

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS**

JULIA GOMES DO VALE

**ECOLOGIA DO CARANGUEJO *Ocypode quadrata* (FABRICIUS,
1787) EM ECOSSISTEMAS DE DUNAS NO LITORAL DE SANTA
CATARINA, BRASIL**

**São Carlos - SP
2018**

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E
RECURSOS NATURAIS**

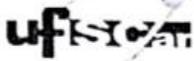
JULIA GOMES DO VALE

**ECOLOGIA DO CARANGUEJO *Ocypode quadrata* (FABRICIUS,
1787) EM ECOSSISTEMAS DE DUNAS NO LITORAL DE SANTA
CATARINA, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais do Centro de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de São Carlos, como parte dos requisitos para obtenção do título de mestre em Ecologia e Recursos Naturais.

Orientador: Prof. Dr. Joaquim Olinto Branco

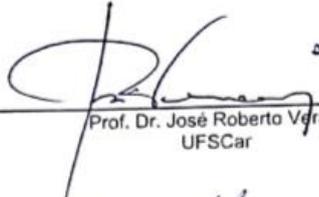
**São Carlos – SP
2018**



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SÃO CARLOS
Centro de Ciências Biológicas e da Saúde
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais

Folha de Aprovação

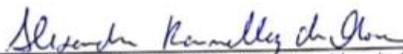
Assinaturas dos membros da comissão examinadora que avaliou e aprovou a Defesa de Dissertação de Mestrado da candidata Julia Gomes do Vale, realizada em 09/08/2018:



Prof. Dr. José Roberto Verrani
UFSCar



Profa. Dra. Ewelise Nunes Fragoso de Moura
UFSCar



Prof. Dr. Alexandre Kannebley de Oliveira
UNICEP

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais e a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro.

Ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) pela autorização e licença concedida para a realização do projeto.

Ao laboratório de biologia da UNIVALI-SC, pela infraestrutura que foi oferecida para os procedimentos das amostras.

Ao professor Dr. Joaquim Olinto Branco pela orientação, ensinamentos, conversas, paciência e a oportunidade ao longo desses dois anos.

À amiga Samira Chahad-Ehlers pelos conselhos, contribuições e por me incentivar aos trabalhos acadêmicos desde o início da minha graduação.

Ao professor Dr. José Roberto Verani pelo grande auxílio para a resolução dos trâmites da defesa.

Aos professores do PPGERN-UFSCar pelos ensinamentos e por serem exemplos de grandes profissionais e aos servidores pelos auxílios.

Aos amigos do Lab. de biologia da Univali, pelos bons momentos em especial, a Gabi Stahelin, pelas ajudas e conversas.

Ao técnico do Laboratório de Sedimentologia – UNIVALI, Sr. Gentil Silvestre, por toda ajuda teórica e prática das amostras.

Aos cachorrinhos que conheci durante as saídas de campos, pela companhia e por ajudar na coleta dos caranguejos (*risos*).

Aos meus queridos amigos de São Carlos, pela grande amizade e companheirismo em todos os momentos (mesmo que distante). Em especial, ao Douglas H. Baracho, pelas *n* vezes que foi à secretária (*risos*) entregar meus documentos, ao Fábio R. Rigolin pelos lembretes diários e comunicados sobre a pós e a Ingrid Mayumi Hinobu por sempre estar disposta em me receber.

Ao querido, Germano Henrique Costa Barrilli, que esteve comigo em todos os momentos e compartilhou os bons e maus momentos (*risos*) nesses dois anos. Obrigada

por todo apoio e ensinamentos (desde o Excel ao Past, *risos*), sua presença foi fundamental!

Aos meus amados pais, Nazário G. do Vale Filho e Eliana de Jesus G. doVale por todo amor, carinho e apoio em todas as fases de minha vida e ao meu querido irmão, José Victor G. do Vale, pela amizade e apoio. Dedico a vocês três este trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO.....	1
ABSTRACT	2
INTRODUÇÃO GERAL	3
OBJETIVOS	5
Objetivos Gerais.....	5
Objetivos Específicos	5
REFERÊNCIAS	6
Capítulo I. Variações sazonais e ontogenéticas na dieta do caranguejo <i>Ocypode quadrata</i> (Fabricius, 1787) em três praias arenosas do sul do Brasil.....	8
RESUMO	8
INTRODUÇÃO	9
MATERIAL E MÉTODOS.....	10
RESULTADOS.....	14
DISCUSSÃO.....	29
AGRADECIMENTOS.....	32
REFERÊNCIAS	32
Capítulo II. Distribuição espaço-temporal, crescimento somático e tamanho de primeira maturação gonadal do caranguejo <i>Ocypode quadrata</i> (Fabricius, 1787) em praias arenosas morfodinâmicas do litoral sul no Brasil.....	38
RESUMO	38
INTRODUÇÃO	39
MATERIAL E MÉTODOS.....	40
RESULTADOS.....	42
DISCUSSÃO.....	52
CONCLUSÃO	55
AGRADECIMENTOS.....	55
REFERÊNCIAS	56
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	61
APÊNDICES	62

RESUMO

O caranguejo semi-terrestre, *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787), conhecido popularmente como caranguejo-fantasma no mundo e maria-farinha no Brasil, é o invertebrado mais conspícuo em praias arenosas da costa atlântica ocidental. A espécie é extremamente relevante para este ecossistema, uma vez que é o predador de topo de cadeia em relação aos demais invertebrados. Entretanto, o estudo sobre a biologia deste caranguejo ainda apresenta escassez de informações. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dieta e a dinâmica populacional de *O. quadrata* em três praias morfodinâmicas no litoral sul do Brasil. As coletas foram realizadas no período de março 2017 a fevereiro 2018, nas praias da Lagoa de Barra Velha, Navegantes e Brava, localizadas no litoral do centro norte catarinense. Um total de 698 espécimes foi capturado, sendo 55,58% machos, 33,52% fêmeas, 1,86% fêmeas ovíferas e 10,90% juvenis. Dentre estes, 660 estômagos foram examinados e as categorias alimentares foram expressas pelo índice alimentar (IAi). A dieta do caranguejo não demonstrou diferenças significativas em relação ao sexo, ontogenia e praias com morfotipos diferentes. Houve apenas variação em relação ao ano, sendo que as categorias mais representativas foram Insecta, Matéria orgânica não identificada e Crustacea. O caranguejo *O. quadrata* foi classificado como oportunista com hábito alimentar carnívoro, com tendência à insetivoria. Quanto aos aspectos populacionais, a densidade das tocas não demonstrou diferenças durante o ano e entre os ambientes, o padrão de distribuição das tocas foi agregado para as três praias. Em relação a razão sexual, houve um desvio em favor aos machos em alguns períodos no ano para os três locais. A época de recrutamento aconteceu no final do verão em Navegantes e na temporada fria em Barra Velha e Itajaí. O dimorfismo sexual foi evidente para esta espécie, machos tendem a investir mais em massa corporal do que as fêmeas, porém ambos apresentaram crescimento alométrico positivo. Houve também diferença no crescimento entre as praias de Itajaí e Navegantes. O modelo de crescimento de Von Bertalanffy demonstrou que maior valor de L_{∞} (largura máxima) estimado para ambos os sexos foi na praia refletiva (Barra Velha). A longevidade máxima da espécie foi $T_{\text{máx}} = 4,86$ anos para machos e $T_{\text{máx}} = 3,61$ anos para fêmeas. Quanto a maturidade sexual, o tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}) para a espécie resultou em diferenças entre os sexos, com machos variando entre 2,40 cm a 2,83 cm e as fêmeas entre 2,84 cm a 3,01 cm.

Palavra-chave: ecologia trófica, dinâmica populacional, Brachyura, Ocypodidae

ABSTRACT

The semi-terrestrial crab, *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787), popularly known as ghost crab in the world and maria-farinha in Brazil, is the most conspicuous invertebrate on sandy beaches of the western Atlantic coast. The species is extremely relevant to this ecosystem, since it's the top-chain predator concerning to other invertebrates. However, the study about biology of this crab still exhibition a shortage of information. Therefore, the objective of this work was to evaluate the diet and population dynamics of *O. quadrata* in three morphodynamic beaches in southern coast of Brazil. The collections were carried out on March 2017 to February 2018, on the beaches of Lagoa de Barra Velha, Navegantes and Brava, located in coast of northern Santa Catarina. A total of 698 specimens were captured: 55.58% males, 33.52% females, 1.86% ovigerous females and 10.90% juveniles. Among these, 660 stomachs were examined and the food categories were expressed by the food index (IAi). The crab diet did not show significant differences regarding sex, ontogeny and beaches with different morphotypes. There was only variation in relation to the year, with the most representative categories being Insecta, Unidentified organic matter and Crustacea. The *O. quadrata* crab was classified as opportunistic with a carnivorous food habit, with a trend to insectivory. Regarding the population aspects, the densities of burrows showed no differences during the year and between the environments, and the pattern distribution of burrows was aggregated for the three beaches. Regarding sex ratio, there was a deviation in favor males at some periods in the year for the three sites. The recruiting period occurred in late summer in Navegantes and in the cold season in Barra Velha and Itajaí. Sexual dimorphism was evident for this species, males tended to invest more in body mass than females, but both presented positive allometric growth. There was also a difference in growth between the beaches of Itajaí and Navegantes. Von Bertalanffy's growth model demonstrated that the highest value L_{∞} (maximum width) estimated for both sexes was in the reflective beach (Barra Velha). The maximum longevity of the species was $T_{max} = 4.86$ years for males and $T_{max} = 3.61$ years for females. Regarding sexual maturity, the size of first gonadal maturation (L_{50}) for the species resulted in differences between the sexes, with males ranging from 2.40 cm to 2.83 cm and females between 2.84 cm to 3.01 cm.

Keywords: trophic ecology, population dynamics, Brachyura, Ocypodidae

INTRODUÇÃO GERAL

As praias arenosas são zona de transição entre o meio marinho e terrestre (Odum e Thomson, 2011). Devido à influência dos fatores abióticos, tais como o regime de ondas, marés, ventos, grãos do sedimento, esses ambientes apresentam grande instabilidade e podem ser moldados por essas variáveis (Brown e McLachlan, 1990). Deste modo, os padrões morfodinâmicos resultantes desses eventos, podem ser classificados em praias refletivas (areia grossa, declividade acentuada, zona de surfe estreita com ação intensa das ondas), dissipativas (areia fina, declividade leve e zona de surfe larga) e intermediária, caracterizadas por apresentarem ambos padrões (Short, 1996).

A macrofauna deste ecossistema é constituída por crustáceos, moluscos, poliquetas e insetos, os quais possuem adaptações aos diferentes morfotipos de praias (Defeo e McLachlan, 2011). A presença desses animais é pouco evidente, devido ao tamanho corpóreo diminuto e à coloração críptica (McLachlan e Brown 2006). Entretanto, existem organismos mais notáveis, como os caranguejos do gênero *Ocypode*, facilmente identificados pelo tamanho corporal e padrão de construção das tocas (Brown e McLachlan, 1990).

Popularmente chamados de caranguejo-fantasma, as espécies desse gênero são encontradas em praias arenosas tropicais e subtropicais de todo o mundo (Lucrezi *et al.*, 2014). No Brasil, *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) é a única espécie documentada, conhecida por siripadoca, vasa-maré ou maria-farinha (Sawaya, 1939; Santos, 1982). A espécie possui uma ampla distribuição, ocorrendo de Rhode Island, Estados Unidos ao Rio Grande do Sul, Brasil (Melo, 1999).

Os primeiros estudos sobre a espécie indicaram que os caranguejos-fantasma são transferidores de energia em diferentes níveis tróficos (Phillips, 1940; Fales, 1976). Atuam como consumidores de detritos orgânicos, material vegetal e principalmente de matéria animal, considerados os maiores predadores bentônicos de praias arenosas (Wolcott, 1978; Branco *et al.*, 2010; Lim *et al.*, 2016).

Outros trabalhos sugerem que *O. quadrata* apresenta alta sensibilidade a variações ambientais, como intensidade dos ventos, temperatura, altura das ondas, e quando submetidos a situações adversas, esses caranguejos não são avistados nas praias (Wolcott, 1978; Alberto e Fontoura, 1999). Aliado aos fatores ambientais, a disponibilidade de alimentos pode afetar a taxa de crescimento e tamanho da maturidade sexual dos crustáceos (Hines, 1989; Ruffino *et al.*, 1995; Benetti e Negreiros-Fransozo,

2004; Costa *et al.*, 2006). Devido essa sensibilidade, *O. quadrata* vem sendo utilizado como bioindicador, uma vez que perturbações geradas pelo pisoteamento, deposição de lixo, supressão de habitat, tráfego de veículos, podem afetar a abundância da espécie nas praias (Neves e Bemvenuti, 2006; Blankensteyn, 2006; Schlacher *et al.*, 2007; Lucrezi *et al.*, 2009).

No Brasil, estudos sobre *O. quadrata* ainda são recentes, e abordaram sobre o metabolismo (Vinagre *et al.*, 2017), reprodução (Negreiros-Fransozo *et al.*, 2002; Antunes *et al.*, 2010), hábitos alimentares (Branco *et al.*, 2010) e estrutura populacional (Alberto e Fontoura, 1999; Corra *et al.*, 2014). Porém, poucos trabalhos envolvem o censo direto (coleta dos espécimes) (Branco *et al.*, 2010) apontando uma carência de informações sobre os hábitos alimentares, crescimento somático, tamanho de primeira maturação gonadal e estrutura populacional em diferentes ambientes.

Portanto, diante da importância de *O. quadrata* para os ecossistemas de praias arenosas e as lacunas sobre a biologia desse caranguejo no litoral brasileiro, esta dissertação “Ecologia do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) em ecossistemas de dunas no litoral de Santa Catarina, Brasil” analisou os aspectos biológicos (estrutura populacional, crescimento e alimentação) da espécie nas praias dos municípios de Barra Velha, Navegantes e Itajaí, SC.

Esta dissertação utilizou as normas de referências bibliográficas no estilo Harvad, conforme a orientação dos periódicos que foram submetidos os capítulos.

O primeiro capítulo “Variações sazonais e ontogenéticas na dieta do caranguejo *Ocypode quadrata* em três praias arenosas do sul do Brasil”, caracterizou a dieta da espécie a partir do índice de importância alimentar (IAi) (Kawakami e Vazzoler, 1980), e analisou as possíveis diferenças entre os hábitos de juvenis e adultos, machos e fêmeas, sazonalidade e praias de diferentes morfotipos.

O segundo capítulo “Distribuição espaço-temporal, crescimento somático e tamanho de primeira maturação gonadal do caranguejo *Ocypode quadrata* em praias arenosas morfodinâmicas do litoral sul no Brasil” avaliou a dinâmica populacional em praias arenosas de diferentes morfotipos (refletivas, intermediárias e dissipativas), considerando o tipo de distribuição de tocas, densidade, distribuição da frequência de classes de tamanho, razão sexual, período de recrutamento, estimativa do crescimento somático, tamanho de primeira maturação gonadal e longevidade de ambos os sexos.

OBJETIVOS

Objetivos Gerais:

- Caracterizar a dieta de *Ocypode quadrata* em três praias morfodinâmicas no litoral de Santa Catarina;
- Avaliar a dinâmica populacional em três praias morfodinâmicas no litoral de Santa Catarina.

Objetivos Específicos:

- Verificar a existência de dissimilaridades na alimentação entre os diferentes morfotipos de praias;
- Avaliar as variações na dieta de *Ocypode quadrata* em relação à sazonalidade, ao sexo e ao seu desenvolvimento ontogenético;
- Caracterizar a estrutura populacional em três praias morfodinâmicas do litoral de Santa Catarina.
- Verificar o padrão de distribuição de tocas e a densidade de tocas durante o período de estudo e entre as praias
- Estimar o crescimento somático e o tamanho de primeira maturação gonadal (L₅₀)

REFERÊNCIAS

- Alberto R.M.F, Fontoura N.F. (1999). Distribuição e Estrutura Etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em Praia Arenosa do Litoral Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* **59**, 95–108.
- Antunes F, do Amaral A.P., Ribarcki F.P., Wiilland E. F., Zancan D.M., Vinagre A.S. (2010). Seasonal variations in the biochemical composition and reproductive cycle of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) in Southern Brazil. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological genetics and physiology*.
- Benetti, A. S. e Negreiros-Fransozo, M.L. (2004). Relative growth of *Uca burgersi* (Crustacea, Ocypodidae) from two mangroves in the southeastern Brazilian coast. *Iheringia. Série Zoologia*, **94** (1), 67-72.
- Branco J. O., Hillesheim J. C., Fracasso H. A. A.; Christoffersen M. L. (2010). Bioecology of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the southwestern Atlantic. *Journal of Shellfish Research* **29** (2), 503-512.
- Brown, A. C.; McLachlan, A. (1990). Ecology of sandy beaches. (Elsevier Science Publishers: Amsterdam) pp. 328.
- Corrêa, M. O. D. A., Andrade, L. S., Costa, R. C., Castilho, A. L., Bertini, G., & Fransozo, A. (2014). Vertical distribution by demographic groups of ghost crab *Ocypode quadrata* (Crustacea: Brachyura). *Biologia Section Zoology* **69**, 905-915.
- Costa, T.M., Silva, S.M.J. e Negreiros-Fransozo, M.L. (2006). Reproductive pattern comparison of *Uca thayeri* Rathbun, 1900 and *Uca uruguayensis* Nobili, 1901 (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae). *Brazilian Archives of Biology and Technology* **49** (1), 117-123.
- Defeo, O. e McLachlan, A. (2011). Coupling between macrofauna community structure and beach type: a deconstructive meta-analysis. *Marine Ecology Progress Series* **433**, 29-41.
- Fales, R.R. (1976). Apparent Predation on the Mole Crab *Emerita talpoida*) by the Ghost Crab *Ocypode quadrata* (Fabricius). *Chesapeake Science* **17**, 65.
- Hines, A. H. (1989). Geographic variation in size at maturity in brachyuran crabs. *Bulletin of Marine Science*, Miami **45** (2), 356-368.

- Kawakami, E. e Vazzoler, E. (1980). Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico* **29**, 205-207.
- Lucrezi, S., Schlacher, T.A., Walker, S.J., (2009). 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* **152**, 413-424.
- Lucrezi, S. e Schlacher, T. (2014). The ecology of ghost crabs - a review. *Oceanography and Marine Biology* **52**, 201–256.
- Melo G.A.S. (1999). Infraordem Brachyura (Siris e caranguejos: espécies marinhas e de água doce). In: Buckup L, Bond-Buckup G, editors. Os Crustáceos do Rio Grande do Sul. (Editora da Universidade UFRGS: Porto Alegre) pp. 415–485.
- Neves, F. M., e Bemvenuti, C. E. (2006). The ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) as a potential indicator of anthropic impact along the Rio Grande do Sul coast, Brazil. *Biological Conservation* **133**, 431–435.
- Ruffino, M.L. e V.J. Isaac. (1995). Life cycle and biological parameters of several Brazilian Amazon fish species. *Naga* **18**, 41-45.
- Odum, E. e Barrett, G. W. (2011). Fundamentos de Ecologia. São Paulo: Cengage Learning, 2011, 612p.
- Santos, E. (1982). O Mundo dos Artrópodes. Belo Horizonte, Brasil: Itatiaia Ltda, 197p.
- Short A. (1996). The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. *Revista Chilena de História Natural* **69**, 589–604.
- Sawaya, P. (1939). Animais cavadores da praia arenosa. *Arquivos do Instituto Biológico*. São Paulo **10**, 319-326.
- Schlacher, T. A., Thompson, L., Price, S. (2007). Vehicles versus conservation of invertebrates on sandy beaches: mortalities indicted by off-road vehicles on ghost crabs. *Marine Ecology* **28**, 354-367.
- Veloso, V. G., Cardoso, R. S., Fonseca, D. B. (1997). Adaptações e biologia da macrofauna de praias arenosas expostas com ênfase nas espécies da região entre-marés do litoral fluminense. *Oecologia brasiliensis* **3**, 121-133.
- Wolcott, T. G. (1978). Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: scavengers or predators? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **31**, 67-82.

