

DANIELA MURAMATSU

**Quantificação da gametogênese através de análises
histológicas para estimar a reprodução sexuada de *Madracis
decactis* Lyman, 1859 (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia) do
litoral sul do Estado do Rio de Janeiro**

São Paulo
2007

RESUMO

Uma das espécies de coral pétreo zooxantelado com mais ampla distribuição no litoral brasileiro é *Madracis decactis* Lyman, 1859. *M. decactis* forma colônias incrustantes nodulares que podem atingir até 30 cm de diâmetro. O estudo da gametogênese foi realizado através de coletas bimensais na Baía de Ilha Grande, RJ durante 21 meses (agosto/2004-maio/2006), totalizando 10 coletas (12 colônias/coleta) (Licença IBAMA no. 201/2004). Foram realizados cortes histológicos de 7 µm, e de 10 até 16 pólipos por colônia foram analisados, totalizando mais de 1800 pólipos. A análise dos pólipos indicou que *M. decactis* é hermafrodita, com gametas localizados no mesmo lóculo gástrico, porém em mesentérios diferentes. A gametogênese durou cerca de sete meses. A ovogênese iniciou-se ao redor de outubro, enquanto que a espermatogênese teve início no final de fevereiro, ambas terminando em sincronia no final do mês de maio. O exame dos pólipos férteis indicou a presença dos estágios I, II e III de desenvolvimento para a ovogênese e dos estágios I, II, III e IV para a espermatogênese. Não foram encontrados embriões ou plânulas nos cortes histológicos, indicando talvez que estes estágios permaneçam pouco tempo no interior do pólipo. O pico da atividade reprodutiva ocorre entre os meses de fevereiro e abril com todas as colônias férteis contendo ovócitos principalmente no estágio III de maturação. A provável época de liberação de plânulas ocorre entre os meses de abril e maio, sob influência das condições ambientais como a temperatura da água do mar, a irradiação solar e a pluviosidade. O presente trabalho forneceu informações básicas a respeito da biologia reprodutiva de *Madracis decactis* presente em Ilha Grande, sendo uma contribuição para outros estudos mais específicos na área de manejo e conservação de ambientes marinhos.

1 - INTRODUÇÃO

1.1 Modos reprodutivos dos corais escleractínios

Os corais escleractínios são cnidários relativamente conhecidos pelas pessoas, principalmente, quando nos referimos a ambientes marinhos de águas claras e quentes, apesar de muitos não saberem em que categoria os classificar, confundido-os com esponjas, “plantas” devido ao seu hábito de vida sésil e seu formato que às vezes lembra um galho, ou ainda algo inanimado, uma rocha, por exemplo (Oigman-Pszczol *et al.*, 2007). Os mais conhecidos e populares são os corais pétreos zooxantelados, com cerca de 656 espécies reconhecidas (Cairns, 1999), que formam as comunidades coralíneas e são os principais formadores dos diversos tipos de recifes espalhados pelas regiões tropicais que tanto atraem os turistas. Os corais pétreos azooxantelados possuem 669 espécies (Cairns, 1999), virtualmente o mesmo número de que os zooxantelados, mas são menos conhecidos, pois muitas vezes são encontrados apenas em grandes profundidades (Cairns, 1981; Kitahara & Cairns, 2005), apesar de poderem ser bastante comuns também em águas rasas, como é o caso, por exemplo, dos corais exóticos *Tubastrea coccinea* e *T. tagusensis* que colonizaram muitos ambientes na região sudeste do Brasil, e que chamam bastante a atenção dos mergulhadores por causa de suas colorações vermelha ou laranja e seus tentáculos amarelos (Paula & Creed, 2004; Creed, 2006).

Os corais escleractínios são animais sésseis e, uma vez assentados sobre o substrato, ficam submetidos às condições ambientais da região, não podendo se locomover nem para a alimentação ou reprodução e nem no caso das condições ambientais se tornem desfavoráveis. Talvez esse modo de vida (entre outros fatores) tenha favorecido o desenvolvimento de uma grande plasticidade tanto morfológica e fisiológica quanto reprodutiva ao longo de sua evolução. Os corais podem, por exemplo, apresentar dois padrões sexuais: hermafroditismo ou gonocorismo; e dois modos de reprodução: fertilização externa com liberação de gametas na água ou fertilização interna com incubação da plânula dentro do pólipó feminino, resultando assim, em quatro combinações possíveis para os padrões reprodutivos (Harrison & Wallace, 1990).

A grande maioria dos trabalhos a cerca da reprodução dos corais durante quase todo o século XX esteve voltada para a capturação de plânulas, mais do que para o estudo da gametogênese ou da liberação de gametas (Harrison & Wallace, 1990). Assim, acreditava-se que o modo incubador de plânulas era predominante entre os corais, até que a partir da década de 80 houve um grande número de trabalhos relatando a liberação de gametas na coluna d’água bem como a fertilização externa, o

que contribuiu para a concepção do modo liberador como o modo predominante na reprodução dos escleractínios (Harrison & Wallace, 1990; Richmond & Hunter, 1990).

Cerca de três quartos das espécies zooxanteladas são hermafroditas e liberam seus gametas na água para a fertilização externa (Harrison & Wallace, 1990) sendo que esse modo de reprodução está geralmente associado com uma maior fecundidade (grande quantidade de gametas/plânulas por pólipos) e um potencial maior de dispersão devido ao elevado número de plânulas produzidas e também ao relativo longo período de 4 até 6 dias de desenvolvimento planctônico (Harrison & Wallace, 1990; Veron, 2000a).

Devido à preponderância do modo liberador de gametas alguns autores sugeriram que esse seria o modo ancestral da reprodução dos Scleractinia, enquanto que o modo incubador seria secundariamente derivado em resposta às necessidades ecológicas e ambientais (Szmant, 1991; Shlesinger *et al.*, 1998). Algumas hipóteses foram levantadas com o objetivo de se entender porque o modo incubador teria surgido, e quais seriam suas relações com a história de vida, morfologia ou habitat dos corais (Harrison & Wallace, 1990). Stimson (1978) sugeriu que espécies de águas rasas (ambientes com maior distúrbio) teriam uma alta taxa de mortalidade e por isso a seleção deveria ter favorecido espécies com altas taxas reprodutivas. Entretanto, o fato dessas espécies liberarem plânulas ao invés de gametas parecia não ser consistente com a seleção de taxas reprodutivas altas, uma vez que menos plânulas poderiam ser produzidas que gametas. Assim, essa estratégia deveria ser uma adaptação ao rápido assentamento em águas com muito movimento garantindo assim novos recrutas, mais do que uma alta taxa reprodutiva, hipótese que também foi corroborada por Ward (1992). Entretanto, além de muitos corais incubadores serem encontrados em grandes profundidades, assim como muitos corais liberadores serem encontrados em águas rasas contrariando a idéia de que o modo reprodutivo estaria relacionado com a profundidade (Harrison & Wallace, 1990), muitos trabalhos observaram que plânulas incubadas eram capazes de permanecer no plâncton por até 103 dias (Richmond, 1987) e portanto teriam um grande potencial para a dispersão (Harii *et al.*, 2002) e que de fato poucas contribuíam para a manutenção da comunidade local (Miller & Ayre, 2004; Sherman *et al.*, 2005).

Van Moorsel (1983) sugeriu que as espécies incubadoras de habitats mais imprevisíveis eram, comparativamente, pequenas ou de vida curta, alcançavam a maturidade cedo e possuíam um período reprodutivo longo e muitos descendentes pequenos os quais constituíam um custo reprodutivo anual alto. Ao passo que, as espécies relacionadas que se localizavam em ambientes mais estáveis apresentavam características opostas. Szmant (1986, 1991) também considerou o modo incubador

como sendo uma adaptação de colônias que se especializaram em persistir em habitat com distúrbios, e considerou esse modo reprodutivo como sendo uma adaptação a situações que requereriam alta taxa de recrutamento local. Essas colônias estariam sujeitas à taxas de mortalidade precoces e freqüentes e por isso iniciariam a reprodução sexuada ainda bem jovens, e apresentariam muitos ciclos reprodutivos por ano (compensando a produção relativamente baixa de plânulas por ciclo), resultando assim em altos índices de recrutamento ao contrário dos liberadores. Porém, nem todos os corais incubadores têm tamanho pequeno, como por exemplo, *Acropora palifera* do Indo-Pacífico (Kojis, 1986) e *Madracis mirabilis* do Caribe (Vermeij *et al.*, 2003b) além de nem todos apresentarem muitos ciclos reprodutivos ao longo do ano (Tioho *et al.*, 2001; Harii *et al.*, 2001; Lins de Barros *et al.*, 2003).

Rinkevich & Loya (1979) sugeriram que espécies com pólipos pequenos teriam gônadas que se direcionariam para dentro da cavidade gastrovascular, teriam um número menor de ovócitos pequenos e incubariam as plânulas, enquanto que em espécies de pólipos maiores, o número de ovócitos seria maior e a fertilização seria externa. No entanto, Szmant-Froelich *et al.* (1980) propôs que com as informações disponíveis de *Astrangia danae* e de muitas outras espécies de corais caribenhos não era possível estabelecer uma relação universal entre o tamanho do pólipos, tamanho do ovócito e modo reprodutivo, idéia que também recebeu suporte de outros autores (Harrison & Wallace, 1990; Schlesinger *et al.*, 1998).

