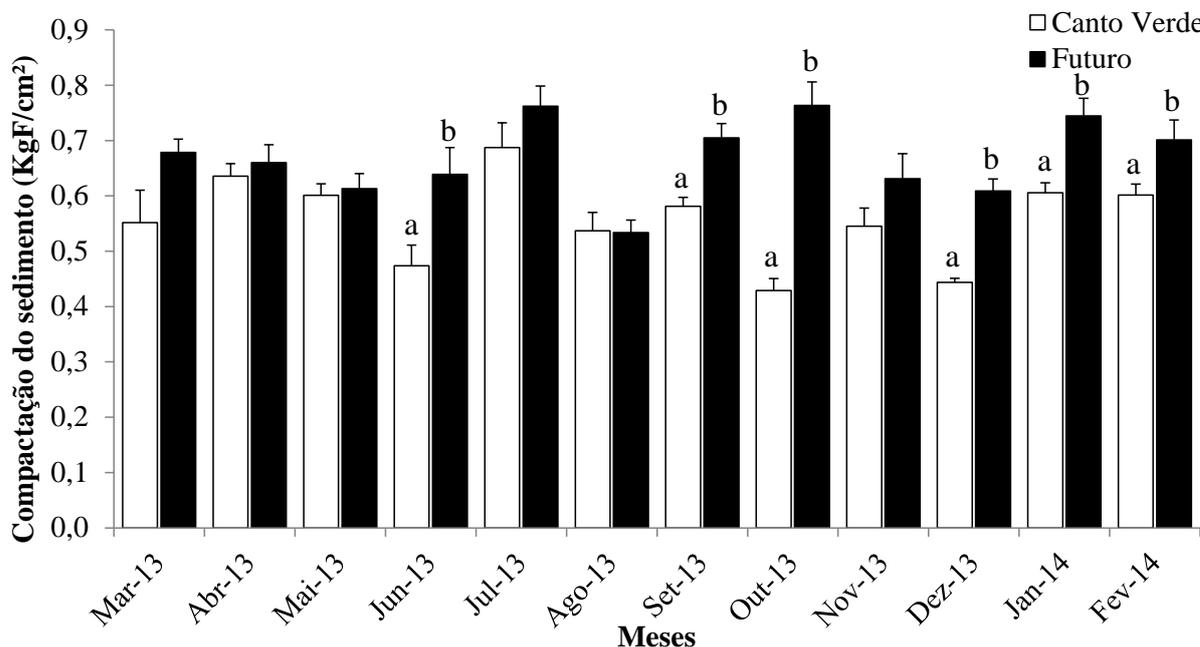
Com exceção do mês de agosto de 2013, o grau de compactação do sedimento foi maior na praia do Futuro ao longo do período de amostragem (FIGURA 35). O teste estatístico identificou diferenças significativas entre as praias para os meses de junho (t-Student = -2,69; p = 0,016), setembro (t-Student = -3,99; p = 0.001), outubro (t-Student = -6,99; p = 0,000), dezembro de 2013 (t-Student = -7,15; p = 0,007) e janeiro (t-Student = -3,79; p = 0,002) e fevereiro de 2014 (t-Student = -2,42; p = 0,028).

Figura 34 - Tamanho médio do grão ( $\phi$ ) do sedimento coletado nas praias do Canto Verde e Futuro, ao longo do período de estudo. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas entre as praias.



Fonte: A autora (2016).

Figura 35 - Média do grau de compactação do sedimento obtido nas praias do Canto Verde e Futuro, ao longo do período de estudo. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas entre as praias.



Fonte: A autora (2016).

Os perfis topográficos das praias do Canto Verde e Futuro, apresentados nas figuras 36 e 37, tiveram seu início situado no limite superior de ocorrência das tocas de *Ocypode quadrata*, dessa forma, eles incluíram a área de dunas na praia do Canto Verde e a área onde estão estabelecidas as barracas na praia do Futuro. Para caracterizar o perfil praiial

da praia do Canto Verde, o supralitoral foi delimitado por um ponto acima da marca de maré alta, com uma distância de aproximada de 10m da mesma.

A extensão da praia do Canto Verde variou de 14,4 m (dezembro de 2013) a 76,5 m (julho de 2013), enquanto a praia do Futuro apresentou menor extensão no mês junho de 2013 (84 m) e maior em fevereiro de 2014 (151,3 m) (FIGURA 36 e 37) (TABELA 11).

A maior altura do perfil praial do Canto Verde foi de 4,1 m, registrado para julho de 2013, e o menor valor foi de 1,73 m no mês de março de 2013. Na praia do Futuro, a altura do perfil variou de 5,33 a 6,79 m, sendo esses valores referentes aos meses de agosto e março de 2013, respectivamente (FIGURA 36 e 37).

No geral, os perfis topográficos da praia do Canto Verde apresentaram-se em forma de terraço, com uma inclinação suave a partir da quebra do platô. No entanto, pequenas mudanças foram observadas nos meses de agosto, setembro, novembro e dezembro de 2013 (FIGURA 36). Em agosto, foi possível verificar a formação de um pequeno banco na zona do entremarés, enquanto no mês de setembro observou-se a presença de uma cava abaixo da linha d'água, provavelmente ocasionada pela ação das ondas. No traçado do perfil de novembro de 2013 também foi verificado a presença de bancos e uma cava no entremarés, enquanto no mês de dezembro constatou-se uma pequena descida logo abaixo da marca de maré alta, levando a formação de uma cava. Vale ressaltar que em dezembro o perfil foi realizado durante a maré enchente, o que acarretou na redução da extensão do mesmo.

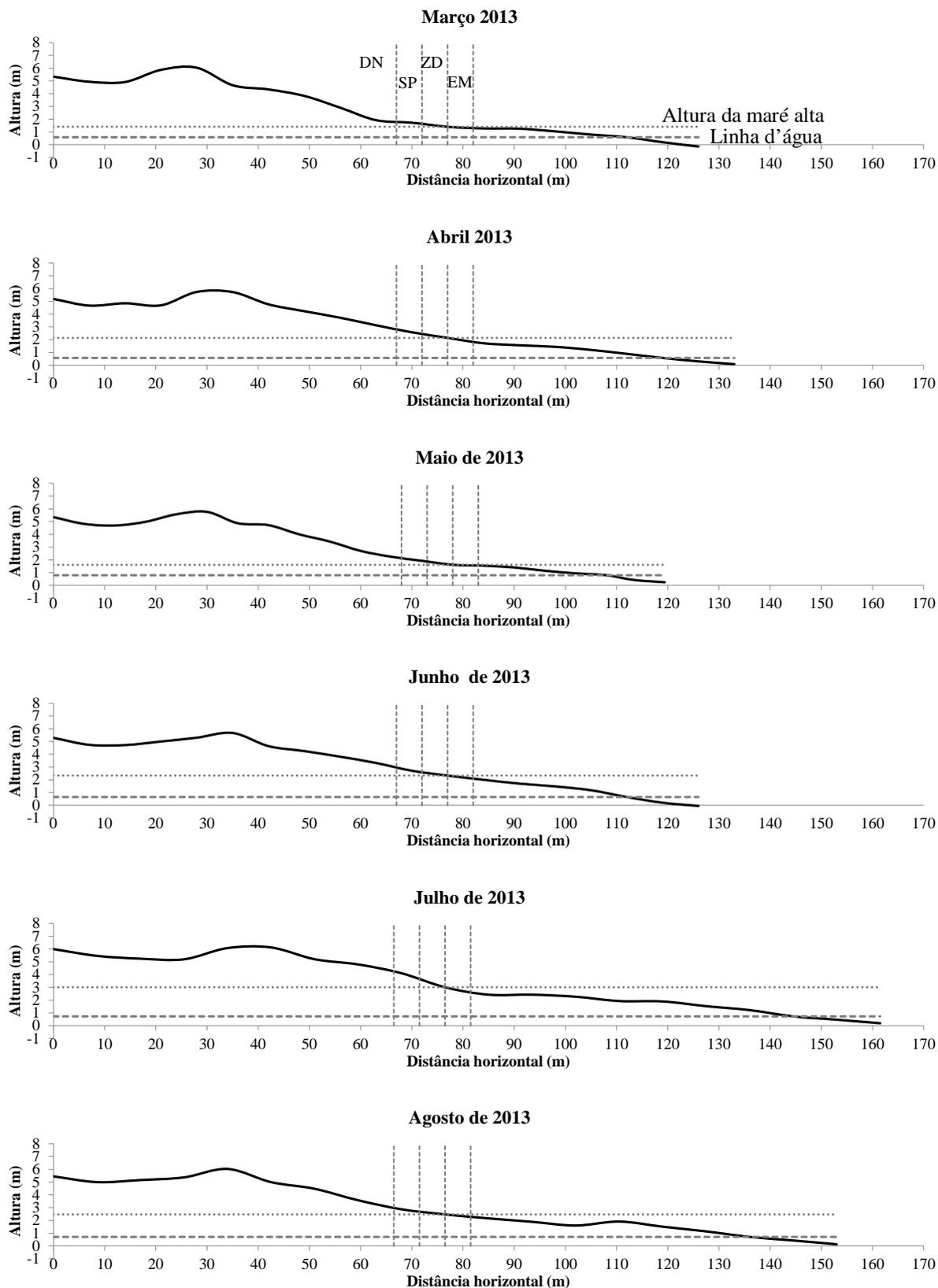
Os perfis obtidos para a praia do Futuro apresentaram certa homogeneidade ao longo dos entremarés e seus traços foram relativamente planos e contínuos, sem a presença de bancos ou cavas, exceto nos meses de março e agosto de 2013, onde se verificou a presença de um banco no entremarés. Diferente do observado para os demais meses, março e dezembro de 2013 tiveram inclinação um pouco mais acentuada (FIGURA 37).

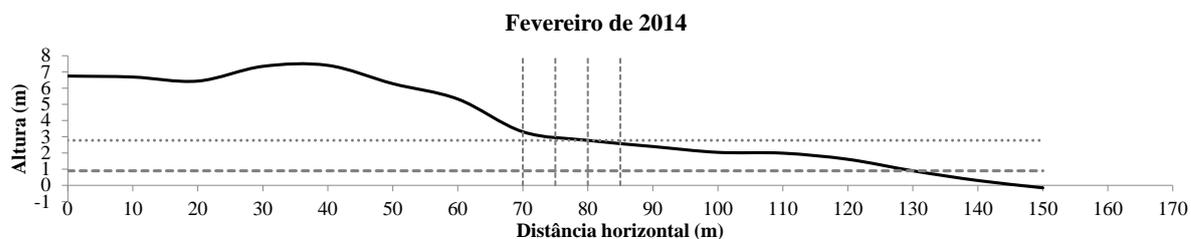
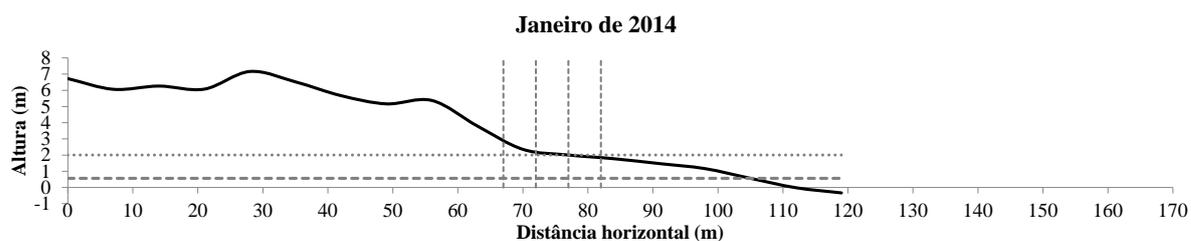
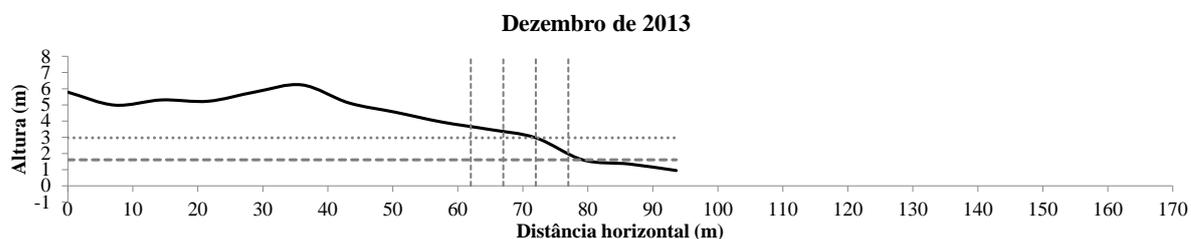
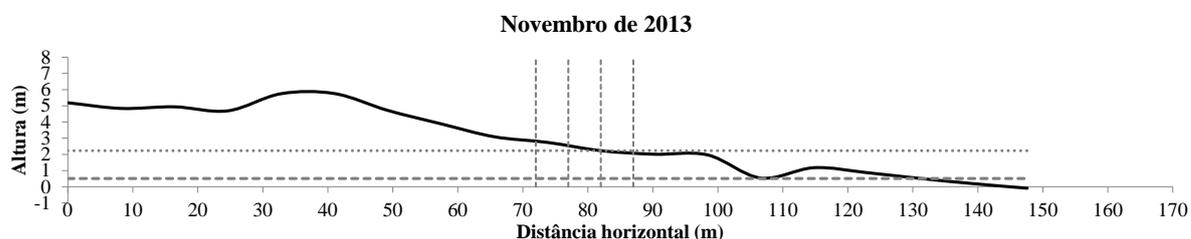
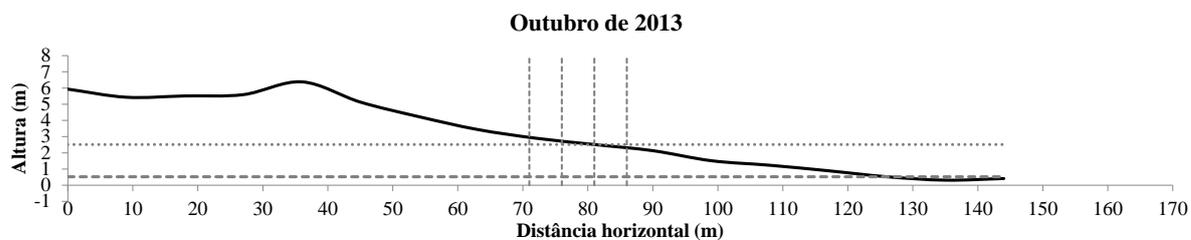
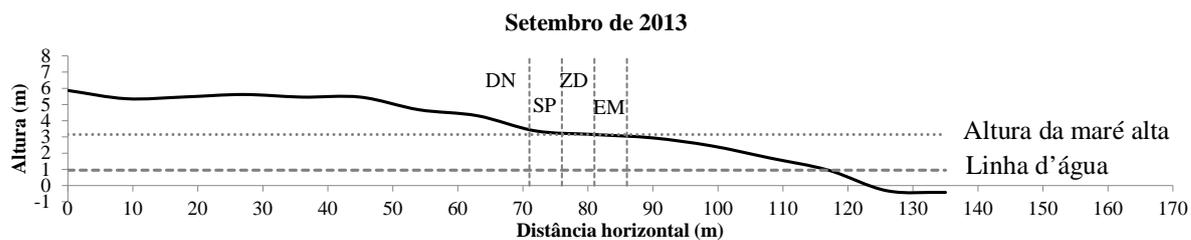
A menor declividade foi observada para a praia do Canto Verde, com razão igual a 1/36,8, ou seja, a cada 1 m de deslocamento vertical percorre-se 36,8 m de distância horizontal. Esta praia também apresentou a maior declividade (1/7,7), registrada no mês de dezembro de 2013. A razão da declividade na praia do Futuro variou de 1/15,1 a 1/25,4 para os meses de março de 2013 e janeiro de 2014, respectivamente (TABELAS 11 e 12).

A altura da maré alta da manhã e a amplitude da maré também variaram em ambas as praias ao longo do período de estudo. Na praia do Canto Verde, a altura da maré da manhã variou de 2,3 m (setembro de 2013) a 2,8 m (março de 2013), enquanto foram observados valores de altura da maré entre 2,5 (janeiro de 2014) e 2,9 (março de 2013) na praia do Futuro (TABELAS 11 e 12).

Com relação à amplitude da maré, verificou-se que a praia do Canto Verde apresentou o menor valor (1,5 m), o qual foi registado no mês de setembro de 2013. No entanto, a praia do Futuro apresentou o maior valor, sendo este observado no mês de março de 2013 (3,0 m) (TABELAS 11 e 12).