Capítulo I. Variações sazonais e ontogenéticas na dieta do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) em três praias arenosas do sul do Brasil.

RESUMO

O caranguejo *Ocypode quadrata*, conhecido popularmente como caranguejo-fantasma, é o invertebrado mais conspícuo em praias arenosas da costa atlântica. Contudo, poucas informações sobre a ecologia trófica foram documentadas. Desta forma, esse estudo visou analisar a dieta desse caranguejo quanto ao sexo, à ontogenia, sazonalidade e entre praias morfologicamente distintas. As coletas foram realizadas no período de março/17 a fevereiro/18, nas praias da Lagoa de Barra Velha, Navegantes e Brava, localizadas no litoral do centro norte catarinense. Um total de 660 estômagos foram examinados, os itens alimentares e as categorias tróficas foram expressos pelo do índice alimentar (IAi). Os resultados, demonstraram que o padrão de alimentação variou apenas sazonalmente, sendo as categorias Insecta, Matéria orgânica não identificada e Crustacea as predominantes. A variedade de presas consumidas ressalta uma característica onívoro-opportunista da espécie, com tendência à insetivoria.

Palavras-chave: Ecologia trófica, Crustacea, Ocypodidae, Santa Catarina

INTRODUÇÃO

A ordem Brachyura é considerada a mais bem-sucedida em relação aos demais decápodes, devido à diversidade taxonômica e a ampla distribuição de vida, as quais são representadas por espécies marinhas, semi-terrestres e terrestres (Castro e Schram, 2015; Chartosia *et al.*, 2010). Dentre os semi-terrestres, o caranguejo fantasma (gênero *Ocypode*) é o invertebrado mais notável em praias arenosas em todo o mundo, devido ao padrão de atividade de construção de tocas no mediolitoral até as dunas (Brown e Mclachlan, 1990). Além disso sua distinção, em comparação aos demais invertebrados, se dá pelo seu tamanho relativo corporal e pelo hábito fossorial (Lucrezi *et al.*, 2014).

As praias arenosas apresentam um elevado dinamismo e são influenciados por fatores abióticos (ex. ondas, marés, correntes e regime de ventos) que agem mutuamente e modificam os padrões hidrodinâmicos e deposicionais (Velooso *et al.*, 1997; Brown e Mclachlan, 1990). O resultado disto são ambientes morfologicamente distintos, os quais são classificados como praias refletivas, intermediárias e dissipativas (Wright e Short, 1984).

No Brasil, somente uma espécie do gênero *Ocypode* é reconhecida. A espécie *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787), com uma ampla distribuição, ocorrendo ao longo da costa atlântica ocidental, desde Rhode Island, nordeste dos Estados Unidos até o Rio Grande do Sul, sul do Brasil (Melo, 1999). Esta espécie desempenha uma função ecológica fundamental no ecossistema, sendo consumidora de detritos orgânicos e transferidora de energia entre diferentes níveis tróficos dos ambientes costeiros (Phillips, 1940; Fales, 1976; Wolcott, 1978). Esses caranguejos, popularmente conhecidos como “caranguejo-fantasma” e no Brasil, denominados de “maria-farinha” são considerados os principais predadores bentônicos de praias arenosas (Lim *et al.*, 2016) se alimentando de insetos, crustáceos, bivalves, macroalgas e diatomáceas (Branco *et al.*, 2010; Chartosia *et al.*, 2010; Lim *et al.*, 2016) sendo essenciais para o fator de controle *top-down* nesses ecossistemas (Pombo e Turra, 2013).

Diversos fatores podem contribuir para a variação na dieta de um organismo. Dentre elas, o desenvolvimento ontogenético pode resultar no consumo de diferentes itens, uma vez que, indivíduos adultos são capazes de capturar itens alimentares diferentes

dos juvenis, sendo essa variação um reflexo de mudanças corporais, aumento do tamanho, mudanças fisiológicas e reprodutivas (Werner e Gilliam, 1984; Lucifora *et al.*, 2009).

Além disto, a sazonalidade e as condições geográficas podem interferir na disponibilidade das presas e, conseqüentemente, alterar a dieta do predador (Mantelatto e Petracco, 1997). Nesse sentido, uma variação no consumo das presas do caranguejo fantasma poderia ocorrer devido às diferenças locais e em resposta aos diferentes morfotipos de praia. Adicionalmente, em praias arenosas a hidrodinâmica é um fator abiótico que atua na composição do sedimento e da biota desse ambiente, a qual sua distribuição é selecionada conforme o tamanho dos grãos (Morrow1 *et al.*, 2014).

Uma vez que o papel ecológico de *O. quadrata* em praias arenosas é essencial para a ecologia trófica desses ecossistemas, e trabalhos sobre o hábito alimentar do caranguejo fantasma ainda são escassos no Brasil, o objetivo deste trabalho foi avaliar a dieta de *Ocypode quadrata* em três praias morfologicamente distintas, na região subtropical, no litoral catarinense. Dados ambientais foram utilizados para se avaliar a existência de dissimilaridades quanto às condições das praias. Dados biométricos e a identificação do conteúdo estomacal foram utilizados para: 1) checar a existência de dissimilaridades na alimentação da espécie entre os diferentes morfotipos de praias. 2) avaliar as variações na dieta de *Ocypode quadrata* em relação à sazonalidade, aos diferentes sexos e ao seu desenvolvimento ontogenético; 3) caracterizar a dieta de *Ocypode quadrata*. A hipótese é de que a dieta do caranguejo difere em relação à ontogenia, sazonalidade e às praias morfologicamente distintas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo

Coletas mensais foram realizadas entre março de 2017 a fevereiro de 2018 em três praias morfologicamente distintas no litoral centro-norte de Santa Catarina, Brasil. As praias estudadas estão localizadas nos municípios de Barra Velha, Navegantes e Itajaí (Fig. 1).

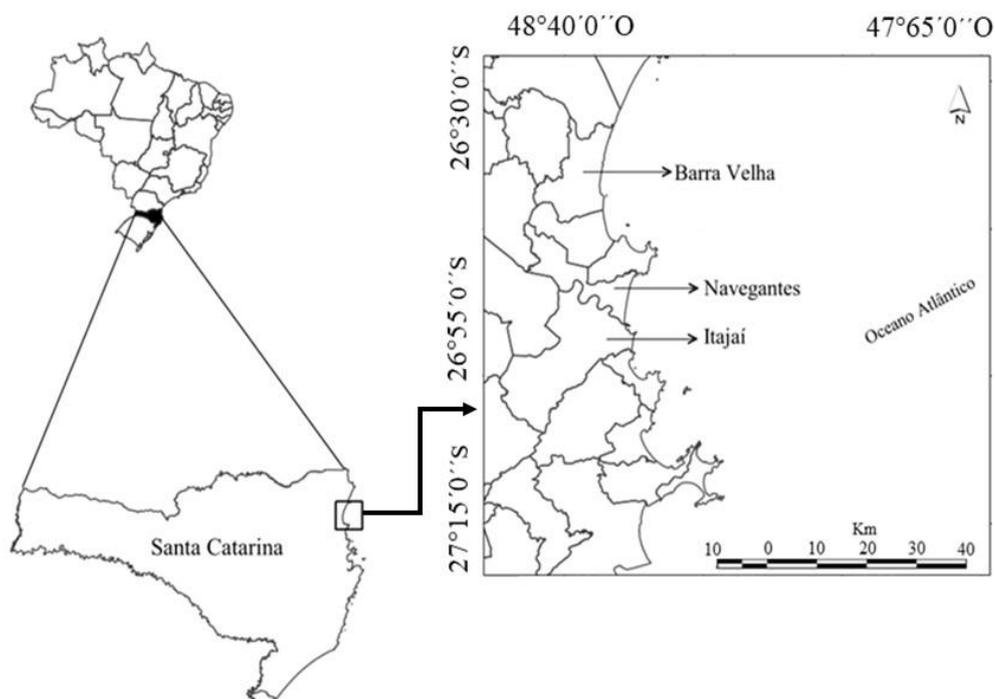


Fig.1. Localização da área de estudo nos municípios de Barra Velha, Navegantes e Itajaí-Santa Catarina, sul do Brasil.

A praia da Lagoa de Barra Velha, localizada no município de Barra Velha, ($26^{\circ}34'56.64''S$ a $26^{\circ}37'37.70''S$; $48^{\circ}39'55.38''O$ a $48^{\circ}40'49.12''O$) tem 6 km de extensão, sendo influenciada pelo deságue do estuário do rio Itapocú; é notável a presença de dunas que são recobertas pela vegetação de restinga arbustiva e herbácea (Schettini e Carvalho, 1998) e ao lado há uma área de manguezal. O caráter dessa praia enquadra-se em uma praia refletiva, com declive acentuado, grãos de areia grossos e zona entre marés estreita.

A praia de Navegantes, localizada no município de Navegantes ($26^{\circ}49'36.51''S$ a $26^{\circ}54'35.46''S$; $48^{\circ}37'17.36''O$ a $48^{\circ}38'34.61''O$) com 10 km de extensão, é influenciada pelo regime de água do rio Itajaí-açu, que deságua na extremidade sul desta praia (Schettini *et al.* 1999), classificada dissipativa, grãos de areia finos, inclinação suave e uma área extensa de dunas (Klein e Menezes, 2001).

A praia Brava, localizada no município de Itajaí (26°55'57.30''S a 26°57'36.02''S a 48°37'35.08''O a 48°37'41.35''O) com 3 km de extensão, é caracterizada por costões rochosos em seus extremos da praia e uma vegetação de restinga sobre as dunas. Esta praia exibe um perfil de praias intermediárias, com declive, grãos de areia e zona de surfe médios.

Variações ambientais

As estações do ano foram agrupadas em: primavera (setembro, outubro e novembro), verão (dezembro, janeiro e fevereiro), outono (março, abril e maio) e inverno (junho, julho e agosto).

As condições climáticas foram anotadas no início e no final das coletas. Temperaturas do ar, água e areia foram registrados com um termômetro de precisão de 0,1°C e a salinidade da água pelo refractômetro ótico. Os transectos foram feitos para determinar a extensão da faixa de areia com o auxílio de uma trena e para calcular a declividade o método "rise over run" foi utilizado.

Uma quantia de 200 g de areia foi coletada, o material era pesado em uma balança semi-analítica (Ohaus Adventurer, New Jersey) e colocado em uma estufa (Fanem 311 cg, Brasil) a 100°C por 24h, e novamente pesado, a partir destes valores o teor de umidade da areia foi calculado.

Para caracterização sedimentar, amostras de 50 g foram coletadas em toda extensão das três praias para análise granulométrica. No laboratório, amostras foram secas em uma estufa a 60 °C por 24h. A metodologia adotada foi a peneiração, um conjunto de peneiras com malhas padronizadas para escala de Wentworth (1922), (4,00; 2,00; 1,00; 0,500; 0,250; 0,180; 0,125; e 0,063 mm) e adaptado para escala *phi* (ϕ) segundo Krumbein (1934). Foram adotados os parâmetros de Folk e Ward (1957) para os dados e para análise estatística foi utilizado o software Sysgran 3 (Camargo, 2005).

Amostragem

Devido a extensão das praias, estas foram divididas em três áreas proporcionais. Por mês, uma área era escolhida como o local de coleta. Sendo assim, no final de cada estação, todas as extensões das praias foram sendo amostradas.

Os espécimes de *Ocypode quadrata* foram coletados sob a licença nº 57786 do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO) no litoral centro-norte de Santa Catarina, Brasil nos municípios de Barra Velha, Navegantes e Itajaí.

As capturas foram realizadas por meio de escavações nas tocas dos caranguejos e manualmente, por duas horas em cada coleta. O horário das coletas seguiu conforme o padrão de atividade do caranguejo, em que nas estações primavera - verão foram realizadas no período crepuscular e no outono - inverno no período diurno. Uma vez capturados os espécimes foram colocados individualmente em sacos plásticos, devidamente etiquetados e conservados em uma caixa térmica com cubos de gelos para diminuir a digestão enzimática e para eutanásia. No laboratório, os exemplares foram separados por sexo e analisados quanto ao seu estágio de maturação gonadal (Haley, 1969). O peso corporal foi obtido com o uso de uma balança analítica (Ohaus Adventurer, New Jersey) e precisão (Ohaus Adventurer, New Jersey) para juvenis e adultos, respectivamente. A largura da carapaça (LC) foi mensurada com o auxílio do paquímetro digital de precisão de 0,01 mm (Lee tools, China). Os estômagos foram removidos, pesados e conservados em álcool 70% e analisados posteriormente.

Análise estomacal

O conteúdo estomacal foi analisado a fresco sob um estereomicroscópio (Zeiss Stemi DV4, Alemanha) e o material foi colocado em uma placa de petri com álcool 70%. Quando necessário, o material era observado no microscópio óptico. Os itens alimentares foram identificados e categorizados até o menor nível taxonômico possível com o auxílio de literatura específica (Rafael *et al.*, 2012). Os itens que não puderam ser identificados, devido ao alto grau de digestão, foram agrupados em matéria orgânica não identificada (M.O.N.I).

Após a abertura dos estômagos o grau de repleção interno era classificado em cinco categorias: estômago vazio, parcialmente vazio ($\frac{1}{4}$ preenchido), médio (metade preenchido), parcialmente cheio ($\frac{3}{4}$ preenchido) e cheio (totalmente preenchido). O índice de repleção foi produzido, sendo $IR = (We / Wt)$, onde We = peso do estômago (g) e Wt = peso do indivíduo (g) (Santos, 1978).

A metodologia aplicada para análise da dieta foi por meio da frequência de ocorrência (Hyslop, 1980) e do volume (mm^3) (Albrecht e Pellegrini-Caramaschi, 2003) de cada item alimentar que permitiram a determinação do índice alimentar (IAi)

(Kawakami e Vazzoler, 1980), segundo a fórmula: $IA_i = [(F_i \times V_i) / \Sigma (F_i \times V_i)] \times 100$, em que, i = item alimentar; F = frequência de ocorrência (%) do item e V = volume (%) do item.

Análise de dados

Os padrões de condições ambientais dos três ambientes foram testados quanto aos valores de temperatura do ar, areia e água por meio da análise permutacional multivariada (PERMANOVA), utilizando-se a distância Euclidiana (Anderson, 2001). A análise de variância, ANOVA (Zar, 2010) foi utilizada para testar as diferenças significativas ($p < 0,05$) de salinidade e também a umidade entre as praias.

Os parâmetros relacionados às características físicas das praias (tamanho do grão de areia, declive e largura da faixa de areia) também foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para verificar as possíveis diferenças significativas ($p < 0,05$) entre esses ambientes.

Para testar as diferenças na composição alimentar do *O. quadrata*, quanto aos fatores sexo e sazonalidade, uma matriz de similaridade, utilizando o índice de Bray-Curtis para os valores de IAI de cada categoria alimentar foi submetida a uma análise de similaridade (ANOSIM – two way) com 9999 permutações e 95% de confiança ($p < 0,05$) (Clarke, 1993). Adicionalmente, o fator ambiente foi testado com a finalidade de se encontrar diferenças na alimentação entre os diferentes tipos de praia. Por fim, com objetivo de testar variações na alimentação, de acordo com a ontogenia da espécie, os indivíduos foram separados em classes de tamanho (10 mm), e testados com o uso da ANOSIM aos respectivos dados de IAI. Caso houvesse a existência de diferenças significativas, a análise de porcentagem (SIMPER) (Clarke e Warwick, 1994) seria utilizada para detectar qual categoria alimentar contribuiu para as diferenças. Todas as análises foram executadas no programa PAST 3.18 (Hammer *et al.*, 2001).

RESULTADOS

Variáveis ambientais

Em Barra Velha foram registrados os maiores valores médios para a salinidade ($35,0 \pm 0,00\%$), as temperaturas do ar ($28,8 \pm 1,17^\circ\text{C}$), da areia ($28,3 \pm 1,21^\circ\text{C}$) e da água ($26,2 \pm 0,75^\circ\text{C}$) (Tabela 1). Por outro lado, menores valores médios para temperatura da

areia ($20,3 \pm 2,23^{\circ}\text{C}$) e da água ($19,8 \pm 0,88^{\circ}\text{C}$) também foram registrados para esse ambiente.

Navegantes foi o ambiente de maior umidade da areia ($11,5 \pm 4,85$) e menores médias de temperatura do ar ($18,1 \pm 2,01$) e salinidade ($27,0 \pm 5,29$). Por fim, em Itajaí foram registrados os menores valores de umidade de areia ($2,8 \pm 0,53$).

Contudo, submetendo a variação das temperaturas do ar, areia e água à análise permutacional multivariada (PERMANOVA), não foram encontradas diferenças significativas entre os ambientes ($F=0,26$; $p=0,87$). Quanto à salinidade, também não foram detectadas diferenças significativas entre os ambientes ($F_{2-69}: 0,2582$; $p=0,77$), na Análise de variância (ANOVA). Entretanto, a umidade da areia foi significativamente maior somente em Navegantes ($F_{2-69} = 15,24$; $p < 0,01$), quando comparada aos demais ambientes.

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das variáveis ambientais registradas em Barra Velha, Navegantes e Itajaí, SC, no período de março de 2017 a fevereiro de 2018.

Estação	Local	Ar ($^{\circ}\text{C}$)	Areia ($^{\circ}\text{C}$)	Água ($^{\circ}\text{C}$)	Salinidade (%)	Areia (%)
Primavera	Barra Velha	$23,0 \pm 2,45$	$26,8 \pm 2,32$	$22,5 \pm 0,84$	$34,3 \pm 1,15$	$3,8 \pm 2,46$
	Navegantes	$22,9 \pm 1,28$	$28,2 \pm 1,17$	$23,2 \pm 0,41$	$33,3 \pm 1,15$	$5,2 \pm 1,79$
	Itajaí	$21,0 \pm 1,82$	$25,4 \pm 1,74$	$22,5 \pm 0,45$	$34,7 \pm 0,58$	$2,9 \pm 0,72$
Verão	Barra Velha	$28,8 \pm 1,17$	$28,3 \pm 1,21$	$26,2 \pm 0,75$	$32,3 \pm 0,58$	$3,2 \pm 0,66$
	Navegantes	$25,2 \pm 0,75$	$26,3 \pm 1,51$	$25,7 \pm 0,52$	$27,0 \pm 5,29$	$11,5 \pm 4,89$
	Itajaí	$24,2 \pm 2,48$	$25,5 \pm 2,95$	$24,7 \pm 0,52$	$31,7 \pm 1,53$	$3,6 \pm 0,29$
Outono	Barra Velha	$19,7 \pm 3,19$	$20,3 \pm 2,23$	$21,4 \pm 2,06$	$30,3 \pm 2,08$	$5,5 \pm 1,27$
	Navegantes	$21,3 \pm 1,21$	$20,9 \pm 1,11$	$21,8 \pm 2,19$	$28,5 \pm 5,89$	$6,7 \pm 2,10$
	Itajaí	$21,9 \pm 2,54$	$22,3 \pm 2,42$	$21,8 \pm 2,32$	$33,0 \pm 2,65$	$3,6 \pm 0,37$
Inverno	Barra Velha	$18,6 \pm 3,47$	$22,7 \pm 3,14$	$19,8 \pm 0,88$	$35,0 \pm 0$	$3,5 \pm 0,29$
	Navegantes	$18,1 \pm 2,01$	$20,7 \pm 2,07$	$20,0 \pm 0,55$	$32,0 \pm 5,29$	$3,8 \pm 0,64$
	Itajaí	$19,8 \pm 2,25$	$22,2 \pm 1,75$	$20,2 \pm 0,41$	$34,0 \pm 1,73$	$2,8 \pm 0,53$

Quanto aos dados de caracterização morfológica e sedimentar das praias (Tabela 2), em Barra Velha, registram-se os menores valores médios de ϕ ($0,67 \pm 0,38$), de largura de faixa de areia ($16,67 \pm 7,78$) e maior declive ($5,35 \pm 1,77$). Por outro lado, em

Navegantes foi registrado o maior valor médio de ϕ ($2,65 \pm 0,25$), de largura de faixa de areia ($25,33 \pm 11,98$) e menor declive médio ($2,19 \pm 1,91$).