Assim, parece que até o momento nenhuma relação simples entre o modo de reprodução e a história de vida, habitat ou morfologia pode ser confirmada. Ele deve envolver um balanço refinado entre a abundância local (através do rápido assentamento) e ampla dispersão; auto-fecundação e fecundação cruzada e cruzamento entre espécies e hibridização (Veron, 2000a). Como resultado uma única espécie pode ter diferentes modos de reprodução, algumas têm plânulas que assentam rapidamente (Babcock, 1988; Dunstan & Johnson 1998; Tioho *et al.*, 2001), outras plânulas que se dispersam por longas distâncias (Richmond, 1987; Isomura & Nishihira, 2001) e outras ainda que podem tanto incubar quanto liberar gametas, como por exemplo, *Goniastrea aspera* que deve liberar gametas e incubar plânulas ambos de forma sexuada (Sakai, 1997), *Oulastrea crispata* que é capaz de liberar gametas e plânulas sexuada ou assexuadamente formadas (Nakano & Yamazato, 1992); e *Pocillopora damicornis* que parece produzir gametas e incubar plânulas assexuadamente formadas (Ward, 1992). Parece que até o padrão sexual, que é considerado bastante conservativo dentro das linhagens (Harrison, 1985), pode ser revertido dependendo da condição ambiental a que estão submetidas às espécies (Tomascik & Sander, 1987).

1.2 Considerações sobre o gênero *Madracis*

As famílias Acroporidae e Pocilloporidae (pertencentes à subordem Archaeocoeniina) dominam muitos recifes ao redor do mundo, não sendo raro encontrar corais das duas famílias crescendo juntos ao longo de extensas áreas de águas rasas (Kinzie III, 1996). Acroporidae é formada por quatro gêneros dos quais dois (*Acropora* e *Montipora*) possuem o maior número de espécies entre os gêneros atuais, enquanto que Pocilloporidae é formada por cinco gêneros dos quais três (*Stylophora*, *Seriatopora* e *Pocillopora*) muitas vezes dominam as comunidades onde ocorrem, e exceto pelo gênero *Madracis*, estão restritos ao Indo Pacífico e Pacífico Leste (Kinzie III, 1996). Uma das grandes diferenças entre as duas famílias é o modo reprodutivo: os dois gêneros mais especiosos de Acroporidae liberam seus gametas na água e realizam fertilização externa, enquanto que nos pociloporídeos o padrão de reprodução é mais diverso, podendo liberar os gametas na água, incubar as plânulas ou ambos (Kinzie III, 1996). Dos cinco gêneros pertencentes à família Pocilloporidea, *Pocillopora* é o que tem a biologia reprodutiva mais bem estudada (Stimson, 1978; Harriott, 1983b; Sttodont, 1983; Fadlallah 1985; Shlesinger & Loya, 1985; Glynn *et al.*, 1991; Ward, 1992; Tanner, 1996, Tioho *et al.*, 2001).

Madracis Milne Edwards & Haime, 1849 é o único gênero de Pocilloporidea que não está restrito ao Pacífico, ocorrendo na região do Caribe até as águas temperadas do Mediterrâneo e Atlântico Norte e Sul (Species 2000, 2007; Veron, 2000b). Delvoye (1988) publicou o primeiro trabalho sobre a gametogênese do gênero, estudando a espécie *M. mirabilis* de Curaçao, Caribe. Aliás, a maioria dos trabalhos publicados sobre o gênero estão restritos à região caribenha (Fenner, 1993; Bruno & Edmunds 1997, 1998; Diekmann *et al.*, 2001, 2002, 2003; Vermeij *et al.*, 2003a, b, 2004; Vermeij & Bak, 2002, 2003).

Veron (2000b) mudou a posição do gênero *Madracis* da família Pocilloporidae para a família Astrocoeniidae com base nas características da columela (Vermeij *et al.*, 2004). Entretanto, Vermeij *et al.* (2003b, 2004) estudando as espécies de *Madracis*, observaram características reprodutivas (como o arranjo das gônadas, número de plânulas por pólipos) semelhantes às características encontradas em outros pociloporídeos, e sugeriram que o rearranjo taxonômico deveria ser ao nível de gênero e não de família. O presente trabalho optou por adotar a classificação taxonômica tradicional e considerou o gênero *Madracis* pertencente à família Pocilloporidea.

A maioria das espécies desse gênero são azooxanteladas (oito) e, ao contrário da grande parte dos gêneros de corais escleractínios que são monotípicos (apenas zooxantelados ou azooxantelados), *Madracis* também é representada por seis espécies

zooxanteladas e duas facultativas (Cairns, 1999), formando um total de 16 espécies reconhecidas (Cairns, 1999; Veron, 2000; Vermeij *et al.*, 2003a).

O gênero é caracterizado por uma forma de colônia plocóide ou subcerióide, formas de crescimento ramificadas, incrustantes e/ou nodulares com coralitos de tamanho pequeno (< 1,5mm) ou médio (1,5 – 10mm) de formato poligonal com aparência de favo de mel. O número de septos varia de 8 até 10, tem columela estiliforme proeminente e brotamento extratentacular (Neves *et al.*, 2002; Neogene Marine Biota of Tropical America, 2004).

O estatus de algumas espécies desse gênero é bastante debatido, e a ampla plasticidade morfológica e a sobreposição de caracteres morfológicos são as principais responsáveis pelos fracos limites entre as espécies (Vermeij *et al.*, 2003b). Fenner (1993), estudando espécies de várias localidades no Caribe sugeriu que *Madracis mirabilis* e *M. decactis* formavam espécies separadas e, apesar de ocorrerem juntas em águas rasas e bem iluminadas podiam ser facilmente distinguidas. Em contrapartida, *M. decactis* e *M. pharensis* apresentavam uma gama enorme de morfologias que se sobrepunham, apresentando formas ramificadas nodulares, nódulos irregulares incrustantes, formas mistas com áreas nodulares e incrustantes, e colônias grandes ou pequenas. A autor considerou que esse grande número de formas intermediárias da morfologia e coloração das colônias eram uma evidência de que *M. pharensis* era uma forma ou ecoforma de *M. decactis* resultante das diferentes condições ambientais experimentadas por cada uma, na medida em que ambas geralmente se localizavam em diferentes regimes de luz, sendo *M. decactis* mais comum em regiões bem iluminadas e *M. pharensis* em lugares mais crípticos.

Entretanto, Vermeij & Bak (2002) encontraram uma sobreposição de ambas as espécies ao longo de todo o paredão recifal em Curaçao com mais de 50% das colônias pertencentes ao complexo *M. decactis* / *M. pharensis* não se adequando a combinação ecoforma-ambiente proposta por Fenner (1993). Os autores sugeriram que outros fatores além da luminosidade poderiam influenciar na morfologia das espécies, tais como a movimentação e a sedimentação da água. A distribuição bimodal (críptica e exposta) das colônias de cada espécie na mesma profundidade foi sugerida como uma indicação de um possível início de especiação. O mesmo foi sugerido por Diekmann *et al.* (2001), que considerou *M. decactis* e *M. pharensis*, juntamente com *M. formosa*, um complexo de espécies parafilético com altos níveis de polimorfismos, e que isso poderia ser resultado de uma especiação muito recente dentro do clado.

Espécies que possuem características morfológicas semelhantes e poucas características diagnósticas podem apresentar diferenças nas estratégias reprodutivas que suportem o estatus de espécies distintas. Por exemplo, a legitimidade do estatus de

espécies distintas entre os três tipos que formam o complexo no gênero *Montastrea* foi reforçada com evidências que mostraram o isolamento reprodutivo entre elas devido às diferenças nas características de fertilização e período de liberação, sugerindo uma limitação no potencial de hibridização entre elas (Knowlthon *et al.*, 1997).

Entretanto, a maior parte das espécies de corais não são unidades que se reproduzem isoladamente (Willis *et al.* 2006) e devido à grande variação biogeográfica não existem diferenças marcantes entre elas, sendo que todas são, potencialmente, interconectadas pelas correntes oceânicas (Veron, 2006). As espécies do gênero *Madracis* parecem apresentar poucas diferenças na estratégia reprodutiva e grande potencial de hibridização (Diekmann *et al.*, 2001; Vermeij *et al.*, 2004). Cinco espécies de *Madracis* estudadas no Caribe (entre elas *M. decactis*) são hermafroditas incubadoras de plânulas, todas apresentaram o mesmo padrão da gametogênese, e poucas diferenças reprodutivas foram observadas (apenas no número e tamanho dos gametas femininos) (Vermeij *et al.*, 2004). A planulação ocorre por um período prolongado que vai de março até dezembro, sendo o pico em setembro e outubro, possibilitando uma hibridização potencial entre elas (Vermeij *et al.*, 2003b).

