



## Comunicação de alarme em duas espécies de cnidário, *Tubastraea* sp. e *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa)

Nayara Okada<sup>1</sup>, Amanda Vaccani<sup>2</sup>, Erick Behrends<sup>3</sup>, Rodrigo Santos<sup>4</sup>, Hevelin Costa<sup>4</sup>, Fillipe Moura<sup>5</sup>, Natalie Freret-Meurer<sup>1,2,\*</sup>

<sup>1</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Departamento de Ecologia, Laboratório de Ecologia de Aves, nayara\_cp2@hotmail.com; nataliefreter@yahoo.com.br

<sup>2</sup> Universidade Santa Úrsula (USU), Instituto de Ciências Biológicas e Ambientais, Laboratório de Comportamento Animal, amandavaccani@hotmail.com

<sup>3</sup> Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ), Instituto de Biologia Roberto Alcântara Gomes, Departamento de Biologia Vegetal, Laboratório de Ficologia e Educação Ambiental, the.erick@hotmail.com

<sup>4</sup> Universidade Santa Úrsula (USU), Instituto de Ciências Biológicas e Ambientais, Laboratório de Ecologia Marinha, rodrigoabreusantos@gmail.com; hevelin.costa@gmail.com

<sup>5</sup> Universidade Santa Úrsula (USU), Instituto de Ciências Biológicas e Ambientais, Laboratório de Bentos, filipin6@hotmail.com

\* Contato principal para correspondência

**Abstract.** Alarm communication in two cnidarian species, *Tubastraea* sp. and *Palythoa caribaeorum*. The species *Palythoa caribaeorum* and *Tubastraea* sp. are included in phylum Cnidaria which is composed by simple animals containing a few cell types and they can be solitary or colonial. This study aimed to verify if the polyps of *Tubastraea* sp. and *Palythoa caribaeorum* react to the retraction of a conspecific of the same population. The experiments were conducted at Araçatiba Beach, Angra dos Reis city, Rio de Janeiro. Sampling was done by snorkeling and observations were accomplished by the Focal Groups method. The colonies were chosen randomly and each observation was preceded by a period of three minutes and meanwhile none of the colonies showed change of behaviors. An individual at the middle of the colony received tactile stimulation and then all retracted polyps were counted/photographed. Results pointed out a significant difference between both species. The colonies of *Palythoa caribaeorum* presented a mean number of  $196,67 \pm 120,93$  retracted polyps, while the colonies of *Tubastraea* sp. presented a mean number of  $2,4 \pm 2,14$  retracted polyps.

**Keywords:** Social interaction, protection, signaling

**Resumo.** As espécies *Palythoa* sp. e *Tubastraea* sp. estão incluídas no filo Cnidaria, o qual é composto por animais pouco complexos e contendo poucos tipos celulares, podendo ser solitários ou coloniais. Este estudo visou determinar se os pólipos de *Tubastraea* sp. e *Palythoa caribaeorum* respondem à retração de um conspecífico de mesma população. O trabalho foi realizado na Praia de Araçatiba, no Município de Angra dos Reis, Rio de Janeiro. Foram realizadas observações através de mergulho livre. As colônias observadas foram escolhidas de forma aleatória. As observações foram realizadas a partir do método Grupo Focal. Cada observação foi precedida por um período de três minutos e durante esse período nenhuma colônia apresentou qualquer mudança comportamental. Um indivíduo central da colônia recebeu um estímulo tátil e os pólipos retraídos foram contados/fotografados. Os resultados apontaram uma diferença significativa entre os pólipos que retraíram nas colônias de ambas as espécies. As colônias de *Palythoa caribaeorum* apresentaram uma média de  $196,67 \pm 120,93$  pólipos retraídos após o estímulo. Já as colônias de *Tubastraea* sp. apresentaram uma média de  $2,4 \pm 2,14$  pólipos retraídos após o estímulo.

**Palavras-chave:** Interação social, proteção, sinalização

## INTRODUÇÃO

A comunicação é a forma como os animais lidam com suas relações sociais, não apenas com os membros de sua própria espécie, mas também com os de outras espécies (SNOWDON, 2006). A sobrevivência do organismo depende da sua capacidade de reagir e regular estas reações através de células receptoras especializadas em uma ampla variedade de estímulos físicos, químicos e mecânicos (MILLER *et al.*, 1973).