Tabela 2. Características morfológicas das praias arenosas nos municípios de Barra Velha, Navegantes e Itajaí.

Característica	Barra Velha	Navegantes	Itajaí
Grão de areia (ϕ)	0,67±0,38	2,65±0,25	1,90±0,06
Classificação da areia	Grossa	Fina	Média
Largura (m)	16,67±7,78	25,33±11,98	19,5±5,2
Declive (°)	5,35±1,77	2,19±1,91	4,5±2,61

A classificação da areia de acordo com Krumbein (1934) foi de areia grossa em Barra Velha, areia média em Itajaí e fina em Navegantes. Diferenças significativas foram evidenciadas pela ANOVA entre os três locais para os valores de ϕ ($F_{2-14} = 70,22$; $p < 0,01$). Com relação ao declive, Navegantes foi significativamente menor que os demais ambientes ($F_{2-33} = 7,119$; $p < 0,01$), não havendo diferenças significativas entre Itajaí e Barra Velha ($p > 0,05$). Não houve evidências de diferenças estatísticas quanto à largura da faixa de areia entre as praias ($F_{2-33} = 3,04$; $p = 0,06$).

Amostragem e conteúdo estomacal

Durante o período de coleta, um total de 660 indivíduos de *O. quadrata* foram analisados.

Em Barra Velha foram coletados 221 indivíduos, sendo 1,36 % juvenis, com a largura da carapaça variando de 9,43 a 14,3 ($12,3 \pm 2,55$ mm); 34,84 % fêmeas, com largura entre 12,3 a 40,94 ($25,96 \pm 5,96$ mm); e 63,80% machos com largura entre 16,94 a 42,8 ($30,98 \pm 6,16$ mm).

Em Navegantes, o total foi de 186 indivíduos, sendo 9,14 % juvenis, com largura entre 5,61 a 15,16 mm ($9,48 \pm 2,46$ mm); 40,32% fêmeas com largura entre 10,56 a 39,66 mm ($25,97 \pm 6,62$ mm); e 50,54% machos com largura entre 13,18 a 45,01 mm ($30,22 \pm 7,77$ mm).

Em Itajaí, um total de 253 indivíduos foram coletados, sendo 7,11% juvenis com largura variando entre 5,9 a 15,03 mm ($10,47 \pm 2,46$ mm); 32,41 % fêmeas com larguras

entre 11,8 a 37,62 mm ($26,13 \pm 5,77$ mm); e 60,48 % de machos com largura entre 12,6 a 43,22 mm ($28,09 \pm 6,45$ mm).

A análise de repleção realizada para machos e fêmeas nas três localidades são apresentados na Tabela 3. Em Barra Velha, um total de 141 estômagos de machos foram analisados, dos quais 76 % possuíam algum alimento. Nas fêmeas, dos 77 estômagos, 71% apresentou alimento. Já Navegantes, os estômagos de machos e fêmeas apresentaram conteúdo de 74 % e 73 %, respectivamente. Por último, em Itajaí, foram analisados estômagos de 153 machos e 82 fêmeas, sendo que 73 % dos machos e 83 % das fêmeas possuíam algum alimento.

Tabela 3. Distribuição do grau de repleção interno dos estômagos de *Ocypode quadrata* coletados no município de Barra Velha, Navegantes e Itajaí, SC, no período de março de 2017 a fevereiro de 2018. N= número de estômagos, \bar{x} = média, s^2 = variância

Grau de repleção	Machos			Fêmeas		
Barra Velha	Amplitude (g)	\bar{x} e s^2	N	Amplitude (g)	\bar{x} e s^2	N
Vazio	0,05 - 0,59	0,28±0,16	34	0,01 - 0,51	0,14±0,12	22
Parcialmente vazio	0,05 - 0,89	0,27 ±0,17	59	0,02 - 0,62	0,20±0,16	27
Médio	0,08 - 0,82	0,38±0,2	27	0,06 - 0,63	0,28±0,14	18
Parcialmente cheio	0,15 - 0,90	0,49±0,21	13	0,24 - 0,7	0,48±0,16	5
Cheio	0,18 - 1,00	0,64±0,31	8	0,20 - 0,69	0,44±0,21	5
Navegantes	Amplitude (g)	\bar{x} e s^2	N	Amplitude (g)	\bar{x} e s^2	N
Vazio	0,01 - 0,46	0,20±0,15	24	0,02 - 0,54	0,17±0,13	20
Parcialmente vazio	0,02 - 0,75	0,26±0,18	43	0,01 - 0,45	0,17±0,11	33
Médio	0,17 - 1,07	0,52±0,26	15	0,02 - 0,68	0,28±0,21	10
Parcialmente cheio	0,26 - 0,51	0,39±0,13	3	0,05 - 0,46	0,28±0,21	3
Cheio	0,32 - 1,81	0,72±0,45	9	0,26 - 0,83	0,61±0,20	9
Itajaí	Amplitude (g)	\bar{x} e s^2	N	Amplitude (g)	\bar{x} e s^2	N
Vazio	0,02 - 0,59	0,22±0,12	41	0,03 - 0,49	0,13±0,11	14
Parcialmente vazio	0,03 - 0,73	0,23±0,16	55	0,04 - 0,49	0,17±0,13	22
Médio	0,07 - 1,57	0,39±0,27	30	0,04 - 0,54	0,24±0,13	20
Parcialmente cheio	0,09 - 0,8	0,42±0,24	14	0,18 - 0,64	0,42±0,20	4
Cheio	0,05 - 1,00	0,49±0,30	13	0,05 - 1,68	0,58±0,40	22

Ainda em relação ao grau de repleção, foi observado um padrão para fêmeas ovíferas (n= 13) e para os casais durante a cópula (n=4), em que, o grau de repleção estomacal variou de vazio à parcialmente vazio.

O índice de repleção médio, calculados sazonalmente para cada ambiente (Fig. 2), somente foi significativo para os dados de machos ($F_{3-41} = 8,029$, $p < 0,05$) e fêmeas ($F_{3-72} = 8,929$; $p < 0,05$) de Barra Velha, em que os maiores valores para ambos os sexos ocorreram nas estações da primavera e verão (sem diferenças estatísticas entre elas).

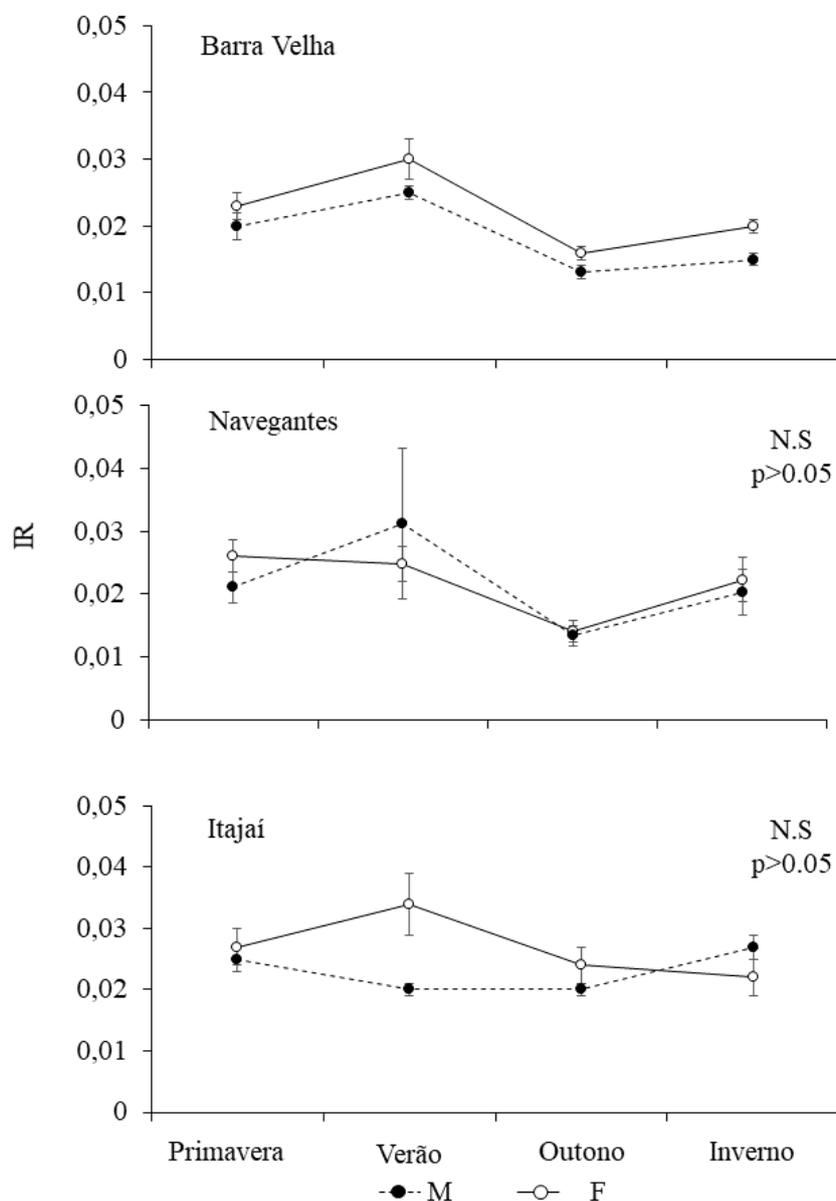


Fig. 2. Índice de repleção médio (IR) e desvio padrão dos machos (M) e fêmeas (F) coletados nas praias de Barra Velha, Navegantes e Itajaí. Legenda. N. S – Não significativo para o teste de comparação múltipla de Tukey Kramer ($p > 0,05$). Resultado da ANOVA: Barra Velha: Machos ($F_{3-41} = 8,929$; $p < 0,01$), Fêmeas ($F_{3-72} = 8,029$; $p < 0,01$); Navegantes - Machos ($F_{3-90} = 0,669$; $p = 0,57$), Fêmeas ($F_{3-71} = 2,432$; $p = 0,07$); Itajaí: Machos ($F_{3-149} = 2,531$; $p = 0,06$) e fêmeas ($F_{3-78} = 1,702$; $p = 0,17$).

Mediante a análise do conteúdo estomacal de machos de *O. quadrata* capturados em Barra Velha, Navegantes e Itajaí, foi possível identificar 35 itens na dieta natural com frequência de ocorrência e volume (mm³) variando entre as estações. Os itens foram agrupados em 10 categorias alimentares principais (Tabela 4). Em Barra Velha, o item alimentar mais frequente dos 56,7% estômagos analisados foi Insecta N.I - não identificado, durante a primavera (0,28) e verão (0,23). Para o restante (43,3%), o item foi a areia no outono (0,35) e inverno (0,33). Em relação ao volume, uma variação de itens foi registrada nas estações sendo, a família Formicidae (primavera), matéria orgânica não identificada - M.O.N. I (verão), *Callinectes* spp., Stimpson, 1860 (outono) e *Apis* spp., Linnaeus, 1758 (inverno).

Os caranguejos machos de Navegantes apresentaram areia como o item mais frequente durante a primavera (0,53), outono (0,30) e inverno (0,89) dos 56,4% estômagos analisados. O item M.O.N.I foi mais expressivo durante o verão (0,27) e outono (0,30). Os maiores valores para o volume de itens foi para Coleoptera (primavera), *Emerita brasiliensis*, Schimitt, 1935 (verão), M.O.N.I (outono e inverno) e Formicidae (inverno).

Em Itajaí, um total de 45% estômagos foram analisados no período de primavera e outono. Para este período, a maior frequência de ocorrência (FO) foi para o item areia, com valores de 0,24 (primavera) e 0,45 (outono). Durante o verão e inverno, 55% estômagos foram examinados, de tal forma, que Insecta N.I destacou-se mais frequente, com valores de 0,22 (verão) e 0,42 (inverno). A respeito do volume de itens, os mais importantes foram Formicidae (primavera), *Emerita brasiliensis* (verão), *Apis* spp. (outono e inverno) e Coleoptera (inverno).

Tabela 4. Frequência de ocorrência (FO) e volume (V_o) dos itens alimentares encontrados nos estômagos de machos de *O. quadrata* nos municípios de Barra Velha, Navegantes e Itajaí. Em negritos os itens de maiores valores de FO e V_o em cada estação do ano. P= primavera, V= verão, O= outono, I= inverno. M.O.N. I= matéria orgânica não identificada, M.V.N. I= material vegetal não identificado

	BARRA VELHA								NAVEGANTES								ITAJAÍ							
	P		V		O		I		P		V		O		I		P		V		O		I	
	FO	V _o	FO	V _o																				
M.O.N.I	0,13	37,30	0,21	551,00	0,15	20,30	0,15	10,50	0,18	0,44	0,27	213,60	0,30	110,76	0,11	100,00	0,17	27,80	0,14	120,00	0,23	396,40	0,05	1,00
AREIA	0,13	0,79	0,13	6,20	0,35	8,91	0,33	14,13	0,53	1,59	0,22	3,40	0,30	0,90	0,89	1,02	0,24	1,21	0,20	35,70	0,45	1,99	0,37	0,40
MATERIAL ANTRÓPICO																								
Cinzas							0,04	0,03																
Linha					0,12	<0,01	0,04		0,12				0,04	1,00						0,08	0,10			
Papel							0,04	1,00					0,04	10,00	0,22	2,00								
Plástico	0,06	12,00	0,02	0,10			0,11	24,00	0,06	2,01			0,04	100,00										
Vidro					0,03	0,05																		
OSTEICHTHYES																								
Escama de peixe			0,02	10,0																0,03	0,01			
MATERIAL VEGETAL																								
M.V.N.I	0,13	13,92	0,06	101,50	0,12	16,38	0,07	3,00			0,02	2,00			0,11	0,03	0,07	0,27	0,05	0,07	0,03	5,00	0,05	6,00
Tronco					0,03	12,50	0,04	0,06									0,03	12,50			0,05	30,00		
Esporo																	0,03	0,10						
Semente					0,03	0,02											0,10	0,86					0,05	12,50
ANNELIDA																								
Oligoqueta					0,03	0,12									0,11	0,07								
NEMATODA	0,03	0,01	0,04	0,01	0,03	0,02	0,07	0,02									0,10	0,06	0,02	0,02		0,01		
MOLLUSCA																								
Bivalvia							0,04	10,00					0,04	5,00	0,11	0,08						0,05	2,00	
Gastropoda									0,06	5,00												0,05	1,00	
INSECTA																								
Insecta N.I	0,28	119,10	0,23	147,80	0,21	34,76			0,35	100,70	0,22	37,25	0,07	1,01			0,21	157,00	0,22	155,69	0,10	129,00	0,42	190,00

Continuação Tabela 4

	BARRA VELHA								NAVEGANTES								ITAJAÍ								
	P		V		O		I		P		V		O		I		P		V		O		I		
	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	
Isoptera																	0,03	10,00							
Diptera							0,04	50,00																	
Dermaptera																	0,03	1,00							
Neuroptera																	0,03	25,00							
Larvas de inseto													0,04	1,00											
Hymenoptera	0,03	100,00	0,02	50,00							0,02	25,00	0,04	25,00					0,02	5,00	0,03	50,00			
<i>Apis</i> spp.			0,04	75,00	0,03	1,50	0,15	195,00	0,18	20,25	0,05	100,00	0,11	10,50			0,07	75,00			0,28	545,00	0,16	200,00	
<i>Bombus</i> spp.																							0,05	50,00	
Formicidae	0,09	410,50	0,02	50,00			0,04	0,01					0,04	0,50	0,22	100,00	0,10	185,00			0,05	8,02	0,05	1,00	
Hemiptera					0,06	18,00							0,04	25,00											
Coleoptera	0,09	200,00	0,08	350,00			0,04	25,00	0,24	400,00	0,02	1,00	0,07	75,00			0,10	78,00	0,02	25,00	0,10	8,52	0,05	200,00	
Elateridae					0,03	10,00																			
Scarabaeidae	0,03	200,00																							
Thysanoptera							0,04	100,00																	
CRUSTACEA																									
Crustacea N.I					0,06	<0,01							0,07	3,01							0,03	2,00			
Ovos e larvas de <i>O. quadrata</i>					0,03	0,05							0,04	0,09											
Amphipoda (Talitridae)			0,06	31,00			0,22	63,06					0,04	0,10											
<i>Callinectes</i> spp.					0,03	50,00																			
<i>Emerita brasiliensis</i>			0,04	175,00			0,04	0,60			0,07	550,00							0,12	570,25					

O conteúdo estomacal das 234 fêmeas analisadas em Barra Velha, Navegantes e Itajaí resultou em 27 itens alimentares e 9 categorias tróficas (Tabela 5).

Para as fêmeas capturadas em Barra Velha foram registradas as maiores frequências de ocorrência para os itens Insecta N.I durante a primavera (0,47), verão (0,43). Nas estações outono e inverno, o item mais evidente foi areia com valor de 0,33 e 0,26, respectivamente. Os itens mais volumosos foram lepidoptera (primavera), M.V.N.I (verão), Hemiptera (outono) e Formicidae e Coleoptera (inverno).

Em Navegantes, o item areia foi o recorrente nos estômagos das fêmeas quando considerados as amostragens de primavera (0,63), outono (0,50) e inverno (0,40). Já para o verão, o item Insecta N.I (0,31) apresentou a maior frequência de ocorrência. Os itens mais volumosos, em cada estação, foram Coleoptera (primavera), *Emerita brasiliensis* (verão), Insecta N.I (outono) e *Bombus* spp. Latreille, 1802 (inverno).

Por fim, em Itajaí, as maiores frequências registradas foram para os itens areia nas amostras da primavera (0,35), outono (0,42), M.O.N.I no inverno (0,25) e *Emerita brasiliensis* no verão (0,40). Os maiores volumes de presas foram para Dermaptera (primavera), *Emerita brasiliensis* (verão) e *Apis* spp. (outono e inverno)

Tabela 5. Frequência de ocorrência (FO) e volume (V_o) dos itens alimentares encontrados nos estomago de fêmeas de *O. quadrata* nos municípios de Barra Velha, Navegantes e Itajaí. Em negritos os itens de maiores valores de FO e V_o em cada estação do ano. P= primavera, V= verão, O= outono, I= inverno. M.O.N. I= matéria orgânica não identificada, M.V.N. I= material vegetal não identificado

	P		BARRA VELHA				I		P		NAVEGANTES				I		P		ITAJAÍ					
	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o
M.O.N.I	0,18	104,10	0,29	72,10	0,26	0,81	0,11	40,00	0,13	0,25	0,13	4,60	0,17	1,25	0,13	0,26	0,29	149,6	0,20	116,80	0,16	14,00	0,25	13,05
AREIA	0,18	0,34	0,07	50,00	0,33	1,90	0,26	0,51	0,63	1,25	0,22	2,27	0,50	0,73	0,40	0,89	0,35	2,48	0,30	1,64	0,42	2,75	0,19	150,10
MATERIAL ANTRÓPICO																								
Linha					0,04	<0,01															0,05	0,05	0,06	0,01
MATERIAL VEGETAL																								
M.V.N.I	0,12	100,03		150,00	0,07	12,56	0,11	35,00			0,03	0,50			0,07	1,00			0,03	0,10	0,10	90,01		
Tronco	0,06	<0,01			0,07	90,15																		
Esporo					0,04	<0,01																		
Semente											0,03	0,10			0,07	1,00								
NEMATODA	0,06	0,02													0,07	0,02			0,07	<0,01	0,05	0,01		
MOLLUSCA																								
Bivalvia	0,06	1,00					0,05	0,30					0,08	0,20									0,10	2,00
INSECTA																								
Insecta N.I	0,47	153,30	0,43	122,70	0,15	22,62	0,21	46,50	0,25	82,12	0,31	156,18	0,17	25,01	0,07	0,25	0,18	13,62	0,13	137,01	0,11	76,00	0,06	50,00
Isoptera									0,06	50,00														
Diptera				0,04	10,00									0,13	12,50	0,06	25,00							
Dermaptera																0,12	200,00							
Larvas de inseto																					0,05	0,05		
Hymenoptera							0,05	5,00										0,03	100,00				0,13	31,00
Apis spp.				0,04	5,00				0,06	50,00	0,06	150,10	0,10	13	0,07	3,00	0,12	60,00	0,03	25,00	0,32	385,00	0,13	300,00
Bombus spp.				0,04	30,00										0,13	220,00								
Formicidae						0,05	50,00								0,07	1,50	0,18	80,00					0,06	25,00
Hemiptera				0,04	100,00																			
Coleoptera							0,05	50,00	0,31	269,00	0,03	30,00			0,07	12,50								
Protura					0,04	<0,01																		
Thysanoptera																							0,06	4,00

Continuação Tabela 5

	P		BARRA VELHA				I		P		NAVEGANTES				P		ITAJAÍ						
	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	FO	V _o	
Lepidoptera	0,06	200,00																					
Orthoptera											0,03	25,00											
CRUSTACEA																							
Crustacea N.I			0,07	25,00							0,03	0,01											
Ovos e larvas de <i>O. quadrata</i>					0,15	0,26	0,05	1,00					0,08	0,07					0,10	60,00			
Amphipoda (Talitridae)	0,06	5,00					0,11	10,05			0,09	160,00									0,10	50,00	
<i>Emerita brasiliensis</i>			0,10	0,10							0,13	214,00						0,40	2176		0,10	10,00	
ARACHNIDA																					0,10	1,00	

O cálculo do índice alimentar (IAi) foi realizado para as 10 categorias alimentares em machos (Tabela 6). Em Barra Velha, a categoria alimentar Insecta predominou na maioria das estações, com os valores de IAi = 0,93 na primavera, 0,46 no outono e 0,60 no inverno. O período do verão foi representado por matéria orgânica não identificada- M.O.N.I (0,58).