No Brasil três espécies, *M. decactis*, *M. mirabilis* e *M. pharensis*, foram encontradas ao longo da costa brasileira desde o Arquipélago de Fernando de Noronha, RN até São Sebastião, SP (Laborel, 1967, 1969/70). Ao contrário do observado em regiões do Caribe onde *M. mirabilis* e *M. pharensis* podem ser encontradas em águas mais rasas (5-10m) (Fenner, 1993; Vermeij & Bak, 2002; Diekmann *et al.*, 2001), na costa brasileira, *M. mirabilis* e *M. pharensis* ocorrem apenas em profundidades maiores que 30 m (Laborel 1969/70). Hoje é sabido que o gênero ocorre também nas regiões do Maranhão e Ceará, e se estende até Santa Catarina (Bertuol, 1998; Couto *et al.*, 2003). Além do trabalho de Laborel, que remonta à década de 60, de lá para cá apenas um trabalho específico a respeito deste gênero foi feito no Brasil (Castro & Pires 2006).

1.3 Considerações sobre o estudo da reprodução sexuada dos corais brasileiros

Um dos grandes impulsos dados na pesquisa e conhecimento dos corais brasileiros se deu na década de 60, com os trabalhos do biólogo francês Jacques L. Laborel derivados da campanha a bordo do cruzeiro francês “Calypso” de 1961 até 1964 ao longo da costa brasileira. Nesses trabalhos Laborel produziu uma lista dos principais organismos recifais encontrados desde o Ceará até Santa Catarina, registrando inclusive, pela primeira vez em águas brasileiras, a presença das espécies *Madracis decactis*, *M. pharensis* e *Agaricia fragilis*, além da descrição de uma nova espécie, *Scolymia wellsi* (Laborel, 1967, 1969/70).

Segundo Leão *et al.*, (2003), durante as últimas duas décadas houve um aumento significativo no número de pessoas interessadas e envolvidas com os estudos de recifes e comunidades coralíneas no Brasil, ao mesmo tempo em que as pressões e ameaças a esses ambientes também foram crescendo. Os autores destacaram que uma grande quantidade de dados sobre as comunidades coralíneas já foram gerados cuja maior parte está relacionada com o mapeamento das áreas recifais, caracterização física e geológica das estruturas recifais, informações sobre a conservação, proteção e manejo dos recifes, além de inúmeros dados sobre vários aspectos da flora e fauna recifal (algas, moluscos, peixes, esponjas, octocorais, fauna associada aos corais, branqueamento, etc.).

Os estudos a cerca da biologia reprodutiva dos corais escleractínios brasileiros, no entanto, parecem ter surgido apenas recentemente, entre o fim da década de 90 e início de 2000 (Tabela 1). Das dezesseis espécies de corais zooxantelados descritas para o Brasil, metade já foi estudada quanto aos seus aspectos reprodutivos, entre elas quatro espécies endêmicas: *Mussismilia braziliensis*, *M. hartii*, *M. hispida* e *Siderastrea stellata*. Parece que o número exato de espécies endêmicas ainda não é consenso entre os especialistas, além das cinco espécies tradicionalmente consideradas (as quatro acima descritas mais *Favia leptophylla*) (Castro & Pires, 2001; Couto *et al.*, 2003), outros autores consideram *Favia gravida* (Hetzel & Castro, 1994; Leão *et al.*, 2003) e *Meandrina braziliensis* também como espécies endêmicas (Neves *et al.*, 2002; Neves *et al.*, 2006). A maioria dos trabalhos está concentrada em dois estados, Rio de Janeiro e Bahia, principalmente no Complexo Recifal de Abrolhos que abriga todas as espécies de corais brasileiras e é a formação recifal mais importante do Atlântico Sul (Castro & Pires, 2001).

Sete espécies presentes em Abrolhos foram estudadas quanto a sua biologia reprodutiva e ao analisarmos seus ciclos reprodutivos observamos que existe uma variação muito grande entre eles tanto na duração da gametogênese quanto na época de liberação dos gametas/plânulas (Tabela 1). A duração do ciclo reprodutivo varia entre 3 até 4 meses nas espécies *Porites astreoides* e *Madracis decactis*, respectivamente, e de 10-11 meses nas espécies do gênero *Mussismilia* e em *Siderastrea stellata*. A época da liberação ocorre praticamente em todos os meses do ano, desde eventos curtos com duração de cerca de um mês, até períodos extensos de cinco meses como no caso de *Scolymia wellsii*. Essa variação nos padrões reprodutivos entre as espécies da mesma região deve indicar que se fatores exógenos estão envolvidos na determinação dos processos reprodutivos, eles devem ser espécie-específicos e que cada espécie deve responder de forma diferente e independente à esses estímulos (Harriott, 1983a; Babcock *et al.*, 1986).

Apesar de existirem comunidades de corais desde o Maranhão até Santa Catarina, a costa brasileira não apresenta muitos recifes “verdadeiros”, isto é, formados por corais, mas sim comunidades de corais e algas calcárias que crescem sobre o substrato duro (Castro & Pires, 2001). Muitas espécies de corais têm seu limite de distribuição entre as regiões de Abrolhos e Santa Catarina, e abaixo da desembocadura do Rio Doce no Estado do Espírito Santo, nenhuma formação recifal é encontrada (Leão *et al.*, 2003).

A distribuição das espécies em latitudes mais altas parece estar relacionada com os valores mínimos de temperatura, ação das ondas, turbidez da água e queda da luminosidade (Veron, 1974). Segundo Harriott & Banks (2002), os fatores que regulam a capacidade de desenvolvimento de um recife estão relacionados com a presença ou ausência de distúrbios físicos e uma taxa de calcificação reduzida, assim como os fatores que limitam os padrões da diversidade de espécies estariam relacionados primeiramente com as correntes de água, temperatura, tolerância fisiológica, dispersão e recrutamento.

Entretanto, ao contrário do que se imaginava, as populações de corais que estão em altas latitudes apresentam intensa atividade reprodutiva (Van Woesik, 1995). Nozawa *et al.* (2006) encontraram altas taxas de fecundidade nas colônias (76,7 – 100%) de seis espécies localizadas em alta latitude (32°N) onde a média de temperatura anual varia entre 15 até 27°C. Wilson & Harrison (2003) também demonstraram que muitos corais localizados na costa leste da Austrália a 30°S eram sexualmente reprodutivos indicando, portanto, que os corais escleractínios são capazes de produzir gametas/plânulas em locais de alta latitude e baixas temperaturas.

No entanto, a baixa taxa de recrutamento nos locais de alta latitude pode limitar a formação e o desenvolvimento de populações de corais (Harriott & Banks, 1995; Nozawa *et al.*, 2006). Apesar do intenso esforço reprodutivo, o fracasso da progênie de *Montastrea annularis* em aparecer entre os juvenis assentados dos corais caribenhos, foi atribuído, entre outros fatores, ao pequeno sucesso no recrutamento, e não à falta de atividade reprodutiva (Szmant, 1991). Parece haver um declínio na taxa de recrutamento das espécies incubadoras, mas principalmente das liberadoras de gametas à medida que se aumenta a latitude, resultando numa maior proporção de espécies incubadoras nas regiões com populações mais isoladas (Harriott & Banks, 1995; Tioho *et al.*, 2001; Hughes *et al.*, 2002). Alguns autores destacaram a importância do recrutamento local, bem como de recutas externos para a manutenção das populações locais (Tioho *et al.*, 2001; Bassim & Sammarco, 2003; Miller & Ayre, 2004; Nozawa *et al.*, 2006).

Miller & Ayre (2004) destacaram que em populações periféricas, dado o seu relativo isolamento geográfico, processos ecológicos e evolutivos tais como a dispersão de plânulas e a seleção estariam atuando de forma diferente se comparadas às áreas tropicais. Além disso, as comunidades mais isoladas devem ser mais vulneráveis aos distúrbios (como o branqueamento, por exemplo) do que comunidades mais centrais e interconectadas, enfatizando assim a importância da preservação desses ambientes (Hughes *et al.*, 2003). Perry & Lacombe (2003) consideraram inadequado olhar para uma comunidade marginal como um tipo de recife de coral “pobre” se comparado aos recifes e comunidades que se desenvolvem em latitudes mais baixas com águas claras e quentes. As comunidades marginais (ambientes caracterizados por grandes variações de temperatura, salinidade ou de nutrientes, pouca penetração de luz e saturação de aragonita) são diversas, bastante comuns e tem o potencial de persistirem e de se desenvolverem durante longos períodos. Assim, seria interessante pensar nesses ambientes como estados alternativos de desenvolvimento, sendo que seu estudo pode fornecer uma visão do estado e características futuras de recifes que se tornarão mais expostos às condições marginais devido às mudanças ambientais.

O presente trabalho aborda o estudo de características reprodutivas de *Madracis decactis* presente próxima ao seu limite sul de maior ocorrência conhecida, e tem como um dos objetivos contribuir para a geração de informações básicas a cerca da biologia reprodutiva dessa espécie, que apesar de não ser tão abundante e nem ter extensas áreas de cobertura, como *Siderastrea stellata* nos recifes de arenito do nordeste (Neves, 2004) e *Mussismilia braziliensis* em Abrolhos (Leão, 1999), junto com *Mussismilia hispida* são os únicos representantes de corais zooxantelados que ocorrem na região de Ilha Grande, RJ. Essa região é caracterizada por uma beleza natural ímpar formada por remanescentes da Mata Atlântica e inúmeras ilhas, e que infelizmente também é palco de muitas atividades conflitantes, o que torna necessário um gerenciamento correto que deve ser melhor conduzido se baseado numa compreensão maior das características e dinâmicas da região se quisermos ter sucesso no desenvolvimento das áreas costeiras, mas também minimizar os impactos gerados à esses ecossistema.