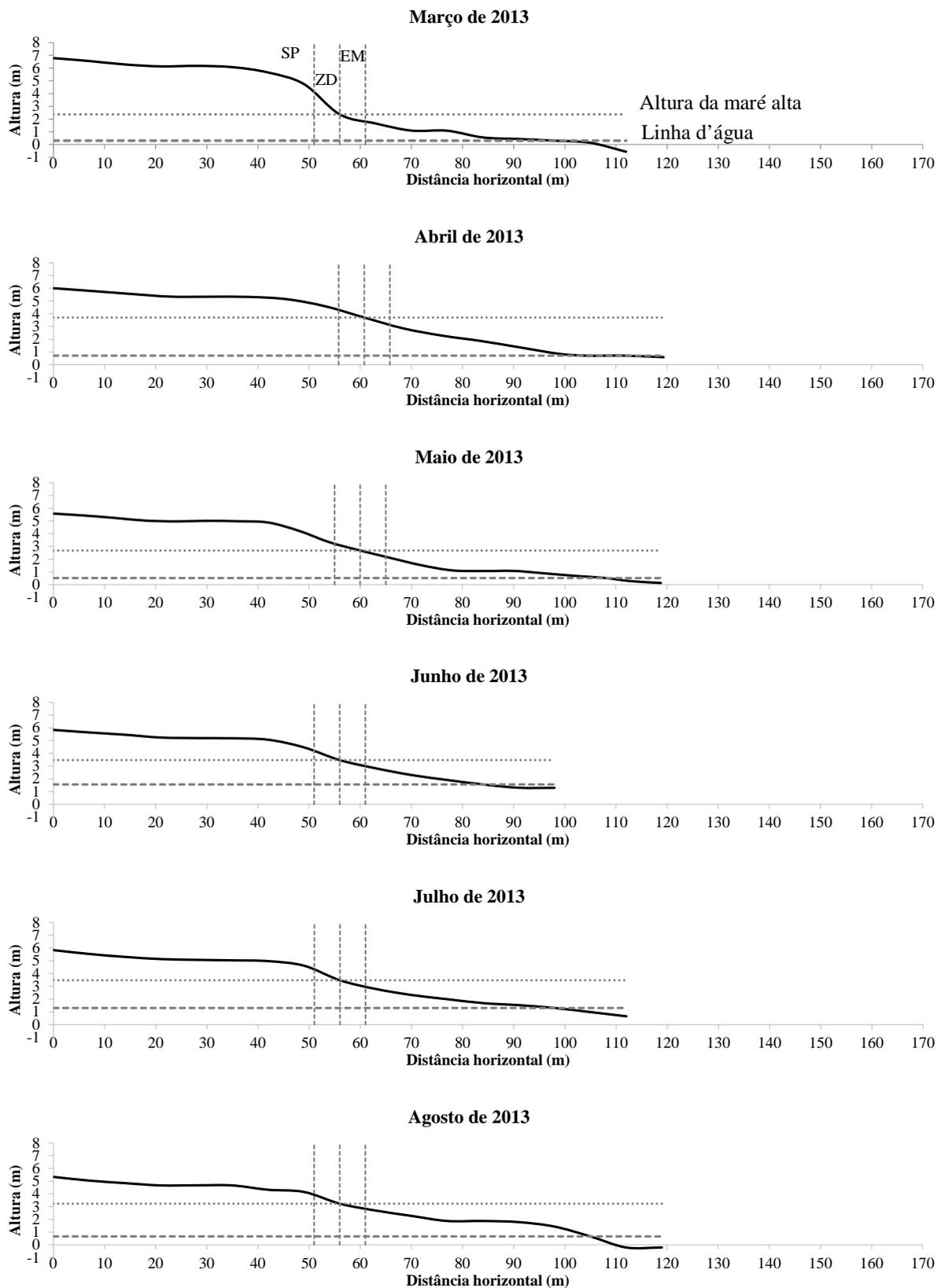
Figura 36: Perfis topográficos da praia do Canto Verde durante o período de março de 2013 a fevereiro de 2014, iniciados a partir do limite superior de ocorrência das tocas de *Ocypode quadrata*.

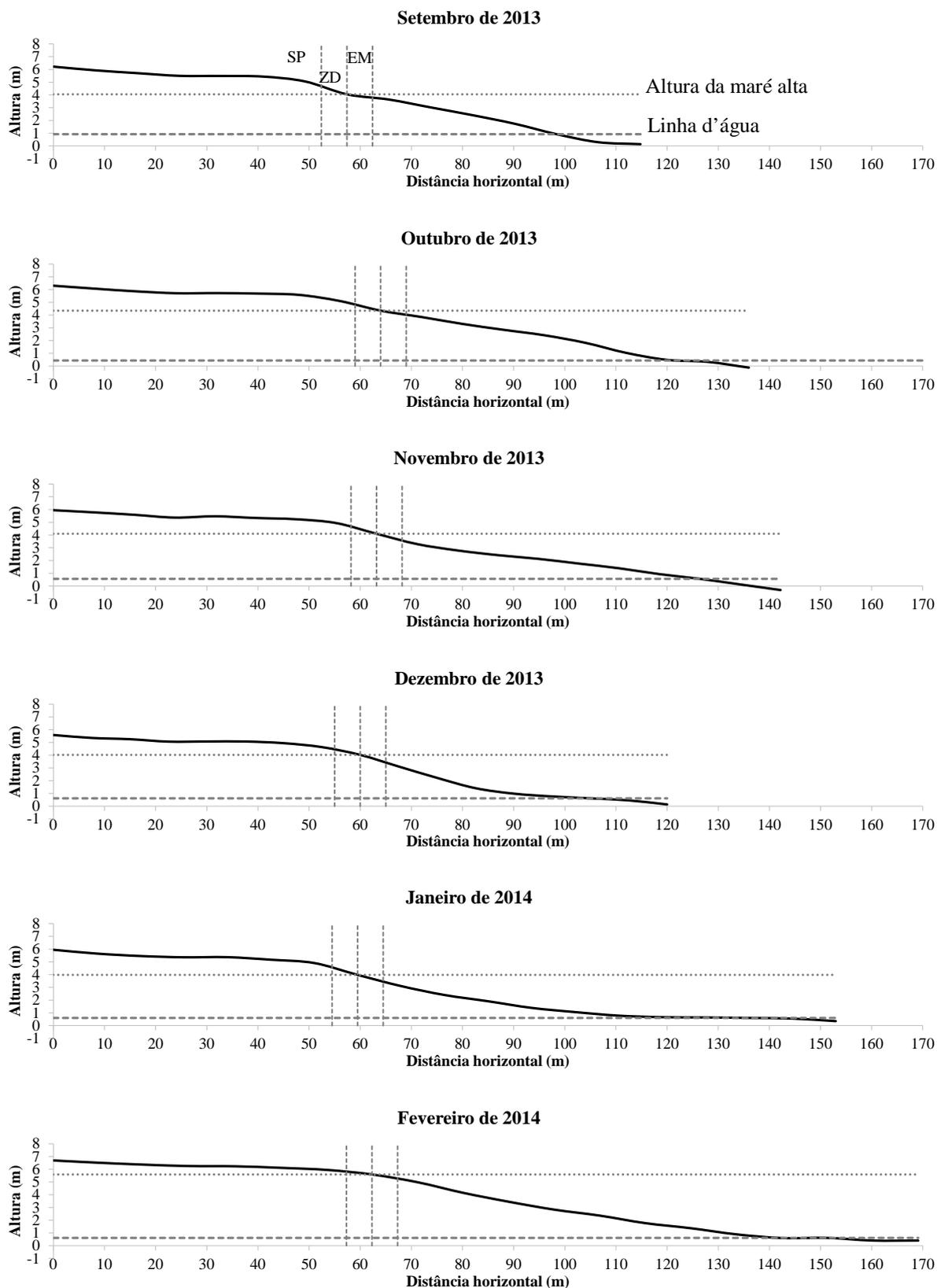




Fonte: Jadson Pinto de Lima (2016).

Figura 37: Perfis topográficos da praia do Futuro durante o período de março de 2013 a fevereiro de 2014, iniciados a partir do limite superior de ocorrência das tocas de *Ocypode quadrata*.





Fonte: Jadson Pinto de Lima (2016).

Tabela 11 – Extensão do perfil praial, declividade, altura da maré alta da manhã e amplitude da maré nos dias de coleta na praia do Canto Verde durante os meses de estudo.

Meses	Extensão do perfil (m)	Declividade	Altura da maré (m)	Amplitude da maré (m)
Março-13	42	1/36,8	2,8	2,7
Abril-13	49	1/24,4	2,7	2,5
Maió-13	36	1/31,8	2,5	2,1
Junho-13	42	1/20,4	2,8	2,3
Julho-13	76,5	1/22,6	2,7	2,2
Agosto-13	68	1/31,5	2,5	1,8
Setembro-13	45	1/18,6	2,3	1,5
Outubro-13	54	1/22,7	2,7	2,4
Novembro-13	57,4	1/25,7	2,8	2,7
Dezembro-13	14,4	1/7,7	2,5	2,2
Janeiro-14	35	1/19,5	2,6	2,4
Fevereiro-14	60	1/24,9	2,5	2,3

Fonte: A autora (2016).

Tabela 12 – Extensão do perfil praial, declividade, altura da maré alta da manhã e amplitude da maré nos dias de coleta na praia do Futuro durante os meses de estudo.

Meses	Extensão do perfil (m)	Declividade	Altura da maré (m)	Amplitude da maré (m)
Março-13	98	1/15,1	2,9	3
Abril-13	104,1	1/19,7	2,8	2,6
Maió-13	108	1/21,3	2,7	2,2
Junho-13	84	1/19,6	2,8	2,3
Julho-13	98	1/21,6	2,8	2,4
Agosto-13	105	1/22,5	2,6	2,1
Setembro-13	98,4	1/18,6	2,5	1,8
Outubro-13	120	1/20,6	2,8	2,7
Novembro-13	126,4	1/23,4	2,9	2,9
Dezembro-13	105	1/21,1	2,5	2,4
Janeiro-14	136	1/25,4	2,5	2,3
Fevereiro-14	151,3	1/24,9	2,6	2,5

Fonte: A autora (2016).

### Ocorrência e distribuição das tocas de *Ocypode quadrata*

Um total de 5.231 tocas de *Ocypode quadrata* foram contadas ao longo do período de estudo, das quais 4.241 foram registradas para a praia do Canto Verde e 990 tocas para a praia do Futuro. A menor abundância absoluta foi registrada para o mês de junho de 2013 em ambas as praias (Canto Verde = 129 tocas; Futuro = 12 tocas), enquanto os maiores valores foram

observados para o mês de dezembro de 2013, com 1.235 e 195 tocas para as praias de Canto Verde e Futuro, respectivamente (TABELA 13).

A extensão vertical de ocorrência das tocas na praia do Canto Verde foi de 80 m, 5 m abaixo da marca de maré alta até 75 m acima da mesma. Já a praia do Futuro apresentou extensão de ocorrência de tocas igual a 55 m, 5 m abaixo da marca de maré alta até 50 m acima da mesma.

Tabela 13 - Abundância absoluta e densidade média de tocas (tocas/m<sup>2</sup>) de *Ocypode quadrata* nas praias do Canto Verde e Futuro durante os meses de estudo.

Meses	Praia do Canto Verde		Praia do Futuro	
	Abundância absoluta	Densidade	Abundância absoluta	Densidade
Mar-13	282	0,0235	51	0,0093
Abr-13	188	0,0157	54	0,0098
Mai-13	231	0,0193	54	0,0098
Jun-13	129	0,0108	12	0,0022
Jul-13	183	0,0153	22	0,004
Ago-13	171	0,0143	56	0,0102
Set-13	244	0,0203	40	0,0073
Out-13	490	0,0408	180	0,0327
Nov-13	203	0,0169	112	0,0204
Dez-13	1235	0,1029	195	0,0355
Jan-14	249	0,0208	121	0,022
Fev-14	636	0,0530	93	0,0169
Total	4241	0,0295	990	0,015

Fonte: A autora (2016).

A densidade média das tocas de *O. quadrata* apresentou variações ao longo dos meses de estudo em ambas as praias (FIGURA 38 e 39). Maiores densidades de tocas foram observadas para os meses de outubro e dezembro de 2013 em ambas as praias, bem como para o mês de fevereiro de 2014 em Canto Verde e o mês de janeiro de 2014 na praia do Futuro.

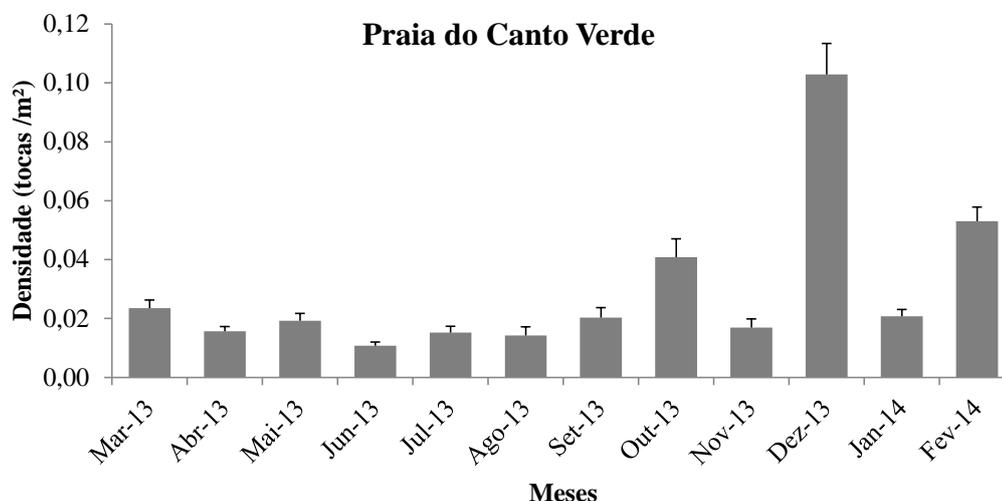
O teste estatístico, realizado para avaliar a densidade de tocas entre os meses, na praia do Canto Verde, apontou diferenças significativas ( $H = 199,39$ ;  $p = 0,000$ ). O mês de dezembro de 2013 diferiu significativamente dos demais meses ( $p < 0,05$ ), com exceção do mês de fevereiro de 2014, assim como o mês de fevereiro de 2014 também apresentou diferenças com relação aos demais meses de estudo ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 38).

Considerando a densidade de tocas na praia do Futuro ao longo do período de estudo, o teste de Kruskal-Wallis também identificou diferenças significativas entre os meses ( $H$

= 47,75201  $p = 0,0000$ ), no entanto, o teste de comparações múltiplas só detectou diferenças entre os meses de junho e dezembro de 2013 ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 39).

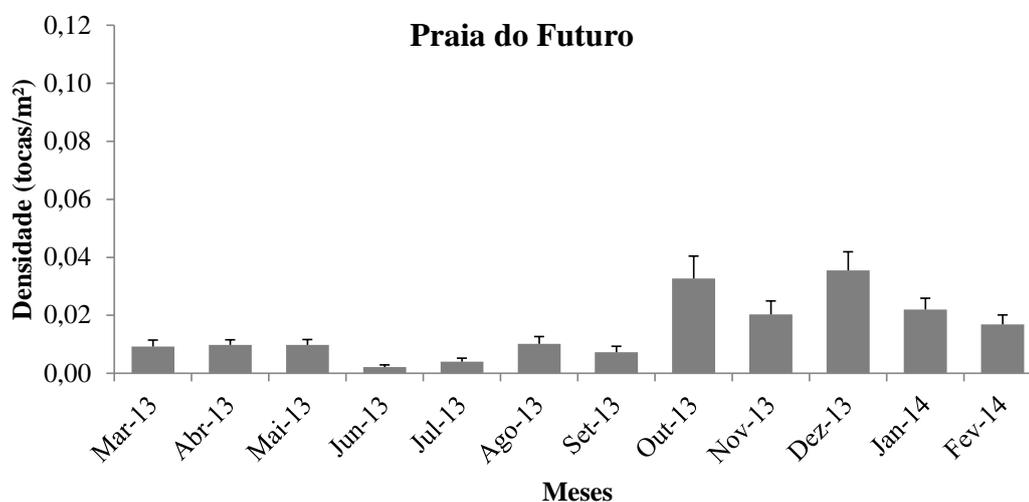
Analisando a densidade das tocas de *O. quadrata* entre as duas praias estudadas dentro de cada mês de amostragem, pode-se observar que na maioria dos meses a densidade foi maior na praia do Canto Verde. O teste de Mann-Whitney mostrou diferenças significativas entre as praias do Canto Verde e Futuro nos meses de março, abril, junho, julho, dezembro de 2013 e fevereiro de 2014 (FIGURA 40) (TABELA 14). Diferenças significativas não foram observadas entre as praias nos demais meses amostrados.

Figura 38 – Densidade média de tocas de *Ocypode quadrata* ao longo dos meses de estudo na praia do Canto Verde. As barras representam o erro padrão.



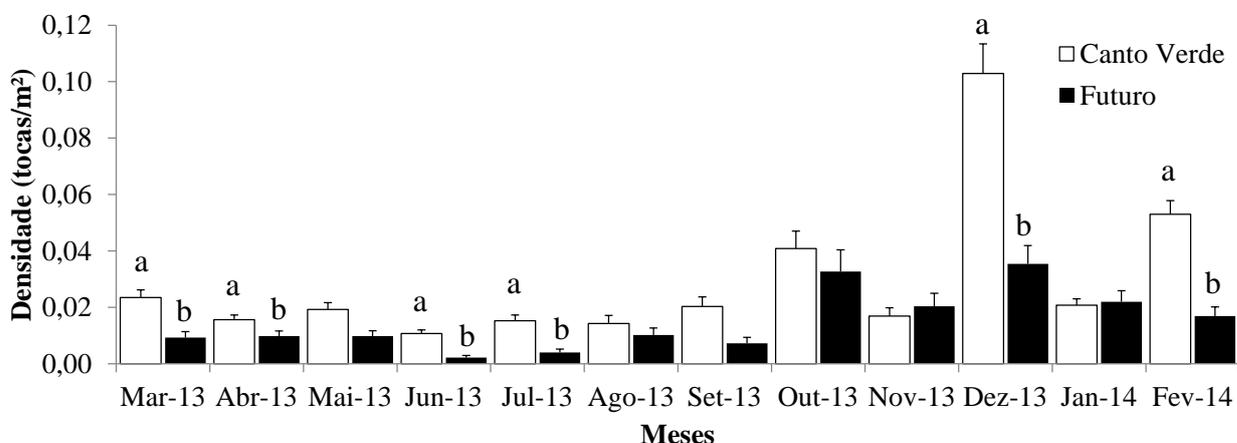
Fonte: A autora (2016).

