

PRIMEIRO REGISTRO DE BRANQUEAMENTO DE CORAIS NO LITORAL DO CEARÁ (NE, BRASIL): INDICADOR DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS?

Marcelo de Oliveira SOARES¹ & Emanuelle Fontenele RABELO²

(1) Instituto de Ciências do Mar (Labomar), Universidade Federal do Ceará, Av. Abolição, 3207, Meireles, CEP 60165-081, Fortaleza, Ceará, Brasil. Endereço eletrônico: marcelosoares@ufc.br.

(2) Laboratório de Ecologia Marinha, Departamento de Ciências Animais, Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Br 110, Km 47, Bairro Presidente Costa e Silva, Cep: 59614-000, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

Introdução

Metodologia

Área de estudo e amostragem

Obtenção de dados meteorológicos e oceanográficos

Resultados e Discussões

Evento de branqueamento e espécies afetadas

Relação com condições climáticas e oceanográficas

Conclusões e considerações finais

Referências

RESUMO - O branqueamento de corais é um dos fenômenos ambientais que têm sido usado mundialmente para demonstrar alterações ambientais em ecossistemas marinhos tropicais. Este estudo relata a primeira ocorrência de branqueamento de corais no litoral do Ceará (NE, Brasil). Embora o monitoramento abranja o período de 2005 a 2010 em um recife artificial, dentro de uma área portuária, e em um recife de arenito entremarés, o episódio de branqueamento intenso de corais (*Siderastrea stellata* e *Favia gravida*) e zoantídeos (*Zoanthus sociatus*) somente ocorreu no verão de 2010 (fevereiro e março). O evento está provavelmente relacionado a anomalias da temperatura da superfície do mar (1 a 2 °C acima da média), 4 a 7 semanas de calor acima da média, altas temperaturas na superfície marinha (30 a 32 °C) e valores positivos de *hot-spots* (os dados oceanográficos e climáticos foram obtidos do Programa *Coral Reef Watch*, da NOAA). Admite-se uma relação entre o branqueamento dos antozoários e os eventos de anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM) na área estudada. As altas temperaturas, a turbidez e os estresses periódicos de recifes entremarés (dessecação, insolação e temperaturas elevadas em poças de maré) tiveram um efeito sinérgico durante o episódio de branqueamento aqui relatado; o que gera uma situação diferenciada em relação a outros trechos do litoral do Atlântico Sudoeste Tropical.

Palavras-chave: Recifes, Zoantídeos, Branqueamento, Temperatura da Superfície do Mar, Turbidez.

ABSTRACT - *M. de O. Soares & E. F. Rabelo - First record of coral bleaching in the Ceará Coast (NE, Brazil): Indicator of climate change?* Coral Bleaching is an environmental phenomena that has been used worldwide to demonstrate environmental changes in tropical marine ecosystems. This study reports the first occurrence of coral bleaching for the Ceará coast (NE Brazil). Although the monitoring covers the period from 2005 to 2010 taken on an artificial reef within a port area, and a sandstone intertidal reef, the bleaching event in corals (*Siderastrea stellata* and *Favia gravida*) and zoanthid (*Zoanthus sociatus*) just occurred during the summer of 2010 (February and March). The event is related to changes in temperature anomaly of sea surface (1 – 2 °C), 4 – 7 weeks of heat above average, high temperatures on the sea surface (30 to 32 °C) and positive hot-spots values (the oceanographic and climatic data were obtained from the NOAA's Coral Reef Watch Program). It's assumed that there is the relationship between the anthozoan bleaching, levels of irradiation and the events of the anomaly of sea surface temperature (SST) in the studied reefs. High temperatures, the turbidity of the waters and the periodic stresses of intertidal reefs may have a synergistic effect during the reported bleaching episode; which creates a different situation compared to other stretches of the coast of Southwest Tropical Atlantic.

Keywords: Reefs, Zoanthids, Bleaching, Sea Surface Temperature, Turbid waters.

INTRODUÇÃO

Recifes tropicais representam um ecossistema marinho de alta diversidade e produtividade (Stanley Jr. 2003). Estes ambientes são verdadeiros repositórios de biodiversidade, renovando estoques, e principalmente no caso de áreas protegidas, favorecendo a reprodução de populações de espécies ameaçadas de extinção (Goreau & Hayes, 1994; Vincent & Clark, 1995; Denovaro & Fraschetti, 2002; Leão et al. 2009).

Os corais se desenvolvem em águas marinhas tropicais límpidas e relativamente pobres em nutrientes. São abundantes em certas áreas da costa leste das Américas, África e Austrália, e menos comuns no litoral oeste desses continentes. Os corais zooxantelados possuem dinoflagelados simbiotes (zooxantelas), que aproveitam diretamente elementos produzidos pelo processo fotossintético (Stanley Jr. 2003). Este fenômeno

também ocorre em zoantídeos e cifomedusas (Morandini et al. 2005; Amaral et al. 2009). Essa relação simbiótica é responsável pela coloração natural dos corais e zoantídeos, e a quebra dessa relação, devido a mudanças das condições ecológicas, provoca a despigmentação da colônia, levando ao branqueamento (Leão, 1996; Migotto et al. 1997; Cornell & Karlson, 2000; Dullo, 2005).

Embora o branqueamento tenha como causa principal o estresse térmico devido ao aumento da temperatura da água superficial, gerado pelo aquecimento global, ou por eventos sazonais, também pode ser provocado por alta incidência de luz ultravioleta, variações de salinidade, poluição e soterramento das colônias em consequência de altas taxas de sedimentação. (Leão et al. 2009; Poggio et al. 2009).