Tabela 1: Lista das espécies de corais zooxantelados (Scleractinia) e características reprodutivas sexuadas já conhecidas no Brasil.

Espécies	Local	Modo	Sexo	Gametogênese	Período	Fonte
1) <i>Madracis decactis</i>	Abrolhos, BA	I	H	oo: dez-abr/esp:fev-abr	out (final mar-meio abr)	Castro & Pires (2006)
	Angra dos Reis, RJ	I	H	oo:out-abr/esp:fev-abr	out (final abr-meio mai)	Presente trabalho
2) <i>Stephanocoenia michelinii</i>						
3) <i>Agaricia humilis</i>						
4) <i>Agaricia fragilis</i>						
5) <i>Siderastrea stellata</i>	Praia do Forno, RJ	I	G	X	jan 4/ abr 2	Neves <i>et al.</i> (2003)
	Abrolhos, BA	I	G	oo: abril-fev	ve-out (fev-mar)	Lins de Barros <i>et al.</i> (2003)
	Búzios, RJ	I	G	X	Ve (dez-jan)	Lins de Barros <i>et al.</i> (2003)
6) <i>Porites branneri</i>						
7) <i>Porites astreoides</i>	Abrolhos, BA	I	H	oo/esp: out-fev	pri-ve (nov-fev)	Pires & Caparelli (2002)
8) <i>Favia gravida</i>	Guarapari, ES	I	H	X	Mar 1/jun 3	Calderon <i>et al.</i> (2000)
9) <i>Favia leptophylla</i>						
10) <i>Montastrea cavernosa</i>						
11) <i>Meandrina braziliensis</i>						
12) <i>Mussismilia braziliensis</i>	Abrolhos, BA	L	H	oo: jun-mar/esp:jan-mar	ve-out (mar-meio mai)	Pires <i>et al.</i> (1999)
13) <i>Mussismilia hartii</i>	Abrolhos, BA	L	H	oo: dez-set/esp:ago-out	in-pr (set-nov)	Pires <i>et al.</i> (1999)
14) <i>Mussismilia hsipida</i>	Abrolhos, BA	L	H	oo: jun-abr/esp:fev-abr	out (final abr-meio jun)	Pires <i>et al.</i> (1999)
	Búzios, RJ	L	H	oo: abril-dez/esp: dez-fev	ve-out (fev-mar)	Neves & Pires (2002)
	Laje de Santos, SP	L	x	X	out (final abril 4)	Francini <i>et al.</i> (2002)
15) <i>Scolymia wellsi</i>	Abrolhos, BA	I	H	oo: ago-jun/esp: ago-dez	inv-pri (ago-dez)	Pires <i>et al.</i> (2002)
16) <i>Scolymia cubensis</i>						

Modo: I – incubador de plânulas, L – liberador de gametas; Sexo: G – gonocórico, H – hermafrodita; Gametogênese: oo – ovogênese, esp – espermatogênese; Período: Mês e dia lunar da liberação de gametas ou plânulas. Os meses estão divididos em fases: 1- lua nova, 2 – fase intermediária lua nova/quarto crescente, 3 - quarto crescente, 4 - quarto decrescente; pr – primavera, ve – verão, out - outono e inv - inverno; x - sem informação

6 - CONCLUSÕES

- Duas formas de crescimento ocorrem na Ilha Imboassica: a forma nodular incrustante que se localiza em regiões bem iluminadas, e formas incrustantes mais achatadas que ocorrem geralmente em paredes verticais mais sombreadas.
- *Madracis decactis* da região de Ilha Grande, RJ, é hermafrodita. Os gametas masculinos e femininos ocorrem no mesmo lóculo gástrico, porém em mesentérios separados. Foram estabelecidos os estágios de desenvolvimento I, II e III para a ovogênese, e os estágios I, II, III e IV para a espermatogênese. A detecção e distinção dos estágios inicial e maduro do ovócito não foram tão claras.
- Nenhum embrião ou plânula foi observado nos cortes histológicos, apesar de estudos em outras localidades indicarem que a espécie seja incubadora de plânulas.
- O ciclo reprodutivo tem duração de cerca de sete meses. A ovogênese inicia-se em outubro e coincide com o início do aumento da temperatura do mar. A duração da espermatogênese é mais curta (três meses) e tem início no final de fevereiro. Apesar da assincronia inicial, a ovogênese e a espermatogênese tornam-se sincronizadas nos últimos meses. O pico da atividade reprodutiva ocorre no final do verão e meio do outono (entre fevereiro e abril), quando todos os pólipos apresentam-se férteis com ovócitos e espermátócitos em estágios maduros.
- A época de liberação das plânulas deve ocorrer entre maio e abril (meio/final do outono) no período de transição entre maior e menor pluviosidade e depois de passado o pico da temperatura da água e da irradiação solar, mas antes dos valores mínimos encontrados no inverno.
- Apesar das colônias de *M. decactis* e os demais organismos apresentarem-se aparentemente saudáveis na Ilha Imboassica, é importante que se discutam os possíveis impactos do turismo, principalmente das atividades de mergulhos, que até o momento parecem não sofrer nenhuma regulamentação ou monitoramento bem como nenhuma orientação educacional por parte da Estação Ecológica de Tamoios.

7 - REFERÊNCIAS

- Acosta, A. & Zea, S., 1997. Sexual reproduction on the reef coral *Montastrea cavernosa* (Scleractinia: Faviidae) in the Santa Marta area, Caribbean coast of Colombia. *Marine Biology*, **128**: 141-148.
- Ayre, D.J. & Willis, B.L., 1988. Population structure in the coral *Pavona cactus*: clonal genotypes show little phenotypic plasticity. *Marine Biology*, **99**: 495-505.
- Babcock, R.C., 1988. Fine-scale spatial and temporal patterns in coral settlement. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium*, **2**: 635-639.
- Babcock, R.C., Willis, B.L. & Simpson, C.J., 1994. Mass spawning of corals on a high latitude coral reefs. *Coral Reefs*, [online]. **13**, Abstract extraído do banco de dados de Springer Berlin/Heidelberg Disponível em:
<http://www.springerlink.com/content/m34l3w826737u226/?p=7c490d13b2aa46b597e3a379ff88baae&pi=4>
[acessado em 25 de maio de 2007]
- Babcock, R.C., Bull, G.D., Harrison, P.L., Heyward, A.J., Oliver, J.K., Wallace, C.C. & Willis, B.L., 1986. Synchronous spawning of 105 scleractinian coral species on the Great Barrier Reef. *Marine Biology*, **90**: 379-394.
- Baird, A.H., Babcock, R.C. & Mundy, C.P., 2003. Habitat selection by larvae influences the depth distribution of six common coral species. *Marine Ecology Progress Series*, **252**: 289-293.
- Bak, R.P.M. & Engel, M.S., 1979. Distribution, abundance and survival of juvenile hermatypic corals (Scleractinia) and the importance of life history strategies in the parent coral community. *Marine Biology*, **54**: 341-352.
- Bassim, K.M. & Sammarco, P.W., 2003. Effects of temperature and ammonium on larval development and survivorship in a scleractinian coral (*Diploria strigosa*). *Marine Biology*, **142**: 241-252.
- Bassim, K.M., Sammarco, P.W. & Snell, T.L., 2002. Effects of temperature on success of (self and non-self) fertilization and embryogenesis in *Diploria strigosa* (Cnidaria, Scleractinia). *Marine Biology*, **140**: 479-488.
- Ben Tzvi, O., Einbinder, S. & Brokovich, E., 2006. A beneficial association between a polychaete worm and scleractinian coral? *Coral Reefs*, **25**: 88.
- Bertuol, P.R.K., 1998. *Impacto de mergulhadores sobre colônias de corais – Ilha das Galés – Santa Catarina*. Monografia de conclusão de curso. Centro de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Santa Catarina.
- Bradshaw, A.D., 1965. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics*, **13**: 115-155.
- Bruno, J.F. & Edmunds, P.J., 1997. Clonal variation for phenotypic plasticity in the coral *Madracis mirabilis*. *Ecology*, **78** (7): 2177-2190.
- _____, 1998. Metabolic consequences of phenotypic plasticity in the coral *Madracis mirabilis* (Duchassaing and Michelotti): the effect of morphology and water flow on aggregate respiration. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **229**: 187-195.
- Cairns, S.D., 1999. Species richness of recent Scleractinia. *Atoll Research Bulletin*, **459**: 1-12.
- Cairns, S.D., Hoeksema, W. & Van der Land, J., 1999. List of extant stony corals. *Atoll Research Bulletin*, **459**: 13-45.