Figura 39 – Densidade média de tocas de *Ocypode quadrata* ao longo dos meses de estudo na praia do Futuro. As barras representam o erro padrão.



Fonte: A autora (2016).

Figura 40 - Densidade média de tocas de *Ocypode quadrata* nas duas praias (Canto Verde e Futuro) dentro de cada mês amostrado. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as praias.



Fonte: A autora (2016).

Tabela 14 – Resultado do teste de Mann-Whitney para a densidade média de tocade *Ocypode quadrata* quando comparações foram feitas entre as praias dentro de cada mês de amostragem.

Meses	Rank Sum Canto Verde	Rank Sum Futuro	U	Z	p
Mar-13	44457,00	16968,00	10863,00	2,6595	<b>0,0078</b>
Abr-13	43917,00	17508,00	11403,00	2,0450	<b>0,0409</b>
Mai-13	43507,50	17917,50	11812,50	1,5789	0,1143
Jun-13	44966,50	16458,50	10353,50	3,2393	<b>0,0012</b>
Jul-13	44890,00	16535,00	10430,00	3,1522	<b>0,0016</b>
Ago-13	42355,00	19070,00	12965,00	0,2674	0,7891
Set-13	43480,00	17945,00	11840,00	1,5477	0,1217
Out-13	42941,00	18484,00	12379,00	0,9343	0,3502
Nov-13	42026,50	19398,50	13106,50	-0,1064	0,9153
Dez-13	45472,00	15953,00	9848,000	3,8145	<b>0,0001</b>
Jan-14	42540,50	18884,50	12779,50	0,4785	0,6323
Fev-14	46478,00	14947,00	8842,000	4,9593	<b>0,0000</b>

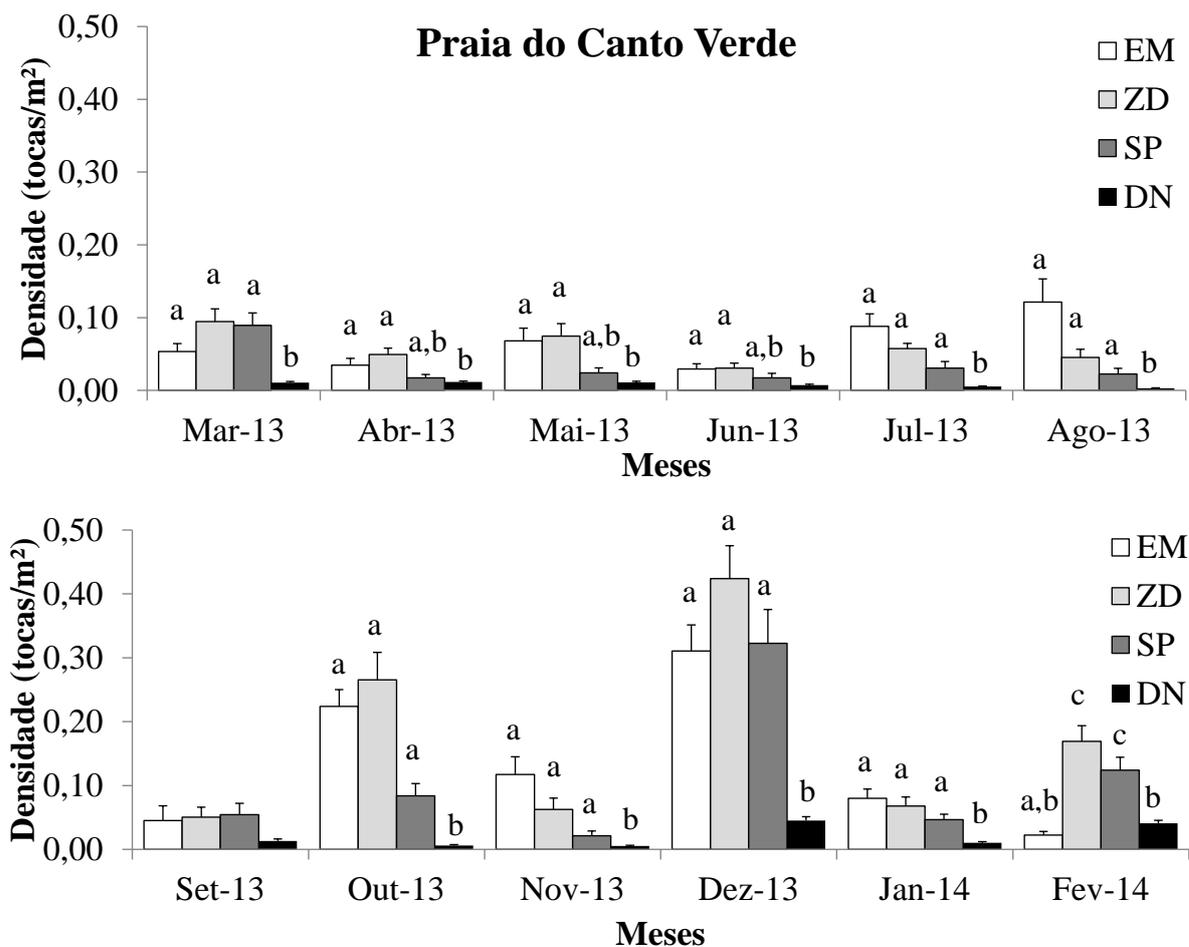
Fonte: A autora (2016).

Comparando a densidade de tocas entre as zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral- SP e duna-DN) dentro de cada mês, pode-se verificar mudanças ao longo do período de estudo para ambas as praias. Na praia do Canto Verde, a densidade de tocas foi a maior na zona de detrito nos meses de março, abril, maio, junho, setembro, outubro, dezembro de 2013 e fevereiro de 2014, enquanto nos meses de julho, agosto, novembro de 2013 e janeiro de 2014 as maiores densidades foram registradas para a zona do entremarés (FIGURA 41).

Já na praia do Futuro, a zona de detrito teve os maiores valores de densidade nos meses de março, setembro, dezembro de 2013 e fevereiro de 2014, enquanto o entremarés foi a

zona com maior densidade nos meses de maio, junho, agosto, outubro, novembro de 2013 e janeiro de 2014 (FIGURA 42). Vale ressaltar que a praia do Futuro não apresenta zona de dunas, por isso esta zona não foi avaliada.

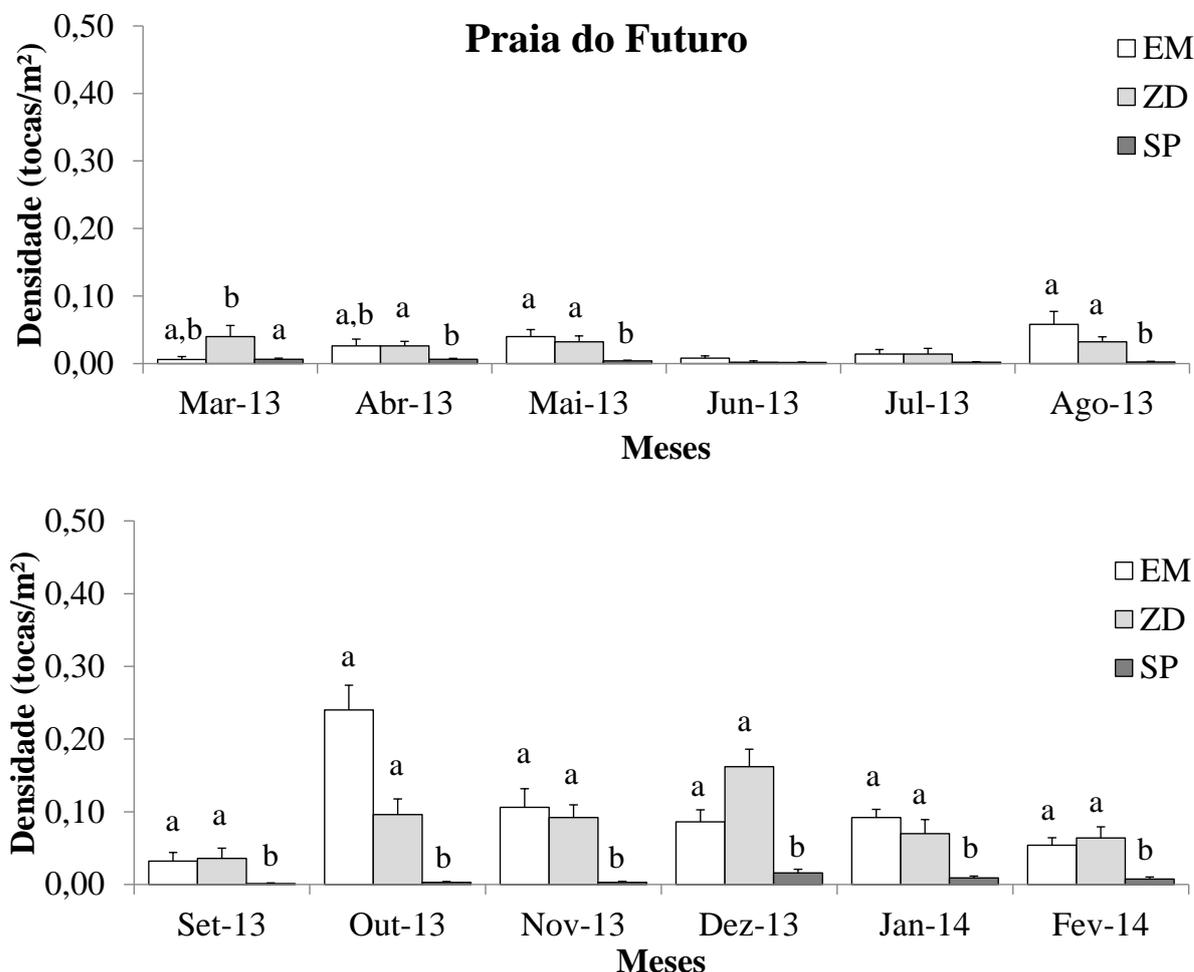
Figura 41 - Densidade média de tocas de *Ocypode quadrata* nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e dunas-DN) dentro de cada mês na praia do Canto Verde. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as zonas.



Fonte: A autora (2016).

O teste estatístico, realizado para comparar a densidade de tocas entre zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e dunas-DN) demarcadas em cada praia, apontou diferenças significativas em todos os meses de amostragem ( $p < 0,05$ ) para ambas as praias estudadas (FIGURA 41 e 42). Vale ressaltar que o teste de comparação múltipla não detectou diferenças entre as zonas para o mês de setembro na praia do Canto Verde e para os meses de junho e julho na praia do Futuro.

Figura 42 - Densidade média de tocas de *Ocypode quadrata* nas três zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD e supralitoral-SP) dentro de cada mês na praia do Futuro. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as zonas.



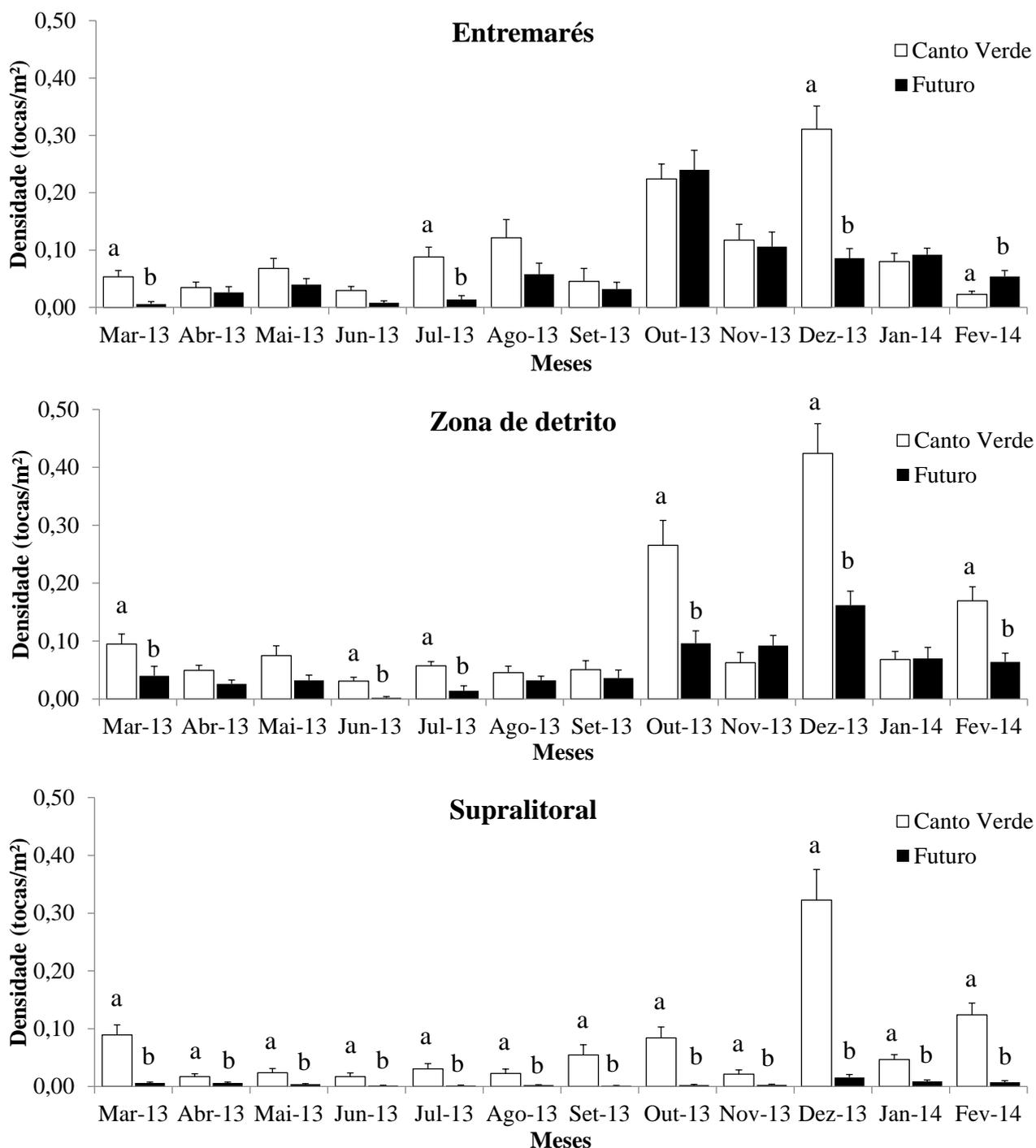
Fonte: A autora (2016).

Ao comparar a densidade de tocas de *O. quadrata* entre as duas praias (Canto Verde e Futuro) em cada zona separadamente, pode-se observar variações ao longo dos meses de estudo (FIGURA 43). Na zona do entremarés, verificou-se uma maior densidade de tocas na praia do Canto Verde em 9 dos doze meses estudados (março, abril, maio, junho, julho, agosto, setembro, novembro e dezembro de 2013), no entanto o teste de Mann-Whitney só detectou diferenças significativas para os meses de março, julho, dezembro de 2013 e fevereiro de 2014 (FIGURA 42) (TABELA 15).

Considerando a zona de detrito, observou-se que apenas nos meses de novembro de 2013 e janeiro de 2014 a densidade de tocas de *O. quadrata* foi maior na praia do Futuro, enquanto nos demais meses a praia do Canto Verde apresentou os maiores valores. Nesta zona, diferenças significativas entre as duas praias só foram observadas para os meses de

março, junho, julho, outubro, dezembro de 2013 e fevereiro de 2014 (FIGURA 43) (TABELA 16).

Figura 43 - Densidade média de tocas de *Ocypode quadrata* nas praias do Canto Verde e Futuro em cada zona (entremarés-EM, zona de detrito-ZD e supralitoral-SP) ao longo dos meses de amostragem três. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas na densidade de tocas entre as praias.



Fonte: A autora (2016).

Tabela 15 – Resultado do teste de Mann-Whitney para a densidade média de tocade *Ocypode quadrata* quando comparações foram feitas entre as praias para a zona do entremarés ao longo do período de amostragem.