A recente degradação destes ambientes tem sido documentada no meio científico em nível mundial. A emissão de carbono na atmosfera, que tem levado ao aumento da temperatura na superfície oceânica (Lubin et al., 2001; Evangelista et al. 2007; Francini-Filho et al. 2008) e os danos ambientais nas zonas costeiras, como a poluição orgânica, turbidez das águas e aumento de sedimentos siliciclásticos tem levado a um impacto negativo sinérgico (Migotto et al. 1997). O evento do branqueamento vem acometendo recifes de todo o globo. Durante este fenômeno os corais tornam-se propensos a doenças e

infecções por parasitas e o ecossistema recifal como um todo se torna frágil e vulnerável (Lubin et al. 2001; Francini-Filho et al. 2010).

Em várias partes do globo, como também no Brasil, o fenômeno de branqueamento de corais parece coincidir com o aquecimento dos oceanos durante a ocorrência de eventos *El-Niño*, evidenciando que variações da temperatura das águas superficiais do mar afetam os ecossistemas tropicais, particularmente os recifes de corais (Leão et al. 2008). Muitas investigações têm sido conduzidas nas últimas duas décadas com o objetivo de analisar variações climáticas e oceanográficas a partir do uso de corais como indicadores (Lough & Barnes, 1997; Pandolfi et al. 2003; Evangelista et al. 2007).

Apesar da importância do registro destes fenômenos para entendimento das mudanças climáticas, não há estudos evidenciando o registro de branqueamento para o estado do Ceará (Nordeste do Brasil) e a relação deste com fatores climáticos/oceanográficos. Assim, o objetivo deste trabalho é descrever o primeiro registro de ocorrência de branqueamento em espécies de corais e zoantídeos em várias áreas recifais ao longo desse litoral tropical, observadas durante o período do verão de 2010, relacionando com possíveis eventos de aquecimento das águas superficiais do oceano e outros fatores climático-oceanográficos.

METODOLOGIA

Área de estudo e amostragem

Os recifes coralíneos brasileiros estão limitados à região Nordeste, estendendo-se descontinuamente por 2400 km, do Maranhão até o sul da Bahia (Laborel, 1970), sendo as formações do litoral sul do estado da Bahia as maiores e mais ricas do Brasil e de todo o Atlântico Sul Ocidental (Leão, 1996; Maida & Ferreira, 1997; Leão et al. 2003; Ferreira & Maida, 2006; Leão et al. 2009). Entretanto, em diversos estados do Nordeste do Brasil, outras comunidades de corais e zoantídeos se instalaram sobre bancos de arenito de praia, em geral estreitos, alongados e localizados adjacentes à praia (Vieira et al. 2007).

A turbidez da água é o principal fator limitante da ocorrência de recifes coralíneos em certos trechos do Nordeste Brasileiro, devido à taxa de deposição de sedimento ao longo da costa. Assim, os corais ocorrem como colônias isoladas ou agregadas, formando manchas ou sítios (“*spots*”) (Matthews-Cascon & Lotufo, 2006; Morais et al. 2009) na costa do Ceará; o que torna esta área peculiar para estudos de branqueamento de corais e destes como indicadores de mudanças climáticas.

O litoral do Ceará, diferentemente da maior parte da costa brasileira, localiza-se aproximadamente paralelo à linha do Equador. Por isso, tomando-se por base a cidade de

Fortaleza, esta faixa litorânea está dividida em litoral leste e oeste. O litoral oeste é a maior macrorregião do estado do Ceará, tendo a costa recortada por enseadas e foz de rios. As temperaturas médias anuais no litoral são elevadas (24 a 28 °C) e as chuvas são escassas (500-1000 mm), caracterizando assim o clima quente e semi-árido. A predominância arenosa da faixa litorânea cearense é ocasionalmente interrompida por afloramentos rochosos e os recifes de arenito, ou *beach rocks*. Estes recifes (*beach rocks*) ocorrem predominantemente na região entre a preamar e a baixamar, possuindo formato tabular, ligeiramente inclinado em

direção ao mar e são formados por arenitos cimentados por carbonato de cálcio e óxido de ferro (Smith & Morais, 1984; Morais et al. 2009).

Os sítios com branqueamento estudados foram um ambiente recifal de arenito entremarés situado na praia de Paracuru (3°23'56.17''S e 39° 00'43.11'') e um recife artificial *off-shore* formado por estruturas de granito que formam os pilares de sustentação do Terminal Portuário do Pecém (3°32'07.51''S e 38°47'48.62''S), ambos no litoral oeste do Ceará, Nordeste do Brasil (Figura 01).