- Calderon, E.M., Castro, C.B. & Pires, D.O., 2000. Natação, assentamento e metamorfose de plânulas do coral *Favia gravida* Verril, 1868 (Cnidaria, Scleractinia). *Boletim do Museu Nacional, Nova Série, Rio de Janeiro*, **429**: 1-12.
- Campbell, R.D., 1974. III Cnidaria. In A.C. Giese & J.S. Pearse, eds. *Reproduction of marine invertebrates v. 1. Acoelomate and Pseudocoelomate*. New York: Academic Press, 1974.
- Carey, C., 2005. How physiological methods and concepts can be useful in conservation biology? *Integrative and Comparative Biology*, **45**: 4-11.
- Castro, B.M., Lorenzetti, J.A., Silveira, I.C.A. & Miranda, L.B., 2006. Estrutura termohalina e circulação na região entre o Cabo de São Tomé (RJ) e Chuí (RS). In C.L.B.R. Rossi-Wongtschowski, & L.S.P. Madureira, eds. *O Ambiente Oceanográfico da plataforma continental e do talude na região sudeste-sul do Brasil*: São Paulo: Edusp, 2006.
- Castro, B.T. & Pires, D.O., 2006. Reproductive biology of *Madracis decactis* (Lyman, 1859) (Cnidaria, Scleractinia) from southern Bahia reefs, Brazil. *Arquivos do Museu Nacional, Rio de Janeiro*, **64** (1): 19-27.
- Castro, C.B. & Pires, D.O., 2001. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. *Bulletin of Marine Science*, **69** (2): 357-371.
- Castro Filho, B.M., 1996. *Correntes e massas de água da Plataforma Continental Norte de São Paulo*. Tese de Livre Docência. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.
- Couto, E.C.G., Silveira, F.L.D. & Rocha, G.R.A., 2003. Marine Biodiversity in Brazil: the currents status. *Gayana*, **67** (2): 327-340.
- Creed, J.C., 2006. Two invasive alien azooxanthellate corals: *Tubastrea coccinea* and *Tubastrea tagusensis*, dominate the native zooxanthellate coral *Mussismila hispida* in Brazil. *Coral Reefs*, **25** (3): 350.
- Croz, L.D., Rosario, J.B.D. & Góndola, P., 2005. The effect of fresh water runoff on the distribution of dissolved inorganic nutrients and plankton in the Bocas Del Toro Archipelago, Caribbean Panama. *Caribbean Journal of Science*, **41** (3): 414-429.
- Davis, D. & Tisdell, C., 1995. Recreational scuba-diving and carry capacity in marine protected areas. *Ocean & Coastal Management*, **26** (1): 19-40.
- De Paula, A.F. & Creed, J.C., 2004. Two species of coral *Tubastrea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bulletin of Marine Science*, **74** (1): 175-183.
- Delvoye, L., 1988. Gametogenesis and gametogenic cycles in *Agaricia agaricites* (L) and *Agaricia humilis* Verril and notes on gametogenesis in *Madracis mirabilis* (Duchassaing & Michelotti) (Scleractinia). *Uitgaven. Natuurwetenschappelijke Studiekring Voor Suriname em de Nederlanddse Antillen*, **123**: 101-134.
- DeVantier, L.M. & Endean, R., 1989. Observations of colony fission following ledge formation in massive reef corals of the genus *Porites*. *Marine Ecology Progress Series*, **58**: 191-195.
- Diekmann, O.E., Bak, R.P.M., Stam, W.T. & Olsen, J.L., 2001. Molecular genetic evidence for probable reticulate speciation in the coral genus *Madracis* from a Caribbean fringing reef slope. *Marine Biology*, **139**: 221-233.
- Diekmann, O.E., Olsen, J.L., Stam, W.T. & Bak, R.P.M., 2003. Genetic variation in *Symbiodinium* clade B from the coral genus *Madracis* in the Caribbean (Netherlands Antilles). *Coral Reef*, **22**: 29-33.
- Diekmann, O.E., Bak, R.P.M., Tonk, L., Stam, W.T. & Olsen, J.L., 2002. No habitat correlation of zooxanthellae in the coral genus *Madracis* on a Curaçao reef. *Marine Ecology Progress Series*, **227**: 221-232.

- Done, T.J. & Potts, D.C., 1992. Influences of habitat and natural disturbances on contributions of massive *Porites* corals to reef communities. *Marine Biology*, **114**: 479-493.
- Dunstan, P.K. & Johnson, C.R., 1998. Spatio-temporal variation in coral recruitment at different scales at Heron Reef, southern Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, **17**: 71-81.
- Edmunds, P.J. & Davies, O.S., 1986. An energy budget for *Porites porites* (Scleractinia). *Marine Biology*, **92**: 339-347.
- Fadlallah, Y.H., 1985. Reproduction in the coral *Pocillopora verrucosa* on the reefs adjacent to the industrial city of Yanbu (Red Sea, Saudi Arabia). *Proceeding of the 5th Coral Reef Congress*, **4**: 313-318.
- Fadlallah, Y.H. & Pearse, J.S., 1982. Sexual reproduction in solitary corals: overlapping oogenic and brooding cycles, and benthic planulas in *Balanophyllia elegans*. *Marine Biology*, **71**: 223-231.
- Fan, T.Y. & Dai, C.F., 1995. Reproductive ecology of the scleractinian coral *Echinopora lamellosa* in the northern and southern Taiwan. *Marine Biology*, **123**: 565-572.
- _____, 1998. Sexual reproduction of the scleractinian coral *Merulina ampliata* in southern Taiwan. *Bulletin of Marine Science*, **62** (3): 897-904.
- Fenner, D.P., 1993. Species distinctions among several Caribbean corals. *Bulletin of Marine Science*, **53** (3): 1099-1116.
- Francini, C.L.B., Castro, C.B. & Pires, D.O., 2002. First record of a reef coral spawning event in the western South Atlantic. *Invertebrate Reproduction and Development*, **42** (1): 17-19.
- Glynn, P.W., Gassman, N.J., Eakin, C.M., Cortés, J., Smith, D.B. & Guzman, H.M., 1991. Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panama, and Galapagos Islands (Ecuador). I. Pocilloporidae. *Marine Biology*, **109**: 355-368.
- Glynn, P.W., Colley, S.B., Eakin, C.M., Smith, D.B., Cortés, J., Gassman, N.J., Guzmán, H.M., Del Rosario, J.B. & Feingold, J.S., 1994. Reef coral reproduction in the eastern Pacific: Costa Rica, Panamá, and Galápagos Islands (Ecuador). II. Poritidae. *Marine Biology*, **118**: 191-208.
- Goffredo, S., Arnone, S. & Zaccanti, F., 2002. Sexual reproduction in Mediterranean solitary coral *Balanophyllia europaea* (Scleractinia, Dendrophylliidae). *Marine Ecology Progress Series*, **229**: 83-94.
- Goffredo, S., Radeti, J., Airi, V. & Zaccanti, F., 2005. Sexual reproduction of the solitary sunset cup coral *Leptopsammia pruvoti* (Scleractinia: Dendrophylliidae) in the Mediterranean. 1. Morphological aspects of gametogenesis and ontogenesis. *Marine Biology*, **147** (2): 485-495.
- Harii, S., Omori, M., Yamakawa, H. & Koike, Y., 2001. Sexual reproduction and larval settlement of the zooxanthellate coral *Alveopora japonica* Eguchi at high latitudes. *Coral Reefs*, **20**: 19-23.
- Harii, S., Kayanne, H., Takigawa, H., Hayashibara, T. & Yamamoto, M., 2002. Larval survivorship, competency period and settlement of two brooding corals, *Heliopora coerulea* and *Pocillopora damicornis*. *Marine Biology*, **141**: 39-46.
- Harriott, V.J., 1983a. Reproductive ecology of four scleractinian species at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, **2**: 9-18.
- _____, 1983b. Reproductive seasonality, settlement, and post-settlement mortality of *Pocillopora damicornis* (Linnaeus), at Lizard Island, Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, **2**: 151-157.
- Harriott, V.J. & Banks, A.S., 1995. Recruitment of scleractinian corals in the Solitary Islands Marine Reserve, a high latitude coral-dominated community in Eastern Australia. *Marine Ecology Progress Series*, **123**: 155-161.

