



Universidade Federal de Pernambuco - UFPE
Centro de Tecnologia e Geociências – CTG
Departamento de Oceanografia - DOCEAN
Programa de Pós-Graduação em Oceanografia - PPGO

**Aspectos reprodutivos e populacionais do siri
Callinectes danae Smith (Crustacea: Decapoda:
Portunidae) no Canal de Santa Cruz, Itamaracá,
Pernambuco**

Autora: **Marina de Sá Leitão Camara de Araujo**

Recife, Fevereiro de 2010

Marina de Sá Leitão Camara de Araujo

Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae* Smith (Crustacea: Decapoda: Portunidae) no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, do Departamento de Oceanografia, da Universidade Federal de Pernambuco.

Orientador: Prof. Dr. Ralf Schwamborn
Co-Orientadora: Dr^a. Aline do Vale Barreto

Recife, Janeiro de 2010.

A663a Araujo, Marina de Sá Leitão Camara de

Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae* Smith (Crustacea: Decapoda: Portunidae) no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco / Marina de Sá Leitão Camara de Araujo. - Recife: O Autor, 2010.

x, 137 f., il : grafcs., tabs., figs.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco. CTG. Programa de Pós-Graduação em Oceanografia, 2010.

Inclui bibliografia.

1. Oceanografia. 2. Portunidae 2. Migração reprodutiva. 3. Maturação sexual. 4. Período reprodutivo. 5. Estrutura populacional. I. Título.

UFPE

551.46

CDD (22. ed.)

BCTG/2010-022

**Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae* Smith
(Crustacea: Decapoda: Portunidae) no Canal de Santa Cruz, Itamaracá,
Pernambuco**

Marina de Sá Leitão Camara de Araujo

Dissertação de mestrado, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre, avaliada pela banca examinadora formada pelos seguintes doutores:



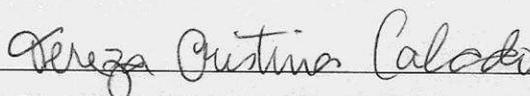
Prof. Dr. Ralf Schwamborn

(Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco - Orientador)



Profª Drª Daniela da Silva Castiglioni

(Centro Acadêmico de Vitória da Universidade Federal de Pernambuco - Titular)



Profª Drª Tereza Cristina dos Santos Calado

(Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Alagoas - Titular)

Dr. Luis Ernesto Arruda Bezerra

(Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco - Suplente)

Prof. Dr. Petrônio Alves Coelho

(Departamento de Oceanografia da Universidade Federal de Pernambuco - Suplente)

Recife, Estado de Pernambuco, Brasil, fevereiro de 2010.

Agradecimentos

À Universidade Federal de Pernambuco, por permitir minha formação acadêmica como mestre;

A CAPES pela concessão da bolsa de estudo;

A todos que compõem o programa de pós-graduação em Oceanografia da UFPE, entre alunos, técnicos e professores;

Ao Laboratório de Carcinologia e toda sua equipe de trabalho, em especial a Prof. Dr. Petrônio, Dr. Luis Ernesto, Filipe Souza 'IC', Ricardo Paiva, Catarina Silva, Débora Albuquerque e Prof^ª Cileide Acioli, pelas tardes divertidas, pelo apoio na pesquisa e nas coletas;

Ao meu orientador Prof. Dr. Ralf Schwamborn, pela orientação e contribuição no presente trabalho

À minha co-orientadora Dr^ª. Aline do Vale Barreto, pela orientação, apoio e amizade, e ensinamentos que me passou nestes anos, e pela paciência e atenção em ler minha dissertação;

À Prof^ª Dr^ª Tereza Calado (UFAL), por grande parte dos conhecimentos que tenho sobre crustáceos e por ter me apresentado ao maravilhoso mundo dos caranguejos;

Ao Prof. Dr. Petrônio Alves Coelho, por ter me recebido com tanta gentileza em seu laboratório para que eu fizesse meu trabalho, além de me ajudar bastante tirando dúvidas e emprestando bibliografia;

Ao Prof. Dr. Manuel Flores (LOQUIM/UFPE) por ter permitido que as análises das minhas amostras de água fossem realizadas em seu laboratório;

À Prof^ª Dr^ª Daniela Castiglioni, pela ajuda na análise do material na etapa inicial do trabalho, bem como na análise dos dados, e pelas excelentes aulas sobre Decapoda;

À minha família, especialmente à minha mãe Silvia de Sá Leitão Dévé, meu exemplo de vida, pelo carinho e toda a educação que me deu e por sempre me incentivar nos estudos, ao meu pai Antônio Carlos de Araujo, por toda a dedicação na árdua tarefa de ser um pai, à minha avó Mariluce de Sá Leitão, guerreira em todas as horas, por me ensinar a lutar independente das intempéries que a vida nos traga, à Tia e segunda mãe pra toda hora Marta Câmara, minha confidente, pelo amor incondicional aos seus sobrinhos, e aos meus irmãos queridos Rafael e Maurício, por toda a alegria que sinto em estar ao seu lado; ao meu padrasto Jean Luc Dévé;

Um agradecimento muito especial ao meu amigo e parceiro pra todas as horas, com o qual compartilhei momentos de alegria e tristeza, e que deixou muita saudade: o meu cachorro weimaraner Sheik;

Aos meus amigos pra toda hora Eduardo Barreto, Catarina Silva, Débora Albuquerque, Aurinete Negromonte, Elisa Pitanga, Keyla Travassos, Fernanda Possatto, Wanda Stefânia, André Lima, Filipe Souza, Adriana Menezes, pela amizade preciosa!

SUMÁRIO

RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	01
HIPÓTESES.....	08
OBJETIVOS.....	09
DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO	09
ESTAÇÕES DE COLETA.....	16
REFERÊNCIAS.....	22
<i>CAPÍTULO I: Análise dos Fatores Físico-Químicos da água do Complexo Estuarino do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco</i>	
RESUMO.....	31
INTRODUÇÃO.....	32
MATERIAIS E MÉTODOS.....	33
RESULTADOS.....	34
DISCUSSÃO.....	38
REFERÊNCIAS.....	40
<i>CAPÍTULO II: Composição específica e variabilidade espaço-temporal dos Portunidae no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco</i>	
RESUMO.....	43
INTRODUÇÃO.....	44
MATERIAIS E MÉTODOS.....	45
RESULTADOS & DISCUSSÃO.....	46
REFERÊNCIAS.....	64

CAPÍTULO III: Biologia populacional do siri Callinectes danae Smith, 1869 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco

<i>RESUMO.....</i>	<i>70</i>
<i>INTRODUÇÃO.....</i>	<i>71</i>
<i>MATERIAIS E MÉTODOS.....</i>	<i>73</i>
<i>RESULTADOS.....</i>	<i>76</i>
<i>DISCUSSÃO.....</i>	<i>83</i>
<i>REFERÊNCIAS.....</i>	<i>86</i>

CAPÍTULO IV: Biologia reprodutiva do siri Callinectes danae Smith, 1869 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco

<i>RESUMO.....</i>	<i>92</i>
<i>INTRODUÇÃO.....</i>	<i>93</i>
<i>MATERIAIS E MÉTODOS.....</i>	<i>96</i>
<i>RESULTADOS.....</i>	<i>100</i>
<i>DISCUSSÃO.....</i>	<i>123</i>
<i>REFERÊNCIAS.....</i>	<i>128</i>
<i>CONCLUSÃO GERAL.....</i>	<i>136</i>

RESUMO

Apesar da extensiva literatura disponível sobre portunídeos, poucos estudos foram realizados sobre a ecologia deste grupo no litoral do estado de Pernambuco. O presente trabalho tem por objetivo descrever a ecologia populacional e reprodutiva do siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) no complexo estuarino do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco. Para tal, foram determinadas quatro estações de amostragem, onde foram realizadas coletas mensais de siris de Janeiro a Dezembro de 2009. Em laboratório, os siris foram identificados ao nível de espécie, sendo encontradas cinco espécies: *C. danae* (espécie dominante), *C. exasperatus* (Gerstaecker, 1856), *C. marginatus* (A. Milne-Edwards, 1861), *C. bocourti* A. Milne-Edwards, 1879 e *Charybdis helleri* (A. Milne Edwards, 1867), espécie exótica do Indo-Pacífico Oeste. Por ser a espécie mais abundante, *C. danae* foi escolhida como espécie alvo no presente estudo. Foram obtidos a largura da carapaça para ambos os sexos, a largura do abdômen para as fêmeas e o comprimento do quelípodo para os machos, bem como estimou-se a proporção sexual por mês. Foram considerados quatro estágios de maturação para os testículos (imaturo, rudimentar, em desenvolvimento e desenvolvido) e seis estágios de maturação para os ovários (imaturo, rudimentar, em desenvolvimento, maduro e esvaziado), e com base neles foi estimada a maturação gonadal e o período reprodutivo. A determinação da maturidade morfológica foi baseada na relação entre comprimento do quelípode x largura de carapaça para machos e largura de abdômen x largura de carapaça para as fêmeas. A proporção sexual, considerando todas as estações e meses de amostragem, foi de 1♂ : 0,98♀. Porém, foram encontradas diferenças na proporção sexual entre as áreas de coleta. Os machos e os juvenis residem preferencialmente nas áreas internas do estuário, e as fêmeas adultas e ovígeras habitam as áreas de maior influência marinha. Enquanto os juvenis se beneficiam da abundância de abrigos e comida no ambiente estuarino, as fêmeas ovígeras migram para áreas de maior profundidade e salinidade visando prover um ambiente mais favorável ao desenvolvimento embrionário e à exportação das larvas para fora do estuário. Os machos apresentaram largura de carapaça média superior à média das fêmeas (respectivamente, 60.07±15.68mm e 52.91±12.40mm), uma adaptação que confere maior proteção às fêmeas, especialmente em pós muda e logo após a cópula. A curva de maturidade gonadal indicou que

50% das fêmeas alcançaram a maturidade em 63.5mm LC, e na análise morfológica, 50% das fêmeas alcançaram a maturidade em 59.5mm LC. Já 50% dos machos alcançaram a maturidade morfológica em 70.5mm LC, e gonadal em 74.5mm LC. A presença de machos e fêmeas maduros em todos os meses do ano, e de fêmeas ovígeras em quase todos os meses, indica que a atividade reprodutiva provavelmente ocorre continuamente, porém foram encontrados picos de abundância de fêmeas ovígeras em fevereiro, março e setembro. Portanto, a reprodução de *C. danae* no CSC foi caracterizada como sazonal-contínua. Este trabalho consiste no primeiro relato sobre a maturação sexual dos machos de *C. danae* para o Nordeste brasileiro, bem como documenta a migração reprodutiva desta espécie nessa região.

Palavras-chave: Portunidae, migração reprodutiva, maturação sexual, período reprodutivo, estrutura populacional.

ABSTRACT

Despite the extensive literature available on portunids, few studies have been conducted at the coast of Pernambuco state (Brazil). This paper aims to describe the population and reproductive ecology of the blue crab *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) in the Santa Cruz Estuarine Complex. To achieve this goal, four sampling stations were determined, where crab samples were taken monthly from January to December 2009. In laboratory, the crabs were identified to species level. Five species were collected: *C. danae* (dominant species), *C. exasperatus* (Gerstaecker, 1856), *C. marginatus* (A. Milne-Edwards, 1861), *C. bocourti* A. Milne-Edwards, 1879 and *Charybdis helleri* (A. Milne Edwards, 1867), an exotic species from the Indo West Pacific. As the most abundant species, *C. danae* was chosen as the target species in this study. Carapace width for both sexes, abdomen width for females and length of quelipod for males were obtained, as well as the mensal sex ratio. Four stages of maturation in the testes (immature, rudimentary, developing and developed) and six stages of maturation in the ovaries (immature, rudimentary, developing, mature and empty) were considered, and used to determine the gonadal maturation and the breeding period. The determination of morphological maturity was based on the relationship between length of chelipods x carapace width in males and width of the abdomen x carapace width for females. Sex ratio, considering all the areas and months of sampling, was 1♂:0,98♀. However, there were considerable differences in sex ratio between sampling areas. Males and juveniles dwell preferentially within the estuary, and the adult and ovigerous females inhabit the area of higher marine influence. While juveniles benefit from the abundance of shelter and food in the estuarine environment, ovigerous females migrate to areas of greater depth and salinity in order to provide a more favorable environment for embryonic development and larval export from the estuary. The males had a larger average carapace width than females (respectively, 60.07 ± 15.68 mm and 52.91 ± 12.40 mm), an adaptation that, together with the guarding behavior, gives greater protection to females, especially in post molt and right after copulation. The gonadal maturity curve indicated that 50% of females reached maturity at 63.5mm LC, and in the morphological analysis, 50% of females reached maturity at 59.5mm LC. In the other hand, 50% of males reached morphological maturity at LC 70.5mm LC, and gonadal maturity at 74.5mm in LC. The presence of mature males and females in all months of the year,

and ovigerous females in almost all of them, indicates that the reproductive activity is likely to occur continuously. However, peaks of abundance of ovigerous females were observed in February, March and September. Therefore, the reproduction of *C. danae* at Santa Cruz Channel was characterized as seasonal-continuous. This work is the first report on the sexual maturation of *C. danae* males for northeastern Brazil, as well as elucidates the reproductive migration of this species in this region.

Key-words: Portunidae, reproductive migration, sexual maturity, breeding period, population structure.

CONSIDERAÇÕES GERAIS

Os estuários são definidos como extensões de águas costeiras, semifechadas ou não, que apresentam livre conexão com o mar, num equilíbrio dinâmico, resultando água salobra (CAMERON & PRITCHARD 1963, PRITCHARD 1967). Situam-se entre as áreas de maior fertilidade natural do mundo (ALCANTARA-FILHO 1978) e são de 14 a 16 vezes mais fecundos que o mar aberto (MYERS 1996). Reconhecidamente, os estuários e os manguezais a eles associados oferecem um leque de serviços bastante amplo, como: áreas de alimentação para espécies dulcícolas, estuarinas e marinhas, exportação de detritos, compostos nutricionais e organismos fitoplanctônicos para o mar e fonte de renda e alimento para populações ribeirinhas (VIDAL & SASSI 1998, BATISTA-LEITE 2005).

Segundo SANTOS & COELHO (2000), dentre as espécies bentônicas que vivem nos manguezais, os crustáceos estão bem representados, sendo o grupo animal mais abundante dos ambientes estuarinos. São importantes não só por sua abundância, como por outras funções ecológicas que desempenham. Entre os crustáceos destaca-se a Ordem Decapoda, um grupo altamente diverso e bem sucedido, com mais de 10.000 espécies descritas, dentre camarões, siris, lagostas e caranguejos, sendo, sem dúvida, os mais bem conhecidos do grupo.

A fauna de caranguejos é a mais notável dos manguezais e estuários. Segundo NG *et al.* (2008), os caranguejos verdadeiros, Infraordem Brachyura, possuem design básico consistindo de uma carapaça expandida (formada pela fusão da cabeça e alguns somitos torácicos) e de um abdômen fortemente reduzido que está dobrado abaixo do tórax. Em adição, os primeiros pereiópodes dos braquiúros são completamente quelados, e as patas ambulatoriais estão situadas nas laterais do corpo. As principais características morfológicas externas dos Brachyura estão representadas na Figura 01. Na fêmea dos Brachyura, todos os pleópodes (apêndices do abdome) encontram-se presentes e são utilizados na manutenção da massa ovígera sob o abdome flexionado (Fig. 02a). Entretanto, nos machos os pleópodes foram perdidos, com exceção dos dois pares

anteriores, transformados em gonópodes, que auxiliam na transferência dos espermátóforos durante a cópula (Fig. 02b).

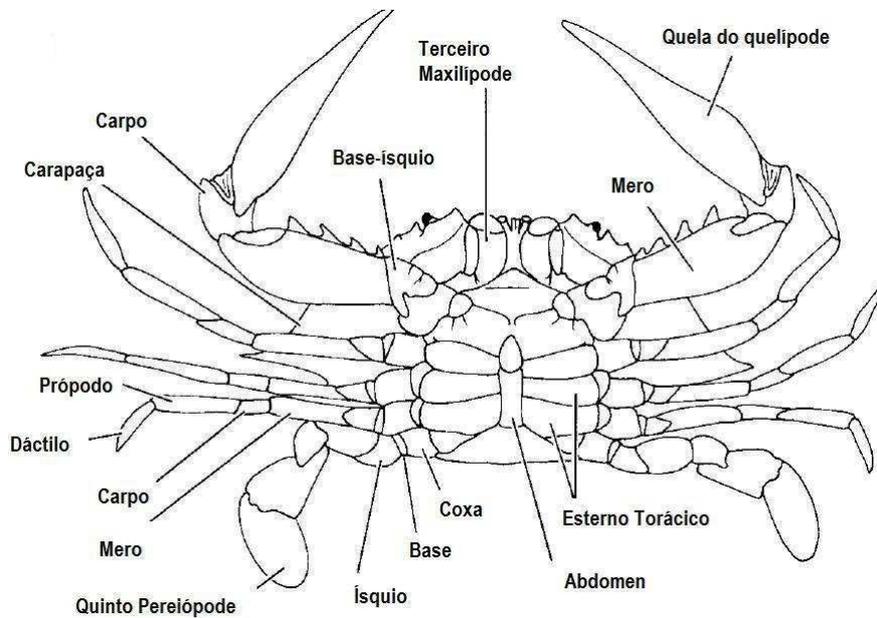


Figura 01. Vista ventral de um Portunidae. Fonte: BRUSCA & BRUSCA (2007).



Figura 02. Indicação dos pleópodes (→) de fêmea (A) e macho (B) de Portunidae (*Callinectes danae*). Foto: Marina Araujo.

Com exceção dos estágios larvais, os braquiúros não são encontrados no pélagos e a maioria dos caranguejos é incapaz de nadar. Entretanto, os membros da família Portunidae Rafinesque, 1815 são exceção. Conhecidos popularmente como siris, os portunídeos são os nadadores mais poderosos e ágeis dentre todos os crustáceos. O último par de pereiópodes é largo, achatado dorsoventralmente (NG *et al.* 2008), que criam um impulso ao agitarem-se em movimentos helicoidais. Os portunídeos podem nadar com grande rapidez para os lados, para trás e alguns casos para frente. Entretanto, assim como outros Brachyura, os siris são principalmente bentônicos, nadando apenas esporadicamente (RUPPERT *et al.* 2005)

Além do par de pereiópode adaptado à natação, o Portunidae caracterizam-se por possuírem carapaça ovalada achatada dorso-ventralmente, provida por espinhos (HICKMAN *et al.* 2004) e geralmente com um lóbulo no ângulo interno do endopodito do primeiro maxilípode (MELO 1996), chamado lobo portunídeo (NG *et al. op. cit.*).

Segundo TAISSOUN (1973), a família Portunidae pode servir como indicador biológico de distintas massas d'água. *Portunus (Achelous) depressifrons* (Stimpson, 1859), *P. floridanus* Rathbun, 1930, *P. rufiremus* Holthuis, 1959, *Callinectes rathbunae* Contreras, 1930, *C. maracaiboensis* Taissoun, 1962 e *Lupella forceps* Fabricius, 1793 são indicadoras de águas tropicais; *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818), *Callinectes bocourti* A. Milne-Edwards, 1879, *C. danae* Smith, 1869, *C. exasperatus* (Gerstaecker, 1856), *C. marginatus* A. Milne-Edwards, 1861 e *Portunus sebae* (H. Milne-Edwards, 1834) são indicadores de águas tropicais e subtropicais; *Ovalipes ocellatus* (Herbst, 1799), *Bathynectes superba* (Costa, 1853) e *Coenophthalmus tridentatus* A. Milne-Edwards, 1879 são indicadores de águas temperadas.

Observa-se uma ajustada relação entre as faunas de caranguejos portunídeos das costas leste e oeste do continente americano; essa relação é evidente pela existência dos mesmos gêneros, a presença de espécies comuns em ambas as costas, e a similaridade geral de sua distribuição. GARTH & STEPHENSON (1966) explicam esta analogia entre os siris do Pacífico e Atlântico como evidência de uma recente conexão entre ambos os oceanos por meio do Istmo do Panamá. Nos portunídeos foram encontrados pares gêmeos: uma clara analogia de *Callinectes arcuatus* Ordway, 1863 do Pacífico e *C. danae* no Atlântico, e *Arenaeus mexicanus* (Gerstaecker, 1856) do Pacífico e *A. cribrarius* do Atlântico.

A classificação da família Portunidae, segundo NG *et al.* (2008), é:

Infraordem Brachyura Linnaeus, 1758

Seção Eubrachyura Saint Laurent, 1980

Subseção Heterotremata Guinot, 1977

Superfamília Portunoidea Rafinesque, 1815

Família Portunidae Rafinesque, 1815

Segundo NG *et al.* (*op cit.*), são reconhecidas sete subfamílias de Portunidae, a saber:

Caphyrinae Paul'son, 1875, Carcininae MacLeay, 1838, Carupinae Paul'son, 1875, Podophthalminae Dana, 1851, Polybiinae Ortmann, 1893, Portuninae Rafinesque, 1815 e Thalamitinae Paul'son, 1875.

E os gêneros da subfamília Portuninae são:

Arenaeus Dana, 1851; *Atoportunus* Ng & Takeda, 2003, *Callinectes* Stimpson, 1860; *Carupella* Lenz & Strunck, 1914; *Cronius* Stimpson, 1860; *Laleonectes* Manning & Chace, 1990; *Lupella* Rathbun, 1897; *Lupocyclus* Adams & White, 1848; *Portunus* Weber, 1795; *Sanquerus* Manning, 1989 e *Scylla* De Haan, 1833.

O gênero *Callinectes* Stimpson 1860 (espécie tipo *Callinectes sapidus* Rathbun, 1896, subsequente designação por M. J. Rathbun, 1896, com poderes plenos; gênero masculino) inclui quinze espécies válidas, listadas a seguir:

Callinectes affinis Fausto, 1980; *C. amnicola* (Rochebrune, 1883); *C. arcuatus* Ordway, 1863; *C. bellicosus* (Stimpson, 1859); *C. bocourti* A. Milne-Edwards, 1879; *C. danae* Smith, 1869; *C. exasperatus* (Gerstaecker, 1856); *C. gladiator* Benedict, 1893; *C. maracaiboensis* Taissoun, 1962; *C. marginatus* (A. Milne-Edwards, 1861); *C. ornatus* Ordway, 1863; *C. rathbunae* Contreras, 1930; *C. sapidus* Rathbun, 1896; *C. similis* Williams, 1966 e *C. toxotes* Ordway, 1863.

Segundo COELHO *et al.* (2004), as larvas de *Callinectes* vivem até 60 dias em salinidade entre 20 e 31, a pós-larva vive até 95 dias em salinidade de 30 e 35 e, finalmente, jovens e adultos vivem em salinidade desde 0 até mais de 35. A distribuição dos portunídeos está relacionada com a

tolerância às baixas salinidades, visto que todas as espécies são tolerantes às salinidades altas (NORSE 1978).

Este gênero está representado por espécies confinadas exclusivamente às águas rasas costeiras (MANTELATTO 1995), e segundo MELO (1996), seis delas são encontradas na costa brasileira: *C. bocourti*, *C. danae*, *C. exasperatus*, *C. marginatus*, *C. ornatus* e *C. sapidus*. Além destas, SANKARANKUTTY *et al.* (1999) registrou a primeira ocorrência de *C. maracaiboensis* no Brasil (Rio Grande do Norte), e COELHO & SANTOS (2004), em Pernambuco, e FAUSTO-FILHO (1980) descreveu uma nova espécie, *C. affinis* Fausto, 1980, com base em exemplares coletados no Ceará. Essas duas espécies são reconhecidas como válidas por NG *et al.* (2008).

Os caranguejos e siris sustentam um importante comércio pesqueiro em todo mundo; *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) é explorado na Austrália e no Japão (KANGAS 2000; POTTER 2002); *Scylla serrata* (Forsskål 1755), no Japão e Indo-Pacífico ocidental (DUDLEY 2000; SECOR *et al.* 2002); e *C. sapidus* é o mais importante caranguejo comestível dos Estados Unidos, ao longo da costa leste e do Golfo do México, especialmente na baía de Chesapeake (RUPPERT *et al.* 2005). Sua exploração data de mais de 90 anos, porém sua produção vem declinando e a produção local não atende a demanda, surgindo a necessidade de importá-lo (PEREIRA-BARROS & TRAVASSOS 1972).

No Brasil, os siris, além de serem encontrados na fauna acompanhante de muitas pescarias, em especial de camarões, também são capturados por populações ribeirinhas de baixa renda, que fazem desses organismos seu meio de subsistência e/ou de alimentação (SANTOS 1990; BRANCO & FRACASSO 2004). Conforme citado por MEDEIROS & OSHIRO (1990), os siris também são empregados na agricultura, servindo de alimento a outros animais, devido ao seu alto valor protéico. No sul do Brasil, *C. danae* (Fig. 03) é a segunda espécie mais abundante do gênero após *C. sapidus*, porém, de Santa Catarina em direção ao Norte, *C. danae* se torna mais abundante (SAWAYA & PEREIRA 1946; FARIAS 1980; MEDEIROS 1982; PITA *et al.* 1985a,b; MOREIRA *et al.* 1988). No Nordeste brasileiro, a espécie mais apreciada na culinária é *C. danae* (CALADO & SOUZA 2003).



Figura 03. Vista dorsal de *Callinectes danae* Smith, 1869. Foto: Marina Araujo

Conhecida popularmente como siri-azul, tinga ou chiadeira (CALADO & SOUZA 2003), *C. danae* se distribui no Atlântico ocidental (Bermuda, Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela e Brasil – do Pará ao Rio Grande do Sul) (MELO 1996; NEVIS *et al.* 2009). O registro mais austral de *C. danae* era a Lagoa dos Patos no Rio Grande do Sul (GARCIA *et al.* 1996), mas WEBER & LEVY (2000) estenderam o seu limite até o Arroio Chuí, perto da fronteira entre Brasil e Uruguai. Ocorre em manguezais e estuários lamosos, e também em praias arenosas e mar aberto, do entremarés até 75 metros (MELO 1996). Também ocorre em poças nos ambientes recifais. COELHO (1965/66) registrou esta espécie para todos os regimes de salinidade.

Esta espécie também apresenta importância relevante no papel ecológico dentro do ecossistema litorâneo. Atua como limpadora e predadora, sendo caçadores vorazes e carnívoros, e como recurso alimentar para outros organismos aquáticos e aves litorâneas (MANTELATTO 1995).

A diagnose de *C. danae*, segundo MELO (1996), é: Carapaça com quatro dentes frontais, o par mediano não mais do que a metade do par lateral. Área metagástrica com largura anterior 2-2,5 vezes o comprimento, largura posterior 1,5 vezes o comprimento. Margens ântero-laterais pouco

arcadas com dentes que variam por ter margem externa convexa ou serem espiniformes, sendo a margem anterior mais curta do que a posterior. Carapaça pouco granulada, exceto na região epibranchial e perto da margem ântero-lateral. Quase lisa ao longo da largura fronto-orbital, bordo póstero-lateral e margem posterior. Quelípodas com cristas granuladas. Carpo com forte dente lateral, seguido de forte proeminência. Gonópode do macho alcançando além do ponto mediano do esternito VI, se cruzando entre si perto da base.

De acordo com CALADO & SOUSA (2003), o cefalotórax e as patas possuem tonalidades parda a azul, e quelípodas azul. Além disso, a face interna na metade distal dos dedos apresenta uma coloração lilás. Porém, a coloração é um fator que pode dificultar a identificação, tendo em vista a enorme variação que a espécie pode apresentar quando capturada em diferentes tipos de ambientes.

Siris são ecologicamente importantes e constituem uma fonte promissora de alimento na maioria das águas costeiras. Uma tendência sugerindo um declínio populacional tem sido observada recentemente (LIPCIUS & STOCKHAUSEN 2002; SHAROV *et al.* 2003), revelando a necessidade por monitoramento freqüente dos estoques naturais. Mais informações sobre a biologia reprodutiva das espécies de portunídeos são necessárias para definirem-se programas de manejo de estoques. Em particular, é necessário compreender mais sobre o comportamento de cópula, tamanho de maturidade, desenvolvimento de gônadas e ovos, fecundidade e ciclo de muda (GONZÁLEZ-GURRIARÁN 1985; MANTELATTO & FRANSOZO 1999).

Segundo BRANCO & MASUNARI (2000), a eclosão das larvas de *C. danae* ocorre fora do estuário, com a migração das fêmeas ovígeras para mar aberto. Após a eclosão, algumas fêmeas retornam para a lagoa, enquanto os machos permanecem na lagoa ao longo da vida. Uma distribuição diferenciada entre os sexos, com a migração das fêmeas maduras para a desova, também foi confirmada para outros portunídeos, tais como *C. sapidus* (WILLIAMS 1974), *C. ornatus* (PITA *et al.* 1985a; NEGREIROS-FRANSOZO & FRANSOZO 1995; NEGREIROS-FRANSOZO *et al.* 1999); e *Arenaeus cribrarius* (PINHEIRO & FRANSOZO 2002). PEREIRA-BARROS & TRAVASSOS (1972) propuseram tal migração para as fêmeas de *C. danae* na Laguna Mundaú, AL, baseando-se na predominância de machos no interior desse estuário, porém não realizaram coletas em estações ao mar. Desta

maneira, a migração reprodutiva desta espécie em ambientes estuarinos no Nordeste brasileiro permanece mal documentada.

Informações recentes sobre estudos populacionais de portunídeos são baseadas principalmente em *C. sapidus* de vários estuários do Atlântico Norte (HECK *et al.* 2001; LIPCIUS & STOCKHAUSEN 2002; SHAROV *et al.* 2003). Dos trabalhos sobre a biologia populacional e reprodutiva de *C. danae* no Brasil, a maioria foi realizada na costa sul/sudeste, como evidencia o quadro I.

Quadro I. Localidades onde a espécie *Callinectes danae* Smith, 1869 foi estudada, com os respectivos autores.

Estado	Localidade	Autor(es) (Ano)
Pernambuco	Rios Carrapicho e Botafogo	BARRETO <i>et al.</i> (2006)
Alagoas	Laguna Mundaú	PEREIRA-BARROS & TRAVASSOS (1972) PEREIRA-BARROS (1980)
Espírito Santo	Baía de Vitória	SANTOS (1990)
Rio de Janeiro	Baía de Sepetiba	MEDEIROS & OSHIRO (1990)
	Baía de Guanabara	KEUNECKE <i>et al.</i> (2009)
São Paulo	Baía de Ubatuba	COSTA & NEGREIROS-FRANSOZO (1998) CHACUR <i>et al.</i> (2000) CHACUR & NEGREIROS-FRANSOZO (2001)
Paraná	Balneário Shangri-lá	BAPTISTA-METRI <i>et al.</i> (2005)
Santa Catarina	Lagoa da Conceição	BRANCO & MASUNARI (2000) BRANCO & AVILAR (1992)
	Manguezal do Itacorubi	BRANCO & THIVES (1991)

No Nordeste brasileiro, apesar da importância sócio-econômica e ecológica do siri *C. danae*, os estudos sobre sua biologia e pesca continuam escassos, não tendo sido bem esclarecida a migração reprodutiva desses organismos nos estuários desta região, bem como não existindo dados referentes aos aspectos reprodutivos que incluam a análise dos machos.

HIPÓTESES

- Dentre as espécies de siris existentes no Canal de Santa Cruz, *C. danae* é a espécie dominante em todos meses do ano;
- *C. danae* faz migrações durante o seu ciclo de vida juvenil e adulta no Canal de Santa Cruz;
- As fêmeas de *C. danae* realizam migração reprodutiva entre o estuário interno e área costeira no Canal de Santa Cruz;

- Existem, no Canal de Santa Cruz, áreas claramente definidas de acasalamento e de postura;
- Há um padrão diferencial de distribuição de *C. danae* entre os sexos e classes etárias ao longo do estuário;
- Existe sincronia no tamanho de maturação sexual morfológica e fisiológica, bem como entre machos e fêmeas; e
- A reprodução de *C. danae* exhibe um padrão sazonal-contínuo.

OBJETIVOS

Tendo em vista a importância ecológica e econômica desta espécie, e a escassez de trabalhos sobre a mesma no Nordeste brasileiro, o presente trabalho tem como objetivo descrever e analisar aspectos da biologia reprodutiva e populacional de *Callinectes danae* no Canal de Santa Cruz, Pernambuco), através dos seguintes objetivos específicos:

- Avaliar as variações temporais e espaciais dos principais fatores físico-químicos da água do Canal de Santa Cruz, possibilitando uma correlação com os resultados biológicos;
- Analisar a composição faunística de siris no Canal de Santa Cruz e a contribuição de *C. danae* nessa comunidade;
- Compreender a estrutura populacional, em termos de proporção sexual, captura por unidade de esforço, tamanho corpóreo de machos e fêmeas e a distribuição de frequências em classes de tamanho, avaliando as variações espaciais e temporais;
- Verificar a ocorrência de migrações desta espécie ao longo do Canal, comparando as áreas externas e internas do estuário;
- Estimar o tamanho da primeira maturação sexual morfológica e gonadal para fêmeas e machos, sendo, neste último caso, o primeiro registro para a região nordeste;
- Identificar o período reprodutivo pela presença de fêmeas ovígeras e pelos estágios de maturação das gônadas de ambos os sexos.

DESCRIÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O estado de Pernambuco está localizado no Nordeste do Brasil entre as coordenadas de 07°32'00" e 08°55'30" S e 34°48'35" e 41°19'54" W. Limita-se ao Norte com o estado da Paraíba e Ceará, ao Sul com Alagoas e Bahia, a Oeste com o Piauí e a Leste com o Oceano Atlântico. Sua

área corresponde a aproximadamente 98.281 km² compreendendo as zonas fisiográficas do litoral, agreste e sertão (CPRH 2001). Segundo MACEDO & KOENING (1987), a zona do litoral e mata situa-se na faixa úmida costeira e ocupa uma área de 11.776 km².

As áreas estuarinas de Pernambuco são relativamente pouco numerosas, distribuídas de maneira não uniforme em apenas 187 km de litoral. A faixa norte do estado possui aproximadamente 16.000 ha de áreas estuarinas, o correspondente a 61.6% do total, destacando-se os estuários dos rios Goiana, Megaó e Itapessoca (FIDEM 1987; BRYON 1994) e o Canal de Santa Cruz, dotado de alta produtividade primária e secundária (MACEDO *et al* 2000).

O setor norte do litoral pernambucano abrange oito municípios: Abreu e Lima, Araçoiaba, Goiana, Igarassu, Ilha de Itamaracá, Itapissuma, Itaquitinga e Paulista. Estende-se do limite dos municípios de Olinda, Recife e Camaragibe, ao sul, até a divisa com a Paraíba, ao norte, totalizando, 1.377 km² ou 1.4% da superfície do Estado (IBGE 2000). O setor litorâneo em questão está situado na área de domínio do clima pseudo-tropical ou tropical úmido do tipo As' da classificação climática de Köppen. Esse tipo climático tem como características a temperatura do mês menos quente superior a 18° C e chuvas de outono-inverno provocadas pelos ciclones da Frente Polar Atlântica (FPA) que, neste período, atingem, com maior intensidade, a costa oriental do Nordeste. As temperaturas médias anuais da área variam entre 24° C, nos meses de julho e agosto (os menos quentes do ano) e 27° C, em fevereiro (o mês mais quente), apresentando pequena amplitude térmica anual (cerca de 3° C) (CPRH 2001).

Os ventos que sopram no Litoral Norte têm direção geral sudeste, mas nos meses de setembro a fevereiro, quando passam a soprar com mais força, aproximam-se do quadrante leste, tornando o céu limpo e o tempo seco (Monção de Nordeste). No mês de março, retomam a direção sudeste, com aumento das chuvas (LGGM 1992). A precipitação pluviométrica média anual oscila de 1.610,7 mm em Abreu e Lima a 1.932,3 mm em Goiana, chegando a pouco mais de 2.000 mm na cidade de Igarassu (CPRH *op. cit*).

Os recursos hídricos superficiais do Litoral Norte são formados pelos rios que integram as bacias hidrográficas do Goiana, Botafogo-Aratuca, Paratibe, Igarassu, Timbó, Itapessoca, Jaguaribe e pelo Canal de Santa Cruz, assim como pelas microbacias cujos rios principais nascem à

retaguarda das praias ou da planície costeira e deságuam no Oceano Atlântico ou no Canal de Santa Cruz (CPRH 2001).