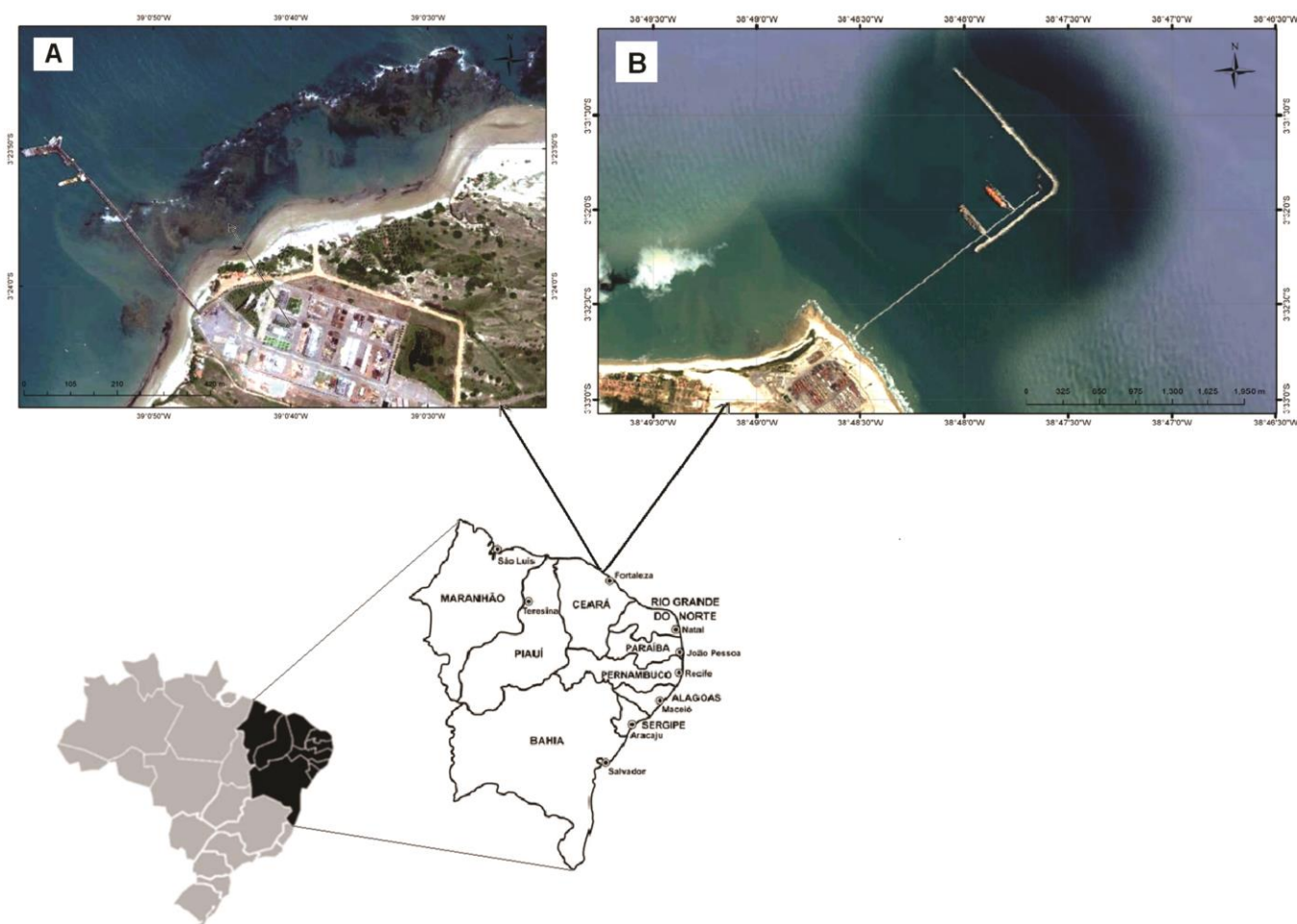


Figura 1. Mapa de localização das áreas de estudo no litoral oeste do Ceará (NE, Brasil). (A) Recife entremarés do Paracuru. (B) Terminal Portuário do Pecém.

O acompanhamento do processo de branqueamento no ambiente de recife de arenito foi realizado entre os anos de 2007 e 2010 com amostragens mensais na região compreendida pela faixa rochosa durante as marés baixas. Foram levantados dados sobre a distribuição e porcentagem de cobertura de três espécies de zoantídeos: *Palythoa caribaeorum*, *Zoanthus*

sociatus e *Protopalythoa variabilis*; espécies de corais moles bastante abundantes na área. A porcentagem de cobertura foi estimada usando-se um quadrado de 50cm² subdividido em 100 quadrados menores de 5cm². Em cada quadrado foi verificada a porcentagem de cobertura de colônias saudáveis e branqueadas.

No Terminal do Pecém, a análise dos corais escleractíneos consistiu em mergulhos autônomos com equipamento de respiração autônoma (SCUBA) com duração aproximada de 1 hora. Um monitoramento da biota marinha tem sido feito mensalmente ao longo dos últimos 5 anos, como parte das atividades de gestão ambiental do Terminal. Este levantamento foi feito nos molhes na parte interna portuária (profundidade de 1-6 m). A técnica utilizada para a coleta dos dados teve como princípio a utilização de censo visual ao longo de um perfil (parede do molhe). Em seguida avaliou-se cada colônia de coral, registrando-se: nome (gênero e espécie), porcentagem (%) morta da superfície da colônia

vista em planta, e a presença de doenças e/ou branqueamento.

Foi obtido material fotográfico através do uso de câmera fotográfica subaquática nos mergulhos autônomos.

Obtenção de dados metereológicos e oceanográficos

Foram obtidos dados quanto à temperatura da superfície do mar (TSM), anomalias da TSM, presença de *hot-spot* e semanas de aquecimento térmico das águas acima da média. Estes dados foram obtidos junto a dados de sensoriamento remoto fornecidos pela NOAA (*National Oceanic and Atmospheric Administration*) através do Programa *Coral Reef Watch*.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Evento de branqueamento e espécies afetadas

No período do início do verão de 2010 observou-se um intenso branqueamento no recife de arenito do Paracuru e no artificial do Terminal Portuário do Pecém. Neste evento

analisado ocorreu branqueamento nos corais escleractíneos *Siderastrea stellata* Verrill, 1868 e *Favia gravida* Verrill, 1868 e no zoantídeo *Zoanthus sociatus* Leiden, 1923 (Figuras 02 e 03).