Um sinal emitido por um indivíduo geralmente modifica o comportamento do receptor, podendo ocorrer uma resposta imediata ou defasada no tempo, sutil ou exagerada (KREBS & DAVIES, 1966). O sinal pode também não ser bem recebido, fato que implica na ausência de uma resposta específica. Os sinais químicos são comumente utilizados como forma de proteção, sendo por disputa territorial ou contra predação. Esse tipo de sinal em meio terrestre possui limitações na disseminação da informação no meio, podendo demorar a atingir seu receptor. Portanto, a comunicação súbita que possa provocar rápidas mudanças sociais, em geral, não é realizada por esse tipo de sinal em ambientes terrestres (SNOWDON, 2006).

Grande parte da comunicação no mar é feita através de sinais químicos. Esses tipos de sinais possuem uma variedade de funções em organismos pertencentes a todos os níveis tróficos marinhos (HAY & FENICAL, 1996), como por exemplo sincronia reprodutiva, comportamento competitivo, estratégia de forrageamento ou proteção (PEACOR & WERNER, 2001; BREITHAUPT & THIEL, 2008; HAY, 2008), como ocorre na espécie de bivalve *Mercenaria mercenaria*, que diminui seu hábito alimentar para não ser predado pelo siri-azul *Callinectes sapidus* (SMEE & WEISSBURG, 2006).

Os organismos pertencentes ao filo Cnidaria são conhecidos por utilizar compostos químicos para se comunicar. Além da utilização de metabólitos secundários como forma de defesa e competição intra e inter-específica (MARTÍ *et al.*, 2005; LAGES *et al.*, 2010), esses organismos ainda produzem hormônios, que também são comumente produzidos por vertebrados, para estabelecer uma comunicação (TARRANT, 2005), como o estradiol que é liberado na água por corais escleractíneos (ATKINSON & ATKINSON, 1992; TWAN *et al.*, 2003) e alcinácios (SLATTERY *et al.*, 1999) como forma de estimular a reprodução.

A espécie *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti, 1860) e o gênero *Tubastraea* Lesson, 1829 pertencem ao filo Cnidaria e coexistem em diversas regiões de recifes rochosos do estado do Rio de Janeiro, apesar do gênero *Tubastraea* ser uma espécie exótica.

A espécie *P. caribaeorum* está incluída na ordem Zoanthidea, que ocorre em águas rasas por toda a costa brasileira (ROHLFS & BELEM, 1994). São animais bentônicos coloniais, unidos por cenênquima que crescem em substratos rígidos. A organização dos pólipos é colonial, formando uma cobertura homogênea sobre o substrato. *P. caribaeorum* estabelece uma associação com zooxantelas simbiotes para auxiliar sua nutrição (RYLAND & LANCASTER, 2003). Esta espécie produz um muco característico que lhe dá o nome popular de baba-de-boi (SOARES *et al.*, 2006).

*Tubastraea* sp. é um gênero de coral escleractíneo, com esqueleto formado por aragonita e carbonato de cálcio (TAMBUJTÉ *et al.*, 2007). A espécie é originária do Arquipélago de Fiji e foi introduzida no Brasil (PAULA & CREED, 2005), ocorrendo atualmente em diversas regiões do país, como na Baía de Ilha Grande (LOPES, 2009). Como pertence à Ordem

Scleractinia, possui como características de seus pólipos uma grande semelhança a anêmonas-do-mar, porém formando colônias de pólipos sem sifonoglifos (CAIRNS, 2001) e que secretam carbonato de cálcio na epiderme inferior e da estrutura basal do pólipo, produzindo uma taça esquelética onde o pólipo fica preso (RUPPERT *et al.*, 2006).

A vida em colônia é comum em diversas espécies e pode ser observada geralmente quando a vida em grupo supera a aptidão do animal quando encontrado em vida solitária (ALEXANDER, 1974). Entretanto a vida em grupo implica na convivência com conspecíficos e acarreta no desenvolvimento de comportamentos sociais que auxiliam essa convivência de forma que os organismos aumentem sua aptidão quando juntos (TOTH & ROBINSON, 2007). O comportamento de alarme é bastante comum em organismos coloniais (ALEXANDER, 1974; EMLÉN, 1984; CRESPI & CHOE, 1997), sendo comumente encontrado em mamíferos e aves (CURIO, 1975; LAGORY, 1987; CHARNOV AND KREBS, 1975; STANFORD, 2002). Os cnidários são conhecidos por utilizarem a defesa química para competir e contra predação (PAWLIK *et al.*, 1987; PAWLIK, 1993; LAGES *et al.*, 2010), porém não existem relatos de que os compostos químicos produzidos por esses animais possam agir como alarme para que o pólipo de um conspecífico se feche. O comportamento de social em cnidários é praticamente desconhecido e pode servir de base para o entendimento evolutivo do comportamento de cooperação em animais.