Localizado a 50 km do Recife, o complexo estuarino do Canal de Santa Cruz (Fig. 04) é formado pelos rios que nele desembocam: Catuama, Carrapicho, Arataca, Botafogo, Congo, Igarassu e Siri. Ocupa uma área de 730 Km² entre as latitudes 07°34'00 "S e 07°55'16" S e longitudes 34°04'48" W e 34°52'24" W (MACEDO & KOENING 1987). É considerado um braço de mar em forma de "U" entre a Ilha de Itamaracá e o continente. Segundo MEDEIROS (1991), o canal foi formado no período do Holoceno, comunicando-se com o Oceano Atlântico através de duas barras: Barra de Catuama, ao norte, com cerca de 1.5 Km de largura, e Barra Sul ou de Orange, com cerca de 0.6 Km.

O Canal de Santa Cruz limita-se ao norte com a bacia hidrográfica do rio Goiana, ao sul com a do rio Timbó e a bacia do rio Capibaribe e a leste com o Oceano Atlântico. Sua extensão é de 22 Km, e a profundidade varia geralmente de 4 a 6 metros, sendo, porém, de 17 m nas proximidades da entrada norte (MACEDO & KOENING 1987).

O Canal de Santa Cruz é o estuário de maior produtividade pesqueira de Pernambuco, e segundo MACEDO *et al.* (2000), sua alta produtividade primária e secundária propicia o desenvolvimento de intensa atividade pesqueira, funcionando como local para acasalamento, desova, berçário e hábitat para muitas espécies de moluscos, crustáceos e peixes.

A região apresenta um clima que se enquadra no tipo As' do sistema de Koeppen, ou seja, quente e úmido com chuvas de outono-inverno (ANDRADE & LINS 1971). Apresenta uma estação seca compreendida entre os meses de setembro a fevereiro e uma estação chuvosa de março a agosto (CAVALCANTI & KEMPF 1970).

O substrato do Canal é formado por areia quartzosa e lama, esta última resultante da baixa velocidade das correntes. De acordo com MACEDO *et al.* (2000), embora haja poluição dos estuários dos rios Botafogo e Igarassu por resíduos urbanos e industriais, a movimentação de água constante através das bocas Norte e Sul ocasiona uma renovação contínua do ecossistema, garantindo assim boas condições de balneabilidade.

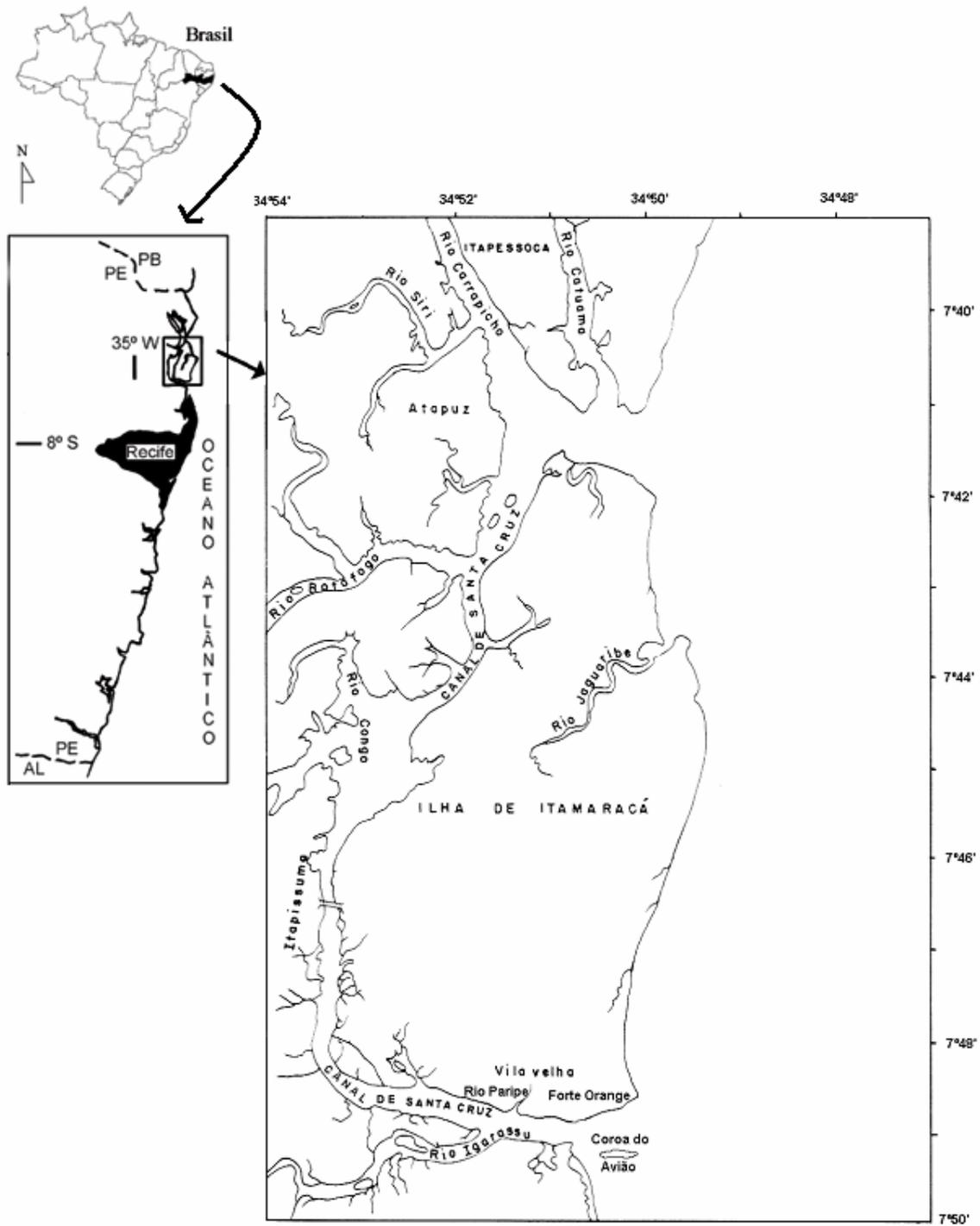


Figura 04. Canal de Santa Cruz, PE. Adaptado de PAIVA *et al.* (2005) e SILVA-FALCÃO *et al.* (2007).

Quanto à vegetação, a região litorânea está formada por vegetação típica de praias, restingas e manguezal, este último ocupando amplas áreas da extensão do canal e, conforme SCHULER *et al.* (2000), recobre uma superfície de cerca de 1.220 há, e as florestas de mangue, representadas por *Laguncularia racemosa* C.F. Gaertn (mangue branco), *Rhizophora mangle* L. (mangue vermelho), *Avicennia germinans* L. (mangue preto) e *Avicennia schaueriana* Stap. & Lechman (mangue canoé), são usualmente separadas da vegetação terrestre através de um cinturão de gramíneas.

Grande parte do pescado estuarino e marítimo obtido por meios artesanais em Pernambuco provém do litoral Norte, onde existem várias comunidades pesqueiras. Com exceção de Ponta de Pedras e Itamaracá, onde a pesca marítima é mais expressiva, nas demais comunidades prevalece a pesca em rios, estuários e águas litorâneas (SILVA & CARVALHO 1997). Esse fenômeno decorre da concentração das áreas estuarinas do Estado nessa região, que também conta com áreas dotadas de alta produtividade, como o Canal de Santa Cruz (MACEDO *et al* 2000).

Em Itapissuma, onde a pesca está sob jurisdição da Colônia Z-10, 70% da população depende direta ou indiretamente da pesca; o município tem aproximadamente quatro mil pescadores permanentes, além de muitos temporários e/ou eventuais (CPRH 2001).

A pesca estuarina no Canal de Santa Cruz é praticada por homens, mulheres, e até mesmo crianças. Os homens pescam nos rios e estuários, com embarcações a remo ou à vela (canoa, baiteira e jangada; Fig. 05), confeccionadas com madeira, e utilizando como apetrechos: redes de cerco, de espera e mangote, jereré e tarrafa (IBAMA 1999). Nas águas estuarinas, segundo IBAMA (*op. cit.*) são encontrados: manjuba *Anchoa filifera* (Fowler, 1915) (Engraulidae), tainha *Mugil curema* Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1836 e *M. trichodon* Poey, 1875 (Mugilidae), carapeba (Gerreidae), camurim *Centropomus parallelus* Poey, 1860 e *C. undecimalis* (Bloch, 1792) (Centropomidae), siris (Portunidae) e camarões de famílias não determinadas pelo autor; nas águas litorâneas, pescam: xaréu *Caranx hippos* (Linnaeus, 1766) (Carangidae), espada *Trichiurus lepturus* Linnaeus, 1758 (Trichiuridae), sardinha (Clupeidae), budião *Sparisoma radians* (Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1840) (Scaridae), camarão de famílias não identificadas pelo autor, dentre outros.

As mulheres catam mariscos, ostra *Crassostrea rhizophora* (Guilding, 1828) (Ostreidae) e sururu *Mytella charruana* (Orbigny, 1842) (Mytilidae), caranguejos *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Ucididae), *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Gecarcinidae) e *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1802) (Grapsidae), e siris do gênero *Callinectes* (CPRH 2001), estes últimos um dos macrocrustáceos mais explorados na região. Só no Canal de Santa Cruz e áreas estuarinas adjacentes, 20.3 toneladas desses Portunídeos foram pescadas em 1998 (IBAMA 1999). Em geral, a coleta é feita a pé utilizando instrumentos como foice, estilete, espeto de madeira, iscas e jereré (Fig. 07), além da própria mão.



Figura 06. Embarcações do tipo baiteira ancoradas nas proximidades da Ponte Presidente Vargas, Itapissuma, PE. Foto: Marina Araujo.



Figura 07. Pesca manual de siris com isca e jereré, na Foz do Rio Congo. Foto: Marina Araujo.

Dentre os problemas ambientais relacionados à região, CPRH (2001) destaca:

- A pesca predatória, muito praticada no Canal de Santa Cruz e nos estuários em geral, envolvendo: pesca com bomba, considerada por LIMA & QUINAMO (2000) de alto valor destrutivo, prejudicando a fauna, a flora e o substrato do Canal; elevado número de pessoas pescando; pesca com malha fina e rede de arrasto; pesca de camarão em período de defeso;
- Poluição dos rios e estuários por esgoto doméstico e resíduos industriais, bem como agrotóxicos das plantações de cana-de-açúcar;
- Derrubada do mangue para a instalação de viveiros e barragens de carcinicultura, isolando trechos do manguezal, ocasionando a morte da vegetação;
- A intensa circulação de embarcações motorizadas nas barras norte e sul do Canal, especialmente nos fins de semana, afastando os peixes, ameaçando pescadores e banhistas, e prejudicando a reprodução dos organismos que passam parte de sua vida nos estuários (LIMA & QUINAMO 2000).

O resultado desses problemas em conjunto tem sido a redução ou mesmo o desaparecimento de algumas espécies no Litoral Norte e Canal de Santa Cruz, aumentando o esforço de pesca. Conforme ressaltado por SILVA & CARVALHO (1997), o estoque de pescado, impedido de se recuperar, reduz seu tamanho e quantidade, comprometendo a subsistência das comunidades pesqueiras do litoral norte pernambucano.

ESTAÇÕES DE COLETA

Foram determinadas quatro estações de coleta distribuídas ao longo do Canal de Santa Cruz (Fig. 08): E01 - Foz do Rio Congo ($7^{\circ} 46' 26''$ S e $34^{\circ} 53' 27''$ W); E02 - Ponte Presidente Vargas ($7^{\circ} 46' 28''$ S e $34^{\circ} 53' 13''$ W); E03 - Foz do Rio Paripe ($7^{\circ} 48' 38''$ S e $34^{\circ} 51' 27''$ W); e E04 - Coroa do avião ($7^{\circ} 48' 59''$ S e $34^{\circ} 50' 28''$ W).

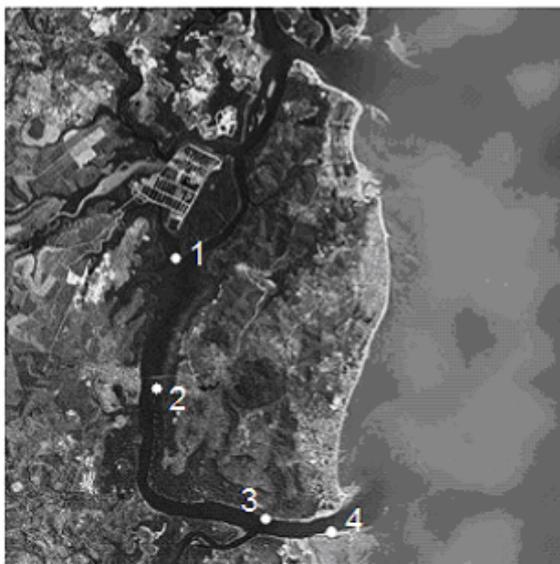


Figura 08. Canal de Santa Cruz, PE, com as áreas de coleta demarcadas por pontos brancos e enumeradas. Fonte: e Google Earth®.

O Rio Congo (Figs. 09 e 10) situa-se no município de Itapissuma, às margens do Canal de Santa Cruz (FERNANDES *et al.* 2002). Possui uma extensão de aproximadamente 2.4 km, nascendo na região central da cidade de Itapissuma em Chã da Misericórdia. Este rio percorre toda a parte norte do município na forma de filetes d'água e pequenos córregos, formando o riacho Pitanga, que se incorpora a outros córregos para dar origem ao rio Congo, que por fim desemboca no Canal de Santa Cruz (ANJOS 2007).

Durante o período da invasão dos holandeses na então Capitania de Pernambuco, em 1646, foi construída na Vila de Itapissuma uma ponte ligando a Ilha de Itamaracá ao Continente, hoje denominada Ponte Presidente Getúlio Vargas (Figs. 11 e 12). Em seus pilares, se observou durante as coletas a presença de esponjas, ascídeas, algas, cracas, sururu e ostras, esses mariscos sendo extraídos para comercialização. Além disso, a pesca com arpão é realizada por mergulhadores embaixo da ponte, e de cima da mesma, são lançadas redes para captura de siris.

O estuário do rio Paripe está situado ao sul da Ilha de Itamaracá. O rio Paripe (Figs. 13 e 14) é o único que nasce na Ilha, e deságua próximo à saída sul do Canal de Santa Cruz. A influência marinha é notável ao longo de quase toda a extensão do estuário, principalmente durante as marés altas (SILVA & KOENING 1993). De acordo com SILVA (1992), o estuário do Rio Paripe pode ser considerado como um ambiente eutrófico, apresentando uma produção e uma biomassa fitoplanctônica elevadas. Porém, segundo FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO (1991) e MOURA & COELHO (2003), o manguezal deste rio é conservado, com rica biodiversidade e mínima ação antrópica. MOURA (1991) ainda destaca que o rio não é um ambiente considerado poluído do ponto de vista orgânico.

A Coroa do Avião (Figs. 15 e 16) é uma ilhota localizada na boca sul do Canal de Santa Cruz, entre a praia de Maria Farinha e o sul da Ilha de Itamaracá. É uma formação arenosa recente oriunda do acúmulo de sedimentos trazidos pela deriva litorânea, que encontra uma barreira hidráulica formada pelas correntes de fluxo e refluxo que entram e saem na Barra Sul; assim, os sedimentos trazidos por transporte ao longo da costa são depositados, adicionando sedimentos à Coroa (AZEVEDO-JÚNIOR 1998; SILVA *et al.* 2007).

Na preamar apresenta aproximadamente 2.5 ha, 560 m de comprimento e 80 m de largura. Sua vegetação é característica de restinga (arbustos e gramíneas). Em sua porção leste, destacam-se os bancos de areia, formados por depósitos sedimentares. Eles são usados como área de pouso pelas aves migratórias no período de preamar. Ao sul da coroa há um prado de fanerógamas marinhas com altas densidades de invertebrados, presas das aves durante a baixa-mar (TELINO-JÚNIOR *et al.* 2003).



Figura 09. Vista aérea por satélite do Rio Congo, Canal de Santa Cruz, PE, Brasil. Fonte: Google Earth.



Figura 10. Foz do Rio Congo durante a baixa-mar. Foto: Marina Araujo.

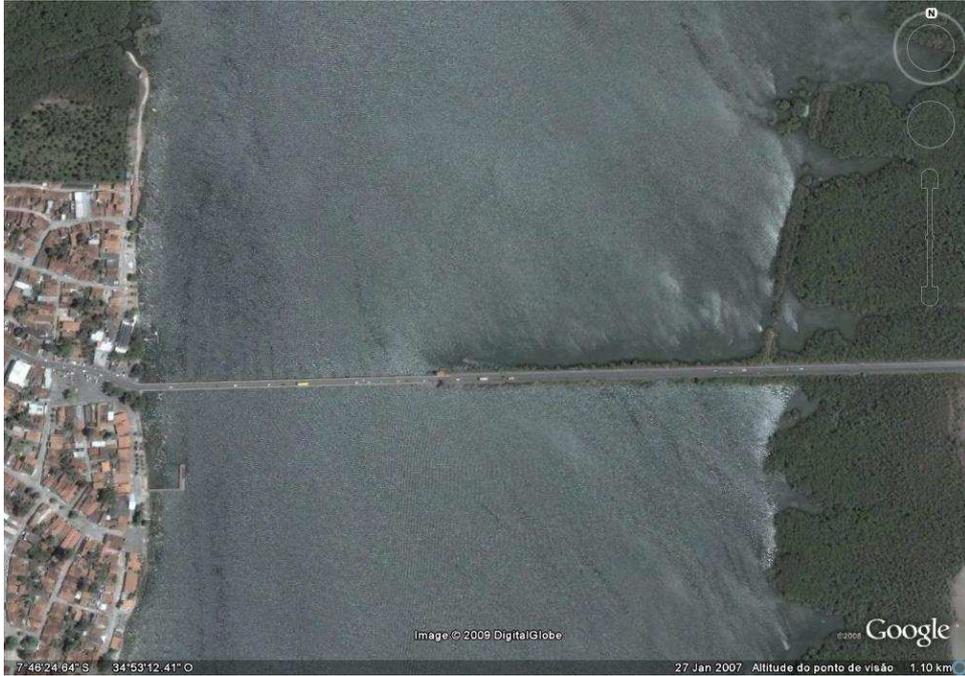


Figura 11. Vista aérea por satélite da Ponte Presidente Getúlio Vargas, Canal de Santa Cruz, PE, Brasil. Fonte: Google Earth.



Figura 12. Ponte Presidente Getúlio Vargas durante a preamar. Foto: Marina Araujo.



Figura 13. Vista aérea por satélite do Rio Paripe, Canal de Santa Cruz, PE, Brasil. Fonte: Google Earth.



Figura 14. Foz do Rio Paripe durante a baixa-mar. Foto: Marina Araujo.

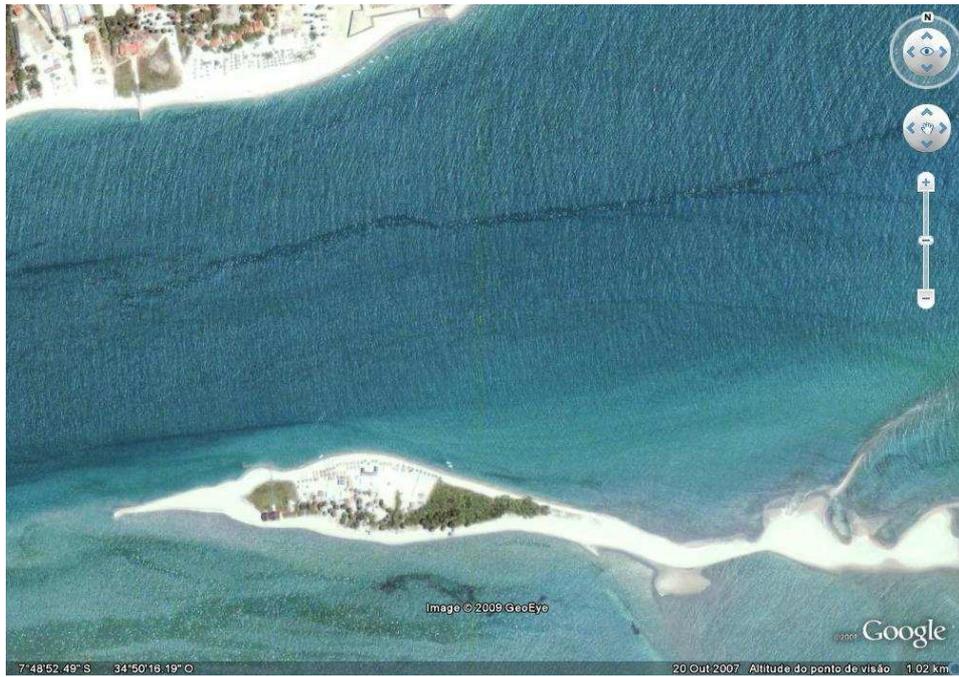


Figura 15. Vista aérea por satélite da Barra Sul e a Coroa do Avião, Canal de Santa Cruz, PE, Brasil.
Fonte: Google Earth.



Figura 16. Coroa do Avião durante a baixa-mar. Foto: Marina Araujo.

REFERÊNCIAS

- ALCANTARA-FILHO, P. 1978. Contribuição ao estudo da biologia e ecologia do caranguejo-uçá *Ucides cordatus cordatus* (Linnaeus, 1763)(Decapoda, Brachyura) no manguezal do Rio Ceará (Brasil). **Arquivos de Ciências do Mar**, 18 (1/2):1-41.
- ANDRADE, G.O. & R.C. LINS. 1971. Os climas do Nordeste. In: VASCONCELOS SOBRINHO, J. (Ed). **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. CONDEPE, Recife, p. 95-138.
- ANJOS, D.L. 2007. **Inter-relação da Pluviometria com a Biomassa Fitoplanctônica dos Estuários de Pernambuco (Brasil)**. Monografia de Bacharelado em Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 103p.
- AZEVEDO-JÚNIOR, S.M. 1998. As aves do canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. **Caderno Ômega da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Série Ciências Aquáticas**, 5:35-50.
- BAPTISTA-METRI, C.; M.A.A. PINHEIRO; A. BLANKENSTEYN & C.A. BORZONE. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea: Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná (PR), Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22 (2): 446-453.
- BARRETO, A.V. ; L.M.A. BATISTA-LEITE & M.C.A. AGUIAR. 2006. Maturidade sexual das fêmeas de *Callinectes danae* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho, Itamaracá-PE Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, 96: 141-146.
- BATISTA-LEITE, L.M.A. 2005. **Estudo Etnocarcinológico dos catadores de *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 (Crustacea, Brachyura, Gecarcinidae) do estuário do Rio Goiana, Pernambuco, Brasil**. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 129p.
- BRANCO, J.O. & A. THIVES. 1991. Relação peso/largura, fator de condição e tamanho de primeira maturação de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae) no manguezal do Itacorubi, SC, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 34 (3/4): 415-424.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

BRANCO, J.O. & H.A.A. FRACASSO. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação de Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21 (1): 91-96.

BRANCO, J.O. & M.G. AVILAR. 1992. Fecundidade em *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 9 (3/4):167-173.

BRANCO, J.O. & S. MASUNARI. 2000. Reproductive ecology of the blue crab, *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon system, Santa Catarina Isle, Brazil. **Revista Brasileira de Biologia**, 60 (1) :17-27.

BRUSCA, R.C. & G.J. BRUSCA. 2007. **Invertebrados**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 2ª ed. 968p.

BRYON, M.E.Q. 1994. **Desenvolvimento Urbano X Meio Ambiente: a relação do espaço urbano com os recursos naturais permanentes. O caso das Áreas Estuarinas da Região Metropolitana do Recife (RMR)**. Dissertação de Mestrado em Desenvolvimento Urbano e Regional, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), 194p.

CALADO, T.C. & E.C. SOUSA. 2003. **Crustáceos do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas**. FAPEAL, Maceió, 116p.

CAMERON, W.M. & D.W. PRITCHARD. 1963. Estuaries, p 306-324, In: HILL, M.M. (Ed) **The Sea**. Interscience, New York, v.2.

CAVALCANTI, L.B. & M. KEMPF. 1970. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil): II Meteorologia e Hidrologia. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 9/11: 149-158.

CHACUR, M.M. & M.L. NEGREIROS-FRANSOZO. 2001. Spatial and seasonal distributions of *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, 21 (2): 414–425.

CHACUR, M.M.; C.B. MANSUR & M.L. NEGREIROS-FRANSOZO. 2000. Distributional patterns, seasonal abundance and moult cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Ubatuba region, Brazil. **Nauplius**, 8 (2): 215-226.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

COELHO, P.A. & M.C.F. SANTOS. 2004. Siris do estuário do rio Una, São José da Coroa Grande, Pernambuco - Brasil (Crustacea, Decapoda, Portunidae). **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, 12 (1): 187-194.

COELHO, P.A. 1965/66. Os crustáceos decápodos de alguns manguezais pernambucanos. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco**, 7/8:71-90.

COELHO, P.A.; L.M.A. BATISTA-LEITE; M.A.C. SANTOS & M.F.A. TORRES. O Manguezal. 2004. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; S. NEUMANN-LEITÃO & M.F. COSTA. **Oceanografia: Um Cenário Tropical**. Ed Bagaço, Recife, 641-688 p.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE (CPRH). 2001. **Diagnóstico Sócio-Ambiental do litoral norte de Pernambuco**. CPRH/GERCO, Recife, 211p.

COSTA, T.M. & M.L. NEGREIROS-FRANSOZO. 1998. The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba region, Brazil. **Crustaceana**, 71 (6): 615-627.

DUDLEY, R.G. 2000. Segara Anakan Fisheries Management Plan, 33p, disponível on-line no endereço: <http://pws.prserv.net/RGDudley/PDF/sga-mgmt.pdf>

FARIAS, M.C.Q. 1980. Crustáceos decápodes da Ilha da Restinga. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, 29: 169–172.

FARRAPEIRA-ASSUNÇÃO, C.M. 1991. Estudo comparativo da macrofauna bentônica de substratos duros em estuários não impactados (Rio Paripe-Itamaracá) e impactados (Rio Capibaribe e Bacia do Pina) - Pernambuco In: Anais do ENCONTRO NACIONAL DE ESTUDOS SOBRE O MEIO AMBIENTE, Londrina, v. 2, p. 80-95.

FAUSTO-FILHO, J. 1980. *Callinectes affinis* a new species of crab from Brasil (Decapoda, Portunidae). **Crustaceana** 39: 33-38.

FERNANDES, M.A.A.; M.G.G.S. CUNHA; J.Z.O. PASSAVANTE & F.A.N. FEITOSA. 2002. Estudo qualitativo do fitoplâncton no estuário do rio Congo, Pernambuco, Brasil: resultados preliminares. In: Anais do I SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA, São Paulo, v. 1.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

FUNDAÇÃO DE DESENVOLVIMENTO DA REGIÃO METROPOLITANA DO RECIFE (FIDEM). 1987.

Região Metropolitana do Recife: plano de preservação dos sítios históricos. 391p.

GARCIA, A.M.; J.P. VIERA; C.E. BEMVENUTI & R.M. GERALDI. 1996. Abundância e diversidade da assembléia de Crustáceos Decápodos dentro e fora de uma pradaria de *Rupia maritima* L., no estuário da Lagoa dos Patos (RS-Brasil). **Nauplius**, 4: 113–128.

GARTH, S.J. & W. STEPHENSON. 1966. Brachyura of the Pacific coast of América. Brachyrhyncha: Portunidae. **Allan Hancock Monographs in Marine Biology**, 1: 1-154.

GONZALEZ-GURRIARÁN, E. 1985. Reprodución de la nécora *Macropipus ruber* (L.) (Decapoda, Brachyura), y ciclo reproductivo em la Ria de Arousa (Galicia, N.W. Espana). **Boletín del Instituto Español de Oceanografía**, 2 (1): 10-32.

HECK, K.L.Jr; L.D. COEN & S.G. MORGAN. 2001. Pre- and post-settlement factors as determinants of juvenile blue crab (*Callinectes sapidus*) abundance: results from the north-central Gulf of Mexico. **Marine Ecology and Progress Series**, 222:163–176

HICKMAN, C.P.; L.S. ROBERTS & A. LARSON. 2004. **Princípios integrados de Zoologia**. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro, 11^a ed., 846p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). 2000. Sinopse Preliminar do Censo Demográfico 2000. Rio de Janeiro, v. 7, 415p.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). 1999. Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Estado de Pernambuco. Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Nordeste (CEPENE).

KANGAS, M.I. 2000. Synopsis of the biology and exploitation of the blue swimmer crab, *Portunus pelagicus* Linnaeus, in Western Australia. **Fisheries Research Report**, 121: 1-22.

KENEUCKE, K.A.; D.R.S. DEMARQUES Jr; M. VIANNA; J.R. VERANI & F. D'INCAO. 2009. Ovarian development of *Callinectes danae* and *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae). **Crustaceana**, 82(6):753-761.

LABORATÓRIO DE GEOLOGIA E GEOFÍSICA MARINHA (LGGM). 1992. Macrozoneamento Costeiro do Litoral de Pernambuco, folha Itamaracá (SB.25-Y-C-VII). Universidade Federal de Pernambuco, Mimeo.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

LIMA, T. & T. QUINAMO. 2000. Características Sócio-econômicas. In: BARROS, H.; E.ESKINAZI-LEÇA; S.J. MACEDO & T. LIMA (Eds.). **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Editora Universitária, Recife, 1ª Ed., p. 181-225.

LIPCIUS, R.N & W.T. STOCKHAUSEN. 2002. Concurrent decline of the spawning stock, recruitment, larval abundance, and size of the blue crab *Callinectes sapidus* in Chesapeake Bay. **Marine Ecology and Progress Series**, 226: 45–61.

MACEDO, S.J.; M.J.F. MONTES & I.C. LINS. 2000. Características abióticas da área estuarina do Canal de Santa Cruz. In: BARROS, H.; E.ESKINAZI-LEÇA; S.J. MACEDO & T. LIMA (Org.). **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Editora Universitária, Recife, 1ª Ed., p. 07-25.

MACEDO, S.J.E KOENING, M.L. 1987. **Áreas estuarinas do estado de Pernambuco**. CPRH, Recife, 350p.

MANTELATTO, F.L.M. & A. FRANSOZO. 1999. Reproductive biology and moulting cycle of the crab *Callinectes ornatus* (Decapoda, Portunidae) from the Ubatuba Region, São Paulo, Brazil. **Crustaceana**, 72 (1): 63-76.

MANTELATTO, F.L.M. 1995. **Biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil**. Tese de Doutorado em Ciências, Universidade Estadual Paulista (UNESP), 148p.

MEDEIROS, C. 1991. **Circulation and mixing processes in the Itamaracá estuarine system, Brazil**. Tese de doutorado, University of South Carolina.

MEDEIROS, M.F.M. 1982. Ocorrência do gênero *Callinectes* (Crustacea-Portunidae) com especial referência à *Callinectes* no estuário do Rio Sergipe, Brasil. **Atlântica**, 5: 78–79.

MEDEIROS, M.F.T. & OSHIRO, L.M.Y.1990. Aspectos reprodutivos de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na Baía de Sepetiba, RJ. **Publicação ACIESP (Academia de Ciências do Estado de São Paulo)**, 70 (4) 150-159.

MELO, G.A.S. 1996. **Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris do Litoral Brasileiro)**. Plêiade/ FAPESP, São Paulo, 603 p.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

MOREIRA, P.S.; A.M. PAIVA-FILHO; C.M. OKIDA; J.M.M. SCHMIEGELOW & R. GIANNINI, 1988.

Bioecologia de crustáceos decápodos, braquiúros, no sistema baía-estuário de Santos e São Vicente, SP. 1. Ocorrência e composição. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, 36: 55–62.

MOURA, A.N. 1991. **Estudo quali-quantitativo das algas perifíticas dos estuários dos rios Paripe e Igarassu-Itamaracá (Pernambuco, Brasil)**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFPE).

MOURA, N.F.O. & P.A. COELHO. 2003. Fecundidade de *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no manguezal do Rio Paripe – Pernambuco - Brasil. **Tropical Oceanography**, 31 (2): 127-133.

MYERS, N. 1996. Recursos Oceânicos. In: **Manual Global de Ecologia**. Augustus, São Paulo, 2ª Ed., p 2-4.

NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & A. FRANSOZO 1995. On the distributional of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza bay, Ubatuba, SP, Brazil. **Iheringia Serie Zoologia**, (79): 13-25.

NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; F.L.M. MANTELATTO & A. FRANSOZO. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. **Scientia Marina**, 63 (2):157-163.

NEVIS, A.B.; J.M. MARTINELLI; A.S.S. CARVALHO & V.J. ISAAC. 2009. Abundance and spatial-temporal distribution of the family Portunidae (Crustacea, Decapoda) in the Curuçá estuary on the northern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, 13: 71-79.

NG, P.K.L.; D. GUINOT & P.J.F. DAVIE. 2008. Systema Brachyurorum: Part 1. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **Raffles Bulletin of Zoology, Supplement** 17: 1-286.

NORSE, E.A. 1978. Physicochemical and biological stressors as distributional determinants of caribbean and tropical eastern pacific swimming crabs. 130-140p. In: **Energy and environmental stress in aquatic systems**. THORP, J.H. & J.W. GIBBONS (Eds). Technical Information Center, U.S. Department of Energy, 854p.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

PAIVA, A.C.G.; P.A. COELHO & M.F.A. TORRES. 2005. Influência dos fatores abióticos sobre a macrofauna de substratos inconsolidados da zona entre-marés no Canal de Santa Cruz, Pernambuco, Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, 38: 85 – 92.

PEREIRA-BARROS, J.B. & I.B. TRAVASSOS. 1972. Informes sobre a pesca e a biologia do siri tinga (*Callinectes danae*) e guajá (*Callinectes bocourti*), na Lagoa Mundaú – Maceió – Alagoas. **Secretaria Estadual de Pesca**, Parte II, 7p.

PEREIRA-BARROS, J.B. 1980. Sobre o dimorfismo sexual de *Callinectes danae* e o polimorfismo entre fêmeas em estágios de desenvolvimento sexual diferentes. **Revista Nordestina de Biologia**, 3: 79-89.

PINHEIRO, M.A.A. & A. FRANZOZO. 2002. Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura Portunidae) on the brazilian coast near 23°30'S. **Journal Crustacean Biology**, 22 (2): 416-428.

PITA, J.B.; E.S. RODRIGUES; G. LOPES & J.A.P. COELHO. 1985a. Levantamento da família Portunidae (Crustacea, Decapoda, Bachyura) no Complexo baía-estuário de Santos, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, 12: 153–162.

PITA, J.B.; E.S. RODRIGUES; G. LOPES & J.A.P. COELHO. 1985b. Observações bioecológicas sobre o siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae), no Complexo baía-estuário de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, 12: 35–43.

POTTER, I. 2002. Annual Report, Centre for Fish and Fisheries Research. 34p, disponível on-line no endereço: <http://www.cffr.murdoch.edu.au/annual/2002AnnualReport.pdf>

PRITCHARD, D.W. 1967. What is an estuary: physical viewpoint. **Publications of American Associated Scientists**, (83): 3-5.

RUPPERT, E.E.; R.S. FOX & R.D. BARNES. 2005. Cap. 19. Crustacea, p. 702-818. In: **Zoologia dos Invertebrados**. Roca, São Paulo, 7ª Ed, 1145p.

SANKARANKUTTY, C.; A.C.F. ROMAN; C.S.C. PINTO; F.E.N.V. BRACE & M.A. ALENCAR. 1999. *Callinectes maracaiboensis* Taissoun (Crustacea, Decapoda, Portunidae), a species common but so far unrecorded in the Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16 (1):145 - 159.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

SANTOS M.C. & P.A. COELHO. 2000. Crustáceos Decápodos estuarinos do Nordeste do Brasil. In: Anais do MANGROVE 2000, SUSTENTABILIDADE DE ESTUÁRIOS E MANGUEZAIS: DESAFIOS E PERSPECTIVAS, Recife.

SANTOS, H.S. 1990. Relação entre fecundidade e o tamanho do corpo do siri-tinga, *Callinectes danae* (Crustacea, Portunidae) da Baía de Vitória, Espírito Santo. **Rev. Cult. UFES**, 43: 67-73.

SAWAYA, P. & R.S. PEREIRA. 1946. Nota sobre a ecologia de alguns crustáceos decápodos marinhos de São Paulo. **Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciência da Universidade de São Paulo, Zoologia**, 11: 383–392.

SCHULER, C.A.B.; V.C. ANDRADE & D.S. SANTOS. 2000. O manguezal: Composição e estrutura. In: BARROS, H.M.; E. ESKINAZI-LEÇA; S.J. MACEDO & T. LIMA. (Eds). **Gerenciamento participativo de estuários e manguezais**. Ed. Universitária, Recife, 1ª Ed. p.27-38.