- _____, 2002. Latitudinal variation in coral communities in eastern Australia: a qualitative biophysical model of factors regulating coral reefs. *Coral Reefs*, **21**: 83-94.
- Harriott, V.J., Davis, D. & Banks, A.S., 1997. Recreational diving and its impact in marine protected areas in Eastern Australia. *Ambio*, **26** (3): 173-179.
- Harrison, P.L., 1985. Sexual characteristics of scleractinian corals: systematic and evolutionary implications. *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress*, **4**: 337-342.
- Harrison, P.L. & Wallace, C.C., 1990. Reproduction, dispersal and recruitment of scleractinian corals. In Z. Dubinsky, ed. *Coral Reefs, Ecosystems of the World 25*. Amsterdam; New York: Elsevier Science.
- Hawkins, J.P., Roberts, C.M., Van't Hof, T., Meyer, K.D., Tratalos, J. & Aldam, C., 1999. Effects of recreational scuba diving on Caribbean coral and fish communities. *Conservation Biology*, **13** (4): 888-897.
- Hayashibara, T., Shimoike, K., Kimura, T., Hosaka, S., Heyward, A., Harrison, P.L., Kudo, K. & Omori, M., 1993. Patterns of coral spawning at Akajima Island, Okinawa, Japan. *Marine Ecology Progress Series*, **101**: 253-262.
- Hetzel, B. & Castro, C.B., 1994. *Corais do sul da Bahia*. Rio de Janeiro: Ed. Nova Fronteira
- Hetzel, O.S. & Babcock, R.C., 2002. Sexual reproduction, larval development and benthic planulae of solitary coral *Monomyces rubrum* (Scleractinia: Anthozoa). *Marine Biology*, **140**: 659-667.
- Heyward, A.J. & Babcock, R.C., 1986. Self- and cross-fertilization in scleractinian corals. *Marine Biology*, **90**: 191-195.
- Highsmith, R.C., 1980. Passive colonization and asexual colony multiplication in the massive coral *Porites lutea* Milne Edwards & Haime. *Journal of Experimental Biology and Ecology*, **47**: 55-67.
- _____, 1981. Coral Bioerosion at Enewetak: agents and dynamics. *Internationale Revue der Gesamten Hydrobiologie*, **66** (3): 335-375.
- _____, 1982. Reproduction by fragmentation in corals. *Marine Ecology Progress Series*, **7**: 207-226.
- Highsmith, R.C., Lueptow, R.L. & Schonberg, S.C., 1983. Growth and bioerosion of three massive corals on the Belize barrier reef. *Marine Ecology Progress Series*, **13**: 261-271.
- Hughes, T.P., Baird, A.H., Dinsdale, E.A., Harriott, V.J., Moltschaniwskyj, N.A., Pratchett, M.S., Tanner, J.E. & Willis, B.L., 2002. Detecting regional variation using meta-analysis and large-scale sampling: latitudinal patterns in recruitment. *Ecology*, **83** (2): 436-451.
- Hughes, T.P., Baird, A.H., Bellwood, D.R., Card, M., Connolly, S.R., Folke, C., Grosberg, R., Hoegh-Guldberg, O., Jackson, J.B.C., Kleypas, J., Lough, J.M., Marshall, P., Nyström, M., Palumbi, S.R., Pandolfi, J.M., Rosen, B. & Roughgarden, J., 2003. Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*, **301**: 929-933.
- Hunte, W. & Wittenberg, M., 1992. Effects of eutrophication and sedimentation on juveniles corals. *Marine Biology*, **114**: 625-631.
- Idjadi, J.A. & Edmunds, P.J., 2006. Scleractinian corals as facilitators for other invertebrates on a Caribbean reef. *Marine Ecology Progress Series*, **319**: 117-127.
- Isomura, N. & Nishihira, M., 2001. Size variation of planulae and its effect on the lifetime of planulae in three pocilloporid corals. *Coral Reefs*, **20**: 309-315.

- Jameson, S.C., Ammar, M.S.A., Saadalla, E., Mostafa, H.M. & Riegl, B., 1999. A coral damage index and its application to diving sites in the Egyptian Red Sea. *Coral Reefs*, **18**: 333-339.
- Jokiel, P.L., 1985. Lunar periodicity of planula release in the reef coral *Pocillopora damicornis* in relation to various environment factors. *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress*, **4**: 307-312.
- Jokiel, P.L. & Guinther, E.B., 1978. Effects of temperature on reproduction in the hermatypic coral *Pocillopora damicornis*. *Bulletin of Marine Science*, **28**: 786- 789.
- Jokiel, P.L. & York, R.H., 1984. Importance of ultraviolet radiation in photoinhibition of microalgal growth. *Limnology and Oceanography*, **29** (1): 192-199.
- Kinzie III, R.A., 1996. Modes of speciation and reproduction in archaeocoeniid corals. *Galaxea*, **13**: 47-64.
- Kitahara, M.V. & Cairns, S.D., 2005. *Monohedrotochus capitoli*, a new genus and species of solitary azooxanthellate coral (Scleractinia, Caryophylliidae) from southern Brazil. *Zoologische Mededelingen Leiden*, **79** (5): 115-121.
- Knowlton, N., Maté, J.L., Guzmán, H.M., Rowan, R. & Jara, J., 1997. Direct evidence for reproductive isolation among the three species of the *Montastrea annularis* complex in Central America (Panamá and Honduras). *Marine Biology*, **127**: 705-711.
- Kojis, B.L., 1986. Sexual reproduction in *Acropora* (*Isopora*) (Coelenterata: Scleractinia). II. Latitudinal variation in *A. palifera* from the Great Barrier Reef and Papua New Guinea. *Marine Biology*, **91**: 311-318.
- Kojis, B.L. & Quinn, N.J., 1981a. Aspects of sexual reproduction and larval development in the shallow water hermatypic coral, *Goniastrea australiensis* (Edwards and Haime, 1857). *Bulletin of Marine Science*, **31** (3): 558-573.
- _____, 1981b. Reproductive strategies in four species of *Porites* (Scleractinia). *Proceedings of the 4th International Coral Reef Symposium*, **2**: 145-151.
- Kolinski, S.P. & Cox, E.F., 2003. An update on modes and time of gamete and planulae release in Hawaiian scleractinian corals with implications for conservation and management. *Pacific Science*, **57** (1): 17-27.
- Kregting, L.T. & Gibbs, M.T., 2006. Salinity controls the upper depth limit of black corals in Doubtful Sound, New Zealand. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, **40**: 43-52.
- Kruger, A. & Schleyer, M.H., 1998. Sexual reproduction in the coral *Pocillopora verrucosa* (Cnidaria: Scleractinia) in KwaZulu-Natal, South Africa. *Marine Biology* **132**: 703-710
- Laborel, J.L., 1967. A revised list of Brazilian scleractinian corals and description of a new species. *Postilla Yale Peabody Museum*, **107**: 1-14.
- _____, 1969/70. Madréporaires et hydrocoralliaires récifaux des cotes brésiliennes: Systematique, écologie, répartition verticale et géographique. Campagne de la Calypso au large des cotes atlantiques de l'Amérique du Sud. *Annales de l'institut Oceanographique*, **47** (9): 15-229.
- Lam, K.K.Y., 2000. Sexual reproduction of a low-temperature tolerant coral *Oulastrea crispata* (Scleractinia, Faviidae) in Hong Kong, China. *Marine Ecology Progress Series*, **205**: 101-111.
- Leão, Z.M.A.N., 1999. Abrolhos, BA: O complexo recifal mais extenso do Atlântico Sul. In C. Schobbenhaus, D.A. Campos, E.T. Queiroz, M. Winge & M.L.C. Berbert-Born, eds. *Sítios Geológicos e Paleontológicos do Brasil*. [online]
Disponível em: <http://www.unb.br/ig/sigep/sitio090/sitio090.htm>
[acessado em 25 de maio de 2007]

- Leão, Z.M.A.N., Kikuchi, R.P. & Testa, V., 2003. Coral and coral reefs of Brazil. In J. Cortés, ed. *Latin American coral reefs*. Elsevier Science
- Lesser, M.P., 1996. Elevated temperatures and ultraviolet radiation cause oxidative stress and inhibit photosynthesis in symbiotic dinoflagellates. *Limnology and Oceanography*, **41** (2): 271-283.
- Lewis, J.B., 1974. The settlement behavior of planulae larvae of the hermatypic coral *Favia fragum* (Esper). *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **15**: 165-172.
- Lins de Barros, M. & Pires, D.O., 2007. Comparison of the reproductive status of the scleractinian coral *Siderastrea stellata* throughout the gradient of 20° of latitude. *Brazilian Journal of Oceanography*, **55** (1): 67-69.
- Lins de Barros, M., Pires, D.O. & Castro, C.B., 2003. Sexual reproduction of the Brazilian reef coral *Siderastrea stellata* Verrill 1868 (Anthozoa, Scleractinia). *Bulletin of Marine Science*, **73** (3): 713-724.
- Maclean, N. & Hall, B.K., 1987. *Cell commitment and differentiation*. Cambridge [Cambridgeshire]; New York: Cambridge University Press
- Mahiques, M. & Furtado, V.V., 1989. Utilização da análise dos componentes principais na caracterização dos sedimentos de superfície e de fundo da Baía de Ilha Grande (RJ). *Boletim do Instituto Oceanográfico*, **37** (1): 1-19.
- Maida, M. & Ferreira, B.P., 1995. Estudo preliminar sobre o assentamento de corais em um recife na Baía de Tamandaré – PE. *Boletim Técnico Científico do CEPENE*, **3** (1): 37-48.
- McGuire, M.P., 1998. Timing for larval release by *Porites astreoides* in the northern Florida Keys. *Coral Reefs*, **17**: 369-375.
- Mendes, J.M. & Woodley, J.D., 2002. Timing of reproduction in *Montastrea annularis*: relationship to environmental variables. *Marine Ecology Progress Series*, **227**: 241-251.
- Miller, K.J. & Ayre, D.J., 2004. The role of sexual and asexual reproduction in structuring high latitude populations of the reef coral *Pocillopora damicornis*. *Heredity*, **92**: 557-568.
- Ministério do Meio Ambiente, 2000. *Plano de Manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina* [online]
Disponível em: <http://www.paraty.com.br/bocaina/pdf/anexo52.pdf>
[acessado em 25 de maio de 2007]
- _____, 2006. *Plano de Manejo da Estação Ecológica de Tamoios*. [Cd]. Rio de Janeiro
- Miranda, L.B., 1982. *Análise de massas de águas da plataforma continental e da região oceânica adjacente: Cabo de São Tomé (RJ) à Ilha de São Sebastião (SP)*. Tese de Livre Docência. Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo.
- Morandini, A.C., 1999. *Gametogênese e desenvolvimento embrionário de Nausithoe aurea (Scyphozoa, Coronate) do Canal de São Sebastião – SP*. Dissertação de Mestrado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- Morandini, A.C. & Silveira, F.L., 2001. New observations and new record of *Nausithoe aurea* (Scyphozoa, Coronate). *Papéis Avulsos de Zoologia*, **41** (27): 519-527.
- Muko, S., Kawasaki, K., Sakai, K., Takasu, F. & Shigesada, N., 2000. Morphological plasticity in the coral *Porites sillimaniani* and its adaptative significance. *Bulletin of Marine Science*, **66** (1): 225-239.
- Muscatine, L., Falkowski, P.G., Porter, J.W. & Dubinsky, Z., 1984. Fate of photosynthetic fixed carbon in light- and shade-adapted colonies of the symbiotic coral *Stylophora pistillata*. *Proceedings of the Royal Society of London (Series B)*, **222**: 181-202.