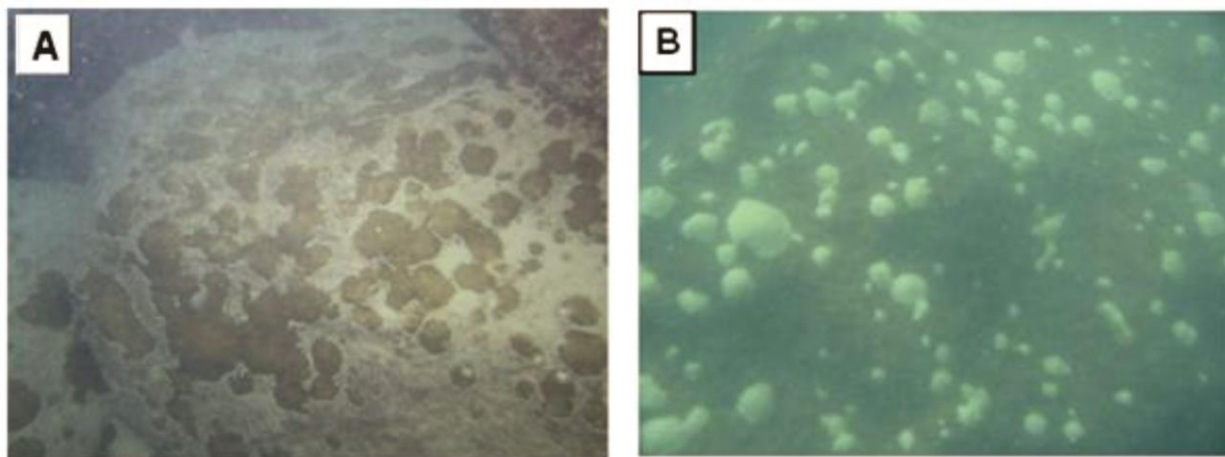


Figura 2. Comparação entre colônias em estado normal e colônias branqueadas. (A) Grande parte das colônias de *Siderastrea stellata* em suas condições normais. (B) Evento intenso de branqueamento (100%) em colônias de *Siderastrea stellata* e *Favia gravida* no Terminal Portuário do Pecém.

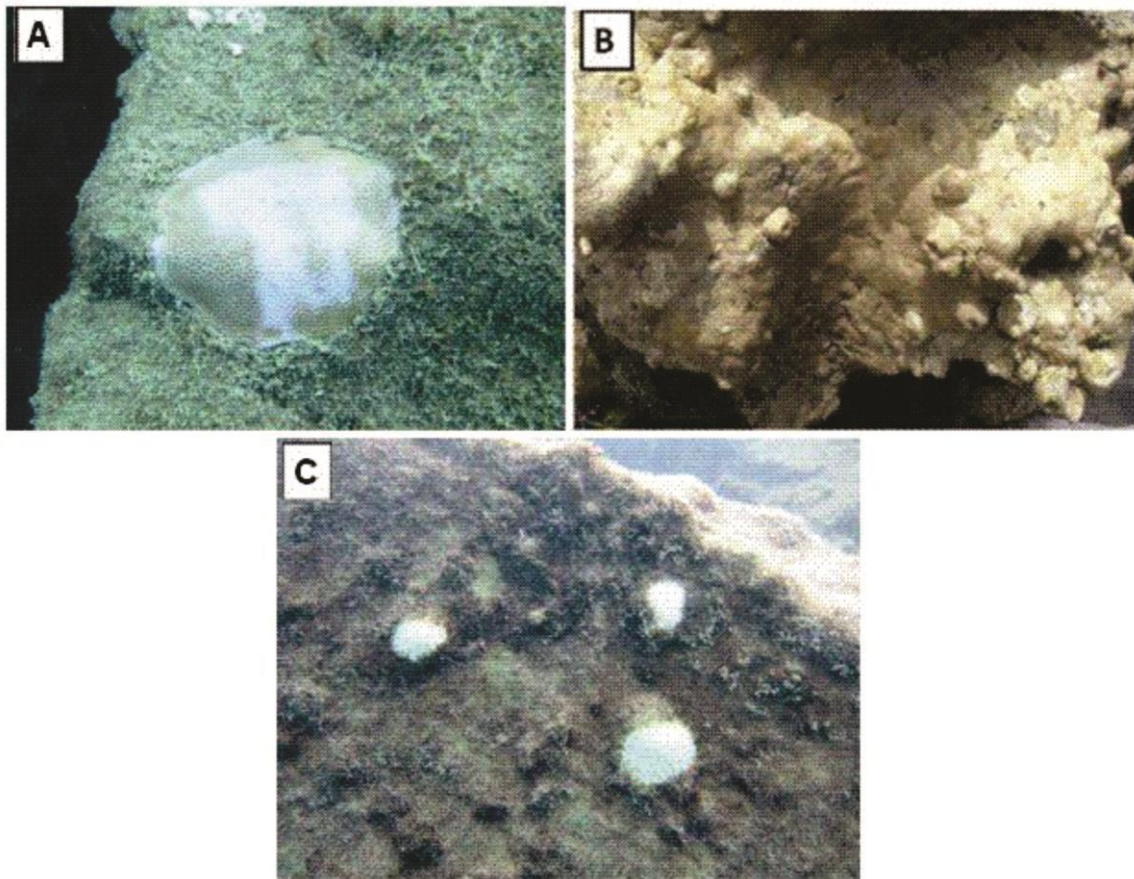


Figura 3. Registro de branqueamento de corais e zoantídeos no litoral do Ceará (NE, Brasil) (A) Coral *S. stellata* branqueado em recife artificial *off-shore* do Terminal Portuário do Pecém. Profundidade estimada de 3m. (B) Branqueamento de *Z. sociatus* no recife da praia do Paracuru em área entremarés. Imagem obtida em maré baixa. (C) Branqueamento de *F. gravida* no recife do Terminal Portuário do Pecém.

Durante os anos de 2007 a 2009 a porcentagem de cobertura dos zoantídeos não variou e não foi verificado o processo de branqueamento nas colônias das três espécies analisadas. Nos meses de fevereiro e março de 2010 as colônias de *Z. sociatus* apresentaram um processo avançado de branqueamento, sendo praticamente erradicados da área de recifes de arenito estudada. Levantamentos da porcentagem de cobertura revelaram que as espécies *P. caribaeorum* e *P. variabilis* permaneceram invariáveis em relação à distribuição e porcentagem de cobertura quando comparado com dados de coletas dos anos anteriores. Entretanto nos meses de fevereiro e março de 2010 as colônias de *Z. sociatus* apresentaram menos de 1% da cobertura de colônias saudáveis para o mesmo período dos anos anteriores.