SECOR, D.H.; A.H. HINES & A.R. PLACE. 2002. Japanese hatchery-based stock enhancement: Lessons for the Chesapeake Bay blue crab. **Maryland Sea Grant Report**, 2.

SHAROV, A.F.; J.H. VØLSTAD; G.R. DAVIS; B.K. DAVIS; R.N. LIPCIUS & M.M. MONTANE. 2003. Abundance and exploitation rate of the blue crab (*Callinectes sapidus*) in Chesapeake Bay. **Bulletin of Marine Science**, 72: 543–565.

SILVA, A.M.C.; V.A.V. MANSO & V.H. NEUMANN. 2007. Short-term changes and longshore transport on a steep fine sand beach: the example of the Itamaracá island, NE Brazil. **Estudos Geológicos**, 17 (1): 71-84.

SILVA, I.G. & M.L. KOENING. 1993. Variação sazonal da densidade fitoplanctônica no estuário do Rio Paripe (Itamaracá-PE). **Arquivos Biologia e Tecnologia**, 36 (4): 645-658.

SILVA, I.G. 1992. **Produção e biomassa primária fitoplanctônica no estuário do rio Paripe, Itamaracá Pernambuco - Brasil**. Dissertação de Mestrado em Botânica, Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE).

SILVA, J.S. & F.E.A. CARVALHO. 1997. Diagnóstico e perspectivas de capacitação e profissionalização de pescadores da pesca artesanal da Zona da Mata de Pernambuco. In: Anais do CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA DE PESCA, 10, Guarapari.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

SILVA-FALCÃO, E.C.; W. SEVERI & A.A.F. ROCHA. 2007. Dinâmica espacial e temporal de zoeas de Brachyura (Crustacea, Decapoda) no estuário do Rio Jaguaribe, Itamaracá, Pernambuco, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, 97 (4): 434-440.

TAISSOUN, E.N. 1973. Biogeografía y ecología de los cangrejos de la Família "Portunidae" (Crustaceos Decapodos Brachyura) em la costa atlantica de America. **Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas**, 7: 7-23.

TELINO-JÚNIOR, W.R.; S.M. AZEVEDO-JÚNIOR & R.M. LYRA-NEVES. 2003. Censo de aves migratórias (Charadriidae, Scolopacidae e Laridae) na Coroa do Avião, Igarassu, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20 (3): 451-456.

VIDAL, W.C.L. & R. SASSI. 1998. Influência do Manguezal na região marinha adjacente à laguna Jacarapé, João Pessoa, Paraíba. In: **Iniciados**, Santa Clara, João Pessoa, 4^a ed.

WEBER, L.I. & J.A. LEVY. 2000. Genetic population structure of the swimming crab *Callinectes danae* (Crustacea: Decapoda) in southern Brazil. **Hydrobiologia**, 420: 203-210.

WILLIAMS, A.B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Portunidae). **Fishery Bulletin**, 72(3): 685-798.

CAPÍTULO I:

Análise dos Fatores Físico-Químicos da água do Complexo Estuarino do Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar alguns parâmetros abióticos da água do Canal de Santa Cruz, Pernambuco, e estudar as variações espaço-temporais dos mesmos. Os dados abióticos (temperatura da água, salinidade, pH e oxigênio dissolvido) foram coletados mensalmente em quatro estações. A análise da salinidade e do oxigênio dissolvido foi realizada seguindo literatura especializada. Os valores de pH foram obtidos com auxílio de um pHmetro de bancada. O teste *t* de Student foi aplicado para avaliar diferenças significativas entre período seco e chuvoso, e a análise de Kruskal Wallis foi aplicada para verificar diferenças entre as estações. A temperatura superficial média da água foi de $29.30 \pm 1.51^\circ \text{C}$ ($25 - 32^\circ \text{C}$), a salinidade média da água foi de 27.52 ± 4.98 (mesoalina - eualina), o pH médio da água foi de 8.1 ± 0.29 (7.38 - 8.79) e o teor de oxigênio dissolvido médio da água foi de $4.55 \pm 1.29 \text{ ml/L}$ (3.1 - 9.03 ml/L). O percentual de saturação do oxigênio dissolvido variou de zona de baixa saturação (69.7%) a zona supersaturada (210.6%), sendo em média supersaturada ($104.4\% \pm 32.8$). Os resultados encontrados corroboraram em grande parte com a bibliografia existente. Os altos percentuais de saturação de oxigênio dissolvido encontrados durante todo o ano evidenciaram as excelentes condições de vida que o Canal atualmente apresenta. O teste *t* de student revelou existir diferença significativa entre períodos seco e chuvoso apenas para o fator salinidade, devido à influência da precipitação pluviométrica, mas nenhum fator variou entre estações de coleta, demonstrando existir uma homogeneidade neste sistema estuarino. Portanto, o Canal de Santa Cruz não pode ser considerado como um estuário típico.

Palavras-chave: Canal de Santa Cruz, parâmetros abióticos da água.

INTRODUÇÃO

O complexo estuarino do Canal de Santa Cruz está localizado a 50 km da capital pernambucana, Recife, sendo considerado um braço de mar em forma de “U” entre a Ilha de Itamaracá e o continente. Ocupa uma área de 730 Km² entre as latitudes 07°34'00” S e 07°55'16” S e longitudes 34°04'48” W e 34°52'24” W (MACEDO & KOENING 1987). O Canal comunica-se com o Oceano Atlântico através de duas barras: Barra de Catuama, ao norte, e Barra Sul ou de Orange (MEDEIROS 1991).

A região apresenta um clima quente e úmido com chuvas de outono-inverno (ANDRADE & LINS 1971), com uma estação seca compreendida entre os meses de setembro e fevereiro e uma chuvosa de março a agosto (CAVALCANTI & KEMPF 1970).

Quanto à batimetria, pode-se dividir o Canal em dois ramos, norte e sul. A partir da cidade de Itapissuma, verificam-se dois padrões morfológicos distintos. O lado norte apresenta largura e batimetria variadas, vários bancos de areia e lama que afloram na baixa-mar e vales submersos em forma de “v”, onde a profundidade máxima atinge 20 m perto da desembocadura do Rio Carrapicho. Enquanto o lado sul apresenta morfobatimetria regular, com relevo submarino suave e profundidade média de 5 m e uma largura média de 350 m. Essas diferenças entre os dois segmentos do Canal se devem principalmente pela influência da desembocadura de um número maior de rios e pela exposição ao fluxo e refluxo das marés. No entanto, toda a área é muito rasa, e muitas vezes é inferior a 2 m, sendo a circulação das águas ao longo do Canal insuficiente para manter um canal de navegação mais profundo (LIRA 1975; MACEDO *et al.* 2000).

O regime de ventos prevalecente na área é de sudeste com velocidade média de 3.2m/s. Os mais intensos ocorrem no período chuvoso, com velocidade média de 4 m/s, enquanto no período seco predominam os ventos de leste, com velocidade média de 2 m/s (MEDEIROS *op. cit.*).

Segundo KEMPF (1970), os sedimentos do Canal de Santa Cruz dividem-se principalmente em areia quartzosa e lama escura, com cheiro de gás sulfídrico. Fragmentos de conchas, bancos de ostras mortas e enterradas, e restos vegetais dos manguezais aparecem em proporções variadas. A distribuição dos sedimentos é controlada essencialmente pelas correntes de marés, como nas duas

extremidades da Ilha de Itamaracá forma-se uma areia quartzosa grosseira com alguns fragmentos de conchas, e as margens são lamacentas, ocupadas pelo manguezal.

O Canal de Santa Cruz é o estuário de maior produtividade pesqueira de Pernambuco, e segundo MACEDO *et al.* (2000), sua alta produtividade primária e secundária propicia o desenvolvimento de intensa atividade pesqueira, funcionando como local para acasalamento, desova, berçário e habitat para muitas espécies de moluscos, crustáceos e peixes.

O objetivo do presente trabalho foi analisar alguns parâmetros físico-químicos das águas do Canal de Santa Cruz, e avaliar as variações espaço-temporais dos mesmos. Os dados obtidos servem como subsídio para correlações com os dados biológicos apresentados nos demais capítulos.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os dados abióticos foram coletados mensalmente de Janeiro a Dezembro de 2009, em cada estação, sendo duas estações amostradas em um dia e outras duas no dia seguinte, para que a coleta se procedesse entre a maré vazante e a enchente. Para detalhes sobre a área de coleta, ver a seção Introdução Geral. A temperatura da água superficial foi aferida utilizando-se um termômetro de mercúrio com tempo de estabilização de três minutos. Com uma garrafa de Kitahara foram coletadas amostras de água superficial para posterior análise da salinidade, pH e oxigênio dissolvido (O.D.). Cada amostra de água para salinidade e pH foi acondicionada numa mesma garrafa, de polietileno, de 100 ml e conservada num isopor com gelo. Cada amostra para O.D., entretanto, foi fixada, logo após ser coligida, com 0,5 ml de Mn (sulfato de manganês) e 0,5 ml de KI (iodeto de potássio), e agitada vigorosamente, num frasco de vidro âmbar de 150 ml e sua leitura foi feita num prazo máximo de 24 h.

A análise dos fatores abióticos foi realizada no Laboratório de Oceanografia Química (LOQUIM) da UFPE, seguindo as metodologias descritas por STRICKLAND & PARSONS (1960): o método de Winkler para o O.D. e o método de Mohr-Knudsen para a salinidade. Os valores de pH foram obtidos com auxílio de um pHmetro de bancada HANNA®. As amostras de salinidade foram classificadas de acordo com o Sistema de Veneza (1958, *apud* RINGUELET, 1962)(Quadro I).

Com base nos valores de oxigênio dissolvido, salinidade e temperatura, o percentual de saturação do oxigênio pôde ser calculado pelas tabelas oceanográficas internacionais da UNESCO (1973). De acordo com os valores obtidos, o ambiente pôde ser classificado, conforme MACEDO & COSTA (1978), em: poluído (0-25%), semi-poluído (25-50%), baixa saturação (50-75%), saturado (75-100%) e supersaturado (>100%).

As análises estatísticas foram realizadas nos softwares Microsoft Excel 2000 e Bioestat 5.0. O teste t de Student foi aplicado para avaliar se existe diferença significativa nas médias de cada fator abiótico entre períodos seco e chuvoso ($\alpha = 0.05$). A análise de variância não paramétrica de Kruskal Wallis (variâncias desiguais) foi aplicada para verificar as possíveis diferenças nas medianas dos fatores abióticos entre as estações, sob um nível de significância estatística de 5%, seguido pelo método de Dunn para comparação entre as médias, quando foi constatada diferença significativa na análise.

Quadro I. Classificação da água de acordo com a salinidade – Sistema de Veneza.

Classificação da água		Salinidade
Hiperalina		>40
Eualina (marinha)		40 a 30
Mixoalina (salobra):	Polialina	30 a 18
	Mesoalina	18 a 5
	Oligoalina	5 a 0,5
Doce		<0,5

RESULTADOS

Durante todo o período de amostragem, a temperatura superficial média da água nas quatro estações de coleta durante todo o período de amostragem foi de $29.30 \pm 1.51^\circ \text{C}$ (mediana = 29.5°C), variando do mínimo de 25°C , no mês de julho/09 (período chuvoso), a 32°C , em outubro, novembro e dezembro/09 (período seco). Os valores da temperatura oscilaram ao longo do ano, como observável na figura 01, porém o teste t de Student não apontou diferenças significativas entre as médias de períodos seco (29.67°C) e chuvoso (28.77°C) ($t = 1.82$; $p = 0.077$). Também não houve diferença entre as áreas de amostragem, conforme demonstrado pela ANOVA Kruskal Wallis ($p > 0.05$).

A salinidade média da água nas quatro estações de coleta durante todo o período de amostragem foi de 27.52 ± 4.98 (mediana = 29.00), variando de mesoalina, com um mínimo de 11.87 no mês de julho/09 (estação chuvosa), a eualina, com um máximo de 35.80 em dezembro/09 (estação seca). Os valores da salinidade oscilaram ao longo do ano (Fig. 02) e o teste *t* de Student apontou diferenças significativas entre as médias de períodos seco (31.15) e chuvoso (25.00) ($t = 5.41$; $p < 0.05$). Entretanto, não houve diferença entre as áreas de amostragem, como revelou a Kruskal Wallis ($p > 0.05$).

O pH médio da água nas quatro estações de coleta durante todo o período de amostragem foi de 8.10 ± 0.29 (mediana = 8.12), variando do mínimo de 7.38 no mês de julho/09 a 8.79 em maio/09, ambos os meses no período chuvoso. Os valores do pH sofreram flutuações durante o ano de amostragem (Fig. 03); entretanto, o teste *t* de Student não apontou diferenças significativas entre as médias de períodos seco (8.16) e chuvoso (8.04) ($t = 1.41$; $p = 0.16$). Também não houve diferença entre os sítios de coleta, de acordo com a Kruskal Wallis ($p > 0.05$).

O teor de oxigênio dissolvido médio da água nas quatro estações de coleta durante todo o período de amostragem foi de 4.55 ± 1.29 ml/L (mediana = 4.22 ml/L), variando do mínimo de 3.1 ml/L em abril/09 (período chuvoso) a 9.31 ml/L em dezembro/09 (período seco). Houve oscilações e picos altos e baixos nos valores do O.D. durante o ano de coleta (Fig. 04), mas o teste *t* de Student não demonstrou diferenças significativas entre as médias de estações seca (4.59 ml/L) e chuvosa (4.51 ml/L) ($t = 0.18$; $p = 0.85$). A Kruskal Wallis também revelou a ausência de diferenças significativas entre as áreas de estudo ($p > 0.05$), padrão observado em todos os parâmetros físico-químicos analisados.

Os valores mínimos, máximos, médios (com desvio padrão) e medianos de cada fator abiótico analisado no presente trabalho por estação de coleta no Canal de Santa Cruz estão relacionados na tabela a seguir (Tab. I).

Tabela I. Valores mínimos, máximos, médios e medianos da temperatura da água (°C), salinidade, pH e oxigênio dissolvido (ml/L) por estação de coleta no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE.

Estação	Temperatura da água (° C)				Salinidade			
	Mín	Máx	Méd ± si	Med	Mín	Máx	Méd ± si	Med
1	27.00	32.00	28.97±1.55	29.00	11.87	32.03	25.76±6.02	29.41
2	28.50	32.00	29.78±1.15	29.50	17.14	31.74	26.99±4.44	29.41
3	25.00	32.00	29.16±1.94	29.00	15.80	33.91	29.99±3.71	30.75
4	26.00	30.50	29.33±1.39	30.00	16.62	35.80	27.91±5.07	29.38

Estação	pH				Oxigênio dissolvido (ml/L)			
	Mín	Máx	Méd ± si	Med	Mín	Máx	Méd ± si	Med
1	7.38	8.49	7.94±0.36	7.93	3.10	9.03	4.62±1.73	4.03
2	7.80	8.79	8.17±0.29	8.21	3.37	9.31	5.21±1.55	4.89
3	7.60	8.54	8.13±0.26	8.21	3.13	6.32	4.14±0.84	4.19
4	7.87	8.56	8.16±0.21	8.14	3.68	6.05	4.16±0.34	4.08

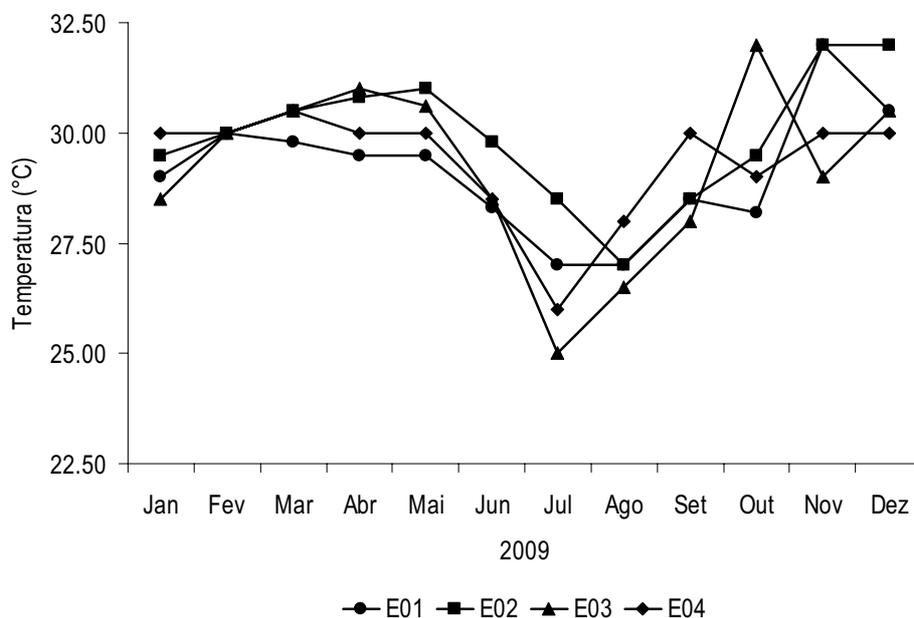


Figura 01. Valores mensais da temperatura superficial da água por estação de coleta no Canal de Santa Cruz, PE.

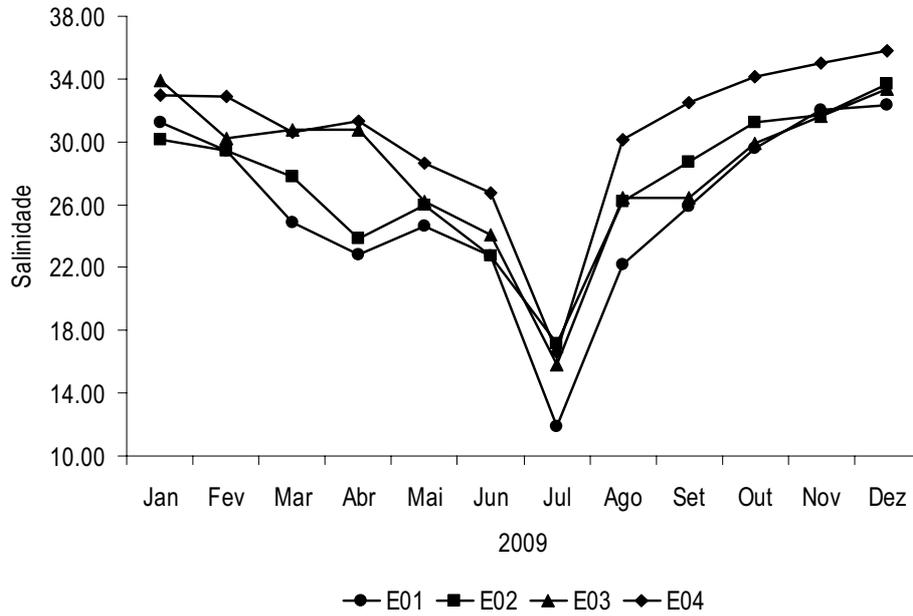


Figura 02. Valores mensais da salinidade superficial da água por estação de coleta no Canal de Santa Cruz, PE.

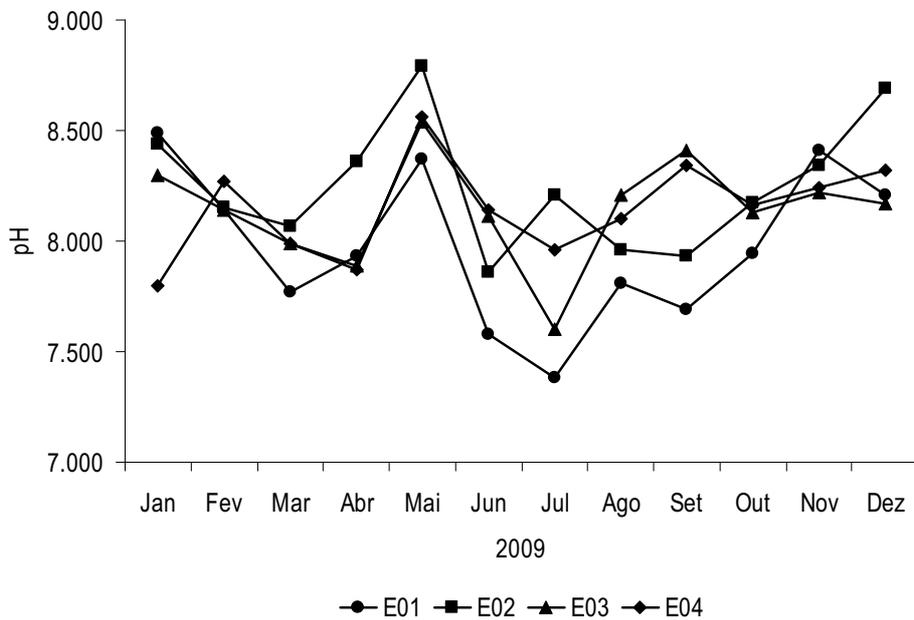


Figura 03. Valores mensais do pH superficial da água por estação de coleta no Canal de Santa Cruz, PE.

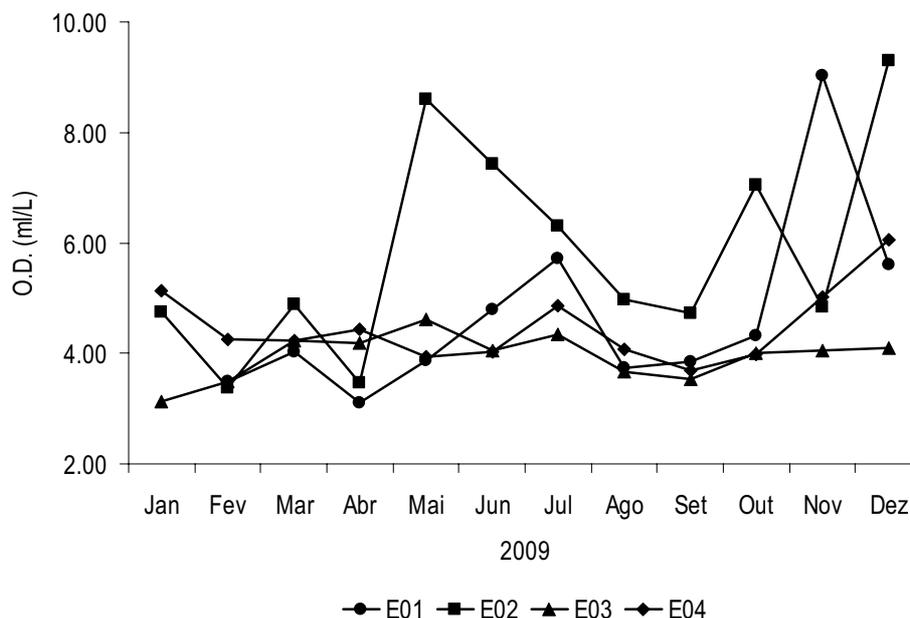


Figura 04. Valores mensais do oxigênio dissolvido superficial da água por estação de coleta no Canal de Santa Cruz, PE.

O percentual de saturação do oxigênio dissolvido no período de estudo variou de zona de baixa saturação (69.7%) a zona supersaturada (210.6%), sendo em média supersaturada ($104.4\% \pm 32.8$; mediana = 95.7%). A maior parte das amostras (53.3%) esteve na faixa saturada, em seguida 40% na faixa supersaturada e apenas 6.7% na faixa de baixa saturação. O teste t não diagnosticou diferenças significativas entre períodos seco e chuvoso, bem como a Kruskal Wallis não apontou diferenças entre as estações de amostragem.

DISCUSSÃO

De um modo geral, as áreas estuarinas apresentam variações abruptas nas condições ambientais e as variações sazonais que ocorrem em alguns parâmetros hidrológicos geralmente estão relacionadas com os fatores climatológicos, dentre eles a precipitação pluviométrica, assim como a ação das marés (TUNDISI 1970). Apesar de serem observadas oscilações ao longo do ano nos parâmetros abióticos do Canal de Santa Cruz, a salinidade foi o único fator que variou significativamente entre estações seca e chuvosa, sendo em média significativamente mais baixa no período chuvoso, tendo em vista um aumento considerável de águas fluviais e pluviais. Segundo

MACEDO (1974), as precipitações médias mensais durante o período chuvoso ultrapassam 100 mm, enquanto no período seco, a média encontra-se bem abaixo desse valor.

A salinidade da água do Canal sofre modificações ao longo de todo o ano, em resposta às condições meteorológicas locais, de acordo com MACEDO (1974), sendo afetada em menor escala em áreas próximas ao interior. Além disso, a salinidade também apresenta estreita relação com o ciclo de marés e o aporte fluvial (MACEDO *et al.* 2000). As variações sazonais de salinidade na região, de acordo com MACEDO *et al.* (1973) e MACEDO (1974), são bem evidenciadas, sendo os mais altos valores registrados durante os meses de janeiro e fevereiro e os mais baixos durante os meses de junho e julho, os quais estiveram associados às mais elevadas precipitações pluviométricas. No presente estudo, os maiores valores de salinidade foram encontrados entre dezembro e fevereiro, e os menores em julho, resultados que em parte estão de acordo com as referências acima citadas. A salinidade oscilou entre euhalina na estação seca, e meso e polihalinas durante a estação chuvosa. As amostras de salinidade foram coligidas na camada superficial de água, porém, segundo MACEDO *et al.* (2000), a estratificação no Canal é evidente, onde os valores mais elevados de salinidade são registrados na camada profunda.

Em relação à variação sazonal da temperatura, segundo MACEDO *et al.* (1973) e MACEDO (1974), os mais altos valores correspondem aos meses de janeiro e fevereiro, com um decréscimo gradativo a partir de março, culminando um mínimo nos meses de junho e julho. Porém, esses autores não verificaram grande variação da temperatura nas diferentes estações do ano. No presente trabalho, as maiores temperaturas foram registradas nos meses de outubro e novembro, e as menores em julho e agosto, além de não ter sido observada variação significativa entre estação seca e chuvosa, resultados que em grande parte estão de acordo com as referências acima citadas. Apesar da temperatura aferida no presente trabalho ser da camada superficial da água, devido à constante mistura das águas e principalmente à pequena profundidade do Canal, as variações de temperatura entre a superfície e o fundo são pequenas, não ultrapassando 1° C (MACEDO *et al.* 2000).

A variável oxigênio dissolvido em ambientes aquáticos é muito utilizada para determinar a eutroficação cultural (MARQUES JR *et al.* 2002), ou seja, aquela ocasionada por interferência humana. No presente trabalho, embora a baixa saturação de oxigênio tenha sido determinada em algumas

amostras, a anoxia não foi observada. Os altos percentuais de saturação de oxigênio dissolvido que dominaram na maioria das amostras evidenciam as excelentes condições de vida que o Canal atualmente apresenta.

Os resultados deste trabalho evidenciaram que o pH médio é alcalino, e seus valores também oscilam numa faixa alcalina. MACEDO *et al.* (1973) também encontraram valores sempre alcalinos, com exceção do mês de julho, onde se apresentaram levemente ácidos. Segundo RÉ (2000) e SOARES-GOMES & FIGUEIREDO (2002), o potencial hidrogeniônico (pH) no meio marinho usualmente é levemente alcalino, variando entre 7.5 e 8.4.

Nenhum fator físico-químico avaliado no Canal de Santa Cruz variou entre as estações de coleta, demonstrando existir uma homogeneidade neste sistema estuarino. De acordo com CAVALCANTI *et al.* (1981), vários estudos foram realizados na região do Canal de Santa Cruz, abordando vários aspectos físicos-químicos da água, demonstrando que o canal não pode ser considerado como um estuário típico, apesar de apresentar certas características que podem confundí-lo como um ambiente misto; o canal pode ser considerado como um corpo d'água costeiro, sujeito à influência terrígena devido aos vários rios que nele deságuam.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, G.O. & R.C. LINS. 1971. Os climas do Nordeste. In: VASCONCELOS SOBRINHO, J. (Ed). **As regiões naturais do Nordeste, o meio e a civilização**. CONDEPE, Recife, p. 95 - 138.
- CAVALCANTI, L.B. & M. KEMPF. 1970. Estudo da plataforma continental na área do Recife (Brasil): II Meteorologia e Hidrologia. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 9/11: 149-158.
- CAVALCANTI, L.B.; S.J. MACEDO & J.Z.O. PASSAVANTE. 1981. Estudo Ecológico da Região de Itamaracá, Pernambuco-Brasil. XXI. Caracterização do Canal de Santa Cruz em Função dos Parâmetros Físico-Químicos e Pigmentos Fotossintéticos. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 16: 157-216.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

KEMPF, M. 1970. Nota preliminar sobre os fundos costeiros da região de Itamaracá (Norte do Estado de Pernambuco). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 9/11: 95-110.

LIRA, L. 1975. **Geologia do Canal de Santa Cruz e praia submarina adjacente à ilha de Itamaracá**. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 107p.

MACEDO, S.J. ; M.J.F. MONTES & I.C. LINS. 2000. Características abióticas da área estuarina do Canal de Santa Cruz. In: BARROS, H.; E.ESKINAZI-LEÇA; S.J. MACEDO & T. LIMA (Eds.). **Gerenciamento Participativo de Estuários e Manguezais**. Editora Universitária, Recife, 1ª Ed., p. 07-25.

MACEDO, S.J. E KOENING, M.L. 1987. **Áreas estuarinas do estado de Pernambuco**. CPRH, Recife, 350p.

MACEDO, S.J.; M.E.F. LIRA & J.E. SILVA. 1973. Condições hidrológicas do Canal de Santa Cruz. **Boletim de Recursos Naturais**, 11: 55-92.

MACEDO, S.J. 1974. Fisiocologia de alguns estuários do Canal de Santa Cruz (Itamaracá – PE). Dissertação de Mestrado em Ciências, Universidade de São Paulo, 121p.

MACEDO, S.J. & K.M.P. COSTA. 1978. Estudo ecológico da região de Itamaracá-Pernambuco-Brasil. Condições hidrológicas do estuário do Rio Botafogo. **Ciência e Cultura**, 30 (7) : 346.

MARQUES Jr, A.N.; R.B.C. MORAES & M.C. MAURAT. 2002. Poluição marinha. In: PEREIRA, R.C. & A. SOARES-GOMES (Eds.). **Biologia Marinha**. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 1ª Ed, p: 311-334

MEDEIROS, C. 1991. **Circulation and mixing processes in the Itamaracá estuarine system, Brazil**. Tese de doutorado, University of South Carolina.

RÉ, P.M.A. 2000. **Biologia Marinha**. Faculdade de Ciências da Universidade de Lisboa, 94p.

RINGUELET, R.A. 1962. **Ecología acuática continental**. Buenos Aires, Ed Univ, 138p.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

SOARES-GOMES, A. & A.G. FIGUEIREDO. 2002. O Ambiente marinho. In: PEREIRA, R.C. & A. SOARES-GOMES (Eds.). **Biologia Marinha**. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 1ª Ed, p: 1-33

STRICKLAND, J.D.H. & T.R. PARSONS. 1960. A manual of sea water analysis. **Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada**, 125: 1-185.

TUNDISI, J.G. 1970. O plâncton estuarino. **Contribuições avulsas do Instituto Oceanográfico de São Paulo, série Oceanografia Biológica**, 19: 1-22.

UNESCO. 1973. International oceanographic tables. **Wormley 2**, 141p.

CAPÍTULO II:

Composição específica e variabilidade espaço-temporal dos Portunidae no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco

RESUMO

Apesar da extensiva literatura disponível sobre portunídeos, poucos estudos foram realizados no litoral do estado de Pernambuco. O presente estudo visa contribuir ao conhecimento dos Portunidae no ambiente estuarino do Canal de Santa Cruz, PE. Para tal, foram determinadas quatro estações de amostragem, onde foram realizadas coletas mensais de siris de Janeiro a Dezembro de 2009. Em laboratório, os siris foram identificados ao nível de espécie. O teste *t* de Student foi aplicado para verificar diferenças nas médias de frequências de cada espécie entre períodos seco e chuvoso, e o teste Qui-quadrado foi aplicado para diagnosticar diferenças significativas entre as frequências de cada espécie por estação de amostragem. Foram encontradas cinco espécies dentre os 2489 siris coletados no Canal de Santa Cruz durante o período de estudo: 93.4% pertenciam à espécie *Callinectes danae*, a mais abundante, e 6.6% às demais espécies: *C. exasperatus* (69%) e *C. marginatus* (28.9%), ocorreram em todos os meses de coleta; por sua vez, *C. bocourti* (0.7%) e *Charybdis helleri* (1.4%), espécie exótica do Indo Pacífico Oeste, foram registradas em apenas determinados meses do ano. O teste *t* não indicou diferenças significativas nas frequências das três espécies mais abundantes entre períodos seco e chuvoso. Além disso, o χ^2 indicou que *C. danae* se distribuiu igualmente em toda a área estuarina, porém *C. exasperatus* e *C. marginatus* foram significativamente mais frequentes na foz do Rio Paripe, que possui maior proximidade ao manguezal. Isso pôde ser explicado pelas preferências ecológicas dessas espécies. As espécies

menos abundantes não foram registradas em todas as áreas de coleta, e *Charybdis helleri* foi encontrada em baixa frequência, em apenas uma estação (Rio Paripe), sem o registro de fêmeas ovígeras. Esses fatos indicam que, embora ocorra na região, essa espécie exótica pode não estar afetando significativamente as populações nativas de siris.

Palavras-chave: Portunidae, *Callinectes*, *Charybdis*.

INTRODUÇÃO

Conhecidos comumente por siris, os Portunidae são crustáceos vágéis, possuindo último par de pereiópodes achatado, facilitando a natação. Segundo CARMONA-SUÁREZ & CONDE (2002), os siris são amplamente distribuídos pelas regiões neo e subtropicais, sendo importantes predadores no ambiente costeiro. A maioria das espécies pode ser encontrada em regiões de manguezal, caracterizadas por flutuações de salinidade e temperatura relacionadas aos ciclos de maré. São considerados hiperosmorreguladores, podendo ser capturados em salinidades que variam entre 10 e 30; entretanto, também podem ocorrer em águas oligo ou hipersalinas, em substratos de lama, areia ou conchas (PILLER *et al.* 1995; MOSER & MACINTOSH 2001; CARMONA-SUÁREZ & CONDE 2002; KENEY 2002; BRANCO & FRACASSO 2004).

A captura dirigida aos siris na região Nordeste do Brasil ocorre de forma bastante artesanal, utilizando-se embarcações não motorizadas e com aparelhos-de-pesca dos tipos puçá, rede-de-arrasto e rede-de-espera. Na pesca motorizada são capturados como fauna acompanhante, principalmente do camarão (COELHO & SANTOS 2004), e segundo esses autores, os siris possuem grande aceitação na culinária nordestina, sendo a sua comercialização efetuada com os animais vivos, cozidos ou filetados.

No Complexo estuarino do Canal de Santa Cruz, o estuário de maior produtividade pesqueira de Pernambuco, os siris se destacam como um dos principais Brachyura explorados, juntamente com o caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Ucididae), o guaiamum *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1828 (Gecarcinidae) e o aratu *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1802) (Grapsidae) (IBAMA 1999, CPRH 2001).

Apesar da extensiva literatura disponível sobre espécies de siris, em especial do gênero *Callinectes* Stimpson, 1871 (WILLIAMS, 1974; MEDEIROS 1982; PILLER *ET AL.* 1995; BRANCO & FRACASSO, 2004), poucos estudos foram realizados no litoral de Pernambuco, destacando-se os inventários faunísticos realizados por SANTOS & COELHO (1997) no litoral de Jaboatão dos Guararapes e COELHO & SANTOS (2004) no estuário do Rio Una, além do trabalho de BARRETO *et al.* (2006) sobre maturação sexual de *Callinectes danae* nos Rios Carrapicho e Botafogo. Portanto, o presente estudo visa contribuir ao conhecimento dos Portunidae do litoral pernambucano, no estuário mais produtivo do estado, tendo como hipótese que, dentre as espécies existentes no Canal de Santa Cruz, *C. danae* domina em todas as estações de coleta e meses do ano.

MATERIAIS E MÉTODOS

As coletas mensais foram realizadas de Janeiro a Dezembro de 2009, na maré vazante (para detalhes sobre a área de coleta, ver a seção Introdução Geral). Os exemplares de siris foram capturados com linha, sendo a isca um pequeno peixe abundante na região, a manjuba (Engraulidae) (Fig. 01A), e recolhidos com um jereré (rede em formato cônico, presa a um semicírculo metálico provido de um cabo longo; Fig. 01B), utilizando-se uma embarcação à vela e remo (baiteira) para deslocar-se entre as estações. O esforço de captura foi de 50 siris, independente do tempo ou da espécie. Os espécimes foram colocados em caixas com gelo (uma para cada estação) (Fig. 01C).