Meses	Entremarés				
	Rank Sum Canto Verde	Rank Sum Futuro	U	Z	p
Mar-13	251,50	73,50	18,50	3,1341	<b>0,0017</b>
Abr-13	208,50	116,50	61,50	0,7488	0,4540
Mai-13	211,50	113,50	58,50	0,9153	0,3601
Jun-13	229,00	96,00	41,00	1,8860	0,0593
Jul-13	258,00	67,00	12,00	3,4946	<b>0,0005</b>
Ago-13	218,50	106,50	51,50	1,3035	0,1924
Set-13	190,00	135,00	70,00	-0,2774	0,7815
Out-13	185,50	139,50	65,50	-0,5270	0,5982
Nov-13	198,50	126,50	71,50	0,1941	0,8461
Dez-13	259,50	65,50	10,50	3,5778	<b>0,0003</b>
Jan-14	181,00	144,00	61,00	-0,7766	0,4374
Fev-14	150,00	175,00	30,00	-2,4962	<b>0,0126</b>

Fonte: A autora (2016).

Tabela 16 – Resultado do teste de Mann-Whitney para a densidade média de tocade *Ocypode quadrata* quando comparações foram feitas entre as praias para a zona de detrito ao longo do período de amostragem.

Meses	Zona de detrito				
	Rank Sum Canto Verde	Rank Sum Futuro	U	Z	p
Mar-13	239,50	85,50	30,50	2,4684	<b>0,0136</b>
Abr-13	224,50	100,50	45,50	1,6364	0,1018
Mai-13	224,00	101,00	46,00	1,6086	0,1077
Jun-13	250,50	74,50	19,50	3,0786	<b>0,0021</b>
Jul-13	249,50	75,50	20,50	3,0231	<b>0,0025</b>
Ago-13	203,50	121,50	66,50	0,4715	0,6373
Set-13	199,50	125,50	70,50	0,2496	0,8029
Out-13	242,00	83,00	28,00	2,6071	<b>0,0091</b>
Nov-13	170,00	155,00	50,00	-1,3868	0,1655
Dez-13	257,00	68,00	13,00	3,4391	<b>0,0006</b>
Jan-14	194,00	131,00	74,00	-0,0555	0,9558
Fev-14	251,00	74,00	19,00	3,1063	<b>0,0019</b>

Fonte: A autora (2016).

Já no supralitoral, a densidade de tocas sempre foi maior na praia do Canto Verde do que na praia do Futuro em todos os meses de estudo. O teste estatístico apontou diferenças significativas entre as praias do Canto Verde e Futuro durante todo o período de amostragem (FIGURA 43) (TABELA 17).

Tabela 17 – Resultado do teste de Mann-Whitney para a densidade média de tocade *Ocypode quadrata* quando comparações foram feitas entre as praias para o supralitoral ao longo do período de amostragem.

Meses	Supralitoral				
	Rank Sum Canto Verde	Rank Sum Futuro	U	Z	p
Mar-13	1414,50	4150,50	55,50	5,6730	<b>0,0000</b>
Abr-13	1059,50	4505,50	410,50	2,4221	<b>0,0154</b>
Mai-13	1116,00	4449,00	354,00	2,9395	<b>0,0033</b>
Jun-13	1078,00	4487,00	392,00	2,5915	<b>0,0096</b>
Jul-13	1169,00	4396,00	301,00	3,4249	<b>0,0006</b>
Ago-13	1140,00	4425,00	330,00	3,1593	<b>0,0016</b>
Set-13	1135,00	4430,00	335,00	3,1135	<b>0,0018</b>
Out-13	1311,50	4253,50	158,50	4,7298	<b>0,0000</b>
Nov-13	1067,00	4498,00	403,00	2,4908	<b>0,0127</b>
Dez-13	1444,50	4120,50	25,50	5,9477	<b>0,0000</b>
Jan-14	1237,50	4327,50	232,50	4,0521	<b>0,0001</b>
Fev-14	1439,00	4126,00	31,00	5,8973	<b>0,0000</b>

Fonte: A autora (2016).

### **Análise do diâmetro das tocas de *Ocypode quadrata***

No presente estudo, o diâmetro das tocas variou de 3,65 a 85,00 mm. Na praia do Canto Verde, a média do diâmetro das tocas foi maior no mês de maio (36,75 mm), enquanto o menor valor médio foi registrado no mês de agosto (14,17 mm) (FIGURA 44). Já na praia do Futuro, o maior valor do diâmetro das tocas foi observado para o mês de abril (42,29 mm) e o menor para o mês de outubro (16,31 mm) (FIGURA 45). O teste de Kruskal-Wallis apontou diferenças significativas entre os meses para ambas as praias (Canto Verde -  $H = 923,42$ ;  $p = 0,000$ ; Futuro -  $H = 383,52$ ;  $p = 0,000$ ). As tabelas 18 e 19 mostram o resultado do teste de comparação múltipla entre os meses para as praias do Canto Verde e Futuro separadamente.

Avaliando o diâmetro das tocas de *O. quadrata* entre duas praias estudadas dentro de cada mês de amostragem, pode-se observar que na maioria dos meses o diâmetro foi maior na praia do Futuro. O teste de Mann-Whitney mostrou diferenças significativas entre as praias do Canto Verde e Futuro nos meses de março, abril, julho, agosto, dezembro de 2013 e janeiro e fevereiro de 2014 (FIGURA 46) (TABELA 20).

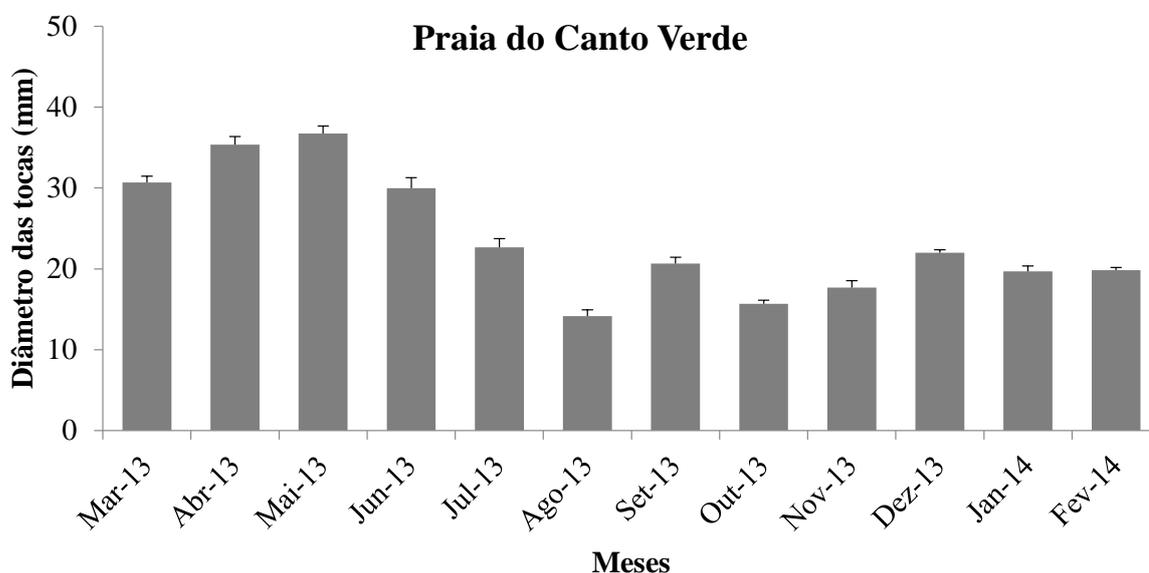
O diâmetro das tocas variou entre as zonas (entremarés-EM, zona de detrito- ZD, supralitoral- SP e duna-DN) dentro de cada mês, nas duas praias estudadas. Em geral, o diâmetro médio das tocas foi menor na zona do entremarés, enquanto os maiores valores foram observados para a zona de dunas na praia do Canto Verde e no supralitoral na praia do Futuro (FIGURAS 47 e 48). O teste estatístico apontou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as

zonas nos meses de abril, junho, julho, agosto, setembro, outubro, novembro, dezembro de 2013 e janeiro de 2014 para a praia do Canto Verde (FIGURA 47). Com exceção dos meses de março, setembro de 2013 e janeiro de 2014, o teste de Kruskal-Wallis mostrou diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as zonas nos demais meses de amostragem para a praia do Futuro (FIGURA 48).

Variações ao longo dos meses de estudo foram observadas quando se comparou o diâmetro das tocas entre as duas praias em cada zona separadamente. Analisando a zona do entremarés, pode-se verificar que o diâmetro das tocas foi maior na praia do Futuro em praticamente todos os meses (exceto maio de 2013), no entanto o teste de Mann-Whitney só detectou diferenças significativas para os meses de agosto, setembro, novembro, dezembro de 2013 e janeiro e fevereiro de 2014 (FIGURA 49) (TABELA 21).

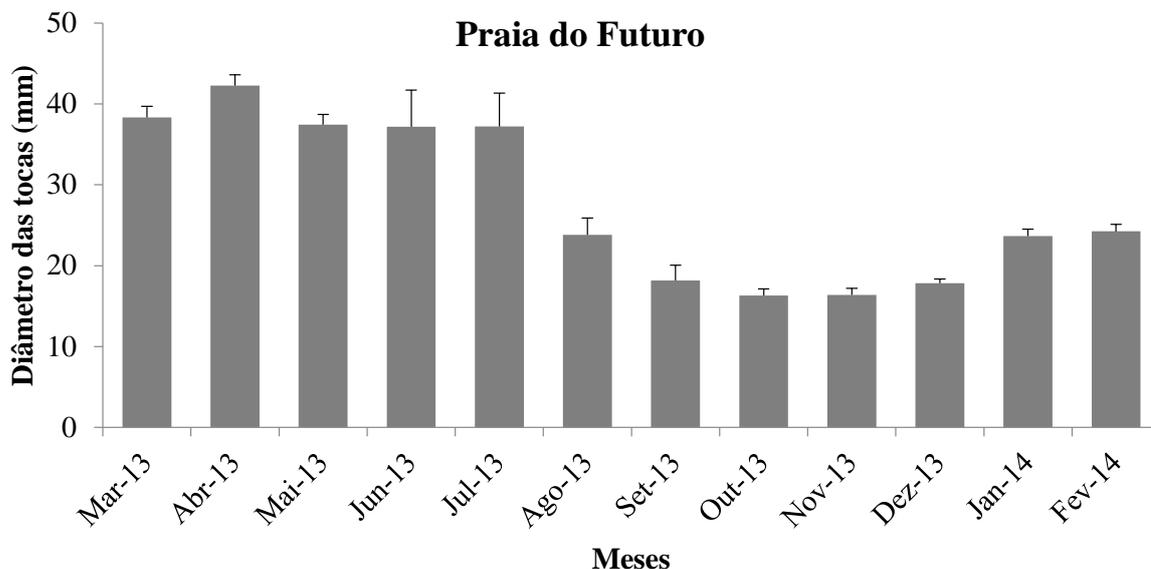
Com exceção dos meses de abril, setembro, novembro e dezembro de 2013, o diâmetro das tocas foi maior na praia do Futuro durante o período de amostragem, quando a zona de detrito foi analisada separadamente. Diferenças significativas foram observadas entre as praias do Canto Verde e Futuro nos meses de julho, agosto, outubro, dezembro de 2013 e fevereiro de 2014 para esta zona (FIGURA 49) (TABELA 22).

Figura 44 – Diâmetro médio de tocas de *Ocypode quadrata* ao longo dos meses de estudo na praia do Canto Verde. As barras representam o erro padrão.



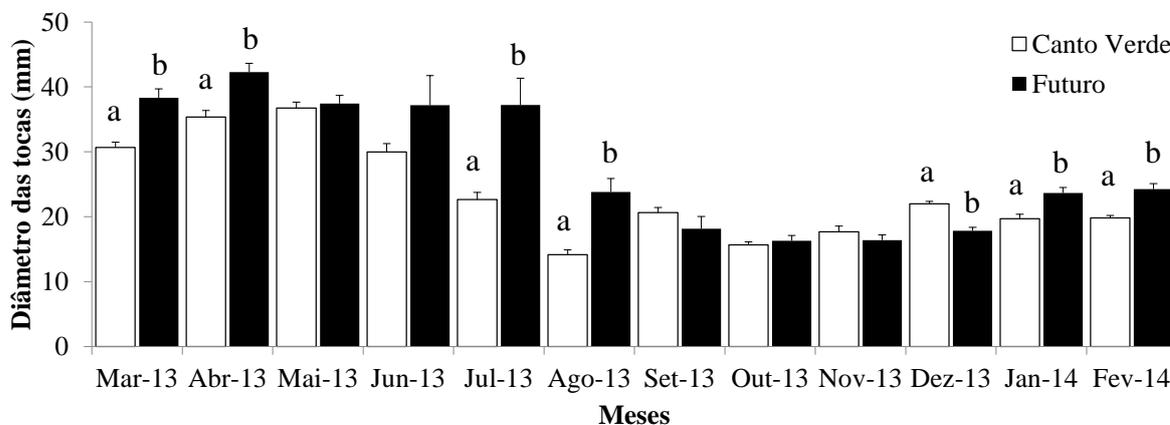
Fonte: A autora (2016).

Figura 45 – Diâmetro médio de tocas de *Ocypode quadrata* ao longo dos meses de estudo na praia do Futuro. As barras representam o erro padrão.



Fonte: A autora (2016).

Figura 46 - Diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata* nas duas praias (Canto Verde e Futuro) dentro de cada mês amostrado. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas no diâmetro das tocas entre as praias.



Fonte: A autora (2016).

Considerando o supralitoral, pode-se constatar que a praia do Futuro também apresentou os maiores valores de diâmetro das tocas ao longo do período de estudo, com exceção do mês de dezembro de 2013, onde o maior diâmetro foi observado para a praia do Canto Verde. Nesta zona, diferenças significativas entre as duas praias foram observadas em março, abril, julho, agosto, outubro, novembro de 2013, janeiro e fevereiro de 2014 ( $p < 0,05$ ) (FIGURA 49) (TABELA 23).

Tabela 18 – Resultado do teste de comparação múltipla realizado entre os meses de amostragem na praia do Canto Verde , quando se avaliou o diâmetro das tocade *Ocypode quadrata*.

	Mar-13	Abr-13	Mai-13	Jun-13	Jul-13	Ago-13	Set-13	Out-13	Nov-13	Dez-13	Jan-14	Fev-14
Mar-13	-											
Abr-13	0,519	-										
Mai-13	<b>0,005</b>	1,000	-									
Jun-13	1,000	0,136	<b>0,003</b>	-								
Jul-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	-							
Ago-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	-						
Set-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	-					
Out-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	-				
Nov-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,005</b>	0,104	0,057	1,000	-			
Dez-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	-		
Jan-14	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	0,106	1,000	-	
Fev-14	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	1,000	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	1,000	-

Fonte: A autora (2016).

Tabela 19 – Resultado do teste de comparação múltipla realizado entre os meses de amostragem na praia do Futuro, quando se avaliou o diâmetro das tocade *Ocypode quadrata*.

	Mar-13	Abr-13	Mai-13	Jun-13	Jul-13	Ago-13	Set-13	Out-13	Nov-13	Dez-13	Jan-14	Fev-14
Mar-13	-											
Abr-13	1,000	-										
Mai-13	1,000	1,000	-									
Jun-13	1,000	1,000	1,000	-								
Jul-13	1,000	1,000	1,000	1,000	-							
Ago-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,198	0,083	-						
Set-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,003</b>	<b>0,000</b>	1,000	-					
Out-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,031</b>	1,000	-				
Nov-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	0,315	1,000	1,000	-			
Dez-13	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,006</b>	<b>0,000</b>	1,000	1,000	0,147	1,000	-		
Jan-14	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	1,000	1,000	<b>0,006</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	-	
Fev-14	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,001</b>	1,000	1,000	1,000	<b>0,001</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	<b>0,000</b>	1,000	-

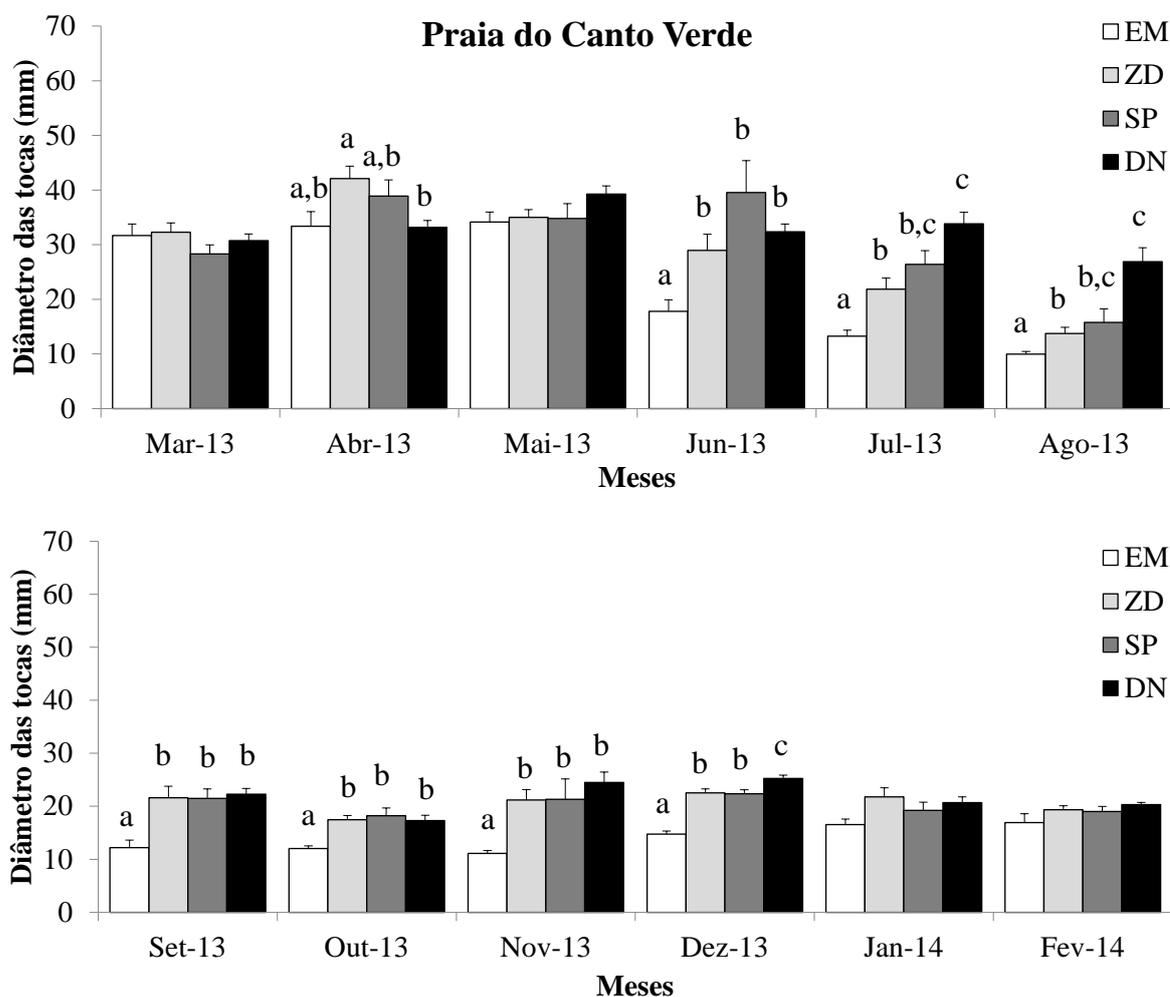
Fonte: A autora (2016).