Levando em consideração essa questão, o presente trabalho tem como objetivo determinar se os pólipos de *Tubastraea* sp. e *P. caribaeorum* respondem à retração de um conspecífico de mesma população, indicando uma possível comunicação de alarme.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Área de estudo

As coletas de dados foram realizadas no costão rochoso oeste da praia de Araçatiba, localizada nas coordenadas 23° 09' S e 044° 20' O. A Praia de Araçatiba está inserida no conjunto de praias da Ilha Grande, localizada nos limites da Baía da Ilha Grande, Município de Angra dos Reis, litoral sul do estado do Rio de Janeiro. A praia de Araçatiba se estende por cerca de 120 metros, circundada por Mata Atlântica. Seu costão rochoso oeste recebe incidência solar direta somente pela manhã. E o costão rochoso leste durante todo dia (FRERET-MEURER, 2006).

### Coleta de dados

Foram realizadas observações em águas superficiais utilizando o mergulho livre em março de 2011. As colônias de *Tubastraea* sp. e *P. caribaeorum* a serem observadas foram selecionadas de forma aleatória apenas com a restrição da profundidade. Apenas colônias em águas rasas foram observadas (até 1m de profundidade). A maré não foi levada em consideração durante as observações.

As observações foram realizadas a partir do método Grupo Focal (ALTMANN, 1974). Cada observação foi precedida por um período de três minutos para estabilização do comportamento do grupo em foco de forma que a presença dos pesquisadores não interferisse no experimento. Nenhuma colônia mostrou alteração comportamental durante esse período. Posteriormente um indivíduo central da colônia recebeu um estímulo tátil promovido pela leve pressão de um lápis junto aos seus tentáculos. Após o estímulo, a colônia foi observada durante três minutos. Esse tempo foi estipulado para garan-

tir que qualquer reação tardia dos indivíduos fosse registrada, apesar da reação ser quase simultânea ao estímulo. Todos os pólipos que fecharam após o estímulo foram contados.

No caso de *P. caribaeorum*, as colônias foram fotografadas antes e depois do estímulo para posterior contagem dos pólipos em laboratório. Para padronização da área de contagem de pólipos, um quadrat de arame foi seguro por um mergulhador sobre a colônia, porém sem encostar nela, para demarcar uma área de 225cm<sup>2</sup> (15cm x 15 cm) durante todo o procedimento descrito antes e depois do estímulo. Os resultados foram anotados em prancheta de PVC. O grau de reatividade foi avaliado a partir da proporção da área da colônia que reagiu ao estímulo e relação à área total avaliada (225cm<sup>2</sup>). Para isso, foi utilizado o programa Adobe Photoshop CS2 para inserir sobre as fotografias das colônias de *P. caribaeorum* um *grid* de 100 quadrantes e o percentual de pólipos fechados foi quantificado. Já para *Tubastraea* sp., essa proporção foi avaliada de acordo com a seguinte fórmula: número de pólipos fechados\*100/número total de pólipos da colônia. Esse valor final foi expresso em percentual.

As colônias de *Tubastrea* eram relativamente pequenas, portanto não foi necessária a aplicação do método de quadrat para demarcar a área. O comportamento de todos os indivíduos das colônias de *Tubastrea* foram contabilizados antes e depois do estímulo *in loco*.

A quantidade de pólipos fechados em ambas as espécies estudadas foi comparada utilizando o Teste de Mann-Whitney, a proporção de pólipos fechados entre as duas colônias foi comparada pelo teste *t* e a relação entre o tamanho da colônia e o

número de pólipos reativos foi analisada pelo Rank de Spearman.