Nos molhes do quebra-mar do Terminal Portuário do Pecém ocorre uma grande quantidade de incrustações de corais *Favia*

gravida e *Siderastrea stellata*. Tais espécies são dominantes nesta área e bastante resistentes às condições de alto teor de matéria orgânica e de águas turvas o que leva a sua dominância nas áreas abrigadas. No mesmo período relatado de branqueamento para os zoantídeos foi observado um intenso evento de branqueamento dos corais *Siderastrea stellata* e *Favia gravida* no recife artificial *off-shore* em área rasa (0-5m). Os corais que sofreram a mudança de coloração são jovens (máximo de 6 anos), os quais colonizaram recentemente o granito que forma o molhe do Terminal Portuário. Ao longo do monitoramento (2005-2010) o evento do verão de 2010 (fevereiro/março) foi o único observado para estes corais escleractíneos, demonstrando a peculiaridade do fenômeno.

As referências publicadas sobre o branqueamento de coral no Brasil, anteriores aos eventos estudados durante a realização deste trabalho, dizem respeito a eventos no

litoral paulista no verão de 1993/1994 (Migotto, 1997), no Maranhão em 1998 (Amaral et al. 2006), no Litoral Norte do estado da Bahia, no verão de 1997/1998 (Dutra 2000, Dutra et al. 2000), nos recifes de Abrolhos, no sul da Bahia, no verão de 1993/1994 (Castro & Pires 1999), e no verão de 1997/1998 (Leão et al. 2003, Oliveira et al. 2004), além de registros em Pernambuco (Costa et al. 2001; Ferreira & Maida, 2006) e nas ilhas oceânicas (Ferreira & Maida, 2006) do Atol das Rocas e Fernando de Noronha em 2003. Leão et al. (2008) e Poggio et al. (2009) abordaram eventos de branqueamento em vários pontos do litoral baiano no período de 1998 a 2005. Estes eventos registrados na costa brasileira estiveram comumente relacionados a anomalias na temperatura da superfície do oceano.

No evento de São Paulo as espécies de coral mais afetadas foram *Mussismilia hispida* Verrill 1868 e *Madracis decactis* Lymann 1859 (Migotto, 1997). No Litoral Norte da Bahia, três espécies de corais, *Agaricia agaricites* Linne 1758, *Mussismilia hispida* e *Siderastrea* spp., as quais apresentaram a maior abundância relativa, tiveram de 20 a 80% de suas colônias afetadas (Dutra et al. 2000). Em Abrolhos, a ocorrência de branqueamento que ocorreu durante uma anomalia de temperatura no verão de 1993/1994, percentagens de 51 a 88% das colônias do gênero *Mussismilia* foram afetadas (Castro & Pires 1999), e durante o fenômeno relacionado com o forte evento El-Niño que se iniciou no final de 1997 no oceano Pacífico e causou, também, um aumento da temperatura das águas na costa do Brasil, cerca de nove espécies de corais apresentaram suas colônias parcial ou totalmente branqueadas com percentuais variando entre 10 e 90%, entre as quais *A. agaricites*, *M. hispida* e *Porites astreoides* Lamark 1859 foram as espécies de corais que apresentaram níveis mais elevados de branqueamento (Leão et al. 2003).

Costa et al. (2001) citam eventos de branqueamento na espécie *Siderastrea stellata* Verrill 1868 em Pernambuco. Leão et al. (2008) abordam que os corais *Mussismilia hispida*, *Siderastrea* spp., *Montastraea cavernosa*, *Agaricia agaricites* e *Porites astreoides* foram

as espécies de coral mais afetadas pelo branqueamento nos eventos de 1998 a 2005.

A espécie *Z. sociatus* forma grandes colônias no mesolitoral em áreas de intensa radiação solar, no topo de rochas que ficam emersas por mais tempo durante a maré baixa. Essa espécie é única dentre as estudadas que coloniza essas rochas elevadas (Rabelo et al. 2013) e, embora a espécie tenha se adaptado a esse ambiente exposto, a maior intensidade de radiação solar associada à temperatura acima da média nos meses de verão de 2010 pode ter sido um fator importante no branqueamento das colônias e declínio da espécie no local.

Palythoa caribaeorum e *P. variabilis* crescem em ambientes mais protegidos, em poças de marés e em ambientes sombreados na base das formações rochosas, o que pode ter protegido essas espécies das consequências da anomalia térmica ocorrida.

Siderastrea stellata é conhecido por possuir resistência a fortes variações de temperatura (Laborel, 1970), altos níveis de sedimentação e turbidez da água (Leão et al. 2003) e resistência a hidrodinâmica quando a espécie encontra-se com pequenas colônias (Costa et al. 2001). *Favia grandidieri* é muito resistente às variações ambientais, particularmente em relação à temperatura, salinidade e turbidez da água, e junto a *Siderastrea stellata*, constituem os corais mais comuns em poças de marés e no topo emerso dos recifes de arenito no litoral do Ceará (Matthews-Cascon & Lotufo, 2006). Apesar das características adaptativas destas espécies, ambas foram afetadas pelo evento o que reforça a intensidade do fenômeno reportado.

Relação com condições climáticas e oceanográficas

Analisando o evento relatado aos dados de sensoriamento remoto do NOAA *Coral Reef Watch*, observa-se que o evento do branqueamento coincide com um período de alterações na anomalia da temperatura da superfície do mar (1 a 2 °C), *hot-spot* (nível 1 a 2), 4 a 7 semanas de calor acima da média, e altas temperaturas na superfície marinha, variando de 30 a 32 °C (Figura 04).

