

# **Efeito da temperatura sobre o branqueamento de corais: Avaliação de potenciais bioindicadores do aquecimento global**

Danilo Viana

Denise Hissa

Raquel Sombra

Thaís Moura Campos

Orientadora: Profa. Dra. Ana Fontenele Urano Carvalho

Centro de Ciências

Departamento de Biologia

Disciplina de Fisiologia Animal

## **Introdução**

O recife de coral é o ecossistema mais produtivo dos oceanos, abrigando cerca de ¼ de todas as espécies marinhas, apesar de ocuparem somente 0,02% da área total dos mares (Kikuchi *et al.*, 2003), Além disso, os recifes de coral participam do balanço químico global marinho como recicladores de carbono, fixando CO<sub>2</sub> atmosférico na sua estrutura (Birkeland 1997, Dutra, 2000). Esse ecossistema é extremamente sensível a variações de temperatura das águas do mar, e constituem, portanto, um excelente indicador de mudanças climáticas globais. (Kikuchi *et al.*, 2003)

O processo de branqueamento dos corais ocorre devido à expulsão das zooxantelas, dinoflagelados endossimbiontes localizados no tecido gastrodémico dos corais. As zooxantelas dão a cor ao coral, e fornecem de 60 até 98% de todo o seu carbono fotossintético. Em contrapartida, o coral provê abrigo para as algas e lhes fornece elementos químicos necessários à sua sobrevivência (Kikuchi *et al.*, 2003)

Vários fatores influenciam esse fenômeno, como salinidade, sedimentação, exposição à luz, mudanças no nível do mar, microorganismos patogênicos, metais pesados, alta radiação e temperatura, sendo a última apontada como a principal causa (Dutra, 2000, Douglas, 2003).

As principais conseqüências do branqueamento são a diminuição da capacidade reprodutiva, diminuição nas taxas de crescimento e calcificação, a morte em massa de colônias (atingindo até 95% de mortalidade em algumas localidades) e de outros organismos recifiais, além da mudança na composição das comunidades coralinas, em decorrência da morte de algumas espécies (Gleason, 1993, Glynn, 1991, Glynn, 1993, Brown, 1997).

O branqueamento não é um fenômeno restrito apenas aos corais. Outros organismos que possuem relação simbiótica com dinoflagelados, diatomáceas ou cianobactérias, como outros cnidários (zooantídeos, por exemplo), esponjas, molusco e foraminíferos, também sofrem branqueamento como resposta a situações de estresse (Dutra, 2000).

Resultados preliminares do laboratório de Invertebrados Marinhos da UFC evidenciaram que na costa cearense predominam os corais zooxantelados não construtores, conhecidos como “corais moles” por não apresentarem deposição de carbono de cálcio. Esses organismos geralmente formam grandes colônias incrustadas sobre as formações recifiais da faixa intertidal (dados não publicados).

A alta turbidez da água é o principal fator limitante da ocorrência de recifes de coral no litoral cearense, devido à alta taxa de deposição de sedimento de origem continental ao longo do litoral. Assim a presença de espécies de corais construtores de recifes na costa cearense é pouco significativa, ocorrendo como colônias isoladas ou agregadas, formando manchas ou sítios (“spots”). Apesar disso, o seu papel no ecossistema local é semelhante ao que desempenham quando formam recifes, pelo menos ao atuarem como “produtores primários”, devido às zooxantelas; como fonte de alimento para animais especializados na sua predação, ou como substrato e abrigo para uma fauna de comensais, perfurantes e oportunistas, dos mais variados grupos de organismos (Franklin Jr, 1992, Kaplan, 1988, Miner, 1950)

Embora seja um fenômeno a nível global, trabalhos sobre branqueamento de corais na região nordeste do Brasil, particularmente no Ceará são escassos.

Esse trabalho teve como objetivo testar a potencialidade de três espécies de corais, que ocorrem na costa cearense, como indicadores biológicos do aquecimento da água do mar, verificando o branqueamento pela sensibilidade a altas temperaturas.

