

BRANQUEAMENTO EM *SIDERASTREA STELLATA* (CNIDARIA, SCLERACTINIA) DA PRAIA DE GAIBU, PERNAMBUCO, BRASIL**Cristiane Francisca da Costa***Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas, CCEN, Universidade Federal da Paraíba, 58051-900 João Pessoa, PB, Brasil.***Fernanda Duarte Amaral***Departamento de Biologia, Área de Zoologia, Universidade Federal Rural de Pernambuco, Rua Dom Manoel de Medeiros, s/n, Dois Irmãos, 52117-900 Recife, PE, Brasil.***Roberto Sassi***Departamento de Sistemática e Ecologia e Núcleo de Estudos e Pesquisas de Recursos do Mar, CCEN, Universidade Federal da Paraíba, 58051-900 João Pessoa, PB, Brasil.***ABSTRACT**

Bleaching on Siderastrea stellata (Cnidaria, Scleractinia) from Gaibu Beach, Pernambuco State, Brazil. Zooxanthellae are symbiotic dinoflagellates found within the tissue of many marine invertebrates. In scleractinian corals these dinoflagellates are found within their endoderm cells and develop a close symbiotic relationship. The objective of this study was to comparatively analyse the density of zooxanthellae in bleached, partially bleached, and unbleached samples of the stony coral *Siderastrea stellata* collected from Gaibu Beach. Nine colonies were collected from April to July 1996. The tissue of these colonies was extracted using a compressed-air system (Water Pik) and their zooxanthellae were mechanically homogenized. The zooxanthellae counts were made microscopically in a Fuchs-Rosenthal chamber (haemocytometer). The results showed that bleaching in the studied colonies was due to a significative reduction in the symbionts' populational density. However, a parallel analysis of the photosynthetic pigments of the symbionts should be included and the bleached colonies should be monitored in order to follow their rate of recovery. Relevant environmental parameters should also be analyzed as this kind of data will make possible a more comprehensive approach to Brazilian bleached corals and a better understanding of the real consequences of this phenomena both for the host and for the symbiont.

Keywords: Bleaching, zooxanthellae, dinoflagellates, Scleractinia, Northeast Brazil.

Descritores: Branqueamento, zooxantelas, dinoflagelados, Scleractinia, Nordeste do Brasil.

INTRODUÇÃO

Os cnidários e vários outros invertebrados marinhos abrigam, em seus tecidos, dinoflagelados simbiotes comumente referidos por zooxantelas, cuja principal função é mediar o fluxo de carbono e de nutrientes entre o hospedeiro e o ambiente (MUSCATINE, 1990). A quantidade desses simbiotes normalmente é regulada pelo hospedeiro em associação com parâmetros ambientais (COSTA, 1998, 2001; FITT *et al.*, 2000), muito embora se tem constatado que mudanças

nos parâmetros físicos e químicos do ambiente marinho podem, em alguns casos, influenciar na estabilidade dessa relação de forma dramática (GATES *et al.*, 1992; FERRIER-PAGÉS, 1998), levando, em situações extremas, ao branqueamento completo das colônias.

O branqueamento é um fenômeno pelo qual o hospedeiro perde a sua coloração e se torna visivelmente pálido. Este fato tem sido frequentemente atribuído à redução na densidade das zooxantelas (SZMANT e GASSMAN, 1990) ou à perda dos pigmentos fotossintetizantes das mesmas (PORTER *et al.*, 1989; BUDDEMEIER e FAUTIN, 1993) ou, ainda, a ambos os casos (FITT *et al.*, 1993). A perda das zooxantelas provoca entre outros problemas sérios ao hospedeiro, a redução da sua biomassa, a redução da taxa de crescimento das colônias, a redução da obtenção de carboidratos e lipídios, causando, em consequência, um desequilíbrio no ecossistema marinho (FITT *et al.*, 1993).