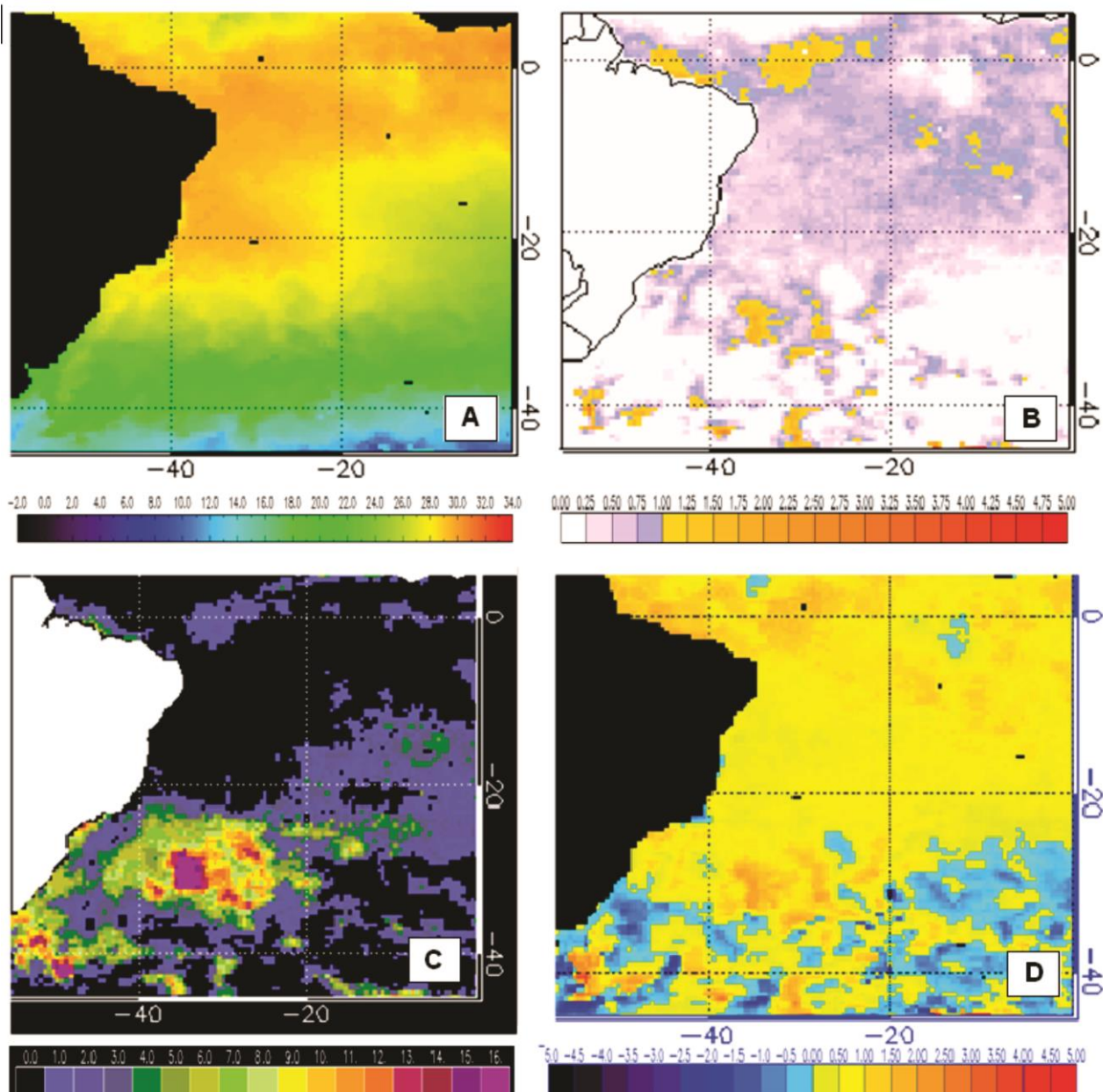


Figura 4. Indicadores climáticos e oceanográficos no evento de branqueamento observado em março de 2010 no litoral do Ceará (NE, Brasil). (A) Temperatura da superfície do mar, medida em graus Celcius ($^{\circ}\text{C}$). Observa-se temperatura de aproximadamente 30-32 graus na superfície. (B) *Hot spots*, em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$). Há a presença de *hot-spot* variando de 1-2 $^{\circ}\text{C}$ na área do litoral cearense. (C) Número de semanas com temperaturas passíveis de gerar branqueamento. Observa-se um período de no mínimo 4 semanas com temperaturas acima da média. (D) Anomalia da temperatura da superfície do mar (TSM), em graus Celsius ($^{\circ}\text{C}$). As áreas de estudo apresentam valores positivos para anomalia. Fonte: NOAA's *Coral Reef Watch Program*.

Eventos de branqueamento de corais nos recifes do estado da Bahia foram registrados durante o verão de 1993/1994, e estiveram associados com a ocorrência de eventos *El-Niño* (Castro & Pires 1999, Leão et al. 1999, Dutra et al. 2000). Os eventos estudados durante a realização deste trabalho apontam, também, para a relação do fenômeno

com a ocorrência de anomalias térmicas das águas superficiais do oceano.

Vários fatores influenciam o fenômeno de branqueamento, como salinidade, sedimentação, exposição à luz, mudanças no nível do mar, microrganismos patogênicos, metais pesados, alta irradiação e temperatura, sendo a última apontada como a principal causa (Douglas, 2003). O episódio do branqueamento

relatado no presente trabalho ocorreu em um período no qual ocorreu intensa descarga de água doce (período chuvoso no semi-árido), alta turbidez e anomalias térmicas significativas, segundo os dados climáticos. Ferreira et al. (2013) registraram um forte branqueamento e doenças nos corais em 2010, nas ilhas de Fernando de Noronha e Atol das Rocas, relacionado a anomalias da Temperatura da Superfície do Mar (TSM), com um padrão semelhante ao encontrado neste trabalho.

Hissa et al. (2009) em experimentos laboratoriais, realizados com exemplares do litoral cearense, demonstrou que a espécie *S. stellata* apresentou branqueamento completo a 45°C em 24 horas e a 40°C em 72 horas. Os autores também observaram que a 35°C as amostras experimentais apresentaram branqueamento parcial no final de uma semana, sendo então a espécie considerada relativamente resistente a essa temperatura, enquanto que a espécie *Z. sociatus* foi a espécie

extremamente resistente à temperatura, levando 48 horas para branquear a 45°C e não apresentando branqueamento completo por uma semana quando submetido a 40°C. Segundo Poggio et al. (2009) o fenômeno de branqueamento de *S. stellata* poderia ter um papel menos traumático nas colônias, uma vez que parece que a baixa densidade das zooxantelas confere a esta espécie um maior nível de resistência ao estresse térmico.