Para Navegantes, grupo Insecta foi o item de maior importância no conteúdo estomacal de machos para a primavera (0,99) e inverno (0,64). Durante o verão e outono, a categoria de maior importância na alimentação foi matéria orgânica não identificada- M.O.N.I., representando 0,51 e 0,71, respectivamente.

Tabela 6. Índice Alimentar (IAi) da dieta machos de *O. quadrata* em Barra Velha, Navegantes e Itajaí. Em negritos, maiores valores de IAi das em cada estação do ano. P= primavera, V= verão, O= outono, I= inverno. M.O.N. I= matéria orgânica não identificada

Machos Categoria alimentar	BARRA VELHA				NAVEGANTES				ITAJAÍ			
	P IAi	V IAi	O IAi	I IAi	P IAi	V IAi	O IAi	I IAi	P IAi	V IAi	O IAi	I IAi
M.O.N.I	0,04	0,58	0,16	0,03	<0,01	0,51	0,71	0,32	0,07	0,13	0,35	<0,01
AREIA	<0,01	<0,01	0,17	0,08	0,01	0,01	0,01	0,03	<0,01	0,06	<0,01	<0,01
MATERIAL ANTRÓPICO	0,01	<0,01	<0,01	0,05	<0,01	0	0,10	0,01	0	0	<0,01	0
OSTEICHTHYES	0	<0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	<0,01	0
MATERIAL VEGETAL	0,02	0,03	0,10	<0,01	0	<0,01	0	<0,01	0,01	<0,01	<0,01	0,01
ANNELIDA	0	0	<0,01	0	0	0	0	<0,01	0	0	0	0
NEMATODA	0	<0,01	<0,01	<0,01	0	0	0	0	<0,01	<0,01	<0,01	0
MOLLUSCA	0	0	0	0,01	0	0	<0,01	<0,01	0	0	0	<0,01
INSECTA	0,93	0,34	0,46	0,60	0,99	0,12	0,19	0,64	0,92	0,27	0,64	0,99
CRUSTACEA	0	0,05	0,08	0,24	0	0,36	<0,01	0	0	0,55	<0,01	0

Em relação as fêmeas, o IAi foi gerado para 9 categorias (Tabela 7). Em Barra Velha, a categoria Insecta destacou-se durante o ano, sendo 0,73 na primavera, 0,53 no verão, 0,51 no outono e 0,63 no inverno. Para as fêmeas de Navegantes, o mesmo ocorreu, o consumo de Insecta apresentou os seguintes valores: primavera (0,99), verão (0,58), outono (0,90) e inverno (0,98).

Em Itajaí, as categorias para machos e fêmeas foram iguais durante as estações. Na primavera, outono e inverno, a dieta foi representada por Insecta, com os maiores valores de IAi no inverno (0,99) para os machos e no outono (0,87) para as fêmeas. O verão apresentou maior ingestão de Crustacea, de 0,55 e 0,95 para machos e fêmeas, respectivamente.

Tabela 7. Índice Alimentar (IAi) da dieta das fêmeas de *O. quadrata* em Barra Velha, Navegantes e Itajaí. Em negritos, maiores valores de IAi das em cada estação do ano. P= primavera, V= verão, O= outono, I= inverno. M.O.N. I= matéria orgânica não identificada

Fêmeas Categoria alimentar	BARRA VELHA				NAVEGANTES				ITAJAÍ			
	P IAi	V IAi	O IAi	I IAi	P IAi	V IAi	O IAi	I IAi	P IAi	V IAi	O IAi	I IAi
M.O.N.I	0,16	0,21	0,01	0,17	<0,01	0,01	0,04	<0,01	0,47	0,02	0,01	0,04
AREIA	<0,01	0,04	0,04	0,01	0,01	<0,01	0,06	0,01	0,01	<0,01	0,01	0,34
MATERIAL ANTRÓPICO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<0,01	<0,01
MATERIAL VEGETAL	0,10	0,21	0,44	0,15	0	<0,01	0	<0,01	<0,01	0	0,06	0
NEMATODA	<0,01	0	0	0	0	0	0	<0,01	0	<0,01	<0,01	0
MOLLUSCA	<0,01	0	0	<0,01	0	0	<0,01	0	0	0	0	<0,01
INSECTA	0,73	0,53	0,51	0,63	0,99	0,58	0,90	0,98	0,52	0,02	0,87	0,57
CRUSTACEA	<0,01	0,02	<0,01	0,05	0	0,41	<0,01	0	0	0,95	0,04	0,05
ARACHNIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	<0,01

A composição alimentar dos caranguejos entre as praias não apresentou diferenças significativas ($R= 0,02121$, $p= 0,2902$) quando avaliadas pela análise de similaridade (ANOSIM). Portanto, os valores de IAi das categorias alimentares foram submetidos à nova análise (ANOSIM) para dois fatores (sexo e sazonalidade), não existindo diferenças estatísticas entre os sexos ($R= 0,046296$, $p=0,3556$).

Por outro lado, a sazonalidade diferiu estatisticamente ($R= 0,1741$, $p= 0,0112$), sendo a composição nos estômagos coletados no verão diferente das demais estações ($p<0,05$), exceto quando comparado ao outono ($p = 0,06$).

A análise de SIMPER identificou as categorias de maior contribuição para as diferenças sazonais (Tabela 8), sendo Insecta (38,14 %), Matéria orgânica não identificada-M.O.N.I (23,09 %) e Crustacea (22,46 %), os itens mais relevantes na variação sazonal da dieta de *O. quadrata*. Dessa forma, os itens encontrados no verão apresentaram uma dissimilaridade de 61,44% em relação à primavera, 58,46%, em comparação ao inverno, e 57,66 % com o outono.

Tabela 8. Análise de porcentagem (SIMPER) para as categorias alimentares da espécie *O. quadrata*. P= primavera, V= verão, O= outono, I= inverno. M.O.N. I= matéria orgânica não identificada.

Categoria alimentar	Dissimilaridade	Contribuição (%)	Cumulativa (%)	Média			
				P	V	O	I
INSECTA	17,78	38,14	38,14	0,85	0,31	0,56	0,73
M.O.N.I	10,77	23,09	61,23	0,12	0,24	0,21	0,09
CRUSTACEA	10,47	22,46	83,69	<0,001	0,39	0,02	0,05
MATERIAL VEGETAL	4,04	8,67	92,36	0,02	0,04	0,11	0,03
AREIA	2,87	6,16	98,53	<0,001	0,018	0,05	0,08
MATERIAL ANTRÓPICO	0,61	1,31	99,83	<0,001	<0,001	0,01	<0,001
MOLLUSCA	0,07	0,15	99,98	<0,001	0	<0,001	<0,001
OSTEICHTHYES	<0,001	<0,001	99,99	0	<0,001	<0,001	0
ARACHNIDA	<0,001	<0,001	100	0	0	0	<0,001
ANNELIDA	<0,001	<0,001	100	0	0	<0,001	<0,001
NEMATODA	<0,001	<0,001	100	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001

Visto que a dieta não diferiu entre os sexos e entre os ambientes, os exemplares dos ambientes foram agrupados para análise da dieta ontogenética. Em Barra Velha, a análise do conteúdo estomacal para os indivíduos pertencentes à classe I apresentou exclusivamente areia, sendo o valor de IAI = 1. A categoria alimentar, Insecta, exibiu os maiores valores para o restante das classes, sendo II= 0,57, III= 0,57, IV= 0,40 e V= 0,86 (Tabela 9).

Tabela 9. Frequência de ocorrência (FO), volume (V) da dieta de *O. quadrata*, agrupados em classes de tamanho em Barra Velha. Em negritos, maiores valores de IAI para as classes de tamanho.

Classes Categoria alimentar	I (0 – 10mm)			II (10,1 – 20mm)			III (20,1 – 30mm)			IV (30,1 – 40mm)			V (40,1 – 50mm)		
	FO	V	IAI	FO	V	IAI	FO	V	IAI	FO	V	IAI	FO	V	IAI
M.O.N.I	0	0	0	0,17	62,20	0,40	0,22	247,60	0,24	0,15	517,60	0,40	0,15	9,10	0,12
AREIA	1,00	0,05	1,00	0,09	6,02	0,02	0,24	59,90	0,06	0,26	16,76	0,02	0,08	0,10	<0,01
MATERIAL ANTRÓPICO	0	0	0	0	0	0	0,05	7,10	<0,01	0,10	29,05	0,01	0,15	1,03	0,01
OSTEICHTHYES	0	0	0	0	0	0	0,01	10,00	<0,01	0	0	0	0	0	0
MATERIAL VEGETAL	0	0	0	0,1	1,90	0,01	0,14	306,10	0,11	0,11	225,57	0,09	0,15	1,4	0,02
ANNELIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,12	<0,01	0	0	0
NEMATODA	0	0	0	0,04	<0,01	<0,01	0,01	0,01	<0,01	0,04	0,05	<0,01	0,15	0,02	<0,01
MOLLUSCA	0	0	0	0	0	0	0,01	1	<0,01	0,01	10,00	<0,01	0,08	0,30	2,10 ⁻³
INSECTA	0	0	0	0,30	79,60	0,57	0,43	1,106	0,57	0,40	1,612	0,42	0,23	134,00	0,86
CRUSTACEA	0	0	0	0,10	1,35	<0,01	0,13	121,30	0,01	0,11	238,7	0,05	0,15	0,01	<0,01

Em Navegantes, houve maior consumo de Insecta em todas as classes de tamanho (Tabela 10), com o menor valor de IAi para classe I (0,02) e o maior valor para classe III (0,88).

Tabela 10. Frequência de ocorrência (FO), volume (V) da dieta do *O. quadrata*, agrupados em classes de tamanho em Navegantes. Em negritos, maiores valores de IAi para as classes de tamanho. M.O.N. I= matéria orgânica não identificada

Classes Categoria alimentar	I (0 – 10mm)			II (10,1 – 20mm)			III (20,1 – 30mm)			IV (30,1 – 40mm)			V (40,1 – 50mm)		
	FO	V	IAi	FO	V	IAi	FO	V	IAi	FO	V	IAi	FO	V	IAi
M.O.N.I	0,36	1,7	0,98	0,17	1,96	0,02	0,15	87,85	0,09	0,26	161,40	0,28	0,14	180,00	0,82
AREIA	0,09	<0,01	<0,01	0,21	0,52	0,01	0,45	5,03	0,02	0,31	4,08	0,01	0,57	2,53	0,05
MATERIAL ANTRÓPICO	0	0	0	0	0	0	0,03	4,00	<0,01	0,05	110,00	0,01	0,07	1	<0,01
MATERIAL VEGETAL	0	0	0	0,1	4,00	0,01	0,03	0,13	<0,01	0,02	0,50	<0,01	0	0	0
ANNELIDA	0	0	0	0,03	0,07	<0,01	0	0	0	0	0	0	0	0	0
NEMATODA	0	0	0	0	0	0	0,01	0,02	<0,01	0	0	0	0	0	0
MOLLUSCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,05	5,28	<0,01	0,07	5,00	0,01
INSECTA	0,27	0,06	0,02	0,48	56,94	0,79	0,47	1201,50	0,88	0,43	743,40	0,40	0,2	52,76	0,13
CRUSTACEA	0	0	0	0,07	100,00	0,17	0,05	150,08	0,01	0,14	677,72	0,30	0,14	0,03	<0,01

Em Itajaí, Insecta foi mais expressivo para as classes I (0,62) e II (0,47) e III (0,61). A categoria Crustacea demonstrou uma alta contribuição para os espécimes das classes IV (0,48) e V (0,82) (Tabela 11). Contudo, a análise de similaridade ANOSIM um fator, não apontou diferenças significativas na dieta entre as classes de tamanho para os três ambientes ($R=0,01704$, $p=0,39$).

Tabela 11. Frequência de ocorrência (FO), volume (V) da dieta do *O. quadrata*, agrupados em classes de tamanho em Itajaí. Em negritos, maiores valores de IAI para as classes de tamanho.

M.O.N. I= matéria orgânica não identificada

Classes Categoria alimentar	I (0 – 10mm)			II (10,1 – 20mm)			III (20,1 – 30mm)			IV (30,1 – 40mm)			V (40,1 – 50mm)		
	FO	V	IAi	FO	V	IAi	FO	V	IAi	FO	V	IAi	FO	V	IAi
M.O.N.I	0,25	7,00	0,35	0,27	101,40	0,52	0,17	476,90	0,19	0,15	262	0,09	0,25	1	0,01
AREIA	0	0	0	0,24	0,43	<0,01	0,34	23,12	0,02	0,31	173	0,12	0	0	0
MATERIAL ANTRÓPICO	0	0	0	0	0	0	0,02	0,15	<0,01	0,03	0,01	<0,01	0	0	0
OSTEICHTHYES	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	0,01	<0,01	0	0	0
MATERIAL VEGETAL	0	0	0	0,08	0,77	<0,01	0,06	18,78	<0,01	0,09	138	0,01	0	0	0
NEMATODA	0	0	0	0	0	0	0,03	0,04	<0,01	0,04	0,06	<0,01	0	0	0
MOLLUSCA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,04	5,00	<0,01	0	0	0
INSECTA	0,63	8,34	0,62	0,38	171,24	0,47	0,48	1907	0,61	0,41	1594	0,31	0,5	10,25	0,17
CRUSTACEA	0,13	0,9	0,02	0,05	7,00	<0,01	0,1	1005	0,18	0,15	1757	0,48	0,25	100,00	0,82
ARACHNIDA	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,01	1	<0,01	0	0	0

DISCUSSÃO

As condições climáticas e os parâmetros da água entre as praias, durante o período amostrado, não apresentaram diferenças significativas e variaram em resposta a própria dinâmica sazonal, caracterizado por altas temperatura na primavera e verão e baixas temperaturas no outono e inverno. Este resultado sugere uma homogeneização dessas condições ambientais nos limites desse estudo e corroboram os trabalhos de Pereira *et al.* (2009), Bernardes-Junior *et al.* (2011) e Sedrez *et al.* (2013), os quais não encontraram diferenças entre a massa de água e condições climáticas nessa região.

Contudo, a umidade relativa da areia foi significativamente maior em Navegantes, o que provavelmente, é um reflexo da presença de chuvas em algumas coletas. Outra explicação, se deve à característica da areia local, pois a retenção da água é influenciada por parâmetros relacionados ao tamanho, formato e disposição das partículas (Moraes *et al.*, 1993). Em Navegantes, o sedimento foi caracterizado por areia fina, a qual apresenta maior capacidade de reter água do que a areia grossa (Fidalski *et al.*, 2013). Adicionalmente, a declividade desta praia diferiu significativamente das demais, corroborando sua natureza dissipativa, o qual é caracterizada por um menor declive, presença de grãos finos, largura extensa e com períodos curtos de ondas (Short, 1996).

A espécie *O. quadrata*, apresenta alta sensibilidade para variações ambientais e quando submetido a situações adversas, esses caranguejos não são observados nas praias (Wolcott, 1978; Alberto e Fontoura, 1999). Em nosso estudo, o padrão de atividade (ex. locomoção, construção de tocas, alimentação) observado nos três ambientes para esta espécie foi similar ao encontrado por Alberto e Fontoura (1999), uma vez que as condições ambientais fossem favoráveis para o animal, a atividade era iniciada. Desse modo, durante o inverno, os indivíduos foram vistos entre 11:00 h as 14:00 h, período de temperaturas mais elevadas, e no verão, a atividade era intensificada ao anoitecer, semelhante aos nossos registros.

Por meio do cálculo do índice de repleção (IR) foi possível determinar a atividade alimentar de *O. quadrata*, o qual apontou a época em que esses caranguejos tiveram maior consumo de alimentos. Sendo assim, o pico de atividade alimentar foi registrado no verão e a baixa atividade foi indicada nos meses de outono e inverno para os três locais, exceto para machos da Praia Brava, Itajaí (SC).

Os baixos valores de IR podem estar relacionados aos eventos de privação alimentar em crustáceos, o que é atribuído ao próprio torpor de inverno e por outras situações como o acasalamento, desova e em fêmeas ovígeras (Vinagre *et al.*, 2007; Freire, 1996). Nesse estudo foi verificado esse fenômeno. Adaptações para estes períodos prolongados sem ingestão de alimentos foram identificado para o caranguejo *O. quadrata*, nos Estados Unidos, pela avaliação do metabolismo energético e do nível de expressão do hormônio hiperglicêmico durante a privação nutricional (Vinagre e Chung, 2016). Por outro lado, os valores mais altos, refletem a necessidade de armazenamento energético para fase reprodutiva, que acontece nas estações primavera-verão como relatado por Haley, (1972); Branco *et al.* (2010) e Antunes *et al.* (2010).

Uma tendência à insetivoria foi verificada nas três praias com morfotipos distintos, sem diferenças significativas no padrão alimentar entre esses ambientes. Resultados semelhantes sobre a composição alimentar foram registrados para o caranguejo *O. cursor*, no Mediterrâneo, sendo as formigas (Myrmicinae) um elemento básico na dieta, tendo crustáceos e macroalgas como recursos secundários (Chartosia *et al.*, 2010). Para a população *O. quadrata*, no sul do Brasil, o item *Apis* spp. foi o mais frequente seguido por outros insetos e crustáceos (Branco *et al.*, 2010).

Em relação aos hábitos alimentares entre machos e fêmeas não foram identificadas diferenças significativas para ambos os sexos. Comportamento semelhante registrados para os

caranguejos da família Portunidae (Wear e Haddon, 1987; Haefner, 1990; Branco e Verani, 1997). Porém, a dieta de *O. quadrata* apresentou uma variação sazonal significativa, quando considerado os resultados do IAI, o que pode ser consequência da disponibilidade de alimentos de cada época (Branco, 1996). Isto foi corroborado, visto que os picos de densidade e recrutamento dos itens que mais contribuíram para as diferenças sazonais só ocorrem na primavera e verão, como visto para o item *Emerita brasiliensis*; e inverno e verão, como é o caso do anfípoda, Talitridae. (Cardoso *et al.*, 2003; Cardoso e Veloso, 1996).