Tabela 20 – Resultado do teste de Mann-Whitney para o diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata*, quando comparações foram feitas entre as praias dentro de cada mês de amostragem.

Meses	Rank Sum Canto Verde	Rank Sum Futuro	U	Z	p
Mar-13	44261,00	11350,00	4358,00	<b>-4,4777</b>	<b>0,0000</b>
Abr-13	21182,00	8221,00	3416,00	<b>-3,6612</b>	<b>0,0003</b>
Mai-13	32320,50	8434,50	5524,50	-1,3067	0,1913
Jun-13	8896,500	1114,50	511,50	-1,9395	0,0524
Jul-13	17947,50	3167,50	1111,50	<b>-3,4291</b>	<b>0,0006</b>
Ago-13	17558,00	8320,00	2852,00	<b>-4,5388</b>	<b>0,0000</b>
Set-13	35437,50	5032,50	4212,50	1,3864	0,1656
Out-13	163511,0	61274,00	43216,00	-0,3981	0,6906
Nov-13	31568,00	18202,00	10862,00	-0,6539	0,5131
Dez-13	898660,5	124504,50	105394,50	<b>2,8024</b>	<b>0,0051</b>
Jan-14	41476,00	27159,00	10351,00	<b>-4,8838</b>	<b>0,0000</b>
Fev-14	221182,0	44903,00	18616,00	<b>-5,7768</b>	<b>0,0000</b>

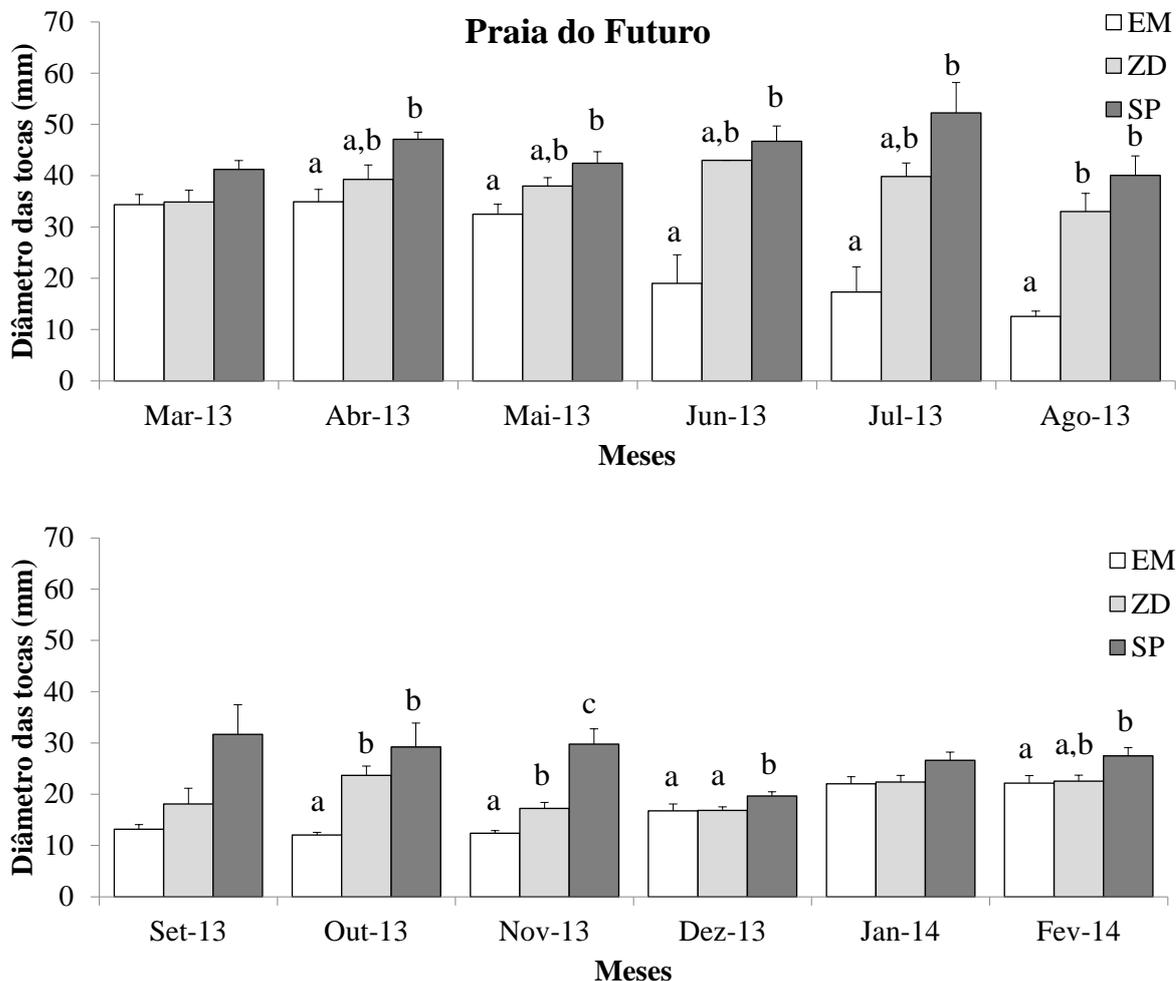
Fonte: A autora (2016).

Figura 47 – Diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata* nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e dunas-DN) dentro de cada mês na praia do Canto Verde. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas entre as zonas.



Fonte: A autora (2016).

Figura 48 – Diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata* nas quatro zonas (entremarés-EM, zona de detrito-ZD, supralitoral-SP e dunas-DN) dentro de cada mês na praia do Futuro. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas entre as zonas.



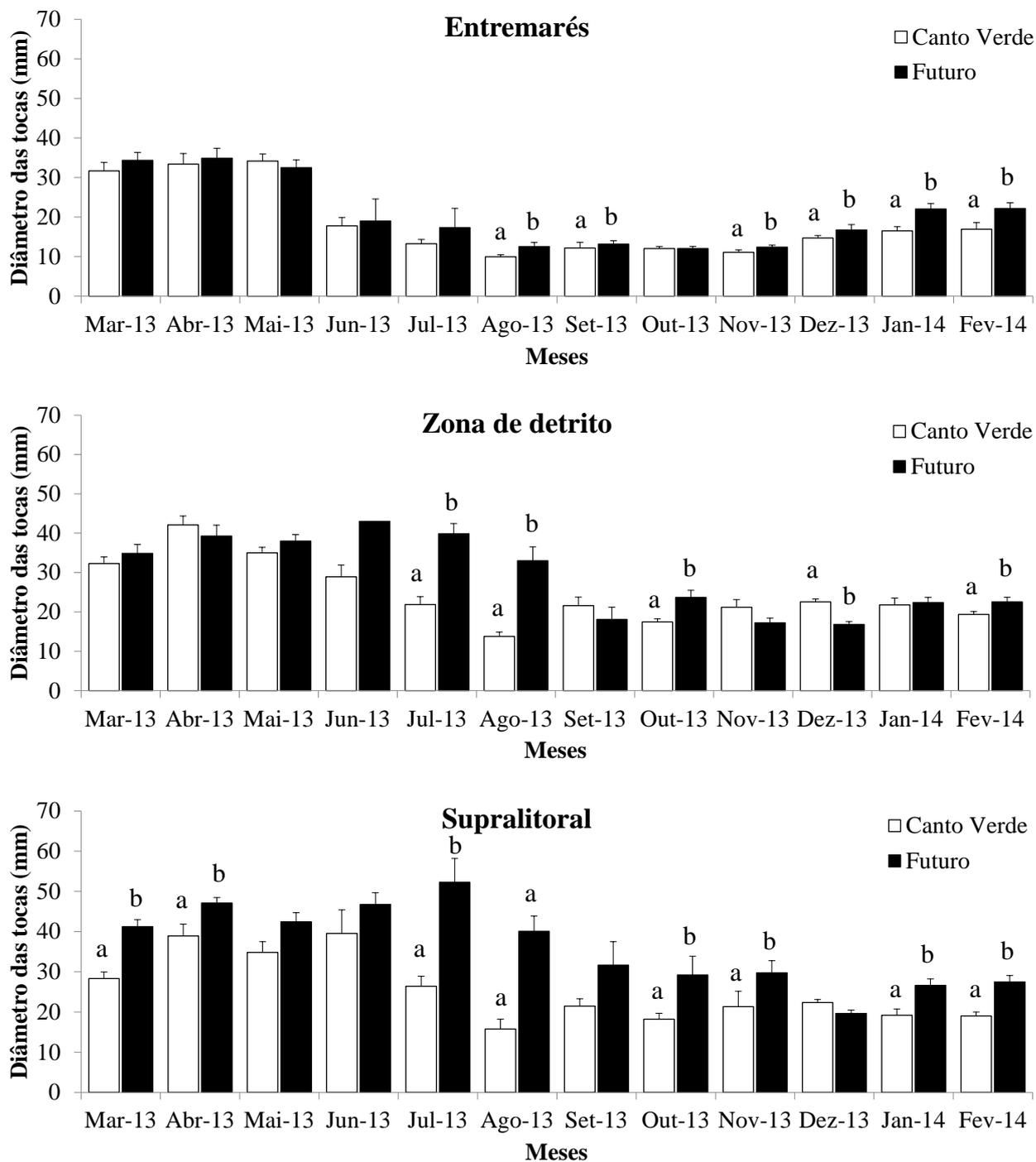
Fonte: A autora (2016).

Tabela 21 – Resultado do teste de Mann-Whitney para o diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata*, quando comparações foram feitas entre as praias na zona do entremarés ao longo do período de amostragem.

Meses	Entremarés				
	Rank Sum Canto Verde	Rank Sum Futuro	U	Z	p
Mar-13	867,00	79,00	47,00	-0,6198	0,5354
Abr-13	506,00	274,00	155,00	-0,4171	0,6766
Mai-13	1854,50	701,50	491,50	0,2365	0,8131
Jun-13	288,00	63,00	35,00	-0,6396	0,5224
Jul-13	2426,50	274,50	215,50	-0,2904	0,7715
Ago-13	5032,50	2227,50	846,50	<b>-2,8996</b>	<b>0,0037</b>
Set-13	764,00	511,00	169,00	<b>-2,1421</b>	<b>0,0322</b>
Out-13	23869,50	17746,50	9673,50	-0,5834	0,5596
Nov-13	5709,00	4302,00	1793,00	<b>-2,2943</b>	<b>0,0218</b>
Dez-13	30970,00	7256,00	3709,00	<b>-2,7043</b>	<b>0,0068</b>
Jan-14	2624,50	3046,50	794,50	<b>-3,7323</b>	<b>0,0002</b>
Fev-14	279,00	711,00	126,00	<b>-2,4947</b>	<b>0,0126</b>

Fonte: A autora (2016).

Figura 49 - Diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata* nas praias do Canto Verde e Futuro em cada zona (entremarés-EM, zona de detrito-ZD e supralitoral-SP) ao longo dos meses de amostragem três. Letras diferentes acima das barras (erro padrão) indicam diferenças significativas no diâmetro das tocas entre as praias.



Fonte: A autora (2016).

Tabela 22 – Resultado do teste de Mann-Whitney para o diâmetro médio das tocade *Ocypode quadrata*, quando comparações foram feitas entre as praias na zona de detrito ao longo do período de amostragem.

Meses	Zona de detrito				
	Rank Sum Canto Verde	Rank Sum Futuro	U	Z	p
Mar-13	3128,00	1058,00	572,00	-1,3226	0,1860
Abr-13	973,50	301,50	210,50	0,6635	0,5070
Mai-13	1947,50	680,50	351,50	-1,3071	0,1912
Jun-13	-	-	-	-	-
Jul-13	977,00	298,00	31,00	<b>-3,3411</b>	<b>0,0008</b>
Ago-13	655,50	619,50	60,50	<b>-4,3986</b>	<b>0,0000</b>
Set-13	1137,50	458,50	287,50	0,9561	0,3390
Out-13	22970,50	7657,50	3070,50	<b>-3,8386</b>	<b>0,0001</b>
Nov-13	2299,50	2071,50	990,50	0,6954	0,4868
Dez-13	66064,50	13735,50	10414,50	<b>2,6597</b>	<b>0,0078</b>
Jan-14	2091,00	1650,00	765,00	-1,1208	0,2624
Fev-14	9490,50	3229,50	1362,50	<b>-2,8761</b>	<b>0,0040</b>

Fonte: A autora (2016).

Tabela 23 – Resultado do teste de Mann-Whitney para o diâmetro médio das tocade *Ocypode quadrata*, quando comparações foram feitas entre as praias no supralitoral ao longo do período de amostragem.

Meses	Supralitoral				
	Rank Sum Canto Verde	Rank Sum Futuro	U	Z	p
Mar-13	2665,50	1894,50	387,50	<b>-4,4936</b>	<b>0,0000</b>
Abr-13	196,00	665,00	105,00	<b>-2,1573</b>	<b>0,0310</b>
Mai-13	274,00	392,00	103,00	-1,8667	0,0619
Jun-13	125,00	85,00	34,00	-0,9113	0,3621
Jul-13	293,50	202,50	17,50	<b>-3,3633</b>	<b>0,0008</b>
Ago-13	168,00	238,00	15,00	<b>-3,6927</b>	<b>0,0002</b>
Set-13	929,50	198,50	68,50	-1,7374	0,0823
Out-13	2212,00	638,00	196,00	<b>-2,6302</b>	<b>0,0085</b>
Nov-13	190,00	245,00	54,00	<b>-2,1926</b>	<b>0,0283</b>
Dez-13	38373,50	10767,50	8211,50	0,5660	0,5714
Jan-14	1022,50	1827,50	392,50	<b>-3,2656</b>	<b>0,0011</b>
Fev-14	4994,00	3134,00	623,00	<b>-5,2164</b>	<b>0,0000</b>

Fonte: A autora (2016).

A distribuição de frequência de diâmetro das tocas de *O. quadrata* indicou uma distribuição bi-modal em ambas as praias (Canto Verde e Futuro), embora não tenha sido tão nítida em alguns dos meses avaliados. A maior frequência de tocas de menor diâmetro a partir de junho de 2013 provavelmente está relacionada com a entrada de recrutas (indivíduos jovens) na população das duas praias (FIGURAS 50 e 51).

Nos meses de março e abril de 2013, a classe de diâmetro 19-22 mm foi a mais frequente na praia do Canto Verde, enquanto a classe de diâmetro das tocas 22-25 mm foi a de maior frequência nos meses de maio e junho na mesma praia (FIGURA 50). Já na praia do Futuro, as classes 43-46, 49-52, 37-40 e 40-43 mm foram as mais frequentes nos meses de março, abril, maio e junho de 2013, respectivamente (FIGURA 51). Vale ressaltar que o mês de junho também se caracterizou por marcar a chegada de tocas de menores diâmetros nas duas praias (Canto Verde - classe 4-7 mm e Futuro - classe 7-10 mm).