## **Metodologia**

### **Local de coleta**

A praia de Paracuru situa-se no litoral oeste do Estado do Ceará a 90 km da Capital Fortaleza (03°23'53''S, 39°00'38.8''W) compreendendo uma faixa extensa de recifes de arenito com cerca de 3 km. Apresenta poças de maré bastante conspícuas.

A praia Dois Coqueiros (03°41'21.6''S, 38°36'36.48''W) apresenta características semelhantes, com formações de recifes de arenito que abrigam uma

enorme diversidade de invertebrados. Os recifes de arenito das duas áreas só são acessíveis durante a maré baixa.

### **Coleta**

A coleta foi realizada em novembro e dezembro de 2006, com o auxílio de espátula e martelo, durante a maré-baixa. As espécies coletadas foram o coral construtor *Siderastrea stellata* Verril, 1868, e os zooantídeos *Palythoa caribaeorum* Duchassaing & Michelotti, 1860 e *Zoanthus sociatus* Ellis, 1767.

### **Manutenção das amostras**

O tamanho utilizado das colônias foi entre 5 e 7 cm<sup>2</sup>. As amostras foram mantidas em aquários de água marinha. Com aerador e lâmpada fluorescente de aquário Aquastar/Sylvania. A salinidade foi controlada, diariamente, com o uso de um refratômetro, e a temperatura com o uso de um termômetro comum. A luz do aquário permaneceu ligada durante 12 horas e desligada por 12 horas, simulando o fotoperíodo natural da área de coleta.

As espécies foram mantidas em aquários diferentes, para evitar interferência no crescimento de determinada espécie devido à produção de metabólicos de outra.

### **Experimento**

O experimento consistiu em testar três temperaturas, mais altas que a do ambiente natural, 35°C, 40°C e 45°C. A temperatura do experimento foi controlada por banho-maria, onde os aquários contendo as amostras em triplicata foram mantidos por no máximo uma semana. A partir desse período, assumiu-se que a espécie era resistente à temperatura testada, caso não houvesse branqueamento.

O branqueamento foi verificado diariamente e as amostras foram fotografadas. Considerou-se como branqueada a colônia com mudança de cor dos pólipos, o que evidencia a morte das zooxantelas.

As amostras foram mantidas em aquários sujeitos a condições normais e estáveis de salinidade (35ppm), a qual foi controlada em todo o experimento. Aquários controles foram mantidos com salinidade constante e a temperatura ambiente (28-30°C). Após cada experimento, as amostras branqueadas foram novamente submetidas às condições controle, por uma semana, para observação de uma possível recuperação da colônia.

## Resultados e Discussão

A 45°C, os indivíduos experimentais do coral construtor *Siderastrea stellata* branquearam em 24 horas, e foi observada produção de muco. Já quando submetidos a 40°C, os indivíduos apresentaram completo branqueamento em 72 horas, com menor liberação de muco. A 35°C, os indivíduos não apresentaram branqueamento completo durante uma semana de experimento, sendo, então, considerados relativamente resistentes a essa temperatura (Fig. 1). Não foi observada a produção de muco a esta temperatura.

