

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO - UFPE**  
**CENTRO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS - CCB**  
**DEPARTAMENTO DE ZOOLOGIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO OCTOCORAL *Carijoa riisei* (DUCHASSAING & MICHELOTTI, 1860) (CNIDARIA: ANTHOZOA) NO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO, BRASIL.

TACIANA MARTINS BARBOSA

Recife, fevereiro de 2009

TACIANA MARTINS BARBOSA

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO OCTOCORAL *Carijoa riisei* (DUCHASSAING &  
MICHELOTTI, 1860) (CNIDARIA: ANTHOZOA) NO LITORAL SUL DE  
PERNAMBUCO, BRASIL.

Dissertação apresentada ao Programa de  
Pós-Graduação em Biologia Animal, nível  
Mestrado, da Universidade Federal de  
Pernambuco como parte dos requisitos  
exigidos para obtenção do grau de mestre.

Orientador: Dr. Carlos Daniel Pérez

Co-orientadora: Paula Braga Gomes

Recife, fevereiro de 2009

**Barbosa, Taciana Martins**

**Biologia reprodutiva do octocoral *Carijoa riisei* (DUCHASSAING & MICHELOTTI, 1860) (cnidaria: anthozoa) no litoral sul de Pernambuco, Brasil / Taciana Martins Barbosa. – Recife: O Autor, 2009.**

**57 folhas: fig.**

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Pernambuco.  
CCB. Departamento de Zoologia, 2009.

**Inclui bibliografia e anexo.**

1. Octocoral 2. Alcyonacea 3. Reprodução sexual 4.  
Gametogênese | Título.

**593.6  
593.6**

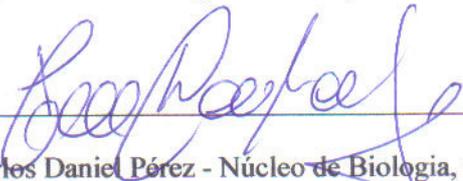
**CDU (2.ed.)  
CDD (22.ed.)**

**UFPE  
CCB – 2009- 66**

TACIANA MARTINS BARBOSA

BIOLOGIA REPRODUTIVA DO OCTOCORAL *Carijoa riisei* (DUCHASSAING & MICHELOTTI, 1860)  
(CNIDARIA: ANTHOZOA) NO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO, BRASIL.

Dissertação de Mestrado em Biologia Animal aprovada e avaliada pela banca composta por:

Orientador:   
Prof. Dr. Carlos Daniel Pérez - Núcleo de Biologia, Centro Acadêmico de Vitória, UFPE.

Co-orientadora:   
Profª Drª. Paula Braga Gomes – Dept. de Biologia, UFRPE.

Examinador I:   
Profª Dra. Fernanda Maria Duarte do Amaral – Dept. de Biologia, UFRPE.

Examinador II:   
Profª Dra. Sigrid Neumann Leitão - Dept. de Oceanografia, UFPE.

Examinador III:   
Prof. Dr. Cristiano Aparecido Chagas - Núcleo de Biologia, Centro Acadêmico de Vitória, UFPE.

Suplente I: \_\_\_\_\_  
Profª Dra. Érika Maria Silva Freitas - Núcleo de Biologia, Centro Acadêmico de Vitória, UFPE.

Suplente II: \_\_\_\_\_  
Prof. Dr. José Roberto Botelho de Souza – Dept. de Zoologia, UFPE.

Recife, fevereiro de 2009

## AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a DEUS.

A Nossa Senhora.

Ao meu anjo da guarda.

A minha filha Maria, minha luz, minha força, minha esperança.

Aos meus pais e aos meus avós, que sempre estiveram (e sempre estarão) ao meu lado em todos os momentos da minha vida. Meu Porto seguro.

Ao meu marido, pela paciência e amor.

Ao meu orientador Carlos Daniel Pérez e à minha co-orientadora Paula Braga Gomes, por terem me dado às mãos no momento que mais precisei. E por todos os ensinamentos e orientações que recebi durante a realização deste trabalho. Muito obrigada.

Aos órgãos financiadores CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior), através da PROPESQ (Pró-Reitoria de Pesquisa), e CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico) pelo auxílio financeiro através da concessão de bolsas durante os 24 meses de curso.

Ao Cristiano Aparecido Chagas, à Érika Maria Silva Freitas e seus estagiários pela grande ajuda na confecção das lâminas histológicas.

Ao André Maurício Santos por toda a contribuição na parte da estatística.

Ao LACEN e ao LACMAR (Laboratório de Comunidades Marinhas – Zoologia -UFPE) pela infra-estrutura para desenvolvimento do trabalho, e por todas as amizades que construí.

Ao jangadeiro Júnior, de Porto de Galinhas, a Porto Point Dive Shop e Aquaticus pelo logístico nas coletas.

A todos que ajudaram nas coletas: Meu ori, minha co-ori, Bárbara, David, Janine, Erika, Anne-Sophie, Carol, Diego, Débora, Camila, meu marido e até a minha filha! Valeuuuu!

À amiga Janine, pela amizade sincera e pelo carinho, além de toda ajuda oferecida e nunca negada.

À amiga Érika, minha companheira de trabalho, que por muito tempo deixou os meus dias mais alegres.

À amiga canadense Anne-Sophie Bergeron, que durante alguns meses trabalhou ao meu lado e tentou desvendar comigo aonde tinham ido parar os machos de *Carijoa riisei*? Ela não teve a felicidade de estar ao meu lado no momento da descoberta, mas sei que ficará muito feliz quando receber esta dissertação.

À minha “anja da guarda” Débora por ter sentido comigo todas as alegrias e os aperreios durante o desenvolvimento desta dissertação, bem como na minha vida. Amo você.

Enfim, meus agradecimentos a todos aqueles que estiveram envolvidos direta ou indiretamente, contribuindo desde a preparação até a conclusão deste trabalho.

O Filho é o nosso coração em um outro corpo.

Dedico ao meu coração,

Minha filha Maria.

Ainda que sintas que não tens saída, como se tudo estivesse contra ti, e pareça que não podes agüentar nem mais um minuto, nunca desistas. Pois será precisamente neste momento que a maré se inverterá.

*Harriet Beecher Stowe* (1811-1896)

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	VIII
<b>ABSTRACT</b> .....	IX
<b>1 APRESENTAÇÃO</b> .....	1
<b>2 OBJETIVOS</b> .....	2
<b>3 INTRODUÇÃO</b> .....	3
3. 1 Filo Cnidaria .....	3
3.1.2 Subclasse Octocorallia Haeckel, 1866.....	3
3.2 A espécie <i>Carijoa riisei</i> .....	4
3.2.1 Ecologia.....	6
3.2.2 Reprodução .....	8
3.2.2.1 Reprodução assexuada e sexuada .....	8
3.2.2.2 Gametogênese.....	10
3.2.2.3 Desenvolvimento e dispersão das larvas.....	11
<b>4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	12
<b>MANUSCRITO</b>	21
<b>NORMAS DA REVISTA</b>	52

## RESUMO

O octocoral *Carjioa riisei* Duchassaing & Michelotti, 1860 (Alcyonacea: Octocorallia) é abundante no litoral brasileiro, em especial na região nordeste. A reprodução sexual desta espécie foi estudada na Praia de Porto de Galinhas (Pernambuco, Brasil) durante 1 ano a partir de Maio de 2006. *C. riisei* é uma espécie gonocórica liberadora de gametas com uma proporção sexual de 1:1 (fêmea para macho). A classe de tamanho 8,1-16 cm foi predominante em 72% das amostras. A menor colônia com ovócitos teve 5,39 cm e a menor com cistos espermáticos teve 5,28 cm. O diâmetro médio dos ovócitos maduros foi  $466,69 \pm 54,25 \mu\text{m}$ , com um tamanho máximo de 600  $\mu\text{m}$  e para os cistos espermáticos a média foi  $247,87 \pm 74,22 \mu\text{m}$ , com um tamanho máximo de 440  $\mu\text{m}$ . Gônadas em todas as fases de desenvolvimento foram encontradas durante todo o ano. Estas características resultam de gametogênese assincrônica e contínua, e se conduz o ano todo com cistos espermáticos e ovócitos em maturação e liberação. As características reprodutivas de *C. riisei* constituem uma exceção à generalização da livre-desova nos recifes de corais que têm breves e sincronizados episódios de liberação de gametas. Esta espécie demonstra início precoce de primeira reprodução, o que aumenta ainda mais a sua produção reprodutiva.

Palavras-chave: reprodução sexual, gametogênese, Alcyonacea, Octocorallia, Nordeste do Brasil.

## ABSTRACT

The octocoral *Carijoa riisei* Duchassaing & Michelotti, 1860 (Alcyonacea: Octocorallia) is abundant in the Brazilian coast, mainly in Northeast. Sexual reproduction was studied in Porto de Galinhas (Pernambuco, Brazil) during one year from May 2006. *C. riisei* is a gonochoric broadcasting species, with a sex ratio of 1:1 (female to male). The class-size 8.1-16 cm was predominant in 72% of the samples. The smallest colony with oocytes was 5.39 cm and the lowest with sperm cysts was 5.28 cm. The mean diameter of a mature oocyte was  $466.69 \pm 54.25 \mu\text{m}$ , with a maximum size of 600  $\mu\text{m}$  and for sperm cysts the average was  $247.87 \pm 74.22 \mu\text{m}$ , with a maximum size of 440  $\mu\text{m}$ . Gonads at all developmental stages were found throughout the year. These features result from asynchronous gametogenesis and continuous, and it leads the whole year with oocysts and sperm cysts in maturation and release. The reproductive features of *Carijoa riisei* constitute an exception to the generalization that free-spawning reef-corals have brief and synchronized broadcast-spawning episodes. This species demonstrates early onset of first reproduction, which further increases its reproductive output.

Keywords: sexual reproduction, gametogenesis, Alcyonacea, Octocorallia, Northeast in Brazil.

## 1. APRESENTAÇÃO

Este trabalho encontra-se dividido em duas partes. A primeira delas é uma revisão bibliográfica sobre a espécie de octocoral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860), abordando definições pertinentes sobre a biologia reprodutiva dos corais moles, bem como trabalhos já realizados com o grupo em questão e de outros cnidários.

A segunda parte é constituída por um artigo submetido ao periódico Hydrobiologia intitulado “Reprodução sexual do octocoral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Alcyonacea: Octocorallia) no litoral sul de Pernambuco, Brasil”, que teve como objetivo desvendar as principais características reprodutivas dessa espécie, ainda inéditas para o Brasil.

Ao final, estão anexadas as normas da revista. Porém, as normas quanto à localização da tabela, figuras e suas respectivas legendas foram modificadas para este trabalho e inseridas no corpo do texto para facilitar a leitura e o entendimento do artigo.

## 2. OBJETIVOS

O objetivo geral deste trabalho é descrever e analisar a reprodução sexual da espécie *Carijoa riisei*, na Praia de Porto de Galinhas no litoral Sul de Pernambuco.

Desta forma apresentamos os seguintes objetivos específicos:

- Determinar a proporção sexual entre machos e fêmeas de *Carijoa riisei* ao longo do ano;
- Determinar os eventos da reprodução sexual da espécie *C. riisei*, verificando se a mesma desova o ano inteiro, ou se possui um pico reprodutivo, ou ainda, ambos;
- Descrever e analisar a gametogênese (espermatogênese e oogênese) de *C. riisei*;
- Identificar a partir de que tamanho os pólipos de *C. riisei* se encontram férteis;
- Conhecer a distribuição de machos e fêmeas de *C. riisei* com relação ao tamanho da colônia;
- Analisar a fertilidade e fecundidade em função do sexo e da idade dos pólipos.

### 3. INTRODUÇÃO

#### 3.1 Filo Cnidaria

O Filo Cnidaria pertence a um dos mais antigos filios do reino animal (cerca de 500 milhões de anos) (Mojetta, 1995). Segundo Migotto et al. (1999), existem 11.000 espécies no mundo, das quais 472 estão presentes no Brasil. Este filio constitui animais extremamente diversificados, agrupando organismos que apresentam morfologias e modos de vida diferentes, como as medusas, as anêmonas do mar, as caravelas, os hidróides, os corais e as gorgônias. Estes invertebrados possuem uma sinapomorfia que define o grupo: os cnidocistos ou cnida, que são organelas urticantes produzidas pelos cnidócitos. Estas células especializadas são utilizadas como meio de defesa, de proteção e predação (Acuña et al., 2004; Fautin & Mariscal, 1991). O grupo é também definido por várias características comuns, como um corpo com simetria radial ou bilateral, formado por dois folhetos germinativos, ectoderme e endoderme, separados por uma mesogléia. Apresenta uma cavidade gastrovascular (cavidade gástrica) ou celêntero servindo como boca e ânus e a ausência de um sistema nervoso centralizado (Fabricius & Alderslade, 2001).

Cnidários apresentam duas formas corporais: a fase pólipio (solitários ou coloniais, livres ou sésseis) e a fase medusa (solitárias, livres ou sésseis). O ciclo de vida pode apresentar alternância de gerações ou metagênese, característica única dentro do reino animal (Brusca & Brusca, 2007). O filio Cnidaria apresenta cinco classes: Hydrozoa, Cubozoa, Anthozoa, Scyphozoa e Staurozoa (Marques & Collins, 2004).

Por sua vez, a classe dos antozoários é caracterizada principalmente pela ausência da forma medusa durante o seu ciclo biológico. Esta classe, que compreende o maior número de espécies, divide-se em duas subclasses: os hexacorais (número de tentáculos múltiplos de seis) e os octocorais (oito tentáculos pinados) (Fautin & Mariscal, 1991).

##### 3.1.2 Subclasse Octocorallia Haeckel, 1866

A Subclasse Octocorallia, apresenta características distintas como oito tentáculos com projeções laterais (pínulas), e sempre com oito septos completos em cada lado da base tentacular (Perez, 1999; Fabricius & Alderslade, 2001). Os octocorais ou os corais moles

são organismos sedentários marinhos e geralmente coloniais. Constituem um grupo de invertebrados morfológicamente bem definidos e são notáveis devido à sua diversidade, a sua abundância e as suas relações interspecíficas (Brito, 1993). Estas comunidades bentônicas formam uma fauna essencial e às vezes dominante nos oceanos do mundo (Kahng & Grigg, 2005).

Segundo o Registro de Organismos Marinhos da Intergovernmental Oceanographic Commission da Unesco (Unesco-IOC) apresentado no Congresso Internacional de Biologia de Celenterados (ICCB VI) realizado em 1995 na Holanda, a Subclasse Octocorallia possui 233 gêneros e 2726 espécies. Destas, 107 espécies de octocorais estão descritas para o litoral brasileiro (Silva & Pérez, 2002; Pérez, 2002; Medeiros, 2005; Castro et al., 2006). Das 107 espécies brasileiras, 25 estão localizadas na região Nordeste, ou seja, 23% (Silva & Pérez, 2002). E para o litoral de Pernambuco, cinco espécies estão registradas, incluindo *Carijoa riisei* (Pérez, 2002), sendo considerada a mais abundante na costa do estado.

### 3.2 A espécie *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Fig. 1)

Posição sistemática:

Subclasse Octocorallia Haeckel, 1866

Ordem Alcyonacea Lamouroux, 1816

Família Clavulariidae, Hickson, 1894

Gênero *Carijoa* Muller, 1867

*Carijoa riisei*

Os octocorais da Família Clavulariidae são raros (Maia et al., 2000). No entanto, a espécie *Carijoa riisei* conhecida igualmente sob o nome **Telesto branco** ou "snowflake", é abundante nas águas brasileiras. Esta espécie é originária do oceano Atlântico Ocidental, distribuindo-se desde o Estado de Santa Catarina, no Brasil (Silva & Perez, 2002), até o litoral da Flórida, nos Estados Unidos (Sanchez, 1994). Entretanto, há registros da mesma para o Havaí, outras regiões do Pacífico e as costas africanas do Oceano Atlântico Oriental

(Concepcion et al., 2008), onde a mesma é considerada como a única espécie de coral exótica e invasora dispersada por embarcações há cerca de 30 anos (Thomas, 1979).



Figura 1. Octocoral *Carijoa riisei* na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco - Brasil. Foto: Carlos Daniel Pérez.

*Carijoa riisei* é um coral que pode viver até a profundidade de 300 m (Calcinai et al., 2004). No Brasil, a espécie predomina em profundidades inferiores a 30 m (Castro, 1990; Castro et al., 2006). Porém, nos naufrágios existentes na costa de Pernambuco são observadas colônias de *C. riisei* em profundidades de até 40 m (Lira, 2007).

A espécie é caracterizada por formar colônias arboriformes que surgem de estolões reticulados, com os escleritos da coluna dos pólipos sendo bastões delgados, muitas vezes ramificados (Castro, 1990). Os pólipos surgem por brotamento a partir da solenia do pólipos primário e podem alcançar ramificações de até a sexta Ordem (Almeida, 2005) (Fig. 2).