A herbivoria foi pouco evidente na dieta em decorrência da baixa contribuição de material vegetal, sendo a maior ingestão registrada para o outono e verão, como também relatado nos trabalhos de Wolcott, (1978) e Branco *et al.* (2010). Adicionalmente, a alta ocorrência de matéria orgânica não identificada, material já digerido, é um reflexo do rápido processo de digestão (Mantelatto e Christofolletti, 2001).

O consumo de areia ainda é questionável quanto o seu real papel na dieta dos caranguejos, podendo ser um resultado de ingestão acidental ao manipularem a presa (Branco e Lunardon-Branco, 2002; Branco e Verani, 1997). Por outro lado, a areia pode auxiliar no processo de trituração de presas calcárias (Mantelatto e Christofolletti, 2001). Nesse estudo, a presença de areia nos estômagos ocorreu em todas as classes de tamanho, estações e ambientes. Isto pode estar relacionado ao hábito escavador deste organismo, o qual ocorre uma ingestão acidental em detrimento da manipulação das presas no momento da captura.

A presença de plásticos e demais itens de origem antrópica nos estômagos de animais marinhos tem sido recorrente em diversos estudos e podem estar associados ao destaque provocado por cores e formas, fazendo com que os animais confundam os plásticos como presas (Moser e Lee, 1992). Além disto, uma possível semelhança desses itens com material vegetal também pode ser consequência do seu consumo, visto que os plásticos e linhas de pesca analisados, sob estereomicroscópio, apresentavam cores e formas similares às algas filamentosas.

A interação entre os detritos e *O. quadrata* também foi relatada em praias do sudeste brasileiro, onde a presença de plásticos, espuma, corda e entre outros lixos estiveram associados às tocas do caranguejo (Costa *et al.*, 2018). A consequência da interação dos lixos antrópicos com os animais tem sido amplamente investigada. A exemplo disso, um estudo com caranguejo *Uca rapax*, indicou que o consumo de microplásticos, os quais foram presenciados no

estômago, hepatopâncreas e brânquias, possuem alto potencial para causar danos graves aos invertebrados bentônicos (Brennecke *et al.*, 2015).

Outro item que chamou a atenção foi a presença de nematódeo em estômagos de machos e fêmeas nos três ambientes ao longo do ano, com exceção dos juvenis. Os nematódeos apresentaram o corpo íntegro, em todos os estômagos, o que indicou que estes não foram ingeridos e, por isso, possam estar parasitando os indivíduos de *O. quadrata* (Turra *et al.*, 2012).

Esse estudo demonstrou que *O. quadrata* é um predador oportunista com hábito alimentar carnívoro com tendência à insetivoria. A pesquisa realizada sobre o metabolismo desta espécie no sul do Brasil sugeriu que este animal consome altos teores de proteína e baixos teores de carboidratos, indicados por um baixo herbivorismo em resposta a um menor valor nutricional de matéria vegetal em relação a animal (Vinagre *et al.*, 2007), o que também foi presenciado no nosso estudo. Concluímos que a diferença sazonal na dieta foi devido à disponibilidade das presas que variou ao longo do ano e, que variações ontogenéticas e por tipo de praia, em relação aos itens alimentares, não foram significativas.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao programa de pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais – UFSCar, a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pela autorização, sob a licença (SISBIO, nº 57786).

REFERÊNCIAS

- Alberto R.M.F, Fontoura N.F. (1999). Distribuição e Estrutura Etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em Praia Arenosa do Litoral Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* **59**, 95–108.
- Albrecht, M. P. e Pellegrini-Caramaschi, E. (2003). Feeding ecology of *Leporinus taeniofasciatus* (Characiformes: Anostomidae) before and after installation of a hydroelectric plant in the upper rio Tocantins, Brazil. *Neotropical Ichthyology*, *1*(1), 53-60.
- Anderson, M. J. (2001). A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. *Austral Ecology* **26** (1), 32-46.
- Antunes F, do Amaral A.P., Ribarcki F.P., Wiilland E. F., Zancan D.M., Vinagre A.S. (2010). Seasonal variations in the biochemical composition and reproductive cycle of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) in Southern Brazil. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological genetics and physiology*.
- Bernardes Júnior, J. J.; Rodrigues Filho, J. L.; Branco, J. O. e Verani, J.R. (2011). Spatiotemporal variations of the ichthyofauna structure accompanying the seabob

- shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea: Penaeidae) fishery, in important fisheries areas of the Santa Catarina shore. *Brazil. Zoologia* **28** (2), 151-164.
- Branco J. O. (1996). Variações sazonais e ontogênicas na dieta natural de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Se. *Arquivos. Biologia. Tecnologia* **39** (4), 999- 1012.
- Branco J. O., Hillesheim J. C., Fracasso H. A. A.; Christoffersen M. L. (2010). Bioecology of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the southwestern Atlantic. *Journal of Shellfish Research* **29** (2), 503-512.
- Branco, J.O. e Lunardon-Branco, M.J. (2002). Ecologia trófica de *Portunus spinimanus* Latreille, na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia*, **19** (3), 723-729.
- Branco, J.O. e Verani J.R. (1997). Dinâmica da alimentação natural de *Callinectes dane* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. *Revista brasileira de Zoologia* **14** (4), 1003 -1018.
- Brennecke D, Ferreira E.C, Costa T.M.M, Appel D, da Gama B.A.P, Lenz M. (2015). Ingested microplastics (>100 µm) are translocated to organs of the tropical fiddler crab *Uca rapax*. *Marine Pollution Bulletin* **96** (1–2), 491–495.
- Blankensteyn, A. (2006). O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil – *Revista Brasileira de Zoologia* **23** (3), 870-876.
- Brown, A. C.; Melachlan, A. (1990). Ecology of sandy beaches. (Elsevier Science Publishers: Amsterdam) pp .328.
- Camargo, M. G. (2005) SYSGRAN, Análises e gráficos sedimentológicos. Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná, versão 3.0. Disponível em <https://mauricio-camargo.github.io/software.html> [acessado em 26 de março de 2018].
- Cardoso, R. S., Veloso, V. G. (1996). Population biology and secondary production of the sandhopper *Pseudorchestoidea brasiliensis* (Amphipoda: Talitridae) at Prainha Beach, Brazil. *Marine Ecology Progress Series* **142**, 111-119.
- Cardoso, R, Veloso, V. G.; Caetano, C. H. (2003). Life history of *Emerita brasiliensis* (Decapoda: Hippidae) on two beaches with different morphodynamic characteristics. *Journal of Coastal Research*. **35**, 392-401.
- Chartosia N., Kitsos M.S, Tzomos TH., Mavromati E., Koukouras A. (2010). Diet composition of five species of crabs (Decapoda, Brachyura) that show a gradual transition from marine to terrestrial life. *Crustaceana* **83**, 1181–1197.
- Castro, P. e Schram, F.R (2015). Introduction to brachyura. In: *Treatise on Zoology—Anatomy, Taxonomy, Biology*. (Ed P. Castro, P. Davie, D. Guinot , F.R. Schram , J.C von Vaupel Klein).pp. 3-9 (The Crustacea: Leiden, Brill)

- Choy, S.C. (1986). Natural diet and feeding habits of the crabs *Liocarcinus puber* and *L. holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae). *Marine Ecology Progress Series* **31**, 87-99.
- Clarke, K.R., (1993). Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Austral Ecology* **18**, 117–143.
- Clarke, K.R. e Warwick, R.M. (1994). Change in marine communities: an approach to statistical analysis and interpretation. Plymouth, Plymouth Marine Laboratory, pp. 144
- Costa, L.L, Rangel, D. F. e Zalmon, I.R. (2018). Evidence of marine debris usage by the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787). *Marine Pollution Bulletin* **128**, 438-445.
- Fales, R.R. (1976). Apparent Predation on the Mole Crab *Emerita talpoida*) by the Ghost Crab *Ocypode quadrata* (Fabricius). *Chesapeake Science* **17**, 65.
- Fidalski, J., Tormena, C.A., Alves, S.J., Auler, P.A.M. (2013). Influência das frações de areia na retenção e disponibilidade de água em solos das formações Caiuá e Paranavaí. *Revista Brasileira de Ciência do Solo* **37**, 613–621.
- Folk, R.L. & Ward, W.C. (1957). Brazos river bar: A study in the significance of grain size parameters. *Journal of Sedimentary Petrology* **27**, 3-27.
- Freire, J. (1996). Feeding ecology of *Liocarcinus depurator* (Decapoda: Portunidae) in the Ría de Arousa (Galicia, north-western Spain): effects of habitat, season and life history. *Marine Biology* **126**, 297–311.
- Haefner, P. A., Jr. (1990). Natural diet of *Callinectes ornatus* (Brachyura: Portunidae) in Bermuda. *Journal of Crustacean Biology* **10** (2), 236-246.
- Haley S.R (1972). Reproductive cycling in the ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana* **23** (1), 1–11.
- Hammer, O., Harper, D.A.T. e Ryan, P.D. (2001). PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica* **41** (1), 9. Disponível em http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf [acessado em 26 de março de 2018].
- Haley, S. R. (1969). Relative growth and sexual maturity of the Texas ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana* **17**, 285–297.
- Hyslop, E.J. (1980). Stomach contents analysis - a review of methods and their application. *Journal of Fish Biology*. **17**, 411-429.
- Kawakami, E. e Vazzoler, E. (1980). Método gráfico e estimativa de índice alimentar aplicado no estudo de alimentação de peixes. *Boletim do Instituto Oceanográfico* **29**, 205-207.
- Klein, A.H.F. e Menezes J.T. (2001). Beach morphodynamics and profile sequence for a headland bay coast. *Journal. Coastal. Research*. **17**(4), 812-835.

- Krumbein, W. C. (1934). Size frequency distribution of sediments. *Journal of Sedimentary Petrology* **4**, 65-77.
- Lim S.S.L, Yong A.Y.P e Christy J.H (2016). Ontogenetic changes in diet and related morphological adaptations in *Ocypode gaudichaudii*. *Invertebrate Biology* **135** (2), 117–126.
- Lucifora L.O, Garcia V.B., Menni RC, Escalante A.H e Hozbar N.M. (2009). Effects of body size, age, and maturity stage on diet in a large shark: Ecological and applied implications. *Ecological Research* **24**, 109–118.
- Lucrezi, S. e Schlacher, T., (2014). The ecology of ghost crabs - a review. *Oceanography and Marine Biology* **52**, 201–256.
- Mantelatto, F.L.M. e Petracco M. (1997). Natural diet of the crab *Hepatus pudibundus* (Brachyura: Calappidae) in Fortaleza Bay, Ubatuba (SP), Brazil. *Journal of Crustacean Biology* **17** (3), 440-446.
- Mantelatto, F.L.M. e Christofolletti R.A. (2001). Natural feeding activity of the crab *Callinectes ornatus* (Portunidae) in Ubatuba Bay (São Paulo, Brazil): influence of season, sex, size and molt stage. *Marine Biology* **138**, 585-594.
- Melo G.A.S. (1999). Infraordem Brachyura (Siris e caranguejos: espécies marinhas e de água doce). In: Buckup L, Bond-Buckup G, editors. Os Crustáceos do Rio Grande do Sul. (Editora da Universidade UFRGS: Porto Alegre) pp. 415–485.
- Moser, M.L. e Lee, D.S. (1992). A fourteen-year survey of plastic ingestion by western North Atlantic seabirds. *Colonial Waterbirds* **15**, 83–94.
- Moraes, S.O. e Libardi, P.L., Dourado Neto, D. (1993). Problemas metodológicos na obtenção da curva de retenção da água pelo solo. *Scientia Agrícola* **50** (3), 383–392.
- Morrow, K., Bell S. S. e Tewfik. A. (2014). Variation in ghost crab trophic links on sandy beaches. *Marine Ecology Progress Series* **502**, 197-206.
- Rafael, J. A., Melo, G. A. R., Carvalho, C. D., Casari, S. A., Constantino, R. (2012). Insetos do Brasil: diversidade e taxonomia. Ribeirão Preto, Holos.
- Robertson J.R e Pfeiffer W.J (1982) Deposit-feeding by the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **56**, 165–17
- Pereira, M., Schettini, C.A.F. e Omachi, C.Y. (2009). Caracterização de feições oceanográficas na plataforma de Santa Catarina através de imagens orbitais. *Revista Brasileira de Geofísica* **27** (1), 81-93.
- Phillips A.M. (1940). The ghost crab—adventures investigating the life of a curious and interesting creature that lives on our doorstep, the only large crustacean of our North Atlantic coast that passes a good part of his life on land. *Natural History* **46**, 36–41.
- Pombo M e Turra A. (2013). Issues to Be Considered in Counting Burrows as a Measure of Atlantic Ghost Crab Populations, an Important Bioindicator of Sandy Beaches. *PLOS ONE* **8**(12), 1-7.

- Santos, E.P. (1978). Dinâmica de populações aplicada à pesca e piscicultura. (HUCITEC/EDUSP), São Paulo pp.129.
- Schettini, C. A. F. e Carvalho, J. L. B. (1998). Hidrodinâmica e distribuição de sedimentos em suspensão dos estuários dos rios Itapocu, Tijucas e Camboriú. *Notas Técnicas da FACIMAR*, **2**, 141-153.
- Schettini, C.A.F.; Carvalho, J.L. e Truccolo, E. (1999). Aspectos hidrodinâmicos da enseada da Armação de Itapocoroy, SC. *Notas Técnicas FACIMAR* **3**, 99-109.
- Sedrez, M. C., Branco, J. O., Freitas Júnior, F., Monteiro, H. S. e Barbieri, E. (2013). Ictiofauna acompanhante na pesca artesanal do camarão sete-barbas (*Xiphopenaeus kroyeri*) no litoral sul do Brasil. *Biota Neotropica* **13** (1), 166-175.
- Short A. (1996). The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. *Revista Chilena de História Natural* **69**, 589–604.
- Turra, A., Santos, F.B., Bessa, E., Fernandez, W.S., Bernadochi, L.C. e Denadai, M.R., (2012). Population biology and diet of the Southern Kingcroaker *Menticirrhus americanus* *Brazilian Journal of Oceanography* **60** (3), 343-252.
- Veloso, V. G., Cardoso, R. S., Fonseca, D. B. (1997). Adaptações e biologia da macrofauna de praias arenosas expostas com ênfase nas espécies da região entre-marés do litoral fluminense. *Oecologia brasiliensis* **3**, 121-133.
- Vinagre A.S, Amaral A.P.N., Ribarcki F.P, Silveira E.F, Périco E. (2007). Seasonal variation of energy metabolism in ghost crab *Ocypode quadrata* at Siriú Beach (Brazil). *Comparative Biochemistry and Physiology* **146** (A), 514–519.
- Vinagre A.S e Chung J.S (2016). Effects of starvation on energy metabolism and crustacean hyperglycemic hormone (CHH) of the Atlantic ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787). *Marine Biology* **163** (3), 1-11.
- Wear, R. G., e M. Haddon. 1987. Natural diet of the crab *Ovalipes catharus* (Crustacea, Portunidae) around central and northern New Zealand. *Marine Ecology Progress Series* **35**, 39-49.
- Wentworth, C.K. (1922). A scale of grade and class term for clastic sediments *Journal of Geology* **30**, 377-392.
- Werner E.E. e Gilliam J.F (1984). The ontogenetic niche and species interactions in size-structured populations. *Annual Review of Ecology and Systematics* **15**, 393–425.
- Wolcott, T. G. (1978). Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: scavengers or predators? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **31**, 67-82.
- Wright, L.D. e Short, A.D., 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology* **56**, 93–118.

Zar, J. H. (2010). Biostatistical Analysis. (Prentice-Hall: New Jersey) pp.944.

Capítulo II. Distribuição espaço-temporal, crescimento somático e tamanho de primeira maturação gonadal do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) em praias arenosas morfodinâmicas do litoral sul no Brasil

RESUMO

A distribuição do caranguejo semi-terrestre, *Ocypode quadrata*, ocorre nas praias arenosas da costa atlântica ocidental. Apesar da sua importância ecológica, predador de topo dentre os invertebrados deste ecossistema, estudos populacionais utilizando o censo direto, ainda são escassos. Desta forma, o presente estudo analisou a dinâmica populacional do caranguejo em três praias morfodinâmicas, a partir da captura de espécimes e contagem de tocas. As coletas foram realizadas mensalmente durante março de 2017 a fevereiro 2018, nas praias da Lagoa de Barra Velha, Navegantes e Brava, localizadas no litoral de Santa Catarina, Brasil. Um total de 698 indivíduos foram coletados, sendo juvenis 10,90 %, 55,58 % machos e 33,52% fêmeas, dentre estas 1,86% ovígeras. O desvio da razão sexual em favor aos machos ocorreu em alguns períodos do ano para os três ambientes. A densidade de tocas não apresentou diferenças durante o ano e entre os locais e o tipo de distribuição foi agregado. O crescimento da espécie foi alométrico positivo, porém diferenças entre os sexos foi verificada, em que machos tendem a maior incremento corpóreo em relação à largura. Diferenças na relação peso-largura também foram registrados para as praias de Navegantes e Brava. Em relação aos parâmetros de crescimento de Von Bertalanffy, diferenças foram encontradas quanto ao sexo e aos ambientes; machos tiveram tamanhos superiores às fêmeas e os espécimes da praia refletiva, Lagoa de Barra Velha expressaram os maiores valores para Largura máxima assintótico (L_{∞}): 4,76 em machos e 4,54 em fêmeas. Por outro lado, os maiores valores para longevidade foram em Navegantes (dissipativa), sendo $T_{máx} = 4,86$ anos e $T_{máx} = 3,61$ anos. A respeito do tamanho de primeira maturação gonadal (L_{50}), os valores variaram entre 2,40 cm a 2,83 cm para machos e 2,84 cm a 3,01 cm para fêmeas, portanto a maturação em machos correspondeu a tamanhos inferiores às fêmeas. Nossos resultados, demonstraram que algumas diferenças nos aspectos populacionais do *O. quadrata* pode ser atribuídos ao sexo e ao tipo de morfologia da praia.

Palavra-chave: Estrutura populacional, Decapoda, praias morfodinâmicas

INTRODUÇÃO

As praias arenosas estão presentes desde a região temperada às tropicas, sendo ecossistemas peculiares devido sua transição entre o meio terrestre e aquático (Odum e Thomson, 2011). Estes ambientes são fortemente influenciados pelo regime de onda, maré, ventos, tamanho dos grãos de areia, os quais determinam a sua estrutura física e, de acordo com a morfodinâmica resultante destes fatores abióticos, são classificados em praias refletivas, intermediárias ou dissipativas (Short 1996; McLachlan e Brown 2006).

De modo geral, a composição da macrofauna é influenciada pela morfodinâmica das praias arenosas. Nesse contexto, praias refletivas dispõem de maiores adversidades para as espécies intertidais, onde a ação das ondas e a volubilidade do substrato são mais intensas do que em praias dissipativas (McLachlan *et al.*, 1993). Devido a essas propriedades, a riqueza e densidade de espécies intertidais pode ser menor em praias refletivas do que nas dissipativas (McLachlan *et al.*, 1981; McLachlan, 1990). Por outro lado, o tamanho corpóreo pode expressar uma relação inversa, sendo as espécies de praias refletivas maiores do que em praias dissipativas (Defeo e McLachlan, 2011).

Contudo, ainda existem lacunas sobre a dinâmica de organismos que habitam o supra litoral. Recentemente, alguns estudos apontaram que a densidade, a abundância e o tamanho dos organismos que habitam essas áreas tendem a aumentar em praias refletivas (Defeo e McLachlan, 2011; Pombo e Turra, 2017). Portanto, assume-se que a estrutura física desses habitats pode influenciar na história de vida e distribuição das espécies (Veloso *et al.*, 1997; Cardoso *et al.*, 2003).

Dentre a biota das praias arenosas, o caranguejo-fantasma *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787), o qual habita o supra litoral, atua como predador de topo entre os invertebrados e é responsável pela transferência de energia em diferentes níveis tróficos desse ambiente (Wolcott 1978; Lucrezi *et al.*, 2014). Sua função como indicador biológico de impactos antrópicos tem sido utilizada por meio do censo indireto, assim como a densidade e abundância das tocas tem sido ferramentas de análise da distribuição populacional (Blankensteyn, 2006; Valero-Pacheco *et al.*, 2007; Araújo *et al.*, 2008).