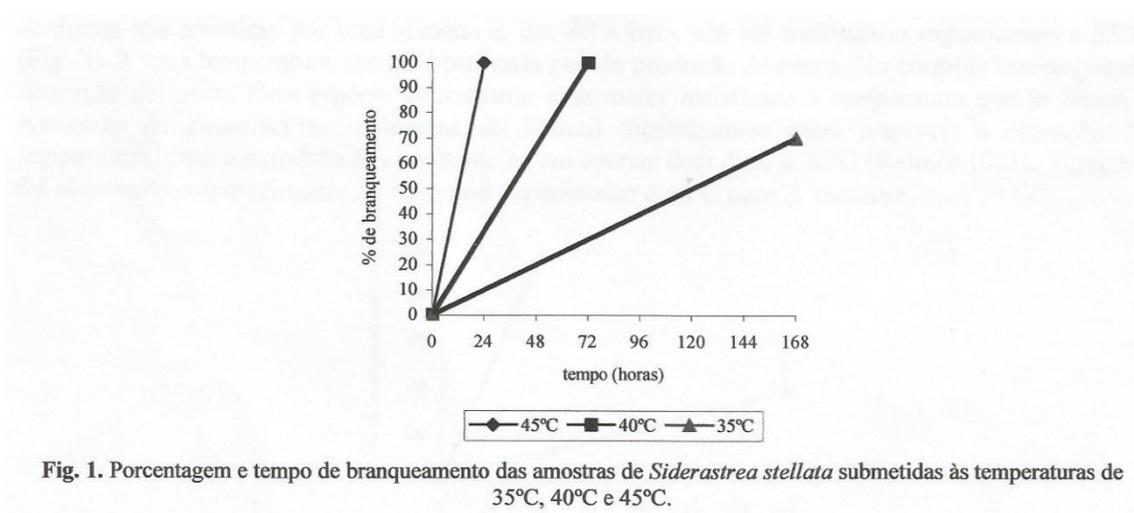


Fig. 1. Porcentagem e tempo de branqueamento das amostras de *Siderastrea stellata* submetidas às temperaturas de 35°C, 40°C e 45°C.

Experimentos realizados no Japão mostraram que o coral construtor *Stylophora pistillata* branqueou completamente em temperaturas a partir de 30°C, após 48 horas de exposição, enquanto o coral construtor *Platygyra ryukyuensis* sobreviveu às temperaturas 30°C e 34°C (Bhagooli e Hidaka, 2004). *S. stellata* sobreviveu a 40°C por dois dias, evidenciando uma grande variação de respostas das espécies de corais verdadeiros, sugerindo uma relevante relação entre a resistência e o habitat da espécie.

Os indivíduos de *Palythoa caribaeorum* branquearam completamente em 48 horas quando submetidos a 45°C, e em 72 horas quando submetidos a 40°C (Fig.2). Segundo Kemp *et al.*(2006), que trabalharam com amostras da mesma espécie, coletadas durante o inverno na Flórida (USA), em 48 horas os indivíduos já tiveram resposta significativa de branqueamento a 34°C, perdendo entre 30 e 50% das zooxantelas. Isso demonstra que os indivíduos coletados no Ceará devem ser mais resistentes à elevação de temperatura, por serem adaptados a ambientes tropicais.

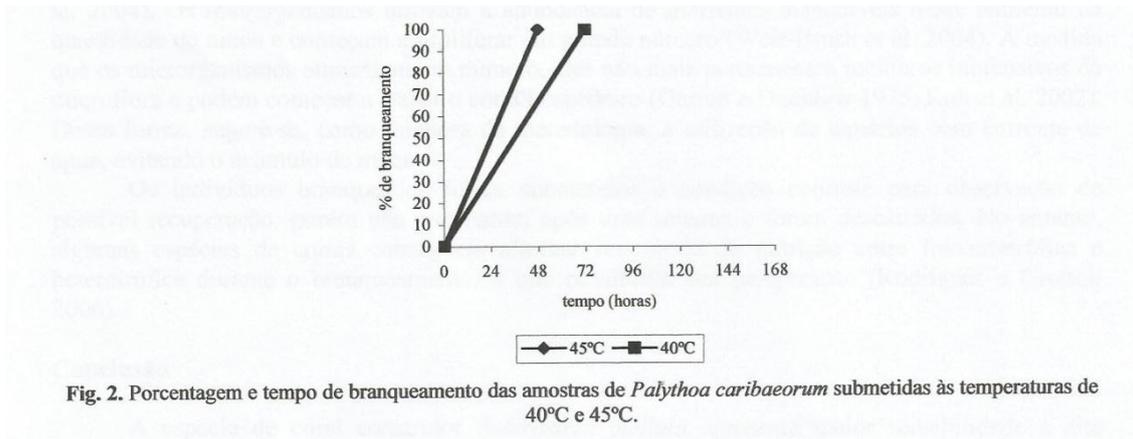


Fig. 2. Porcentagem e tempo de branqueamento das amostras de *Palythoa caribaeorum* submetidas às temperaturas de 40°C e 45°C.