Entre alguns trabalhos atuais que abordam as consequências do branqueamento, MICHALEK-WAGNER e WILLIS (2001a) simularam um evento do fenômeno na espécie de coral mole *Lobophytum compactum* e relataram que os impactos na reprodução (fecundidade, fertilização e viabilidade da desova) foram significativos por pelo menos dois anos. Estes autores ainda observaram reduções dos níveis de alguns parâmetros bioquímicos importantes (lipídios, proteínas e carotenóides) nos adultos e nos ovos dessa espécie (MICHALEK-WAGNER e WILLIS, 2001b).

Nos últimos anos, episódios de branqueamento cobrindo amplas áreas geográficas, têm sido registrados em vários locais do mundo. Esses eventos são costumeiramente relacionados com o aumento ou com a redução brusca da temperatura superficial da água do mar (JOKIEL e COLES, 1990; GATES, 1992; WARNER *et al.*, 1996; MIGOTTO, 1997; CASTRO e PIRES, 1999) e com a exposição dos organismos à radiação ultravioleta (BROWN *et al.*, 2000).

O enorme interesse dos pesquisadores de todo o mundo, no sentido do entendimento das causas e das consequências do branqueamento, foi ressaltado em trabalhos bastante recentes apresentados no "9th Internacional Coral Reef Symposium", realizado em Bali, Indonésia, em uma sessão sobre mudanças climáticas mundiais e branqueamento (p. ex., GLYNN, 2000; PATZERT, 2000; WEIL, 2000) e numa publicação importante sobre gestão de recifes branqueados, com relatos de técnicas de restabelecimento da saúde recifal (WESTMACOTT *et al.*, 2000).

É sabido que durante a exposição à alta temperatura o hospedeiro perde seus simbiontes por destacamento total de suas células da gastroderme, bem como pela perda parcial de seus tecidos (GATES, 1992; WARNER *et al.*, 1996). As pesquisas têm relacionado essas perdas como respostas do hospedeiro e/ou do simbiose frente as condições adversas do ambiente (WARNER *et al.*, 1996).

No caso específico dos corais, o entendimento do mecanismo de liberação das zooxantelas dos seus tecidos ainda é pequeno, porém, a compreensão deste mecanismo é essencial para o conhecimento de como o aumento ou o declínio da temperatura da água do mar, ou outros estresses ambientais, desestabilizam as zooxantelas do tecido do hospedeiro (GATES *et al.*, 1992).

FITT *et al.* (1993) relataram que mudanças da temperatura da água do mar tem efeito letal mais rápido sobre as zooxantelas do que sobre seus hospedeiros. Esta hipótese também é defendida por BUDDEMEIER e FAUTIN (1993), porém estes autores ainda acrescentaram que os corais que habitam ambientes muito estressantes (águas muito rasas, locais com constantes variações de temperatura) estão menos propensos ao branqueamento do que os que habitam ambientes mais estáveis. Contudo, esta aparente adaptação dos corais às variações ambientais não significa que estes ou seus simbiontes resistam aos aumentos da temperatura.

Neste estudo utilizou-se a espécie de coral *Siderastrea stellata*, que é endêmica para o Brasil e que ocorre, comumente, em águas rasas, inclusive em áreas expostas da região de entre-marés, para analisar o branqueamento da mesma, relacionado com alterações nas densidades populacionais de seus simbiontes. Os poucos trabalhos desenvolvidos no Brasil a respeito deste fenômeno (MIGOTTO, 1997; CASTRO e PIRES, 1999), apenas relacionaram o branqueamento das colônias de corais com alguns parâmetros ambientais; não considerando, a relação do fenômeno com as zooxantelas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Três lotes de amostras, cada uma representada por três exemplares de *S. stellata*, foram coletados entre zero e 1,5 m de profundidade, durante os meses de abril a julho de 1996, nos recifes da Praia de Gaibu – PE (08° 20'S; 34° 56'W), utilizando-se martelo e ponteira. O lote 1 representou colônias visualmente branqueadas; o lote 2, colônias parcialmente branqueadas e o lote 3, colônias não branqueadas e, portanto, sadias.