## RESULTADOS

Foi observado que as duas espécies estudadas apresentaram reatividade secundária após o estímulo de um único pólipo. Dentre as 30 colônias estudadas de *Tubastraea* sp., 43% (n=13) delas reagiram fechando apenas o pólipo estimulado e 57% das demais apresentaram reatividade secundária (Figura 1). As colônias variaram de tamanho, sendo registrada uma média de 14 ± 8 pólipos/colônia. Foi encontrada uma média de 2,4 ± 2,14 pólipos fechados/colônia. Quando se relacionou o tamanho da colônia (número total de pólipos) com a quantidade de pólipos que fecharam, foi encontrada uma correlação positiva ( $p < 0,001$ ;  $r = 0,71$ ;  $g_L = 29$ ) (Figura 2), indicando que quanto maior a colônia, maior a quantidade de pólipos que responderam secundariamente ao estímulo. Em média, 19 ± 12 % da colônia respondeu ao estímulo. Nas colônias de *P. caribaeorum* o estímulo também foi em apenas um pólipo e todas as 23 colônias apresentaram reação secundária. O número de pólipos retraídos variou de 18 até 511, tendo uma média de 215,52 ± 127,34 pólipos fechados/colônia. Quando se analisou o percentual da colônia que respondeu ao estímulo em uma área delimitada de 225cm<sup>2</sup>, em média, 8,8 ± 8,6 % da colônia foi reativa secundariamente ao estímulo (Figura 3). Quando se comparou o número de pólipos que reagiram secundariamente ao estímulo em *Tubastrea* sp. e *P. caribaeorum* foi encontrada uma diferença significativa ( $p < 0,001$ ;  $U = 0,00$ ;  $g_L = 51$ ), sendo *P. caribaeorum* mais reativo. Porém, quando se comparou a proporção de reatividade das duas espécies em relação ao tamanho da colônia, também foi encontrada uma diferença

significativa ( $p < 0,001$ ;  $t = 3,37$ ;  $g L = 51$ ), entretanto, indicando maior reatividade em *Tubastraea* sp.. Nos experimentos controle, verificou-se que todas as

colônias observadas de ambas as espécies permaneceram abertas sem que houvesse nenhum tipo de reação ( $n = 60$ ).

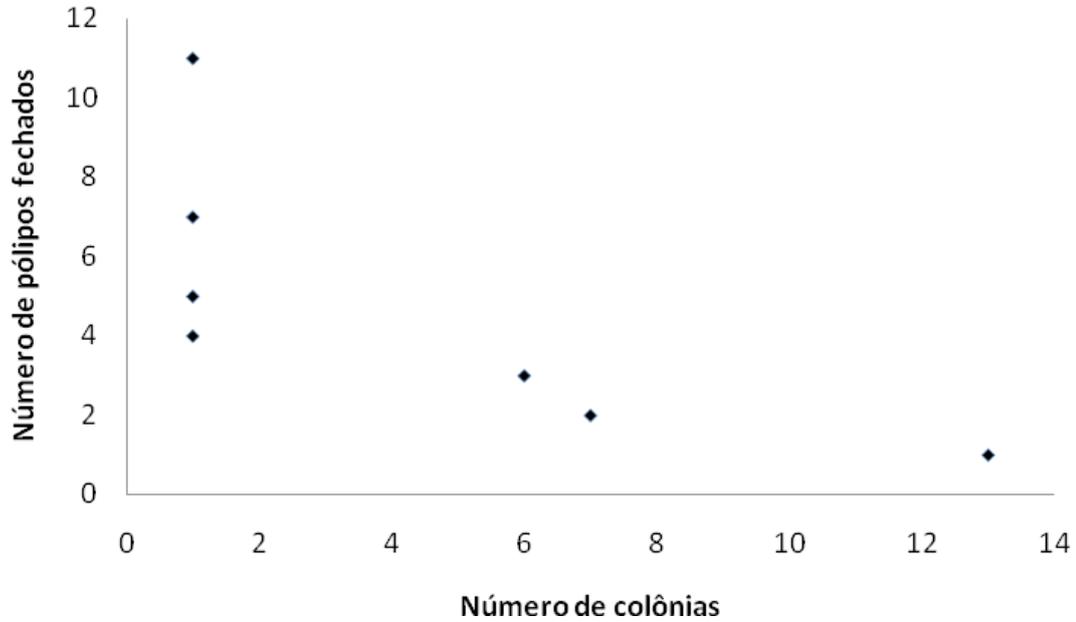


Figura 1- Relação entre o número de colônias e o número de pólipos fechados de *Tubastraea* sp. após o estímulo.