Houve uma grande produção de muco nas amostras de *P. caribaeorum* sob tratamento a 45°C, assim como no controle. A 40°C a produção de muco não foi tão evidente. O experimento a 35°C não foi realizado, pois as amostras extras apresentaram crescimento de fungo. Os fungos também foram observados nas amostras em experimento a 40°C.

A 45°C, os indivíduos de *Zoanthus sociatus* apresentaram o branqueamento em 48 horas, com grande produção de muco. Quando submetidos a 40°C, não foi observado grande produção de muco. No controle houve grande liberação de muco. Essa espécie demonstrou uma maior resistência à temperatura que as demais. Amostras de *Zoanthus* sp. coletadas no Hawaii, mostraram-se mais sensíveis à elevação de temperatura, com a expulsão das zooxantelas em apenas dois dias, a 30°C (Reimer, 1971). Também foi observado o aparecimento de fungo no experimento a 40°C com *Z. sociatus*.

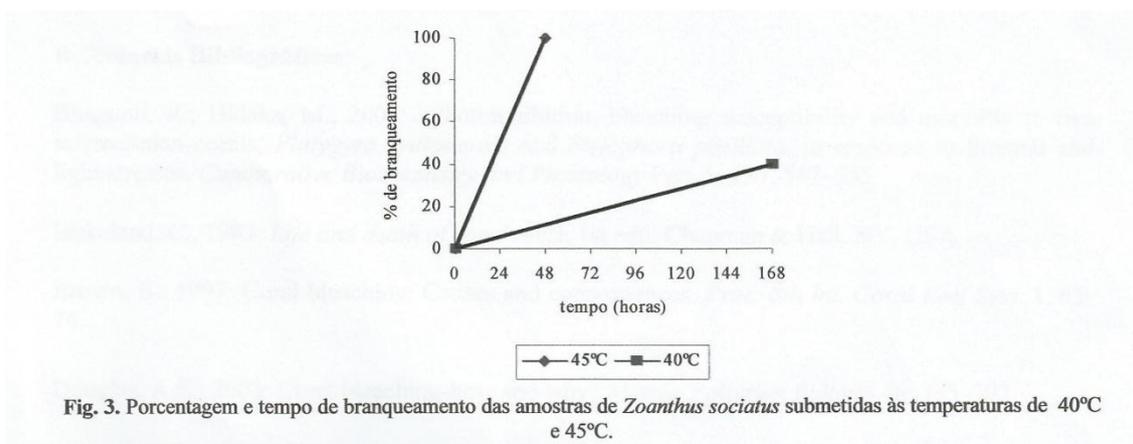


Fig. 3. Porcentagem e tempo de branqueamento das amostras de *Zoanthus sociatus* submetidas às temperaturas de 40°C e 45°C.

A proliferação de fungo nas duas espécies de zooantídeos nos experimentos e de *Palythoa caribaeorum* no controle pode ser associada á grande produção de muco causada por aumento da temperatura e/ou estresse a que foram submetidos nos aquários.

O patógeno pode ser parte da microflora natural do coral, utilizando polissacarídeos, proteínas e lipídeos oriundos do muco do coral (Garrett & Ducklow, 1975). Quando a colônia do coral é submetida a uma condição de estresse, é iniciada uma grande produção de muco como parte de sua defesa contra o estresse (Weir-Brush *et al.*, 2004). Os microorganismos utilizam a abundância de nutrientes disponíveis nesse aumento da quantidade de muco e começam a proliferar em grande número (Weir-Brush *et al.*, 2004). À medida que os microorganismos aumentam em número, eles não mais permanecem membros inofensivos da microflora e podem começar a atacar o coral hospedeiro (Garret & Ducklow, 1975, Koh *et al.*, 2002). Dessa forma, sugere-se, como melhora da metodologia, a utilização de aquários com corrente de água, evitando o acúmulo de muco.