Os dados demonstram que o evento reportado no presente trabalho, por ter levado a um forte branqueamento de *Z. sociatus*, *S. stellata*, *F. gravida* (organismos reconhecidos como resistentes na literatura científica), e devido as condições climáticas relatadas constituiu um episódio de intenso impacto e provavelmente decorrente de efeito sinérgico do aquecimento das águas e de outros fatores ambientais (turbidez, intensa descarga de água doce e insolação).

CONCLUSÕES E CONSIDERAÇÕES FINAIS

As anomalias da temperatura na superfície do mar, a intensa descarga de água doce no período chuvoso, a turbidez das águas do litoral cearense e os estresses periódicos de recifes entremarés podem ter um efeito sinérgico durante os episódios de branqueamento relatados. O presente artigo constitui o primeiro registro de branqueamento para o litoral do Ceará (NE, Brasil) e representa um registro importante; por ter este trecho do litoral tropical características diferenciadas em relação à maior parte da literatura científica que analisou este fenômeno em recifes coralíneos de águas claras no Atlântico Sudoeste Tropical.

O evento de branqueamento em antozoários que colonizam *beach rocks* e recifes artificiais, reportado raramente na

literatura científica, e demonstrado no presente trabalho reforça a necessidade de ampliação do conceito da gestão sobre os impactos das mudanças climáticas para toda a geodiversidade recifal da zona costeira tropical (recifes coralíneos, de arenito, costões rochosos, artificiais, dentre outros). É necessário, também, que o monitoramento do branqueamento de coral esteja integrado nos esforços do manejo dos recifes e que os gestores conheçam como diferentes recifes irão responder ao aumento continuado da temperatura da água, nos próximos anos (MacField et al. 2008). Estudos nesse sentido são importantes, pois geram subsídios que contribuem com futuros projetos de gestão e monitoramento de áreas costeiras.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o financiamento do Conselho Nacional de Desenvolvimento científico e Tecnológico (CNPq) (Processo 479198/2012-8), INCT Ambientes Marinhos Tropicais (Grupo de Trabalho Recifes) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de nível Superior (CAPES).