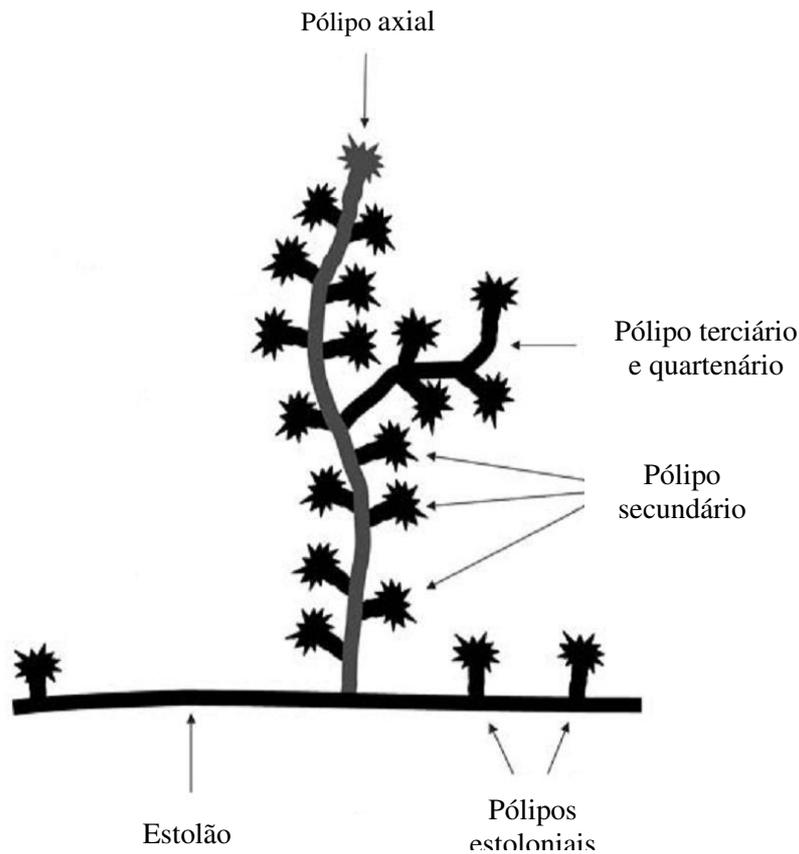


Figura 2. Diagrama de um pólipo de *Carijoa riisei* e suas ramificações. (Modificado de Kahng, et. al., 2008).

### 3.2.1 Ecologia

*Carijoa riisei* pode desenvolver-se sobre uma grande diversidade de substratos, e até sob estaleiros, bóias e cascos de embarcações. Esta é a única espécie de octocoral que forma parte da comunidade do *fouling* ou incrustante. Pode encontrar-se na água turbida e agitada, em cavernas sombreadas exercendo simbiose com esponjas e hidróides, em estuários associados às raízes de *Rhizophora mangle* (Rees, 1972), além disso, este invertebrado é capaz de saturar rapidamente o substrato e de crescer sobre outros organismos bentônicos, como os moluscos (Kahng & Grigg, 2005). *C. riisei* é uma espécie polífaga oportunista com hábito alimentício suspensívoro passivo filtrador, que se alimenta principalmente de organismos planctônicos (Lira et. al., 2008). Esta espécie é resistente às variações de temperatura, de salinidade e, certamente, de exposição à luz (Castro, 1997).

*Carijoa riisei* é um invasor de sucesso nas Ilhas havaianas e foi descrito como o invertebrado marinho que mais invade entre as 287 espécies existentes neste estado americano (Grigg, 2003). O seu primeiro registro data de 1972 na comunidade do Pearl Harbour na ilha Oahu. Hoje, encontra-se em todas as principais ilhas que compõem este arquipélago (Kahng & Grigg, 2005).

Esta espécie pode tornar-se um competidor importante, podendo criar um impacto ecológico considerável, pois possui vantagens para que isso ocorra: uma reprodução contínua, uma fecundidade elevada e uma taxa de mortalidade muito baixa devido à ausência de predadores significativos (Silva, 2007). Como consequência, o seu potencial de expansão elevado permite-lhe excluir a fauna nativa monopolizando os recursos alimentares e saturando o substrato (Grigg, 2003). No Estado Havaí, por exemplo, *C. riisei* inflige uma grande mortalidade a espécies nativas de corais negros (*Antipathes dichotoma* Pallas, 1766 e *Antipathes grandis* Verrill, 1928), sendo a principal causa de extinção destas espécies (Grigg, 2003). Em 2001, esta espécie causou a morte de cerca de 50% de uma população de coral negro na região de Maui, entre profundidades de 80 e 110 m (Kahng & Grigg, 2005). Sendo a pedra semipreciosa oficial do estado, este coral negro traz à indústria cerca de 30 milhões de dólares (Marschal et al., 2004). A predominância crescente de *C. riisei* tornou-se uma ameaça para esta indústria lucrativa (Grigg, 2003). Devido a estes dados alarmantes, alguns pesquisadores, incluindo Kahng et al. (2008), iniciaram o estudo da biologia reprodutiva desta espécie que invade as águas havaianas para tentar reduzir os seus impactos ecológicos e econômicos. No Brasil, a espécie é considerada críptica, já que não é possível afirmar que a mesma seja nativa ou invasora. Diversos estudos sobre abundância, crescimento, comunidade associada, e predação sobre esta espécie vem sendo desenvolvidos atualmente pelo Grupo de Pesquisa em Antozoários – GPA (UFPE-UFRPE), permitindo reunir um grande número de informações sobre a ecologia desta espécie na região nordeste do Brasil (Almeida, 2005; Gadelha, 2006; Neves & Perez, 2006; Rodrigues et al., 2006; Farrapeira et al., 2007; Gadelha et al., 2007; Lira et al. 2007; Neves, 2007; Neves et al., 2007; Rodrigues, 2006; Rodrigues et al., 2006; Rodrigues et al., 2007; Souza et al., 2007; Lira et al., 2008a; Lira et al., 2008b; Lira, 2008, Lira et al., 2008).

### 3.2.2 Reprodução

Dado o papel central da estratégia reprodutiva na história de vida de um organismo, a reprodução deve ser analisada para compreender a ecologia do mesmo. Corais moles pertencentes à Ordem Alcyonacea empregam uma ampla variedade de estratégias reprodutivas (Benayahu & Loya, 1984; Alino & Coll, 1989; Sammarco & Coll, 1992).

Vários trabalhos existem sobre os aspectos reprodutivos dos octocorais. Porém, para a Ordem Alcyonacea, os estudos têm-se concentrado principalmente sobre as Famílias Alcyoniidae e Xeniidae no Atlântico Norte, Mar Vermelho, na Grande Barreira de Recifes, Mar do Sul, e no Nordeste do Oceano Pacífico (Sebens, 1983; Benayahu et al., 1990; Benayahu, 1991; MacFadden et al., 2001; MacFadden & Hochberg, 2003). No entanto, publicações científicas específicas à reprodução sexual da Família Clavulariidae são escassas no mundo. Para esta Família foram obtidas algumas informações sobre: *Clavularia hamra* Gohar, 1948 (Benayahu, 1989); *Clavularia inflata* Schenk, 1886 (Alino & Coll, 1989) e *Pachyclavularia violacea* Quoy & Gaimard, 1833 (Alino & Coll, 1989); e *Carjioa riisei*, segundo Kahng, et al. (2008). Os conhecimentos a respeito desta última espécie são oriundos de resultados obtidos de uma população nas águas havaianas, no Oceano Pacífico, onde esta espécie é considerada invasora. Para o Brasil, estes dados são ainda inéditos. No entanto, a aquisição destes conhecimentos é difícil devido ao ciclo de vida complexo dos corais, além dos diversos fatores ambientais e antrópicos que influenciam os seus aspectos reprodutivos (Fetzer, 2004).

#### 3.2.2.1 Reprodução assexuada e sexuada

Quanto às características gerais dos corais, os cnidários têm duas estratégias de reprodução, a sexual e a assexuada. A importância de cada uma difere entre as espécies e os ambientes (Lasker et al., 1998). Os octocorais apresentam mecanismos de reprodução assexuada que se distinguem dos outros antozoários, tais como: fissão simples; mortalidade parcial com a divisão em duas entidades separadas; desenvolvimento das colônias pelos estolões ou ramificações; e pela reconstituição rápida a partir de pequenos fragmentos quebrados que funcionam como gemas para o surgimento de novos indivíduos (Dahan & Benayahu, 1997). Este crescimento vegetativo permite que os octocorais

possuam uma taxa de crescimento elevada, através da colonização rápida do substrato (Benayahu & Loya, 1987). No que se refere à Família Clavulariidae, a reprodução assexuada é a mais comum (Bayer, 1961). Para a espécie *Carijoa riisei* é observada a fragmentação dos estolões que colonizam rapidamente os setores adjacentes (Silveira, 1986; Defelice et al., 2001; Kahng et al., 2008).

Os alcionáceos são geralmente gonocóricos (Hwang & Song, 2007), e possuem três modos de reprodução sexual: a liberação de gametas com fertilização externa; incubação interna e incubação de larvas plânulas na superfície externa (Benayahu et al., 1990; Benayahu, 1991; Dahan & Benayahu, 1997, Ben-David-Zaslow et al., 1999; Cordes et al., 2001). Os corais moles tropicais normalmente exibem a desova de gametas sazonalmente com fertilização externa (Benayahu & Loya, 1984; Alino & Coll, 1989; Benayahu et al., 1989; Benayahu, 1991).

A reprodução sexual de *C. riisei* parece também seguir as regras gerais dos corais moles tropicais liberando e fertilizando gametas na coluna de água (Kahng et al., 2008). Este processo permite assim reduzir o tempo de exposição dos gametas aos fatores de mortalidade (Benayahu & Loya, 1986). Além disso, a maior parte das espécies da Família Clavulariidae são gonocóricas, mas algumas são hermafroditas, o que raramente é observado para *C. riisei* (Kahng et al., 2008). Esta espécie é igualmente dióica com uma relação de uma fêmea para um macho (Kahng et al., 2008). Vários fatores podem, contudo alterar esta proporção sexual, como os períodos de perturbação que causam a mortalidade das colônias e que afetam a sua capacidade de reprodução (Kruger et al., 1998; Orejas et al., 2002).

Os fatores que influenciam o ciclo de reprodução de *C. riisei* são ignorados, porque estes corais sofrem freqüentemente pressões seletivas. Existe, contudo, uma tendência dominante nos octocorais das regiões tropicais: a maturação das gônadas é sincrônica e gera gametas (Fitzsimmons-Sosa et al., 2004).

Esta estratégia ecológica, contudo não é observada no caso da espécie em estudo. De acordo com a investigação efetuada no Havaí, as colônias de *C. riisei* têm uma fecundidade elevada devido à conservação dos ovócitos. Reproduzem-se igualmente de maneira não sincrônica liberando uma parte dos gametas sobre um período de vários dias, e continuamente durante todo o ano (Kahng & Grigg, 2005; Kahng et al., 2008).

### 3.2.2.2 Gametogênese

O desenvolvimento das gônadas segue um padrão semelhante entre todos os Alcyonacea (Benayahu, 1991); as gônadas imaturas se desenvolvem ao longo dos mesentérios ventral e lateral, freqüentemente na região basal dentro dos pólipos, e em seguida as gônadas se soltam a partir dos mesentérios durante a maturação (Benayahu, 1991; McFadden & Hochberg, 2003; Gutiérrez-Rodríguez & Lasker, 2004). Estas células germinais, originárias da gastroderme, são unidas aos mesentérios por um pedículo curto. Células especializadas de origem gastrodérmica, denominadas células foliculares estão associadas com o desenvolvimento das células germinativas. A presença de células foliculares durante a gametogênese diferencia o processo de desenvolvimento dos antozoários dos outros grupos de cnidários (Achituv & Benayahu, 1990; Kruger et al., 1998).

Quanto à oogênese, o desenvolvimento dos ovócitos é caracterizado pela divisão dos feixes das células germinais (Benayahu et al., 1989). Quando o ovócito maduro atinge a sua dimensão final, várias mudanças ocorrem, incluindo o desaparecimento da linha entre a vesícula germinal e o citoplasma (Kruger et al., 1998; Gutierrez-Rodriguez & Lasker, 2004). Para a espermatogênese, o processo é mais rápido se comparado com a oogênese, e há pouco espessamento da camada folicular. Entre os octocorais, este processo tem uma duração inferior a oogênese e muitas espécies demonstraram uma oogênese prolongada, com duração superior a um ano, variando entre 14 e 24 meses (Benayahu, 1997).

Contudo, a gametogênese dos cnidários pode ser afetada por fatores ambientais como a temperatura da água do mar, ciclo lunar, e os recursos energéticos (Coma et al., 1995; Kruger et al., 1998; Ben-David-Zaslow et al., 1999; Zeevi Ben-Yosef & Benayahu, 1999).

### 3.2.2.3 Desenvolvimento e dispersão das larvas

O desenvolvimento indireto dos organismos com larvas está presente em 70% das espécies de invertebrados (Fetzer, 2004), mas a duração da fertilização até as larvas é relativamente desconhecida para a maior parte das espécies de octocorais (Ben-David-Zaslow & Benayahu, 1998). Para esta subclasse, a sua dispersão e o seu recrutamento são

fatores importantes que determinam a distribuição dos corais adultos. No entanto, a sua capacidade de dispersão varia muito (Rice et al., 1992). As larvas que ficaram mantidas dentro do pólipó durante o seu desenvolvimento estabelecem-se geralmente perto da colônia parental após a liberação, enquanto as larvas planctônicas dispersam-se para locais mais distantes (Gutierrez-Rodriguez & Lasker, 2004). Estas trocas larvais permitem assim colonizar novos locais, contribuir para a variação genética e aumentar a adaptação dos corais às mudanças ambientais (Grosberg & Quinn, 1986; Grosberg, 1987; Edmands & Potts, 1997, citado por Fetzer, 2004). Contudo, para que ocorra a metamorfose de uma plânula para pólipó fixo, vários fatores precisam ocorrer ao mesmo tempo, como a presença de condições ambientais favoráveis, um habitat disponível e recursos energéticos acessíveis. Caso contrário, a metamorfose da plânula pode ser adiada. Este período constitui assim, a fase crítica do desenvolvimento dos octocorais (Ben-David-Zaslow & Benayahu, 1998; Gutierrez- Rodriguez & Lasker, 2004).

Contudo, como já foi dito anteriormente, apenas um estudo foi publicado até o presente abordando a reprodução sexual de *C. riisei*. Ele foi realizado no Oceano Pacífico, no Havaí. Não obstante, é reconhecido que uma espécie pode alterar sua estratégia reprodutiva de acordo com o ambiente onde vive. Por tanto, é fundamental conhecer como esta espécie se comporta reprodutivamente em águas do Atlântico tropical, tendo em vista que os recifes da Praia de Porto de Galinhas no litoral de Pernambuco apresentam características bióticas que favorecem a ocorrência deste octocoral (Neves et al. 2007; Souza et al., 2007; Lira et al., 2008).

Pretendeu-se com a realização desse trabalho, analisar as características reprodutivas de *C. riisei*, e compará-las com as de outras espécies de corais moles, além de conhecer melhor as adaptações e variabilidade deste octocoral.

#### **4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Achituv, Y. & Y. Benayahu, 1990. Polyp dimorphism and functional, sequential hermaphroditism in the soft coral *Heteroxenia fuscescens* (Octocorallia). Marine Ecology Progress Series 9: 263-269.

Acuña, F. H., L. Ricci, A. C. Excoffon & M. O. Zamponi, 2004. A novel statistical analysis of cnidocysts in acontiarian sea anemones (Cnidaria, Actiniaria) using generalized linear models with gamma errors. *Zoologischer Anzeiger*, 243: 47-52.

Alino, P. M. & J. C. Coll, 1989. Observations of the synchronized mass spawning and postsettlement activity of octocorals on the Great Barrier Reef, Australia: Biological Aspects. *Bulletin of Marine Science* 45: 697-707.

Almeida, D. A., 2005. Ecologia populacional do telestáceo *Carijioa riisei* (Cnidaria, Anthozoa) do litoral pernambucano (Brasil). Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pernambuco. 31 p.

Bayer, F. M., 1961. The shallow water Octocorallia of the West Indian region. A manual for marine biologists. The Hague: Martinus Nijhoff, 373 p.

Bayer, F. M., 1981. Status of knowledge of octocorals of world seas, p. 3-11. In: Academia Brasileira de Ciências (ed), *Seminários de Biologia Marinha*. Rio de Janeiro, Academia Brasileira de Ciências, 383 p.

Ben-David-Zaslow, R. & Y. Benayahu, 1998. Competence and longevity in planulae of several species of soft corals. *Marine Ecology Progress Series* 163: 235-243.

Ben-David-Zaslow, R. & Y. Benayahu, 1998. Temporal variation in lipid, protein and carbohydrate content in the Red Sea soft coral *Heteroxenia fuscescens*. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 76: 1001–1006.

Ben-David-Zaslow, R., G. Henning, D. K. Hoffmann & Y. Benayahu, 1999. Reproduction in the Red Sea soft coral *Heteroxenia fuscescens*: seasonality and long-term (1991 to 1997). *Marine Biology* 133: 553-559.

Benayahu, Y. & Y. Loya, 1984. Life history studies on the Red Sea soft coral *Xenia macrospiculata* Gohar, 1940. I. Annual dynamics of gonadal development. *Biological Bulletin* 166: 32-43.

Benayahu, Y. & Y. Loya, 1986. Sexual reproduction of a soft coral: Synchronous and brief annual spawning of *Sacrophyton glaucum* (Quoy and Gaimard, 1833). *Biological Bulletin* 170: 32-42.

Benayahu, Y. & Y. Loya, 1987. Long-term recruitment of soft-corals (Octocorallia: Alcyonacea) on artificial substrata at Eliat ( Red Sea ). *Marine Ecology Progress Series* 38: 161-167

Benayahu, Y., 1989. Reproductive cycle and developmental processes during embryogenesis of *Clavularia hamra* (Cnidaria, Octocorallia). *Acta Zoologica* 70: 29-36.

Benayahu, Y., T. Berner & Y. Achituv, 1989. Development of planulae within a mesogleal coat in the soft coral *Heteroxenia fuscensens*. *Marine Biology* 100: 203-210.

Benayahu, Y. 1991. Reproduction and developmental pathways of Red Sea Xenidae (Octocorallia, Alcyonacea). *Hydrobiologia* 216/217: 125–130

Benayahu Y., D. Weil & M. Kleinman, 1990. Radiation of broadcasting and brooding patterns in coral reef alcyonaceans. *Invertebrate Reproduction & Development* 5: 323–328

Benayahu, Y., 1997. Developmental episodes in reef soft corals: ecological and cellular determinants. In: Lessios HA, Macintyre IG (eds) *Proc int 8th coral Reef Symp. Vol. 2*. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama, pp 1213±1218.

Ben-David-Zaslow, R., Y. Benayahu, 1999. Temporal variation in lipid, protein and carbohydrate content in the Red Sea soft coral *Heteroxenia fuscensens*. *J Mar Biol Assoc UK* 76:1001–1006.