Os exemplares foram mantidos em água do mar aerada até o momento da análise. No Laboratório de Ambientes Recifais da Universidade Federal Rural de Pernambuco, as colônias foram lavadas com água do mar filtrada, objetivando a retirada de algum material superficial. Uma área de 1 cm² foi demarcada com folha de filme PVC, extraindo-se o tecido dos corais do seu interior com um jato de água por compressão a ar ("Water Pik"). O material foi mecanicamente homogeneizado e diluído em 40 ml de água do mar filtrada, segundo a metodologia de CARRICART-GANIVET e BELTRAN-TORRES (1993). Para cada lote de amostra, quatro câmaras de Fuchs-Rosenthal foram preparadas a partir do homogeneizado, determinando-se, em cada uma delas, a densidade populacional das zooxantelas. O número total de zooxantelas foi expresso em zooxantelas/cm² de área viva superficial do coral, conforme a metodologia de DUSTAN (1979). As comparações estatísticas entre as contagens dos diferentes lotes analisados foram efetuadas utilizando-se o pacote estatístico SPSS 9.0 (1998), com nível de significância de 95%. Os testes de ANOVA e Teste de Tukey foram aplicados segundo SOKAL e ROHLF (1983).

RESULTADOS

Do ponto de vista qualitativo, todos os simbiontes apresentaram cor amarelo-amarronzada, formato esférico, rodeados por uma membrana superficial transparente e lisa, e possuíam um cloroplasto e um vacúolo, característica estas de células saudáveis.

Do ponto de vista quantitativo, os dados obtidos mostraram que os exemplares das colônias não branqueadas apresentaram a maior densidade de suas zooxantelas, enquanto que os exemplares das branqueadas apresentaram a menor densidade (Fig. 1). A densidade média das zooxantelas para as colônias branqueadas, parcialmente branqueadas e não branqueadas foram respectivamente $2,2 \times 10^6/\text{cm}^2$, $7,2 \times 10^6/\text{cm}^2$ e $9,1 \times 10^6/\text{cm}^2$. O teste de ANOVA revelou que as diferenças encontradas entre os lotes eram significativas ($p < 0,05$). Desde que não ocorreram diferenças significativas na densidade de simbiontes entre cada exemplar de cada lote estudado, foi aplicado o teste de Tukey para avaliar diferenças entre os lotes e estes revelaram que os exemplares branqueados (lote 1) possuíam diferenças significativas com relação aos exemplares parcialmente branqueados e não branqueados (respectivamente, lotes 2 e 3), no entanto, o lote 2 não apresentava diferença significativa quando comparado apenas com o lote 3 (Tab. 1).

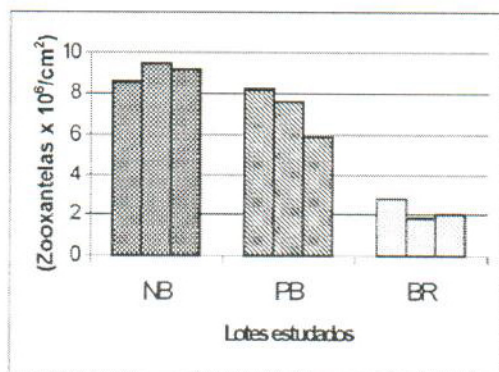


FIGURA 1 – Densidade média das zooxantelas do coral *Siderastrea stellata* nos lotes: (3) NB (colônias não branqueadas), (2) PB (colônias parcialmente branqueadas) e lote (1) BR (colônias branqueadas). Os corais foram coletados na Praia de Gaibu (PE), entre os meses de abril a julho de 1996. Cada barra do gráfico representa um exemplar de coral analisado.

TABELA 1 – Resultado do Teste de Tukey para a densidade das zooxantelas de *Siderastrea stellata* dos lotes 1 (branqueado), lote 2 (parcialmente branqueado) e lote 3 (não branqueado). Os exemplares foram coletados durante os meses de abril a julho de 1996, nos recifes da Praia de Gaibu (PE).