Em seguida, os exemplares foram transportados até o Laboratório de Carcinologia (Labcarcino; Bentos II) do Departamento de Oceanografia da UFPE, e acondicionados em sacos plásticos devidamente identificados e etiquetados (Data e Estação de coleta) em *freezer* até o momento da análise, quando foram descongelados à temperatura ambiente. Com auxílio dos trabalhos de WILLIAMS (1974) e MELO (1996), os siris foram identificados ao nível de espécie.

O percentual de participação de cada espécie por mês, por estação e no total das amostras foi estimado. Para avaliar a variabilidade temporal da distribuição dos siris no Canal, o teste *t* de Student foi aplicado para verificar as possíveis diferenças na abundância numérica de cada espécie entre períodos seco (Set/Fev) e chuvoso (Mar/Ago); já para avaliar a variabilidade espacial, o teste de ajuste do qui-quadrado ($\chi^2_{\text{tabelado}} = 3.84$) foi aplicado para diagnosticar diferenças significativas

entre as frequências de cada espécie por estação de amostragem. Ambos os testes foram realizados sob um nível de significância estatística de 5%.



Figura 01. Isca de manjuba *Anchoa filifera* (Fowler, 1915) (A), Jereré (B) para o recolhimento dos siris capturados, exemplares de siris acondicionados em gelo (C). Fotos: Marina Araujo.

RESULTADOS & DISCUSSÃO

Cinco espécies de siris Portunidae foram encontradas no Canal de Santa Cruz (CSC) durante o período de estudo, a saber (classificação segundo Ng *et al.* 2008):

Infraordem Brachyura Linnaeus, 1758

Seção Eubrachyura Saint Laurent, 1980

Subseção Heterotremata Guinot, 1977

Superfamília Portunoidea Rafinesque, 1815

Família Portunidae Rafinesque, 1815

Subfamília Portuninae Rafinesque, 1815

Callinectes danae Smith, 1869

C. exasperatus (Gerstaecker, 1856)

C. marginatus (A. Milne-Edwards, 1861)

C. bocourti A. Milne Edwards, 1879

Subfamília Thalamininae Paul'son, 1875

Charybdis helleri (A. Milne Edwards, 1867)

A diagnose, hábitat e distribuição geográfica segundo MELO (1996), além do nome vulgar de cada espécie são descritos a seguir. Os principais pontos da diagnose que facilitaram a identificação das espécies estão em negrito.

Callinectes danae Smith, 1869 (Fig. 02)

Nome vulgar: Siri-azul, tinga ou chiadeira (CALADO & SOUZA 2003), siri pontinha (FERREIRA *et al.* 2009) e na região do Canal de Santa Cruz, siri-corredor.

Diagnose: **Carapaça com quatro dentes frontais, o par mediano não mais do que a metade do par lateral (Fig. 03)** Área metagástrica com largura anterior 2-2,5 vezes o comprimento, largura posterior 1,5 vezes o comprimento. Margens ântero-laterais pouco arcadas com dentes que variam por ter margem externa convexa ou serem espiniformes, tendo a margem anterior mais curta do que a posterior. Carapaça pouco granulada, exceto na região epibranquial e perto da margem ântero-lateral. Quase lisa ao longo da largura fronto-orbital, bordo póstero-lateral e margem posterior. Quelípodas com cristas granuladas. Carpo com forte dente lateral, seguido de forte proeminência. **Gonópode do macho alcançando além do ponto mediano do esternito VI, se cruzando entre si perto da base (Fig. 04)**

Distribuição geográfica: Atlântico ocidental (Bermuda, Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela e Brasil – da Paraíba ao Rio Grande do Sul).

Habitat: Ocorre em manguezais e estuários lamosos, e também em praias arenosas e mar aberto, do entremarés até 75 metros. Também ocorre em poças nos ambientes recifais.



Figura 02. Vista dorsal de um exemplar de *Callinectes danae* Smith, 1869. Foto: Marina Araujo



Figura 03. Detalhe da frente de *Callinectes danae* Smith, 1869. Foto: Marina Araujo

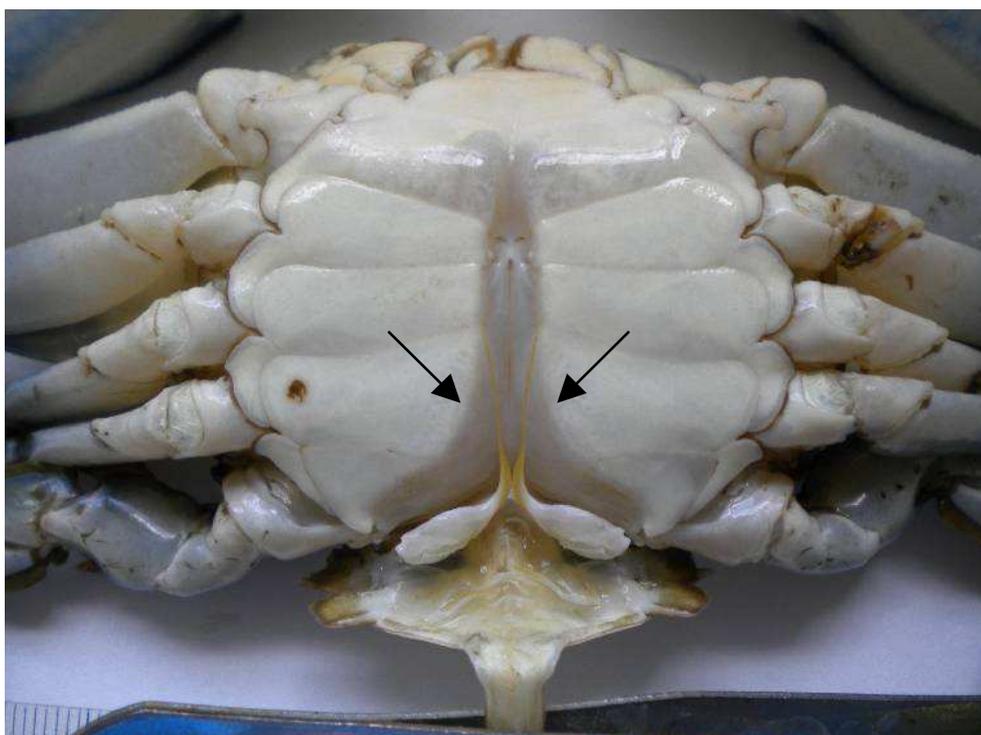


Figura 04. Gonópodes (→) do macho de *Callinectes danae* Smith, 1869. Foto: Marina Araujo

Callinectes exasperatus (Gerstaecker, 1856)(Fig. 05)

Nome vulgar: siri do mangue (CALADO & SOUZA 2003), siri açú (FERREIRA *et al.* 2009), este último também utilizado na região do Canal de Santa Cruz.

Diagnose: **Carapaça com 4 dentes frontais bem desenvolvidos, par mediano mais estreito e ligeiramente mais curto do que o lateral** (Fig. 06). Área trapezoidal metagástrica com largura anterior 2,3-2,5 vezes o comprimento e posterior 1,2-1,3 o comprimento. Margens antero-laterais fortemente arcadas com dentes, exceto o orbital externo e o lateral, curvados para frente. Dentes progressivamente mais largos lateralmente, o quinto o mais largo. **Espinho lateral forte. Superfície da carapaça bem granulada com concentração mais densa na parte central e mais espaçada na frente da região epibranchial.** Quelípodes robustos, com linhas e cristas de todos os artículos bem granulados. **Primeiro gonópode do macho alcançando pouco além da sutura entre os esternitos VI e VII, se cruzando na metade proximal e divergindo distalmente** (Fig. 07).

Distribuição geográfica: Atlântico ocidental (Bermuda, Flórida, Golfo do México, Antilhas, Venezuela e Brasil – do Maranhão até Santa Catarina).

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

Habitat: Em águas bem rasas, do entre-marés até 8 metros. Em águas salgadas e estuarinas, perto de desembocaduras de rios e de manguezais.



Figura 05. Vista dorsal de um exemplar de *Callinectes exasperatus* (Gerstaecker, 1856). Foto: Marina Araujo

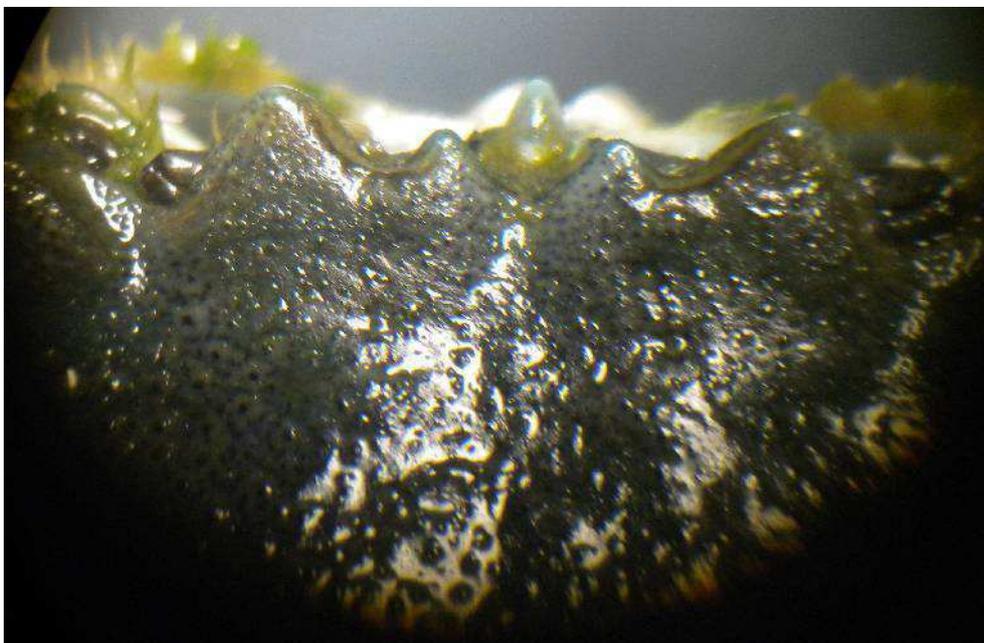


Figura 06. Detalhe da frente de *Callinectes exasperatus* (Gerstaecker, 1856). Foto: Marina Araujo

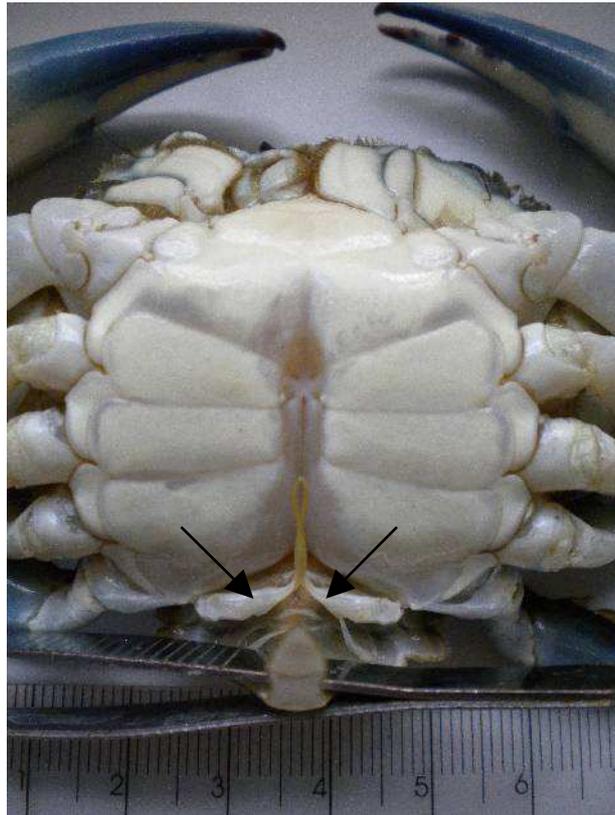


Figura 07. Gonópodes (→) do macho de *Callinectes exasperatus* (Gerstaecker, 1856). Foto: Marina Araujo

Callinectes marginatus (A. Milne-Edwards, 1861)(Fig. 08)

Nome vulgar: siri coceira (CALADO & SOUZA 2003), siri caxangá (CARQUEIJA & GOUVÊA 1998), siri pimenta (FERREIRA *et al.* 2009), este último também utilizado na região do Canal de Santa Cruz.

Diagnose: **Carapaça com 4 dentes frontais, com o par mediano não mais do que a metade do comprimento do par lateral (Fig. 09).** Área central trapezoidal curta, com largura anterior cerca de 2,4 vezes o comprimento, e largura posterior perto de 1,5 vezes o comprimento. Dentes anterolaterais, exceto o orbital externo e o lateral sem “ombros”, usualmente dirigidos para a frente, e margem anterior de todos, exceto o primeiro, côncava. Últimos 2 dentes espiniformes. **Espinho lateral moderadamente longo.** Carapaça finamente granulada, exceto nas margens posterior e póstero-lateral. Quelípodes com cristas granuladas no própode. Quela maior com grande dente

proximal no d actilo oposto a grande molar no pr opode. **Gon opodes do macho curtos, alcançando o meio do esternito VII (Fig.10).**

Distribuição geográfica: Atlântico ocidental (Carolina do Norte até a Flórida, Golfo do México, Bermuda, Antilhas, Colômbia, Venezuela e Brasil – do Ceará até São Paulo).

Habitat: Em fundos de cascalho (CARQUEIJA & GOUV EA 1998), areia e lama, periferia de manguezais, também em águas salobras, e raramente em mar aberto; do entre-marés até 25 metros (MELO 1996).



Figura 08. Vista dorsal de um exemplar de *Callinectes marginatus* (A. Milne-Edwards, 1861).

Foto: Marina Araujo



Figura 09. Detalhe da frente de *Callinectes marginatus* (A. Milne-Edwards, 1861). Foto: Marina Araujo

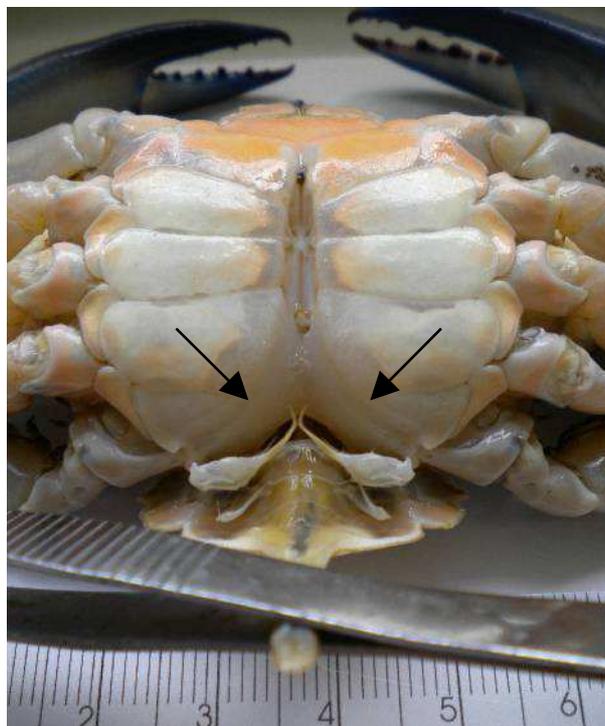


Figura 10. Gonópodes (→) do macho de *Callinectes marginatus* (A. Milne-Edwards, 1861). Foto: Marina Araujo

Callinectes bocourti A. Milne Edwards, 1879 (Fig. 11)

Nome vulgar: siri-grujaú ou siri-do-Pilar (CALADO & SOUZA 2003), siri cagão (♂) e siri nema (♀) (FERREIRA *et al.* 2009) e na região do Canal de Santa Cruz, siri cagão ou siri-leme.

Diagnose: **Carapaça com 4 dentes frontais triangulares, todos alcançando quase o mesmo nível, sendo o par mediano mais estreito do que o lateral (Fig. 12).** Área metagástrica com larguras anterior e posterior quase iguais, cerca de 2 vezes o comprimento. Margens antero-laterais pouco arcadas, com dentes dirigidos para a frente, exceto o orbital externo e o lateral. Margem anterior dos dentes mais curta do que a posterior. Superfície da carapaça lisa e brilhante nas laterais e região epibranquial. Porção central granulada, nas áreas mesobranquial e cardíaca e metade lateral dos lobos branquiais. Quelípodas lisos, exceto pelos espinhos usuais e grânulos. Dedos da queila maior bastante denteados. **Gonópodes dos machos bastante longos, muitas vezes ultrapassando o telso e cruzando as extremidades (Fig. 13).**

Distribuição geográfica: Atlântico ocidental (Flórida, Golfo do México, Antilhas, Colômbia, Venezuela, Guianas e Brasil – do Amapá até Santa Catarina).

Habitat: Em águas rasas de estuários e bocas de rio, suportando águas pouco salinas até poluídas. Encontrada associada a *C. sapidus*. Em fundos de areia, lama, conchas ou rochas. Do entre-marés até 20 metros.



Figura 11. Vista dorsal de um exemplar de *Callinectes bocourti* A. Milne Edwards, 1879. Foto: Marina Araujo

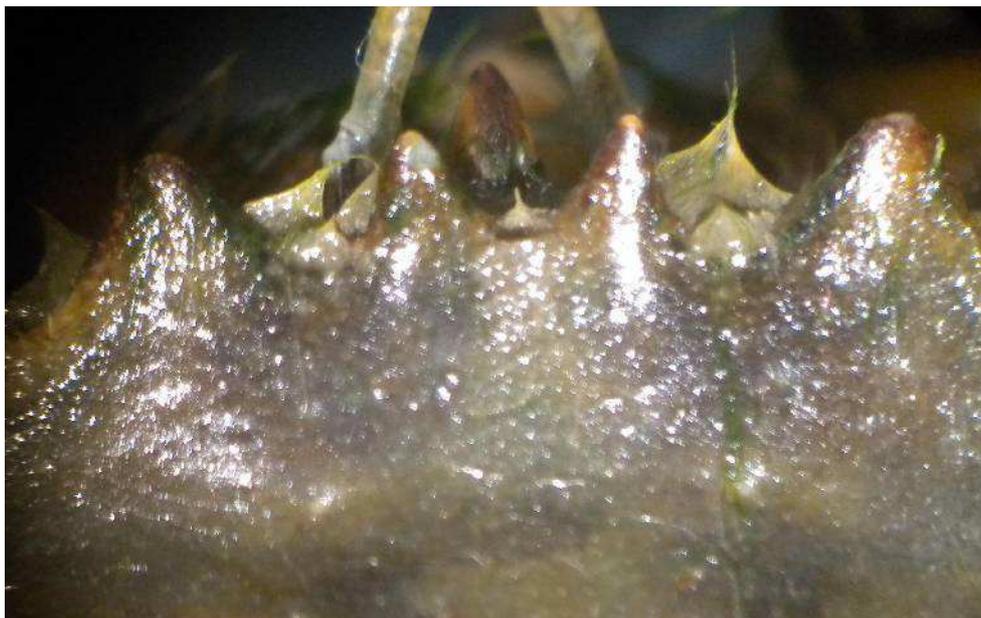


Figura 12. Detalhe da frente de *Callinectes bocourti* A. Milne Edwards, 1879. Foto: Marina Araujo

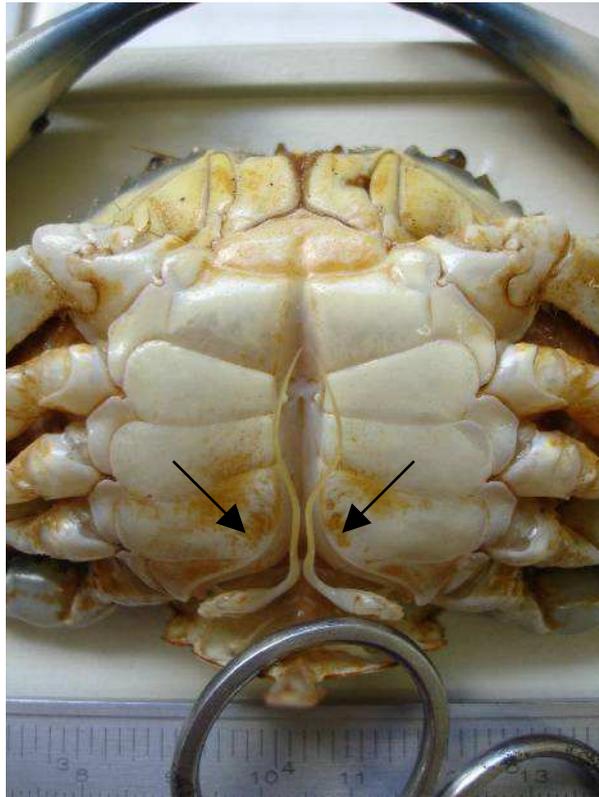


Figura 13. Gonópodes (→) do macho de *Callinectes bocourti*
A. Milne Edwards, 1879. Foto: Marina Araujo

Charybdis helleri (A. Milne Edwards, 1867)(Fig. 14)

Nome vulgar: siri de pedra.

Diagnose: Carapaça mais larga do que longa, pilosa, com regiões bem demarcadas. Linhas transversas com grânulos simples, em número de quatro. **Margem antero-lateral com seis dentes pontiagudos (incluindo o orbital externo)** (Fig. 15); primeiro dente ântero-lateral não truncado e de igual tamanho ao segundo. **Região frontal com seis dentes:** dois orbitais internos e quatro sub-medianos (Fig. 16). Carpo do quinto pereiópode armado com um espinho. Abdome e esterno são polidos. O quinto segmento estreitado bruscamente na sua porção distal. O sexto segmento quase tão largo quanto longo, sendo mais largo em sua porção distal. Telso triangular (LEENE 1938; CALADO 1996; COELHO & SANTOS 2003).

Distribuição: Como espécie nativa: Mar Vermelho, Djibouti, Somália, África do Sul, Madagascar, Golfo Pérsico, Hong Kong, Singapura, Ceilão, Índia, China, Japão, Indonésia, Filipinas, Nova

Caledônia, Austrália e Havaí. Como espécie invasora: Mediterrâneo Oriental (Egito e Israel) e Atlântico Ocidental (Flórida, Cuba, Colômbia, Venezuela, Guiana Francesa e Brasil) (CALADO 1996; DINEEN *et al.* 2001; TAVARES & AMOUROUX 2003).

Registros para o Brasil:

CE: BEZERRA & ALMEIDA (2005); **RN:** FERREIRA *et al.* (2001), FERREIRA & SANKARANKUTTY (2002); **PE:** COELHO & SANTOS (2003); **AL:** CALADO (1996); **BA:** CARQUEIJA & GOUVÊA (1996), ALMEIDA ET AL (2003); **RJ:** TAVARES & MENDONÇA JR (1996); **SP:** MANTELATTO & CORREA (1996), NEGREIROS-FRANZOZO (1996), MANTELATTO & SOUZA-CAREY (1998), MANTELATTO & DIAS (1999), MANTELATTO & FRANZOZO (2000), MANTELLATO & GARCIA (2001), MANTELATTO *et al.*(2003), BERTINI *et al.* (2004); **SC:** MANTELATTO & DIAS (1999).

Habitat: Sedimentos moles, porém, sendo encontrada também em sedimentos duros, como rochas e corais. Juvenis podem associar-se a Bryozoa, como *Schizoporella unicornis* (MANTELATTO & SOUZA-CAREY 1998). Existem também registros de indivíduos associados à raízes de *Rhizophora mangle* (CAMPOS & TÜRKAY 1989; DINEEN *et al.* 2001). Do entre-marés até 51 metros de profundidade.



Figura 14. Vista dorsal de um exemplar de *Charybdis helleri* (A. Milne Edwards, 1867). Foto: Marina Araujo



Figura 15. Detalhe da frente de *Charybdis helleri* (A. Milne Edwards, 1867). Foto: Marina Araujo



Figura 16. Detalhe da margem ântero-lateral de *Charybdis helleri* (A. Milne Edwards, 1867). Foto: Marina Araujo

Dos 2489 siris amostrados, 93.4% pertenciam à espécie *C. danae* e 6.6% às demais espécies. Destes, 69% eram *C. exasperatus*, 28.9% *C. marginatus*, 1.4% *Charybdis helleri* e 0.7% *C. bocourti*. Quatro das seis espécies de *Callinectes* registradas na costa brasileira por MELO (1996) ocorreram no CSC, o que é um resultado bastante expressivo. As únicas espécies não encontradas foram *C. sapidus* Rathbun, 1896 e *C. ornatus* Ordway, 1863, além de *C. maracaiboensis* Taissoun, 1972, espécie não citada por MELO (1996), mas registrada pela primeira vez no Brasil por SANKARANKUTTY *et al.* (1999). COELHO & SANTOS (2004), estudando a fauna de Portunídeos no Estuário do Rio Una, Pernambuco, encontrou, além das espécies registradas no CSC, *C. maracaiboensis* e *C. sapidus*.

O maior número de representantes da família Portunidae se encontra nas regiões tropicais e subtropicais, especialmente nas águas do Mar do Caribe e na costa do Brasil, diminuindo gradativamente a quantidade ao aumentar a latitude. Esta ampla diversidade de portunídeos nas águas tropicais parece ser um fenômeno de ambos os hemisférios, quando levado em conta a menor concentração de espécies nas regiões temperadas (TAISSOUN 1972).

Quanto à distribuição temporal, TEIXEIRA & SÁ (1998), estudando a carcinofauna do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú-Manguaba, Alagoas, constataram que *C. danae* foi a única espécie de siri a ocorrer em todos os meses do ano, um resultado diferente do observado no presente trabalho, onde as três espécies mais abundantes ocorreram em todos os meses do ano: *Callinectes danae* foi dominante em todos os meses (Fig. 17), resultado que corrobora com a hipótese proposta, e *C. exasperatus* foi a segunda espécie dominante, exceto em maio, quando *C. marginatus* a superou. Por sua vez, as duas espécies menos abundantes, *C. bocourti* e *Charybdis helleri*, foram registradas em apenas determinados meses do ano. Entretanto, o teste *t* não apontou diferenças significativas nas percentagens das cinco espécies entre períodos seco e chuvoso (Tab. I). A distribuição mensal destas espécies, excluindo-se *C. danae*, está representada na figura 18.

Tabela I. Abundância numérica das espécies de Portunidae (representadas por letras) nos meses de períodos seco e chuvoso no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE.

Período	Mês (2009)	Espécies				
		A	B	C	D	E
Seco	Jan	116	12	4	0	0
	Fev	210	9	2	0	0
	Set	238	3	2	0	0
	Out	204	6	1	1	0
	Nov	163	12	8	0	0
	Dez	174	9	4	0	0
	Chuvoso	Mar	222	16	5	0
Abr		229	2	1	0	1
Mai		228	4	8	0	0
Jun		198	10	6	0	1
Jul		195	21	0	0	0
Ago		173	3	3	0	0
Teste t		t	-1.18	-0.23	-0.2	1.00
	p	0.26	0.81	0.84	0.36	0.17

Legenda das espécies: A = *Callinectes danae*; B = *C. exasperatus*; C = *C. marginatus*; D = *C. bocourti*; E = *Charybdis helleri*

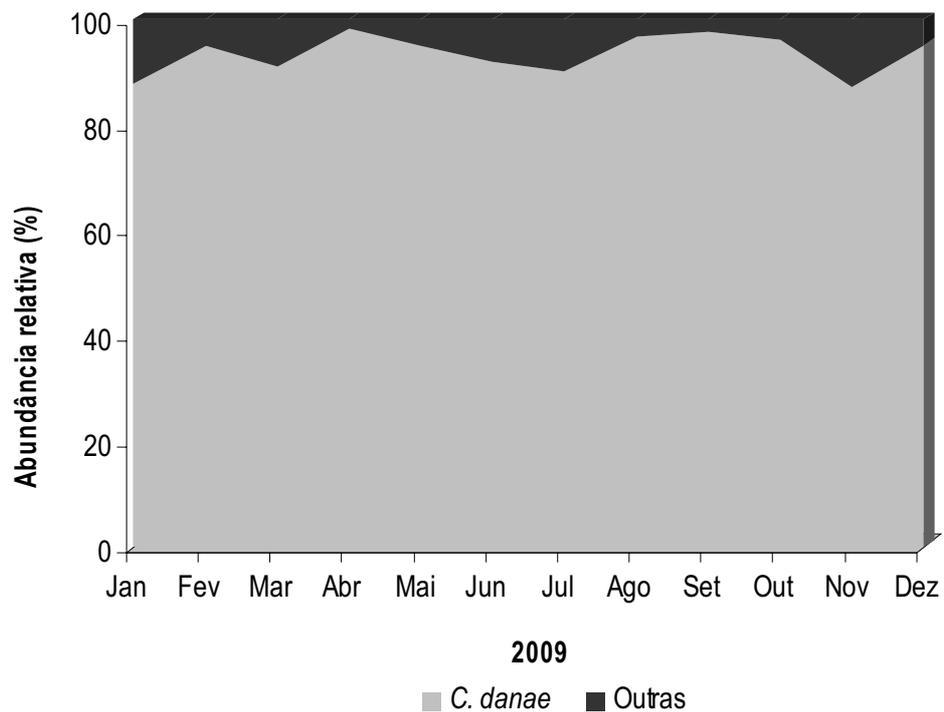


Figura 17. Abundância relativa de *Callinectes danae* e das outras espécies de Portunidae por mês de amostragem no Canal de Santa Cruz, PE.

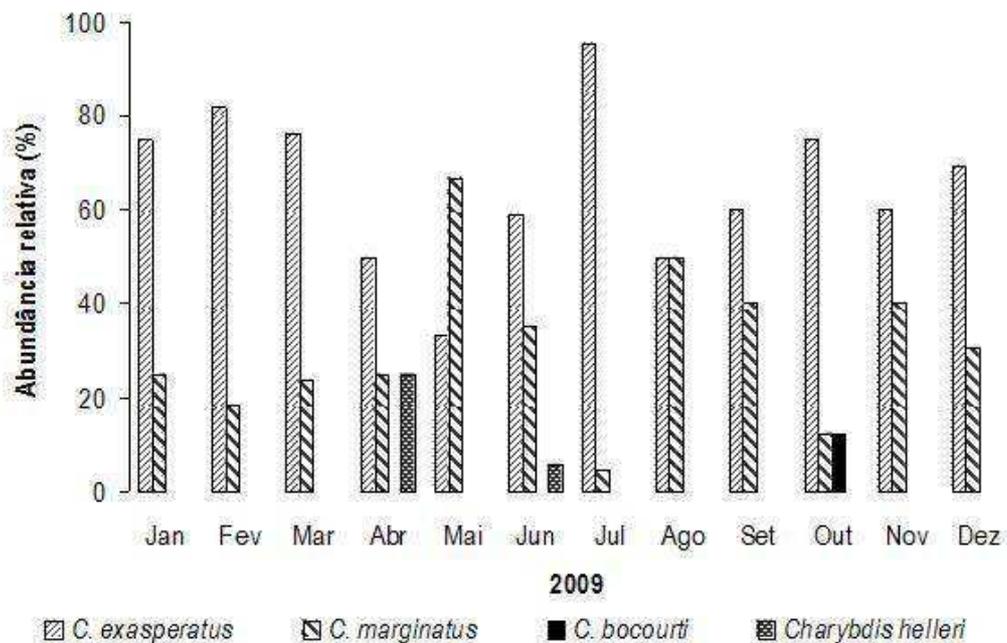


Figura 18. Abundância relativa das demais espécies de Portunidae por mês de amostragem no Canal de Santa Cruz, PE.

Quanto à distribuição espacial, as três espécies mais abundantes no CSC, *C. danae*, *C. exasperatus* e *C. marginatus*, ocorreram em todas as estações de amostragem (Tab. II). Segundo o teste do Qui-quadrado, *C. danae* se distribui igualmente em toda a área estuarina ($\chi^2 = 1.9$), porém, *C. exasperatus* e *C. marginatus* apresentaram diferenças significativas entre estações ($\chi^2 = 58.0$, 12.5 respectivamente), resultado que sugeriu que essas duas últimas espécies são mais abundantes na estação Rio Paripe, a qual possui maior proximidade ao manguezal. Tais resultados podem ser explicados pelas preferências ecológicas dessas espécies. *C. danae* aparenta possuir uma maior tolerância às variações de salinidade do que outras espécies de *Callinectes* (NEVIS *et al.* 2009), o que indica que esta espécie possui maior plasticidade para colonizar ambientes estuarinos, onde a variação da salinidade é uma das características mais acentuadas. Dentre os habitats ocupados por *C. larvatus* está a periferia de manguezais (MELO 1996), e de acordo com COELHO (1965/66), *C. exasperatus* é habitante das bases do mangue e charcos no interior do manguezal. COELHO *et al.* (2004) relata que cinco espécies de *Callinectes* são freqüentes em manguezais, mas *C. exasperatus* pode ser observada em maior freqüência durante a maré baixa, graças a seu hábito de se esconder entre as raízes do mangue, sendo por isso chamada de siri-do-mangue.

No sul do Brasil, *C. danae* é a segunda espécie mais abundante do gênero após *C. sapidus*, porém, de Santa Catarina em direção ao Norte, *C. danae* se torna mais abundante (SAWAYA & PEREIRA 1946; FARIAS 1980; MEDEIROS 1982; PITA *et al.* 1985a,b; MOREIRA *et al.* 1988). SEVERINO-RODRIGUES *et al.* (2001), estudando as populações de siri no Estuário de Santos e São Vicente, São Paulo, também observou que *C. danae* era a espécie mais abundante, assim como NEVIS *et al.* (2009), no estuário do Rio Curuçá, Pará.

As espécies menos abundantes não foram registradas em todas as áreas de coleta (Tab. II). *C. bocourti* foi coletada apenas na Ponte Presidente Vargas. MELO (1996) ressalta que *C. bocourti* suporta águas poluídas, e nas proximidades da Ponte, existe o despejo *in natura* de esgoto doméstico. Além disso, essa espécie foi encontrada em coletas experimentais nos viveiros de carcinicultura instalados nas redondezas do Canal, onde as concentrações de matéria orgânica e restos de ração costumam ser altas.

Tabela II. Abundância relativa das espécies de Portunidae por estação de amostragem no Canal de Santa Cruz, PE.

Espécies	Abundância relativa (%)			
	Estação de Coleta			
	E01	E02	E03	E04
<i>Callinectes danae</i>	28.83	28.05	21.79	21.33
<i>C. exasperatus</i>	3.61	31.33	53.01	12.05
<i>C. marginatus</i>	28.95	13.16	36.84	21.05
<i>C. bocourti</i>	0.00	100.00	0.00	0.00
<i>Charybdis helleri</i>	0.00	0.00	100.00	0.00

Charybdis helleri foi encontrada em pequena frequência, e esteve representada por dois machos juvenis no Rio Paripe. Nenhuma fêmea ovígera foi observada. Esses fatos indicam que, embora ocorra na região, essa espécie exótica oriunda do Indo Pacífico oeste pode não estar afetando significativamente as populações nativas de Portunidae. Acredita-se que a introdução dessa espécie nas Américas foi através de transporte dos estágios larvais na água de lastro de navios vindos do Mediterrâneo Oriental; porém a ocorrência em outras regiões caribenhas e na Flórida provavelmente se deu pela dispersão larval através das correntes marinhas (LEMAITRE 1985). Conforme TAVARES & AMOUROUX (2003), *C. hellerii* é um exemplo de introdução bem sucedida de uma espécie marinha exótica no Oceano Atlântico.

Não foi observada uma variabilidade temporal na distribuição específica dos Portunidae no Canal, porém, considerando as áreas de amostragem, houve diferenças, exceto em *C. danae*. Tal variabilidade espacial pode ser explicada por TAISSOUN (1972), que observou que dentro das áreas de distribuição de cada espécie de Portunidae podem existir deslocamentos ou migrações regionais que, em geral, se devem a fatores locais como ventos, precipitação, salinidade, classe e quantidade de alimento disponível e, em especial, a natureza do fundo.

REFERÊNCIAS

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

ALMEIDA, A.O.; P.A. COELHO & J.T.A. SANTOS. 2003. New records of decapod crustaceans (Dendrobranchiata and Brachyura) for the state of Bahia, Brazil. **Nauplius**, 11 (2): 129-133.

BARRETO, A.V. ; L.M.A. BATISTA-LEITE & M.C.A. AGUIAR. 2006. Maturidade sexual das fêmeas de *Callinectes danae* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho, Itamaracá-PE Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, 96: 141-146.

BERTINI, G.; A. FRANSOZO & G.A.S. MELO. 2004. Biodiversity of brachyuran crabs (Crustacea: Decapoda) from non-consolidated sublittoral bottom in the northern coast of São Paulo state, Brazil. **Biodiversity and Conservation**, 13: 2185-2207.