Brito, T. A. S., 1993. Taxonomic and ecological studies on Antarctic octocorals of genus *Thouarella* (Octocorallia, Primnoidae). Tese de Doutorado, University of Southampton, England.

Brusca, R.C. & Brusca, G. J. (2007). *Invertebrados*. 2.ed. Guanabara/Koogan, 967 p.

Calcinai, B., G. Bavestrello & C. Cerrano, 2004. Dispersal and association of two alien species in the Indonesian coral reefs : the octocoral *Carijoa riisei* and the demosponge *Desmapsamma anchorata*. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 84: 937-941.

Castro, C. B., 1990. Revisão taxonômica dos Octocorallia (Cnidaria, Anthozoa) do litoral Sul-Americano: da foz do rio Amazonas à foz do rio Prata. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo. 343 p.

Castro, C. B., D. O. Pires, M. S. Medeiros, L. L. Loiola, R. C. M., Arantes, C. M., Thiago, E. Berman, 2006. Filo Cnidaria - Corais. In: Lavrado H. P. & B. L. Ignacio. (Org.). Biodiversidade bentônica da região central da Zona Econômica Exclusiva Brasileira. 1 ed. Rio de Janeiro: Museu Nacional, 18, 147-192.

Castro, C. B., 1997. (Rel.) Projeto Abrolhos: Desenvolvimento de um plano de ação para a conservação dos recursos marinhos do complexo de Abrolhos. Aspectos ambientais. Instituto Brasileiro de Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis- IBAMA, Salvador, p.1-104.

Coma, R., M. Zabala & J. M. Gili, 1995. Reproduction and cycle of gonadal development in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Marine Ecology Progress Series* 117: 173-183.

Concepcion G. T., M. W. Crepeau, D. Wagner, S. E. Kahng & R. J. Toonen, 2008. An alternative to ITS, a hypervariable, single-copy nuclear intron in corals, and its use in detecting cryptic species within the octocoral genus *Carijoa*. *Coral Reefs* 27: 323–336.

Cordes, E. E., J. W. Nybakken & G. VanDykhuisen, 2001. Reproduction and growth of *Anthomastis ritteri* (Octocorallia: Alcyonacea) from Monterey Bay California, USA. *Marine Biology* 138: 491-501.

Dahan, M. & Y. Benayahu, 1997. Reproduction of *Dendronephthya hemprichi* (Cnidaria: Octocorallia): year-round spawning in an azooxanthellate soft coral. *Marine Biology* 129: 573-579.

DeFelice, R. C., L., G. Eldredge & J. T. Carlton, 2001. Nonindigenous marine invertebrates. In: Eldredge, L.G & C. M. Smith (eds.), A Guidebook of Introduced Marine Species in Hawaii. Bishop Museum Technical Report 21, pp. B1–B60.

Fabricius, K. E. & P. Alderslade, 2001. Soft coral and sea fans: a comprehensive guide to the tropical shallow water genera of the central-west Pacific, the Indian Ocean and the Red Sea. Australian Institute of Marine Science, 264 p.

Farrapeira, C. M. R., B. M. Neves & C. D. Pérez, 2007. Cirrípedos asociados al octocoral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) en el litoral de Pernambuco, Brasil. In: XII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, 2007, Florianópolis. Resumos do XII COLACMAR. Camboriú: AOCEANO, 2007.

Fautin, D. G. & R. N. Mariscal, 1991. Cnidaria: Anthozoa. . In: Harrison, F. W. & J. A. Westfall (eds), Microscopic Anatomy of Invertebrates, volume 2: Placozoa, Porifera, Cnidaria, and Ctenophora. Wiley-Liss, Inc., New York and other cities. p. 267-358.

Fetzer, I., 2004. Reproduction strategies and distribution of larvae and juveniles of benthic soft-bottom invertebrates in the Kara Sea (Russian Arctic). Tese de Doutorado, University of Bremen, Germany.

Fitzsimmons-Sosa, K., P. Hallock, J. Wheaton, K. E. Hackett & M. K. Callahan, 2004. Annual cycles of gonadal development of six common gorgonians from Biscayne National Park , Florida, USA. Caribbean Journal of Science 40: 144-150.

Gadelha, J. R., D. A. Almeida, C. D. Pérez, 2007. A influência da batimetria na variação do crescimento do octocoral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Cnidaria, Alcyonacea) no litoral sul de Pernambuco, Brasil. In: XII Congreso Latinoamericano de Ciencias del Mar, Florianópolis. Resumos do XII COLACMAR. Camboriú: AOCEANO.

Gadelha, J. R., 2006. Estudo do crescimento do octocoral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Cnidaria, Alcyonacea) do litoral sul de Pernambuco, Brasil. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pernambuco. 43 p.

Grosberg, R. K. & J. F. Quinn, 1986. The genetic control and consequences of kin recognition by the larvae of a colonial marine invertebrate. *Nature* 322: 456-459.

Grosberg, R. K., 1987. Limited dispersal and proximity-dependent mating success in the colonial ascidian *Botryllus schlosseri*. *Evolution* 41: 372-384.

Grigg, R. W., 2003. Invasion of a deep black coral bed by an alien species, *Carijoa riisei*, off Maui, Hawaii. *Coral Reefs* 22: 121-122.

Gutierrez-Rodriguez, C. & H. R. Lasker, 2004. Reproductive biology, development, and planula behavior in the Caribbean gorgonian *Pseudopterogorgia elisabethae*. *Invertebrate Biology* 123: 54-67

Hwang, S. J. & J. I. Song, 2007. Reproductive biology and larval development of the temperate soft *Dendronephthya gigantea* (Alcyonacea: Nephtheidae). *Marine Biology* 152: 273-284.

Kahng, S. E. & R. W. Grigg, 2005. Impact of an alien octocoral, *Carijoa riisei*, on black corals in Hawaii. *Coral Reefs* 24: 556-562.

Kahng, S. E., Y. Benayau, D. Wagner & N. Rothe, 2008. Sexual reproduction in the invasive octocoral *Carijoa riisei* in Hawaii. *Bulletin of Marine Science* 82: 1-17.

Kruger, A., M. H. Schleyer & Y. Benayahu, 1998. Reproduction in *Anthelia glauca* (Octocorallia: Xeniidae). *Marine Biology* 131: 423-432.

Lasker, H. R., K. Kim & M. A. Coffroth, 1998. Production, settlement, and survival of plexaurid gorgonian recruits. *Marine Ecology Progress Series* 162: 111-123.

Lewinsohn, T. M. & P. I. Prado, 2005. Quantas espécies há no Brasil?. *Megadiversidade* (Belo Horizonte), Belo Horizonte, 1: 36-42.

Lira, S. M. A., 2007. Epifauna macrobentônica associada a alguns naufrágios do litoral de Pernambuco-Brasil. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 71 p.

Lira, A. K. F., J. P. Naud, P. B. Gomes, & C. D. Perez, 2007. Dieta alimentar do octocoral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Cnidaria, Anthozoa) em Porto de Galinhas (Pernambuco, Brasil). XII Congresso Latinoamericano de Ciencias del Mar, 2007, Florianópolis. Resumos do XII COLACMAR. Camboriú: AOCEANO.

Lira, A. K. F., J. P. Naud, P. B. Gomes, A. M. Santos & C. D. Perez, 2008. Trophic ecology of the octocoral *Carijoa riisei* from littoral of Pernambuco, Brazil. I. Composition and spatio-temporal variation of the diet. Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom 89: 89-99.

Lira, A. K. F., G. C. Oliveira, D. L. Moura & C. D. Pérez, 2008b. Variação sazonal na dieta do octocoral *Carijoa riisei* em Porto de Galinhas (Pernambuco, Brasil) In: XXVII Congresso Brasileiro de Zoologia, Curitiba. Resumos do XXVII CBZ. Universidade Federal de Paraná.

Lira, A. K. F., 2008. Ecologia Trófica do Octocoral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Cnidaria, Alcyonacea) em Porto de Galinhas (Pernambuco, Brasil). Dissertação de Mestrado (Biologia Animal). Universidade Federal de Pernambuco. 78 p.

Maia, L. F., R. A. Epifanio & W. Fenical, 2000. New cytotoxic sterol glycosides from the octocoral *Carijoa riisei*. (Telesto). Journal of Natural Products 63: 1427-1430.

Marques, A. C. & A. G. Collins, 2004. Cladistic analysis of Medusozoa and cnidarian evolution. Invertebrate Biology 43: 9-16.

Marschal, C., J. Garrabou & G. Harmelin, 2004. A new method for measuring growth and age in the precious red coral *Corallium rubrum* (L.). Coral Reefs 23: 423-432.

Medeiros, M. S., 2005. Octocorais (Cnidaria, Anthozoa) da Plataforma, Talude e Bancos Oceânicos ao largo do Brasil. Tese de Doutorado, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

McFadden, C. S., R. Donahue, B. K. Hadland & R. Weston, 2001. A molecular phylogenetic analysis of reproductive trait evolution in the soft coral genus *Alcyonium*. *Evolution* 55: 54–67.

McFadden, C. S. & F. G. Hochberg, 2003. Biology and taxonomy of encrusting alcyoniid soft corals in the northeastern Pacific Ocean with descriptions of two new genera (Cnidaria, Anthozoa, Octocorallia). *Invertebrate Biology* 122: 93–113.

Mojetta, A. 1995. The Barrier Reefs. A Guide to The World of Corals. In: A. A. Gaddis & Sons, Egypt: 168 hlm.

Neves, E. G. & D. O. Pres, 2002. Sexual reproduction of Brazilian coral *Mussismilia hispida* (Verrill, 1902). *Coral Reefs* 21: 161-168.

Neves, B. M. & C. D. Pérez, 2006. A comunidade epibionte do octocoral *Carijhoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Cnidaria, Anthozoa) do litoral pernambucano In: XXVI Congresso Brasileiro de Zoologia, Londrina. Resumos do XXVI CBZ. Universidade Estadual de Londrina.

Neves, B. M., J. B. Lima & C. D. Pérez, 2007. Brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) associated with the octocoral *Carijhoa riisei* (Cnidaria: Anthozoa) from the littoral of Pernambuco, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 87: 1263 – 1267.

Neves, B. M., 2007. A comunidade epibionte do octocoral *Carijhoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Cnidaria, Anthozoa) do litoral de Pernambuco, Brasil. 2007. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Universidade Federal de Pernambuco. 63 p.

Orejas, C., P. J. Lopez-Gonzalez, J. M. Gili, N. Teixido, J. Gutt & W. E. Arntz, 2002. Distribution and reproductive ecology of the Antarctic octocoral *Ainigmaptilon antarcticum* in the Weddell Sea. *Marine Ecology Progress Series* 231: 101-114.

Pérez, C. D., 1999. Taxonomia, Distribución y Diversidad de los Pennatulacea, Gorgonacea Alcyonacea del mar epicontinental argentino y zonas de influencia. Tese (Doutorado en Ciencias Biológicas), Universidad Nacional de Mar del Plata, Argentina. 254 p.

Pérez, C. D., 2002. Octocorais (Cnidaria, Anthozoa) do litoral Pernambucano (Brasil). In: Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco (SECTMA), Governo de Pernambuco e, Tabarelli, M. & J. M. P. Silva (eds), 2: 365-368. Recife: Editora Massangana.

Rees, J. T., 1972. The effect of current on growth form in a octocoral. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 10: 115-123.

Rice, A. L., P. A. Tyler, & G. J. L. Paterson, 1992. The pennatulacean *Kophobelemnon stelliferum* (Cnidaria: Octocorallia) in the Porcupine Seabight (North-east Atlantic Ocean). *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 72: 417-434.

Rodrigues, H. A., 2006. Ecologia alimentar de *Hermodice carunculata* (Pallas, 1776) (Polychaeta, Amphinomidae) em bancos de *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Cnidaria, Anthozoa). Dissertação de Mestrado (Biologia Animal). Universidade Federal de Pernambuco. 82 p.

Rodrigues, H. A., C. D. Pérez, B. M. Neves & J. R. B. Souza, 2006. Alimentação de *Hermodice carunculata* (Pallas, 1776) (Polychaeta- Amphinomidae) em banco de *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Cnidaria-Anthozoa). In: I Simpósio Latino Americano de Polychaeta, São Sebastião. São Paulo: CEBIMAR. Universidade Federal de São Paulo.

Rodrigues, H. A., S. L. Vasconcelos, H. L., Lira, C. D. Pérez & J. R. B. Souza, 2007. Predação de *Carijoa riisei* (Pallas, 1776) (Cnidaria, Anthozoa) por *Hermodice carunculata* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Polychaeta, Amphinomidae) XII Congresso Latinoamericano de Ciencias del Mar, 2007, Florianópolis. Resumos do XII COLACMAR. Camboriú: AOCEANO.

Sammarco, P. W. & J. C. Coll, 1992. Chemical adaptations in the Octocorallia: evolutionary considerations. *Marine Ecology Progress Series* 88: 93-104.

Sanchez, M. 1994. Presencia de los Octocorales *Stylatula diadema* (Pennatulacea) y *Carijoa riisei* Duchassaing & Michelotti (Telestacea) en la Costa Caribe Colombiana. *Anales del Instituto de Investigaciones Marinas de Punta de Betin* 23: 137-147.

Sebens, K. P., 1983. The larval and juvenile ecology of the temperate octocoral *Alcyonium siderium* Verrill. I. Substratum selection by benthic larvae. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 71: 73–89.

Silva, B. G. & C. D. Pérez, 2002. Diagnósis del conocimiento de la fauna de octocorales (Cnidaria, Anthozoa) de la region Nordeste de Brasil. *Tropical Oceanography* 30: 15-22.

Silva, P. S., 2007. Revisão da biologia reprodutiva do octocoral *Carijoa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860). Monografia. (Aperfeiçoamento – Especialização em Biologia Animal), Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

Silveira, F. L., 1986. Aspectos da Biologia de *Lophogorgia punicea* (Milne Edwards & Haime, 1857) (Gorgonacea, Gorgoniidae) do Canal de São Sebastião, Estado de São Paulo. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo.

Souza, J. R. B., H. A. Rodrigues, B. M. Neves & C. D. Perez, 2007. First report of bristleworm predator of the reef octocoral *Carijoa riisei*. *Coral Reefs* 26: 1033-1033.

Thomas, W. J., 1979. Aspects of the micro-community associated with *Telesto riisei*, an introduced Alcyonarian. Tese de Doutorado, Universidade do Hawaii.

Zeevi Ben-Yosef, D. & Y. Benayahu, 1999. The gorgonian coral *Acabaria biserialis*: life history of a successful colonizer of artificial substrata. *Marine Biology* 135: 473-481.

REPRODUÇÃO SEXUAL DO OCTOCORAL *Carijoa riisei* (DUCHASSAING & MICHELOTTI, 1860) (ALCYONACEA: OCTOCORALLIA) NO LITORAL SUL DE PERNAMBUCO, BRASIL

Taciana Martins Barbosa<sup>1</sup>, Paula Braga Gomes<sup>2</sup>, André Mauricio Santos<sup>3</sup>, Cristiano Aparecido Chagas<sup>4</sup>, Érika Maria Silva Freitas<sup>5</sup>, Carlos Daniel Pérez<sup>6</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Pós-graduação em Biologia Animal, 50670901, Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Dois Irmãos, 52171-900, Recife, PE, Brasil.

<sup>3,4,5,6</sup> Universidade Federal de Pernambuco, Centro Acadêmico de Vitória, Núcleo de Biologia, Rua do Alto do Reservatório s/n, Bela Vista, 55608680 Vitória de Santo Antão, PE, Brasil.

Corresponding author, e-mail: cdperez@ufpe.br

ABSTRACT

The octocoral *Carijoa riisei* Duchassaing & Michelotti, 1860 (Alcyonacea: Octocorallia) is abundant in the Brazilian coast, mainly in Northeast. Sexual reproduction was studied in Porto de Galinhas (Pernambuco, Brazil) during one year from May 2006. *C. riisei* is a gonochoric broadcasting species, with a sex ratio of 1:1 (female to male). The class-size 8.1-16 cm was predominant in 72% of the samples. The smallest colony with oocytes was 5.39 cm and the lowest with sperm cysts was 5.28 cm. The mean diameter of a mature oocyte was  $466.69 \pm 54.25 \mu\text{m}$ , with a maximum size of 600  $\mu\text{m}$  and for sperm cysts the average was  $247.87 \pm 74.22 \mu\text{m}$ , with a maximum size of 440  $\mu\text{m}$ . Gonads at all developmental stages were found throughout the year. These features result from asynchronous gametogenesis and continuous, and it leads the whole year with oocysts and sperm cysts in maturation and release. The reproductive features of *Carijoa riisei* constitute an exception to the generalization that free-spawning reef-corals have brief and

synchronized broadcast-spawning episodes. This species demonstrates early onset of first reproduction, which further increases its reproductive output.

**Keywords:** sexual reproduction, gametogenesis, Alcyonacea, Octocorallia, Northeast in Brazil.

## INTRODUÇÃO

Corais moles da Ordem Alcyonacea empregam uma ampla variedade de estratégias reprodutivas que incluem reprodução sexual e assexual (Benayahu & Loya, 1984; Alino & Coll, 1989; Sammarco & Coll, 1992). Existem três modalidades utilizadas para a produção de gametas: a liberação de gametas com fertilização externa; incubação interna, e incubação de plânulas na superfície externa (Benayahu et al., 1990; Benayahu, 1991; Dahan & Benayahu, 1997, Ben-David-Zaslow et al., 1999; Cordes et al., 2001). O gonocorismo é dominante entre os corais moles (Hwang & Song, 2007) e as espécies tropicais normalmente exibem a liberação de gametas sazonalmente, com fertilização externa (Benayahu & Loya, 1984; Alino & Coll, 1989; Benayahu et al., 1989; Benayahu, 1991).