Lotes	Diferença da média	Erro padrão	P
1-2	-503,3	652,1	0,001
1-3	-690,0	652,1	0,000
2-3	-186,7	652,1	0,065

DISCUSSÃO

Embora a descoloração nos escleractínios também pode ser relacionada com a redução dos pigmentos fotossintetizantes (BUDDEMEIER e FAUTIN, 1993, FITT *et al.*, 1993), todas as zooxantelas estudadas no presente trabalho apresentaram-se com coloração normal (amarelo amarronzada), razão pela qual relacionou-se apenas o branqueamento das colônias estudadas como a redução da densidade populacional do simbiote. A falta de dados sobre pigmentos fotossintetizantes das zooxantelas estudadas não parece, portanto, ter sido um fator crucial de interferência neste estudo, uma vez que diferenças estatisticamente significativas foram encontradas entre os lotes de *S. stellata* analisados, quanto às densidades das suas zooxantelas. Este fato demonstra, portanto, que o fenômeno do branqueamento vem ocorrendo no litoral nordestino, merecendo, o mesmo, maior atenção por parte dos pesquisadores, uma vez que tem implicações severas à saúde recifal.

É certo, porém, que as concentrações de pigmentos fotossintetizantes poderiam se constituir em um subsídio adicional ao fenômeno, uma vez que, do ponto de vista fisiológico, a redução dos pigmentos das zooxantelas pode resultar na diminuição da produção do O₂, carboidratos e lipídios translocados do simbiote para o hospedeiro (FITT *et al.*, 1993), interferindo, portanto, no desenvolvimento dos corais e na manutenção dos seus níveis de produtividade.

Alguns autores têm demonstrado que algumas espécies de corais podem abrigar mais de um taxa de zooxantelas em seus tecidos, o que representa uma vantagem adaptativa para essas espécies durante períodos de perturbações ambientais (CARLOS *et al.*, 2000). Assim sendo, a expulsão de um dado táxon do simbiote possivelmente não acarretaria problemas para o hospedeiro, uma vez que o mesmo poderia ser rapidamente substituído por outro, o que tornaria o branqueamento um fenômeno natural para o hospedeiro (WARE *et al.*, 1996).

Desse modo, mesmo que o branqueamento seja um processo natural nas espécies que abrigam vários taxa do simbiote, alerta-se para o fato de que as generalizações a respeito da diversidade das zooxantelas em corais devem ser vistas com ressalva, uma vez que os dados publicados a respeito ainda são pouco expressivos (BAKER e ROWAN, 1997; BILLINGHURST *et al.*, 1997; CARLOS *et al.*, 2000). Para o Brasil, ainda não se tem dado a respeito, uma vez que as zooxantelas de corais brasileiros somente muito recentemente têm sido estudadas (AMARAL e COSTA, 1998; COSTA, 1998, 2001).

Conforme demonstrado por COSTA (2001), *S. stellata* tem menor densidade de zooxantelas do que as outras espécies de corais brasileiros até então estudadas e é, também, a espécie de menor exigência ecológica. Essas particularidades poderiam conferir à espécie melhores condições de adaptabilidade frente às perturbações ambientais, e explicar porque a mesma consegue sobreviver sem muitos problemas com uma baixa densidade de seus simbiontes. Portanto, o fenômeno do branqueamento em *S. stellata* poderia ter, talvez, um papel menos traumático para a saúde recifal, do que no caso de outras espécies, uma vez que essas características conferem à espécie em questão, um maior nível de resistência.

O fato da densidade das zooxantelas variar com o hospedeiro (AMARAL e COSTA, 1998; COSTA, 1998, 2001; FITT *et al.*, 2000), possivelmente explica porque algumas espécies de corais que são propensas ao branqueamento podem se recuperar rapidamente desse fenômeno. Possivelmente isso acontece com *S. stellata*, uma vez que é muito comum encontrar-se colônias branqueadas na área estudada, em algumas ocasiões, mas em outras, as mesmas mostram-se bastante saudáveis.