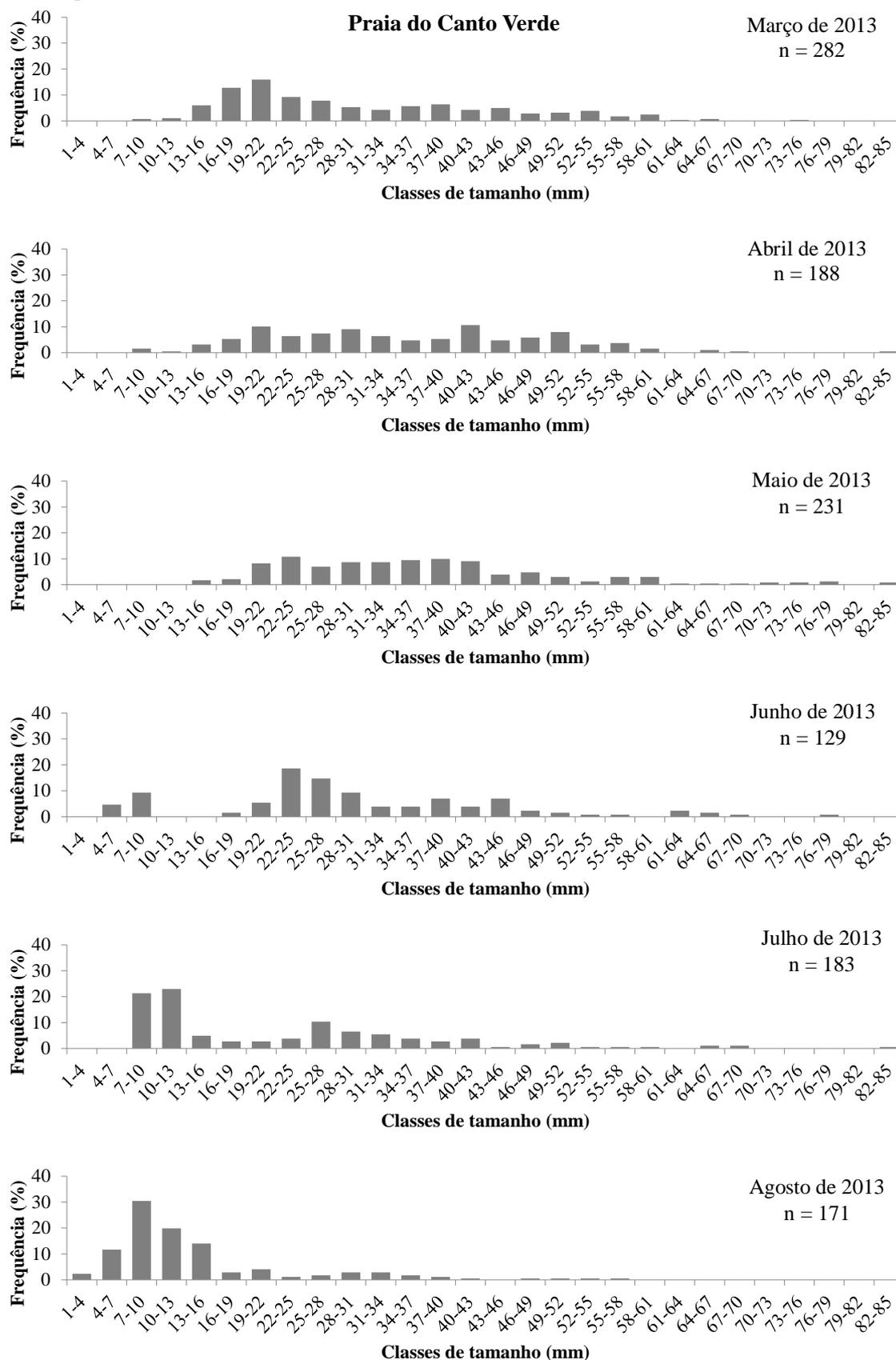
Em ambas as praias, a classe de diâmetro 7-10 mm foi a de maior frequência nos meses de agosto e outubro de 2013, e a classe 10-13 mm a mais frequente no mês de setembro do mesmo ano, indicando a maior presença de indivíduos de menor tamanho na população de *O. quadrata* das praias de Canto Verde e Futuro (FIGURAS 50 e 51).

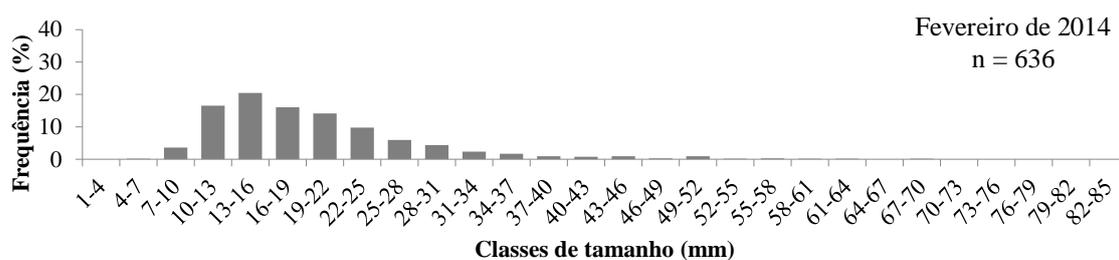
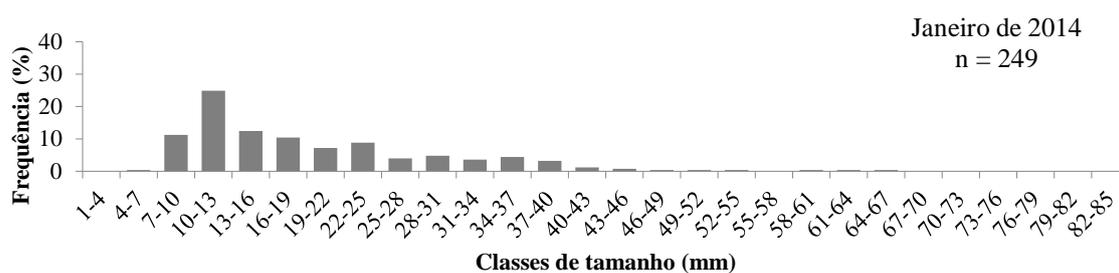
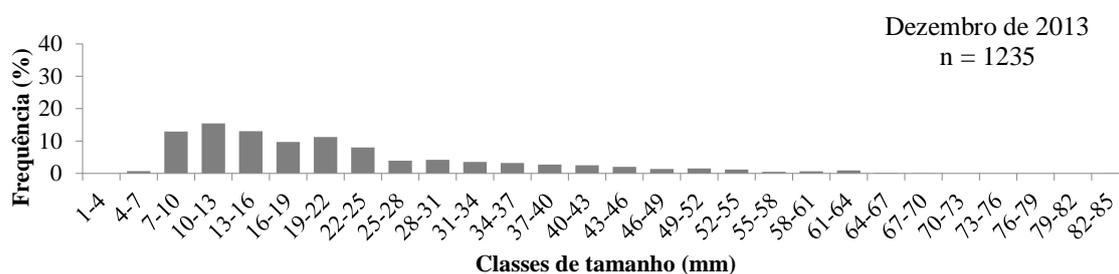
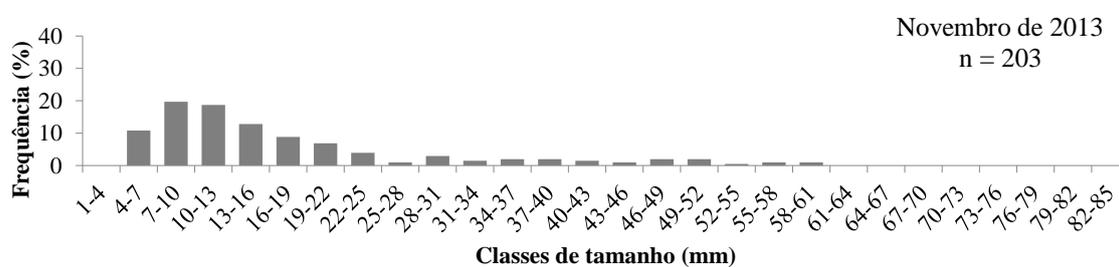
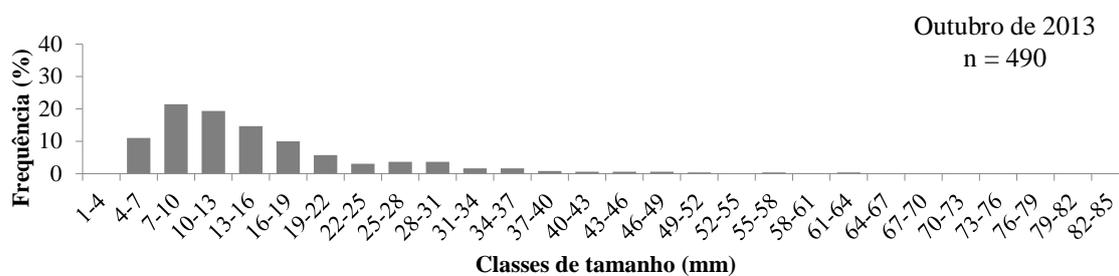
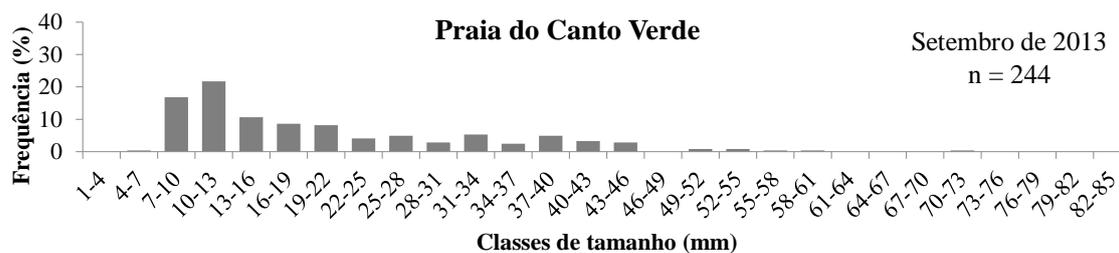
Analisando o mês de novembro, constatou-se que os intervalos de classes 7-10 e 10-13 mm foram os de maior frequência nas duas praias estudadas. Já os meses de dezembro de 2013 e janeiro de 2014 caracterizaram-se pela maior frequência dos intervalos de classes 10-13 e 13-16 mm na praia do Canto Verde, enquanto na praia do Futuro as classes 13-16 e 16-19 mm foram as mais frequentes em tais meses. Por fim, o mês de fevereiro apresentou maior frequência das classes 13-16 e 22-25 mm para as praias do Canto Verde e Futuro, respectivamente (FIGURAS 50 e 51).

### **Correlações entre as variáveis ambientais e biológicas**

As análises de correlação não paramétrica de Spearman, realizadas entre os dados biológicos (densidade e diâmetro das tocas) e as variáveis ambientais, para as praias do Canto Verde e Futuro, são apresentadas nas tabelas 24, 25, 26 e 27. A densidade de tocas de *Ocypode quadrata* não apresentou nenhuma correlação com as variáveis ambientais, porém o diâmetro correlacionou-se positivamente com a precipitação. Já a densidade de tocas da praia do Futuro correlacionou-se positivamente com a temperatura do sedimento e a extensão da praia e negativamente com a matéria orgânica e a precipitação, enquanto o diâmetro das tocas correlacionou-se de forma negativa com a velocidade do vento e positiva com a precipitação.

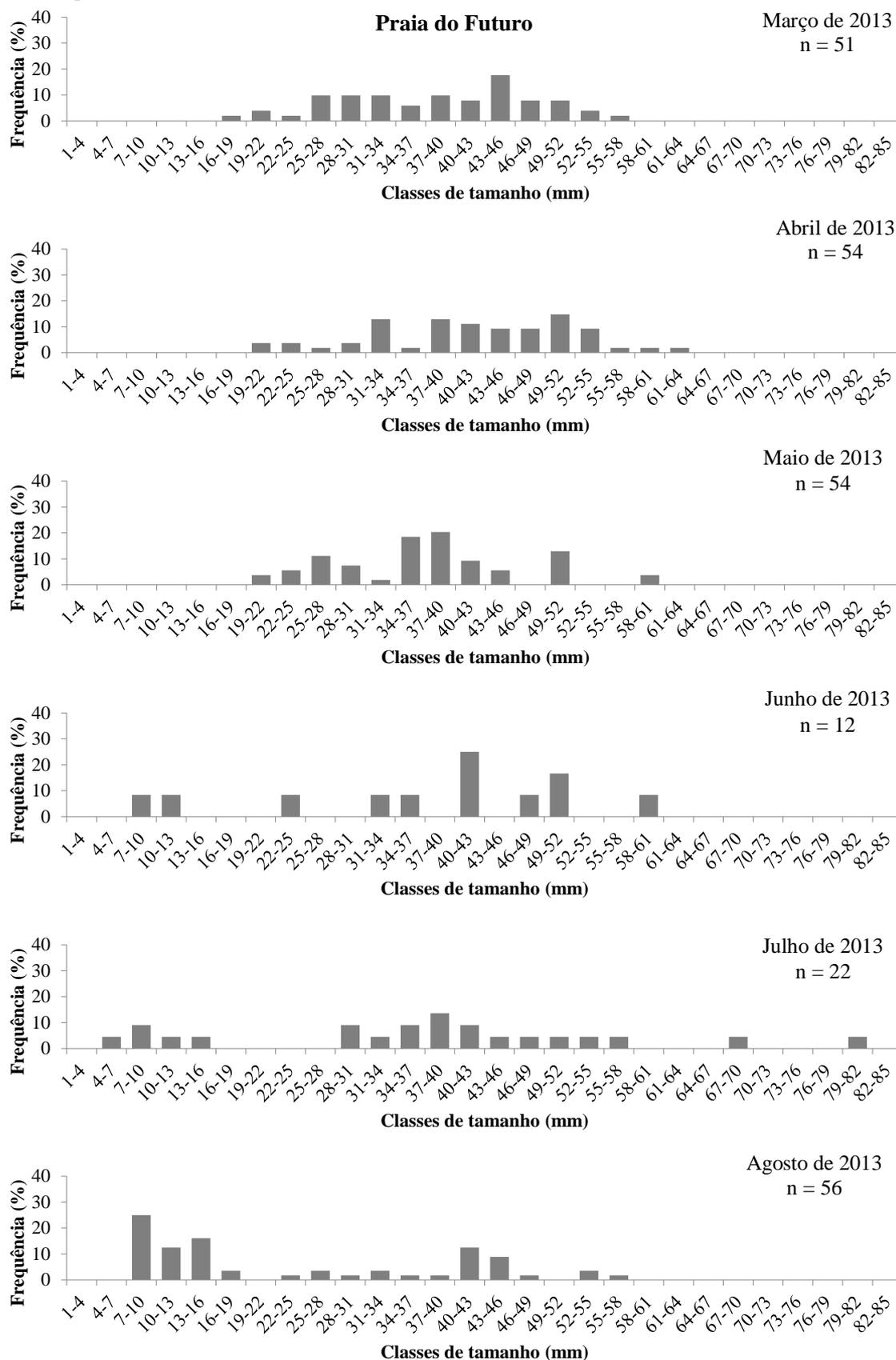
Figura 50 - Distribuição mensal de frequência do diâmetro das tocas de *Ocypode quadrata* ao longo do período de estudo na praia do Canto Verde.