O desenvolvimento das gônadas segue um padrão semelhante entre todos os corais moles (Benayahu, 1991); as gônadas imaturas desenvolvem ao longo dos mesentérios ventral e lateral, e em seguida as gônadas se soltam a partir dos mesentérios durante a maturação (Benayahu, 1991; McFadden & Hochberg, 2003; Gutiérrez-Rodríguez & Lasker, 2004; Hwang & Song, 2007). A gametogênese pode ser afetada por fatores ambientais como a temperatura da água do mar, ciclo lunar, e os recursos energéticos (Ben-David-Zaslow et al., 1999; Zeevi Ben-Yosef & Benayahu, 1999). Assim, populações de uma mesma espécie podem ter diferentes estratégias reprodutivas. Por outro lado, grande variabilidade intraespecífica nos atributos reprodutivos pode evidenciar que organismos identificados como coespecíficos, na realidade, não sejam, por exemplo, que espécies crípticas podem existir (Babcock, 1995).

*Carjioa riisei* (Duchassaing & Michelotti, 1860) é um octocoral (Ordem Alcyonacea, Família Clavulariidae) que se distribui no oceano Atlântico Ocidental desde o estado da Flórida (Estados Unidos) até o estado de Santa Catarina (Brasil), e em todo o Caribe (Pérez, 2002); entretanto, há registros da mesma para o Havaí, outras regiões do

Pacífico e também no leste do Oceano Atlântico (Concepcion et al., 2008), onde esta espécie é considerada invasora, causando um significativo impacto ecológico por asfixia e exclusão de outras espécies bentônicas (Kahng & Grigg, 2005; Kahng & Kelley, 2007).

No litoral brasileiro *C. riisei* é muito abundante, em especial na região nordeste, onde já foi estudada como fauna associada (Neves et. al., 2007; Souza et. al., 2007) e ecologia trófica (Lira et. al., 2008). No entanto, estudos sobre a reprodução sexual de *C. riisei* no Brasil, assim como no oceano Atlântico, são inéditos.

O único estudo sobre a biologia reprodutiva da espécie foi realizado recentemente no Havaí. Os resultados mostram que *C. riisei* é geralmente gonocórica, com raro hermafroditismo e apresenta uma proporção sexual de um macho para uma fêmea. A gametogênese é assincrônica e contínua, liberando e fertilizando gametas na coluna de água (Kahng et al., 2008).

Considerando a ampla distribuição da espécie e seu caráter invasor e prejudicial, é de fundamental importância conhecer a sua biologia reprodutiva em populações do Atlântico a fim de subsidiar estudos de natureza taxonômica (quanto à coespecificidade das populações do Pacífico e do Atlântico), estudos que avaliem seu caráter invasor, além de contribuir para o conhecimento da reprodução nos alcionáceos, ainda carente de informações. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar a reprodução sexual de *C. riisei* em águas do Atlântico tropical e compará-las com as de outras espécies de corais moles previamente estudados visando conhecer melhor as adaptações e variabilidade deste octocoral.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Local de Estudo

As coletas de *C. riisei* foram realizadas através da técnica de Mergulho Autônomo (SCUBA) na Praia de Porto de Galinhas, litoral sul de Pernambuco (8° 30'20" S, 35° 00'34" W) (Fig. 1). O ponto de coleta é conhecido como "Piscina dos oito" ou "Boca da barra", por possuir ligação com o mar aberto e chegar até a profundidade de oito metros. Dado o hábito estolonial desta espécie, se formam densas populações sobre os recifes

litorâneos da Praia estudada. Foi escolhido um banco com 15 metros de extensão e seis metros de profundidade.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região sul do estado é do tipo As', tropical úmido com chuvas de inverno antecipadas no outono. A temperatura média anual é de 25°C com variação de menos de 5°C. A média de precipitação anual é de 2.000 mm.ano<sup>-1</sup>, com a estação seca (precipitação inferior a 100 mm.ano<sup>-1</sup>) entre setembro e fevereiro e uma estação chuvosa (precipitação entre 1.850 e 2.364 mm.ano<sup>-1</sup>) de março a agosto. A temperatura da água do mar varia de 27,2 a 29,1°C e a salinidade de 36,2 a 37,8 (Medeiros et al., 1999).

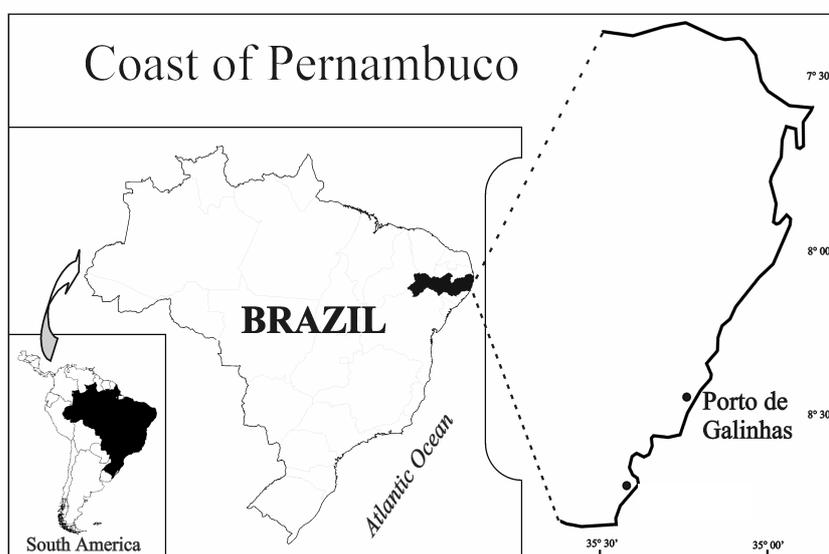


Figura 1. Localização geográfica da Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil (Modificado de Pérez et al., 2005).

As amostras mensais foram obtidas de maio de 2007 a abril de 2008, exceto em março de 2008, devido às condições de mau tempo persistentes. A cada mês foi coletado aleatoriamente um total de 50 colônias, 25 na profundidade de dois metros, e os outros 25 na profundidade de seis metros. Para garantir o status de colônias diferentes foram retiradas amostras com dois metros de distância uma da outra. O material coletado *in situ* foi acondicionado em sacos plásticos com etiquetas de identificação e fixado com solução de formol a 4% com água do mar por 24 horas. Em laboratório, as amostras foram lavadas com água corrente e em seguida, conservadas em álcool a 70%.

Para ambas as profundidades foram aferidas a temperatura da água no momento das coletas através de termômetro digital e a salinidade com um refratômetro.

### Sexualidade e razão sexual

De cada colônia foram escolhidos aleatoriamente 20 pólipos, dez secundários (mais velhos) e dez pólipos mais novos que incluíam os terciários em diante (pólipos novos). Os 20 pólipos de cada colônia foram dissecados sob estereomicroscópio para determinar as categorias sexuais que depois foram analisadas pelo teste Log linear com o Programa Systat 8.0 (Wilkinson, 1996), considerando os meses e as profundidades (2 e 6 m). A proporção sexual foi determinada tanto mensalmente, quanto para todo o período de estudo; a significância foi determinada pelo teste de Qui-quadrado ( $\chi^2$ ; Sokal & Rohlf, 1996). Os ramos axiais das colônias (comprimento em cm) foram medidos com uso de um paquímetro digital. O teste qui-quadrado foi usado para comparar a distribuição das categorias de tamanho das colônias e o tamanho da colônia foi comparado entre pólipos férteis e estéreis com uso do teste t, com o programa Systat 8.0 (Wilkinson, 1996). Também foi determinado o tamanho da primeira maturação sexual.

### Gametogênese e ciclo gametogênico

Para caracterização da gametogênese, em cada mês, três pólipos, em média, foram escolhidos aleatoriamente entre as colônias coletadas e fixados em formol a 4% em água do mar. Para a retirada das escleritas, os pólipos foram descalcificados com ácido nítrico a 2% durante 24 horas. Posteriormente, foram desidratados em etanol absoluto, diafanizados em xilol e embebidos em parafina. Para a análise morfológica, foram feitos cortes histológicos de 6-8  $\mu\text{m}$  e submetidos à coloração de rotina Hematoxilina & Eosina (H.E.) para análise morfológica, seguindo Belém (1987). Lâminas com gônadas em diferentes estágios de desenvolvimento foram fotografadas em microscópio óptico.

As colônias do sexo feminino foram analisadas mensalmente para caracterização do seu status reprodutivo através da dissecação dos pólipos em estereomicroscópio. Um total de 1.100 ovócitos foram medidos e divididos em três classes de tamanho representando as suas fases de desenvolvimento (primordiais: até 100  $\mu\text{m}$ , intermediários: > 100 a 320  $\mu\text{m}$  e

maduros:  $>320 \mu\text{m}$ ), baseado em Zeevi Ben-Yosef & Benayahu (1999). Estas categorias tiveram sua frequência de ocorrência analisada ao longo dos meses pelo teste Log linear. Para analisar melhor o ciclo reprodutivo da espécie, foi elaborado um histograma com a distribuição do tamanho dos ovócitos (divididos em intervalos menores) total e ao longo dos meses.

A fim de investigar a sincronização da oogênese, foi analisado um total de dez colônias, cinco no mês de janeiro (Período Seco) e cinco no mês de junho (Período Chuvoso). Para cada uma dessas colônias, três pólipos foram escolhidos aleatoriamente, dissecados e todos os ovócitos medidos. Para cada pólipo, o percentual de ovócitos dentro de cada estágio foi calculado. A distribuição de frequência dos tamanhos de ovócitos foi comparada entre pólipos da mesma colônia (sincronicidade intra-colônia) e entre as colônias (sincronicidade inter-colônia).

A fertilidade das colônias masculinas e femininas foi medida através da quantidade de pólipos férteis na colônia, já a fecundidade foi medida a partir do percentual de pólipos com gônadas maduras. A fertilidade e a fecundidade foram analisadas com o teste Log linear considerando o sexo e a idade dos pólipos.

O nível de significância adotado para todos os testes foi de 5%.

## RESULTADOS

A salinidade e a temperatura permaneceram similares durante o período de estudo, com valores médios de  $35 \pm 0,8$  e  $27,5^\circ\text{C} \pm 1,5$ , respectivamente.

As colônias de *Carijoa riisei* estudadas apresentaram os comprimentos do ramo axial entre 3,7 cm e 35,5 cm. A distribuição do tamanho das colônias variou e está representada na figura 2. A classe de tamanho 8,1-16 cm foi predominante em 72 % das amostras, porém existiram diferenças significativas entre todas as classes de tamanho das colônias (tabela 1).

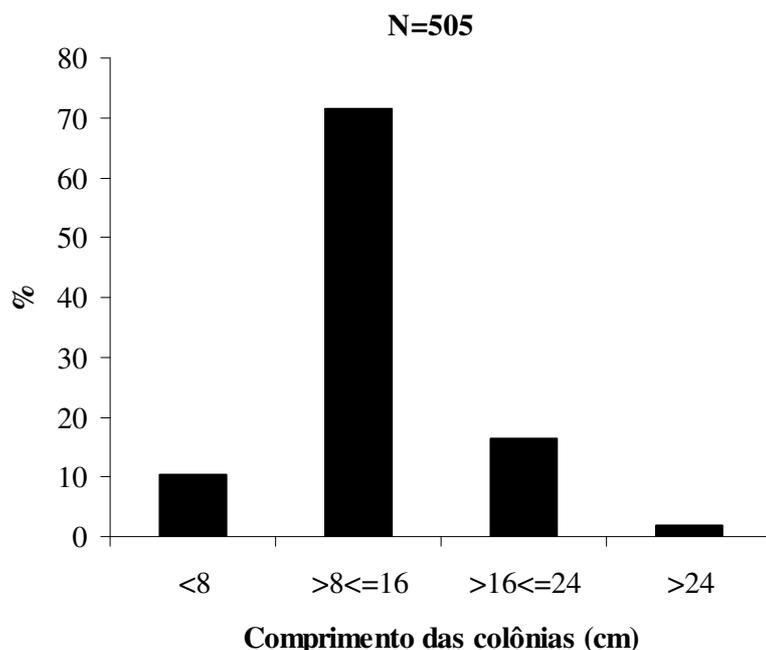


Figura 2. Distribuição de freqüência de colônias de *Carijoa riisei* por classe de tamanho das colônias de *Carijoa riisei* na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil, durante maio de 2007 a abril de 2008.

Tabela 1. Teste de Qui-quadrado para as freqüências das categorias de tamanho (cm) das colônias de *Carijoa riisei* na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil. Graus de liberdade= 1.

Categorias de tamanho (cm)	< 8 cm	8,1-16 cm	16,1-24 cm	> 24 cm
< 8 cm		$\chi^2=231,19$ p= <0,0001	$\chi^2=6,72$ p= 0,0096	$\chi^2=28,45$ p= <0,0001
8,1 - 16 cm			$\chi^2=175,72$ p= <0,0001	$\chi^2=332,08$ p= <0,0001
16,1 – 2,4 cm				$\chi^2=56,35$ p= <0,0001

Todas as colônias de *C. riisei* examinadas durante o estudo foram gonocóricas, conforme determinado pela microscopia e exame histológico. Nenhuma colônia ou pólipó hermafrodita foi encontrado. Das 550 colônias analisadas, 202 (36,7%) foram do sexo feminino, 187 (34%) do sexo masculino, 22 (4%) indefinidas (com gônadas sem

possibilidade de discernir o sexo) e 139 (25,3%) estéreis (sem gônadas). As categorias sexuais variaram significativamente ao longo do período de coleta ( $\chi^2 = 7,94$ , g.l.= 3,  $p = 0,0472$ ), mas não houve um padrão, como demonstrado na figura 3.

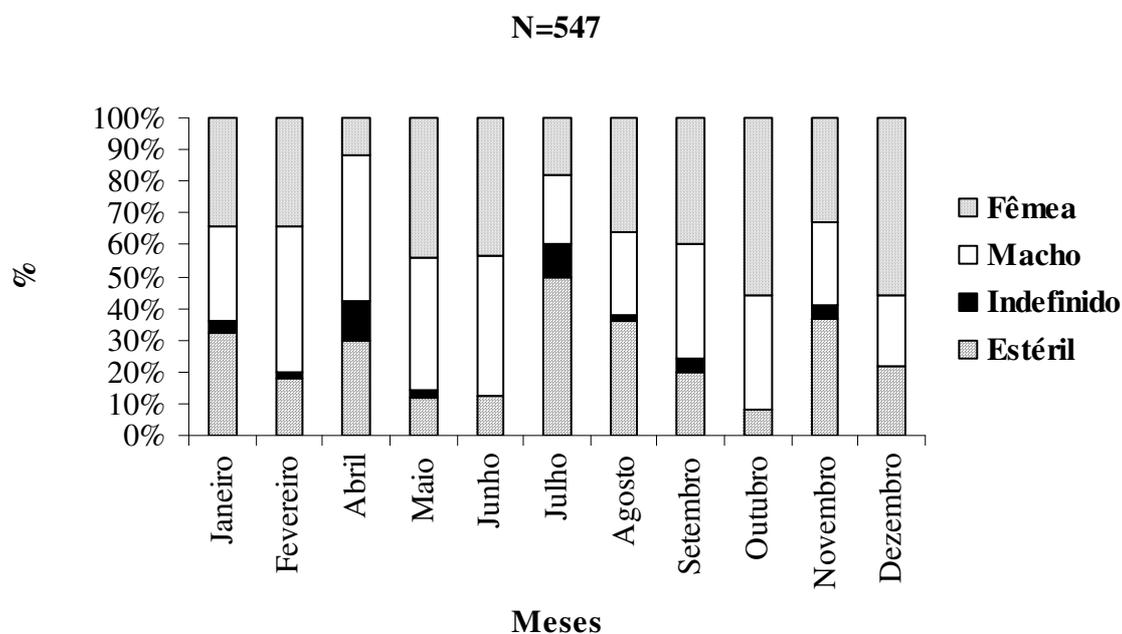


Figura 3. Distribuição mensal de frequência das categorias sexuais de *Carijoa riisei* na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil, durante maio de 2007 a abril de 2008.

A razão sexual da população foi de 1:1, não existindo diferenças significativas entre as frequências de colônias femininas e masculinas durante o ano (Fig. 4), mas quando comparadas mês a mês essas diferenças existiram ( $\chi^2 = 22,39$ , GL= 10,  $p = 0,0132$ ; Fig. 5). A frequência de colônias férteis (Fig. 4) foi maior do que as de colônias estéreis, com diferenças na frequência entre colônias femininas e estéreis ( $\chi^2 = 9,056$ , g.l.= 1,  $p = 0,0026$ ) e entre as colônias masculinas e estéreis ( $\chi^2 = 7,574$ , g.l.= 1,  $p = 0,0059$ ).

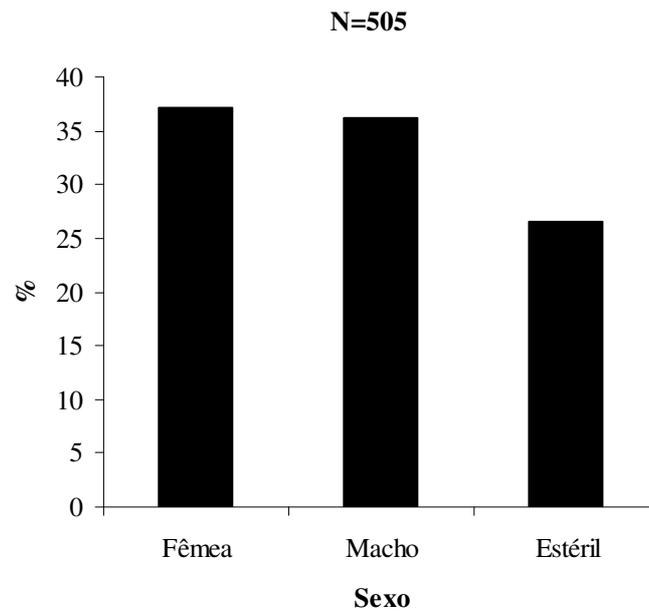


Figura 4. Distribuição de freqüência de colônias de *Carijoa riisei* em função da categoria sexual na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil, durante maio de 2007 a abril de 2008.