Em trabalhos sobre a relação das zooxantelas com o fenômeno do branqueamento, sugere-se que sejam incluídas análises paralelas de pigmentos fotossintetizantes dos simbiontes e que as colônias branqueadas sejam monitoradas, visando acompanhar a sua velocidade de recuperação, quando for o caso, bem como que sejam realizadas análises de parâmetros ambientais relevantes (p. ex. temperatura superficial da água do mar e radiação solar). Esses dados possibilitarão uma abordagem mais detalhada a respeito do branqueamento dos corais brasileiros e poderão fornecer um melhor entendimento das reais conseqüências deste fenômeno tanto para o hospedeiro como para o simbioante.

AGRADECIMENTOS

Este trabalho foi financiado pelo Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica PIBIC/CNPq/UFRPE. Os autores agradecem a UFRPE, pela permissão do uso das instalações, ao Dr. William K. Fitt ("University of Georgia"), pela grande ajuda durante algumas etapas do trabalho, assim como agradecem a dois consultores anônimos, pela leitura crítica e pelas valiosas sugestões para a melhoria deste manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMARAL, F.D. e COSTA, C.F. 1998 – Zooxantelas dos hidrocorais *Millepora alicicornis* e *Millepora braziliensis* e dos corais *Favia grvida* e *Siderastrea stellata* de Pernambuco. *Trab. Oceanogr. Univ. Fed. PE, Recife*, 26(1): 123-133.
- BAKER, A.C. e ROWAN, R. 1997 – Diversity of symbiotic dinoflagellates (zooxanthellae) in scleractinian corals of the Caribbean and Eastern Pacific; pp. 1301-1306. *In: Proc. 8th Int. Coral Reef Symp.*, vol. 2, Panama.

- BILLINGHURST, Z., DOUGLAS, A.E. e TRAPIDO-ROSENTHAL, H.G. 1997 – On the genetic diversity of the symbiosis between the coral *Montastrea cavernosa* and zooxanthellae in Bermuda; pp. 1291-1294. In: Proc. 8th Int. Coral Reef Symp., vol. 2, Panama.
- BUDEMEIER, R.W. e FAUTIN, D.G. 1993 – Coral bleaching as an adaptive mechanism. *Bio Science* 43(5): 320-326.
- BROWN, B.E., DUNNE, R.P., WARNER, M.E., AMBARSARI, I., FITT, W.K., GIBO, W.S. e CUMMINGS, D.G. 2000 – Damage and recovery of photosystem II during a manipulative field experiment on solar bleaching in the coral *Goniastrea aspera*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 195: 117-124.
- CARLOS, A.A., BAILLIE, B. e MARUYAMA, T. 2000 – Diversity of dinoflagellate symbionts (zooxanthellae) in a host individual. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 195: 93-100.
- CARRICART-GANIVET, J.P. e BELTRÁN-TORRES, A.U. 1993 – Zooxanthellae and chlorophyll "a" responses in the scleractinian coral *Montastrea cavernosa* at Triángulo-W reef, Campeche Bank, Mexico. *Rev. Biol. Trop.* 43(3): 491-494.
- CASTRO, C.B. e PIRES, D.O. 1999 – A bleaching event on a Brazilian coral reef. *Rev. Bras. Oceanogr.* 47(1): 87-90.
- COSTA, C.F. 1998 – **Zooxantelas de algumas espécies de corais da Praia de Gaibu e da Praia de Tamandaré (PE)**. Monografia de Graduação. Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife. 67 p.
- COSTA, C.F. 2001 – **Zooxantelas (dinoflagelados simbióticos) hospedadas por corais (Cnidaria, Scleractinia) dos recifes do Picãozinho, João Pessoa, Paraíba, Brasil**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa. 92 p.
- DUSTAN, P. 1979 – Distribution of zooxanthellae and photosynthetic chloroplast pigments of the reef-building coral *Montastrea annularis* Ellis and Solander in relation to depth on a West Indian coral reef. *Bull. Mar. Sci.* 29(1): 79-95.
- FERRIER-PAGÈS, C., GATTUSO, J.-P., CAUWET, G., JAUBERT, J. e ALLEMAND, D. 1998 – Release of dissolved organic carbon and nitrogen by the zooxanthellae coral *Galaxea fascicularis*. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 172: 265-274.
- FITT, W.K., MCFARLAND, F.K., WARNER, M.E. e CHILCOAT, G.C. 2000 – Seasonal patterns of tissue biomass and densities of symbiotic dinoflagellates in reef corals and relation to coral bleaching. *Limnol. Oceanogr.* 45(3): 677-685.
- FITT, W.K., SPERO, H.J., HALAS, J., WHITE, M.W. e PORTER, J.W. 1993 – Recovery of the coral *Montastrea annularis* in the Florida keys after the 1987 Caribbean "Bleaching event". *Coral Reefs* 12: 57-64.
- GATES, R.D., BAGHDASARIAN, G. e MUSCATINE, L. 1992 – Temperature stress causes host cell detachment in symbiotic cnidarians: implications of coral bleaching. *Biol. Bull.* 182: 324-332.
- GLYNN, P.W. 2000 – An overview of the effects of the 1997-1998 El Niño-southern oscillation on eastern Pacific coral communities and coral reefs; p. 263. In: Abst. 9th Int. Coral Reef Symp., Bali.
- JOKIEL, P.L. e COLES, S.L. 1990 – Response of hawaiian and other Indo-Pacific reef coral to elevated temperature. *Coral Reefs* 8: 155-162.
- MICHALEK-WAGNER, K. e WILLIS, B. 2001a – Impacts of bleaching on the soft coral *Lobophytum compactum*. I. Fecundity, fertilization and offspring viability. *Coral Reefs* 19: 231-239.
- MICHALEK-WAGNER, K. e WILLIS, B. 2001b – Impacts of bleaching on the soft coral *Lobophytum compactum*. II. Biochemical changes in adults and their eggs. *Coral Reefs* 19: 240-246.
- MIGOTTO, A.E. 1997 – Anthozoan bleaching on the southeastern coast of Brazil in the summer of 1994; pp. 329-335. In: Proc. 6th Int. Conference on Coelenterate Biology, Leiden, The Netherlands.