BEZERRA, L.E.A. & A.O. ALMEIDA. 2005. Primeiro registro da espécie Indo-Pacífica *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Crustacea : Decapoda : Portunidae) para o litoral do Estado do Ceará. **Tropical Oceanography**, 33 (1): 33-38.

BRANCO, J.O. & H.A.A. FRACASSO. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação de Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21 (1): 91-96.

CALADO, T.C.S. & E.C. SOUSA. 2003. **Crustáceos do Complexo Estuarino-Lagunar Mundaú/Manguaba, Alagoas**. FAPEAL, Maceió, 116p.

CALADO, T.C.S. 1996. Registro de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) em águas do litoral brasileiro (Decapoda: Portunidae). **Boletim de Estudos de Ciências do Mar**, 9: 175-180.

CAMPOS, N.H. & M. TÜRKAY. 1989. On a record of *Charybdis hellerii* from the Caribbean coast of Colombia (Crustacea: Decapoda: Portunidae). **Senckenbergiana Maritima**, 20 (3/4): 119-123.

CARMONA-SUÁREZ, C.A. & J.E. CONDE. 2002. Local distribution and abundance of swimming crabs (*Callinectes* spp. and *Arenaeus cribrarius*) on a tropical arid beach. **Fisheries Bulletin**, 100: 11-25.

CARQUEIJA, C.R.G. & E.P.A. GOUVÊA. 1996. A ocorrência, na costa brasileira, de um Portunidae (Crustacea, Decapoda), originário do Indo-Pacífico e Mediterrâneo. **Nauplius**, 4: 105-112.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

CARQUEIJA, C.R.G. & E.P. GOUVÊA. 1998. Hábito alimentar de *Callinectes larvatus* Ordway (Crustacea, Decapoda, Portunidae) no Manguezal de Jiribatuba, Baía de Todos os Santos, Bahia. **Revista Brasileira de Zoologia**, 15 (1): 273 – 278.

COELHO, P.A. & M.C.F. SANTOS. 2003. Ocorrência de *Charybdis hellerii* (Milne Edwards, 1867) (Crustacea, Decapoda, Portunidae) no litoral de Pernambuco. **Boletim Técnico-Científico do CEPENE**, 11: 167-173.

COELHO, P.A. & M.C.F. SANTOS. 2004. Siris do estuário do rio Una, São José da Coroa Grande, Pernambuco - Brasil (Crustacea, Decapoda, Portunidae). **Boletim Técnico Científico do CEPENE**, 12 (1): 187-194.

COELHO, P.A. 1965/66. Os crustáceos decápodos de alguns manguezais pernambucanos. **Trabalhos do Instituto Oceanográfico da Universidade Federal de Pernambuco**, 7/8:71-90.

COELHO, P.A.; L.M.A. BATISTA-LEITE; M.A.C. SANTOS & M.F.A. TORRES. O Manguezal. 2004. In: ESKINAZI-LEÇA, E.; S. NEUMANN-LEITÃO & M.F. COSTA. **Oceanografia: Um Cenário Tropical**. Ed Bagaço, Recife, 641-688 p.

COMPANHIA PERNAMBUCANA DO MEIO AMBIENTE (CPRH). 2001. **Diagnóstico Sócio-Ambiental do litoral norte de Pernambuco**. CPRH/GERCO, Recife, 211p.

DINEEN, J.F.; P.F. CLARK; A.H. HINES; S.A. REED & H.P. WALTON. 2001. Life history, larval description, and natural history of *Charybdis hellerii* (Decapoda, Brachyura, Portunidae), an invasive crab in the western Atlantic. **Journal of Crustacean Biology**, 21 (3): 774–805.

FARIAS, M.C.Q. 1980. Crustáceos decápodes da Ilha da Restinga. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, 29: 169–172.

FERREIRA, A. C. & C. SANKARANKUTTY. 2002. Estuarine carcinofauna (Decapoda) of Rio Grande do Norte, Brazil. **Nauplius**, 10 (2): 121–129.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

FERREIRA, A.C.; C. SANKARANKUTTY; I.M.C. CUNHA & F.T. DUARTE. 2001. Yet another record of *Charybdis helleri* (A. Milne Edwards) (Crustacea, Decapoda) from the northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 18 (1): 357–358.

FERREIRA, E.N.; J.S. MOURÃO; P.D. ROCHA; D.M. NASCIMENTO & D.M.M.S.Q. BEZERRA. 2009. Folk classification of the crabs and swimming crabs (Crustacea – Brachyura) of the Mamanguape river estuary, Northeastern – Brazil. **Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine**, 5:22

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). 1999. Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Estado de Pernambuco. Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Nordeste (CEPENE).

KENNEY, G. 2002. Annual Report on the Commercial Monitoring of the Hudson River Blue Crab Fishery. New England Interstate Water Pollution Control Commission in association with New York State Department of Environmental Conservation, Bureau of Marine Resources, Hudson River Fisheries Unit.

LEENE, J.E. 1938. The Decapoda Brachyura of the Siboga-Expedition. VII. Brachygnatha: Portunidae. Monographs of the Siboga Expedition, 39c, 131: 1-156.

LEMAITRE, R. 1995. *Charybdis helleri* (Milne Edwards, 1867), a nonindigenous portunid crab (Crustacea: Decapoda: Brachyura) discovered in the Indian River lagoon system of Florida. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, 108 (4): 643-648.

MANTELATTO, F.L.M. & A. FRANSOZO. 2000. A. Brachyuran community in Ubatuba bay, northern coast of São Paulo state, Brazil. **Journal of Shellfish Research**, 19 (2): 701-709.

MANTELATTO, F.L.M. & L.L. DIAS. 1999. Extension of the known distribution of *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867) (Decapoda, Portunidae) along the western tropical South Atlantic. **Crustaceana**, 72 (6): 617–620.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

MANTELATTO, F.L.M. & M.M. SOUZA-CAREY. 1998. Brachyura (Crustacea, Decapoda) associated to *Schizoporella unicornis* (Bryozoa, Gymnolaemata) in Ubatuba Bay (SP), Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, 41 (2): 212-217.

MANTELATTO, F.L.M. & R.B. GARCIA. 2001. Biological aspects of the nonindigenous portunid crab *Charybdis hellerii* in the western tropical South Atlantic. **Bulletin of Marine Science**, 68 (3): 469-477.

MANTELATTO, F.L.M.; J. O'BRIEN & R. BIAGI. 2003. Parasites and symbionts of crabs from Ubatuba bay, São Paulo State, Brazil. **Comparative Parasitology**, 70 (2): 211-214.

MANTELATTO, F.L.M. & E.K. CORREA. 1996. Composition and seasonal variation of the brachyuran crabs (Crustacea, Decapoda) living on *Sargassum cymosum* in the Ubatuba region, São Paulo, Brazil. **Bioikos**, 9/10 (1/2): 22-31.

MEDEIROS, M.F.M. 1982. Ocorrência do gênero *Callinectes* (Crustacea-Portunidae) com especial referência à *Callinectes* no estuário do Rio Sergipe, Brasil. **Atlântica**, 5: 78-79.

MELO, G.A.S. 1996. **Manual de Identificação dos Brachyura (caranguejos e siris do Litoral Brasileiro)**. Plêiade/ FAPESP, São Paulo, 603 p.

MOREIRA, P.S.; A.M. PAIVA-FILHO; C.M. OKIDA; J.M.M. SCHMIEGELOW & R. GIANNINI, 1988. Bioecologia de crustáceos decápodos, braquiúros, no sistema baía-estuário de Santos e São Vicente, SP. 1. Ocorrência e composição. **Boletim do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo**, 36: 55-62.

MOSER, S.M. & D.J. MACINTOSH. 2001. Diurnal and lunar patterns of larval recruitment of Brachyura into a mangrove estuary in Ranong Province, Thailand. **Marine Biology**, 138: 827-841.

NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. 1996. The zoea I of *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) (Decapoda, Portunidae) obtained in laboratory. **Nauplius**, 4: 165-168.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

NEVIS, A.B.; J.M. MARTINELLI; A.S.S. CARVALHO & V.J. ISAAC. 2009. Abundance and spatial-temporal distribution of the family Portunidae (Crustacea, Decapoda) in the Curuçá estuary on the northern coast of Brazil. **Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology**, 13: 71-79.

NG, P.K.L.; D. GUINOT & P.J.F. DAVIE. 2008. Systema Brachyurorum: Part 1. An annotated checklist of extant brachyuran crabs of the world. **Raffles Bulletin of Zoology, Supplement** 17: 1-286.

PILLER, S.C.; R.P. HENRY; J.E. DOELLER & D.W. KRAUS. 1995. A comparison of the gill physiology of two euryhaline crab species, *Callinectes sapidus* and *Callinectes similis*: energy production, transport-related enzymes and osmoregulation as a function of acclimation salinity. **Journal of Experimental Biology**, 198: 349-358.

PITA, J.B.; E.S. RODRIGUES; G. LOPES & J.A.P. COELHO. 1985a. Levantamento da família Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) no Complexo baía-estuário de Santos, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, 12: 153–162.

PITA, J.B.; E.S. RODRIGUES; G. LOPES & J.A.P. COELHO. 1985b. Observações bioecológicas sobre o siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae), no Complexo baía-estuário de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, 12: 35–43.

SANKARANKUTTY, C.; A.C.F. ROMAN; C.S.C. PINTO; F.E.N.V. BRACE & M.A. ALENCAR. 1999. *Callinectes maracaiboensis* Taissoun (Crustacea, Decapoda, Portunidae), a species common but so far unrecorded in the Northeast of Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 16 (1) : 145 - 159.

SANTOS, M.A.C. & P.A. COELHO. 1997. Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) do Litoral de Jaboatão dos Guararapes, Pernambuco - Brasil. **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, 25: 215-222.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

SAWAYA, P. & R. S. PEREIRA. 1946. Nota sobre a ecologia de alguns crustáceos decápodos marinhos de São Paulo. **Boletim da Faculdade de Filosofia e Ciência da Universidade de São Paulo, Zoologia**, 11: 383–392.

SEVERINO-RODRIGUES, E.; J.B. PITA & R. GRAÇA-LOPES. 2001. Pesca artesanal de siris (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na região estuarina de Santos e São Vicente (SP), Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, 27 (1): 7-19.

TAISSOUN, N.E. 1972. Estudio comparativo, taxonómico y ecológico entre los cangrejos (Decapoda. Brachyura, Portunidae), *Callinectes maracaiboensis* (nueva especie), *C. bocourti* (A. Milne Edwards) y *C. rathbunae* (Contreras) en el Golfo de Venezuela, Lago de Maracaibo y Golfo de México. **Boletín del Centro de Investigaciones Biológicas**, 6: 1-44p.

TAVARES, M. & J.B. MENDONÇA. 1996. *Charybdis hellerii* (A. Milne Edwards, 1867) (Brachyura: Portunidae), eight nonindigenous marine decapod recorded from Brazil. **Crustacean Research**, 25: 151–157.

TAVARES, M. & J.M. AMOUROUX. 2003. First record of the non-indigenous crab, *Charybdis hellerii* (A. Milne-Edwards, 1867) from French Guyana (Decapoda, Brachyura, Portunidae). **Crustaceana**, 76 (5): 625–630.

TEIXEIRA, R.L. & H. SANTOS-SÁ. 1998. Abundância de macrocrustáceos decápodos nas áreas rasas do complexo lagunar Mundaú/Manguaba, AL. **Revista Brasileira de Biologia**, 58 (3): 393-404.

WILLIAMS, A.B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Portunidae). **Fish. Bull.**, 72 (3): 685-798.

CAPÍTULO III:

Biologia populacional do siri Callinectes danae Smith, 1869 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco

RESUMO

A espécie *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) teve sua ecologia populacional estudada por vários autores, porém, a maioria dos trabalhos foi realizada no litoral sul e sudeste do Brasil. O presente trabalho tem por objetivo descrever a estrutura populacional do siri corredor *C. danae*, no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE. As coletas foram realizadas mensalmente de Janeiro a Dezembro/2009, e para cada mês foram estimados: a captura por unidade de esforço (CPUE), a largura da carapaça (LC) dos exemplares, a proporção sexual e a frequência de jovens e adultos por estação. A proporção sexual por classe de tamanho, por mês e por estação de coleta, bem como a frequência de jovens e adultos por estação, foram comparadas através do teste do qui-quadrado ($\chi^2_{\text{tabelado}} = 3.84$; $\alpha = 0.05$). O teste *t* de Student foi aplicado para comparar os valores médios da CPUE entre períodos seco e chuvoso, e de LC de machos e fêmeas (nível de significância de 5%). A ANOVA de Kruskal Wallis comparou os valores da CPUE e LC por estação. Um total de 2070 exemplares de *C. danae* foi coletado no período de estudo. A proporção sexual, considerando todas as estações e meses de amostragem, foi de 1 ♂ : 0,98 ♀. Porém, avaliando a 'sex-ratio' por área de coleta, existem variações. Os machos e os juvenis residem preferencialmente dentro do estuário, e as fêmeas adultas e ovígeras habitam a área de maior influência marinha. Também houve diferença significativa na largura de carapaça média entre os locais de amostragem, sendo os siris encontrados no interior do Canal significativamente menores.

Enquanto os juvenis se beneficiam da abundância de abrigos e comida no ambiente estuarino, as fêmeas ovígeras migram para áreas de maior profundidade e salinidade visando prover um ambiente mais favorável ao desenvolvimento embrionário e larval, além de favorecer a dispersão da prole. Os machos dominaram sobre as fêmeas apenas no mês de fevereiro. Os machos apresentaram largura de carapaça média superior à média das fêmeas (respectivamente, 60.07 ± 15.68 mm e 52.91 ± 12.40 mm), além de dominarem nas maiores classes de largura de carapaça. Esse maior tamanho dos machos é uma adaptação que confere maior proteção às fêmeas, especialmente em pós muda e logo após a cópula. Pela análise da distribuição por classe de largura, supõe-se um contínuo recrutamento de jovens à população. Os valores da CPUE foram maiores no interior do Canal, mas não variaram significativamente entre períodos seco e chuvoso.

Palavras-chave: Aspectos populacionais, proporção sexual, distribuição de *C. danae*.

INTRODUÇÃO

Define-se uma população como sendo qualquer grupo de organismos da mesma espécie ou de outros grupos, dentro dos quais indivíduos possam trocar a informação genética e que ocupam um espaço determinado, funcionando como parte de uma comunidade biótica. Uma população possui várias características ou propriedades exclusivas do grupo, que não são atributos dos organismos isoladamente. Algumas dessas propriedades são: a densidade, natalidade, distribuição etária, potencial biótico, dispersão, recrutamento e a forma de crescimento que, agrupadas, regem a dinâmica de uma população natural (ODUM 1988).

Os indivíduos que fazem parte de uma população não são idênticos; eles variam, embora algumas vezes apenas ligeiramente, em tamanho, taxa de desenvolvimento, resposta à temperatura, e assim por diante (BEGON *et al.* 2006), e interagem competindo por alimento, abrigo, parceiros reprodutivos, dentre outros, e o equilíbrio na comunidade é mantido pelas relações inter e intraespecíficas (FONTELES-FILHO 1989).

A caracterização das populações naturais é um fator importante para compreender sua estabilidade ecológica. As variações sazonais da estrutura da população, densidade, razão sexual, recrutamento juvenil e intensidade reprodutiva, juntos com estimativas de migração, taxas de

nascimento e mortalidade, são os aspectos mais freqüentes em estudos de biologia populacional (JONES & SIMONS 1983, SANTOS *et al.* 1995, BEDÊ *et al.* 2008).

Segundo VAZZOLER (1996), a proporção entre machos e fêmeas é uma informação importante para a caracterização da estrutura de uma espécie ou população, além de constituir subsídio para o estudo de outros aspectos como avaliação do potencial reprodutivo e em estimativas do tamanho do estoque. As diferenças na proporção sexual são determinadas por diversos fatores, como a mortalidade, o comportamento e o crescimento diferenciais entre machos e fêmeas, e o efeito da sazonalidade, podendo ocorrer diferenças significativas em determinados meses do ano. Ainda de acordo com a autora, os estudos sobre proporção sexual devem ser aprofundados, com análises mais diversificadas de modo a evidenciar aspectos mais detalhados da composição das populações e buscar as causas que determinam variações.

As populações de Crustacea têm sido analisadas, principalmente, pela distribuição dos indivíduos em classes de tamanho, abundância sazonal, densidade populacional, distribuição etária, proporção sexual, recrutamento e taxas de mortalidade e natalidade (MANTELLATO *et al.* 1995, SANTOS *et al.* 1995, NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* 1999, NORO & BUCKUP 2008).

A espécie *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) é um macrocrustáceo que, além de ser bastante abundante em ambientes estuarinos, também apresenta relevante importância no papel ecológico nesses ecossistemas (MANTELATTO 1995). Este siri teve sua ecologia populacional estudada por vários autores, como PITA *et al.* (1985b); NEGREIROS-FRANZOZO & FRANZOZO (1995); MANSUR (1997); BRANCO & MASUNARI (2000); CHACUR *et al.* (2000) e CHACUR & NEGREIROS-FRANZOZO (2001), BAPTISTA-METRI *et al.* (2005) e PEREIRA *et al.* (2009). Porém, esses trabalhos foram realizados em ambientes costeiros do litoral sul e sudeste do Brasil. No Nordeste brasileiro, apesar da grande importância sócio-econômica e ecológica da espécie, os estudos sobre sua biologia populacional continuam escassos, destacando-se o trabalho realizado por PEREIRA-BARROS & TRAVASSOS (1972) em Alagoas. Em Pernambuco, os siris são pouco estudados, porém intensamente explorados; em 1998, 23,8 toneladas de siris foram pescadas em ambientes estuarinos e marinhos do Estado (IBAMA 1999), sendo *C. danae* a espécie mais abundante nessas pescarias.

O presente trabalho tem por objetivo descrever a ecologia populacional do siri corredor *C. danae*, no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, analisando sua estrutura em tamanho, a proporção sexual, bem como a variação espaço-temporal e a relação com fatores ambientais, norteando-se nas seguintes hipóteses: H₁ - há um padrão diferencial de distribuição de *C. danae* entre os sexos e classes etárias ao longo do estuário (variação espacial); e H₂ - *C. danae* faz migrações durante o seu ciclo de vida juvenil e adulta no Canal de Santa Cruz (variação temporal).

MATERIAIS E MÉTODOS

As coletas foram realizadas mensalmente de Janeiro a Dezembro/2009, em dias de lua cheia, iniciando na vazante e terminando na enchente (para detalhes sobre a área de coleta, ver a seção Introdução Geral). Os exemplares de Portunidae foram capturados com linha e isca de manjuba (Engraulidae) e recolhidos com um jereré, sendo colocados em gelo para conservação do material. O deslocamento entre as estações foi numa embarcação à vela (baiteira). A pesca foi realizada por dois pescadores com quatro iscas cada, num esforço amostral de 50 siris por estação, independente do tempo necessário, sendo anotado o início e o fim da coleta, para calcular a captura por unidade de esforço (CPUE). Para esse cálculo, consideraram-se apenas os siris pertencentes à espécie em questão.

Os espécimes coletados foram transportados ao Laboratório de Carcinologia do Departamento de Oceanografia da UFPE. Os exemplares foram mantidos congelados até o momento da análise, quando foram descongelados à temperatura ambiente, e separaram-se aqueles pertencentes à *C. danae*.

Os exemplares foram sexados e classificados em jovens e adultos; a fêmea adulta apresenta abdome em forma de um semicírculo, não selado ao esterno, enquanto na fêmea jovem o abdome é triangular e selado ao esterno (Fig. 01). O macho adulto é caracterizado por abdome em forma de um T invertido e não selado ao esterno, já o macho jovem possui abdome ligeiramente triangular selado ao esterno (Fig. 02). Com um paquímetro de precisão 0.05 foi aferida, de cada indivíduo, a largura da carapaça (LC) em milímetros.

Para a caracterização da estrutura populacional, os animais foram agrupados em dezesseis classes de tamanho de largura de carapaça de 5mm de amplitude, segundo VAZZOLER (1996). O

teste Qui-quadrado ($\chi^2_{\text{tabelado}} = 3.84$; $\alpha = 0.05$) foi aplicado para diagnosticar a existência, ou não, de diferenças significativas entre as proporções sexuais por cada classe.

A proporção sexual foi analisada durante todo o período amostral, por estação de coleta e por mês, dividindo-se o número de fêmeas pelo número de machos, e o teste do Qui-quadrado também foi aplicado para verificar se a razão sexual desvia significativamente da proporção esperada (1:1).

Essas classes de largura foram representadas graficamente, para cada sexo separadamente. A moda, o valor mais freqüente da série de valores, foi estimada a partir do ponto médio do intervalo modal (o pico de freqüência). A distribuição foi classificada quanto ao número de modas em unimodal, bimodal e polimodal.

O teste *t* de Student foi aplicado para avaliar se existe diferença significativa nas médias de largura de carapaça entre machos e fêmeas ($\alpha = 0.05$). A análise de variância não paramétrica de Kruskal Wallis foi aplicada para verificar as possíveis diferenças nas medianas da CPUE e largura de carapaça entre as estações, sob um nível de significância estatística de 5%. O coeficiente de correlação linear de Pearson (*r*) foi utilizado para avaliar a correlação entre os fatores abióticos e a CPUE ($\alpha = 0.05$) (para informações sobre os dados abióticos, ver Cap. I). Os valores de *r* variam de -1 a +1 e quanto mais próximo desses valores, mais forte a associação das variáveis em exame. O escore zero desse coeficiente indica ausência de correlação (AYRES *et al.* 2007).



Figura 01. Diferenciação do abdômen de fêmea adulta, semicircular (acima) e juvenil, triangular (abaixo) de *Callinectes danae* Smith, 1869. Foto: Marina Araujo.



Figura 02. Diferenciação do abdômen de macho adulto, não selado (acima) e juvenil, selado (abaixo) de *Callinectes danae* Smith, 1869. Foto: Marina Araujo.

RESULTADOS

Um total de 2350 exemplares de *C. danae* foi coletado no período de estudo; destes, 1202 pertenciam ao sexo masculino, e 1148 eram fêmeas. A proporção sexual, considerando todas as estações e meses de amostragem, foi de 1:0,96 ($\sigma^{\text{♂}}$: $\sigma^{\text{♀}}$), proporção que, segundo o teste do Qui-quadrado, não desviou significativamente da proporção esperada de 1:1 ($\chi^2 = 0.05$; $p > 0.05$). Porém, avaliando a proporção por área de coleta, existem variações, tanto no sexo como na classe etária.

Quanto ao sexo, como demonstrado na figura 03, as fêmeas foram encontradas em maior número que os machos na estação E04 ($\chi^2 = 51.41$; $p < 0.05$), enquanto os machos ocorreram em maior quantidade que as fêmeas nas estações E01, E02 e E03 ($\chi^2 = 4.14$; 5.37; 5.50; $p < 0.05$), ou seja, no interior do estuário.

Quanto à classe etária, houve diferença significativa na distribuição espacial de jovens e adultos: as fêmeas adultas foram dominantes em relação às juvenis na estação E04 ($\chi^2 = 32.71$; $p < 0.05$); já as juvenis foram encontradas em maior frequência que as adultas nas estações E01, E02 e E03 ($\chi^2 = 93.65$; 77.73; 73.27; $p < 0.05$), de acordo com a figura 04. Além disso, fêmeas ovígeras ocorreram em maior número na estação IV (n=20), e em seguida na estação III (n=1), mas não foram encontradas nas outras localidades. Os machos juvenis foram mais numerosos que os adultos nas estações internas E01, E02 e E03 ($\chi^2 = 23.08$; 31.87; 54.76; $p < 0.05$), mas na estação E04 houve um equilíbrio numérico entre machos jovens e adultos ($\chi^2 = 0.83$; $p > 0.05$)(Fig. 05).

Quanto à variação sazonal, as frequências de machos e fêmeas nas amostras oscilaram durante o período de estudo, porém essas flutuações na proporção sexual não foram significativas em cada mês de coleta, segundo o teste do Qui-quadrado, com exceção do mês de fevereiro, quando os machos foram significativamente mais abundantes do que as fêmeas ($\chi^2 = 5.59$; $p > 0.05$)(Fig. 06).

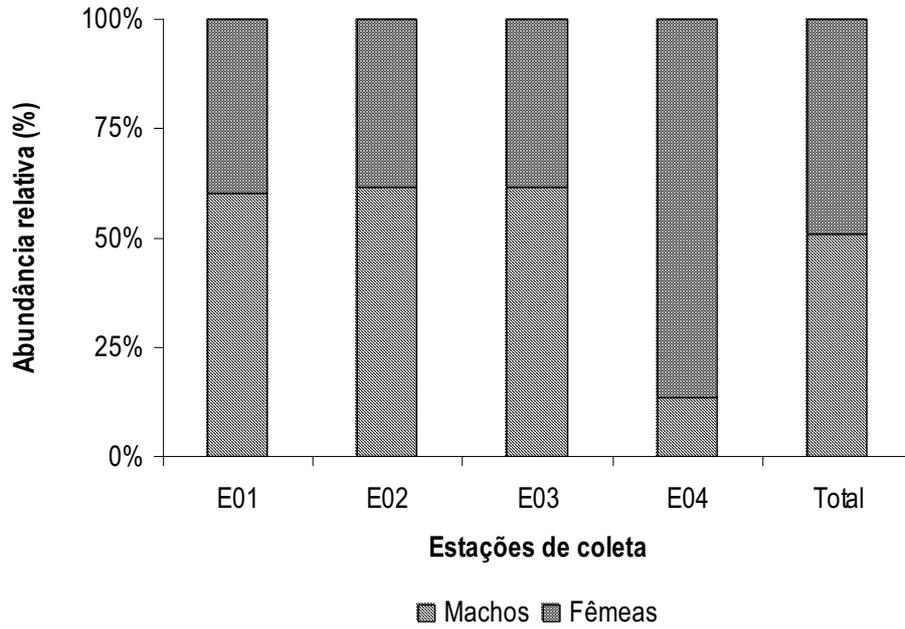


Figura 03. Abundância relativa de machos e fêmeas de *Callinectes danae* Smith, 1869 por estação de amostragem e total.

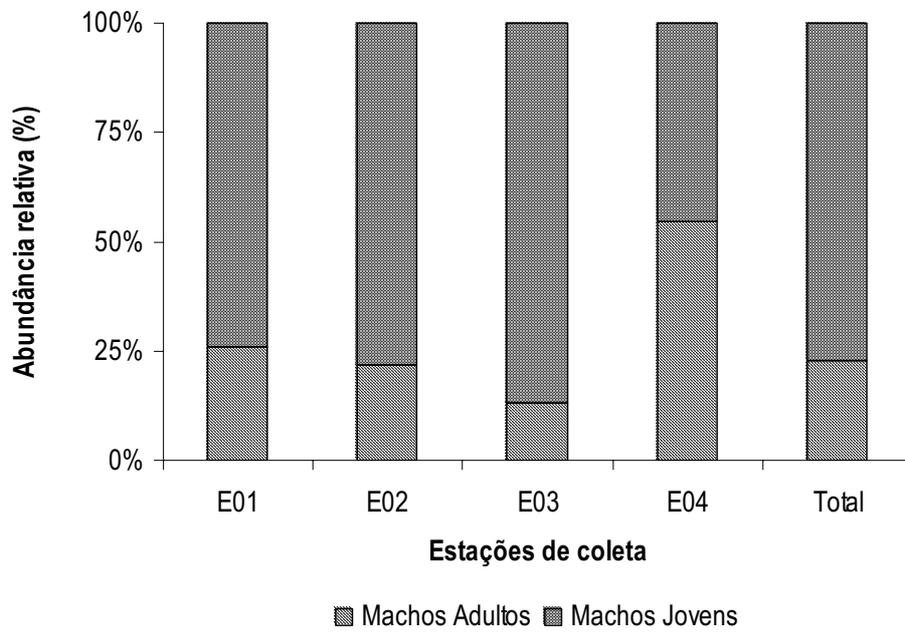


Figura 04. Abundância relativa de machos adultos e machos jovens de *Callinectes danae* Smith, 1869 por estação de amostragem e total.

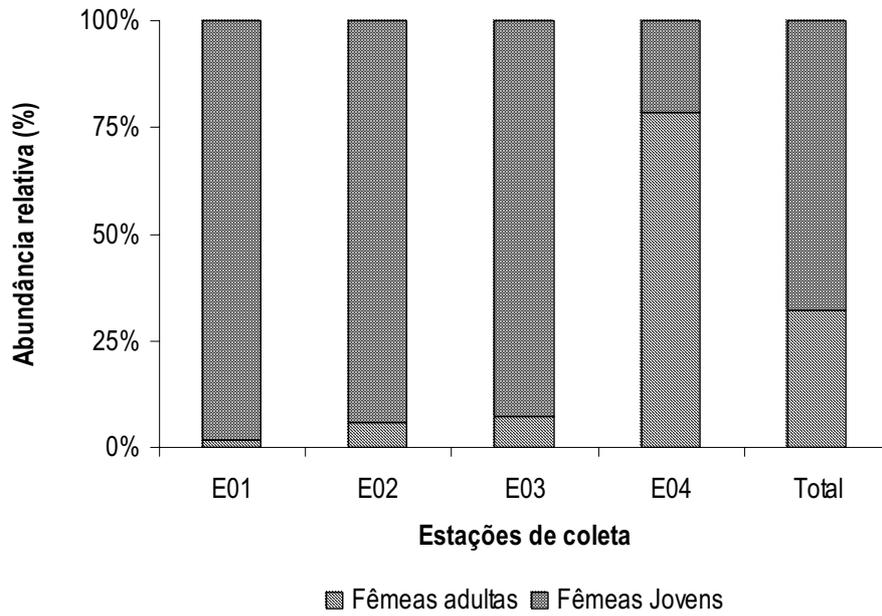


Figura 05. Abundância relativa de fêmeas adultas e fêmeas jovens de *Callinectes danae* Smith, 1869 por estação de amostragem e total.

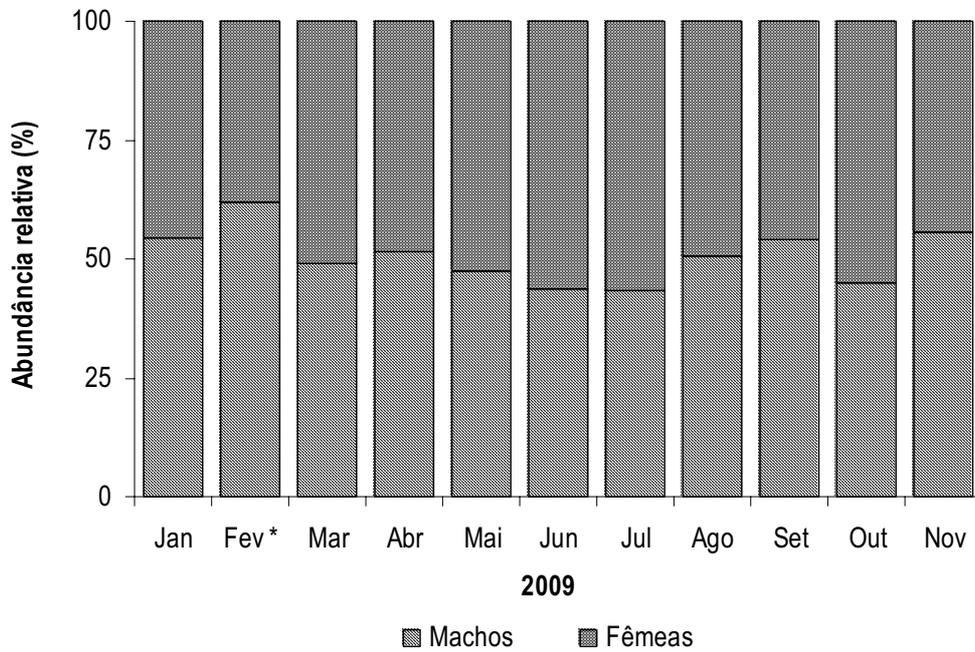


Figura 06. Abundância relativa de machos e fêmeas de *Callinectes danae* Smith, 1869 por mês de amostragem. * = houve diferença significativa ($\alpha = 0.05$).

Os machos apresentaram largura de carapaça média de 60.07 ± 15.68 mm, variando entre 23.65 e 95.6 mm, sendo a média e amplitude de largura superiores aos valores nas fêmeas, cuja largura média foi de 52.91 ± 12.40 mm, oscilando de 25.00 a 82.35 mm. A diferença entre as médias da largura de carapaça de machos e fêmeas foi significativa ($t = 10.23$; $p < 0.05$), com machos consideravelmente maiores do que as fêmeas (Fig. 07).

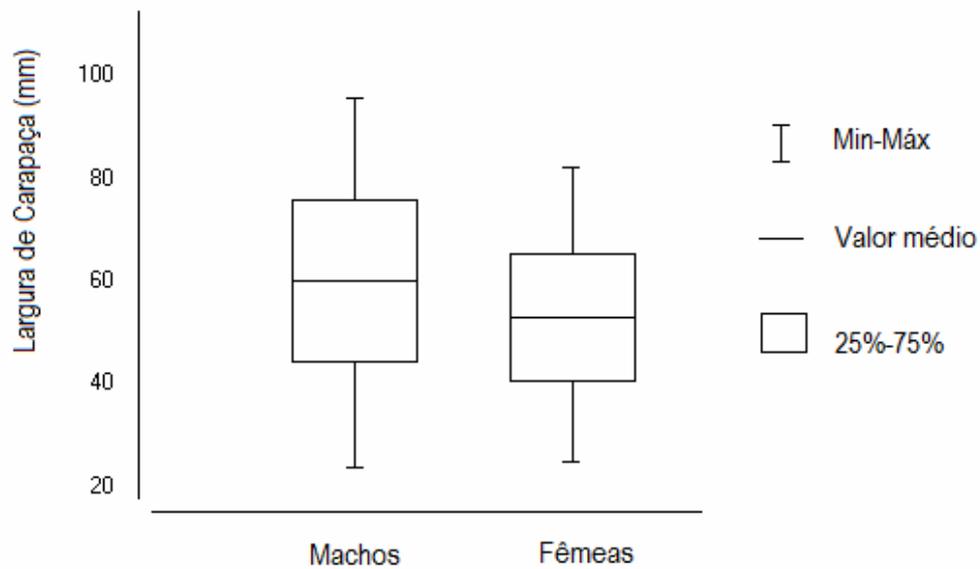


Figura 07. Largura de carapaça mínima, média e máxima de machos e fêmeas de *Callinectes danae* Smith, 1869.

Os siris foram distribuídos em dezesseis classes de largura de carapaça, variando de 20.0 a 100.0 mm (Fig. 08; Tab. I). O teste do Qui-quadrado demonstrou que existem diferenças significativas na proporção de machos e fêmeas por classe de tamanho, sendo as fêmeas dominantes nas classes de 25|—30 e 35|—40mm ($p < 0.05$), e os machos nos intervalos de 20|—25 ($p < 0.05$), e nas cinco classes entre 75|—100 ($p < 0.05$). Para detalhes sobre os resultados do qui-quadrado por classe de largura de carapaça, ver a tabela I. A distribuição por classe de tamanho também revelou, tanto para machos quanto para fêmeas, um padrão unimodal, porém com tendência a bimodalidade nas maiores classes. Nas fêmeas ocorreu uma distribuição mais simétrica e em menor amplitude (27.5 |— 82.5mm) do que os machos (22.5 |— 97,5mm). A moda da distribuição dos machos foi 52.5mm e a das fêmeas, 47.5mm (Fig. 08).