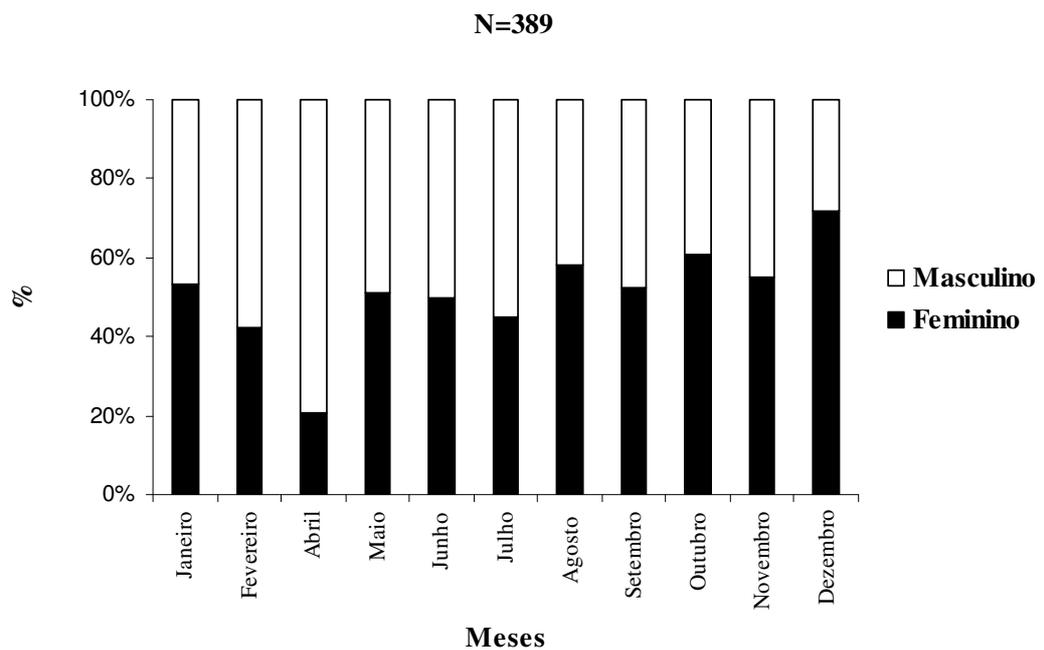


Figura 5. Distribuição mensal de freqüência das colônias masculinas e femininas de *Carijoa riisei* na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil, durante maio de 2007 a abril de 2008.

As colônias férteis tiveram o tamanho médio de  $132 \pm 2,11$ , enquanto nas colônias estéreis o tamanho médio foi de  $118,6 \pm 3,68$  mm, estas diferenças foram significativas ( $t=3,192$ ; g.l.= 525;  $p= 0,0015$ ) (Fig. 6). Tanto colônias grandes quanto pequenas foram encontradas em ambos os sexos. A menor colônia com cistos espermáticos tinha 5,28 cm e a menor com ovócitos tinha 5,39 cm.

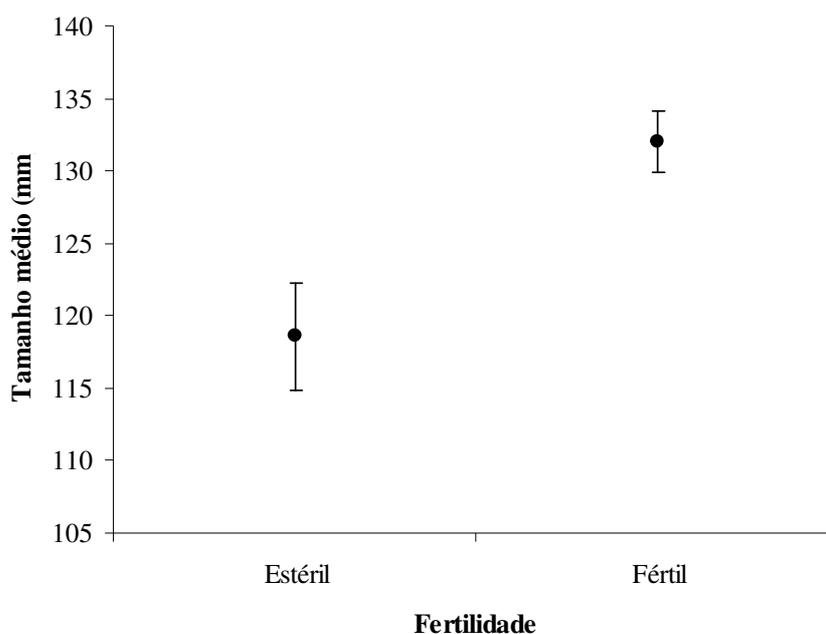


Figura 6. Comprimento médio das colônias de *Carijoa riisei* que apresentaram gônadas (férteis) e estéreis na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil, durante maio de 2007 a abril de 2008.

As categorias sexuais variaram significativamente com a profundidade ( $\chi^2= 81,22$ , g.l.= 30,  $p= < 0,0001$ ), como demonstrado na figura 7. Porém esta relação pode estar influenciada pela presença das colônias de sexo indeterminado, já que analisando as colônias de fêmeas e machos separadamente a frequência não difere muito nas duas profundidades.

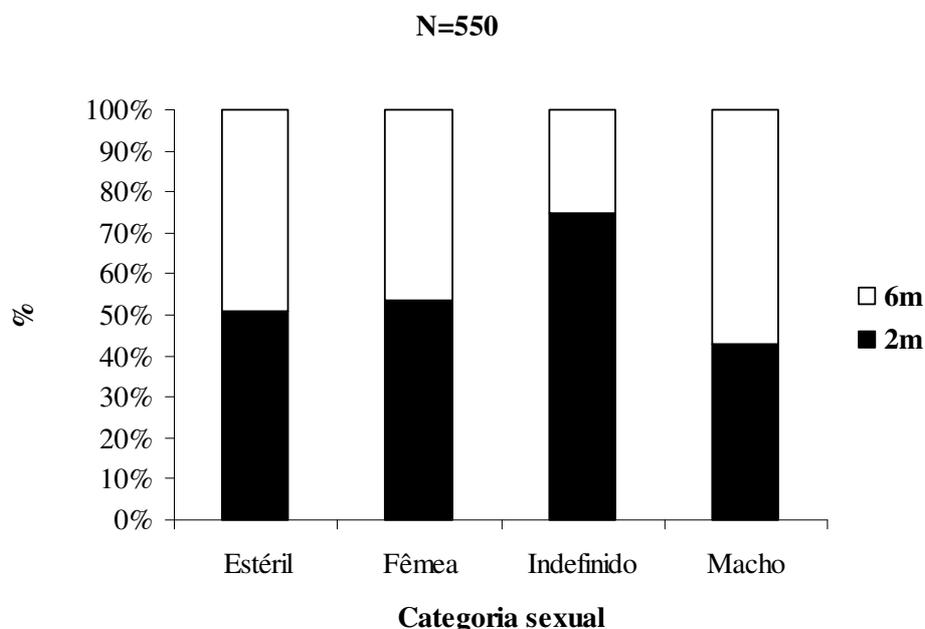


Figura 7. Distribuição de frequência das categorias sexuais de *Carijoa riisei* nas duas profundidades estudadas (2 m e 6 m) na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil, durante maio de 2007 a abril de 2008.

As gônadas de ambos os sexos se desenvolveram ao longo dos mesentérios. Gônadas imaturas eram fixas aos mesentérios por pedículos, e gradualmente soltavam-se dos mesentérios quando maduras. Todas as fases de desenvolvimento das gônadas de *C. riisei* foram observadas durante o período de estudo.

Os ovócitos eram recobertos por uma camada espessa, folicular, de células e sua cor passou de transparente para a cor de pêssego, à medida que o diâmetro aumentava. No interior havia uma região bem definida, com núcleo visível (Figs. 8 e 9). A oogênese foi classificada em três estágios de desenvolvimento. Durante a fase 1, os ovócitos estavam firmemente presos aos mesentérios e agrupados juntos. Estes ovócitos eram transparentes devido a uma falta de citoplasma. O diâmetro desses ovócitos primordiais foi até 100  $\mu\text{m}$ , com uma média de  $80,56 \pm 15,72 \mu\text{m}$  (média  $\pm$  desvio padrão,  $n = 282$ ). Na fase 2, os ovócitos intermediários estavam fixos aos mesentérios por pedículos, com diâmetros variando de 101 a 320  $\mu\text{m}$  e um diâmetro médio de  $175,70 \pm 52,49 \mu\text{m}$  ( $n = 547$ ). Estes ovócitos já apresentavam uma pigmentação e podiam ser observados na cor de pêssego, mas ainda diferenciados dentro da colônia, e a camada folicular tornou-se mais clara. Já na fase 3, os ovócitos atingiram a maturidade e os diâmetros eram  $>320 \mu\text{m}$  com um máximo de 600, apresentando uma média de  $466,69 \pm 54,25 \mu\text{m}$  ( $n = 221$ ), e estavam fracamente

presos ou destacados dos mesentérios. Ovócitos maiores de 300  $\mu\text{m}$  eram sistematicamente pigmentados e tornaram-se mais escuros com o tamanho.

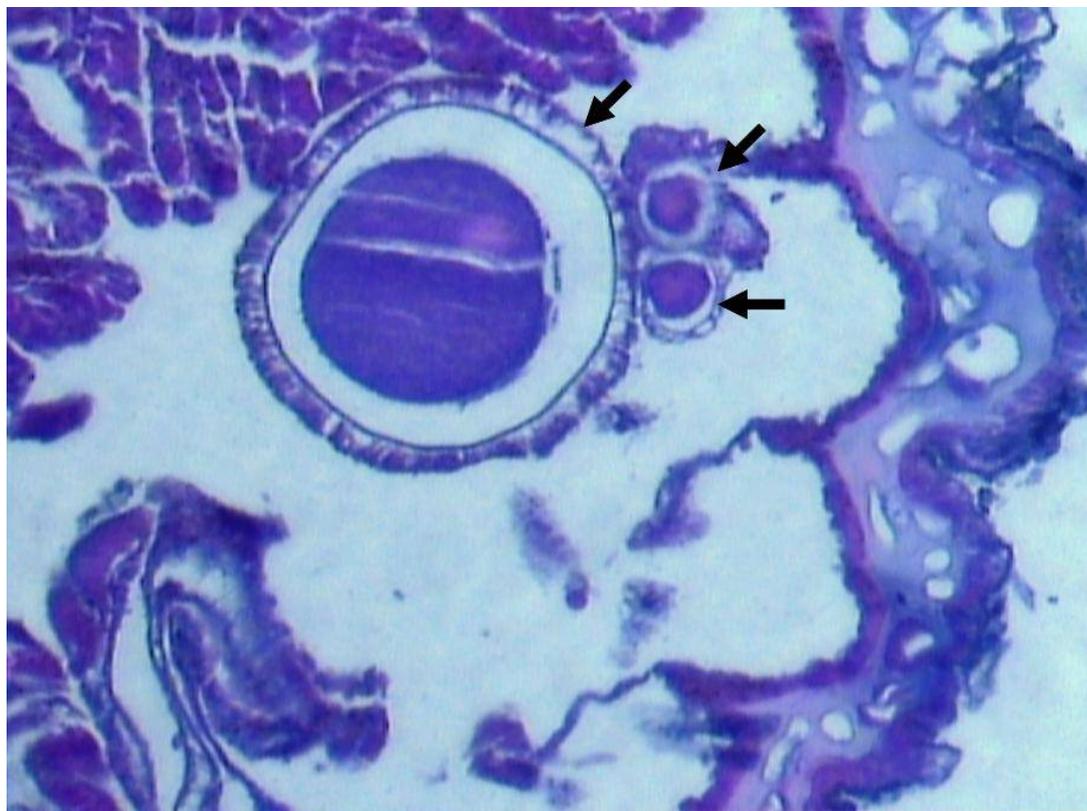


Figura 8. Corte histológico de um pólipo feminino de *Carijoa riisei* com ovócitos. A maior gônada feminina medindo 180  $\mu\text{m}$ .

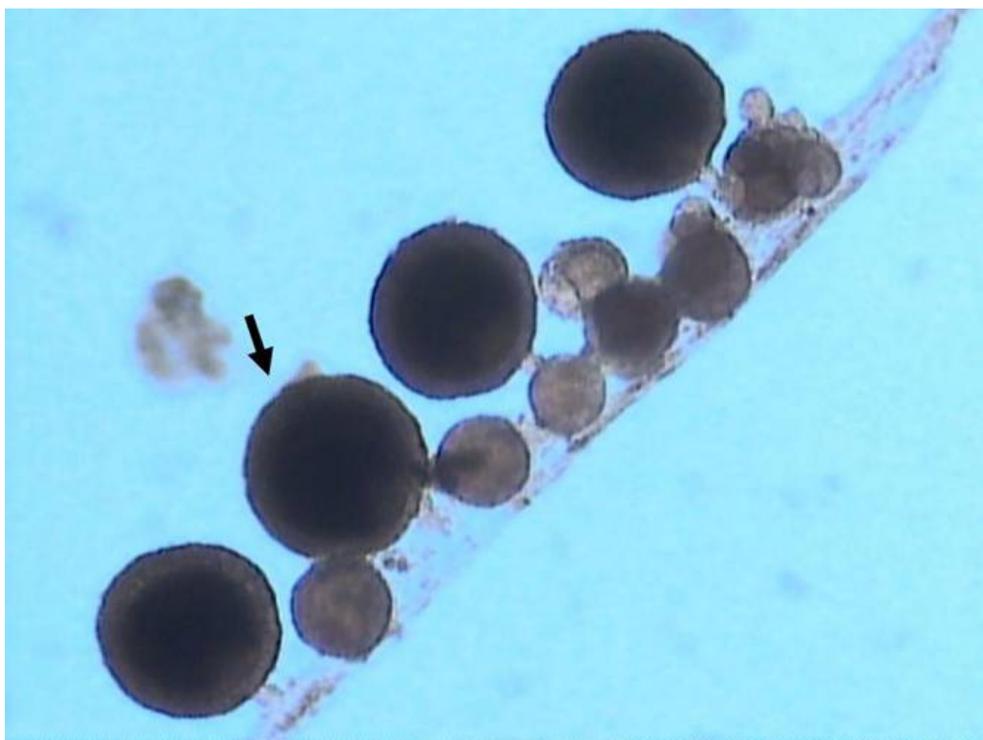


Foto 9. Ovócitos de *Carijoa riisei* presos a uma parte do mesentério por pedículos em fases de desenvolvimento diferentes. A maior gônada feminina medindo 240  $\mu\text{m}$ .

Houve diferenças significativas na percentagem de ovócitos nestas três classes de tamanho dentro do mesmo mês, durante todo o período de estudo ( $\chi^2 = 74,94$ , g.l. = 20,  $p < 0,0001$ ; fig. 10). Ao longo de todo o estudo foram encontrados ovócitos em todas as classes de tamanho, no entanto, com uma distribuição bimodal da frequência, com um pico nas classes inferiores a 300  $\mu\text{m}$  e outro pico menor acima de 400  $\mu\text{m}$  (Fig. 11). Este padrão se repetiu ao longo de todos os meses, comprovando a existência de ovócitos nas classes de tamanho superiores e inferiores (diferentes graus de desenvolvimento) em cada mês (Fig. 12).

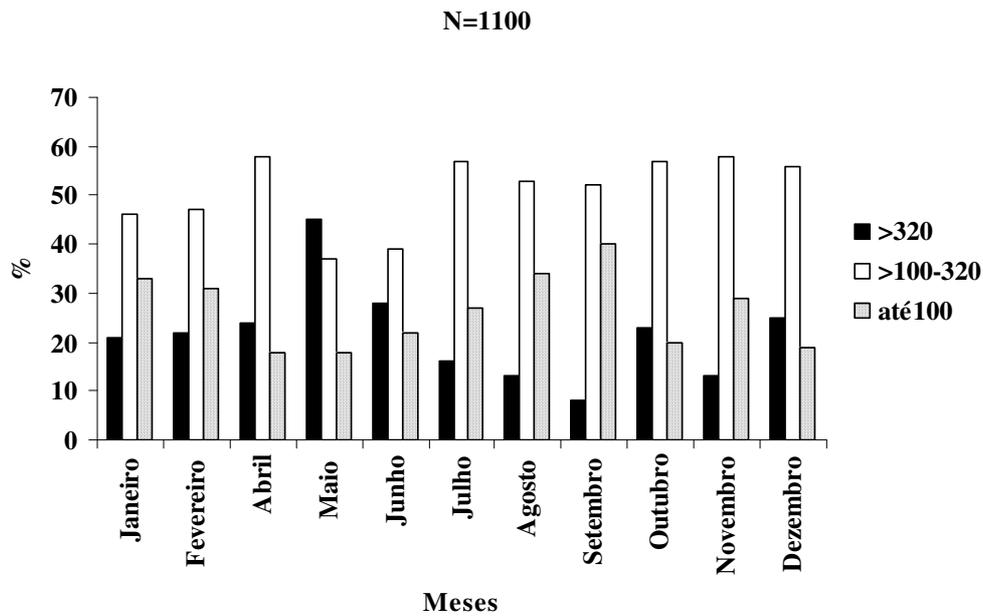


Figura 10. Distribuição de freqüência dos tamanhos de ovócitos de *Carijoa riisei* na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil, durante maio de 2007 a abril de 2008.