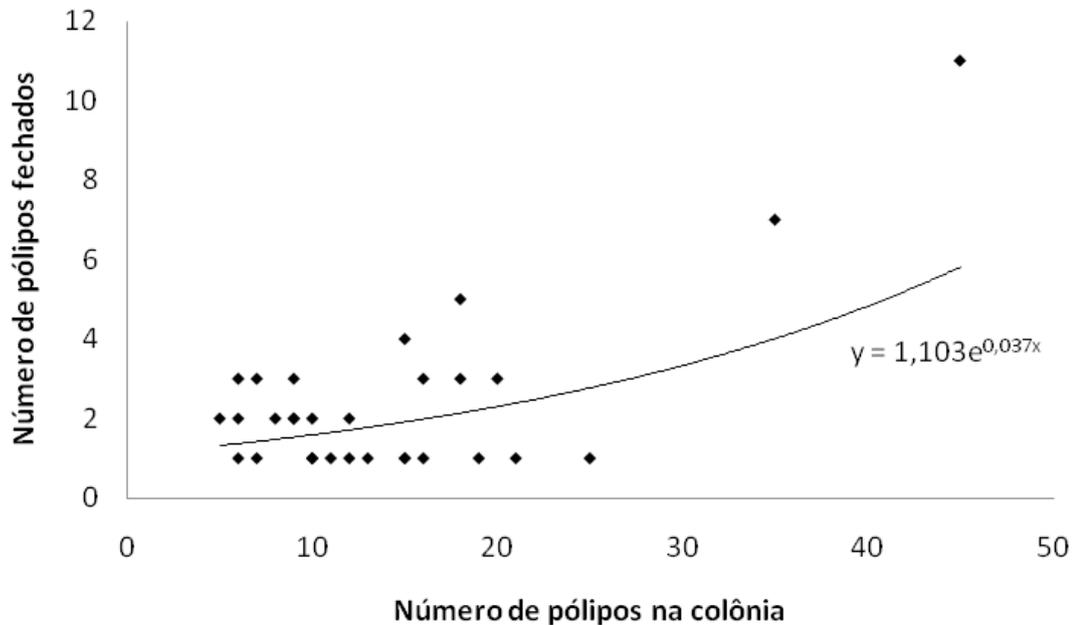


Figura 2- Relação entre o tamanho da colônia e o número de pólipos que fecharam após o estímulo.

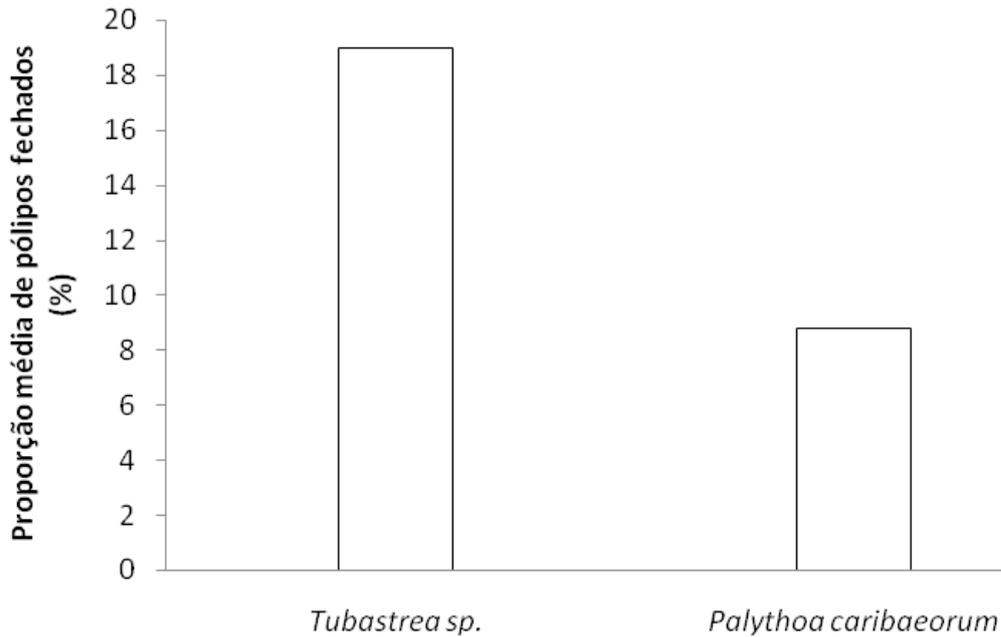


Figura 3 – Proporção média de pólipos fechados nas duas espécies estudadas *Tubastraea sp.* e *Palythoa caribaeorum*.

## DISCUSSÃO

Foram notadas reações de retração envolvendo pólipos adjacentes ao estimulado em ambos os cnidários estudados, indicando que algum tipo de comunicação ocorreu entre pólipos da mesma espécie. O que diferenciou cada resposta foi a intensidade com que a reação se espalhou por suas colônias, ou a quantidade de pólipos adjacentes que reagiram ao estímulo de um pólipo central.