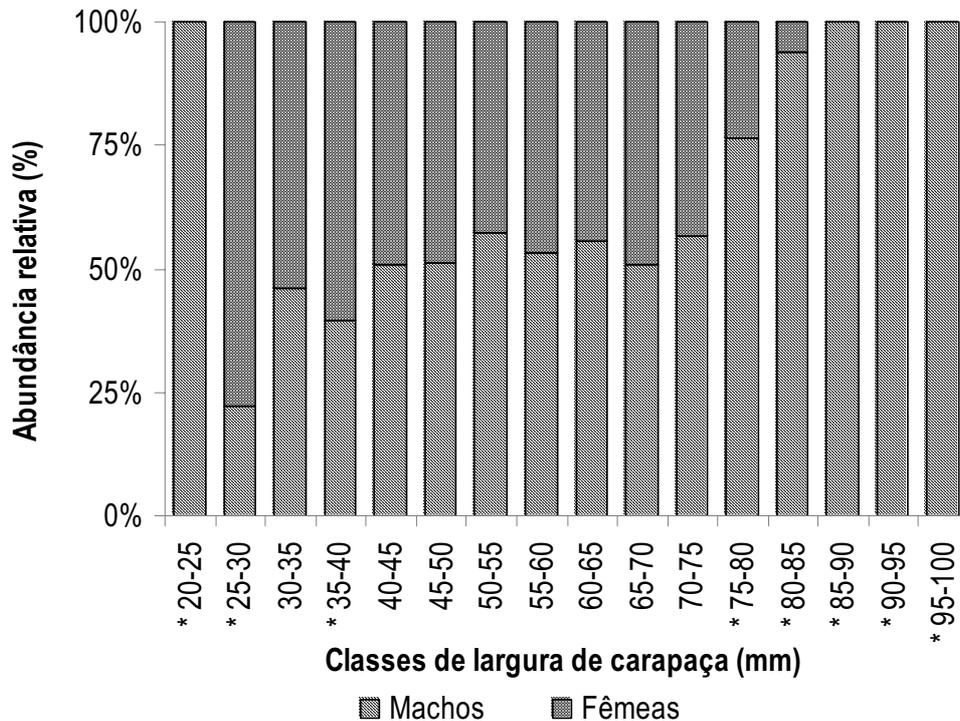


Figura 08. Distribuição da abundância relativa de *Callinectes danae* Smith, 1869 por classe de tamanho de largura de carapaça de machos e fêmeas. * = diferença significativa ($\alpha = 0.05$).

Tabela I. Número de machos, fêmeas e total de *Callinectes danae* Smith, 1869 por classe de tamanho de largura de carapaça, com os respectivos valores da proporção sexual e do qui-quadrado (χ^2). * = diferença significativa ($\alpha = 0.05$).

Classes de largura de carapaça (mm)	N ♂	N ♀	N total	Proporção sexual	χ^2
20-25	2	0	2	1:0	100.00 *
25-30	6	21	27	1:3.5	30.86 *
30-35	23	27	50	1:1.17	0.64
35-40	42	64	106	1:1.52	4.31 *
40-45	89	86	175	1:0.97	0.03
45-50	109	104	213	1:0.95	0.06
50-55	135	101	236	1:0.75	2.08
55-60	94	82	176	1:0.87	0.46
60-65	83	66	149	1:0.80	1.30
65-70	70	68	138	1:0.97	0.02
70-75	64	49	113	1:0.77	1.76
75-80	65	20	85	1:0.31	28.03 *
80-85	62	4	66	1:0.06	77.23 *
85-90	51	0	51	1:0	100.00 *
90-95	20	0	20	1:0	100.00 *
95-100	1	0	1	1:0	100.00 *

A Kruskal Wallis mostrou que existe um efeito significativo do fator estação sobre a variável dependente largura de carapaça ($p < 0.05$). O Teste de Dunn mostrou que nos machos existem diferenças significativas entre todas as estações, exceto entre E01 e E03. Já nas fêmeas, foram constatadas diferenças significativas entre a estação E04 e as demais, que não variaram significativamente entre si. Isso indica que as fêmeas da Coroa do Avião eram significativamente maiores (Tab II).

Tabela II. Valores medianos de largura de carapaça (LC) de machos e fêmeas de *Callinectes danae* Smith, 1869 por estação de coleta.

Estação	Mediana da LC (mm)	
	Fêmeas	Machos
01	45.52 b	52.10 b
02	46.92 b	58.70 a
03	47.10 b	50.92 b
04	65.87 a	72.45 c

OBS: valores por coluna com pelo menos uma letra em comum não diferem significativamente ($\alpha = 0.05$).

Os valores da CPUE variaram de 9.8 ind/h (E04, Mar/09) a 225 ind/h (E02, Fev/09), sendo em média 64.6 ind/h (mediana = 101.5 ind/h). Quanto ao local de coleta, a ANOVA não paramétrica mostrou que existe um efeito significativo do fator estação sobre a variável dependente CPUE ($\alpha = 0.05$). O Teste de Dunn mostrou que existem diferenças significativas entre as estações E02 e E04 ($p < 0.05$).

Quanto a estação do ano, o teste t de Student não apontou variações significativas entre a CPUE nos períodos seco e chuvoso, embora o valor mediano da CPUE tenha sido superior no período chuvoso ($t = -0.78$; $p = 0.44$)(Tab. III). O coeficiente linear de Pearson indicou ausência de correlação da CPUE com os parâmetros abióticos (temperatura da água $r = 0.07$ e $p = 0.70$; salinidade $r = -0.24$ e $p = 0.25$; pH $r = -0.06$ e $p = 0.74$; e O.D. $r = 0.08$ e $p = 0.69$).

Tabela III. Valores mínimos, médios e máximos da Captura por unidade de esforço (CPUE = nº indivíduos / hora) de *Callinectes danae* Smith, 1869 por área de amostragem e estação do ano. * = diferiu significativamente entre si ($\alpha = 0.05$).

Fontes de variação		CPUE (ind/h)			
		Mín	Média	Máx	Mediana
Área de amostragem	E01	11.6	78.86	146	169.5
	E02 *	32	93.535	225	117.6
	E03	18	40.2	87.14	61
	E04 *	9.785	29.395	56	62.4
Estação do ano	Seca	11.6	59.085	225	81.75
	Chuvosa	9.79	73.735	182	115.8

DISCUSSÃO

A proporção sexual, seja englobando todas as estações e meses de amostragem, seja considerando apenas o fator sazonalidade, não diferiu significativamente da proporção esperada. De acordo com WENNER (1972), são poucas as espécies de caranguejos onde a proporção sexual é de 1:1. No presente estudo, entretanto, variações significativas foram observadas quando se levou em conta o fator localidade. Observou-se nitidamente uma preferência por área entre sexos e classes etárias, corroborando com a hipótese H_1 . Quanto ao sexo, os machos residem preferencialmente dentro do estuário, e fêmeas habitam a área de maior influência marinha. Quanto ao tamanho, os juvenis abrigam-se no interior do estuário, e os adultos, em especial as fêmeas, habitam as áreas mais próximas ao mar, onde machos e fêmeas foram significativamente maiores. Segundo OLMÍ *et al.* (1990), graças à complexidade do habitat marinho, a distribuição de várias espécies varia de acordo com sua fase de desenvolvimento, podendo resultar de competição, predação e necessidades nutricionais. Além disso, os desvios na razão sexual podem ser devido a diferenças sexuais na longevidade, mortalidade e taxa de crescimento (DU PREEZ & MACLACHLAN 1984; NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* 1999).

Um padrão diferencial de distribuição, ou seja, variação espacial na proporção sexual, é característico de *C. danae* e foi evidenciado por vários autores: PEREIRA-BARROS (1980) observou que na Laguna Mundaú (AL) a proporção entre os sexos foi de quatro machos para uma fêmea, exceto no mês de julho, quando as fêmeas estão no estuário para copular; PITA *et al.* (1985b) verificaram que as fêmeas imaturas predominam no interior da Baía-estuário de Santos (SP) ao contrário das maduras, que são registradas fora dela; MANSUR (1997), estudando a distribuição de *C. danae* no Rio Acaraú (SP), encontrou que quase 100% dos indivíduos coletados em baixas salinidades eram juvenis; BRANCO & MASUNARI (2000) observaram machos dentro da Lagoa de Conceição (SC), e fêmeas ovígeras exclusivamente nas áreas costeiras; CHACUR *et al.* 2000 registraram a presença de juvenis dentro do estuário do Rio Acaraú e adultos fora, na Baía de Ubatuba (SP); e, segundo CHACUR & NEGREIROS-FRANZOZO (2001) na Baía de Ubatuba, 73% dos juvenis foram encontrados na foz do Rio Grande.

Segundo BUCHANAN & STONER (1988), esse padrão de distribuição dos siris resulta de uma combinação de preferências por habitat e interações intra/interespecíficas. Durante a fase juvenil, os siris migram para as áreas estuarinas (VAN ENGEL 1958; DE VRIES *et al.* 1983). Nesse estágio, a pressão por predação é alta, por isso os juvenis procuram seletivamente microhabitats onde os predadores são menos abundantes ou menos efetivos (HINES *et al.* 1987). Conforme GUERIN & STICKLE (1997), os juvenis se beneficiam da abundância de abrigos e comida no ambiente estuarino, que são freqüentemente limitados em áreas costeiras. No presente estudo, os estuários do Rio Paripe e o Rio Congo podem ser considerados como tais abrigos. Por sua vez, as fêmeas adultas e ovígeras migram para áreas de maior profundidade e salinidade, ambientes mais favoráveis ao desenvolvimento embrionário e larval, fenômeno já confirmado para outros portunídeos, tais como *C. sapidus* (WILLIAMS 1974), *C. ornatus* (PITA *et al.* 1985a; NEGREIROS-FRANZOZO & FRANZOZO 1995; NEGREIROS-FRANZOZO *et al.* 1999); e *Arenaeus cribrarius* (PINHEIRO & FRANZOZO 2002), além de corroborar com a hipótese H₂.

O dimorfismo sexual no tamanho de *C. danae* foi observado. Os machos apresentaram maior média de largura de carapaça que as fêmeas, o que já foi documentado para a espécie por BRANCO & MASUNARI (1992) e BAPTISTA-METRI *et al.* (2005). A distribuição por classes de largura de carapaça sugere que, em geral, as fêmeas prevalecem nas menores classes, existindo um equilíbrio nas classes intermediárias, e os machos são mais freqüentes nos maiores intervalos, além de

apresentarem uma amplitude de classes maior do que as fêmeas, corroborando com PEREIRA *et al.* (2009). Em geral, os machos das espécies de siris apresentam tamanho superior ao das fêmeas (WILLIAMS 1974) o que está de acordo com as taxas de crescimento de outros Portunidae (BRANCO & MASUNARI 1992).

O maior tamanho dos machos em comparação com as fêmeas é uma adaptação que confere maior proteção às fêmeas em pós muda logo após a cópula (abraço copulatório) como já foi relatado para a maioria dos Brachyura, e em portunídeos, como *C. ornatus* (BRANCO & LUNARDON-BRANCO 1993; MANTELATTO & FRANZOZO 1996; BAPTISTA *et al.* 2003; BRANCO & FRACASSO 2004) e *A. cribrarius* (PINHEIRO & FRANZOZO 1998). Esta diferença surge com a muda da puberdade, quando a energia metabólica é destinada ao crescimento somático nos machos, mas nas fêmeas, ela é dividida entre a produção de ovos e o crescimento (HARTNOLL 1985; MANTELATTO & MARTINELLI 1999; BAPTISTA-METRI 2005). Além disso, enquanto incubam os ovos, as fêmeas não mudam e crescem.

De acordo com MANTELATTO (1995), a bimodalidade ou polimodalidade na distribuição de frequência de tamanho usualmente reflete pulsos de recrutamento, mortalidade diferencial ou catastrófica. Unimodalidade usualmente reflete um contínuo recrutamento sem interrupções de classes e constante taxa de mortalidade, ou seja, uma população estável e equilibrada, e já foi relatada para o portunídeo *Callinectes ornatus* pelo autor acima citado. Pela análise gráfica da distribuição de frequência de machos e fêmeas por classe de largura de carapaça observada em *C. danae*, supõe-se um contínuo recrutamento de jovens incorporados à população, evidenciado pela unimodalidade dos dados.

A Captura por unidade de esforço, seja em biomassa ou em número de indivíduos, pode ser considerada o índice de abundância mais adequado para monitorar o potencial pesqueiro de uma espécie de crustáceo (PEREIRA *et al.* 2009). No presente trabalho, diferenças entre períodos seco e chuvoso, e correlações com cada parâmetro abiótico não foram observadas. Isso refuta a literatura já publicada sobre a espécie. CHACUR *et al.* (2000), estudando a espécie na Baía de Ubatuba, concluiu que a salinidade é o mais importante fator a explicar a distribuição de *C. danae* na região. Por sua vez, BUCHANAN & STONER (1988) e CHACUR & NEGREIROS-FRANZOZO (2001) afirmam que a temperatura é o fator mais importante afetando a abundância temporal desta espécie, quando comparada com outras variáveis.

Apesar de não existir correlação da CPUE com cada fator ambiental analisado no presente estudo, a abundância pode ser afetada por uma certa combinação desses fatores. Embora seja possível isolar cada fator ambiental e considerar a influência de cada um sobre os organismos separadamente, o comportamento de um indivíduo em um certo momento será determinado não apenas por um fator exógeno, mas pela influência e interação de muitos fatores atuando sinergicamente, além da ação dos fatores endógenos (SOARES-GOMES & FIGUEIREDO 2002).

Diferenças na CPUE só foram observadas quando considerado o fator área de coleta, sendo significativas entre as estações E02 e E04, ou seja, os siris são mais abundantes no interior do estuário do que em sua área de maior influência marinha. CHACUR *et al.* (2000) relataram que, na Baía de Ubatuba, as capturas também foram superiores nas estações mais internas do estuário, diminuindo em direção ao mar aberto. Esses resultados reforçam a suposição de que os siris procuram microhabitats nos estuários onde os predadores são menos abundantes ou menos efetivos. Além disso, a maior disponibilidade de alimento em ambientes estuarinos (VIDAL & SASSI 1998; BATISTA-LEITE 2005) também pode explicar essas diferenças na abundância.

REFERÊNCIAS

- AYRES, M.; M. AYRES Jr; D.L. AYRES & A.A.S. SANTOS. 2007. **Bioestat – Aplicações estatísticas nas áreas da ciências bio-médicas**. Belém do Pará, 324p.
- BAPTISTA, C.; M.A.A. PINHEIRO; A. BLANKENSTEYN & C.A. BORZONE. 2003. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20 (4): 661-666.
- BAPTISTA-METRI, C.; M.A.A. PINHEIRO; A. BLANKENSTEYN & C.A. BORZONE. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea: Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná (PR), Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22 (2): 446-453.
- BATISTA-LEITE, L.M.A. 2005. **Estudo Etnocarcinológico dos catadores de *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 (Crustacea, Brachyura, Gecarcinidae) do estuário do Rio**

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

Goiana, Pernambuco, Brasil. Tese de Doutorado em Ciências Biológicas, Universidade Federal da Paraíba (UFPB), 129p.

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

BEGON, M.; C.R. TOWNSEND & J.L. HARPER. 2006. **Ecology: from individuals to ecosystems.** Blackwell Publishing, Oxford, 759p.

BRANCO, J.O. & S. MASUNARI. 1992. Crescimento de *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) da Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 9 (1/2):53-66.

BRANCO, J.O. & S. MASUNARI. 2000. Reproductive ecology of the blue crab *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon system, Santa Catarina Isle, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 60 (1):17-27.

BRANCO, J.O. & H.A.A. FRACASSO. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação de Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21 (1): 91-96.

BRANCO, J.O. & M.J. LUNARDON-BRANCO. 1993. Crescimento e tamanho de primeira maturação em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 36 (3): 497-503.

BUCHANAN, B.A. & A.W. STONER. 1988. Distributional patterns of blue crabs (*Callinectes* spp.) in a tropical estuarine lagoon. **Estuaries**, University, Mississippi, 11 (4): 231-239.

CHACUR, M.M. & M.L. NEGREIROS-FRANSOZO. 2001. Spatial and seasonal distributions of *Callinectes danae* (Decapoda, Portunidae) in Ubatuba Bay, São Paulo, Brazil. **Journal of Crustacean Biology**, 21 (2): 414-425.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

CHACUR, M.M.; C.B. MANSUR & M.L. NEGREIROS-FRANSOZO. 2000. Distributional patterns, seasonal abundance and moult cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Ubatuba region, Brazil. **Nauplius**, 8 (2): 215-226.

DE VRIES, M.C.; C.E. EPIFANIO & A.I. DITTEL. 1983. Reproduction and periodicity of the tropical crab *Callinectes arcuatus* Ordway in Central America. **Estuarine Coastal Shellfish Science**, 17: 709-716.

DU PREEZ, H.H. & A. MCLACHLAN. 1984. Biology of three-spot swimming crab *Ovalipes punctatus* (De Hann). Reproduction, fecundity and egg development. **Crustaceana**, 47: 285-297.

FONTELES-FILHO, A.A. 1989. **Recursos pesqueiros. Biologia e dinâmica populacional.** Imprensa Oficial do Ceará, Fortaleza, 296p.

GUERIN, J.L. & W.B. STICKLE. 1997. Effects of salinity on survival and bioenergetics of juvenile lesser blue crabs, *Callinectes similis*. **Marine Biology**, 129:63-69.

HARTNOLL, R.G. 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output, p. 15-17. *In*: A. M. WENNER. **Factors in adult growth.** AA. Balkema, Roterdã, 362p.

HINES, A.H.; R.N. LIPCIUS & A.M. HADDON. 1987. Population dynamics and habitat partitioning by size, sex and molt stage of blue crabs *Callinectes sapidus* in a subestuary of Central Chesapeake Bay. **Marine Ecology, Progress Series**, 36: 55-64.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). 1999. Boletim estatístico da pesca marítima e estuarina do Estado de Pernambuco. Centro de Pesquisa e Extensão Pesqueira do Nordeste (CEPENE).

JONES, M.B. & M.J. SIMONS. 1983. Latudinal variation in reproductive characteristics of a mud crab *Helice grassa* (Grapsidae). **Bulletin of Marine Science**, 33 (3): 656-670.

MANSUR, C.B. 1997. **Distribuição ecológica do gênero *Callinectes* Stimpson, 1860 (Crustacea, Portunidae) no estuário do Rio Acaraú, Enseada de Ubatuba (SP).** Dissertação de mestrado em Ciências, Universidade Estadual Paulista, 92 pp.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

MANTELATTO, F.L.M.; A. FRANSOZO & M.L. NEGREIROS-FRANSOZO. 1995. Distribuição do caranguejo *Hepatus pudibundus* (Herbst, 1785) (Crustacea, Decapoda, Brachyura) na Enseada da Fortaleza, Ubatuba, SP, Brasil. **Boletim do Instituto Oceanográfico**, 43 (1): 51-61.

MANTELATTO, F.L.M. & A. FRANSOZO. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba region (SP) Brazil. **Nauplius**, 4: 29-38

MANTELATTO, F.L.M. & J.M. MARTINELLI. 1999. Carapace width-weight relationships of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from Ubatuba Bay, Brazil. **Iheringia, Série Zoologia**, (87): 111-116.

MANTELATTO, F.L.M. 1995. **Biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil**. Tese de Doutorado em Ciências, Universidade Estadual Paulista, 148p.

NEGREIROS-FRANSOZO, M.L. & A. FRANSOZO 1995. On the distributional of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 and *Callinectes danae* Smith, 1869 (Brachyura, Portunidae) in the Fortaleza bay, Ubatuba, SP, Brazil. **Iheringia, Serie Zoologia**, (79): 13-25.

NEGREIROS-FRANSOZO, M.L.; F.L.M. MANTELATTO & A. FRANSOZO. 1999. Population biology of *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) from Ubatuba (SP), Brazil. **Scientia Marina**, 63 (2):157-163.

NORO, C.K. & L. BUCKUP. 2008. Estrutura populacional e biologia reprodutiva de *Parastacus defossus* (Crustacea: Decapoda: Parastacidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, 25 (4): 624-629.

ODUM, E.P. 1988. **Ecologia**. Guanabara, Rio de Janeiro. 434p.

OLMI III; J. van MONTFRANS; R.N. LIPCIUS; R.J. ORTH & P.W. SADLER. 1990. Variation in planktonic availability and settlement of blue crab megalopae in the York River, Virginia. **Bulletin of Marine Science**, 46 (1): 230-243.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

PEREIRA, M.J.; J.O. BRANCO; M.L. CHRISTOFFERSEN; F. FREITAS Jr; H.A.A. FRACASSO & T.C. PINHEIRO. 2009. Population biology of *Callinectes danae* and *Callinectes sapidus* (Crustacea: Brachyura: Portunidae) in the south-western Atlantic. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, 90: 1-11.

PEREIRA-BARROS, J.B. & I.B. TRAVASSOS. 1972. Informes sobre a pesca e a biologia do siri tinga (*Callinectes danae*) e guajá (*Callinectes bocourti*), na Lagoa Mundaú – Maceió – Alagoas. **Secretaria Estadual de Pesca**, Parte II, 7p.

PEREIRA-BARROS, J.B. 1980. Sobre o dimorfismo sexual de *Callinectes danae* e o polimorfismo entre fêmeas em estágios de desenvolvimento sexual diferentes. **Revista Nordestina de Biologia**, 3: 79-89.

PINHEIRO, M.A.A. & A. FRANSOZO. 1998. Sexual maturity of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Crustacea, Brachyura, Portunidae), in Ubatuba littoral, São Paulo State, Brazil. **Crustaceana**, 71 (4):434-452.

PINHEIRO, M.A.A. & A. FRANSOZO. 2002. Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura Portunidae) on the brazilian coast near 23°30'S. **Journal Crustacean Biology**, 22 (2): 416-428.

PITA, J.B.; E.S. RODRIGUES; G. LOPES & J.A.P. COELHO. 1985a. Levantamento da família Portunidae (Crustacea, Decapoda, Brachyura) no Complexo baía-estuário de Santos, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, 12: 153–162.

PITA, J.B.; E.S. RODRIGUES; G. LOPES & J.A.P. COELHO. 1985b. Observações bioecológicas sobre o siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae), no Complexo baía-estuário de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, 12: 35–43.

SANTOS, S.; M.L. NEGREIROS-FRANSOZO & A. FRANSOZO. 1995. Morphometric relationships and maturation in *Portunus spinimanus* Latreille, 1819 (Crustacea, Brachyura, Portunidae). **Revista Brasileira de Biologia**, 55 (4): 545-553.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

SOARES-GOMES, A. & A.G. FIGUEIREDO. 2002. O Ambiente marinho. In: PEREIRA, R.C. & A. SOARES-GOMES (Eds.). **Biologia Marinha**. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 1ª Ed, p: 1-33

VAN ENGEL, W.A. 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. I. Reproduction, early development, growth, and migration. **US. Fish. Wildl. Serv. Comm. Fish. Rev.**, 20 (6): 6-17.

VAZZOLER, A.E.A.M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Maringá, PR: Nupelia, 169p.

VIDAL, W.C.L. & R. SASSI. 1998. Influência do Manguezal na região marinha adjacente à laguna Jacarapé, João Pessoa, Paraíba. In: **Iniciados**, Santa Clara, João Pessoa, 4ª ed.

WENNER, A.M. 1972. Sex ratio as a function of size in marine Crustacea. **American Naturalist**, 106: 321-350.

WILLIAMS, A.B. 1974. The swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Portunidae). **Fisheries Bulletin**, 72 (3): 685-798.

CAPÍTULO IV:

Biologia reprodutiva do siri Callinectes danae Smith, 1869 (Crustacea: Decapoda: Portunidae) no Canal de Santa Cruz, Itamaracá, Pernambuco

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi determinar o período reprodutivo e estimar o tamanho de maturidade sexual morfológica e gonadal de machos e fêmeas de *Callinectes danae* num dos sistemas estuarinos mais produtivos do Nordeste. As coletas foram realizadas em quatro estações no Canal de Santa Cruz (CSC), PE, nos dias de lua cheia, sendo os siris capturados com linha e isca, e recolhidos com jereré. Em laboratório, eles foram dissecados para a visualização macroscópica das gônadas. Foram considerados quatro estágios de maturação para os testículos (imaturado - IM, rudimentar - RU, em desenvolvimento - ED e desenvolvido - DE) e seis estágios de maturação para os ovários (imaturado - IM, rudimentar - RU, em desenvolvimento - ED, intermediário - INT, desenvolvido - DE e esgotado - ES) e foi estimada a maturação gonadal, com base na frequência de indivíduos adultos ($\sigma = ED + DE$, $\text{♀} = ED, DE, ES$) por classe de largura de carapaça. A determinação da maturidade sexual morfológica foi baseada na relação entre as variáveis comprimento do quelípode x largura de carapaça para machos e largura de abdômen x largura de carapaça para as fêmeas. A determinação do período reprodutivo foi obtida com base na porcentagem de indivíduos com gônadas maduras ($\sigma = ED + DE$, $\text{♀} = ED, DE, ES$), associada à porcentagem de fêmeas ovígeras, durante o período de estudo. A curva de maturidade gonadal indicou que 50% das fêmeas alcançaram a maturidade em 63.5 mm LC, e na análise morfológica, 50% das fêmeas alcançaram a maturidade em 59.5mm LC. Por sua vez, 50% dos machos

alcançaram a maturidade morfológica em 70.5mm LC, e gonadal em 74.5 mm LC. A presença de machos e fêmeas maduros em todos os meses do ano, e de fêmeas ovígeras em quase todos eles, indica que a atividade reprodutiva provavelmente ocorre continuamente, porém com picos de fêmeas ovígeras em fevereiro, março, e setembro. Portanto, a reprodução de *C. danae* no CSC foi caracterizada como sazonal-contínua, corroborando com os resultados disponíveis na literatura. Enquanto fêmeas ovígeras ocorreram nas estações mais externas do canal, ou seja, um provável sítio de postura das massas ovígeras, os casais foram observados nas regiões internas, isto é, uma possível região de formação de casais e cópula. Este trabalho consiste no primeiro relato sobre a maturação sexual dos machos de *C. danae* para o Nordeste brasileiro, bem como documenta a migração reprodutiva desta espécie nessa região.

Palavras-chave: Período reprodutivo, maturação sexual, migração reprodutiva.

INTRODUÇÃO

A reprodução é a função através da qual os seres vivos produzem descendentes. É um evento crítico no ciclo de vida dos animais e está intimamente relacionada com a capacidade reprodutiva, definida como uma porção das energias corporais direcionadas para esse propósito (LÓPEZ-GRECO & RODRÍGUEZ 1999). A reprodução é certamente o principal mecanismo a garantir a continuidade de uma espécie, e é um dos processos regulatórios mais importante para a manutenção dos estoques em populações naturais (COBO & FRANZOZO 2000).

Os padrões de reprodução assumidos entre os Crustacea são interpretados como padrões de vida adaptativos, formados por pressões evolutivas, com finalidade de maximizar a sobrevivência dos descendentes da próxima geração (MANTELATTO & FRANZOZO 1999). Vários estudos sobre a reprodução de caranguejos têm sido realizados, os quais tratam sobre o período reprodutivo, comportamento de acasalamento, e parâmetros como maturação sexual (ABELLO 1989; MOURA & COELHO 2003 e 2004). Estes estudos são de grande importância principalmente para as espécies exploradas comercialmente, propiciando a elaboração de leis de defeso que contribuam para manutenção dos estoques populacionais (BATISTA-LEITE 2005).

A determinação do período reprodutivo, para muitas espécies de Brachyura, é efetuada principalmente com base nos meses em que são encontradas fêmeas ovígeras, durante um intervalo

anual, apesar de também serem utilizados para sua confirmação os dados obtidos da observação macroscópica das gônadas (GIESE 1959; PILLAY & ONO 1978; CHOY 1988; SUMPTON 1990).

Entende-se por maturidade sexual o conjunto de mudanças morfológicas e fisiológicas sob as quais os jovens atingem a capacidade de produzir gametas, que podem fecundar ou serem fecundados (HARTNOLL 1985). Ela acarreta alterações no papel que esses indivíduos irão desempenhar na população, influenciando novos hábitos e comportamentos. O principal evento é a transição para a fase adulta, quando passam a atuar como agentes reprodutores.

A estimativa do tamanho em que uma determinada espécie atinge a sua maturidade sexual representa um parâmetro fundamental para a compreensão de seu ciclo de vida. Também é de extrema importância na implementação de planos de manejo visando a manutenção dos estoques naturais em espécies com algum valor alimentar e/ou comercial (ANNALA *et al.* 1980; PINHEIRO & FRANZOZO 1998). Segundo KNUCKEY (1996), várias espécies de Brachyura exploradas comercialmente têm citado em seu plano de manejo os tamanhos mínimos de captura, garantindo assim que a população atinja a maturidade e possa se reproduzir ao menos uma vez.

A avaliação do tamanho dos indivíduos no momento em que atingem a maturidade tem sido feita de várias formas, baseando-se em análises de maturidade morfológica, através do crescimento relativo; maturidade gonadal, através de observações macroscópicas das gônadas; e a maturidade funcional, através de observações comportamentais do processo de corte e cópula (HARTNOLL 1974; VAZZOLER 1996; PINHEIRO & FRANZOZO 1998; MOURA & COELHO 2004; LIMA & OSHIRO 2006). Conforme MANTELATTO & FRANZOZO (1996), o ideal é realizar um estudo comparativo sob o ponto de vista fisiológico e morfológico, visto que pode existir assincronia entre as duas maturidades (SASTRY 1983), e tal fenômeno exerce implicações na ecologia de cada espécie. Assim, a maturidade sexual representa todo um ciclo de desenvolvimento, que torna um organismo capaz de obter êxito durante a época reprodutiva, produzindo descendentes férteis (CONAN & COMEAU 1986).

Entre os diferentes critérios utilizados para a estimativa do início da maturidade, a observação do tamanho de largura de carapaça em que pelo menos 50% da população se encontra apta à reprodução (LC_{50%}) tem sido apontada como um dos principais métodos para adquirir essa informação (WENNER *et al.* 1974; FREIRE *et al.* 1991; BARRETO *et al.* 2006).

A Infraordem Brachyura representa um grupo diverso e bem sucedido, incluindo exemplares de importância econômica, como os siris do gênero *Callinectes* Stimpson (1860) (Portunidae), dentre eles *C. danae* Smith, 1869. Os aspectos reprodutivos dessa espécie, incluindo a avaliação da maturidade sexual, foram bem estudados no litoral sul e sudeste brasileiro (PITA *et al.* 1985a; MEDEIROS & OSHIRO 1990; BRANCO & THIVES 1991; BRANCO & AVILAR 1992; COSTA & NEGREIROS-FRANZOZO 1998; BRANCO & MASUNARI 2000; BAPTISTA-METRI *et al.* 2005). No nordeste brasileiro, onde é amplamente explorada nos ambientes estuarinos, sua importância sócio-econômica contrasta com a ausência de trabalhos sobre a mesma. Apenas PEREIRA-BARROS (1980) e BARRETO *et al.* (2006) estimaram a maturação sexual desta espécie no nordeste; o primeiro autor estimou o LC_{50%} para machos e fêmeas analisados conjuntamente, e o segundo e colaboradores, apenas o LC_{50%} de fêmeas.

Variações intraespecíficas no tamanho da maturidade sexual de caranguejos têm sido relatadas tanto local (DÍAZ & CONDE 1989) como geograficamente (HINES 1982), sendo associadas a fatores ambientais como temperatura e disponibilidade de alimento (ANNALA *et al.* 1980; WENNER *et al.* 1974). Por isso, são necessários mais estudos sobre a maturidade sexual de *C. danae*, em especial no segmento norte-nordeste brasileiro, onde o conhecimento sobre a biologia desta espécie é bastante escasso.

O objetivo deste trabalho, portanto, foi determinar o período reprodutivo e estimar o tamanho de maturidade sexual morfológica e gonadal de machos e fêmeas de *C. danae* num dos sistemas estuarinos mais produtivos do Nordeste, o Canal de Santa Cruz, Itamaracá, PE, além de estudar a migração reprodutiva da espécie. Para tal, são propostas as seguintes hipóteses:

- H₁ - Existem, no Canal de Santa Cruz, áreas claramente definidas de acasalamento dos siris e de postura de massa ovígera pelas fêmeas;
- H₂ - As maturidades morfológica e gonadal são atingidas de maneira sincrônica, bem como a maturidade de machos e fêmeas.
- H₃ - As fêmeas de *C. danae* realizam migração reprodutiva entre o estuário interno e área costeira no Canal de Santa Cruz;
- H₄ - A reprodução de *C. danae* exibe um padrão sazonal contínuo.

MATERIAIS E MÉTODOS

Mensalmente, nos dias de lua cheia, os exemplares de Portunidae foram coletados com linha e isca, sendo recolhidos com jereré, e as amostragens no Rio Paripe e Coroa do Avião sempre na véspera da lua (quando é esperado que a abundância de fêmeas ovíferas seja maior em direção ao mar para desovar) (para detalhes sobre a área de coleta, ver a seção Introdução Geral). A pesca foi realizada por dois pescadores com quatro iscas cada, num esforço amostral de 50 siris por estação. Também foi verificada a presença de machos e fêmeas formando casais durante a coleta. Para a preservação das gônadas, os espécimes foram transportados em caixas com gelo, até laboratório, onde foram mantidos em *freezer* até o momento das análises, quando foram descongelados à temperatura ambiente. Separaram-se aqueles pertencentes à *C. danae* e com um paquímetro de precisão 0,05mm foram aferidas as seguintes variáveis:

LC - Largura da carapaça, em ambos os sexos - medida da maior distância entre as duas extremidades laterais da carapaça, excluindo-se os espinhos laterais;

LA - Largura do abdômen, nas fêmeas - na altura da articulação do esternito do 5° somito abdominal; e

CQd - Comprimento do quelípode direito, nos machos – da base do própodo até sua extremidade.

Foram considerados seis estágios de maturação para os ovários (Quad. I) e quatro estágios de maturação para os testículos (Quad. II), adaptado de COSTA & NEGREIROS-FRANZOZO (1998)(com a adição do estágio esgotado para as fêmeas). A descrição dos aparelhos reprodutores de machos e fêmeas de *C. danae* será realizada comparando-se com *C. ornatus* (MANTELATTO 1995).

Quadro I. Estágios de maturação para os ovários de *Callinectes danae* Smith, 1869 no Canal de Santa Cruz, PE.

Estágio de maturação	Características
Imaturo (IM)	Gônadas não diferenciadas.
Rudimentar (RU)	Gônadas filamentosas não desenvolvidas. Finas e de coloração amarela-clara.
Em desenvolvimento (ED)	Início da maturação ovariana. Razão gônada /hepatopâncreas de aproximadamente 1:8. Coloração amarela. Braços e conexão ovariana são claros.
Intermediário (INT)	Ovário de coloração laranja brilhante. Razão gônada /hepatopâncreas de aproximadamente 1:2. Ovário apresenta lobos.
Desenvolvido (DE)	Ovário preenche quase toda a cavidade torácica. Coloração laranja brilhante. Lobos mais evidentes que no estágio prévio.
Esgotado (ES)	Gônadas das fêmeas ovígeras, comprida, e aparência fina e flácida, indicando a perda dos ovócitos.

Quadro II. Estágios de maturação para os testículos de *Callinectes danae* Smith, 1869 no Canal de Santa Cruz, PE.

Estágio de maturação	Características
Imaturo (IM)	Gônada não diferenciada. Testículos e vasos deferentes não podem ser observados.
Rudimentar (RU)	Testículos reconhecidos apenas com aumento. Vasos deferentes podem ser observados atrás do estomago. Gônada aparenta filamentosa e é amarela-clara ou pálida.
Em desenvolvimento (ED)	Testículos são visíveis na região ântero-lateral da cavidade abdominal. Vasos deferentes podem ser divididos em duas regiões diferentes, a frontal sendo mais fina. Razão gônada/hepatopâncreas de aproximadamente 1:4.
Desenvolvido (DE)	Gônadas completamente desenvolvidas. Vasos deferentes podem ser claramente divididos em frontal, médio e final. Vasos aparentam entrelaçados. Razão gônada/hepatopâncreas de aproximadamente 1:2.

Além disso, também foram anotados de cada indivíduo os seguintes dados: para fêmeas – abdômen triangular selado ou semicircular não selado, gonóporo fechado ou aberto, espermatecas vazias ou cheias, e presença ou ausência de massa ovígera; para machos – abdômen selado ou não selado. O teste do Qui-quadrado ($\chi^2_{\text{tabelado}} = 3.84$; $\alpha = 0.05$) foi aplicado para diagnosticar a existência, ou não, de diferenças significativas entre as freqüências de fêmeas com espermatecas cheias e vazias por mês.

Para obter a maturação gonadal, os indivíduos de cada sexo foram agrupados em duas classes: imaturos (♀ e ♂ = IM + RU) e maduros (♀ = ED + INT + DE + ES; ♂ = ED + DE). Em seguida, foi calculada a freqüência percentual dessas categorias por classe de largura de carapaça para machos e fêmeas. Esses valores foram lançados em gráfico no Excel, e o LC_{50%} foi obtido conforme adaptação da metodologia descrita por VAZZOLER (1996). O mesmo procedimento foi

realizado para obtenção do LC_{100%}, partindo-se do ponto correspondente à frequência de 100% de adultos.