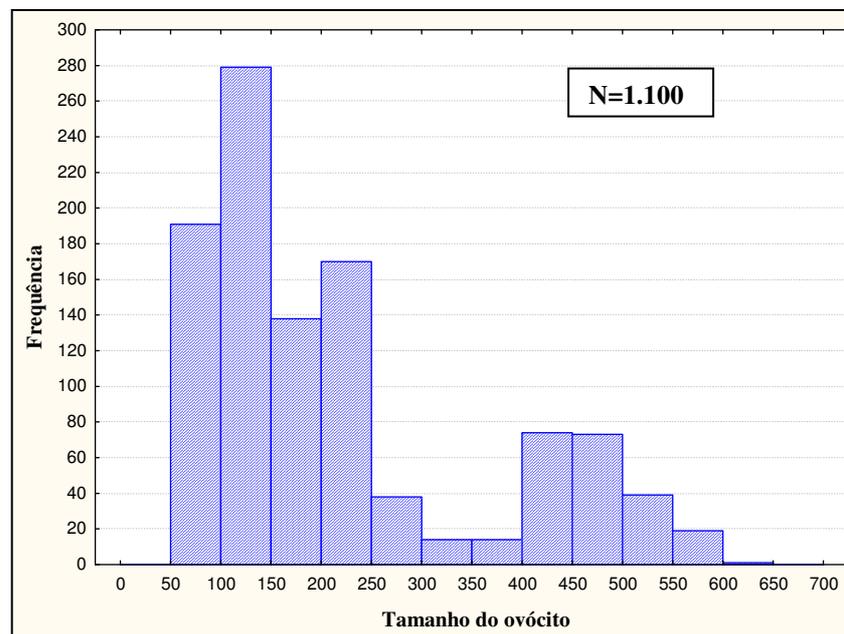


Figura 11. Histograma de freqüência das classes de tamanho dos ovócitos de *Carijoa riisei* na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil, durante maio de 2007 a abril de 2008.

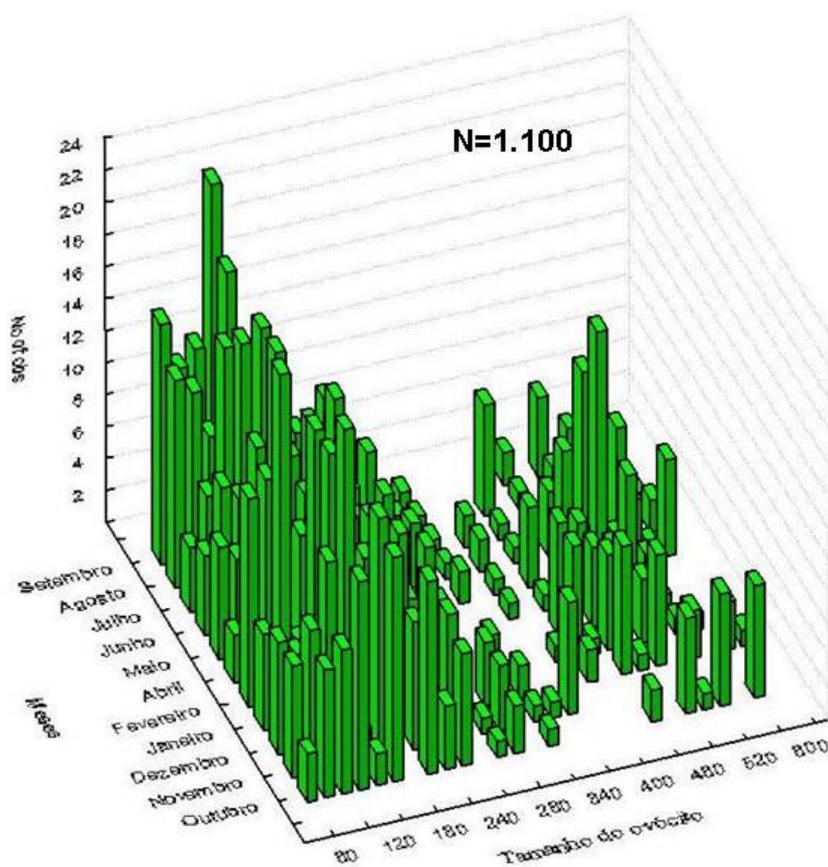


Figura 12. Histograma de frequência das classes de tamanho dos ovócitos de *Carijoa riisei* na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil, durante maio de 2007 a abril de 2008.

As colônias masculinas tiveram o desenvolvimento semelhante às femininas. Todas as fases de desenvolvimento dos cistos espermáticos foram observadas durante todo o ano. O início da pigmentação, cor, aparência das gônadas masculinas foram semelhantes aos ovócitos, porém não apresentam uma camada folicular de células tão evidente (Fig. 13). Os cistos espermáticos maduros tinham uma amplitude de tamanho um pouco menor que os ovócitos. Eles variaram de 60 a 440  $\mu\text{m}$  e apresentaram o tamanho médio de  $247,87 \pm 74,22 \mu\text{m}$ .

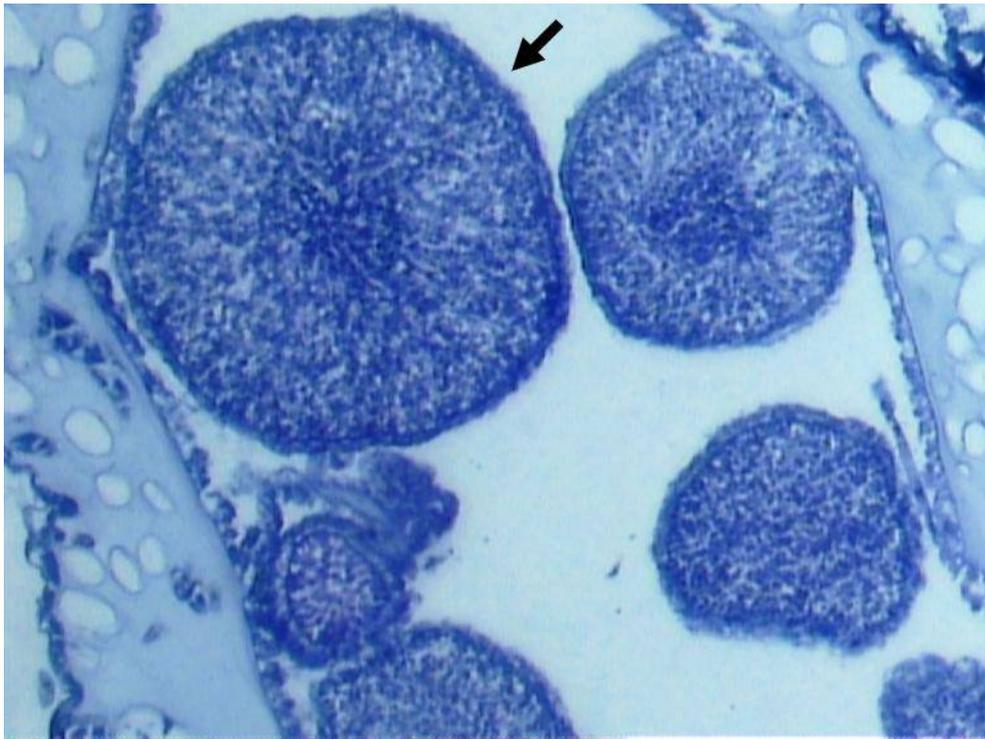


Figura 13. Corte histológico de um pólipo masculino de *Carijoa riisei* com cistos espermáticos. A maior gônada masculina medindo 240  $\mu\text{m}$ .

Não foi verificada sincronicidade na ovogênese nem entre pólipos de uma mesma colônia nem entre colônia em um mesmo mês, tanto para o mês seco (janeiro) quanto para o chuvoso (junho) (Fig. 14).

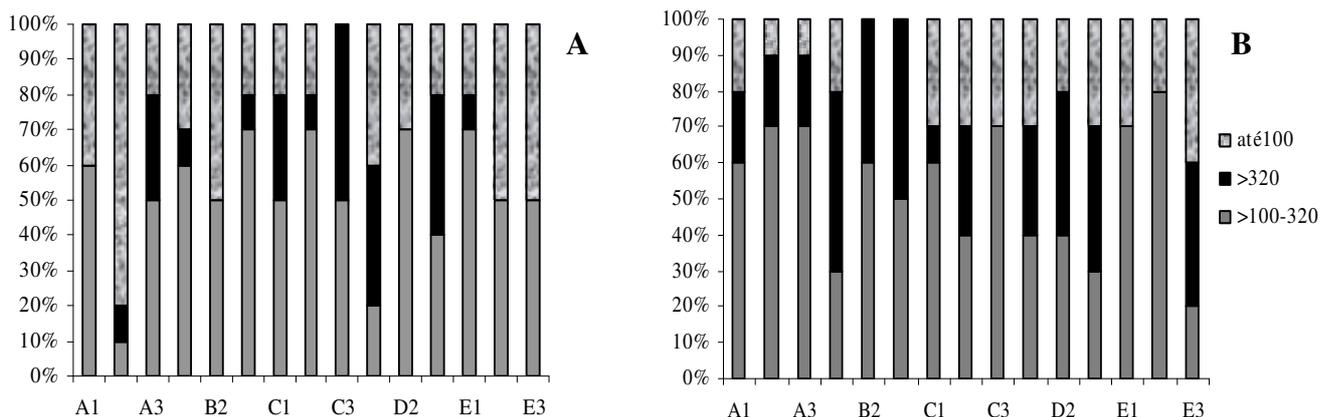


Figura 14. Sincronicidade intra-colônias e inter-colônias para colônias femininas de *Carijoa riisei* em Porto de Galinhas, Pernambuco, Brasil no mês de janeiro (A) e junho (B). A distribuição da frequência de tamanho (diâmetro) dos ovócitos está mostrada no eixo axial para os três pólipos (numerados 1, 2, 3) de cada uma das cinco colônias (nomeadas A, B, C, etc).

Não foram observadas diferenças significativas nas frequências de pólipos férteis (fertilidade) de *C. riisei*, em relação à idade do pólipo (velho e novo) e ao sexo de 7.191 pólipos analisados durante o período de estudo. Provas de fertilização interna ou incubação interna de plânulas esteve ausente em todos os pólipos analisados, tanto na cavidade do pólipos, observada por corte histológico e por dissecação, quanto na superfície.

As colônias do sexo feminino apresentaram uma percentagem de 37% de pólipos com gônadas maduras (fecundidade), enquanto que nas colônias masculinas essa percentagem foi de 49,20%. A fecundidade diferiu significativamente entre os pólipos velhos e novos ( $\chi^2 = 11,9$ , g.l.= 1, p= 0,0006), porém não foi encontrada diferença significativa na fecundidade das colônias masculinas entre pólipos de diferentes idades (Fig. 15). Comparando a percentagem de gametas maduros nos pólipos novos, houve diferenças significativas entre as colônias masculinas e femininas ( $\chi^2 = 7,975$ , g.l.= 1, p= 0,0047), já que a fecundidade foi maior nos machos. Essa diferença também ocorreu nos pólipos velhos ( $\chi^2 = 26,06$ , g.l.= 1, p= 0,0001). A fecundidade média, considerando o número de ovócitos maduros por pólipos, foi de  $3,54 \pm 2,44$ . Para os machos esta média não pode ser estabelecida, devido ao grande número de cistos espermáticos maduros por pólipos, podendo ser encontrado até mais de 100 cistos espermáticos por pólipos.

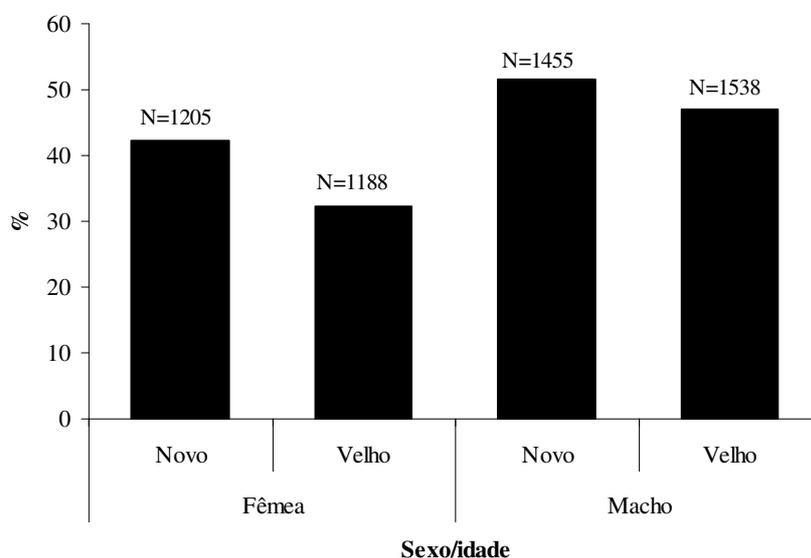


Figura 15. Distribuição de frequência de pólipos com ovócitos maduros e cistos espermáticos maduros de acordo com o sexo e a idade (velho e novo) dos pólipos de *Carjioa riisei* na Praia de Porto de Galinhas, Pernambuco-Brasil, durante maio de 2007 a abril de 2008.

## DISCUSSÃO

Gonocorismo é o padrão reprodutivo dominante nos corais moles pertencentes aos octocorais, embora algumas espécies sejam hermafroditas, como as espécies *Heteroxenia coheni* Verseveldt, 1974 e *Heteroxenia fuscescens* (Benayahu et al. 1990; Benayahu 1991; Achituv et al. 1992). A sexualidade dos corais moles pode variar geograficamente, por exemplo, *Heteroxenia elizabethae* Kölliker, 1874 é gonocórica na Grande Barreira de Corais, na Austrália, mas hermafrodita no Mar Vermelho (Ben-David-Zaslow et al., 1999; Benayahu et al. 1990). *Carijia riisei* apresentou um gonocorismo, seguindo o padrão geral dos octocorais. Porém, esta mesma espécie no Havaí, apesar de ter sido predominantemente gonocórica, apresentou 1,3% das colônias analisadas com cistos espermáticos e ovócitos ocorrendo sobre o mesmo mesentério dentro de alguns dos pólipos (Kahng et al., 2008) e foi considerada esporádica pelos autores. A regular incidência de colônias hermafroditas e gonocóricas foi previamente relatada em duas espécies de octocorais, *Alcyonium coralloides* Pallas, 1766 no Atlântico temperado e *Sarcophyton glaucum* Quoy e Gaimard, 1833 na África do Sul (McFadden, 1999, 2001; Schleyer et al., 2004).

A razão sexual foi de 1:1 (fêmea: macho) para *C. riisei* neste trabalho, a mesma observada para esta espécie no Havaí (Kahng, et al., 2008). Uma população com proporção sexual de 1:1 também foi relatada para outros alcionáceos liberadores de gametas, como *Lobophytum pauciflorum* Ehrenberg, 1834, *Sarcophyton glaucum* e *Corallium rubrum*, mas para *Dendronephthya hemprichi* Klunzinger, 1877, *Calicogorgia granulosa* Kükenthal & Gorzawsky, 1908, *Anthoplexaura dimorpha* Kükenthal, 1909, as fêmeas foram significativamente mais abundantes que os machos, apresentando proporções sexuais de 3:2, 1.5:1 e 1.8:1, respectivamente (Dahan & Benayahu, 1997; Fan et al., 2005; Tsounis et al., 2006; Schleyer et al., 2004; Seo et al., 2008). Para os incubadores internos, observou-se que *Anthelia glauca* Lamarck, 1816 não diferiu de 1:1 (fêmea: macho) (Kruger et al., 1998), mas para a *Dendronephthya gigantea* Verrill, 1864, *Acabaria biserialis* Kükenthal, 1913 e *Tripalea Clavaria* Studer, 1878, a proporção sexual foi de 2:1, 4:3 e 1:82, respectivamente (Zeevi Ben-Yosef & Benayahu 1999; Excoffon et al., 2004 ; Schleyer et al. 2004). Já para incubadores externos, as colônias do sexo masculino foram significativamente mais abundantes que as das fêmeas em *Xenia macrospiculata* Gohar, 1940 (Benayahu & Loya, 1984). A razão sexual, no entanto, muitas vezes foi relatada

diferente de acordo com a profundidade ou localidade. Em *Parerythropodium fulvum fulvum* Forskal, 1775 a proporção de fêmeas foi de 60% em águas rasas, enquanto que para os machos foi de 54% a uma profundidade de 30 m (Benayahu & Loya, 1983). Às vezes a proporção sexual difere entre localidades como na espécie *Paramuricea clavata* Risso, 1826 (Gori et al., 2007).

A maturidade sexual de uma colônia não depende unicamente da sua idade, mas também do seu tamanho primário (Gutierrez - Rodriguez & Lasker, 2004). A fecundidade, do mesmo modo, frequentemente é correlacionada com o tamanho das colônias (Orejas et al., 2002). Assim, um aspecto importante da reprodução de *C. riisei* no presente estudo é que as menores colônias que apresentavam ovócitos mediam 5,39 cm, e as menores colônias que apresentavam cistos espermáticos mediam 5,28 cm. O tamanho mínimo nos quais os octocorais começam a reprodução varia (Benayahu & Loya, 1984; Coma et al., 1995). Por exemplo, a espécie *Pseudoplexaura porosa* Houttuyn, 1772 desenvolve gônadas em colônias que medem mais de 50 cm, e *Pseudopterogorgia elisabethae* Bayer, 1961 começa a reprodução quando o tamanho da colônia atinge de 18 a 20 cm (Gutierrez - Rodriguez & Lasker, 2004). Em contraposição, *Tripalea clavaria* reproduz-se quando a colônia mede 3,5 cm (Excoffon et al., 2004).

Nas colônias de invertebrados marinhos, a relação dependente entre o tamanho dos indivíduos e a reprodução é relativamente comum e pode representar uma estratégia reprodutiva. Assim, atingindo um tamanho mínimo o mais rápido possível, os octocorais podem reduzir ao mínimo o risco elevado de mortalidade e começar mais cedo a reproduzir-se (Gutierrez - Rodriguez & Lasker, 2004). De fato, para as duas primeiras espécies mencionadas anteriormente (*P. porosa* e *P. elisabethae*), a reprodução ocorre num meio muito estável, o mar do Caribe, o que lhes permite atingir um tamanho primário superior antes do início da sua primeira reprodução. Em contrapartida, *Tripalea clavaria* encontra-se sobre a costa argentina onde o meio é instável e onde as colônias reproduzem-se com um tamanho bem inferior aos outros. A dimensão da primeira reprodução depende assim das condições ambientais (Excoffon et al., 2004). Por outro lado, as perturbações antrópicas podem ter um grande impacto; tal foi o caso do coral vermelho *Corallium rubrum*. A população deste coral sujeito às perturbações dos mergulhadores apresentou uma mortalidade maciça seletiva nas grandes colônias. Devido a esta grande mortalidade, a maturidade sexual precoce foi favorecida para permitir que esta população aumentasse

rapidamente para sobreviver (Santangelo et al., 2003). Portanto, é possível que as colônias de *C. riisei* se reproduza a partir de um tamanho primário relativamente pequeno por causa dos impactos antrópicos presentes no seu ambiente recifal, como: atividades de crescimento urbano, processos de sedimentação costeira e às atividades turísticas e de recreações (Fernandes, 2000). No Havaí, esta mesma espécie obteve um comprimento para as fêmeas e para os machos de 5,5 cm e 2,5 cm, respectivamente. Segundo Kahng et al. (2008), o seu rápido crescimento e sua idade precoce de maturidade reprodutiva estão relacionados ao seu sucesso invasivo no Havaí se comparado com os corais nativos azooxantelados (por exemplo, *Aantipathes dichotoma* Pallas, 1766, *Tubastraea coccinea* Lesson, 1829) que apresentam taxas de crescimento e reprodução mais lenta (Grigg, 1964, 1976; Fenner & Banks, 2004).