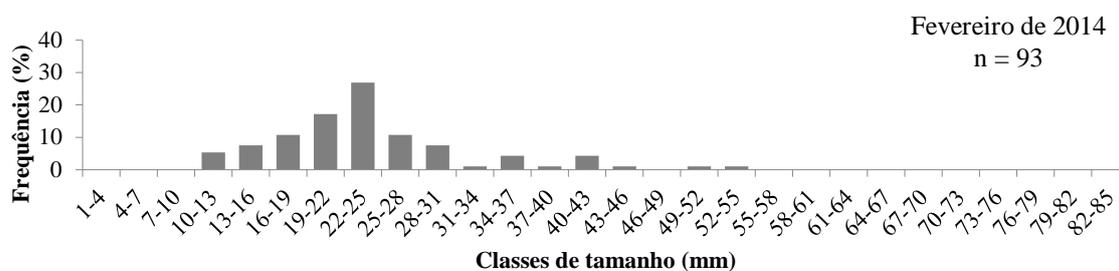
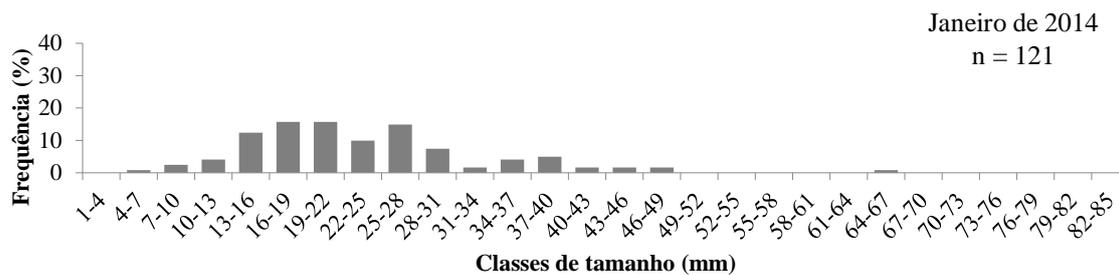
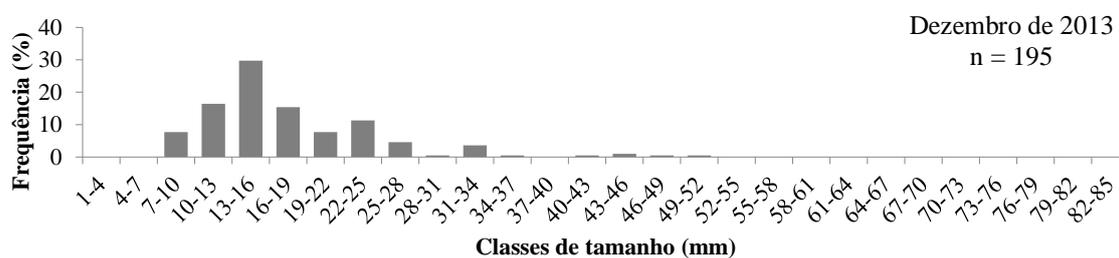
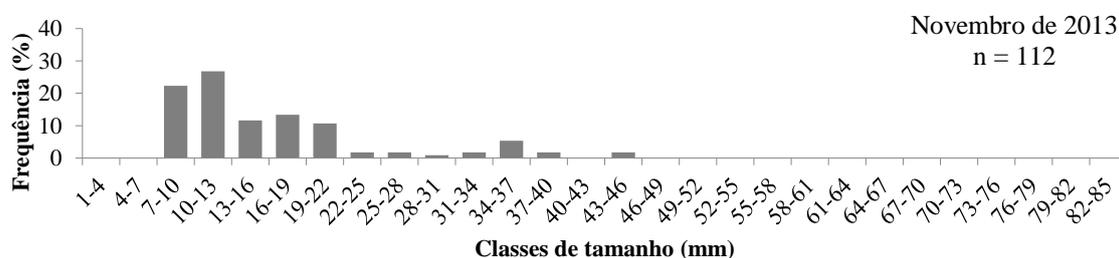
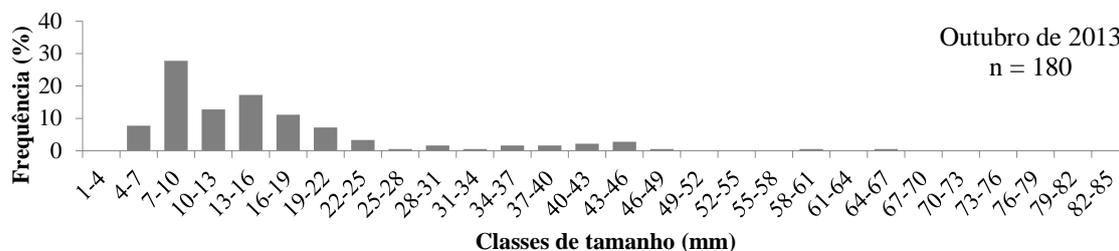
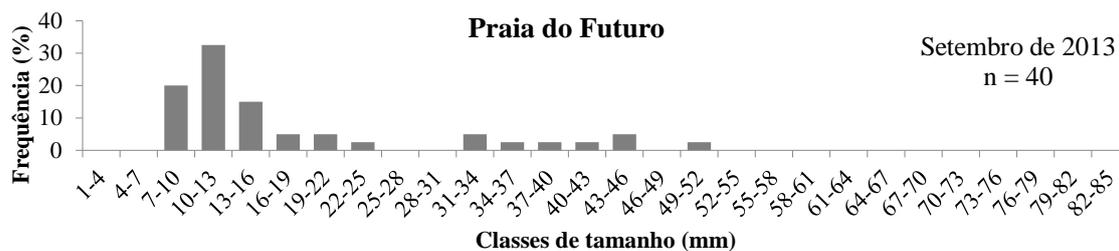




Fonte: A autora (2016).

Figura 51 - Distribuição mensal de frequência do diâmetro das tocas de *Ocypode quadrata* ao longo do período de estudo na praia do Futuro.





Fonte: A autora (2016).

Tabela 24 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre a densidade média das tocas de *Ocypode quadrata* e as variáveis ambientais avaliadas na praia do Canto Verde.

Correlações	n	R-Spearman	p
Densidade x Temperatura do ar	12	0,186640	0,561366
Densidade x Temperatura do sedimento	12	0,538462	0,070894
Densidade x Compactação	12	-0,188811	0,556737
Densidade x Tamanho do grão	12	-0,202797	0,527302
Densidade x Matéria orgânica	12	-0,174825	0,586824
Densidade x Carbonato	12	0,090909	0,778725
Densidade x Velocidade do vento	12	0,400002	0,197614
Densidade x Altura da maré alta da manhã	12	-0,307021	0,331700
Densidade x Inclinação da praia	12	0,160839	0,617523
Densidade x Extensão da praia	12	-0,371279	0,234737
Densidade x Altura do perfil praial	12	0,139860	0,664633
Densidade x Amplitude da maré	12	0,178948	0,577888
Densidade x Precipitação	12	-0,079763	0,805365

Fonte: A autora (2016).

Tabela 25 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre o diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata* e as variáveis ambientais avaliadas na praia do Canto Verde

Correlações	n	R-Spearman	p
Diâmetro x Temperatura do ar	12	0,079989	0,804823
Diâmetro x Temperatura do sedimento	12	0,272727	0,391097
Diâmetro x Compactação	12	0,384615	0,217020
Diâmetro x Tamanho do grão	12	0,356643	0,255138
Diâmetro x Matéria orgânica	12	0,468531	0,124455
Diâmetro x Carbonato	12	0,223776	0,484452
Diâmetro x Velocidade do vento	12	-0,522810	0,081157
Diâmetro x Altura da maré alta da manhã	12	0,148093	0,646002
Diâmetro x Inclinação da praia	12	-0,125874	0,696683
Diâmetro x Extensão da praia	12	-0,402803	0,194202
Diâmetro x Altura do perfil praial	12	-0,370629	0,235621
Diâmetro x Amplitude da maré	12	0,035088	0,913792
Diâmetro x Precipitação	<b>12</b>	<b>0,688858</b>	<b>0,013229</b>

Fonte: A autora (2016).

Tabela 26 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre a densidade média das tocas de *Ocypode quadrata* e as variáveis ambientais avaliadas na praia do Futuro.

Correlações	n	R-Spearman	p
Densidade x Temperatura do ar	12	0,403144	0,193789
Densidade x Temperatura do sedimento	<b>12</b>	<b>0,810526</b>	<b>0,001386</b>
Densidade x Compactação	12	-0,087566	0,786694
Densidade x Tamanho do grão	12	0,266200	0,402978
Densidade x Matéria orgânica	<b>12</b>	<b>-0,690019</b>	<b>0,013012</b>
Densidade x Carbonato	12	-0,417544	0,176839
Densidade x Velocidade do vento	12	0,228070	0,475882
Densidade x Altura da maré alta da manhã	12	-0,297406	0,347831
Densidade x Inclinação da praia	12	-0,493871	0,102705
Densidade x Extensão da praia	<b>12</b>	<b>0,780318</b>	<b>0,002749</b>
Densidade x Altura do perfil praial	12	0,003509	0,991365
Densidade x Amplitude da maré	12	0,294737	0,352382
Densidade x Precipitação	<b>12</b>	<b>-0,621053</b>	<b>0,031138</b>

Fonte: A autora (2016).

Tabela 27 - Análise de correlação não paramétrica de Spearman realizada entre o diâmetro médio das tocas de *Ocypode quadrata* e as variáveis ambientais avaliadas na praia do Futuro.

Correlações	n	R-Spearman	p
Diâmetro x Temperatura do ar	12	0,047132	0,884353
Diâmetro x Temperatura do sedimento	12	-0,329247	0,296007
Diâmetro x Compactação	12	-0,104895	0,745609
Diâmetro x Tamanho do grão	12	-0,272727	0,391097
Diâmetro x Matéria orgânica	12	0,174825	0,586824
Diâmetro x Carbonato	12	0,056042	0,862660
Diâmetro x Velocidade do vento	<b>12</b>	<b>-0,805605</b>	<b>0,001561</b>
Diâmetro x Altura da maré alta da manhã	12	0,287889	0,364201
Diâmetro x Inclinação da praia	12	0,279720	0,378569
Diâmetro x Extensão da praia	12	-0,466670	0,126163
Diâmetro x Altura do perfil praial	12	0,003503	0,991380
Diâmetro x Amplitude da maré	12	0,014011	0,965530
Diâmetro x Precipitação	<b>12</b>	<b>0,819616</b>	<b>0,001102</b>

Fonte: A autora (2016).

## 4 DISCUSSÃO

Nos últimos anos, os efeitos das atividades antrópicas sobre a biota e o ecossistema de praias arenosas têm sido foco de muitos estudos. A natureza e a severidade dessas atividades têm sido amplamente avaliadas por indicadores ecológicos (NIEMI; MCDONALD, 2004; LUCREZI; SCHLACHER; ROBINSON, 2009).

Inúmeras investigações já desmosntraram a utilidade dos caranguejos do gênero *Ocypode* como indicadores biológicos de ambientes praias impactados (BARROS, 2001; BLANKENSTEYN, 2006; LUCREZI; SCHLACHER; ROBINSON, 2009; LUCREZI; SCHLACHER; WALKER, 2009; MOSS; MCPHEE, 2006; NEVES; BEMVENUTI, 2006; POMBO; TURRA, 2013; MAGALHÃES *et al.*, 2009). Em geral, esses organismos são afetados de forma negativa pelas intervenções humanas, sejam elas: trânsito de veículos, pisoteio, blindagem da costa, presenças de edificações e urbanização.

O supralitoral das praias arenosas brasileiras é biologicamente caracterizado pela presença do caranguejo *Ocypode quadrata*, conhecido popularmente no estado do Ceará como grauçá. Trabalhos realizados por Turra, Gonçalves e Denadai (2005), Neves e Bemvenuti (2006), Blankensteyn (2006), Araujo, Rosa e Fernandes (2008) e Souza *et al.* (2008) mostraram que esta espécie, assim como outras do mesmo gênero, é um potencial bioindicador de impactos antrópicos em praias arenosas brasileiras.

No presente trabalho, foi observado um maior número de tocas de *O. quadrata* na praia do Canto Verde do que na praia do Futuro, fato que persistiu em todos os meses de amostragem. A densidade de tocas também foi maior na praia do Canto Verde em dez dos doze meses de estudo. É provável que essa menor densidade de tocas na praia do Futuro esteja relacionada a três fatores: redução do habitat, ocasionada pela instatação das barracas na área de ocorrência dos caranguejos; pisoteio, provocado pela forte presença de frequentadores locais e turistas durante todo o ano; e limpeza da praia, realizada diariamente na área das barracas (supralitoral).

Barros (2001) verificou que a perda de habitat e modificações na área de dunas reduziu a abundância de *O. cordimanus* em praias urbanizadas na costa da Austrália. Estudos realizados por Blankensteyn (2006), Araujo, Rosa e Fernandes (2008), Souza *et al.* (2008) e Magalhães *et al.* (2009) também constataram baixas densidades de tocas de *O. quadrata* em praias urbanizadas. Já Neves e Bemvenuti (2006) encontraram baixas densidades desta espécie nas praias com maior fluxo de veículos e pedestres.

Adicionalmente, foi possível verificar uma clara variação na densidade de tocas entre os meses de estudo nas duas praias. Maiores densidades foram registradas entre os meses de outubro de 2013 e fevereiro de 2014, fato que coincidiu com a forte presença de tocas de menores diâmetros no ambiente. Estudando a variação espaço-temporal de *O. quadrata* na praia do Cassino-RS, Girão (2009) verificou que o aumento da densidade de tocas, entre os meses de fevereiro e abril de 2008, foi decorrente da forte presença de recrutas. Alguns autores têm relatado que flutuações mensais na densidade da fauna bentônica podem ser atribuídas a mudanças nas interações biológicas (BOESCH, 1973), na atividade reprodutiva das espécies (DEXTER, 1984), bem como ao período de recrutamento (SOUSA; GIANUCA, 1995; NEVES *et al.*, 2008).

Tocas de *O. quadrata* foram observadas nas quatro zonas investigadas (entremarés-EM, zona de detrito- ZD, supralitoral- SP e duna-DN) na praia do Canto Verde, enquanto na praia do Futuro, devido à ausência de dunas, as tocas só ocorreram até o supralitoral. Mesmo com variações mensais, a densidade das tocas foi expressiva nas três primeiras zonas em Canto Verde (entremarés-EM, zona de detrito- ZD, supralitoral- SP). Já na praia do Futuro, apenas as zonas do entremarés e de detrito apresentaram maiores densidades, enquanto baixos valores foram claramente verificados no supralitoral da praia do Futuro. É provável que as intervenções antrópicas (presença das barracas, pisoteio e limpeza da praia) observada no supralitoral da praia do Futuro estejam levando à redução da densidade de tocas nesta zona.

Os dados de diâmetro das tocas variaram sazonalmente em ambas as praias estudadas, com tocas de menores diâmetros sendo observadas a partir de agosto de 2013. Strachan *et al.* (1999), Turra, Gonçalves e Denadai (2005), Valero-Pacheco *et al.* (2007) e Girão (2009) sugeriram que diferenças no diâmetro das tocas, ao longo do tempo, podem ser resultado do período de recrutamento, fato que também foi verificado no presente trabalho.

Estudos têm constatado uma forte relação entre o tamanho das tocas dos caranguejos do gênero *Ocypode* e sua posição na praia, onde tocas de menores diâmetros são geralmente encontradas mais próximas da linha d'água (STRACHAN *et al.*, 1999; ALBERTO; FONTOURA, 1999; ARAUJO; ROSA; FERNANDES, 2008; SOUZA *et al.*, 2008). No presente trabalho, foi observado tocas de menores diâmetros localizadas, preferencialmente, nas zonas do entremarés e detrito em ambas as praias avaliadas, enquanto tocas maiores se distribuíram entre o supralitoral e a duna. A presença de tocas de menor diâmetro nas zonas mais próximas da linha d'água pode ser explicada pela menor resistência à dessecação dos indivíduos menores, menor capacidade de escavar, e possível territorialidade dos adultos nas

áreas superiores da praia, como já sugerido por Alberto e Fontoura (1999), Corrêa *et al.* (2014) e Lucrezi e Schlacher (2014).

A análise do diâmetro das tocas entre as praias do Canto Verde e Futuro para cada zona ao longo do tempo, mostrou maiores valores desta variável na praia do Futuro para as três zonas avaliadas, especialmente o supralitoral. Uma explicação para tal resultado é a não permanência dos indivíduos jovens na praia do Futuro que, embora assentem na praia, não conseguem se estabelecer de forma mais expressiva, e os poucos que conseguem passam a fazer parte de uma população mais antiga, o que reflete no maior tamanho das tocas. De acordo com Steiner e Leatherman (1981), impactos antrópicos podem provocar danos nas populações de caranguejos-fantasmas, tais como: interrupção do ciclo reprodutivo, destruição das tocas, esmagamento e enterramento dos indivíduos e redução da expectativa de vida. Adicionalmente, Hobbs *et al.* (2008) sugeriu que perturbações humanas também podem provocar mudanças na estrutura do tamanho da população, como observado no presente trabalho.

Devido a forte correlação entre a largura da carapaça e o diâmetro das tocas de *O. quadrata*, esta última tem sido utilizada em muitos trabalhos para avaliar a estrutura etária da espécie (ALBERTO; FONTOURA, 1999; VALERO-PACHECO *et al.*, 2007; GIRÃO, 2009; POMBO, 2015). Como observado em outros trabalhos (ALBERTO; FONTOURA, 1999; GIRÃO, 2009), a distribuição de frequência das tocas não apresentou um claro deslocamento modal ao longo do período de estudo, mas foi possível identificar uma distribuição bimodal em ambas as praias, a qual pode indicar dois diferentes grupos de idade.

Uma nítida mudança na estrutura etária foi observada, com os três primeiros meses apresentando elevada frequência de tocas com maiores diâmetros, enquanto nos demais meses se observou maior ocorrência de tocas com menores tamanhos, fato observado em ambas as praias. Tal mudança provavelmente foi decorrente da influência do recrutamento, observado a partir de junho de 2013, onde se detectou maior número de tocas entre as classes de diâmetro 4-7 a 13-16 mm.

Adicionalmente, a presença contínua de juvenis ao longo do período de amostragem, especialmente na praia do Canto Verde, sugere um longo período reprodutivo para esta espécie, como verificado por Alberto e Fontoura (1999), Negreiro-Fransozo, Fransozo e Bertini (2002) e Girão (2009). Diferente do observado nos trabalhos de Alberto e Fontoura (1999), Negreiro-Fransozo, Fransozo e Bertini (2002) e Girão (2009), onde as populações de *O. quadrata* apresentaram pico de recrutamento nos meses de verão, no presente trabalho, o período de recrutamento iniciou-se em junho de 2013 e teve seu pico entre os meses de agosto e dezembro de 2013.

Tendo em vista sua ampla distribuição geográfica, é provável que as características das populações de *Ocypode quadrata* sofram variações latitudinais. Os trabalhos de Alberto e Fontoura (1999), Negreiro-Fransozo, Fransozo e Bertini (2002) e Girão (2009) foram realizados nas regiões sul e sudeste do Brasil, onde as condições ambientais são totalmente diferentes das observadas na região nordeste.