A determinação da maturidade sexual morfológica foi baseada na relação entre as estruturas CQdxLC para machos e LxLC para as fêmeas. Para a determinação das categorias etárias, uma análise de “K-means clustering” foi realizada. Este método se baseia no estabelecimento pré-determinado de grupos (jovens e adultos), atribuindo os siris a um dos grupos, através do software PAST. Esta metodologia foi baseada no trabalho de SAMPEDRO *et al.* (1999), que utiliza um procedimento semelhante. Após a separação dos grupos, cada categoria etária foi dividida em classes de largura de carapaça e foram calculadas as proporções de adultos em cada classe. Com base nesses valores, no Excel, adotou-se o mesmo procedimento adaptado daquele descrito por VAZZOLER (1996).

A determinação do período reprodutivo foi obtida com base no declínio da porcentagem de indivíduos com gônadas desenvolvidas e elevação das fêmeas com gônadas esgotadas, que neste trabalho foram as gônadas das fêmeas ovígeras em estágios embrionários iniciais. O coeficiente de correlação linear de Pearson (r) foi utilizado para avaliar a correlação entre a temperatura e a salinidade da água (ver Cap. 01) com a frequência de gônadas maduras e fêmeas ovígeras por mês ($\alpha = 0.05$). Os valores de r variam de -1 a +1 e quanto mais próximo desses valores, mais forte a associação das variáveis em exame. O escore zero desse coeficiente indica ausência de correlação (AYRES *et al.* 2007).

Com base nos meses em que foram encontradas fêmeas ovígeras, a reprodução foi caracterizada, de acordo com PINHEIRO & FRANZOZO (2002), como: sazonal (presença de fêmeas ovígeras em apenas determinados meses ou estações), contínua (quando ocorrerem fêmeas ovígeras durante todos os meses do ano com a mesma intensidade) ou sazonal-contínua (com presença dessas fêmeas em todos os meses do ano, porém com períodos de pico distinguíveis de alta atividade reprodutiva em alguns meses ou estações).

RESULTADOS

Um total de 1573 indivíduos, sendo 756 fêmeas e 817 machos, foi dissecado para a visualização das gônadas. De modo geral, a morfologia do aparelho reprodutor de *C. danae* seguiu os padrões descritos para os demais portunídeos. As descrições abaixo se basearam em *C. ornatus* (MANTELATTO 1995):

Morfologia gonadal dos machos (Fig. 01):

As gônadas envolvidas por uma membrana epitelial consistem em dois testículos localizados próximos a região ântero lateral da carapaça. Na zona entre o coração e o estômago, estes enrolam formando um enovelado irregular, com coloração pálida, emitindo lóbulos e apêndices que entram profundamente pela massa hepática. O volume varia de acordo com o grau de desenvolvimento, tomando dimensões avantajadas nos adultos. Os vasos deferentes podem ser divididos em três regiões, baseando-se na espessura, coloração e localização: região anterior (vaso deferente anterior): delgada e de coloração opaca; região mediana (vaso deferente mediano): diâmetro intermediário com coloração esbranquiçada; região posterior (vaso deferente posterior): com maior diâmetro e coloração branca, desenrolando no pênis. Estas diferenças de coloração indicam a presença de células germinativas em diferentes estágios de desenvolvimento.

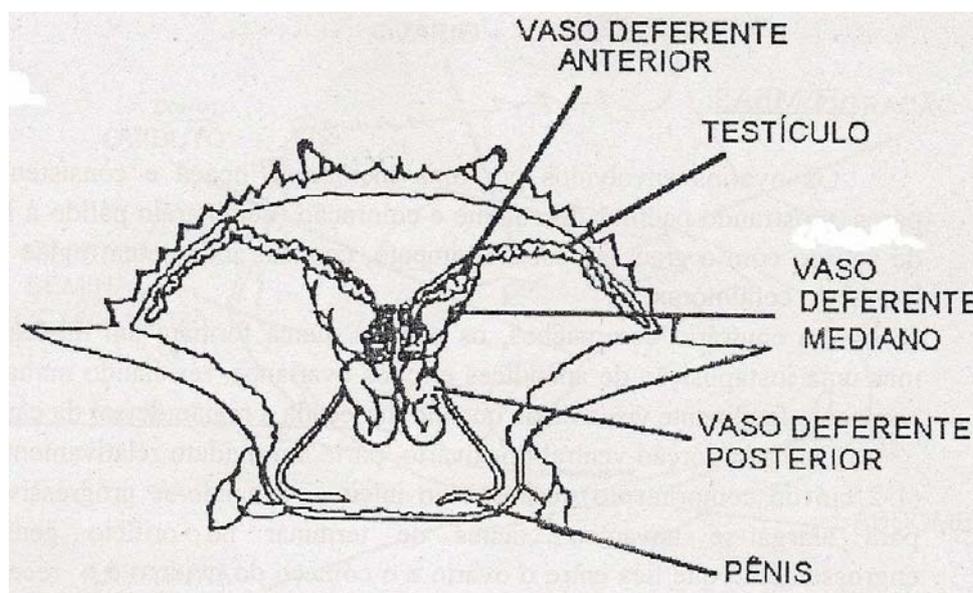


Figura 01. Vista dorsal do sistema reprodutor dos machos de *Callinectes ornatus*, segundo MANTELATTO (1995).

Morfologia gonadal das fêmeas (Fig. 02):

Os ovários envolvidos por uma membrana opaca e consistente são pares, mostrando padrões de volume e coloração (de amarelo pálido à laranja brilhante) de acordo com o grau de desenvolvimento, concentrando-se na região ântero lateral do cefalotórax. Ao contrário dos machos, os ovários nunca formam um tubo simples, mas uma justaposição de apêndices e lobos ovarianos, resultando numa massa compacta facilmente visualizada quando dissecada a região dorsal da carapaça. De cada porção ventral do ovário, parte um oviduto relativamente curto (1-2 cm de comprimento), espesso no início e afinando-se progressivamente para alargar-se novamente antes de terminar no orifício genital. O engrossamento que fica entre o ovário e o começo do oviduto é o receptáculo seminal (espermateca), onde a fêmea armazena espermátóforos com espermatozóides. A última porção do oviduto é a vagina.

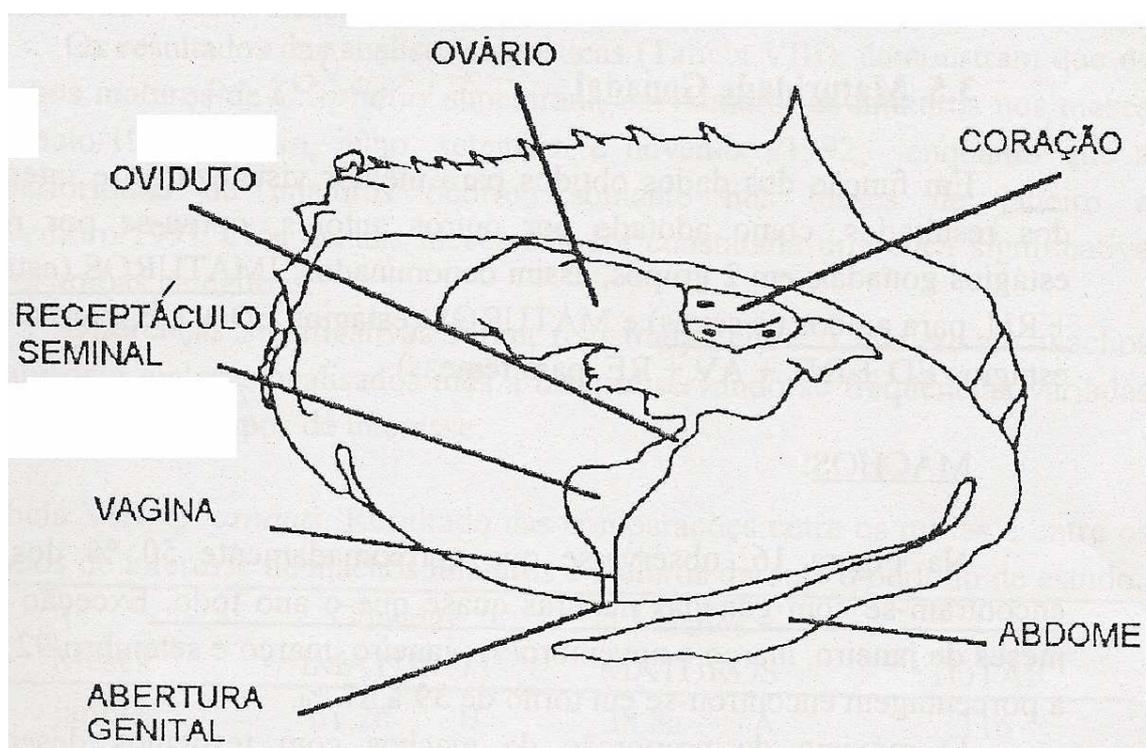


Figura 02. Vista dorso-lateral do sistema reprodutor das fêmeas de *Callinectes ornatus*, segundo MANTELATTO (1995).

Todos os seis estágios de maturação ovariana descritos para fêmeas de *Callinectes danae* foram observados no presente trabalho: imaturo (Fig. 03), rudimentar (Fig. 04), em desenvolvimento (Fig. 05), intermediário (Fig. 06), desenvolvido (Fig. 07) e esgotado (Fig. 08), representado pelas ovígeras portando massa em estágio inicial (Fig. 09). Porém, também foram coletadas fêmeas portando massa ovígera no estágio final (Fig. 10).



Figura 03. Fêmea de *Callinectes danae* Smith, 1869 com gônada em estágio imaturo no Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 04. Fêmea de *Callinectes danae* Smith, 1869 com gônada em estágio rudimentar no Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 05. Fêmea de *Callinectes danae* Smith, 1869 com gônada em estágio em desenvolvimento do Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 06. Fêmea de *Callinectes danae* Smith, 1869 com gônada em estágio intermediário no Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 07. Fêmea de *Callinectes danae* Smith, 1869 com gônada em estágio desenvolvido do Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 08. Fêmea de *Callinectes danae* Smith, 1869 com gônada em estágio esgotado do Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 09. Fêmea de *Callinectes danae* Smith, 1869 em condição ovígera, com massa em estágio inicial de desenvolvimento embrionário no Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 10. Fêmea de *Callinectes danae* Smith, 1869 em condição ovígera, com massa em estágio final de desenvolvimento embrionário no Canal de Santa Cruz, PE.

Das 756 fêmeas analisadas, a maioria (68.4%) era imatura, seguida pelo estágio intermediário (15.1%). Fêmeas desenvolvidas e ovígeras tiveram pouca participação nas amostras. No estágio imaturo, as fêmeas possuíam abdômen triangular selado (Fig. 11) e gonóporo fechado (Fig. 12), além de menor largura de carapaça média (Tab I). As fêmeas nos demais estágios apresentavam abdômen circular não selado (Fig. 13) e gonóporo aberto (Fig. 14).

Tabela I. Abundância relativa e largura de carapaça mínima, média e máxima para cada estágio gonadal das fêmeas de *Callinectes danae* Smith, 1869 no Canal de Santa Cruz, PE. IM = Imaturo, RU = rudimentar; ED = em desenvolvimento; INT = intermediário; DE = desenvolvido; ES = esgotado.

Estágio Gonadal	Abundância relativa	LC (mm)		
		Mín	Méd	Máx
IM	68.4	25.0	46.7±8.5	65.0
RU	3.8	50.3	62.4±3.7	66.6
ED	8.6	66.7	72.2±3.7	81.1
INT	15.1	53.5	67.3±5.9	82.3
DE	1.9	64.8	70.4±4.6	80.7
ES	1.9	50.5	64.8±5.2	72.0



Figura 11. Abdômen triangular selado ao esterno de fêmea imatura de *Callinectes danae* Smith, 1869 no Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 12. Gonóporos fechados (→) de fêmea imatura de *Callinectes danae* Smith, 1869 no Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 13. Abdômen semicircular não selado ao esterno de fêmea adulta de *Callinectes danae* Smith, 1869 no Canal de Santa Cruz, PE.

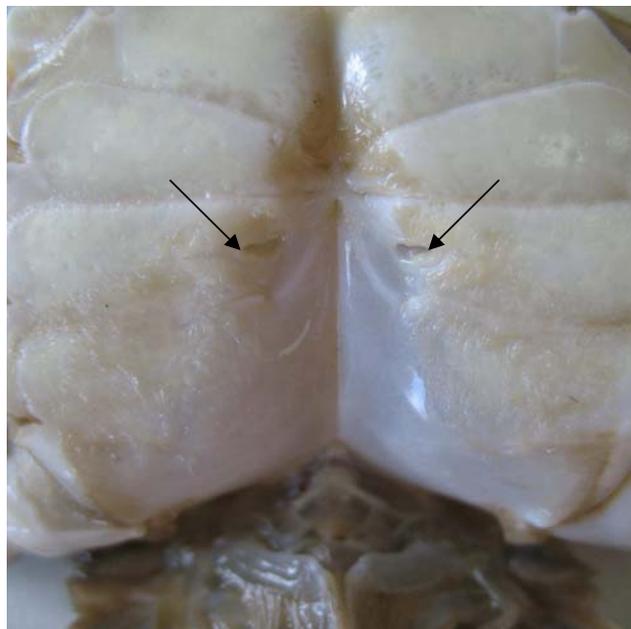


Figura 14. Gonóporos abertos (→) de fêmea adulta de *Callinectes danae* Smith, 1869 no Canal de Santa Cruz, PE.

Analisando as espermatecas das fêmeas de *C. danae*, observou-se que, em todo o período de estudo, 90.4% delas estavam vazias e 9.6% estavam cheias, uma diferença bastante significativa ($\chi^2 = 65.31$; $p < 0.05$). Todas as fêmeas imaturas e desenvolvidas possuíam espermatecas vazias (Fig. 15). Nas fêmeas nos demais estágios foi registrada a presença de espermatecas cheias (Fig. 16). Nas rudimentares, não houve diferença significativa entre as proporções de espermatecas cheias e vazias ($\chi^2 = 1.07$; $p > 0.05$). Nas fêmeas em desenvolvimento, houve diferença significativa entre as percentagens de espermatecas cheias e vazias, sendo a condição cheia dominante ($\chi^2 = 17.25$; $p < 0.05$). Já nas fêmeas intermediárias, a condição vazia foi dominante ($\chi^2 = 93.11$; $p < 0.05$). Apenas uma fêmea ovígera apresentou espermatecas cheias. Quanto à variação mensal, observa-se que a condição de espermateca vazia domina em todos os meses do ano. No mês de março, nenhuma fêmea com espermateca cheia foi encontrada, e nos meses de agosto, setembro e outubro, houve um aumento na quantidade de fêmeas com espermatecas cheias, sendo o pico de frequência em agosto (Fig. 17). Para detalhes sobre a abundância de espermatecas cheias e vazias por estágio gonadal, ver tabela II.

Tabela II. Abundância relativa de espermatecas cheias e vazias por estágio de desenvolvimento gonadal das fêmeas de *Callinectes danae* Smith, 1869 no Canal de Santa Cruz, PE. IM = Imaturo, RU = rudimentar; ED = em desenvolvimento; INT = intermediário; DE = desenvolvido; ES = esgotado.

Condição da espermateca	Estágios de desenvolvimento gonadal com Abundância relativa (%)					
	IM *	RU	ED *	INT *	DE *	ES *
Cheia	0.0	44.8	70.8	1.8	0.0	6.7
Vazia	100.0	55.2	29.2	98.2	100.0	93.3

OBS: nos estágios assinalados com * houve diferença significativa na proporção de espermatecas cheias e vazias ($\alpha = 0.05$).



Figura 15. Espermatecas vazias de fêmea imatura de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Portunidae) do Canal de Santa Cruz, PE.

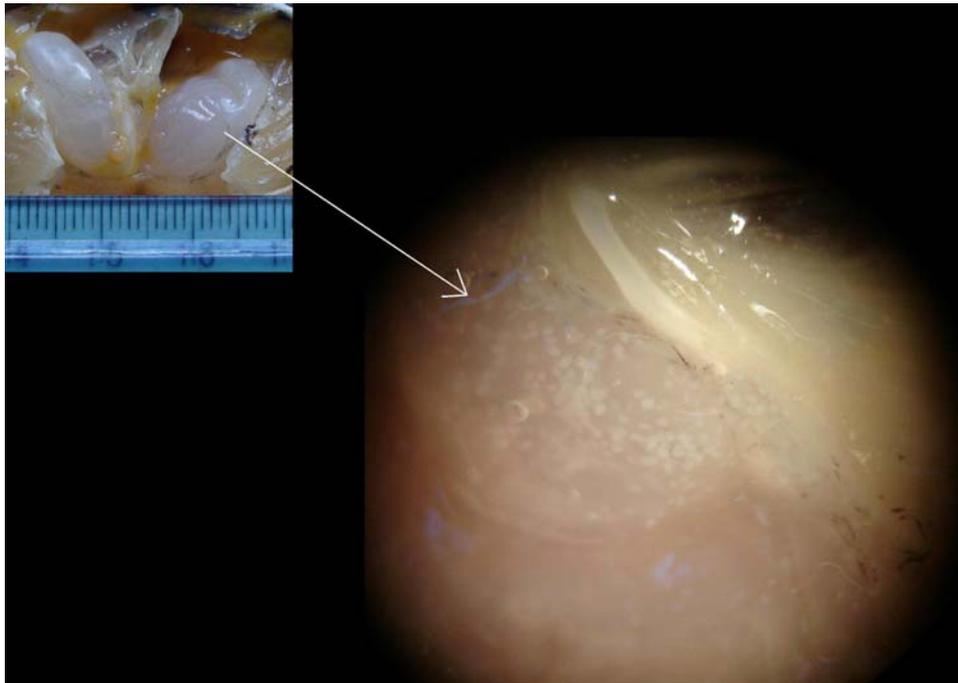


Figura 16. Detalhe das espermatecas cheias de fêmea de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Portunidae) do Canal de Santa Cruz, PE, em estereomicroscópio (4x) mostrando a presença de espermatozóos (pequenos pontos brancos).

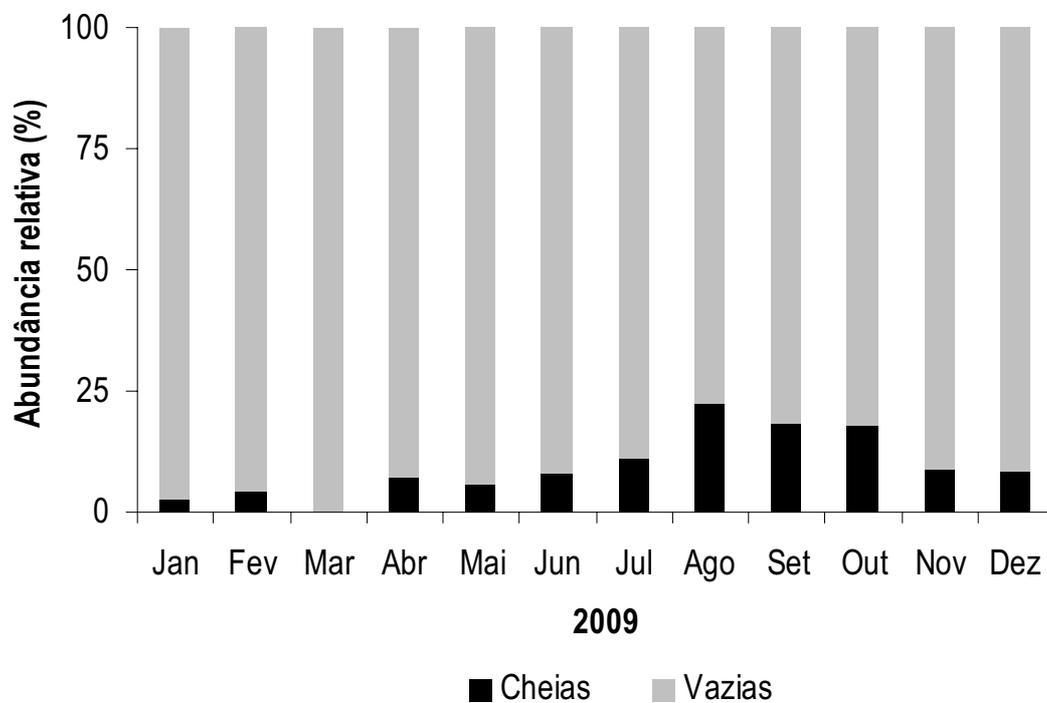


Figura 17. Abundância relativa de espermatecas vazias e cheias por mês de coleta em fêmeas de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Portunidae) no Canal de Santa Cruz.

Cinco dos seis estágios de maturação gonadal das fêmeas de *C. danae* ocorreram em todos os meses do estudo. As fêmeas com gônadas desenvolvidas só ocorreram em janeiro e de junho a outubro, sendo mais frequentes nos meses de janeiro e julho (Fig.18). Analisando essa figura, observou-se no mês de janeiro a presença de muitas fêmeas desenvolvidas e nenhuma esgotada. Em fevereiro, porém, houve uma redução no número de desenvolvidas e um aumento na abundância de esgotadas, indicando que houve a postura da massa de ovócitos com a fertilização dos mesmos, e esse padrão continua no mês de março. Em abril e em maio, não se observou a presença de desenvolvidas ou esgotadas. Em junho, as fêmeas desenvolvidas reaparecem, bem como a condição esgotada. Existe um pico de fêmeas desenvolvidas em julho, que diminui em agosto, e em setembro, nota-se um segundo pico de fêmeas esgotadas. Em novembro e em dezembro, ainda ocorrem fêmeas esgotadas, mas as desenvolvidas estão ausentes. Porém, considerando que os estágios em desenvolvimento, intermediário, desenvolvido e esgotado foram agrupados como adultos para a estimativa do LC_{50%} fisiológico, fêmeas adultas ocorreram em todos os meses do ano.

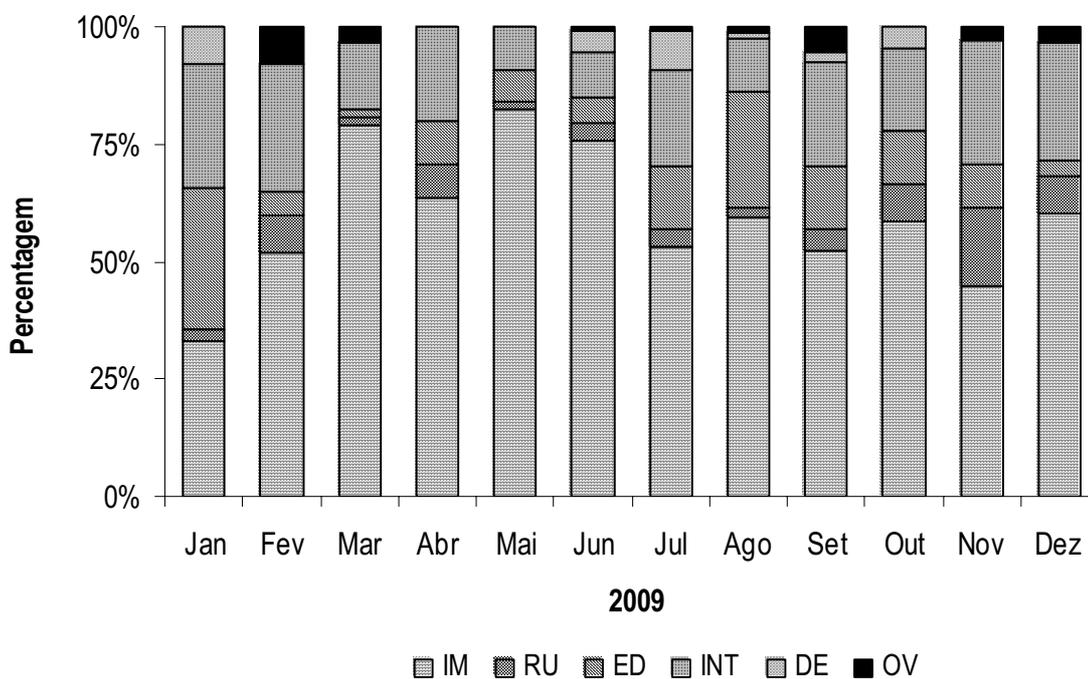


Figura 18. Percentagem de cada estágio de desenvolvimento gonadal de fêmeas de *Callinectes danae* Smith, 1869 por mês de coleta no Canal de Santa Cruz. IM = Imaturo, RU = rudimentar; ED = em desenvolvimento; INT = intermediário; DE = desenvolvido e ES = esgotado.

As fêmeas ovígeras tiveram pouca participação no presente estudo, representando apenas 1.9% (n=21) do total de fêmeas coletadas. Nas estações internas do Canal (E01 e E02) não foi coletada nenhuma fêmea ovígera. As mesmas só foram registradas para as estações E04 (95.2%) e E03 (4.8%), ou seja, dominaram na estação mais próxima ao mar. Elas ocorreram em quase todos os meses do ano de coleta, com exceção dos meses de janeiro, abril, maio e outubro, sendo o pico de abundância nos meses de fevereiro e setembro (Fig. 19).

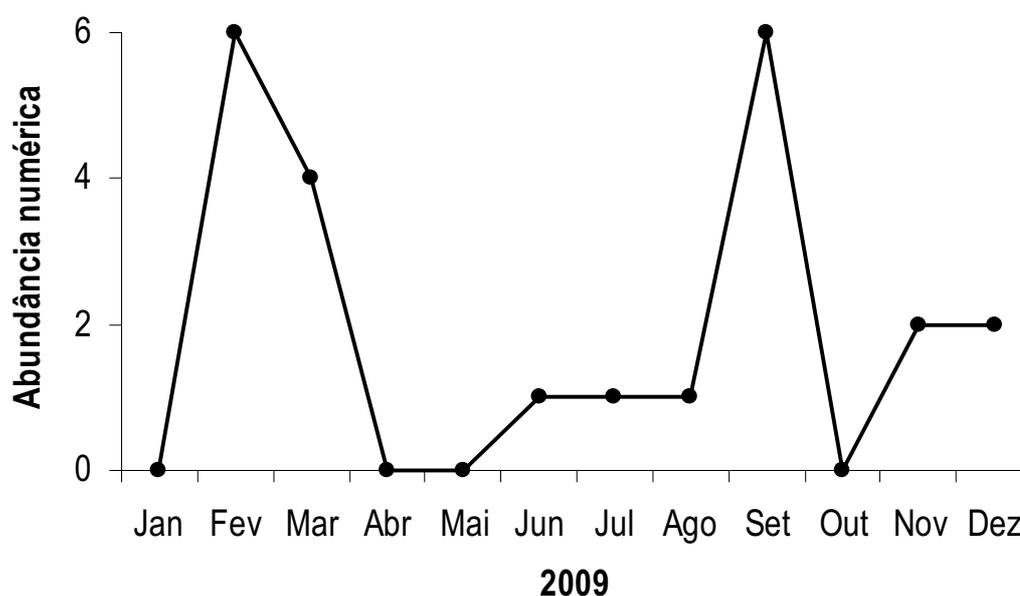


Figura 19. Abundância numérica de fêmeas ovígeras *Callinectes danae* Smith, 1869 por mês de coleta no Canal de Santa Cruz.

Todos os quatro estágios de maturação dos testículos de machos de *C.danae* foram observados no presente trabalho: imaturo (Fig. 20), rudimentar (Fig. 21), em desenvolvimento (Fig. 22) e desenvolvido (Fig. 23). A figura 24 demonstra o detalhe dos espermatóforos encontrados dentro dos testículos desenvolvidos.



Figura 20. Macho de *Callinectes danae* Smith, 1869 com gônada em estágio imaturo no Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 21. Macho de *Callinectes danae* Smith, 1869 com gônada em estágio rudimentar no Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 22. Macho de *Callinectes danae* Smith, 1869 com gônada em estágio em desenvolvimento no Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 23. Macho de *Callinectes danae* Smith, 1869 com gônada em estágio desenvolvido no Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 24. Detalhe em estereomicroscopia (4x) dos espermatóforos encontrados dentro dos testículos de macho desenvolvido de *Callinectes danae* Smith, 1869 do Canal de Santa Cruz, PE.

Dos 817 machos analisados, a maioria estava com gônadas imaturas (73.7%), seguida por gônadas desenvolvidas (11.4%). Os machos imaturos apresentaram a menor largura média de carapaça (Tab. III), e todos possuíam o abdômen selado (Fig. 25). Os machos rudimentares apresentaram tanto abdômen selado quanto não selado ao esterno (Fig. 26), não existindo diferença significativa entre as frequências dessas duas categorias ($\chi^2 = 0.35$; $p > 0.05$). No estágio em desenvolvimento, a maioria significativa dos machos apresentou abdômen não selado ($\chi^2 = 89.88$; $p < 0.05$), e no estágio desenvolvido, nenhum macho apresentou abdômen selado ao esterno.

Tabela III. Abundância relativa e largura de carapaça mínima, média e máxima para cada estágio de desenvolvimento gonadal dos machos de *Callinectes danae* Smith, 1869 no Canal de Santa Cruz, PE. IM = Imaturo, RU = rudimentar; ED = em desenvolvimento; DE = desenvolvido.

Estágio Gonadal	Abundância relativa	LC		
		Mín	Méd	Máx
IM	73.7	23.65	50.58±9.8	77.4
RU	9.3	52.8	73.4±8.5	90.5
ED	5.6	70.55	83.54±6.0	94
DE	11.4	67.4	82.23±5.8	95.9



Figura 25. Abdômen selado ao esterno de macho imaturo de *Callinectes danae* Smith, 1869 do Canal de Santa Cruz, PE.



Figura 26. Abdômen não selado ao esterno de macho adulto de *Callinectes danae* Smith, 1869 do Canal de Santa Cruz, PE.

Todos os quatro estágios de desenvolvimento gonadal dos machos de *C. danae* ocorreram em todos os meses de estudo (Fig. 27). Porém, o teste do χ^2 revelou que os imaturos foram dominantes em todos os meses ($\chi^2 = 34.63$). Machos desenvolvidos ocorreram em maior número entre os meses de agosto e janeiro.

O coeficiente de Pearson não apontou qualquer correlação entre as frequências de fêmeas maduras e ovígeras com a temperatura e a salinidade (Tab. IV).

Através da análise de “K-means clustering” pelo PAST, foi possível separar juvenis de adultos. Houve uma sobreposição na largura de carapaça dos juvenis e adultos para ambos os sexos. Porém, a amplitude da sobreposição foi maior nas fêmeas (68-75 mm) que nos machos (50-66 mm). Além disso, 66.7% das fêmeas ovígeras apresentaram LC neste intervalo.

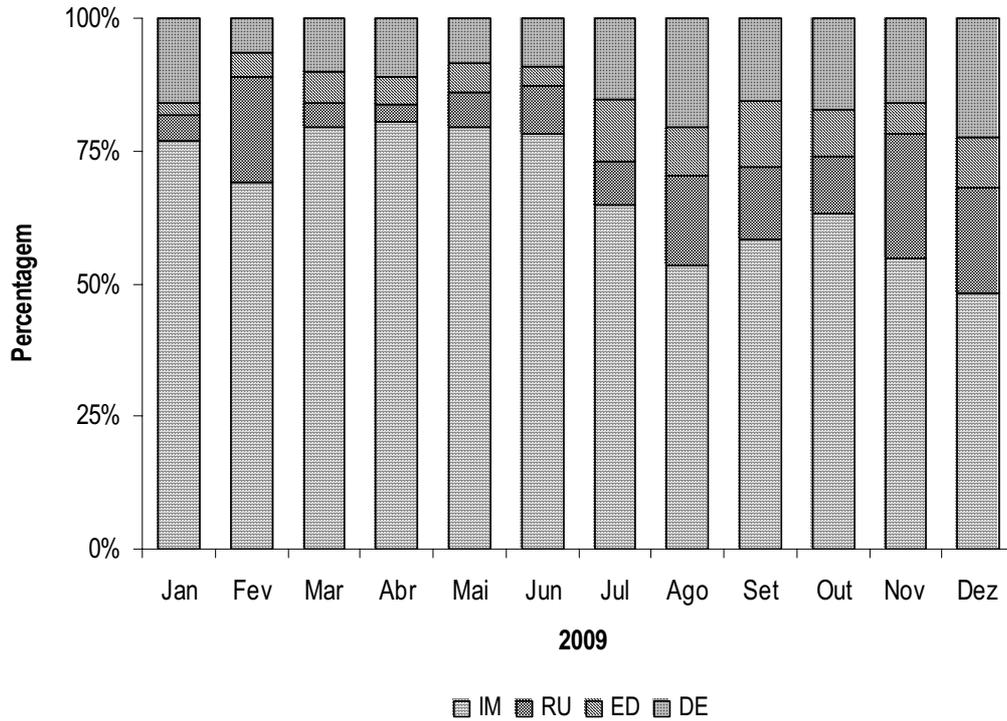


Figura 27. Percentagem de cada estágio de desenvolvimento gonadal de machos de *Callinectes danae* Smith, 1869 por mês de coleta no Canal de Santa Cruz. IM = Imaturo, RU = rudimentar; ED = em desenvolvimento; DE = desenvolvido.

Tabela IV. Correlação entre as freqüências de fêmeas maduras e ovígeras de *Callinectes danae* Smith, 1869 com a temperatura e a salinidade da água no Canal de Santa Cruz.

Correlação testada	Resultados		
	r	t	p
Freqüência fêmeas maduras x Temperatura da água	-0.32	-1.10	0.29
Freqüência fêmeas ovígeras x Temperatura da água	0.19	0.63	0.54
Freqüência fêmeas maduras x Salinidade da água	0.10	0.34	0.74
Freqüência fêmeas ovígeras x Salinidade da água	0.27	0.91	0.38

Tanto morfológica quanto fisiologicamente, 100% das fêmeas menores que 52.5 mm LC eram juvenis. A curva de maturidade gonadal indicou que 50% das fêmeas alcançaram a maturidade em 63.5 mm LC, e na análise morfológica, 50% das fêmeas alcançaram a maturidade em 59.5 mm LC. Em ambos os casos, fêmeas a partir de 72.5 mm LC são 100% maduras (Fig. 28).

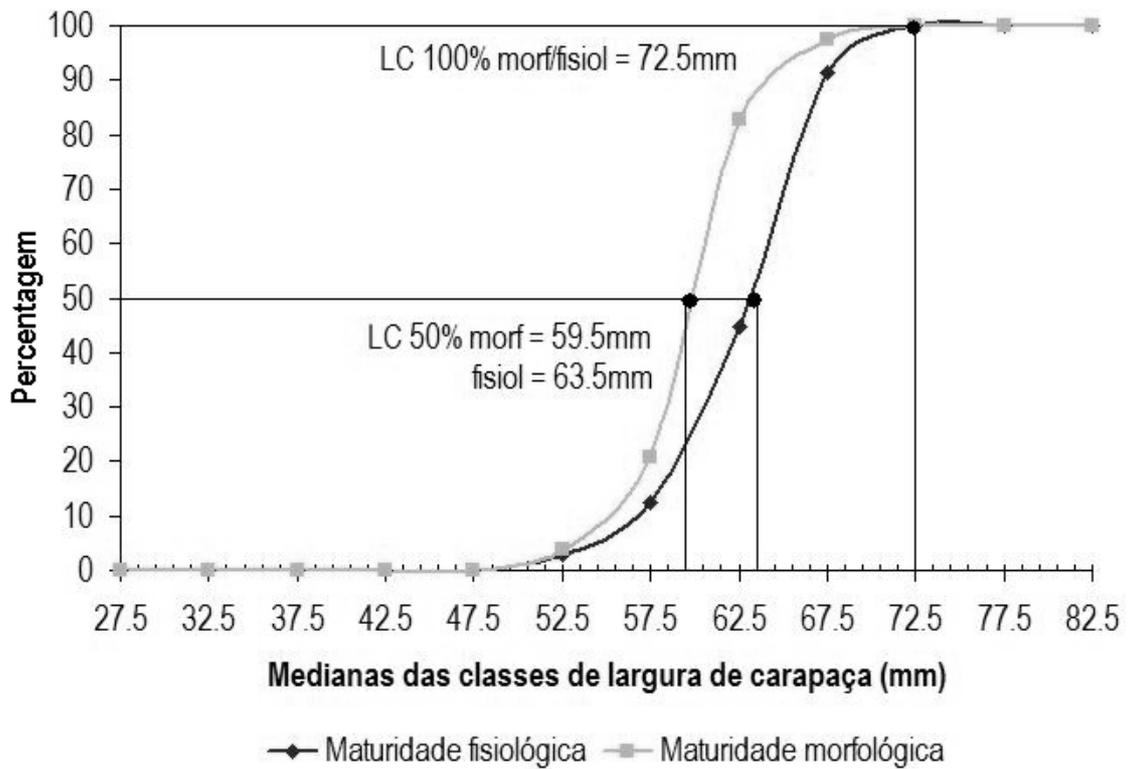


Figura 28. Estimativa do LC_{50%} e LC_{100%} morfológico e fisiológico de fêmeas de *Callinectes danae* Smith, 1869 do Canal de Santa Cruz.