As colônias de *Tubastraea sp.* são circulares (CAIRNS, 2001) e relativamente menores do que as de *P. caribaeorum*, que se difundem largamente pela área de estudo (observação pessoal) e por toda a Ilha Grande (CASTRO *et al.*, 1999). Sendo assim, o menor tamanho das colônias de *Tubastraea spp.* pode ser um dos motivos para a menor quantidade de pólipos reativos secundariamente ao estímulo. Pôde-se constatar também que essa reação secundária é proporcional ao tamanho da colônia,

o que indica que reatividade é maior, quando a colônia também é maior. Já as grandes colônias *P. caribaeorum* podem apontar, em parte, para uma maior comunicação entre pólipos, resultando em maior intensidade de reação entre eles. De acordo com o comportamento registrado de retração secundária dos pólipos adjacentes ao estimulado em ambas as espécies, pode constatar que houve algum tipo de comunicação intra-populacional. Três opções de veículos de comunicação podem ter sido utilizadas por eles: (a) sinais químicos lançados na água pelo pólipo estimulado; (b) sinais químicos liberados diretamente para os pólipos adjacentes; (c) sinal tátil.

Sinais químicos são largamente utilizados na comunicação entre animais marinhos (HAY & FENICAL, 1996). Inclusive, sinais químicos de alarme contra predadores foram identificados em cnidários (HOWE & SHEIKH, 1975). Os autores identificaram a

produção e liberação de feromônios de alarme em anêmonas conspecíficas feridas. Dependendo de sua composição e intensidade de liberação, o sinal, quando emitido diretamente no meio, pode ser difundido por grandes distâncias através das correntes marinhas. Dessa forma, esperava-se que, se a comunicação entre os pólipos de *Tubastraea* spp. tivesse ocorrido por este meio, mais pólipos teriam respondido aos sinais lançados pelo pólipo estimulado. Por outro lado, como o estímulo foi realizado em apenas um pólipo, talvez a liberação do sinal químico tenha sido pequena o suficiente para que apenas pólipos em seu entorno respondam. Caso o estímulo tivesse sido em maior escala, talvez houvesse maior produção e a resposta secundária fosse também maior.

A comunicação química pode ter sido uma das formas de comunicação entre os pólipos de *P. caribaeorum*. Mais de dez pólipos reagiram ao comportamento do pólipo estimulado, em todas as colônias estudadas, mostrando que um sinal foi transmitido para a colônia. A liberação de um sinal químico diretamente no meio também deveria afetar, em menor número, pólipos mais distantes do pólipo central, o que não foi observado. Além disso, a área reativa ao sinal emitido pelo pólipo estimulado formava uma circunferência em seu entorno, sugerindo que o sinal foi emitido de forma radial e proporcional. A substância química liberada na água, dificilmente apresentaria um efeito tão simétrico como o observado. A resposta observada em *P. caribaeorum* sugere um tipo de sinal difundido quase que diretamente para os pólipos adjacentes, que retransmitiram o sinal para outros pólipos adjacentes, em uma espécie de efeito dominó, sendo que o sinal perdera sua intensidade ao longo das transmissões, afetando apenas a porção da colônia

mais próxima do primeiro pólipo estimulado. As colônias de *P. caribaeorum* são formadas por densos agrupamentos de pólipos de tamanhos similares, dando certo aspecto regular às superfícies de suas colônias (KOEHL, 1977). Esse adensamento de pólipos interligados por colênquima (DUCHASSAING & MICHELOTTI, 1860), sugerem a possibilidade de que a transmissão de sinais, diretamente de um pólipo para o outro, ocorra internamente, através da ligação de seus tecidos. Desta forma apenas pólipos próximos ao pólipo estimulado reagiriam ao seu sinal de alerta. *Palythoa caribaeorum* produz diversas substâncias químicas, como a palitoxina, que podem ser utilizadas também como forma de comunicação (BÉRESS *et al.*, 1983; GLEIBS *et al.*, 1995). É importante ressaltar que em algumas populações de *P. caribaeorum*, não houve registro de toxicidade nos animais, sendo sugerido pelos autores que o animal ao invés de produzir essa substância, as absorva de outros organismos, como pelo dinoflagelado associado ao substrato *Ostreopsis* (ONUMA *et al.*, 1999) ou através de bactérias (MOORE *et al.*, 1982).