Os indivíduos branqueados foram submetidos à condição controle para observação de possível recuperação, porém não retornaram após uma semana e foram descartados. No entanto, algumas espécies de corais conseguem alternar seu modo de nutrição entre fotoautotrófico e heterotrófico, durante o branqueamento, o que possibilita sua recuperação (Rodrigues & Gottoli, 2006)

## **Conclusão**

A espécie de coral construtor *Sidderastrea stellata* apresenta maior sensibilidade à alta temperatura, e uma maior resistência a fungos, sendo, entre as três espécies testadas, a com maior potencial bioindicador do efeito de branqueamento global na costa do Ceará.

A espécie de zooantídeo *Palythoa caribaeorum* mostrou-se também como um possível indicador, apresentando sensibilidade à temperatura intermediária entre as espécies testadas.

O zooantídeo *Zoanthus sociatus* é a espécie mais resistente à temperatura dentre as três verificadas, não sendo recomendado como bioindicador de aquecimento das águas. No entanto, são necessários mais estudos para validar essa informação.

## **Agradecimentos**

Agradecemos aos Laboratórios de Invertebrados Marinhos, Fisiologia Animal e Microbiologia da Universidade Federal do Ceará. Em especial aos mestrandos Emanuelle Fontenele Rabelo, Carlos Augusto Meirelles e ao biólogo Alysson Lira Angelim.

## Referências

American Public Health Association. **Standard methods for the examination of water and wastewater**. 15. Ed. New York, 1995.

**Chiaravalloti-Neto, F. 1997.** Conhecimentos da população sobre dengue, seus vetores e medidas de controle em São José do Rio Preto, São Paulo. *Cadernos de Saúde Pública*, 13:447-453.

**Consoli, R. A. G. B. & Lourenço-de-Oliveira, R. 1994.** Principais mosquitos de importância sanitária no Brasil. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz.

**Focks, D. A.; Haile D. G.; Daniels, E. & Mount, G. A. 1993.** Dynamic life table model for *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae): Simulations results and validation. *Journal of Medical Entomology*, 30: 1018-1028.

**Gama, R, A, et al. 2005.** Efeito da densidade larval no tamanho de adultos de *Aedes aegypti* criados em condições de laboratório. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 38 (1):64-66.

**Kay BH, Nam VS, Tien TV et al. 2002.** Control of aedes vectors of dengue in three provinces of Vietnam by use of *Mesocyclops* (Copepoda) and community-based methods validated by entomologic, clinical and serological surveillance. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 66, 40-48.

**Núcleo de Vigilância Epidemiológica. 2008.** Boletim Semanal da Dengue. Disponível em: [http://www.saude.ce.gov.br/internet/publicacoes/boletins/dengue/dengue\\_20\\_06\\_2008.pdf](http://www.saude.ce.gov.br/internet/publicacoes/boletins/dengue/dengue_20_06_2008.pdf). Acesso em: 23 de junho de 2008.

**Reiter, P.; Amador, M. A.; Anderson, R. A. & Clark, G. C. 1995.** Short report: Dispersal of *Aedes aegypti* in urban area after blood feeding as demonstrated by rubidium-marked eggs. *American Journal of Tropical Medicine and Hygiene*, 52:177-179.

**Resolução CONAMA N° 20, de 18 de junho de 1986.** Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/res/res86/res2086.html>. Acesso: 17 de junho 2008.

**Tocantins 2003.** Dengue. Portal da Saúde do Tocantins, Palmas, Tocantins.