Um dos fatores que pode estar relacionado às mudanças no período de recrutamento de *O. quadrata* nas praias estudadas é a precipitação pluviométrica, visto que foi observado uma maior concentração de tocas de menores diâmetro durante o período seco. A correlação negativa entre a densidade de tocas e a precipitação, bem como a correlação positiva entre essa mesma variável e o diâmetro das tocas, mostram que a precipitação é um importante fator que afeta as populações de *O. quadrata* nas duas praias cearenses avaliadas. Estudando a população de *Uca thayeri* em um manguezal no Ceará, Bezerra e Matthews-Cascon (2007) verificaram também a maior frequência de indivíduos menores durante o período seco. Já Leite, Rezende e Silva (2013), avaliando a biologia populacional do caranguejo *Ucides cordatus* no manguezal do rio Jaguaribe (Aracati-CE), verificaram que a estrutura de tamanho da população foi similar nos períodos seco e chuvoso.

Embora apenas a densidade de tocas da praia do Futuro tenha se correlacionado com a temperatura do sedimento, essa variável ambiental é fundamental para o caranguejo *O. quadrata*, pois influencia suas respostas metabólicas e seus níveis de atividade. Quando a temperatura do ambiente encontra-se abaixo dos 16°C e acima dos 30°C, em geral, os caranguejos permanecem inativos dentro de suas tocas (HALEY, 1972; ALBERTO; FONTOURA, 1999; VALERO-PACHECO *et al.*, 2007). Assim, diante das elevadas temperaturas atingidas ao longo do dia nas praias cearenses, é importante que as amostragens iniciem durante o nascer-do-sol, quando a temperatura do ambiente é mais amena e é possível visualizar as atividades dos caranguejos na superfície da praia.

Apesar do teor de matéria orgânica no sedimento ter se correlacionado negativamente com a densidade de tocas na praia do Futuro, a alimentação por depósito é um importante componente alimentar de *O. quadrata*, que pode extrair mais de 70% das algas disponíveis no substrato (ROBERTSON; PFEIFER, 1982).

A compactação do sedimento é outro fator que pode influenciar na ocorrência de tocas dos caranguejos, especialmente em áreas impactadas por atividades humanas. Neste estudo, a compactação do sedimento sempre foi maior na praia do Futuro do que na do Canto Verde, com diferenças significativas sendo observada em seis dos doze meses de estudo.

Avaliando o impacto da circulação de veículos através de parâmetros físicos, Vieira, Calliari e Oliveira (2004) concluíram que áreas com trânsito de veículos apresentam maiores valores de compactação do sedimento. De acordo com estes autores, a barreira física representada pela areia compactada reduz os espaços entre os grãos aumentando a resistência aos deslocamentos de líquidos e gases no meio, interferindo nos processos biológicos. É possível que tais modificações possam também dificultar a construção de tocas pelos caranguejos-fantasma nas áreas mais compactadas, sendo um fator adicional para a redução de sua ocorrência em ambientes com intensa circulação de veículos. De maneira menos agressiva que o trânsito de veículos, o intenso pisoteio provocado pela presença de turistas na praia também pode ocasionar o aumento da compactação do sedimento, como foi observado para a praia do Futuro.

Diante dos resultados obtidos neste trabalho, a hipótese de que a densidade das tocas de *O. quadrata* são inversamente proporcionais ao grau de perturbações antrópicas em praias arenosas foi corroborada. Assim, embora variações na densidade e no diâmetro das tocas ocorram ao longo do tempo, em decorrência de mudanças nas características da dinâmica populacional, a baixa densidade e o maior diâmetro das tocas do caranguejo, observados especialmente no supralitoral, da praia do Futuro indicam que as intervenções humanas afetam sobremaneira a população de *O. quadrata* nesta praia.

## 5 CONCLUSÕES

A densidade e o diâmetro das tocas de *O. quadrata* variaram entre as praias do Canto Verde e Futuro, as quais estão submetidas a diferentes graus de perturbações antrópicas. Baixos valores de densidade e maiores diâmetros de tocas na praia do Futuro indicam que as atividades antrópicas presentes nesta praia influenciam negativamente a população do caranguejo.

Ainda que mudanças na densidade de tocas tenham ocorrido em função do período de recrutamento durante os meses de amostragem, as diferenças na densidade continuaram persistindo ao longo do gradiente de impacto antrópico, indicando que o estabelecimento da espécie pode ser prejudicado nas praias com instalações de barracas e intensa presença de frequentadores.

As maiores densidades de tocas nas zonas de entremarés e detrito indicam que essas zonas são as preferidas para a ocupação pelos caranguejos devido à maior disponibilidade de alimento.

Modificações na estrutura etária do caranguejo-fantasma também foram evidenciadas com o início do período de recrutamento, o que levou a uma redução nos valores de diâmetro médio das tocas nas duas praias estudadas.

A correlação negativa entre a precipitação pluviométrica e a densidade de tocas, bem como a correlação positiva com o diâmetro das tocas, mostra a impotência desta variável abiótica para a população de *O. quadrata*.

Diante da vulnerabilidade do caranguejo *O. quadrata* às perturbações antrópicas observadas na praia do Futuro, a espécie pode ser um bom indicador da qualidade praial, podendo se utilizada como ferramenta de suporte a programas de monitoramento ambiental.

## REFERÊNCIAS

- ALBERTO, R. M. F.; FONTOURA, N. F. **Distribuição e estrutura etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em praias arenosas do litoral sul do Brasil.** Revista Brasileira de Biologia, v. 59, n. 1, p. 95-108. 1999.
- ACUÑA, E. O.; JARAMILO, E. **Macroinfauna en playas arenosas de la costa del Norte Grande de Chile sometidas a diferentes presiones antrópicas.** Revista de Biología Marina y Oceanografía, v. 50, n. 2, p. 299-313. 2015.
- ARAÚJO, C. C. V.; ROSA, D. M.; FERNANDES, J. M. **Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil.** Biotemas, v. 21, n. 4, p. 73-80. 2008.
- BARROS, F. **Ghost crabs as a tool for rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches.** Biological Conservation, v. 97, p. 399-404. 2001.
- BEZERRA, L. E. A.; MATTHEWS-CASCON, H. **Population and reproductive biology of the fiddler crab *Uca thayeri* Rathbun, 1900 (Crustacea: Ocypodidae) in a tropical mangrove from northeast Brazil.** Acta Oecologica, v. 31, n. 3, p. 251-258. 2007.
- BLANKENSTEYN, A. **O uso de caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impacto antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil.** Revista Brasileira de Zoologia, v. 23, n. 3, p. 870-876. 2006.
- BOESCH, D. F. **Classification and community structure of macrobenthos in Hampton Roads Area, Virginia.** Marine Biology, v. 21, p. 226-244. 1973.
- CARDOSO, R.; BARBOZA, C. A. M.; SKINNERA, V. B.; CABRINIA, T. M. B. **Crustaceans as ecological indicators of metropolitan sandy beaches health.** Ecological Indicators, v. 62, p. 154-162. 2016.
- CARLOS, M. G. O.; MORAIS, D. O. C.; FARIAS, M. M. B.; ALBUQUERQUE, M. Z. S. **Sustentabilidade em Empreendimentos Turísticos do Litoral Fortalezaense: Estudo nas Barracas da Praia do Futuro.** XVI Encontro Internacional sobre Gestão Empresarial e Meio Ambiente. São Paulo (SP), p. 1-16. 2014.
- DEXTER, D. M. **Temporal and spatial variability in the community structure of the fauna of four sandy beaches in south-eastern New South Wales.** Australian Journal of Marine and Freshwater Research, v. 35, p. 663-672. 1984.
- DUGAN, J. E.; HUBBARD, D. M.; RODIL, I. F.; REVELL, D. L.; SCHROETER, S. **Ecological effects of coastal armoring on sandy beaches.** Marine Ecology v. 29, p. 160-170. 2008.
- GHEKIERE, T.; MAGDA, V.; GREET, P.; STEVEN, D. **Are strandline meiofaunal assemblages affected by a once-only mechanical beach cleaning? Experimental findings.** Marine Environmental Research, v. 61, p. 245-264. 2006.

GIRÃO, M. M. L. **Variação espaço-temporal de *Ocypode quadrata* sob a influência de um gradiente antrópico na Praia do Cassino Rio Grande do Sul – Brasil.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2009.

HALEY, S R. **Reproductive cycling in the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Brachyura, Ocypodidae).** Crustaceana, v. 23, p.1-11. 1972.

HOBBS, C. H.; LANDRY, C. B.; PERRY, P. E. **Assessing anthropogenic and natural impacts on ghost crabs (*Ocypode quadrata*) at Cape Hatteras National Seashore, North Carolina.** Journal of Coastal Research, v. 24, n. 6, p. 1450-1458. 2008.

JONAH, F. E.; AGBO N. W.; AGBETI W.; ADJEI-BOATENG, D.; SHIMBA, M. J. **The ecological effects of beach sand mining in Ghana using ghost crabs (*Ocypode species*) as biological indicators.** Ocean & Coastal Management, v. 112, p. 18-24. 2015.

JUNOY, J.; CASTELLANOS, C.; VIEITEZ, J. M.; DE LA HUZ, M. R.; LASTRA, M. **The macroinfauna of the Galician sandy beaches (NW Spain) affected by the Prestige oil-spill.** Marine Pollution Bulletin, v. 50, p. 526-536. 2005.

LUCREZI, S.; SCHLACHER, T. A.; WALKER S. **Monitoring human impacts on sandy shore ecosystems: a test of ghost crabs (*Ocypode* spp.) as biological indicators on an urban beach.** Environmental Monitoring and Assessment, v. 152, p. 413–424. 2009.

LUCREZI, S.; SCHLACHER, T. A. , ROBINSON, W. **Human disturbance as a cause of bias in ecological indicators for sandy beaches: Experimental evidence for the effects of human trampling on ghost crabs (*Ocypode* spp.).** Ecological Indicators, v. 9, p. 913-921. 2009.

LUCREZI, S.; SCHLACHER, T. A. **Impacts of Off-Road Vehicles (ORVs) on Burrow Architecture of Ghost Crabs (Genus *Ocypode*) on Sandy Beaches.** Environmental Management, v. 45, p. 1352–1362. 2010.

LUCREZI, S.; SCHLACHER, T. A. **The Ecology of Ghost Crabs – A review.** Oceanography and marine biology, v. 52, p. 201-256. 2014.

MAGALHÃES, W. F.; LIMA, J. B.; BARROS, F. & DOMINGUEZ, J. M. L. **Is *Ocypode quadrata* (fabricius, 1787) a useful tool for exposed sandy beaches management in Bahia State (Northeast Brazil)?** Brazilian Journal of Oceanography, v. 57, n. 2, p.149-152. 2009.

MENDONÇA, T. C. M.; IRVING, M. A. **Turismo de base comunitária: a participação como prática no desenvolvimento de projetos turístico no Brasil - Prainha do Canto Verde, Beberibe (CE).** Caderno Virtual de Turismo, v. 4, n. 4, p. 12-22. 2004.

MOSS, D.; McPHEE, D. P. **The impacts of recreational four-wheel driving on the abundance of the ghost crabs (*Ocypode cordimanus*) on subtropical sandy beach in SE Queensland.** Coastal Management, v. 34, p. 133-140. 2006.

NIEMI, G. J.; MCDONALD, M. E. **Application of ecological indicators.** Annual Review of Ecology Evoluton and Systematcs, v. 35, p. 89-111. 2004.

NEGREIROS-FRANSOZO, M. L.; FRANSOZO, A.; BERTINI, G. **Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda, Ocypodidae) at a sandy beach in southeastern Brazil.** Journal of Crustacean Biology, v. 22, n. 1, p. 157-161. 2002.

NEVES, F. M.; BEMVENUTI, C. E. **The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil.** Biological Conservation, v. 33, p. 431-435. 2006.

NEVES, L. P.; SILVA, P. S. R.; BEMVENUTI, C. E. **Temporal variability of benthic macrofauna on Cassino beach, southernmost Brazil.** Iheringia, v. 98, n. 1, p. 36-44. 2008.

NORIEGA, R.; SCHLACHER, T.A.; SMEUNINX, B. **Reductions in ghost crab populations reflect urbanization of beaches and dunes.** Journal of Coastal Research, v. 28, n. 1, p. 123-131. 2012.

POMBO, M. **The Atlantic ghost crab *Ocypode quadrata* (Decapoda:Ocypodidae) as bioindicator of sandy beaches: assessment of the influence of environmental, behavioral and population factors.** Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Universidade de São Paulo, São Paulo. 2015.

POMBO, M.; TURRA, A. **Issues to be considered in counting burrows as a measure of Atlantic ghost crab populations, an important bioindicator of sandy beaches.** Plos One, v. 8, n. 12, p. 1-7. 2013.

ROBERTSON, J. R.; PFEIFFER, W. J. **Deposit-feeding by the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius).** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, v. 56, p. 165-177. 1982.

SCHLACHER, T.A.; DUGAN, J.; SCHOEMAN, D.S.; LASTRA, M.; JONES, A.; SCAPINI, F.; MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. **Sandy beaches at the brink.** Diversity Distributions, v. 13, p. 556-560. 2007.

SCHLACHER, T. A.; LUCREZI, S.; CONNOLLY, R. M.; PETERSON, C. H.; GILBY, B. L.; MASLO, B.; OLDS, A. D.; WALKER, S. J.; LEON, J. X.; HUIJBERS, C. M.; WESTON, M. A.; TURRA, A.; HYNDES, G. A.; HOLT, R. A.; SCHOEMAN, D. S. **Human threats to sandy beaches: A metaanalysis of ghost crabs illustrates global anthropogenic impacts.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, v. 169, p. 56-73. 2016.

SCHLACHER, T.A.; SCHOEMAN, D.S.; LASTRA, M.; JONES, A.; DUGAN, J.; SCAPINI, F.; MCLACHLAN, A. **Neglected ecosystems bear the brunt of change.** Ethology Ecology and Evolution., v. 18, p. 349-351. 2006.

SCHLACHER, T. A.; THOMPSON, L.; PRICE, S. **Vehicles versus conservation of invertebrates on sandy beaches: mortalities inflicted by off-road vehicles on ghost crabs.** Marine Ecology, v. 28, p. 354-367. 2007.

SCHOEMAN, D. S.; SCHLACHER, T. A.; JONES, A. R.; MURRAY, A.; HUIJBERS, C. M.; OLDS, A. D.; CONNOLLY, R. M. **Edging along a Warming Coast: A Range Extension for a Common Sandy Beach Crab.** 2015.

- SOUZA, J. B. R.; GIANUCA, N. M.. **Zonation and seasonal variation of the intertidal macrofauna on a sandy beach of Paraná State, Brazil.** Scientia Marina, v. 59, n. 2, p. 103-111. 1995
- SOUZA, J. R. B.; LAVOIE, N.; BONIFÁCIO, P. H.; ROCHA, C. M. C. **Distribution of *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) on sandy beaches of Northeastern Brazil.** Atlântica, v. 30, n. 2, p. 139-145. 2008.
- STEINER, A. J.; LEATHERMAN, S. P.. **Recreational impacts on the distribution of ghost crabs *Ocypode quadrata* FAB.** Biological Conservation, v. 20, p.111-122. 1981.
- STRACHAN, P. H; SMITH, R. C.; HAMILTON, D. A. B.; TAYLOR A. C.; ATKINSON, R. J. A. **Studies on the ecology and behaviour of the ghost crab, *Ocypode cursor* (L.) in northern Cyprus.** Scientia Marina, v. 63, n. 1, p. 51-60. 1999.
- TURRA, A.; GONÇALVES, M. A. O.; DENADAI, M. R. **Spatial distribution of the ghost crab, *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beach.** Journal of Natural History, v. 39, n. 23, p. 2163-2177. 2005.
- VELOSO, V. G.; NEVES, G.; LOZANO, M.; PEREZ-HURTADO, A.; GAGO, C. G.; HORTAS, F.; GARCIA, F. G. **Responses of talitrid amphipods to a gradient of recreational pressure caused by beach urbanization.** Marine Ecology, v. 29, Suppl. 1) p. 126–133. 2008.
- VALERO-PACHECO, E. F.; ALVAREZ, L. G.; ABARCA-ARENAS; ESCOBAR, M. **Population density and activity pattern of the ghost crab, *Ocypode quadrata*, in Veracruz, Mexico.** Crustaceana, v. 80, n. 3, p. 313-325. 2007.
- VIANA, M. G. **Efeito de Atividades Antrópicas sobre a Distribuição Espacial da Macrofauna Bentônica das Praias Arenosas do Icarai e Cumbuco no Litoral Oeste do Ceará.** (Monografia de Graduação). Ciências Biológicas - Universidade Federal do Ceará, p. 66. 2006.
- VIANA, M. G. **Avaliação de efeitos antrópicos sobre a distribuição do poliqueta *Euzonus furciferus* (Ehlers, 1897) na praia do Cassino – RS, Brasil.** Dissertação (Mestrado em Oceanografia Biológica) - Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, 2008.
- VIEIRA, H.; CALLIARI, L. J.; OLIVEIRA, G. P. **O estudo do impacto da circulação de veículos em praias arenosas através de parâmetros físicos: um estudo de caso.** Engevista, v. 6, n. 3, p. 54-63. 2004.
- YASUE´, M.; DEARDEN, P. **The potential impact of tourism development on habitat availability and productivity of Malaysian Plovers *Charadrius peronii*.** Journal Applied Ecology, v. 43, p. 978-989. 2006.