A comunicação tátil também pode ter sido utilizada pelos pólipos de *P. caribaeorum*. Como existe uma conexão anatômica entre pólipos pelo colênquima, o fechamento dos pólipos adjacentes ao estimulado pode apenas ter sido um comportamento reativo ao movimento de retração dos tentáculos do pólipo estimulado, como um comportamento condicionado de proteção (GINSBURG & JABLONKA, 2008). Já em *Tubastraea* spp. essa comunicação tátil seria mais difícil de ocorrer. As colônias de *Tubastraea* spp. são formadas pela interligação de seus pólipos através de uma camada tecidual horizontal (RUPPERT *et al.*, 2005; BRUSCA & BRUSCA, 2007), mas os pólipos são relativamente separados uns dos outros pelo

esqueleto calcário que os envolve. A rigidez da estrutura que envolve o pólipo possivelmente reduz a possibilidade de perceber vibrações pela estrutura física, como em *P. caribaeorum*. Apesar do esqueleto de carbonato de cálcio que envolve os pólipos, eles são interconectados por dobras laterais das dobras da parede colunar (RUPPERT *et al*, 2005), o que viabiliza a transmissão de sinais químicos de um pólipo para outro.

Durante a execução deste trabalho foi observado, porém não contabilizado, que a velocidade de fechamento dos pólipos adjacentes diminuiu em relação à distância do pólipo central estimulado. Desta forma, o sinal foi perdendo intensidade ao longo de sua transmissão, o que impede gastos energéticos desnecessários por parte de pólipos afastados da área em contato direto com o estímulo.

Os resultados encontrados dão suporte à hipótese de que há algum tipo de comunicação entre os pólipos de uma mesma colônia, para ambas as espécies estudadas. Este estudo traz em questão que mesmo um grupo considerado menos complexo que aves e mamíferos pode ter também um comportamento social desenvolvido, havendo formas de se comunicar para alertar perigo e talvez em outras circunstâncias também, como sincronia reprodutiva e competição interespecífica. Este estudo pode contribuir para o entendimento evolutivo do comportamento social em animais.

### AGRADECIMENTOS

Gostaríamos de agradecer às alunas de Ciências Biológicas da Universidade Santa Úrsula Elisa Flores, Thaís Rigoni, Rebeca Mello e Samantha Palhano pelo auxílio na coleta de dados.

### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, R.D. 1974. The evolution of social behaviour. *Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics*, Palo Alto, 5: 325–383.
- ALTMANN, J. 1974. Observational study of behavior: sampling methods. *Behaviour*, Londres, 49: 227-267.
- ATKINSON, S. & ATKINSON, M.J. 1992. Detection of estradiol-17b during a mass coral spawn. *Coral Reefs*, Honolulu, 11:33–35.
- BÉRÉSS, L.; ZWICK, H.J.; KOLKENBROCK, P.N.; KAUL, O. & WASSERMANN, A. 1983. A method for the isolation of the Caribbean palytoxin (C-PTX) from the coelenterate (zoanthid) *Palythoa caribaeorum*. *Toxicon*, Atlantic City, 21: 285-290.
- BREITHAUPT, T. & THIEL, M. 2008. Chemical Communications in Crustaceans. Disponível em: [http://books.google.nl/books?id=Ws\\_1GYMDPG0C&dq=Aquiloni](http://books.google.nl/books?id=Ws_1GYMDPG0C&dq=Aquiloni). Acesso em Maio de 2011.
- BRUSCA, R.C. & BRUSCA, G.J. 2003. *Invertebrates*. Sunderland, Sinauer Associates. 936p.
- BRUSCA, R.C. & BRUSCA, G.J. 2007. *Invertebrados*. Rio de Janeiro, Guanabara Koogan. 968p.
- CAIRNS, S.D. 2001. A Generic Revision and Phylogenetic Analysis of the Dendrophylliidae (Cnidaria: Scleractinia). Washington DC, **Smithsonian Institution Press**, 75p.
- CASTRO, C.B.; ECHEVERRÍA, C.A.; PIRES, D.O. & FONSECA, C.G. 1999. Distribuição do Bentos (Cnidaria e Echinodermata) em costões rochosos da Baía da Ilha Grande, Rio de Janeiro, Brasil. *Oecologia Brasiliensis*, Rio de Janeiro, 7: 179-193.
- CHARNOV, E. & KREBS, J. 1975. The evolution of alarm calls. *American Naturalist*, Chicago, 109:107-112.