REFERÊNCIAS

1. AMARAL, F. M. D.; HUDSON, M.; STEINER, A. Note on the widespread bleaching observed at the Marine State Park of the Manuel Luiz Coral Banks, Maranhão State, Brazil (Parcel of Manuel Luiz). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 39, p. 138-141, 2006.
2. AMARAL, F. D.; RAMOS, C. A. C.; LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P.; LIMA, K.K.M.; LONGO, L. L.; CORDEIRO, R.T.S.; LIRA, S.M.A.; VASCONCELOS, S.L. Checklist and morphometry of benthic cnidarians from the Fernando de Noronha Archipelago, Pernambuco, Brazil. **Cahiers de Biologie Marine**, v. 50, p. 277-290, 2009.
3. CASTRO, C.B. & PIRES, D.O. A bleaching event on a Brazilian coral reef. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 47, n.1, p. 87-90, 1999.
4. CORNELL, H.V. & KARLSON, R.H. Coral species richness: ecological versus biogeographical influences. **Coral reefs**, v.19, p.37-49, 2000.
5. COSTA, C.F.; AMARAL, F.M.D.; SASSI, R. Branqueamento em *Siderastrea stellata* (Cnidaria, Scleractinia) da praia de Gaibu, Pernambuco, Brasil. **Revista Nordestina de Biologia**, v. 15, n.1, p. 15-22, 2001.
6. DENOVARO, R. & FRASCHETTI, S. Meiofaunal vertical zonation on hard-bottoms: comparison with soft-bottom meiofauna. **Marine Ecology Progress Series**, v. 230, p.159-169, 2002.
7. DOUGLAS, A.E. Coral bleaching -how and why?. **Marine Pollution Bulletin**, v.46, p. 385-392, 2003.
8. DULLO, WC. Coral growth and reef growth: a brief review. **Facies**, v.51, p. 33-48, 2005.
9. DUTRA, L.X.C.; KIKUCHI, R.K.P.; LEÃO, Z.M.A.N. Thirteen months monitoring coral bleaching on Bahia's north coast, Brazil. In: PROCEEDINGS INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 9, 2000, Bali. Bali: Indonesian Institute of Sciences, 2000, p.373.
10. DUTRA, L.X.C.; KIKUCHI, R.K.P.; LEÃO, Z.M.A.N. Todos os Santos Bay coral reefs, Eastern Brazil, revisited after 40 years. In: PROCEEDINGS INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 10, 2006, Okinawa. Toquio: Japaneze Coral Reef society, 2006, p.1090-1095.
11. EVANGELISTA, H.; GODIVA, D.; SIFEDDINE, A.; LEÃO, Z. M. A. N.; RIGOZO, N. R.; SEGAL, B.; KEMPEL, M.; KIKUCHI, R. K. P.; CORNEC, F. L. Evidences Linking ENSO and Coral Growth in the Southwestern-South Atlantic. **Climate Dynamics**, v. 29, p. 869-880, 2007.
12. FERREIRA, B.P. & MAIDA, M. **Monitoramento dos recifes de coral do Brasil – situação atual e perspectivas**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 200p., 2006
13. FERREIRA, B.P., COSTA, M.B.S.F., COXEY, M.S., GASPARG, A.L.B., VELEDA, D., ARAUJO, M. The effects of sea surface temperature anomalies on oceanic coral reef systems in the southwestern tropical Atlantic. **Coral Reefs**, v. 32, p.441-454, 2013.
14. FRANCINI FILHO, R. B.; MOURA, R. L.; THOMPSON, F. L.; REIS, R. M.; KAUFMAN, L.; KIKUCHI, R. K. P.; LEÃO, Z. M. A. N. Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, Eastern Brazil). **Marine Pollution Bulletin**, v. 56, p. 1008-1014, 2008.
15. FRANCINI FILHO, R. B.; REIS, R. M.; MEIRELLES, P. M.; MOURA, R. L.; THOMPSON, F. L. ; KIKUCHI, R. K. P.; KAUFMAN, L. Seasonal prevalence of white plague like disease on the endemic Brazilian reef coral *Mussismilia braziliensis*. **Latin American Journal of Aquatic Research**, v. 38, p. 292-296, 2010.
16. GOREAU, T. J. & HAYES, R. L. Coral bleaching and ocean "hot spots". **Ambio**, v.23, n.3, p. 176-180, 1994.
17. HISSA, D. C.; CAMPOS, T. M.; OLIVEIRA, R. S. B.; GOMES, D. V.; RABELO, E. F. Efeito da Temperatura no Branqueamento de Corais: Avaliação de Potenciais Bioindicadores do aquecimento global. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 42, p. 50-54, 2009.
18. LABOREL, J. Lês peuplements de madréporaires des cotes tropicales du Brésil. **Annales University of Abidjan**, v.2, n.3, p. 1-260, 1970.
19. LEÃO, Z.M.A.N. The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v.68, n.3, p. 339-452, 1996.
20. LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P.; TESTA, V. Corals and Coral Reefs of Brazil. In: CORTES, E. (Ed.), **Latin America Coral Reefs**. Amsterdam: Elsevier Publisher, p.9-52, 2003.
21. LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; OLIVEIRA, M. D. M. Branqueamento de corais nos recifes da Bahia e sua relação com eventos de anomalias térmicas nas águas superficiais do oceano. **Biota Neotropica**, v. 8, p. 1/5-10, 2008.
22. LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; AMARAL, F. D.; OLIVEIRA, M. D. M.; COSTA, C. F. Recifes de Corais - Tesouros agonizantes. **Scientific American Brasil (Edição Especial)**, v. Oceano, p. 74-82, 2009.
23. LUBIN, D.; LI, W.; DUSTAN, P.; MAZEL, C.H.; STAMNES, K. Spectral signatures of Coral Reefs: Features from space. **Remote sensing of environment**, v. 75, p.127-137, 2001.
24. MACFIELD, M.; BOOD, N.; ARRIVILLAGA, A.; RINOS, A.F.; VIRUEL, R.M. Status of the Mesoamerican reefs after the 2005 coral bleaching event. In: WILKINSON, C. & SOUTER, D. (Eds.), **Status of Caribbean coral reefs after bleaching and hurricanes in 2005**, Sidney: Australian Institute of Marine Science, p.45-60, 2008.
25. MAIDA, M. & FERREIRA, B.P. Coral reefs of Brazil: an overview. In: PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 8, 1997, Panamá, p. 263-274.
26. MATTHEWS-CASCON, H & LOTUFO, T.M.C. **Biota Marinha da Costa Oeste do Ceará** . Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 250p., 2006.
27. MIGOTTO, A. E. Anthozoan bleaching on the southeastern coast of Brazil in the summer of 1994. In: PROCEEDINGS OF INTERNATIONAL CONFERENCE ON COELENTERATE BIOLOGY, 6, 1997, Leiden. **Abstracts...** Netherlands, 1997, p. 329-335.
28. MORAIS, J.O.; IRION, G.F.; PINHEIRO, L. S.; KASBOHM, J. Preliminary results on Holocene sea-level changes on Ceara coast / Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 56, p. 646-649, 2009.
29. MORANDINI, A. C.; ASCHER, D.; STAMPAR, S.N.; FERREIRA, J.F.V. Cubozoa e Scyphozoa (Cnidaria: Meduzoza) de águas costeiras do Brasil. **Iheringia. Série Zoologia, Porto Alegre**, v. 95, n. 3, p. 281-294, 2005.
30. OLIVEIRA, M.D.M.; KIKUCHI, R.K.P.; LEÃO, Z.M.A.N.; DUTRA, L.X.C. 2004. Coral bleaching in Brazil, Western South Atlantic. In: INTERNATIONAL CORAL REEF SYMPOSIUM, 10, 2004, Okinawa. **Abstracts...** Tóquio: Japaneze Coral Reef Society, 2004, p.406.
31. POGGIO, C.; LEÃO, Z.; MAFALDA-JÚNIOR, P. Registro de branqueamento sazonal em *Siderastrea* spp. em poças intermareais do recife de Guarajuba, Bahia, Brasil. **Interciência**, v.34, n.7, p. 502-506, 2009.
32. RABELO, E.F. **Distribuição Espacial e Interações Competitivas em Zoantídeos (Cnidaria: Zoanthidea) em um Ambiente de Recife de Arenito no Nordeste do Brasil**. Fortaleza, 2007. 138p. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais) – Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará.
33. RABELO, E. F.; SOARES, M. O. ; MATTHEWS-CASCON, H. Competitive Interactions among zoanthids (CNIDARIA: ZOANTHIDAE) at intertidal zone of Northeast Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography (Impresso)**, v. 61, p. 35-42, 2013.

34. STANLEY JR., G.D. Evolution of modern corals and their early history. **Earth-Science Reviews**, v.60, p.195-225, 2003.
35. SMITH, A.J. & MORAIS, J.O. Estudos preliminares sobre a geologia ambiental costeira do Estado do Ceará, nordeste do Brasil. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 23, p. 85-96, 1984.
36. VIEIRA, M.M.; DE ROS, L.F.; BEZERRA, F.H.R., Lithofaciology and palaeoenvironmental analysis of Holocene beachrocks in northeastern Brazil. **Journal of Coastal Research**, v. 23, n. 6, p. 1535-1548, 2007.
39. VINCENT, A. & CLARKE, A. Diversity in the marine environment. **Trends Evolutionary Ecology**, v.10, p. 55-56, 1995.

Manuscrito recebido em: 28 de fevereiro de 2011

Revisado e Aceito em: 31 de outubro de 2013