Tanto morfológica quanto fisiologicamente, 100% dos machos menores que 67.5 mm LC eram juvenis. A curva de maturidade morfológica indicou que 50% dos machos alcançaram a maturidade em 70.5 mm LC, e 100% em 82.5 mm. Na análise fisiológica, 50% dos machos alcançaram a maturidade em 74.5 mm LC, e 100% em 97.5 mm (Fig. 29).

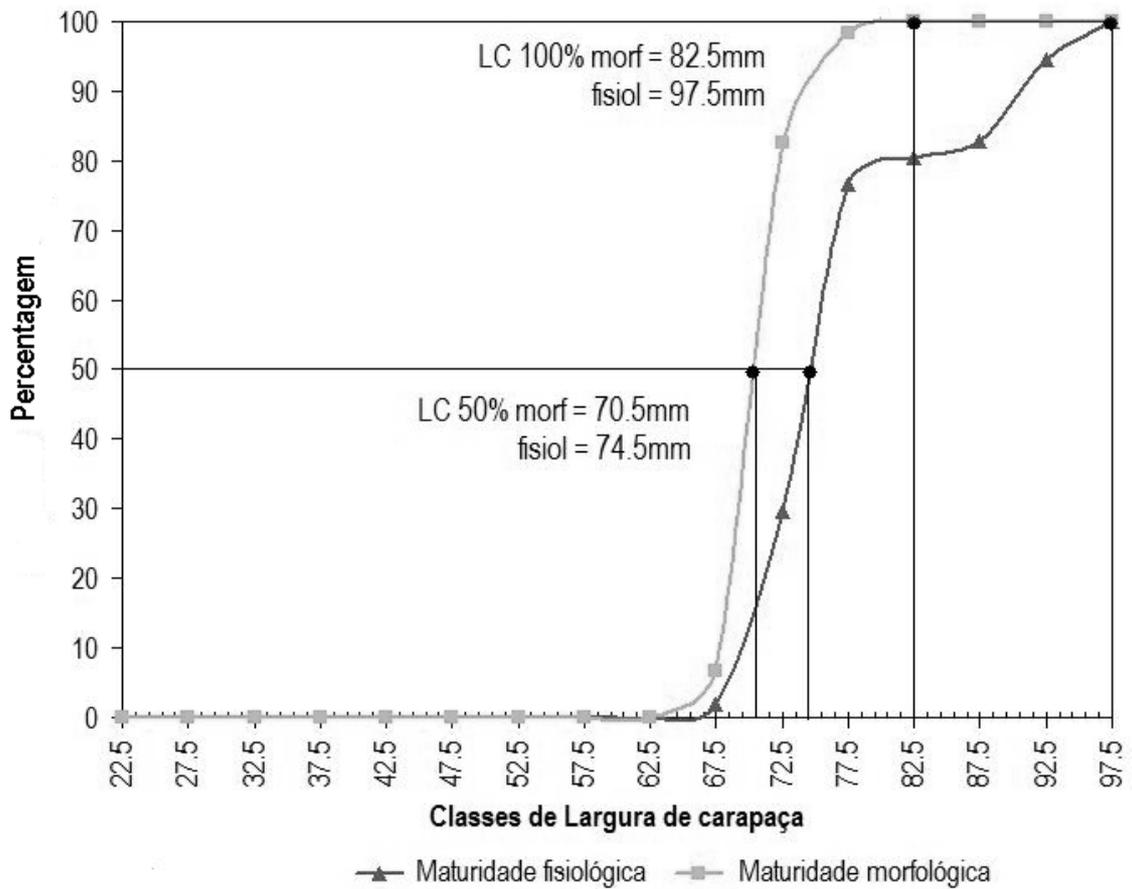


Figura 29. Estimativa do LC_{50%} e LC_{100%} morfológico e fisiológico de machos de *Callinectes danae* Smith, 1869 do Canal de Santa Cruz.

Em todos os meses de coletas, foi observada a formação de casais de *C. danae*. Esses casais só foram encontrados nas estações E01 e E02; nas demais estações, os mesmos não foram observados. A maioria deles foi capturada em posição de 'guarda', ou seja, o macho segurava a fêmea por cima de seu cefalotórax, sem haver contato com o abdômen da mesma. O macho sempre era visivelmente mais largo que a fêmea, que se situava sempre embaixo dele. Essas fêmeas ainda apresentavam o abdômen triangular selado ao esterno, e na visualização macroscópica do seu aparelho reprodutor, ainda estavam imaturas e com espermatecas vazias. Poucos casais foram capturados no ato copulatório (Fig. 30), quando havia contato entre os abdomens, e os gonópodes do macho estavam introduzidos nos gonóporos da fêmea. Nas duas ocasiões, a fêmea estava com a carapaça bastante mole e o abdômen já semicircular aberto. Na inspeção do aparelho reprodutor dessas duas fêmeas, foram visualizadas gônadas rudimentares e espermatecas cheias, indicando que podem copular antes do desenvolvimento completo dos ovários.



Figura 30. Casais de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Portunidae) em cópula no Canal de Santa Cruz.

DISCUSSÃO

A presença de um aparelho reprodutor com simetria bilateral, e gônadas tanto masculinas quanto femininas dispostas em forma semelhante a “H”, é o padrão geral para siris do gênero *Callinectes* descrito por KRETZ & BUCHERL (1940). A ocorrência de um gradiente de coloração ao longo dos testículos é uma evidência de diferentes graus de desenvolvimento celular, o que caracteriza um amadurecimento gradual, com migração das células desenvolvidas para a região posterior do canal deferente. Nas fêmeas, a coloração das gônadas maduras tendendo para o alaranjado, de acordo com JOHNSON (1980) e JONES & SIMONS (1983), é uma evidência da concentração de lipídeos e carboidratos.

A presença de uma espermateca torna-se evidente quando a mesma está inflada. A ocorrência de espermatecas cheias em fêmeas fisiologicamente imaturas (estágio rudimentar) indica um provável acasalamento, mesmo com os ovários não completamente amadurecidos. Porém, conforme ressaltado por MANTELATTO (1995), a condição inflada da espermateca nem sempre indica que a fêmea apresenta gametas masculinos no seu interior, pois muitas vezes pode conter apenas líquido seminal. Tal fenômeno também foi observado nas fêmeas de *C. danae* dos Rios Carrapicho e Botafogo, PE (BARRETO *et al.* 2006). Segundo HARTNOLL (1969), as fêmeas de portunídeos normalmente acasalam logo após a muda da puberdade, ou seja, quando ainda estão em pós-muda recente. Nesta ocasião, a carapaça está mole e o gonópodo descalcificado. De acordo com SUBRAMONIAN (1991), após a cópula as fêmeas armazenam os espermatozóides até o desenvolvimento completo das gônadas. Algum tempo após a cópula, ocorre a postura dos ovócitos. É neste momento que ocorre a fecundação destes, quando os mesmos passam pelos receptáculos seminais.

Por muito tempo se especulou que em decápodos aquáticos uma fêmea pronta para a cópula pudesse liberar uma substância química à qual um macho maduro da mesma espécie seria sensível (BLISS 1968). SALMON (1983) sugeriu que braquiúros aquáticos usualmente possuem corte prolongada, começando com a atração de machos mediada por feromônios, e que machos usualmente acompanham a fêmea por muitos dias. Nesses siris, a cópula pode ocorrer com a carapaça mole, pois não há desidratação e alguma proteção contra injúrias mecânicas é fornecida pelo meio aquático (WEITZMAN 1963).

No presente estudo, todos os casais de *C. danae*, em cópula ou apenas em posição de guarda, foram encontrados nas estações mais internas do Canal; portanto, é bastante provável que a cópula ocorra nessas áreas. Por sua vez, as fêmeas ovígeras ocorrem nas estações mais próximas ao mar, indicando que esta seria a região de postura da massa ovígera. Esses resultados corroboram a hipótese H₁. O macho provavelmente escolhe a fêmea quando a mesma ainda está imatura e prestes a mudar a carapaça, segurando-a em posição de guarda. A introdução dos gonópodes do macho nos gonóporos da fêmea provavelmente ocorre quando a carapaça da mesma ainda está mole, ou seja, com opérculo descalcificado, e o abdômen já apresentando morfologia semicircular e não selado ao esterno, isto é, preparado para uma futura postura. Além disso, os machos formadores de casais eram visivelmente maiores do que as fêmeas. O maior tamanho dos machos em comparação com as fêmeas é uma adaptação que confere maior proteção às fêmeas em pós muda logo após a cópula, como já foi relatado para outros portunídeos, como *C. ornatus* (BRANCO & LUNARDON-BRANCO 1993; MANTELATTO & FRANZOZO 1996; BAPTISTA *et al.* 2003; BRANCO & FRACASSO 2004) e *A. cribrarius* (PINHEIRO & FRANZOZO 1998), bem como *C. danae* (COSTA & NEGREIROS-FRANZOZO 1998; BAPTISTA-METRI *et al.* 2005)

O comportamento de cópula de *Callinectes sapidus* já foi bem estudado, e serve para fazer um paralelo com a espécie em questão no presente trabalho. Segundo GLEESON (1991), a fêmea de *C. sapidus* normalmente copula uma única vez durante sua vida. Essa cópula ocorre imediatamente após sua muda da puberdade, que também é sua muda final (VAN ENGEL 1958). Talvez tal fenômeno também ocorra em *C. danae*, mas seria necessário um estudo em laboratório para confirmar.

Durante o penúltimo instar, a fêmea de *C. sapidus* passa por mudanças morfológicas dramáticas que a preparam para a reprodução e são expressas no momento da muda púbere. As mais proeminentes dessas mudanças são o desenvolvimento dos receptáculos seminais para armazenamento dos espermatóforos, e a transformação do abdômen em preparação para a postura (GLEESON 1991). Esse fato pôde ser evidenciado também em *C. danae*; apenas as fêmeas imaturas apresentavam abdômen triangular selado ao esterno, e em muitas delas, a espermateca não era facilmente visualizada a olho nu.

De acordo com GLEESON (1991), os machos de *C. sapidus* são observados guardando fêmeas púberes (fêmeas no estágio pró-ecdise do penúltimo instar) que estão a cerca de 10 dias da

muda da puberdade. O macho abraça a fêmea e, usando seu primeiro par de patas ambulatórias, a segura abaixo de si numa posição chamada “cradle-carry” (CARR 1988), algo como ‘carregar o berço’, posição também averiguada nos casais de *C. danae* no Canal de Santa Cruz. Um par de siris pode permanecer juntos por muitos dias, até que a fêmea passe pela muda púbere. A cópula é geralmente iniciada pela fêmea após alguns minutos ou uma hora depois da muda. Com ajuda do macho, ela se posiciona abaixo do macho, com o abdômen para cima e estendido, permitindo que o macho insira seus apêndices copulatórios pares nos seus poros genitais, tal como observado em dois casais de *C. danae*. Os espermátóforos são depositados dentro das espermatecas num período de 5-12h, após o qual a posição “cradle-carry” é restabelecida e mantida por dois ou mais dias. O esperma estocado nas espermatecas permanece viável por pelo menos um ano e é usado para fertilizar as duas ou mais posturas que a fêmea realiza durante sua vida (HARD 1942; VAN ENGEL 1958), ou seja, esses siris apresentam múltiplas posturas. Esse fato pode explicar a presença de fêmeas com espermatecas cheias praticamente ao longo de todo o ano.

Houve uma sobreposição na largura de carapaça dos juvenis e adultos para ambos os sexos, sendo este um intervalo de transição entre a fase imatura e madura. É nesta fase de transição que os siris realizam a muda da puberdade, e que as fêmeas copulam; segundo MANTELATTO (1995), a determinação do LC_{50%} parece ser uma boa estimativa para o tamanho médio da ocorrência da muda da puberdade.

No presente estudo, as fêmeas atingiram maturidade, tanto fisiológica quanto morfológica, numa largura de carapaça inferior à dos machos, com diferença média de 11.0 mm. A diferença no tamanho do LC_{50%} entre os sexos pode ser devido ao crescimento diferencial durante a puberdade dos machos (COSTA & NEGREIROS-FRANSOZO 1998), quando a energia metabólica é destinada ao crescimento somático, o que os permitiria proteger as fêmeas durante a corte e a cópula. Porém, nas fêmeas, essa energia é alocada à produção de ovos (HARTNOLL 1985; MANTELATTO & MARTINELLI 1999; BAPTISTA-METRI 2005). Além disso, é provável que as fêmeas cessem seu crescimento após alcançarem a maturidade, enquanto os machos continuam crescendo, como já foi evidenciado por VAN ENGEL (1958) para a espécie *C. sapidus*.

Os resultados do presente trabalho indicam que, além da assincronia da maturidade entre sexos, também existe uma assincronia entre maturidades gonadal e morfológica, sendo essa última

alcançada primeiro. Tais resultados refutam a hipótese H₂. O aparecimento dos caracteres secundários ocorre com a passagem da fase jovem para a adulta (HARTNOLL, 1978), podendo ter ou não sincronia com a maturidade gonadal. A presença de machos e fêmeas rudimentares, ou seja, fisiologicamente imaturos, com caracteres morfológicos de adultos (abdômen semicircular não selado, gonóporo aberto e espermatecas cheias nas fêmeas, e abdômen selado ao esterno nos machos), também é uma evidência dessa assincronia.

O presente trabalho consiste na primeira contribuição a tratar sobre a maturidade sexual de machos de *C. danae* no Nordeste brasileiro. No manguezal do Itacorubi (BRANCO & THIVES 1991) e na Lagoa da Conceição, SC (BRANCO & MASUNARI 2000), os valores do LC_{50%} de machos (98.50 e 94.00 mm, respectivamente) e fêmeas (88.8 e 84.0 mm, respectivamente) foram consideravelmente maiores que o obtido no presente trabalho enquanto no Balneário de Shangri-lá, PR (BAPTISTA-METRI *et al.* 2005), o LC_{50%} fisiológico dos machos foi de 60.50 mm e das fêmeas, 52.70 mm, valores bastante inferiores ao encontrado no Canal de Santa Cruz. Os valores encontrados na Baía de Sepetiba, RJ (MEDEIROS & OSHIRO 1990) tanto para machos (75.0 mm) quanto para fêmeas (64.0 mm) foram bastante próximos ao obtidos no presente estudo. No estudo realizado por BARRETO *et al.* (2006) nos Rios Carrapicho e Botafogo, que estão situados ao norte do Canal, também são observados valores do LC_{50%} das fêmeas, tanto morfológico quanto fisiológico, bastante semelhantes aos observados no atual trabalho.

Como visto, o tamanho da primeira maturação sexual varia consideravelmente entre as populações de *C. danae* da costa brasileira. Essas variações intraespecíficas no tamanho da maturidade sexual foram relatadas nos Brachyura tanto local (DÍAZ & CONDE 1989) como geograficamente (HINES 1982). Essas comparações ilustram que variações no ciclo de vida em *C. danae* podem estar associadas a fatores ambientais como temperatura e disponibilidade de alimento (ANNALA *et al.* 1980; WENNER *et al.* 1974).

C. danae é uma espécie eurialina (SHUMWAY 1983), portanto considerada reprodutivamente conservativa. Ela armazena energia em habitats de baixa salinidade, mas a fêmea incuba seus ovos e os libera em ambientes de maior salinidade (NORSE 1978), o mar aberto. Enquanto isso, os machos permanecem no interior do estuário, copulando com outras fêmeas. As fêmeas ovígeras de algumas espécies de *Callinectes*, como *C. ornatus* (MANTELATTO 2000; FERNANDES *et al.* 2006)

possuem hábito críptico, o que aumentaria a proteção da prole, e apresentam preferência por águas de maiores salinidades, que facilitariam a flutuação e dispersão das larvas, em função da salinidade e das correntes oceânicas, além da pressão osmótica ser importante para o desenvolvimento embrionário (PITA *et al.* 1985b; MANTELATTO 2000; FERNANDES *et al.* 2006), pois os estágios larvais são presumivelmente muito menos tolerantes a variações de salinidade (PAUL 1982; DE VRIES *et al.* 1983). Este comportamento diferencial possivelmente explica a baixa frequência de fêmeas ovígeras no CSC. Como dito anteriormente, a maioria das fêmeas ovígeras foi coletada na Coroa do Avião, podendo ser inferido que esta é uma área de desova. Após copularem no interior do Canal, as fêmeas migram para o mar em busca de maiores salinidades, corroborando com os autores acima referidos e com a hipótese H₃. A média da largura de carapaça das fêmeas ovígeras esteve acima dos LC_{50%} estimados. Apesar da presença de ovos nos pleópodes das fêmeas de Brachyura ser um sinal de maturidade sexual, esse critério é inexato, pois a postura dessa massa ovígera pode ter ocorrido depois de meses da primeira gametogênese (MANTELATTO 1995).

A frequência de fêmeas maduras e esgotadas não esteve correlacionada com a temperatura e a salinidade da água. A presença de machos e fêmeas fisiologicamente maduros em todos os meses do ano, e de fêmeas ovígeras em praticamente todos eles, ainda que em baixa abundância, indica que a atividade reprodutiva ocorre continuamente. Contudo há indícios de que a desova ocorreu em setembro, fevereiro e março. Portanto, a reprodução de *C. danae* no Canal pode ser caracterizada como sazonal-contínua. Tal resultado corrobora com a hipótese H₄ e com os trabalhos sobre a mesma espécie no Brasil por PITA *et al.* (1985a), COSTA & NEGREIROS-FRANZOZO (1998), CHACUR *et al.* (2000) e BAPTISTA-METRI *et al.* (2005), e em outras espécies tropicais e subtropicais de Portunidae, como *Portunus pelagicus* (Linnaeus, 1758) nas Filipinas (BATOY *et al.* 1987), *Ovalipes punctatus* (De Haan, 1833) na África do Sul (DU PREEZ & MCLACHLAN 1984), com picos no verão e inverno.

A reprodução dos crustáceos decápodes tende a ser periódica com o aumento da latitude. Reprodução do tipo contínua ou sazonal contínua é tipicamente encontrada em espécies de ambientes tropicais e subtropicais (PINHEIRO & FRANZOZO 2002), onde a temperatura mantém-se mais ou menos constante ao longo do ano, como observado no presente estudo. Por outro lado, a reprodução sazonal é típica de zonas temperadas. O começo das estações reprodutivas nesses locais provavelmente coincide com a maior disponibilidade de alimento para as larvas com aumento

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

da produtividade primária nas águas costeiras (THORSON 1950), devido ao aumento da temperatura na primavera e verão.

REFERÊNCIAS

- ABELLÓ, P. 1989. Reproduction and moulting in *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758) (Brachyura, Portunidae) in the northwestern Mediterranean sea. **Scientia Marina**, Barcelona, **53** (1): 127-134.
- ANNALA, J.H.; J.L. MCKOY; J.D. BOOTH & R.B. PIKE. 1980. Size at the onset of sexual maturity in female *Jasus edwardsii* (Decapoda: Palinuridae) in the New Zeland. **Journal of Marine and Freshwater Research**, 14 (13): 217-221.
- AYRES, M; M. AYRES Jr; D.L. AYRES & A.A.S. SANTOS. 2007. **Bioestat – Aplicações estatísticas nas áreas da ciências bio-médicas**. Belém do Pará, 324p.
- BAPTISTA, C.; M.A.A. PINHEIRO; A. BLANKENSTEYN & C.A. BORZONE. 2003. Estrutura populacional de *Callinectes ornatus* Ordway (Crustacea, Portunidae) no Balneário Shangri-Lá, Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 20 (4): 661-666.
- BAPTISTA-METRI, C.; M.A.A. PINHEIRO; A. BLANKENSTEYN & C.A. BORZONE. 2005. Biologia populacional e reprodutiva de *Callinectes danae* Smith (Crustacea: Portunidae), no Balneário Shangri-lá, Pontal do Paraná (PR), Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 22 (2): 446-453.
- BARRETO, A.V.; L.M.A. BATISTA-LEITE & M.C.A. AGUIAR. 2006. Maturidade sexual das fêmeas de *Callinectes danae* (Crustacea, Decapoda, Portunidae) nos estuários dos rios Botafogo e Carrapicho, Itamaracá-PE Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, 96: 141-146.
- BATISTA-LEITE, L.M.A. 2005. **Estudo Etnocarcinológico dos catadores de *Cardisoma guanhumi* Latreille, 1825 (CRUSTACEA, BRACHYURA, GECARCINIDAE) do estuário do Rio Goiana, Pernambuco, Brasil**. Tese (Doutorado em Ciências Biológicas), Universidade Federal da Paraíba, 129p.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

BATOY, C.B.; J.F. CAMARGO & B.C. PILAPIL. 1987. Breeding season, sexual maturity and fecundity of the blue crab, *Portunus pelagicus* (L.) in selected coastal waters in Leyte and vicinity, Philippines. **Annals of Tropical Research**, 9: 157-177.

BLISS, D.E. 1968. Transition from water to land in Decapod Crustaceans. **American Zoologist**, 8: 355-392.

BRANCO, J.O & S. MASUNARI. 2000. Reproductive ecology of the blue crab *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Conceição Lagoon system, Santa Catarina Isle, Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 60 (1):17-27.

BRANCO, J.O. & M.G. AVILAR. 1992. Fecundidade em *Callinectes danae* Smith (Decapoda, Portunidae) na Lagoa da Conceição, Florianópolis, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 9 (3/4):167-173.

BRANCO, J.O. & A. THIVES. 1991. Relação peso/largura, fator de condição e tamanho de primeira maturação de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae) no manguezal do Itacorubi, SC, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 34 (3/4): 415-424.

BRANCO, J.O. & H.A.A. FRACASSO. 2004. Biologia populacional de *Callinectes ornatus* (Ordway) na Armação de Itapocoroy, Penha, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21 (1): 91-96.

BRANCO, J.O. & M.J. LUNARDON-BRANCO. 1993. Crescimento e tamanho de primeira maturação em *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Portunidae) da região de Matinhos, Paraná, Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, 36 (3): 497-503.

CARR, W.E.S. 1988. The molecular nature of chemical stimuli in the aquatic environment., p. 2-37. In: **Sensory biology of aquatic animals**. ATEMA, J; R.R. FAY; A.N. POPPER & W.N. TAVOLGA (Eds), Springer – Verlag, Nova Iorque.

CHACUR, M.M.; C.B. MANSUR & M.L. NEGREIROS-FRANZOZO. 2000. Distributional patterns, seasonal abundance and moult cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 in the Ubatuba region, Brazil. **Nauplius**, 8 (2): 215-226.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

CHOY, S.C. 1988. Reproductive biology of *Liocarcinus puber* and *Liocarcinus holsatus* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) from the Gower Peninsula, South Wales. **Marine Ecology**, 9 (3): 227-241.

COBO V.J. & A. FRANSOZO. 2000. Fecundity and reproduction period of the red mangrove crab *Goniopsis cruentata* (Brachyura, Grapsidae) São Paulo State, Brazil. p: 527-533. In: J.C.V. KLEIN & F.R. SCHRAM (Eds). **Crustacean Issues, The Biodiversity Crisis and Crustacea**, A.A. Balkema, Roterdã, v.12, 1ª Ed.

CONAN, G.Y. & COMEAU, M. 1986. Functional maturity and terminal molt of male snow crab *Chionoecetes opilio*. **Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Science**, 43: 1710-1719.

COSTA, T.M. & M.L. NEGREIROS-FRANSOZO. 1998. The reproductive cycle of *Callinectes danae* Smith, 1869 (Decapoda, Portunidae) in the Ubatuba region, Brazil. **Crustaceana**, 71 (6): 615-627.

DE VRIES, M.C.; C.E. EPIFANIO & A.I. DITTEL. 1983. Reproduction and periodicity of the tropical crab *Callinectes arcuatus* Ordway in Central America. **Estuarine Coastal Shellfish Science**, 17: 709–716.

DÍAZ, H. & J.E. CONDE. 1989. Population dynamics and life of mangrove crab *Aratus pisonii* (Brachyura, Grapsidae) in a marine environment. **Bolletín of Marine Science**, 45 (1):148-163.

DU PREEZ, H.H. & A. MCLACHLAN. 1984. Biology of three-spot swimming crab *Ovalipes punctatus* (De Hann). 111. Reproduction, fecundity and egg development. **Crustaceana**, 47: 285-297.

FERNANDES, J.M.; D.M. ROSA; C.V. ARAUJO; L.V. RIPOLI & H.S. SANTOS. 2006. Biologia e distribuição temporal de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Crustacea, Portunidae) em uma praia arenosa da Ilha do Frade, Vitória-ES. **Boletim do Museu de biologia Mello Leitão**, 20: 59-71.

FREIRE, J.; R. MUIÑO; L. FERNÁNDEZ. & E. GONZÁLEZ-GUIRRIRÁN. 1991. Life cycle of *Liocarcinus arcuatus* (Brachyura, Portunidae) in the Ría de Arousa (Galicia, NW Spain): role of beach and mussel raft culture areas. **Marine Ecology**, 12 (3): 193-210.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

GIESE, A.C. 1959. Comparative physiology: Annual reproductive cycles of marine invertebrates. **Animal Review of Physiology**, 21: 547-576.

GLEESON, R.A. 1991. Intrinsic factors mediating pheromone communication in the blue crab, *Callinectes sapidus*. p. 17-32. In: **Crustacean Sexual Biology**. MARTIN, J.W. & R. T. BAUER (Eds.), Columbia University Press, Nova Iorque.

HARD, W.L. 1942. Ovarian growth and ovulation in the mature blue crab *Callinectes sapidus* Rathbun. **Chesapeake Biology Laboratory Publications**, 46:1-17.

HARTNOLL, R.G. 1969. Mating in the Brachyura. **Crustaceana**, 16: 162-181.

HARTNOLL, R.G. 1974. Variation in growth pattern between some secondary sexual characters in crabs (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**, 27: 131-136.

HARTNOLL, R.G. 1978. The determination of relative growth in Crustacea. **Crustaceana**, 34 (3):281-293.

HARTNOLL, R.G. 1985. Growth, sexual maturity and reproductive output, p. 15-17. In: A. M. WENNER. **Factors in adult growth**. AA. Balkema, Roterdã, 362p.

HINES, A.H. 1982. Allometric constraints and variables of reproductive effort in brachyuran crabs. **Marine Biology**, 69: 309-320.

JOHNSON, P. T. 1980. **Histology of the blue crab *Callinectes sapidus*: a model of the Decapoda**. New York, Praeger Scientific. 440p.

JONES, M.B. & M.J. SIMONS. 1983. Latitudinal variation in reproductive characteristics of a mud crab *Helice grassa* (Grapsidae). **Bulletin of Marine Science**, 33 (3): 656-670.

KNUCKEY, I.A. 1996. Maturity in male mud crabs, *Scylla serrata*, and the use of mating scars as a functional indicator. **Journal of Crustacean Biology**, 46: 487-495.

KRETZ, J. & W. BUCHERL, W. 1940. Contribuição ao estudo da anatomia e fisiologia do gênero *Callinectes* (Crustácea, Decapoda, Portunidae). **Arquivos de Zoologia**, 1: 153-217.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

LIMA, G.V. & L.M.Y. OSHIRO. 2006. Maturidade sexual do caranguejo *Armases rubripes* (Rathbun) (Crustacea, Brachyura, Sesamidae) na Baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 23 (4): 1078-1086.

LÓPEZ-GRECO, L.S. & E.M. RODRÍGUEZ. 1999. Annual reproduction and growth os adult crabs *Chasmagnathus granulata* (Crustacea, Brachyura, Grapsidae). **Cahiers de Biologie Marine**, 40: 155-164.

MANTELATTO, F.L.M. & A. FRANSOZO. 1996. Size at sexual maturity in *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from the Ubatuba Region (SP), Brazil. **Nauplius**, 4: 29-38.

MANTELATTO, F.L.M. & A. FRANSOZO. 1999. Relative growth of the crab *Sesarma rectum* Randall, 1840 (Decapoda, Brachyura, Grapsidae) from Bertioga, São Paulo, Brazil. **Pakistan Journal of Marine Biology**, 5 (1): 11-21.

MANTELATTO, F.L.M. 2000. Allocation of the portunid crab *Callinectes ornatus* (Decapoda: Brachyura) in the Ubatuba Bay, northern coast of São Paulo State, Brazil. p. 431-443. In J. C. V. Klein & F. R Schram (Org.). **Crustacean Issues, The Biodiversity Crisis and Crustacea**. A.A. Balkema, Roterdã, v. 12, 1ª ed.

MANTELATTO, F.L.M & J.M. MARTINELLI. 1999. Carapace width-weight relationships of *Callinectes ornatus* (Brachyura, Portunidae) from Ubatuba Bay, Brazil. **Iheringa, Série Zoologia**, 87: 111–116.

MANTELATTO, F.L.M. 1995. **Biologia reprodutiva de *Callinectes ornatus* Ordway, 1863 (Decapoda, Brachyura, Portunidae) na região de Ubatuba (SP), Brasil**. Tese de Doutorado em Ciências, Universidade Estadual Paulista, 148p.

MEDEIROS, M. F. T. & L.M.Y. OSHIRO. 1990. Aspectos reprodutivos de *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Decapoda, Portunidae) na Baía de Sepetiba, RJ. **Publicação ACIESP (Academia de Ciências do Estado de São Paulo)**, 70 (4): 150-159.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

MOURA, N.F.O. & P.A. COELHO. 2003. Fecundidade de *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no manguezal do Rio Paripe – Pernambuco - Brasil. **Tropical Oceanography**, 31 (2): 127-133.

MOURA, N.F.O. & P.A. COELHO. 2004. Maturidade sexual fisiológica em *Goniopsis cruentata* (Latreille) (Crustacea, Brachyura, Grapsidae) no Estuário do Paripe, Pernambuco, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, 21 (4): 1011-1015.

NORSE, E.A. 1978. Physicochemical and biological stressors as distributional determinants of caribbean and tropical eastern pacific swimming crabs. 130-140p. In: **Energy and environmental stress in aquatic systems**. THORP, J.H. & J.W. GIBBONS (Eds). Technical Information Center, U.S. Department of Energy, 854p.

PAUL, R.K.G. 1982. Observations on the ecology and distribution of swimming crabs of the genus *Callinectes* (Decapoda, Brachyura, Portunidae) in the Gulf of California, Mexico. **Crustaceana**, 42: 96–100.

PEREIRA-BARROS, J.B. 1980. Sobre o dimorfismo sexual de *Callinectes danae* e o polimorfismo entre fêmeas em estágios de desenvolvimento sexual diferentes. **Revista Nordestina de Biologia**, 3: 79-89.

PILLAY, K.K. & Y. ONO. 1978. The breeding cycles of two species of grapsidae crabs (Crustacea, Decapoda) from the north coast of Kyushu, Japan. **Marine biology**, 45: 237 – 248.

PINHEIRO, M.A.A. & A. FRANSOZO. 1998. Sexual maturity of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Lamarck, 1818) (Decapoda, Brachyura, Portunidae), in the Ubatuba littoral, São Paulo state, Brazil. **Crustaceana**, 71: 434-452.

PINHEIRO, M.A.A. & A. FRANSOZO. 2002. Reproduction of the speckled swimming crab *Arenaeus cribrarius* (Brachyura Portunidae) on the brazilian coast near 23°30'S. **Journal Crustacean Biology**, 22 (2): 416-428.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

PITA, J.B.; E.S. RODRIGUES; G. LOPES & J.A.P. COELHO. 1985a. Levantamento da família Portunidae (Crustacea, Decapoda, Bachyura) no Complexo baía-estuário de Santos, São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, 12: 153–162.

PITA, J.B.; E.S. RODRIGUES; G. LOPES & J.A.P. COELHO. 1985b. Observações bioecológicas sobre o siri *Callinectes danae* Smith, 1869 (Crustacea, Portunidae), no Complexo baía-estuário de Santos, Estado de São Paulo, Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca de São Paulo**, 12: 35–43.

SALMON, M. 1983. Courtship, mating systems, and sexual selection in decapods. In: REBACH, S. & D. DUNHAM. **Studies in adaptation: The behavior of higher crustacea**, John Wiley, Nova Iorque.

SAMPEDRO, M.P.; E. GONZÁLEZ-GUIRRIÁN; J. FREIRE & R. MUIÑO. 1999. Morphometry and sexual maturity in the spider crab *Maja squinado* (Decapoda: Majidae) in Galicia, Spain. **Journal of Crustacea Biology**, 19 (3): 578-592

SASTRY, A. 1983. Ecological aspects of reproduction. In: BLISS, D.E. ed. **The biology of Crustacea**. New York, Academic. p.179-269.

SHUMWAY, S.E. 1983. Oxygen consumption and salinity tolerance in four Brazilian crabs. **Crustaceana**, 44: 76–82.

SUBRAMONIAM, T. 1991. Chemical composition of Spermatophores in Decapod Crustaceans. In: Bauer, R.T.; Martin, J.W. (Eds) **Crustacean sexual biology**, Columbia University Press, Nova Iorque, p. 290-307.

SUMPTON, W.D. 1990. Morphometric growth and fisheries biology of the crab *Charybdis natator* (Herbst) in Moreton Bay, Australia. (Decapoda, Brachyura). **Crustaceana**, 59 (2): 113-120.

THORSON, G. 1950. Reproductive and larval ecology of marine bottom invertebrates. **Biol. Rev. Cambr. Philos. Soc.**, 25: 1-45.

ARAUJO, M.S.L.C. 2010. Aspectos reprodutivos e populacionais do siri *Callinectes danae*...

VAN ENGEL, W.A. 1958. The blue crab and its fishery in Chesapeake Bay. I. Reproduction, early development, growth, and migration. **US. Fish. Wildl. Serv. Comm. Fish. Rev.**, 20 (6): 6-17.

VAZZOLER, A.E.A. de M. 1996. **Biologia da reprodução de peixes teleósteos: teoria e prática**. Nupelia, Maringá, 169p.

WEITZMAN, M.C. 1963. **The biology of the tropical land crab, *Gecarcinus lateralis* (Fréminville)**. Tese de doutorado, Albert Einstein College of Medicine, Yeshiva University, Nova Iorque.

WENNER, A.M.; C. FUSARO & OATEN. 1974. Size at onset sexual maturity and growth rate in crustacean populations. **Canadian Journal of Zoology**, 52 (9): 1095-1106.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

→ No Canal de Santa Cruz, a salinidade foi o único parâmetro físico-químico a variar entre períodos seco e chuvoso. Os altos percentuais de saturação de oxigênio dissolvido encontrados durante todo o ano evidenciaram as excelentes condições de vida que o Canal atualmente apresenta. Nenhum fator abiótico variou entre estações de coleta, demonstrando existir uma homogeneidade neste sistema estuarino. Portanto, o Canal de Santa Cruz (CSC) não pode ser considerado como um estuário típico.

→ Cinco espécies de siris Portunidae foram encontradas no Canal de Santa Cruz durante o período de estudo, sendo *C. danae* a espécie dominante. Embora ocorra na região, *Charybdis helleri* pode não estar afetando significativamente as populações nativas de siris dentro do sistema estuarino estudado, devido à sua baixa abundância.

→ A proporção sexual não desviou significativamente do esperado (1:1). Mas por área de coleta, existem variações. Os machos e os juvenis residem preferencialmente dentro do estuário, e as fêmeas adultas e ovíferas habitam a área de maior influência marinha (estações E03 e E04). Esse padrão de distribuição diferencial corroborou com a literatura disponível para a espécie, e sugere que *C. danae* realiza migrações durante seu ciclo de vida, inclusive migrações reprodutivas.

→ Os machos apresentaram largura de carapaça média superior à média das fêmeas, uma adaptação que confere maior proteção às fêmeas em pós muda logo após a cópula.

→ Existe assincronia da maturidade entre sexos, e também entre maturidades gonadal e morfológica, sendo essa última alcançada primeiro. A presença de machos e fêmeas fisiologicamente imaturos, com caracteres morfológicos de adultos é uma evidência desse fenômeno.

→ A presença de fêmeas e machos maduros em todos os meses do ano, e de fêmeas ovígeras em quase todos eles, indica que a atividade reprodutiva ocorre continuamente, com picos de fêmeas ovígeras em fevereiro e março, e setembro. Portanto, a reprodução de *C. danae* no CSC foi caracterizada como sazonal-contínua.

→ Enquanto fêmeas ovígeras ocorreram na estação mais externa do CSC (E04), ou seja, um provável sítio de postura de massa ovígera, os casais foram observados nas regiões internas, isto é, uma possível região de formação de casais e cópula.

→ O presente trabalho elucidou a migração reprodutiva de *C. danae* num estuário nordestino, bem como consiste no primeiro registro sobre maturação sexual em machos desta espécie.