Apesar da ampla distribuição geográfica do *O. quadrata*, o qual é encontrado desde Rhode Island (E.U.A) ao Rio Grande do Sul (BR) (Melo, 1999), pesquisas envolvendo a

dinâmica populacional por meio de censo direto (capturas de exemplares) são escassas, o que pode inviabilizar informações fundamentais sobre a biologia da espécie.

Portanto, diante da importância desse caranguejo em praias arenosas, o presente estudo teve o objetivo de avaliar a dinâmica populacional de *Ocypode quadrata* em três praias arenosas subtropicais morfodinâmicas no litoral do centro-norte catarinense, sul do Brasil. Amostragens por meio do censo direto (captura de espécimes) e indireto (contagem de tocas) foram avaliadas com a finalidade de: 1) verificar a existência de possíveis diferenças na estrutura populacional das praias arenosas refletivas, intermediárias e dissipativas. 2) estimar o crescimento e o tamanho de primeira maturação sexual (L_{50}) para ambos os sexos 3) avaliar o padrão de distribuição e densidade de tocas. A hipótese é que a dinâmica populacional do caranguejo seja diferente entre as praias morfologicamente distintas.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo:

Coletas mensais foram realizadas durante março de 2017 a fevereiro de 2018 em três praias arenosas subtropicais no litoral centro-norte de Santa Catarina, Brasil: a Praia da Lagoa de Barra Velha ($26^{\circ}34'56.64''$ - $26^{\circ}37'37.70''$ S; $48^{\circ}39'55.38''$ - $48^{\circ}40'49.12''$ W), município de Barra Velha, apresenta morfotipo de praia refletiva, com 6 km de extensão, dunas recobertas pela vegetação de restinga arbustiva e herbácea, onde ocorre deságue do estuário do rio Itapocú (Schettini e Carvalho, 1998). A Praia de Navegantes, no município de Navegantes ($26^{\circ}49'36.51''$ - $26^{\circ}54'35.46''$ S; $48^{\circ}37'17.36''$ - $48^{\circ}38'34.61''$ W), a praia com 10 km de extensão, é influenciada na extremidade sul pelo deságua do rio Itajaí-Açu (Schettini *et al.* 1999), é classificada como dissipativa e apresenta uma área extensa de dunas (Klein e Menezes, 2001). A Praia Brava, município de Itajaí ($26^{\circ}55'57.30''$ - $26^{\circ}57'36.02''$ S; $48^{\circ}37'35.08''$ - $48^{\circ}37'41.35''$ W) com 3 km de extensão, caracterizada por costões rochosos em seus extremos e vegetação de restinga sobre as dunas, exibe um perfil de praia intermediária.

Variáveis ambientais:

No início e final de cada coleta foram registradas as temperaturas do ar e de água com auxílio de um termômetro de precisão de $0,1^{\circ}\text{C}$ e a salinidade da água com refractômetro ótico. Estes dados foram agrupados conforme a estação do ano: primavera (setembro, outubro, novembro), verão (dezembro, janeiro, fevereiro), outono (março, abril, maio), inverno (junho, julho, agosto).

Contagem das tocas, densidade e distribuição:

Durante o período da maré baixa, três transectos aleatórios foram feitos mensalmente, a partir da linha de maré até a última ocorrência de tocas nas três praias. Para cada transecto foram atribuídas parcelas de 2 m de largura (4 m²) e estimado a densidade pelo número de tocas por parcela. A avaliação do padrão de distribuição das tocas foi realizada por meio dos dados da média e variância pelo índice de dispersão (Rabinovich, 1980).

Amostragem:

Os espécimes de *O. quadrata* foram coletados sob a licença nº 57786 do Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade (SISBIO). O horário das coletas foi estabelecido em função do período de maior atividade dos caranguejos: nas estações primavera - verão durante o período noturno e no outono – inverno, diurno. Os caranguejos foram capturados por dois coletores num esforço médio de 2,0 horas, escavando as tocas e/ou manualmente ao redor das mesmas. Os exemplares capturados foram acondicionados individualmente em sacos plásticos etiquetados, mantidos em caixa térmica com gelo e conservados em freezer até seu processamento.

No laboratório após o descongelamento, foram mensurados o peso úmido do corpo (Wt) com balança de precisão (0,0001 g) e largura da carapaça (CW) com paquímetro digital (0,01 mm). O sexo dos caranguejos adultos foi determinado macroscopicamente pela visualização do abdômen (Haley, 1969), nos juvenis por meio do desenvolvimento dos pleópodes inspecionado sob estereomicroscópio. Na sequência foi removido a carapaça dorsalmente e avaliado macroscopicamente o estágio de maturação gonadal de machos e fêmeas (Mota-Alves, 1975).

Análise de dados:

Para verificar o tamanho dos transectos em relação às três praias os dados foram submetidos a análise de variância - ANOVA (Zar, 2010) para testar as possíveis diferenças significativas ($p < 0,05$). A mesma análise foi feita para a densidade média das tocas por parcela. O teste qui-quadrado χ^2 com nível de significância de 95% e n - 1 graus de liberdade (n=2) foi utilizado para analisar a variação na proporção de machos e fêmeas (1:1) durante as estações (Vazzoler, 1996).

Os dados de Wt e CW no período de março, 2017 a fevereiro, 2018 foram utilizados para ajustamento das curvas de peso/largura para machos e fêmeas, pela equação: $W=a.CW^b$ (Le Cren, 1951). Com os valores estimados dos coeficientes “a” e “b” foram calculados os valores dos pesos teoricamente esperados (Wt) para os respectivos valores da largura da carapaça (CW), além disto, definindo também o tipo de crescimento, sendo isométrico ($b=3$), alométrico positivo ($b > 3$) e alométrico negativo ($b < 3$); e estimado o valor do coeficiente de correlação (r). A Análise de Covariância (ANCOVA) foi utilizada para analisar as inclinações (slopes) em cada sexo e ambiente, para averiguar o tipo de crescimento.

Os valores de largura da carapaça de machos e fêmeas foram agrupados mensalmente, em intervalos de 0,5 cm, e as distribuições das frequências de classes foram dispostas em histogramas para a visualização das classes modais. Para a análise de crescimento da carapaça foi realizada a rotina ELEFAN I (Electronic Frequency Analysis) (Pauly e David, 1981) do pacote FISAT II (Gayanilo *et al.*, 2005). Esta abordagem utiliza o crescimento pelo modelo modificado de Von Bertalanffy, segundo a equação: $L_t = L_\infty [1 - e^{-k(t-t_0)}]$ (Von Bertalanffy, 1938), onde L_t = largura da carapaça no tempo t (cm); L_∞ = largura média máxima estimada em cm; K = constante relacionada à taxa de crescimento; t = idade dos indivíduos em dias; t_0 = parâmetro relacionado com a largura no nascimento.

Para calcular a longevidade dos caranguejos, foi utilizada a partir da equação inversa de crescimento de Von Bertalanffy, modificado por D’Incao e Fonseca, 1999: $T_{m\acute{a}x} = (0 - 1/(1/K) \ln (1 - LCt/L_\infty))$, onde $T_{m\acute{a}x}$ = longevidade.

O tamanho médio de primeira maturação gonadal (L_{50}) foi determinado por meio da identificação dos estágios gonadais dos indivíduos em ambos os sexos. Sendo assim, uma curva logística demonstrou o tamanho em que 50 % da população estavam em reprodução. Esta curva foi ajustada de acordo com a metodologia de Santos (1978).

RESULTADOS

Variáveis Ambientais:

Em geral, os menores valores médios de temperaturas do ar e água foram registrados durante o inverno e os maiores no verão, enquanto que os maiores valores médios de salinidade ocorreram durante o inverno (Barra Velha) e primavera (Itajaí) (Tabela 1). A PERMANOVA não indicou diferenças significativas ($F=0,26$; $p=0,87$) entre os valores médios das temperaturas do ar e água, bem como na análise de variância para salinidade entre os ambientes (F_{2-69} : 0,2582; $p=0,77$).

Tabela 1. Valores médios e desvio padrão das variáveis ambientais registradas em Barra Velha, Navegantes e Itajaí no período de março de 2017 a fevereiro de 2018

Estação	Local	Ar (°C)	Água (°C)	Salinidade (%)
Primavera	Barra Velha	23,0±2,45	22,5±0,84	34,3±1,15
	Navegantes	22,9±1,28	23,2±0,41	33,3±1,15
	Itajaí	21,0±1,82	22,5±0,45	34,7±0,58
Verão	Barra Velha	28,8±1,17	26,2±0,75	32,3±0,58
	Navegantes	25,2±0,75	25,7±0,52	27,0±5,29
	Itajaí	24,2 ±2,48	24,7±0,52	31,7±1,53
Outono	Barra Velha	19,7±3,19	21,4±2,06	30,3±2,08
	Navegantes	21,3±1,21	21,8±2,19	28,5±5,89
	Itajaí	21,9 ±2,54	21,8±2,32	33,0±2,65
Inverno	Barra Velha	18,6±3,47	19,8±0,88	35,0±0
	Navegantes	18,1±2,01	20,0±0,55	32,0±5,29
	Itajaí	19,8±2,25	20,2±0,41	34,0±1,73

Transectos:

A extensão dos 36 transectos em cada ambiente, variou entre 8 a 36 metros (16,66 m ± 7,56) em Barra Velha, de 12 a 50 m (23,33 m ± 10,87) em Navegantes e de 6 a 36m (19,16 m ± 8,38) em Itajaí. Diferenças significativas foram registradas somente entre Barra Velha e Navegantes ($F_{2-105} = 4,98$, $p = 0,008$).

Considerando somente a área dos transectos, anualmente, foram registradas 300 tocas em Barra Velha, 390 tocas em Navegantes e 286 tocas em Itajaí. A distribuição dessas entre as parcelas do transecto foi caracterizada pelo padrão agrupado para Barra Velha ($1,34 \pm 1,82$ e $S^2 = 3,33$), Navegantes ($0,84 \pm 1,12$ e $S^2 = 1,25$) e Itajaí ($0,78 \pm 1,16$ e $S^2 = 1,35$).

Densidade (tocas):

Os valores médios de densidade de tocas por m^2 foram semelhantes entre as praias ($F_{2,33} = 3,156$; $p = 0,06$), oscilando entre $0,21 \pm 0,09$ em Navegantes, $0,23 \pm 0,10$ em Itajaí e $0,32 \pm 0,12$ em Barra Velha (Figura 1).

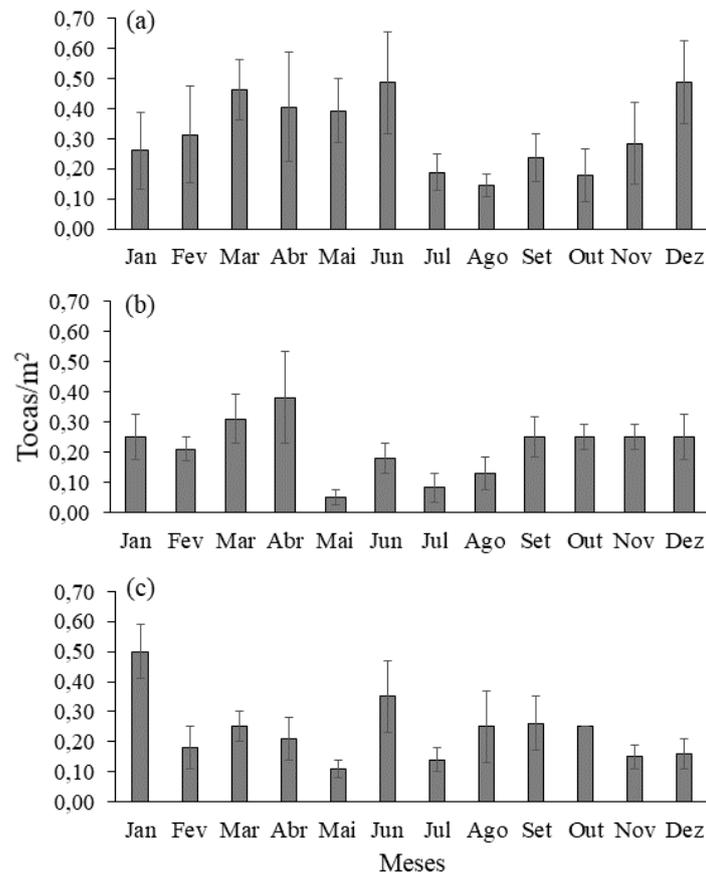


Figura 1. Densidade média e erro padrão mensal de tocas nas praias de Barra Velha (a), Navegantes (b) e Itajaí (c).

Considerando a densidade média de tocas por m^2 por estações, também não foram detectado diferenças significativas para as praias de Barra Velha ($F = 1,49$; $p > 0,05$), Navegantes ($F = 1,67$; $p > 0,05$) e Itajaí ($F = 0,92$; $p > 0,05$).

Indivíduos capturados:

Um total de 698 indivíduos de *Ocypode quadrata* foram capturados nas três praias. Não foram encontradas diferenças significativas quanto à abundância destes caranguejos nas três praias ($F= 1,44$; $p > 0,05$).

A porcentagem dos exemplares foi representada em: juvenis (10,90%), machos (55,58%) e fêmeas (33,52%), fêmeas ovígeras (1,86%) (Figura 2).

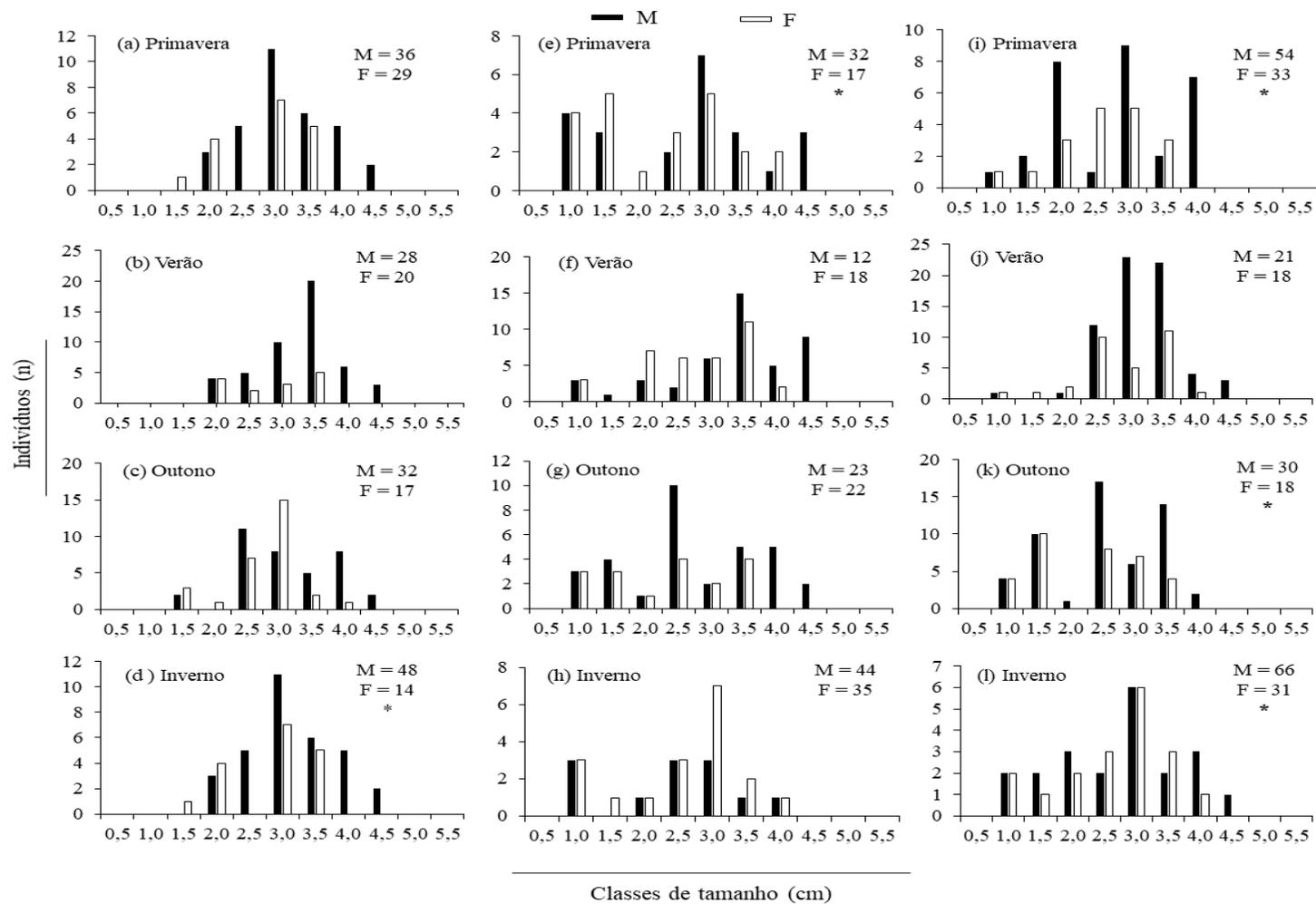


Figura 2. Classes de tamanhos de machos (M) e fêmeas (F) nas amostras sazonais de Barra Velha (a-d), Navegantes (e-h) e Itajaí (i – l). * significativo para o teste do X^2 ($p < 0,05$), proporção 1:1.

Em Barra Velha foram amostrados 224 indivíduos, sendo 64,28 % machos e 33,72 % por fêmeas. A amplitude de largura da carapaça nos machos variou entre 1,69 a 4,28 cm ($3,09 \pm 0,61$) e nas fêmeas de 1,23 a 4,09 cm ($2,59 \pm 0,59$) (Figura 2 a-d). A proporção sexual foi significativa no verão ($\chi^2 = 18,64$; $p < 0,05$), em que os machos contribuíram com 78,68% do total coletado na estação. Os machos dominaram nas classes de largura de 3,0 cm (primavera - inverno), 3,5 (verão) e 2,5 cm (outono); e as fêmeas nas de 3,0 cm (primavera, outono, inverno) e 3,5 cm (verão) (Figura 2 a-d).

Em Navegantes, 203 caranguejos foram coletados, dos quais 54,68% eram machos e 45,32% fêmeas. A amplitude de largura nos machos foi de 1,31 a 4,50 cm ($3,02 \pm 0,77$) e as fêmeas de 1,76 a 3,96 cm ($2,76 \pm 0,52$) (Figura 2 e-h). A proporção sexual foi significativa ($\chi^2 = 4,52$; $p < 0,03$) somente na primavera com os machos representando 65,30% dos caranguejos capturados na estação. As classes de largura mais representativas para machos de 3,0 cm (primavera), 3,5 (verão), 2,5 (outono), 1,0, 2,5 e 3,0 (inverno); nas fêmeas de 1,5 e 3,0 cm (inverno), 3,5 (verão), 2,5 e 3,5 (outono), e 3,0 cm (inverno) (Figura 2 e-h).

Em Itajaí foram coletados 271 indivíduos. Os machos contribuíram com 63,10% e as fêmeas com 36,90%. A amplitude de largura nos machos esteve entre 1,26 a 4,32 cm ($2,80 \pm 0,64$) e as fêmeas 1,18 a 3,76 cm ($2,61 \pm 0,57$) (Figura 2 i-l). A proporção sexual foi significativa nas amostras de primavera ($\chi^2 = 19,81$; $p < 0,05$), verão ($\chi^2 = 11,79$; $p = 0,01$) e outono ($\chi^2 = 5,02$; $p = 0,02$). Os machos dominaram nas classes de 3,0 cm (primavera, verão, inverno), e 2,5 cm (outono), as fêmeas nas de 2,5 e 3,0 cm (primavera), 3,5 (verão), 1,5 (outono) e 3,0 (inverno) (Figura 2 i-l).

Relação peso/largura da carapaça:

A relação peso-largura resultou em um crescimento do tipo alométrico positivo ($b > 3$) para ambos os sexos e ambientes amostrados (Figura 3).