- Nakano, Y. & Yamazato, K., 1992. Ecological study of reproduction of *Oulastrea crispata* in Okinawa. *Zoological Science*, **9**: 1292
- Neves, E.G., 2004. *Complexo Siderastrea: espécies distintas? Significado da variabilidade do gênero Siderastrea de Blainville, 1830 (Anthozoa, Scleractinia) no Brasil*. Tese de doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- Neves, E.G., Johnsson, R., Sampaio, C. & Pichon, M., 2006. The occurrence of *Scolymia cubensis* in Brazil: revising the problem of the Caribbean solitary mussids. *Zootaxa*, **1366**: 45-54.
- Neves, E.G. & Pires, D.O., 2002. Sexual reproduction of Brazilian coral *Mussismilia hispida*. *Coral Reefs*, **21**: 161-168.
- Neves, E.G., Silveira, F.L.D., Johnsson, R. & Longo, L.L., 2002. Shallow-water scleractinian corals and zoanths from reefs of Coroa Grande, Pernambuco state, Brazil. *Biociências*, **10** (2): 127-145.
- Neogene Marine Biota of Tropical America (NMITA) [online]. (última atualização em 10 setembro de 2004)
Disponível em:
<http://eusmilia.geology.uiowa.edu/database/corals/combined/Madracis.htm>
[acessado em 25 de maio de 2007]
- Nogueira, J.M.M., 2000. *Anelídeos poliquetas associados ao coral Mussismilia hispida (Verrill, 1868) em ilhas do litoral do Estado de São Paulo. Phyllococida, Amphinomida, Eunicida, Spionida, Terebellida e Sabellida*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- _____, 2003. Fauna living in colonies of *Mussismilia hispida* (Verrill) (Cnidaria: Scleractinia) in four south-eastern Brazil Islands. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, **46** (3): 421-432.
- Nozawa, Y., Tokeshi, M. & Nojima, S., 2006. Reproduction and recruitment of scleractinian coral in a high-latitude coral community, Amakusa, southwestern Japan. *Marine Biology*, **149**: 1047-1058.
- Nyström, M., Folk, C. & Moberg, F., 2000. Coral reef disturbance and resilience in a human-dominated environment. *Tree*, **15** (10): 413-417.
- Oigman-Pszczol, S.S., Oliveira, A.E.S. & Creed, J.C., 2007. Perceptions of coral in a coastal tourist town in Brazil. *Coral Reefs*, [online]. **26**,
Disponível em: <http://www.springerlink.com/content/36667701v4093w27/fulltext.pdf>
[acessado em 25 de maio de 2007]
- Olive, P.J.W. & Garwood, P.R., 1983. The importance of long term endogenous rhythms in the maintenance of reproductive cycles of marine invertebrates: a reappraisal. *International Journal of Invertebrate Reproduction*, **6**: 339-347.
- Oliver, J.K., Babcock, R.C., Harrison, P.L. & Willis, B.L., 1988. Geographic extent of mass coral spawning: clues to ultimate casual factors. *Proceedings of the 6th International Coral Reef Symposium*, **2**: 803-810.
- Pearse, J.S., 1974. Reproductive patterns of tropical reef animals: three species of sea urchins. *Proceedings of the 2nd International Coral Reef Symposium*, **1**: 235-240.
- Pedro Junior, M.J., Alfonsi, R.R., Camargo, M.B.P., Chiavegatto, O.M.D.P., Ortolani, A.A. & Brunini, O., 1989. Disponibilidade de radiação solar global para o Estado de São Paulo. *Boletim Técnico do Instituto Agrônômico*, **123**.
- Penland, L., Koulechad, J., Idip, D. & Van Woesik, R., 2004. Coral spawning in the western Pacific Ocean is related to solar insolation: evidence of multiple spawning events in Palau. *Coral Reefs*, **23**: 133-140.
- Perry, C.T. & Lacombe, P., 2003. Marginal and non-reef-building coral environments. *Coral Reefs*, **22**: 427-432.

- Pires, D.O., 1995. *Cnidoma da ordem Scleractinia (Cnidaria, Anthozoa)*. Tese de Doutorado. Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo.
- Pires, D.O. & Caparelli, A.C., 2002. Biologia reprodutiva de *Porites astreoides* Lamarck, 1816 (Cnidaria, Scleractinia) do Complexo Recifal dos Abrolhos, BA, Brasil. *Boletim do Museu Nacional*, **484**: 1-12.
- Pires, D.O., Castro, C.B. & Ratto, C.C., 1999. Reef coral reproduction in the Abrolhos Reef Complex, Brazil: the endemic genus *Mussismilia*. *Marine Biology*, **135**: 463-471.
- _____, 2002. Reproduction of the solitary coral *Scolymia wellsi* Laborel (Cnidaria, Scleractinia) from the Abrolhos Reef Complex, Brazil. *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium*, **1**: 381-384.
- Reynolds, R.W., Casey, K.S., Smith, T.M. & Chelton, D.B., 2006. A daily blended analysis for sea surface temperature. *14th Conference on Satellite Meteorology and Oceanography* [online]
Disponível em: http://ams.confex.com/ams/Annual2006/techprogram/paper_100704.htm [acessado em 25 de maio de 2007]
- Reynolds, R.W., Rayner, N.A., Smith, T.M., Stokes, D.C., Wang, W., 2002. An improved in situ and satellite SST analysis for climate. *Journal of Climate*, **15**: 1609-1625.
- Richmond, R.H., 1987. Energetics, competency, and long-distance dispersal of planula larvae of the coral *Pocillopora damicornis*. *Marine Biology*, **93**: 527-533.
- Richmond, R.H. & Hunter, C.L., 1990. Reproduction and recruitment of corals: comparisons among the Caribbean, the Tropical Pacific, and the Red Sea. *Marine Ecology Progress Series*, **60**: 185-203.
- Riegl, B. & Bloomer, J.P., 1995. Tissue damage on scleractinian and alcyonacean corals due to experimental exposure to sedimentation. *Beiträge zur Paläontologie*, **20**: 51-63.
- Rinkevich, B., 1989. The contribution of photosynthetic products to coral reproduction. *Marine Biology*, **101**: 259-263.
- Rinkevich, B. & Loya, Y., 1979. The reproduction of the Red Sea coral *Stylophora pistillata* I. Gonads and Planulae. *Marine Ecology Progress Series*, **1**: 133-144.
- Root, T.L., Price, J.T., Hall, K.R., Schneider, S.H., Rosenzweig, C. & Pounds, A., 2003. Fingerprints of global warming on wild animal and plants. *Nature*, **421**: 57-60.
- 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. & Risk, M.J., 1990. Large-scale patterns in internal bioerosion of *Porites*: cross continental shelf trends on the Great Barrier Reef. *Marine Ecology Progress Series*, **59**: 145-156.
- Secretaria do Meio Ambiente do Estado do Rio de Janeiro, 2001. *Atlas das Unidades de Conservação da natureza do Estado do Rio de Janeiro*. São Paulo: Ed. Metalivros.
- Sherman, C.D.H., Ayre, D.J. & Miller, K.J., 2005. Asexual reproduction does not produce clonal populations of the brooding coral *Pocillopora damicornis* on the Great Barrier Reef, Australia. *Coral Reefs*, **25**: 7-18.
- Shlesinger, Y., Goulet, T.L. & Loya, Y., 1998. Reproductive patterns of scleractinian corals in the northern Red Sea. *Marine Biology*, **132**: 691-701.
- Shlesinger, Y. & Loya, Y., 1985. Coral community reproductive patterns: Red Sea versus the Great Barrier Reef. *Science*, **228** (4705): 1333-1335.
- Shleyer, M.H. & Tomalin, B.J., 2000. Damage on south African coral reefs and an assessment on their sustainable diving capacity using a fisheries approach. *Bulletin of Marine Science*, **67** (3): 1025-1042.
- Siebeck, O., 1988. Experimental investigation of UV tolerance in hermatypic corals (Scleractinia). *Marine Ecology Progress Series*, **43**: 95-103.