A produção e o desenvolvimento das gônadas em *C. riisei* são semelhantes às de outros octocorais. As gônadas são geradas nos mesentérios e, em seguida, são movidas para a cavidade do pólipó conectando-se aos mesentérios por pedículos (Farrant, 1986; Benayahu, 1991; Dahan & Benayahu 1997; Kapela & Lasker, 1999; McFadden & Hochberg, 2003; Gutiérrez-Rodríguez & Laker, 2004; Hwang & Song, 2007; Seo et al. 2008). Tanto as colônias de machos como as de fêmeas apresentaram cistos espermáticos e ovócitos, respectivamente, em todas as fases de desenvolvimento durante todo o ano. Isto significa que a espécie apresenta uma reprodução contínua com liberação de gametas ao longo de todo o ano, como foi também observado no Havaí (Kahng et al., 2008).

*C. riisei* teve um diâmetro médio de ovócito maduro de  $466,69 \pm 54,25 \mu\text{m}$ , e o tamanho máximo foi de  $600 \mu\text{m}$ . Este tamanho máximo foi o mesmo encontrado por *C. riisei* nas águas havaianas (Kahng et al., 2008). Ovócitos maduros são conhecidos na maioria dos alcionáceos com cerca de  $500 \mu\text{m}$  de diâmetro, enquanto que cada um tem a sua própria estratégia reprodutiva (Benayahu, 1991; Benayahu & Loya, 1983, 1984, 1986; Dahan & Benayahu, 1997; Farrant, 1986; Brazeau & Lasker, 1990; Kruger et al., 1998; Kapela & Lasker, 1999; Gutiérrez-Rodríguez & Laker, 2004; Fan et al., 2005; Schleyer et al., 2004). A maioria das espécies com uma maturidade ovocitária em torno de  $500 \mu\text{m}$  de diâmetro está distribuída em regiões tropicais, mas *Capnella gaboensis* Verseveldt, 1977, *Tripalea clavaria*, *Dendronephthya gigantea* e *Anthoplexaura dimorpha* estão em regiões temperadas (Farrant, 1986; Excoffon et al., 2004; Hwang & Song, 2007; Seo et al. 2008). Portanto, a variação do tamanho de ovócitos não depende do modo reprodutivo ou da

temperatura da água do mar, mas pode estar relacionado com as características de cada espécie, tais como a tamanho da cavidade gastrovascular ou sifonoglifo (Choi & Song, 2007).

Apesar de *C. riisei* ter apresentado ovócitos em todas as fases de desenvolvimento durante o ano e um grande tamanho de ovócitos maduros, houve uma dominância de ovócitos na classe intermediária que foi mantida durante todo o período de estudo. Talvez a frequência de ovócitos maduros seja menor porque os mesmos são liberados ao meio para ocorrer à fertilização, enquanto que os primordiais e os intermediários ficam ligados aos mesentérios até amadurecerem. Esse padrão de desenvolvimento tem sido observado em muitas espécies de gorgônias (Brazeau & Lasker, 1989; Orejas et al., 2002; Excoffon et al., 2004). Zeevi & Benayahu (1999) sugeriram que a dominância da classe de tamanho intermédia ovocitária, e os pequenos números de outras classes de tamanho em *A. biserialis*, implicam em um desenvolvimento rápido dos ovócitos primordiais, seguido por uma contínua e lenta maturação, juntamente com uma possível reabsorção de alguns ovócitos maduros.

A liberação de gametas geralmente ocorre em um curto período reprodutivo com uma sincronização anual e foi relatada para várias espécies de corais moles (Benayahu et al., 1990; McFadden, 1997; Schleyer et al., 2004; Yamazato et al., 1981; Tsounis et al., 2006; Choi & Song, 2007), enquanto outras espécies são incubadores e mantêm um contínuo lançamento de plânulas. A incubação pode ser interna (Benayahu & Loya, 1984; Benayahu et al., 1990; Benayahu, 1991; McFadden, 1997; Kruger et al., 1998; Ben-David-Zaslow et al., 1999; Cordes et al., 2001; Hwang & Song, 2007) ou de superfície externa (Benayahu & Loya, 1983; Dinesen, 1985; Farrant, 1986; Kruger et al., 1998). A liberação de gametas pode também acontecer de forma assincrônica, apesar de ser o menos comum. Este modo reprodutivo foi observado para as gorgônias *Pseudopterogorgia elisabethae*, *Calicogorgia granulosa* e *A. dimorpha* (Dahan & Benayahu, 1997; Gutiérrez-Rodríguez & Lasker, 2004). No entanto, a liberação de gametas assincrônica durante todo o ano só foi relatada para os alcionáceos, *C. riisei* e *Dendronephthya hemprichi* Klunzinger, 1877 (Seo et al., 2008; Kahng et al., 2008).

*C. riisei* apresentou gônadas em diferentes estágios de desenvolvimento dentro do mesmo pólipos durante todo o ano, com uma elevada proporção de ovócitos primordiais, intermediários e maduros. Além disso, nenhuma larva plânula dos 7.191 pólipos analisados

foi encontrada, nem na cavidade do pólipo por corte histológico e por dissecação, e nem na superfície das colônias das amostras coletadas. Diante desses resultados, sugeriu-se que esta espécie apresente uma desova assincrônica com uma contínua liberação de gametas. Nossos resultados corroboraram com os dados encontrados por Kahng et al. (2008) nas águas havaianas. Segundo estes autores, ao contrário de eventos de desova sincronizada, a contínua liberação de ovócitos ao longo do tempo permite provavelmente que *C. riisei* passe a explorar eficazmente a disponibilidade de substratos e condições favoráveis para o recrutamento ao longo do tempo. A contínua reprodução sem uma incubação interna prolongada pode facilitar a alta produção de plânulas ao longo do tempo e o espaço livre na cavidade do pólipo para o desenvolvimento dos ovócitos (Vermeij et al., 2004). Porém, algumas evidências em outras localidades relatadas por Bardales (1981) e Calcinaï et al. (2004) propuseram que *C. riisei* apresentasse uma incubação interna, devido à presença de uma larva plânula dentro de um pólipo durante os seus respectivos estudos. Contudo, o modo de reprodução pode alterar ao longo das regiões geográficas (Shlesinger et al., 1998; Vermeij et al., 2004), por exemplo, os corais escleractinianos *Pocillopora damicornis* Linnaeus, 1758 e *Goniastrea aspera* Verrill, 1865 são liberadores de gametas ou incubadores, dependendo da localização (Ward 1992; Sakai 1997; Shlesinger et al. 1998).

A reprodução dos corais, incluindo a maturação e a liberação de gametas foi diretamente relacionada à elevação da temperatura da água do mar (Harii et al., 2001; Neves & Pires, 2002; Vermeij et al., 2004). A população de *C. riisei* residente no litoral sul de Pernambuco esteve sob uma temperatura média da água do mar homogênea durante o estudo, o que faz com que a liberação de gametas possa ocorrer em qualquer tempo. Além disso, a disponibilidade de alimentos é fator crucial para produzir as gônadas em octocorais azooxantelados, pois precisam ter diretamente fitoplâncton e zooplâncton na água para obter recursos energéticos para o crescimento e reprodução (Fabricius et al., 1995a; 1995b). Lira et. al. (2008) realizaram um trabalho com *C. riisei* no mesmo local de estudo do nosso trabalho e observaram a ocorrência de 102 representantes do fitoplâncton e 25 do zooplâncton na cavidade gástrica dos pólipos desta espécie. Contudo, a presença de uma temperatura da água do mar alta e uma disponibilidade de alimento no seu ambiente, faz com que *C. riisei* tenha condições propícias de produzir grandes quantidades gônadas durante todo o ano.

Devido à presença contínua de gônadas com ovócitos e cistos espermáticos em todas as fases de desenvolvimento durante o período de estudo não foi possível inferir a duração do ciclo espermatogênico ou oogênico. Em alcionáceos, o desenvolvimento simultâneo das múltiplas, mas distintas classes de idade / tamanho de ovócitos têm sido associadas com uma sobreposição de ciclos oogênico que duram mais de um ano (Benayahu, 1997). Para Kahng et al. (2008), as múltiplas sobreposições de ciclos oogênicos de *C. riisei* no Havaí pode resultar de um contínuo melhoramento genético associada à alta fecundidade e rápida oogênese. Este mesmo autor também não pode inferir a duração da gametogênese, pelas mesmas razões do presente estudo, mas sugeriu que a oogênese pode ser inferior a um ano devido à análise da sua primeira reprodução (macho: 2,5 cm; fêmea: 5 cm). Um início precoce de primeira reprodução também foi observado em nosso estudo.

Variabilidade na fecundidade individual dentro de uma colônia tem sido estudada freqüentemente em octocorais (por exemplo, Brazeau & Lasker, 1990, Coma et al. 1995). Orejas et al. (2002) observaram que pólipos da gorgônia *Ainigmactylon antarcticum* Molander, 1929 da Antártica tinham maior fecundidade nas zonas apicais e mediais (pólipos novos) se comparado com os pólipos da região basal (velhos). *C. riisei* apresentou diferenças significativas na distribuição dos ovócitos maduros entre os pólipos velhos e novos, porém não foi encontrada diferença significativa entre os cistos espermáticos maduros e os pólipos mais novos ou velhos. As diferenças nas fêmeas entre os pólipos novos e velhos podem ter relação com o fato dos pólipos velhos investirem mais no crescimento e na estrutura da colônia, enquanto pólipos novos atribuem a sua energia à reprodução, devido a maior facilidade na captura de presas (Orejas et al., 2002). Por outro lado, os machos gastam menos energia na gametogênese, já que, em geral, ela é mais curta que na fêmea (Benayahu, 1997). Além disso, é comum em invertebrados que os machos liberem seus gametas antes das fêmeas, podendo o mecanismo servir de estímulo a liberação dos ovócitos (Levitan, 2005).

## CONCLUSÃO

A espécie *C. riisei* no nordeste brasileiro apresenta um padrão reprodutivo gonocórico, com uma proporção sexual de uma fêmea para um macho e uma desova de gametas contínua e assincrônica. Kahng et al. (2008) associaram a estratégia reprodutiva

das populações de *C. riisei* havaianas com a condição de invasora da espécie no oceano Pacífico, com uma reprodução rápida e contínua ao longo do ano, o que facilitaria a colonização de novos ambientes. Porém em nosso estudo, o padrão reprodutivo das populações do nordeste do Brasil é similar ao apresentado pelas populações havaianas, isto poderia indicar uma condição intrínseca à espécie, com a qual a rápida proliferação (tanto sexual como assexual) em áreas onde é introduzida faz desta espécie um promissor agente invasor.

### AGRADECIMENTOS

Ao jangadeiro Júnior, de Porto de Galinhas, a Porto Point Dive Shop e Aquaticus pelo logístico nas coletas. Agradecimentos a CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior) pela concessão da bolsa de mestrado a primeira autora. Este estudo foi financiado pelo CNPq (Edital MCT/CNPq 02/2006 – Universal, Processo 485991/2006-3).

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achituv, Y. & Y. Benayahu, 1990. Polyp dimorphism and functional, sequential hermaphroditism in the soft coral *Heteroxenia fuscescens* (Octocorallia). *Marine Ecology Progress Series* 9: 263-269.
- Achituv, Y., Y. Benayahu & J. Hanania, 1992. Planulae brooding and acquisition of zooxanthelae in *Xenia macrospiculata* (Cnidaria: Octocorallia). *Helgoländer wiss Meeresunters* 46: 301-310.
- Alino, P. M. & J. C. Coll, 1989. Observations of the synchronized mass spawning and postsettlement activity of octocorals on the Great Barrier Reef, Australia: Biological Aspects. *Bulletin of Marine Science* 45: 697-707.
- Babcock, R. 1995. Synchronous multispecific spawning on coral reefs: potential for hybridization and roles of gamete recognition. *Reproduction, Fertility and Development* 7: 943-950.

Bardales, A. T., 1981. Reproductive patterns of three species of octocorals (families Telestidae, Briareidae, Plexauridae) in the vicinity of La Parguera, Puerto Rico. M.S. Thesis, University of Puerto Rico.

Belém, M. J. C., 1987. Anatomy and biology of *Bunodosoma caissarum* Corrêa, 1964 (Cnidaria, Anthozoa, Actiniidae) 1. Systematic position and morphological and microanatomical revision. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* 59: 275-275.

Ben-David-Zaslow, R., G. Henning, D. K. Hoffmann & Y. Benayahu, 1999. Reproduction in the Red Sea soft coral *Heteroxenia fuscesens*: seasonality and long-term (1991 to 1997). *Marine Biology* 133: 553-559.

Benayahu, Y. & Y. Loya, 1983. Surface brooding in the Red Sea soft coral *Parerythropodium fulvum fulvum* (Forskål, 1775). *Biological Bulletin* 165: 353-369.

Benayahu, Y. & Y. Loya, 1984. Life history studies on the Red Sea soft coral *Xenia macrospiculata* Gohar, 1940. I. Annual dynamics of gonadal development. *Biological Bulletin* 166: 32-43.

Benayahu, Y. & Y. Loya, 1986. Sexual reproduction of a soft coral: Synchronous and brief annual spawning of *Sarcophyton glaucum* (Quoy and Gaimard, 1833) *Biological Bulletin* 170: 32-42.

Benayahu, Y., T. Berner & Y. Achituv, 1989. Development of planulae within a mesogleal coat in the soft coral *Heteroxenia fuscensens*. *Marine Biology* 100: 203-210.

Benayahu Y., D. Weil & M. Kleinman, 1990. Radiation of broadcasting and brooding patterns in coral reef alcyonaceans. *Invertebrate Reproduction & Development* 5: 323-328.

Benayahu, Y. 1991. Reproduction and developmental pathways of Red Sea Xenidae (Octocorallia, Alcyonacea). *Hydrobiologia* 216/217: 125-130

Benayahu, Y., 1997. Developmental episodes in reef soft corals: ecological and cellular determinants. In: Lessios HA, Macintyre IG (eds) *Proc int 8th coral Reef Symp.* Vol. 2. Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panama, pp 1213-1218.

Brazaeu, D. A. & H. R. Lasker, 1989. The reproductive cycle and spawning in a Caribbean gorgonian. *Biol Bull mar boil Lab, Woods Hole* 176: 1-7.

Brazaeu, D. A., H. R. Lasker, 1990. Sexual reproduction and external brooding of the Caribbean gorgonian *Briareum asbestinum*. *Marine Biology* 104: 465–474.

Calcinai, B., G. Bavestrello & C. Cerrano, 2004. Dispersal and association of two alien species in the Indonesian coral reefs: the octocoral *Carijia riisei* and the demosponge *Desmapsamma anchorata*. *Journal of the Marine Biological Association of the UK* 84: 937–941.

Choi, E. J. & J. I. Song, 2007. Reproductive biology of the temperate soft coral *Dendronephthya suenisoni* (Alcyonacea: Nephtheidae). *Integrative Biosciences* 11: 215-225.

Coma, R., M. Ribes, M. Zabala, & J. M. Gili, 1995. Reproduction and cycle of gonadal development in the Mediterranean gorgonian *Paramuricea clavata*. *Marine Ecology Progress Series*, 117: 173-183.

Cordes, E. E., J. W. Nybakken & G. VanDykhuisen, 2001. Reproduction and growth of *Anthomastis ritteri* (Octocorallia: Alcyonacea) from Monterey Bay California, USA. *Marine Biology* 138: 491-501.

Dahan, M. & Y. Benayahu, 1997. Reproduction of *Dendronephthya hemprichi* (Cnidaria: Octocorallia): year-round spawning in an azooxanthellate soft coral. *Marine Biology* 129: 573-579.

Dinesen, Z. D., 1985. Aspects of the life history of a stolon-bearing species of *Efflatounaria* (Octocorallia: Xeniidae). *Proceedings 5th International Coral Reef Congress* 6: 89-94.

Excoffon, A. C., F. H. Acuña, M. O. Zamponi, & G. N. Genzano, 2004. Reproduction of the temperate octocoral *Tripalea clavaria* (Octocorallia: Anthothelidae) from sublittoral

outcrops off Mar del Plata, Argentina. Journal of the Marine Biological Association of the UK 84: 695-6991.

Fabricius, K. E., Y. Benayahu & A. Genin, 1995a. Herbivory in asymbiotic soft corals. Science 268: 90-92

Fabricius, K. E., A. Genin & Y. Benayahu, 1995b. Flowdependent herbivory and growth in zooxanthellae-free softcorals. Limnology and Oceanography 40: 1290-1301.

Fan, T. Y., Y. H. Chou & C. F., Daí, 2005. Sexual reproduction of the alcyonacean coral *Lobophytum pauciflorum* in southern Taiwan. Bulletin of Marine Science 76: 143- 154.

Farrant PA (1986) Gonad development and the planuale of the temperate Australian soft coral *Capnella gaboensis*. Marine Biology 92: 381-392.

Fenner, D. & K. Banks, 2004. Orange cup coral *Tubastrea coccinea* invades Florida and the Flower Garden Banks, Northwestern Gulf of Mexico. Coral Reefs 23: 505–507.