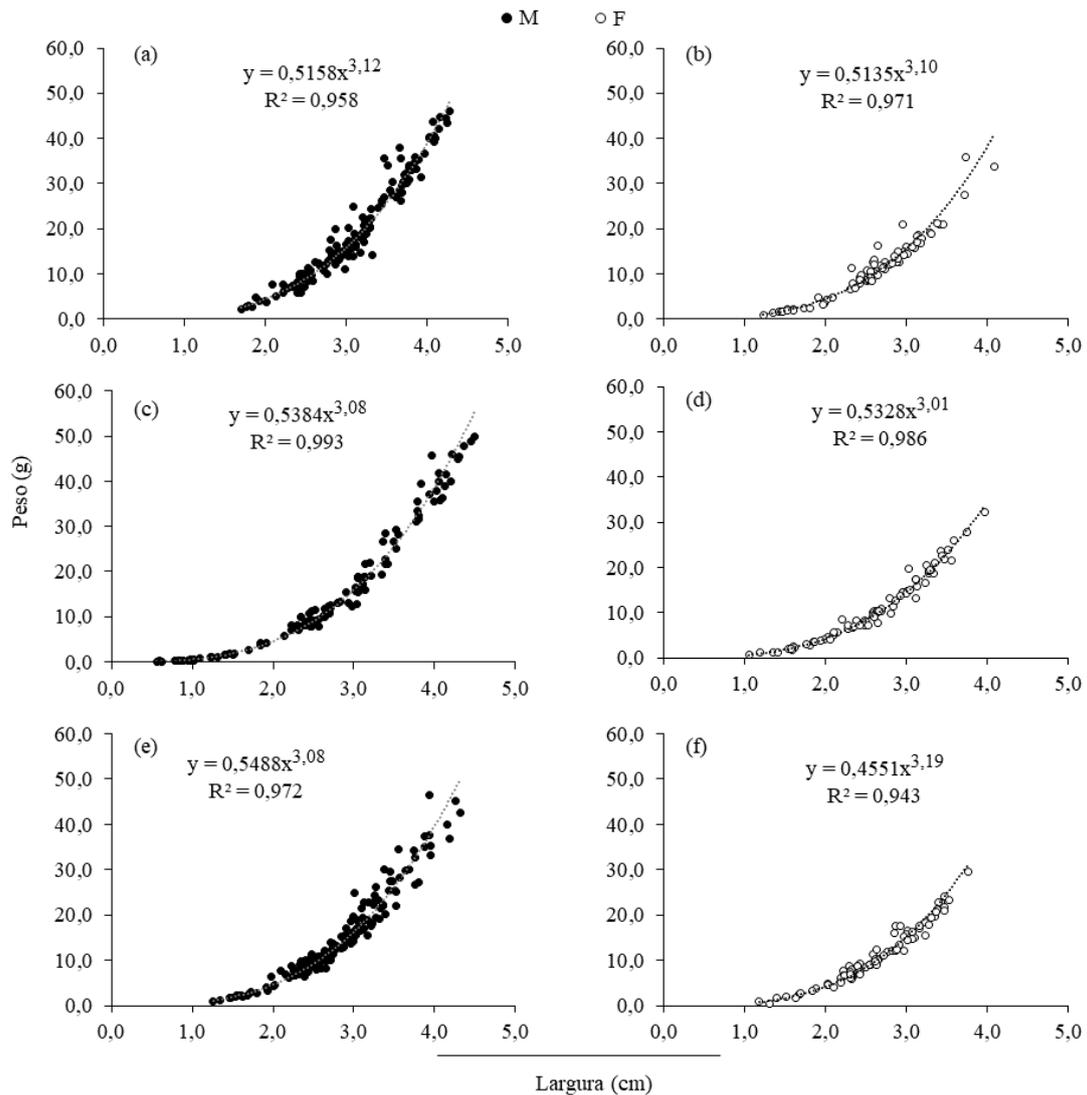


Figura 3. Relação peso – largura de machos (M) e fêmeas (F) de *Ocypode quadrata* coletados em Barra Velha (a-b), Navegantes (c-d) e Itajaí (e-f), SC no período de março de 2017 a fevereiro de 2018.

A análise de co-variância indicou (ANCOVA) diferenças significativas nos slopes da relação peso-largura, exibindo maior crescimento alométrico dos machos em comparação as fêmeas (Tabela 2). Do mesmo modo, diferenças foram identificadas quanto ao crescimento do *O. quadrata* em relação aos ambientes, porém, não houve diferenças significativas dos slopes para os caranguejos de Barra Velha quando comparados aos de Navegantes e Itajaí.

Tabela 2. Análise de covariância entre a relação peso-comprimento de machos (M), fêmeas (F), e das populações de *Ocypode quadrata* de Barra Velha (B), Navegantes (N) e Itajaí (I). * estatisticamente significativo ($p < 0.05$)

M vs. F	Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	F	P	Média	Média ajustada	Inclinação
Média ajust:	830,698	1	830,698	57,29	<0.001*			
Erro ajust:	9192,98	634	14,5					
Total ajust:	10023,7	635						
Machos						17,388	16,046	13,979
Fêmeas						11,327	13,638	10,772
B vs. N	Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	F	P	Média	Média ajustada	Inclinação
Média ajust:	85,762	1	85,762	0,4837	0,4871			
Erro ajust:	8404,88	474	177,318					
Total ajust:	8413,45	475						
Barra Velha						16,993	14,953	15,457
Navegantes						13,51	15,227	12,033
B vs. I	Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	F	P	Média	Média ajusta	Inclinação
Média ajust:	134,641	1	134,641	1,186	0,2768			
Erro ajust:	5110,43	450	113,565					
Total ajust:	5123,89	451						
Barra Velha						16,993	15,634	15,457
Itajaí						14,025	15,285	13,495
N vs. I	Soma dos quadrados	gl	Quadrado médio	F	P	Média	Média ajustada	Inclinação
Média ajust:	760,898	1	760,898	5,038	0,02*			
Erro ajust:	7416,12	491	151,041					
Total ajust:	7492,21	492						
Navegantes						14,025	13,342	13,495
Itajaí						13,51	14,129	12,033

Crescimento pelo modelo de Von Bertalanffy:

Os gráficos de crescimento de Von Bertalanffy gerado pelo Software FISAT II são apresentados na Figura 4. Em Barra Velha, as coortes iniciais ocorreram entre julho-agosto para machos e maio-junho para fêmeas. Em Navegantes, as coortes iniciais ocorreram durante os meses de março – abril, para machos, e fevereiro – março, para fêmeas. Já para Itajaí o recrutamento foi durante os meses de maio-junho e abril-maio para machos e fêmeas, respectivamente.

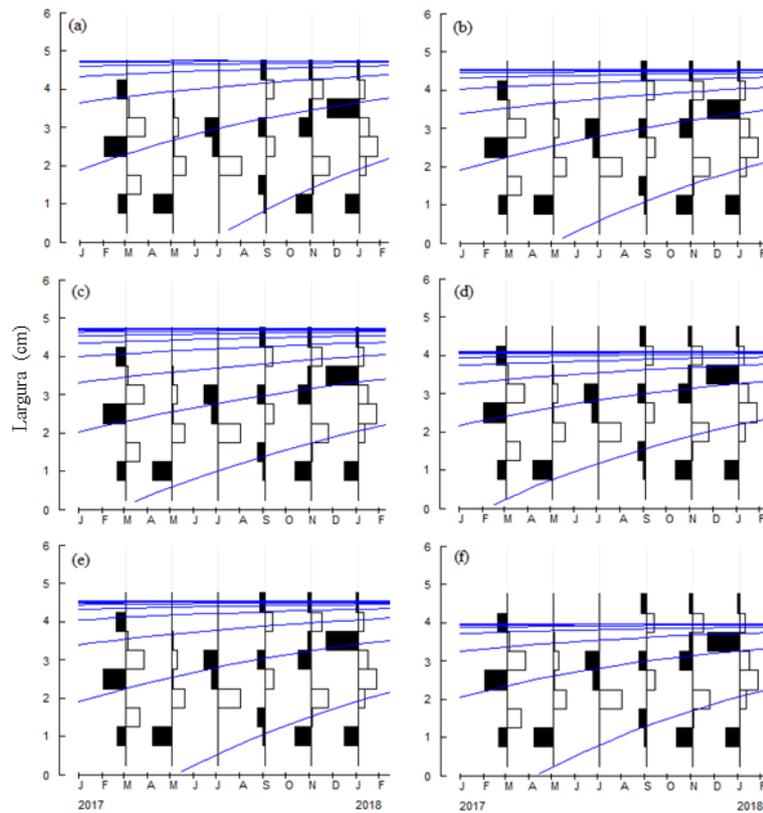


Figura 4. Curvas de crescimento de *Ocypode quadrata* obtidas pelo método ELEFAN I (software FISAT II) em Barra Velha (a- macho; b- fêmea), Navegantes (c- macho; d- fêmea) e Itajaí (e- macho; f- fêmea).

Os parâmetros de crescimento estimados demonstraram uma variação da largura máxima assintótico (L_{∞}) de 4,53 a 4,76 cm para machos e 3,97 a 4,54 cm para fêmeas (Tabela 3). Sendo que os maiores valores de L_{∞} em ambos os sexos foi em Barra Velha e menor em Itajaí. Quanto ao tamanho máximo ($L_{m\acute{a}x}$) os valores variaram de 4,30 a 4,50 cm em machos e 3,80 a 4,10 cm em fêmeas. O maior $L_{m\acute{a}x}$ de machos foi em Navegantes e menor em Barra Velha e Itajaí. Para as fêmeas, $L_{m\acute{a}x}$ maior e menor foram em Barra Velha e Itajaí, respectivamente.

Tabela 3. Parâmetros de crescimento de machos (M) e fêmeas (F) *Ocypode quadrata* nas praias de Barra Velha, Navegantes e Itajaí. Legenda: L_{∞} - Largura máxima assintótico; L_{max} – Largura máxima, L_{min} – Largura mínima, K – coeficiente de taxa de crescimento e t_0 – idade teórica na largura zero, L_{50} – Tamanho de primeira maturação gonadal.

Parâmetros	Barra Velha		Navegantes		Itajaí	
	M	F	M	F	M	F
L_{∞} (cm)	4,76	4,54	4,74	4,21	4,53	3,97
L_{max} (cm)	4,30	4,10	4,50	4,00	4,30	3,80
L_{min} (cm)	1,70	1,20	0,60	1,10	1,30	1,20
K (Ano ⁻¹)	0,94	0,82	0,65	0,83	0,84	1,00
t_0	-0,55	-0,48	-0,38	-0,48	-0,49	-0,56
$T_{máx}$ (anos)	2,48	2,84	4,86	3,61	3,54	3,15
L_{50} (cm)	2,40	2,84	2,72	3,01	2,83	2,86

O tamanho mínimo (L_{min}) foi de 0,60 a 1,7 cm em machos e 1,10 a 1,20 cm em fêmeas. O maior L_{min} para machos foi em Barra Velha e menor em Navegantes. Já para as fêmeas, o maior L_{min} foi em Barra Velha e Itajaí e o menor em Navegantes.

Em relação ao coeficiente (K), os valores foram entre 0,65 a 0,94 cm para machos e 0,82 a 1,00 cm para fêmeas. O maior e menor valor de K para os machos foi em Navegantes e Barra Velha, respectivamente. Para as fêmeas, o maior K foi em Itajaí e menor em Barra Velha.

A longevidade ($T_{máx}$) foi estimada entre 2,48 a 4,86 anos para machos e 2,84 a 3,61 anos para fêmeas. O maior $T_{máx}$ para ambos os sexos foi em Barra Velha e o menor valor foi em Navegantes.

O tamanho de primeira maturação gonadal compreendeu entre 2,40 a 2,83 cm em machos. Nas fêmeas, variou entre 2,84 a 3,01 cm (Figura 5). Os menores valores de L_{50} em ambos os sexos foi em Barra Velha. Por outro lado, os maiores valores para machos e fêmeas foi verificado em Itajaí e Navegantes, respectivamente.

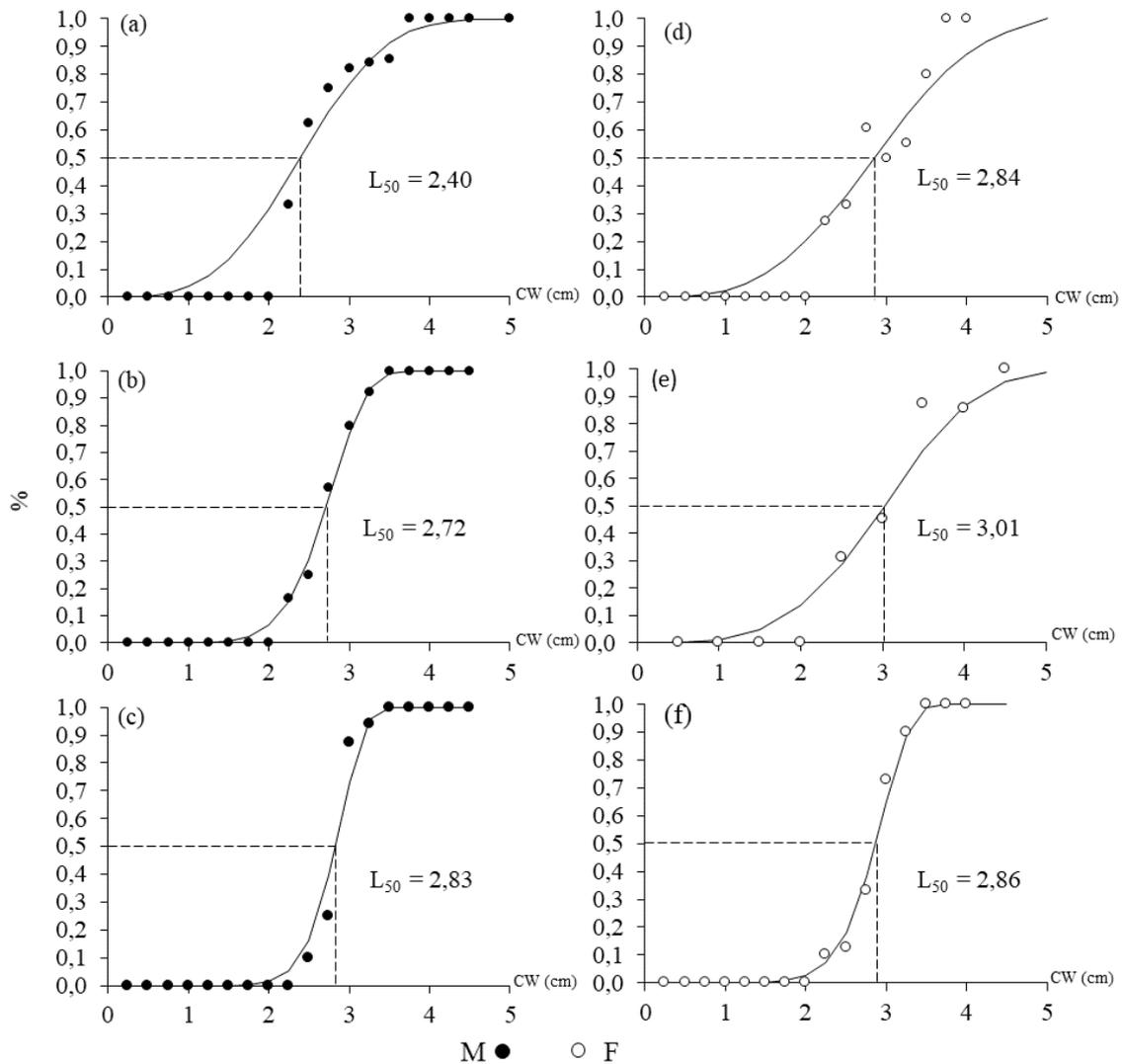


Figura 5. Curvas de primeira maturação de machos (M) e fêmeas (F) de *Ocypode quadrata* coletados nos municípios de Barra Velha (a-d), Navegantes (b-e) e Itajaí (c-f).

DISCUSSÃO

Os valores registrados para a temperatura do ar, água e a salinidade da água para as três praias, permaneceram dentro dos limites de tolerância para a sobrevivência de *O. quadrata* (Branco *et al.*, 2010; Lucrezi *et al.*, 2014) e seguiram os padrões sazonais da região, com maiores valores durante a primavera e verão e menores valores no outono e inverno (Pereira *et al.*, 2009; Bernardes-Junior *et al.*, 2011).

As diferenças encontradas nos comprimentos dos transectos entre Barra Velha e Navegantes é um reflexo da característica morfológica das praias, onde as de natureza dissipativas tendem à apresentarem maior faixa de areia do que em praias refletivas. Contudo, a distribuição espacial das tocas ao longo do ano e entre os ambientes não

exibiram diferenças significativas. A distribuição foi agregada e, embora os caranguejos ocypodes exibam comportamentos territorialistas, este tipo de distribuição é frequente em organismos intermareais (Veloso *et al.*, 1997; Vanini *et al.*, 1980).

No que diz respeito às densidades médias de tocas por m², não verificamos diferenças significativas entre as estações do ano, ao contrário do que foi registrado por Rosa e Borzone (2008) no sul do Brasil, onde o maior e menor valor de densidade foi durante o verão e inverno de 2005, respectivamente. Outro estudo também verificou estas diferenças, onde o número de tocas por m² foi maior em julho de 2011 e menor em junho de 2012 no sudeste do Brasil (Oliveira *et al.*, 2016). Em relação às densidades de tocas nas distintas praias, não ocorreram diferenças significativas, diferentemente dos resultados encontrados por Turra *et al.* (2005), que notaram uma redução de densidade em praias com grãos mais finos (dissipativa).

O desvio da razão sexual a favor dos machos é comum entre crustáceos (Werner, 1972). Para *O. quadrata* a proporção deste sexo foi significativamente maior em alguns períodos no ano para as três praias, corroborando aos dados de Corra *et al.* (2014). Todavia, há relato de maiores proporções de fêmeas em alguns períodos do ano, sendo em maio e agosto (Branco *et al.*, 2010). No presente estudo a captura dos machos fora da toca foi mais frequente, o que sugere a maior permanência das fêmeas dentro da toca. Esse resultado, provavelmente, relaciona-se com questões comportamentais reprodutivas como, por exemplo, incubação dos ovos (Trott, 1988; Johnson 2003). Por outro lado, o tipo de metodologia e fatores ambientais também podem influenciar para diferenças nas proporções sexuais (Fachín-Terán e Vogt, 2004).

A relação peso e largura apresentou uma alometria positiva para a espécie *O. quadrata*, resultado semelhante ao registrado no Rio de Janeiro por Oliveira *et al.* (2016). Quantos aos valores da constante de alometria (b), os machos apresentaram maiores valores do que fêmeas, resultando em um dimorfismo sexual, o qual é comum para espécies de caranguejos (Branco e Lunardon-Branco, 1993; Fracasso e Branco, 2005). Geralmente o padrão de crescimento entre os sexos são iguais até atingirem a maturidade, mas diferem na fase adulta (Windsland *et al.*, 2013), o que pode estar relacionado com diferentes estratégias de alocação de energia (crescimento ou reprodução). Além disto, as relações alométricas exibiram diferenças entre os indivíduos de Itajaí e Navegantes,

provavelmente pelas características intrínsecas da espécie e as condições ambientais (Bolognini *et al.*, 2013).

De acordo com o modelo de crescimento de Von Bertalanffy aplicado para *O. quadrata*, os valores exibiram variações quanto ao sexo e as praias. O maior L_{∞} estimado para ambos os sexos foi em Barra Velha, o que corroborou aos dados de Pombo e Turra (2017), com maior valor de L_{∞} em praia refletiva. Os parâmetros relacionados ao crescimento indicam que *O. quadrata* é uma espécie de rápido desenvolvimento, atingindo a maturidade antes do primeiro ano de vida e com longevidade de 2,48 a 4,86 anos para machos; e 2,86 a 3,61 anos para fêmeas. Estudos estimaram a longevidade para a espécie entre 3 anos (Haley, 1972; Alberto e Fontoura, 1999) a 4 anos (Oliveira *et al.*, 2016).