- MUSCATINE, L. 1990 – The role of symbiotic algae in carbon and energy flux in reef corals; pp. 75-87. *In*: DUBINSKY, Z. (Ed.), **Coral reefs**. Ecosystems of the world, vol. 25. Elsevier, Amsterdam.
- PATZERT, W.C. 2000 – Coral bleaching, the view from space; p. 263. *In*: Abst. 9th Int. Coral Reef Symp., Bali.
- PORTER, J.W., FITT, W.K., SPERO, H.J., ROGERS, C.S. e WHITE, M.W. 1989 – Bleaching in reef corals: physiological and stable isotopic responses. *Proc. Natl. Acad. Sci.* 86: 9342-9346.
- SZMANT, A.M. e GASSMAN, N.J. 1990 – The effects of prolonged "bleaching" on the tissue biomass and reproduction of reef coral *Montastrea annularis*. *Coral Reefs* 8: 217-224.
- SOKAL, R.R. e ROHLF, F.J. 1983 – **Biometry: the principles and practice of statistical in biological research**. 2^a ed. Freeman, New York. 859 p.
- SPSS 1998 – Statistical Package for the Social Sciences. Data guide for Windows, version 9.0. SPSS Inc., New York. CD-ROM.
- WARE, J.R., FAUTIN, D.G. e BUDDEMEIER, R.W. 1996 – Patterns of coral bleaching: modeling the adaptive bleaching hypothesis. *Ecol. Mod.* 84: 199-214.
- WARNER, M.E., FITT, W.K. e SCHMIDT, G.W. 1996 – The effects of elevated temperature on the photosynthetic efficiency of zooxanthellae in hospite from four different species of reef: a novel approach. *Plant Cell Environ.* 19: 291-299.
- WEIL, E. 2000 – Coral bleaching and recuperation in Puerto Rico: the exception to the rule or common pattern?; p. 266. *In*: Abst. 9th Int. Coral Reef Symp., Bali.
- WESTMACOTT, S., TELEKI, K., WELLS, S. e WEST, J. 2000 – **Gestão de recifes de coral branqueados ou severamente danificados**. IUCN, Gland, Switzerland and Cambridge, U. K. 36 p.