Fernandes, M. L. B., 2000. Avaliação de dois ambientes recifais do litoral de Pernambuco, através de suas macro e megafaunas incrustantes e sedentárias. Tese de doutorado (Oceanografia Biológica), Universidade de São Paulo – SP.

Gori, A., C. Linares, S. Rossi, R. Coma & J. M, Gili, 2007. Spatial variability in reproductive cycle of the gorgonians *Paramuricea clavata* and *Eunicella singularis* (Anthozoa, Octocorallia) in the Western Mediterranean Sea. Marine Biology 151: 1571-1584.

Grigg, R. W., 1964. A contribution to the biology and ecology of the black coral, *Antipathes grandis* in Hawaii. M.S. Thesis, University of Hawaii. 74 p.

Grigg, R. W., 1976. Fisheries management of precious and stony corals in Hawaii. UNIHI-SEAGRANT-TR77-03. University of Hawaii Sea Grant, Honolulu. 48 p.

Gutierrez-Rodriguez, C. & H. R. Lasker, 2004. Reproductive biology, development, and planula behavior in the Caribbean gorgonian *Pseudopterogorgia elisabethae*. *Invertebrate Biology* 123: 54-67.

Harii, S., M. Omori, H. Yamakawa & Y. Koike, 2001. Sexual reproduction and larval settlement of the zooxanthellate coral *Alveopora japonica* Eguchi at high latitudes. *Coral Reefs* 20:19–23.

Hwang, S. J. & J. I. Song, 2007. Reproductive biology and larval development of the temperate soft *Dendronephthya gigantea* (Alcyonacea: Nephtheidae). *Marine Biology* 152: 273-284.

Kahng, S. E. & R. W. Grigg, 2005. Impact of an alien octocoral, *Carijioa riisei*, on black corals in Hawaii. *Coral Reefs* 24: 556-562.

Kahng, S. E. & C. Kelley, 2007. Vertical zonation of habitat forming benthic species on the deep reef (60-150m) in the Au'au Channel, Hawaii. *Coral Reefs* 26: 679-687.

Kahng, S. E., Y. Benayau, D. Wagner & N. Rothe, 2008. Sexual reproduction in the invasive octocoral *Carijioa riisei* in Hawaii. *Bulletin of Marine Science* 82: 1-17.

Kapela, W., H. R. Lasker, 1999. Size-dependent reproduction in the Caribbean gorgonian *Pseudoplexaura porosa*. *Marine Biology* 135: 107-114.

Kruger, A., M. H. Schleyer & Y. Benayahu. 1998 Reproduction in *Anthelia glauca* (Octocorallia: Xeniidae). I. Gametogenesis and larval brooding. *Marine Biology* 131: 423–432.

Levitan, D. R., 2005. Sex-specific spawning behavior and its consequences in an external fertilizer. *American Naturalist* 165: 682–694.

Lira, A. K. F., J. P. Naud, P. B. Gomes, A. M. Santos & C. D. Perez, 2008. Trophic ecology of the octocoral *Carijioa riisei* from littoral of Pernambuco, Brazil. I. Composition and spatio-temporal variation of the diet. *Journal of the Marine Biological Association of*

the United Kingdom 89: 89-99.

McFadden, C. S., 1997. Contributions of sexual and asexual reproduction to population structure in the clonal soft coral, *Alcyonium rudyi*. *Evolution* 51: 112–126.

McFadden, C. S., 1999. Genetic and taxonomic relationships among northeastern Atlantic and Mediterranean populations of the soft coral *Alcyonium coralloides*. *Marine Biology* 133: 171-184.

McFadden, C. S., 2001. A molecular phylogenetic analysis of reproductive trait evolution in the soft coral genus *Alcyonium*. *Evolution* 55: 54–67.

McFadden, C. S. & F. G. Hochberg, 2003. Biology and taxonomy of encrusting alcyoniid soft corals in the northeastern Pacific Ocean with descriptions of two new genera (Cnidaria, Anthozoa, Octocorallia). *Invertebrate Biology* 122: 93–113.

Medeiros, C., S. J. Macedo, F. A. N. Feitosa & M. L. Koenig, 1999. Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of North-East Brazilian waters. *Archive of Fishery and Marine Research* 47: 133–151.

Neves, E. G. & D. O. Pires, 2002. Sexual reproduction of Brazilian coral *Mussismilia hispida* (Verrill, 1902). *Coral Reefs* 21: 161–168.

Neves, B. M., E. J. B. LIMA & C. D. Perez, 2007. Brittle stars (Echinodermata: Ophiuroidea) associated with the octocoral *Carijoa riisei* (Cnidaria: Anthozoa) from the littoral of Pernambuco, Brazil. *Journal of Marine Biological associated of the United Kingdom* 87: 1263-1267.

Orejas, C., P. J. Lopez-Gonzalez, J. M. Gili, N. Teixido, J. Gutt & W. E. Arntz, 2002. Distribution and reproductive ecology of the Antarctic octocoral *Ainigmaptilon antarcticum* in the Weddell Sea. *Marine Ecology Progress Series* 231: 101-114.

Pérez, C. D., 2002. Octocorais (Cnidaria, Anthozoa) do litoral Pernambucano (Brasil). In: Diagnóstico da Biodiversidade de Pernambuco. Secretaria de Estado de Ciência, Tecnologia e Meio Ambiente de Pernambuco (SECTMA), Governo de Pernambuco e, Tabarelli, M. & J. M. P. Silva (eds), 2: 365-368. Recife: Editora Massangana.

Pérez, C. D., D. Vila-Nova & A. M. Santos, 2005. Associated community with the zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti, 1860) (Cnidaria, Anthozoa) from littoral of Pernambuco, Brazil. *Hydrobiologia* 548: 207–215.

Sakai K (1997) Gametogenesis, spawning, and planula brooding by the reef coral *Goniastrea aspera* (Scleractinia) in Okinawa, Japan. *Marine Ecology Progress Series* 151: 67–72.

Sammarco, P. W. & J. C. Coll, 1992. Chemical adaptations in the Octocorallia: evolutionary considerations. *Marine Ecology Progress Series* 88: 93-104.

Santangelo, G., E. Maggi, L. Bramanti & L. Bongiorni, 2003. Demography of the over-exploited Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L. 1758). *Scientia Marina* 68: 199-204.

Schleyer, M. H., A. Kruger & Y. Benayahu, 2004. Reproduction and the unusual condition of hermaphroditism in *Sarcophyton glaucum* (Octocorallia, Alyoniidae) in KwaZulu-Natal, South Africa. *Hydrobiologia* 530/531: 399-409.

Seo S. Y., J. H. Hwang & J. I. Song, 2008. Sexual Reproduction of *Anthoplexaura dimorpha* (Gorgonacea: Octocorallia) from Munseom, Jeju Islands, Korea. *Animal Cells and Systems* 12: 231-240.

Shlesinger, Y., T. L. Goulet, Y. Loya, 1998. Reproductive patterns of scleractinian corals in the northern Red Sea. *Marine Biology* 132:691–701.

Sokal, R. R. & F. J. Rohlf, 1996. *Biometry*. W. H. Feeman and Company, New York.

Souza, J. R. B., H. A. Rodrigues, B. M. Neves & C. D. Pérez, 2007. First report of bristleworm predator of the reef octocoral *Carijioa riisei*. *Coral Reefs* 26: 1033-1033.

Tsounis, G., S. Rossi, M. Aranguren, M. Gili & W. Arntz, 2006. Effects of spatial variability and colony size on the reproductive output and gonadal development cycle of the Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L.). *Marine Biology* 148: 513-527.

Vermeij, M. J. A., E. Sampayo, K. Bröker & R. P. M. Bak, 2004. The reproductive biology of closely related coral species: gametogenesis in *Madracis* from the southern Caribbean. *Coral Reefs* 23: 206-214.

Ward, S., 1992. Evidence for broadcast spawning as well as brooding in the scleractinian coral *Pocillopora damicornis*. *Marine Biology* 112: 641–646.

Wilkinson, L., 1996. *Systat*, Version 6.0. SPSS, Chicago, Illinois.

Yamazato, K., M. Sato & H. Yamashiro, 1981. Reproductive biology of an alcyonacean coral, *Lobophytum crassum* Marenzeller. *Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium, Manila. 2: 671-678.*

Zeevi Ben-Yosef, D. & Y. Benayahu, 1999. The gorgonian coral *Acabaria biserialis*: life history of a successful colonizer of artificial substrata. *Marine Biology* 135: 473-481.

## **NORMAS DA REVISTA**

### **Structions to authors**

#### **Aims & scope**

*Hydrobiologia* publishes original articles in the fields of limnology and marine science that are of interest to a broad and international audience. The scope of *Hydrobiologia* comprises the biology of rivers, lakes, estuaries and oceans and includes palaeolimnology and -oceanology, taxonomy, parasitology, biogeography, and all aspects of theoretical and applied aquatic ecology, management and conservation, ecotoxicology, and pollution. Purely technological, chemical and physical research, and all biochemical and physiological work that, while using aquatic biota as test-objects, is unrelated to biological problems, fall outside the journal's scope. All papers should be written in English. There is no page charge, provided that manuscript length, and number and size of tables and figures are reasonable (see below). Long tables, species lists, and other protocols may be put on any web site and this can be indicated in the manuscript. Purely descriptive work, whether limnological, ecological or taxonomic, can only be considered if it is firmly embedded in a larger biological framework.

### **Editorial policy**

Submitted manuscripts will first be checked for language, presentation, and style. Scientists who use English as a foreign language are strongly recommended to have their manuscript read by a native English-speaking colleague. Manuscripts which are substandard in these respects will be returned without review.

Papers which conform to journal scope and style are sent to at least 2 referees, mostly through a member of the editorial board, who will then act as coordination editor. Manuscripts returned to authors with referee reports should be revised and sent back to the editorial as soon as possible. Final decisions on acceptance or rejection are made by the editor-in-chief. *Hydrobiologia* endeavours to publish any paper within 6 months of acceptance. To achieve this, the number of volumes to be published per annum is readjusted periodically.

### **Categories of contributions**

There are four categories of contributions to *Hydrobiologia*:

[1.] **Primary research papers** generally comprise up to 25 printed pages (including tables, figures and references) and constitute the bulk of the output of the journal. These papers **MUST** be organized according to the standard structure of a scientific paper: Introduction,

Materials and Methods, Results, Discussion, Conclusion, Acknowledgements, References, Tables, Figure captions.

[2.]**Short research notes**, 2-4 printed pages, present concise information on timely topics. Abstract, key words and references are required; the remainder is presented as continuous text.

[3.]**Review papers**, and **Taxonomic revisions** are long papers; prospective authors should consult with the editor before submitting such a long manuscript, either directly or through a member of the editorial board. Review papers may have quotations (text and illustrations) from previously published work, but authors are responsible for obtaining copyright clearance wherever this applies.

[4.]**Opinion papers** reflect authors' points of view on hot topics in aquatic sciences. Such papers can present novel ideas, comments on previously published work or extended book reviews.

Occasionally, regular volumes contain a special section devoted to topical collections of papers: for example, Salt Ecosystems Section and Aquatic Restoration Section.

### **Online manuscript submission**

*Hydrobiologia* has a fully web-enabled manuscript submission and review system. This system offers authors the option of tracking in real time the review process of their manuscripts. The online manuscript and review system offers easy and straightforward login and submission procedures. It supports a wide range of submission file formats, including Word, WordPerfect, RTF, TXT and LaTeX for article text and TIFF, EPS, PS, GIF, JPEG and PPT for figures. PDF is not a recommended format.

Manuscripts should be submitted to:

<http://hydr.editorialmanager.com>

<http://hydr.edmgr.com>

Authors are requested to download the Consent-to-Publish and Transfer of Copyrights form from this system. Please send a completed and signed form either by mail or fax to the Hydrobiologia Office.

**NOTE:** By using the online manuscript submission and review system, it is NOT necessary to submit the manuscript also as printout + disk. If you encounter any difficulties

while submitting your manuscript online, please get in touch with the responsible Editorial Assistant by clicking on 'CONTACT US' from the toolbar.

### **Electronic figures**

Electronic versions of your figures must be supplied. For vector graphics, EPS is the preferred format. For bitmapped graphics, TIFF is the preferred format. The following resolutions are optimal: line-figures - 600 - 1200 dpi; photographs - 300 dpi; screen dumps - leave as is. Colour figures can be submitted in the RGB colour system. Font-related problems can be avoided by using standard fonts such as Times New Roman, Courier and Helvetica.

### **Colour figures**

Springer offers two options for reproducing colour illustrations in your article. Please let us know what you prefer: 1) Free online colour. The colour figure will only appear in colour on **www.springer.com** and not in the printed version of the journal. 2) Online and printed colour. The colour figures will appear in colour on our website and in the printed version of the journal. The charges are EUR 950/USD 1150 per article.

### **Language**

We appreciate any efforts that you make to ensure that the language use is corrected before submission. This will greatly improve the legibility of your paper if English is not your first language.

### **Preparing the manuscript**

Manuscripts should conform to standard rules of English grammar and style. Either British or American spelling may be used, but consistently throughout the article. Conciseness in writing is a major asset as competition for space is keen. The Council of Biology Editors Style Manual (4th edition, 1978; available from the Council of Biology Editors, Inc., 9650 Rockville Pike, Bethesda, MD 20814, USA) is recommended as a vademecum for matters of style, form and for the use of symbols and units (see <http://www.lib.ohiostate.edu/guides/cbegd.html>). The conventions of the International Union of Pure and Applied Chemistry, and the recommendations of the IUPAC-IUB

Combined Commission on Biochemical Nomenclature should be applied for chemical nomenclature (see <http://www.hgu.mrc.ac.uk/Softdata/Misc/ambcode.htm>).

The contents of manuscripts should be well-organized. Page one should show the title of the contribution, name(s) of the author(s), address(es) of affiliation(s) and up to six key words. The first page should also include the following statement: "This paper has not been submitted elsewhere in identical or similar form, nor will it be during the first three months after its submission to *Hydrobiologia*." The abstract should appear on page two. The body of the text should begin on page three. Names of plants and animals and occasional expressions in Latin or Greek should be typed in italics. All other markings will be made by the publisher.

Authors are urged to comply with the rules of biological nomenclature, as expressed in the International Code of Zoological Nomenclature, the International Code of Botanical Nomenclature, and the International Code of Nomenclature of Bacteria. When a species name is used for the first time in an article, it should be stated in full, and the name of its describer should also be given. Descriptions of new taxa should comprise official repository of types (holotype and paratypes), author's collections as repositories of types are unacceptable.

## References

References in the text will use the name and year system: Adam & Eve (1983) or (Adam & Eve, 1983). For more than two authors, use Adam et al. (1982). References to a particular page, table or figure in any published work is made as follows: Brown (1966: 182) or Brown (1966: 182, fig. 2). Cite only published items; grey literature (abstracts, theses, reports, etc) should be avoided as much as possible. Papers which are unpublished or in press should be cited only if formally accepted for publication.

References will follow the styles as given in the examples below, i.e. journals are NOT abbreviated (as from January 2003), only volume numbers (not issues) are given, only normal fonts are used, no bold or italic.

Engel, S. & S. A. Nichols, 1994. Aquatic macrophytes growth in a turbid windswept lake. *Journal of Freshwater Ecology* 9: 97-109.

Horne, D. J., A. Cohen & K. Martens, 2002. Biology, taxonomy and identification techniques. In Holmes, J. A. & A. Chivas (eds), *The Ostracoda: Applications in Quaternary Research*. American Geophysical Union, Washington DC: 6-36.

Maitland, P. S. & R. Campbell, 1992. *Fresh Water Fishes*. Harper Collins Publishers, London.

Tatrai, I., E. H. R. R. Lammens, A. W. Breukelaar & J. G. P. Klein Breteler, 1994. The impact of mature cyprinid fish on the composition and biomass of benthic macroinvertebrates. *Archiv für Hydrobiologie* 131: 309-320.

### **Offprints and copyright**

Fifty offprints of each article will be provided free of charge. Additional offprints can be ordered when proofs are returned to the publishers. The corresponding author of each paper accepted for publication will receive a Consent-to-Publish/Copyright form to sign and return to the Publisher as a prerequisite for publication.

### **Developments in Hydrobiology**

The book series *Developments in Hydrobiology* reprints verbatim, but under hard cover, the proceedings of specialized scientific meetings which also appear in *Hydrobiologia*, with the aim of making these available to individuals not necessarily interested in subscribing to the journal itself. Papers in these volumes must be cited by their original reference in *Hydrobiologia*. In addition, *Developments in Hydrobiology* also publishes monographic studies, handbooks, and multi-author edited volumes on aquatic ecosystems, aquatic communities, or any major research effort connected with the aquatic environment, which fall outside the publishing policy of *Hydrobiologia*, but are printed in the same format and follow the same conventions. Guest editors of such volumes should follow the guidelines presented above and are responsible for all aspects of presentation and content, as well as the refereeing procedure and the compilation of an index. Prospective editors of special, subject-oriented volumes of

*Hydrobiologia/Developments in Hydrobiology* are encouraged to submit their proposals to the editor-in-chief.

### **Springer Open Choice**

In addition to the normal publication process (whereby an article is submitted to the journal and access to that article is granted to customers who have purchased a subscription), Springer now provides an alternative publishing option: Springer Open Choice. A Springer Open Choice article receives all the benefits of a regular subscription-based article, but in addition is made available publicly through Springer's online platform SpringerLink. To publish via Springer Open Choice, upon acceptance please visit [www.springer.com/openchoice](http://www.springer.com/openchoice) to complete the relevant order form and provide the required payment information. Payment must be received in full before publication or articles will publish as regular subscription-model articles. We regret that Springer Open Choice cannot be ordered for published articles.

### **Additional information**

Additional information can be obtained from:

Springer

*Hydrobiologia*

P.O. Box 17

3300 AA Dordrecht

The Netherlands

Fax: +31-(0)78-6576254

Tel: +31-(0)78-6576244

Editorial assistant: [arina.vankerchove@springer.com](mailto:arina.vankerchove@springer.com)

Website : <http://www.springer.com> and <http://www.springer.com/prod/s/DIH>