O tamanho de primeira maturação gonadal exibiu variações quanto ao sexo. Nossos resultados, exibiram valores relativamente superiores ao documentado por Negreiros-Fransozo *et al.* (2002) na região sudeste do Brasil, 2,0 cm (machos) e 2,3 cm (fêmeas); e valores próximos aos registrados por Haley (1969, 1972) no Texas, E.U.A, de 2,4 cm em machos e 2,6 cm em fêmeas. A diferença latitudinal dos locais de estudo pode ter sido a causa destas diferenças no L_{50} para essa espécie (Moura e Coelho, 2004). A respeito do valor diferente de L_{50} para os sexos, pode ser atribuída ao custo energético reprodutivo em fêmeas ser superior aos machos, conseqüentemente a maturação em fêmeas acontece mais tardiamente (Hartnoll, 2006).

De modo geral, o recrutamento de *O. quadrata* em Navegantes foi semelhante ao da praia do Pinhal, região sul do Brasil (Alberto e Fontoura, 1999), no final do verão. Já em Barra Velha e Itajaí ocorreu em períodos mais frios, como observado nas praias sudeste brasileiro (Oliveira *et al.*, 2016; Pombo e Turra, 2017). Também, devem ser considerados dois outros fatores importantes para explicar os períodos de recrutamento em estudo: a captura de fêmeas ovígeras durante janeiro a maio, sendo que o tempo de eclosão dos ovos é de aproximadamente 40 dias (Haley, 1972), e o pico reprodutivo ocorrendo nos períodos de primavera-verão, sugerindo que as coortes mais novas apareçam nos períodos frios (Antunes *et al.*, 2010; Branco *et al.*, 2010).

Os parâmetros populacionais avaliados em *O. quadrata* demonstraram que a densidade e tipo de distribuição não resultaram em diferenças significativas entre os períodos amostrados e as praias morfologicamente distintas. Sugerimos que este resultado

pode estar relacionado a área da praia que este caranguejo habita, o supra litoral. Espécies que residem nesta faixa, estão menos expostas às condições marinhas que as espécies intertidais (Defeo e Gomez, 2005; Defeo e McLachlan, 2011), portanto a influência destes fatores pode afetar menos os organismos do supra litoral.

CONCLUSÃO

Os resultados da dinâmica populacional do caranguejo *O. quadrata* nas praias da Lagoa de Barra Velha, Navegantes e Praia Brava, litoral sul do Brasil, demonstraram que praias de morfologias distintas podem ser os fatores que alteram alguns parâmetros populacionais, como o padrão de crescimento corpóreo (maior tamanho em praia refletiva) e longevidade (em praia dissipativa). Porém não foram encontradas diferenças entre as praias, quanto à abundância populacional por meio do censo direto (captura de espécimes) e censo indireto (densidade de tocas por m²). Sugerimos que as condições marinhas talvez não influenciem neste parâmetro, porém outros trabalhos serão necessários para maior compreensão.

Diferenças no crescimento somático resultaram em machos maiores e mais robustos do que as fêmeas. Além disto, os machos atingem o tamanho de primeira maturação gonadal em tamanhos inferiores às fêmeas, devido ao seu menor custo energético para reprodução. Diante destes resultados, o estudo contribuiu para maior aprofundamento da biologia populacional da espécie *O. quadrata* no litoral catarinense.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao programa de pós-graduação em Ecologia e Recursos Naturais – UFSCar, a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) pelo suporte financeiro e ao Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade pela autorização, sob a licença (SISBIO, nº 57786).

REFERÊNCIAS

- Alberto R.M.F, Fontoura N.F. (1999). Distribuição e Estrutura Etária de *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Decapoda, Ocypodidae) em Praia Arenosa do Litoral Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Biologia* **59**, 95–108.
- Antunes F, do Amaral A.P., Ribarcki F.P., Wiilland E. F., Zancan D.M., Vinagre A.S. (2010). Seasonal variations in the biochemical composition and reproductive cycle of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) in Southern Brazil. *Journal of Experimental Zoology Part A: Ecological genetics and physiology*.
- Araujo, C.C.V., Rosa, D.M., Fernandes, J.M. (2008). Densidade e distribuição espacial do caranguejo *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea, Ocypodidae) em três praias arenosas do Espírito Santo, Brasil. *Biotemas* **41**, 52-72
- Bernardes Júnior, J. J.; Rodrigues Filho, J. L.; Branco, J. O. e Verani, J.R. (2011). Spatiotemporal variations of the ichthyofauna structure accompanying the seabob shrimp *Xiphopenaeus kroyeri* (Crustacea: Penaeidae) fishery, in important fisheries areas of the Santa Catarina shore. *Brazil. Zoologia* **28** (2), 151-164.
- Blankensteyn, A. (2006). O uso do caranguejo maria-farinha *Ocypode quadrata* (Fabricius) (Crustacea, Ocypodidae) como indicador de impactos antropogênicos em praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, Santa Catarina, Brasil – *Revista Brasileira de Zoologia* **23** (3), 870-876.
- Branco, J. O. e Lunardon-Branco, M. J..1993. Crescimento e tamanho de primeira maturação em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. *Arq. Biol. Tecnol.* **36** (3), 497-503.
- Branco J. O., Hillesheim J. C., Fracasso H. A. A.; Christoffersen M. L. (2010). Bioecology of the ghost crab *Ocypode quadrata* (Fabricius, 1787) (Crustacea: Brachyura) compared with other intertidal crabs in the southwestern Atlantic. *Journal of Shellfish Research* **29** (2), 503-512.
- Brown, A. C., Mclachlan, A. (1990). Ecology of sandy beaches. (Elsevier Science Publishers: Amsterdam) pp .328
- Bolognini, L., Domenichetti, F., Grati, F., Polidori, P., Scarcella, G., & Fabi, G. (2013). Weight-length relationships for 20 fish species in the Adriatic Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences* **13** (3).

- Cardoso, R., Veloso, V. G.; Caetano, C. H. (2003). Life history of *Emerita brasiliensis* (Decapoda: Hippidae) on two beaches with different morphodynamic characteristics. *Journal of Coastal Research*. **35**, 392-401.
- Corrêa, M. O. D. A., Andrade, L. S., Costa, R. C., Castilho, A. L., Bertini, G., & Fransozo, A. (2014). Vertical distribution by demographic groups of ghost crab *Ocypode quadrata* (Crustacea: Brachyura). *Biologia Section Zoology* **69**, 905-915.
- Defeo, O. e McLachlan, A. (2011). Coupling between macrofauna community structure and beach type: a deconstructive meta-analysis. *Marine Ecology Progress Series* **433**, 29-41.
- Diaz, H. e Conde E.J. (1989). Population Dynamics and Life History of the Mangrove Crab *Aratus Pisonii* (Brachyura, Grapsidae). *Marine Environment. Bulletin of Marine Science*. **45**, 148-163.
- D'Incao, F. e Fonseca, D. B. (1999). Performance of the von Bertalanffy growth curve in penaeid shrimps: A critical approach. In: KLEIN, J. C. VON & SCHRAM, F. R. eds. The biodiversity crisis and Crustacea: proceedings of the Fourth International Crustacean Congress. Rotterdam, A. A. Balkema. p.733-737.
- Fachín-Terán, A. e Vogt, R.C. (2004). Estrutura populacional, tamanho e razão sexual de *Podocnemis unifilis* (Testudines, Podocnemididae) no rio Guaporé (RO), norte do Brasil. *Phyllomedusa* **3**, 29-42
- Fracasso, H.A.A. e Branco, J.O. (2005). Estrutura populacional de *Hepatus pudibundus* (Herbst) (Crustacea, Decapoda) na Armação do Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Zoologia* **22** (2), 342-348.
- Gayanilo, F. C., Sparre, P., e Pauly, D. (2005). *FAOICLARM Stock Assessment Tools II (FiSAT II). User's guide*. Rome, Italy: FAO Computational Information Series for Fisheries.
- Haley, S. R. (1969). Relative growth and sexual maturity of the Texas ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana* **17**, 285–297.
- Haley S.R (1972). Reproductive cycling in the ghost crab, *Ocypode quadrata* (Fabr.) (Brachyura, Ocypodidae). *Crustaceana* **23** (1), 1–11.
- Hartnoll, R. G., (2006). Reproductive investment in Brachyura. *Hydrobiologia*, **184**, 31-40.
- Johnson, P.T.J. (2003). 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* **76**, 559-580.

- Lucrezi, S. e Schlacher, T., (2014). The ecology of ghost crabs - a review. *Oceanography and Marine Biology* **52**, 201–256.
- Melo G.A.S. (1999). Infraordem Brachyura (Siris e caranguejos: espécies marinhas e de água doce). In: Buckup L, Bond-Buckup G, editors. Os Crustáceos do Rio Grande do Sul. (Editora da Universidade UFRGS: Porto Alegre) pp. 415–485.
- McLachlan A. (1990). Dissipative beaches and macrofauna communities on exposed intertidal sands. *J Coast Res* 657–71.
- McLachlan A., Woodridge T., Dye A.H. (1981). The ecology of sandy beaches in southern Africa. *S Afr J Zool* **16**, 219–231.
- McLachlan A., Jaramillo E., Donn T.E, Wessels F. (1993) Sand beach macrofauna communities: a geographical comparison. *J Coast Res* **15**, 27–38.
- McLachlan A. e Brown A.C. (2006). The ecology of sandy shores. Elsevier, Burlington, MA
- Mota-Alves, M. I. (1975). Sobre a produção do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus), em mangues do estado do Ceará (Brasil). *Arquivos de Ciências do Mar*, 15: 84-91
- Negreiros-Fransozo, M. L., Fransozo, A., & Bertini, G. (2002). Reproductive cycle and recruitment period of *Ocypode quadrata* (Decapoda, Ocypodidae) at a sandy beach in southeastern Brazil. *Journal of Crustacean Biology*, **22**, 157-161.
- Odum, E. e Barrett, G. W. (2011). Fundamentos de Ecologia. São Paulo: Cengage Learning, 612p.
- Oliveira, C.A.G.; Souza, G.N.; Soares-Gomes, A. (2016). Measuring burrows as a feasible non-destructive method for studying the population dynamics of ghost crabs. *Mar. Biodivers.*, p. 1-9
- Pauly, D. e David, N. 1981 ELEFAN I, a BASIC program for the objective extraction of growth parameters from length-frequency data. *Meeresforschung*, **28** (4), 205-211
- Pereira, M., Schettini, C.A.F. e Omachi, C.Y. (2009). Caracterização de feições oceanográficas na plataforma de Santa Catarina através de imagens orbitais. *Revista Brasileira de Geofísica* **27** (1), 81-93
- Pielou, E. C. (1969). An Introduction to Mathematical Ecology. Wiley-Interscience, 279p.
- Pombo, M. e Turra, A. (2017). Variation in the body growth parameters of the ghost crab *Ocypode quadrata* from morphodynamically distinct sandy beaches. *Brazilian Journal of Oceanography*, **65** (4), 656-665

- Rabinovich, J.E. (1980). Introducción a la ecología de poblaciones animales. México, Continental, 313p
- Rosa, L. C., & Borzone, C. A. (2008). Spatial distribution of *Ocypode quadrata* (Crustacea: Ocypodidae) along estuarine environments in the Paranaguá Bay Complex, Southern Brazil. *Revista Brasileira de Zoologia* **25**, 383-388
- Schettini, C. A. F. e Carvalho, J. L. B. (1998). Hidrodinâmica e distribuição de sedimentos em suspensão dos estuários dos rios Itapocu, Tijucas e Camboriú. *Notas Técnicas da FACIMAR*, **2**, 141-153.
- Schettini, C.A.F.; Carvalho, J.L. e Truccolo, E. (1999). Aspectos hidrodinâmicos da enseada da Armação de Itapocoroy, SC. *Notas Técnicas FACIMAR* (3), 99-109.
- Short A. (1996). The role of wave height, period, slope, tide range and embaymentisation in beach classifications: a review. *Revista Chilena de História Natural* **69**, 589–604.
- Trott T.J. 1998. On the sex ratio of the painted ghost crab *Ocypode gaudichaudii* Milne Edwards and Lucas, 1843 (Brachiura, Ocypodidae). *Crustaceana* **71** (1), 46–56.
- Turra A., Gonçalves M.A.O. & Denadai M.R. 2005. Spatial distribution of the ghost crab *Ocypode quadrata* in low-energy tide-dominated sandy beaches. *J. Nat. Hist.* **39** (23), 2163–2177.
- Vannini, M. (1980). Notes on the behaviour of *Ocypode ryderi* Kingsley (crustacea, brachyura). *Marine and Freshwater Behaviour and Physiology* **7**, 171–183.
- Vazzoler A.E.A.M. (1996). Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática. Maringá, PR: EDUEM.
- Valero-Pacheco, E., Álvarez, F., Abarca-Arenas, L. G., & Escobar, M. (2007). Population density and activity pattern of the ghost crab, *Ocypode quadrata*, in Veracruz, Mexico. *Crustaceana*, **80**, 313-325.
- Veloso, V. G., Cardoso, R. S., Fonseca, D. B. (1997). Adaptações e biologia da macrofauna de praias arenosas expostas com ênfase nas espécies da região entre-marés do litoral fluminense. *Oecologia brasiliensis* **3**, 121-133.
- Von Bertalanffy, L. (1938). A quantitative theory of organic growth. *Hum. Biol.* **10**, 181-213.
- Wenner, A.M. (1972). Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. *American Naturalist* **106**, 321-350.
- Windsland, K., Hvingel, C., Nilssen, E. M., e Sundet, J. H. (2013). Evaluation of von Bertalanffy growth curves for the introduced red king crab (*Paralithodes camtschaticus*) in Norwegian waters. *Fisheries Research*, **145**, 15–21

- Wolcott, T. G. (1978). Ecological role of ghost crabs, *Ocypode quadrata* (Fabricius) on an ocean beach: scavengers or predators? *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* **31**, 67-82.
- Wright, L.D. e Short, A.D. (1984). Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. *Marine Geology* **56**, 93–118.
- Zar, J. H. (2010). *Biostatistical Analysis*. (Prentice-Hall: New Jersey) pp.944.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A presente dissertação elucidou aspectos da ecologia trófica e populacional do caranguejo *Ocypode quadrata* no litoral centro-norte catarinense, SC. Dentre os resultados obtidos pode-se concluir que:

- Essa espécie de caranguejo pode ser considerada um predador oportunista, com hábito alimentar carnívoro e tendência a insetivoria em praias morfodinâmicas no litoral sul, Santa Catarina.
- A dieta do *O. quadrata* não difere em relação à ontogenia, sexo e praias com morfologia distintas. A única diferença é quanto à sazonalidade, provavelmente pela disponibilidade de presas que oscila conforme o ano.
- A densidade das tocas permaneceu igual durante o ano e entre os ambientes, e a distribuição de tocas é agregada.
- O crescimento corpóreo varia em relação ao sexo e aos ambientes. Machos crescem mais e apresentam maior incremento de massa corpórea. O tamanho máximo de crescimento se dá na praia refletiva da Lagoa de Barra Velha. A respeito da longevidade, é maior na praia dissipativa, em Navegantes e menor na praia refletiva.
- O tamanho de primeira maturação gonadal varia conforme o sexo, machos atingem em menor classe de tamanho, o que é esperado, pois as fêmeas exibem maior custo energético, o que pode influenciar no tempo da maturação.

APÊNDICES

APÊNDICE A

CAMPO: FOTOS DOS LOCAIS DE COLETA E ILUSTRAÇÃO DO TRANSECTO (Fonte: Fotografias da autora)

1. Praia Lagoa de Barra Velha – Barra Velha



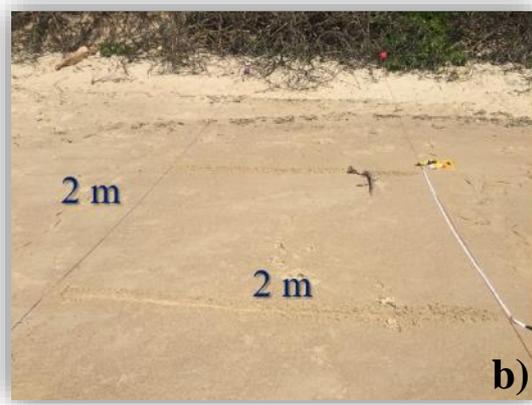
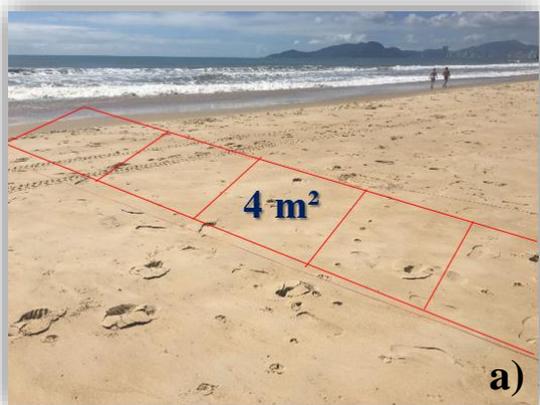
2. Praia de Navegantes – Navegantes



3. Praia Brava – Itajaí



4. Transecto (a) e Parcela (b)



APÊNDICE B

FOTOS EM CAMPO E EM LABORATÓRIO DOS EXEMPLARES DE *OCYPODE QUADRATA* (Fonte: Fotografias da autora)

1. Juvenil (a), adulto (b), adulto com item alimentar (c)



2. Exemplares de *Ocypode quadrata*: Fêmea (esquerda) e macho (direita)



3. Avaliação do estágio gonadal de *Ocypode quadrata* macroscopicamente



E: Estômago **Hep:** Hepatopâncreas **Ov:** Ovário **Te:** Testículo **Vd:** Vaso deferente

4. Fêmeas ovíferas



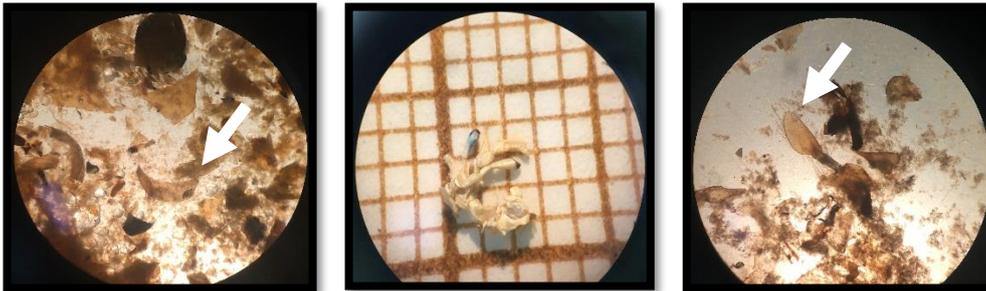
APÊNDICE C

IMAGEM DOS ITENS REGISTRADOS NOS ESTÔMAGOS DE *OCYPODE QUADRATA* (Fonte: Fotografias da autora)

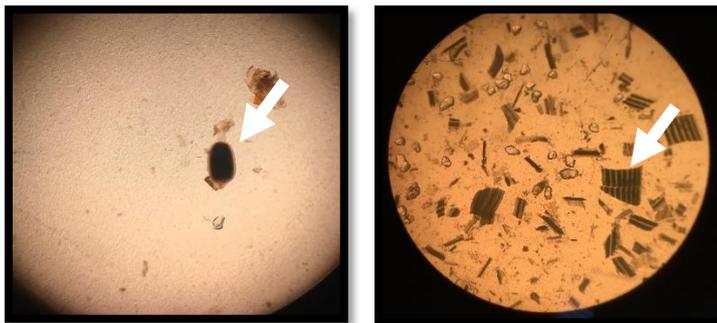
1. INSECTA



2. CRUSTACEA



3. MATERIAL VEGETAL



4. MATÉRIA ORGÂNICA NÃO IDENTIFICADA



5. MATERIAL ANTRÓPICO (plásticos)



6. NEMATODA