- Sier, C.J.S. & Olive, P.J.W., 1994. Reproduction and reproductive variability in the coral *Pocillopora verrucosa* from the Republic of Maldives. *Marine Biology*, **118**: 713-722.
- Signorini, S.R., 1980. A study of the circulation in bay of Ilha Grande and bay of Sepetiba. Part I: a survey of the circulation based on experimental field data. *Boletim do Instituto Oceanográfico*, **29** (1): 41-55.
- Soares, F.S., 2005. *Distribuição espacial da precipitação na região hidrográfica da Baía da Ilha Grande e área de entorno (RJ)*. Monografia de conclusão de curso. Instituto de Geociências da Universidade Federal Fluminense.
- Soares, F.S., Francisco, C.N., Carvalho, C.N.D., 2005. Análise dos fatores que influenciam a distribuição espacial da precipitação no litoral sul fluminense, RJ. *Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto*: 3365-3370.
- Soong, K., 1991. Sexual reproductive patterns of shallow-water reef corals in Panama. *Bulletin of Marine Science*, **49** (3): 832-846.
- Species 2000, 2007. Catalogue of Life: 2007 Annual Checklist [online]. Disponível em: <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2007/search.php> [acessado em 25 de maio de 2007]
- Stimson, J.S., 1978. Mode and timing of reproductive on some common hermatypic corals of Hawaii and Enewetak. *Marine Biology*, **48**: 173-184.
- Stoddart, J.A., 1983. Asexual production of planulae in the coral *Pocillopora damicornis*. *Marine Biology*, **76**: 279-284.
- Stoddart, J.A. & Black, R., 1985. Cycles of gametogenesis and planulation in the coral *Pocillopora damicornis*. *Marine Ecology Progress Series*, **23**: 153-164.
- Szmant, A.M., 1986. Reproductive ecology of Caribbean reef corals. *Coral Reefs*, **5**: 43-53.
- _____, 1991. Sexual reproduction by the Caribbean reef corals *Montastrea annularis* and *M. cavernosa*. *Marine Ecology Progress Series*, **74**: 13-25.
- Szmant-Froelich, A.M, Reutter, M. & Riggs, L., 1985. Sexual reproduction of *Favia fragum* (esper): lunar patterns of gametogenesis, embriogenesis and planulation in Puerto Rico. *Bulletin of Marine Science*, **37** (3): 880-892.
- Szmant-Froelich, A.M., Yevich, P. & Pilson, M.E.Q., 1980. Gametogenesis and early development of the temperate coral *Astrangia danae* (Anthozoa: Scleractinia). *Biological Bulletin*, **158**: 257-269.
- Tanner, J.E., 1996. Seasonality and lunar periodicity in the reproduction of Pocilloporid corals. *Coral Reefs*, **15**: 59-66.
- Tioho, H., Tokeshi, M. & Nojima, S., 2001. Experimental analysis of recruitment in a scleractinian coral at high latitude. *Marine Ecology Progress Series*, **213**: 79-86.
- Tomascik, T. & Sander, F., 1987. Effects of eutrophication on reef-building corals. III. Reproduction of the reef-building coral *Porites porites*. *Marine Biology*, **94**: 77-94.
- Tratalos, J.A. & Austin, T.J., 2001. Impacts of recreational SCUBA diving on coral communities of the Caribbean islands of Grand Cayman. *Biological Conservation*, **102**: 67-75.
- Van Moorsel, G.W.N.M., 1983. Reproductive strategies in two closely related stony corals (*Agaricia*, Scleractinia). *Marine Ecology Progress Series*, **13**: 273-283.
- _____, 1988. Early maximum growth of stony corals (Scleractinia) after settlement on artificial substrata on a Caribbean reef. *Marine Ecology Progress Series*, **50**: 127-135.
- Van Veghel, M.L.J., 1994. Reproductive characteristic of the polymorphic Caribbean reef building coral *Montastrea annularis*. I. Gametogenesis and spawning behavior. *Marine Ecology Progress Series*, **109**: 209-219.

- Van Veghel, M.L.J. & Bak, R.P.M., 1994. Reproductive characteristics of the polymorphic Caribbean reef building coral *Montastrea annularis*. III. Reproduction in damaged and regenerating colonies. *Marine Ecology Progress Series*, **109**: 229-233.
- Van Woosik, R., 1985. Coral communities at high latitude are not pseudopopulations: evidence of spawning at 32°N, Japan. *Coral Reefs*, **14**: 119-120.
- Van Woosik, R., Lacharmonse, F. & Köksal, S., 2006. Annual cycles of solar isolation predicts spawning times of Caribbean corals. *Ecology Letters*, **9**: 390-398.
- Vermeij, M.J.A. & Bak, R.P.M., 2002. How are coral populations structured by light? Marine light regimes and the distribution of *Madracis*. *Marine Ecology Progress Series*, **233**: 105-116.
- _____, 2003. Species-specific population structure of closely related coral morphospecies along a depth gradient (5-60m) over a Caribbean reef slope. *Bulletin of Marine Science*, **73** (3): 725-744.
- Vermeij, M.J.A., Diekmann, O.E. & Bak, R.P.M., 2003a. A new species of scleractinian coral (Cnidaria, Anthozoa), *Madracis carmabi* n. sp. from the Caribbean. *Bulletin of Marine Science*, **73** (3): 679-684.
- Vermeij, M.J.A., Fogarty, N.D. & Miller, M.W., 2006. Pelagic conditions affect larval behavior, survival and settlement pattern in the Caribbean coral *Montastrea faveolata*. *Marine Ecology Progress Series*, **310**: 119-128.
- Vermeij, M.J.A., Sampayo, E., Bröker, K. & Bak, R.P.M., 2003b. Variation in planulae release of closely related coral species. *Marine Ecology Progress Series*, **247**: 75-84.
- _____, 2004. The reproductive biology of closely related coral species: gametogenesis in *Madracis* from the southern Caribbean. *Coral Reefs*, **23**: 206-214.
- Veron, J.E.N., 1974. Southern geographic limits to the distribution of Great Barrier Reef hemitropic corals. *Proceedings of the 2nd International Coral Reef Symposium*, **1**: 465-473.
- _____, 2000a. Corals of the World v. 3. In M. Stafford-Smith, ed. *Corals of the World*. Townsville: Australian Institute of Marine Science, 2000.
- _____, 2000b. Corals of the World v. 2. In M. Stafford-Smith, ed. *Corals of the World*. Townsville: Australian Institute of Marine Science, 2000.
- Veron JEN (2006) Darwin Medal presentation: Corals – seeking the big picture. *Coral Reefs* **25**: 3-6.
- Wallace, C.C., 1985. Reproduction, recruitment and fragmentation in nine sympatric species of the coral genus *Acropora*. *Marine Biology*, **88**: 217-233.
- Ward, S., 1992. Evidence for broadcast spawning as well as brooding in the scleractinian coral *Pocillopora damicornis*. *Marine Biology*, **112**: 641-646.
- Ward, S. & Harrison, P.L., 2000. Changes in gametogenesis and fecundity of acroporid corals that were exposed to elevated nitrogen and phosphorus during the ENCORE experiment. *Journal of Marine Biology and Ecology*, **246**: 179-221.
- Weber, M., Lott, C. & Fabricius, K.E., 2006. Sedimentation stress in a scleractinian coral exposed to terrestrial and marine sediments with contrasting physical, organic and geochemical properties. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, **336**: 18-32.
- Wells, S.M., 1995. Science and management of coral reefs: problems and prospects. *Coral Reefs*, **14**: 177-181.
- Willis, B.L., 1985. Phenotypic plasticity versus phenotypic stability on the reef corals *Turbinaria mesenterina* and *Pavona cactus*. *Proceedings of the 5th Coral Reef Congress*, **4**: 107-112.

- _____, 1990. Species concepts in extant scleractinian corals: considerations based on reproductive biology and genotypic populations structures. *Systematic Botany*, **15** (1): 136-149.
- Willis, B.L. & Ayre, D.J., 1985. Asexual reproduction and genetic determination of growth form in the coral *Pavona cactus*: biochemical genetic and immunogenic evidence. *Oecologia*, **65**: 516-525.
- Willis, B.L., Madeleine, J.H.V.O., Miller, D.J., Vollmer, S.V. & Ayre, D.J., 2006. The role of hybridization in the evolution of reef corals. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, **37**: 489-517.
- Wilson, J.R. & Harrison, P.L., 1997. Sexual reproduction in high latitude coral communities at the Solitary Islands, Eastern Australia. *Proceedings of the 8th International Coral Reef Symposium*, **1**: 533-538.
- _____, 2003. Spawning patterns of scleractinian corals at the Solitary Islands – a high latitude coral community in the eastern Australia. *Marine Ecology Progress Series*, **260**: 115-123.
- Wyers, S.C., 1985. Sexual reproduction of the coral *Diploria strigosa* (Scleractinia, Faviidae) in Bermuda: research in progress. *Proceedings of the 5th International Coral Reef Congress*, **4**: 301-306.
- Zakai, D. & Chadwick-Furman, N.E., 2002. Impacts of intensive recreational diving on reef corals at Eilat, northern Red Sea. *Biological Conservation*, **105**: 179-187.
- Zakai, D., Levy, O. & Chadwick-Furman, N.E., 2000. Experimental fragmentation reduces reproductive output by the reef-building coral *Pocillopora damicornis*. *Coral Reefs*, **19**: 185-188.