- COSTA, D.L.; GOMES, P.B.; SANTOS, A.M.; VALENÇA, N.S.; VIEIRA, N.A. & PÉREZ, C.D. 2011. Morphological plasticity in the reef zoanthid *Palythoa caribaeorum* as an adaptive strategy. **Annales Zoologici Fennici**, Helsinki, 48: 349-358.
- CRESPI, B.J. & CHOE, J.C. 1997. Evolution and explanation of social systems, pp. 499-524. In: Choe, J.C. and B. J. Crespi (eds). **The Evolution of Social Behavior in Insects and Arachnids**. Cambridge, Cambridge University Press.
- CURIO, E. 1975. The functional organization of anti-predator behaviour in the pied flycatcher: a study of avian visual perception. **Animal Behavior**, Londres, 23: 1-115.
- EMLEN, S.T. 1984. Cooperative breeding in birds and mammals, pp. 305-339. In: J. R. Krebs & N. B. Davies (eds). **Behavioural Ecology**. Oxford, Blackwell Scientific.
- DUCHASSAING, F.P. & MICHELOTTI, G. 1860. Mémoire sur les Coralliaires des Antilles. Turin, **Imprimerie Royale**.
- FRERET-MEURER, N.V. 2006. **Aspectos comportamentais e populacionais de *Hippocampus reidi* Ginsburg, 1933 (Actinopterygii, Syngnathidae) da praia de Araçatiba, Ilha Grande, Angra dos Reis, Rio de Janeiro**. Dissertação de Mestrado. Universidade Santa Úrsula. Rio de Janeiro. 47p.
- GINSBURG, S. & JABLONKA, E. 2008. The Transition to Experiencing: I. Limited Learning and Limited Experiencing. **Biological Theory**, Cambridge, 2(3): 218-230.
- GLEIBS, S.; MEBS, D. & WERDING, B. 1995. Studies on the origin and distribution of palytoxin in a Caribbean coral reef. **Toxicon, Atlantic City** 33: 1531-1537.
- HAY, M.E. & FENICAL, W. 1996. Chemical Ecology and Marine Biodiversity: Insights and Products from the Sea. **Oceanography, Rockville** 10 (1): 10-20.
- HAY, M.E. 2008. Marine Chemical Ecology: Chemical Signals and Cues Structure Marine Populations, Communities, and Ecosystems. **Annual Review of Marine Science, Palo Alto**, 1: 193-212.
- HOWE, N.R. & SHEIKH, Y.M. 1975. Anthopleurine: a sea anemone alarm pheromone. **Science**, Cambridge, 189: 386-389.
- KOEHL, M.A.R. 1977. Water flow and morphology of zoanthid colonies, pp. 438-444. In: Taylor, D.L. (ed.). Proceedings of the third international coral reef symposium. Miami, **University of Miami**, XXIV. 656p.
- KREBS, J.R. & DAVIES, N.B. 1966. **Introdução ecologia comportamental**. São Paulo, Atheneu Editora. 420p.
- LAGES, B.G.; FLEURY, B.G.; REZENDE, C.M.; PINTO, A.C. & CREED, J. C. 2010. Chemical composition and release *in situ* due to injury of the invasive coral *tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia). **Brazilian Journal of Oceanography**, São Paulo, 58: 47-56.
- LAGORY, K.E. 1987. The influence of habitat and group characteristics on the alarm and flight response of white-tailed deer. **Animal Behaviour**, Londres, 35: 20-25.
- LOPES, R.M. 2009. **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil** (Série Biodiversidade, 33). Brasília, Ministério do Meio Ambiente. 440 p.
- MARTÍ, R.; URIZ, M.J. & TURON, X. 2005. Spatial and temporal variation of natural toxicity in cnidarians, bryozoans and tunicates in Mediterranean caves. **Scientia Marina**, Barcelona, 69: 485-492.

- MILLER, W.H.; RATLIFF, F. & HARTLINE, H.K. 1973. Como as células recebem estímulos, pp. 219-230. *In*: Mcgaugh, J.L.; Weinberger, N.M.; Whalen, R.E. (ed.). **Psicobiologia: As bases biológicas do comportamento**. Rio de Janeiro, Polígono. 420p.
- MOORE, R.E.; HELFRICH, P. & PATTERSON, G.M.L. 1982. The deadly seaweed of Hana. *Oceanus* 25: 54.
- ONUMA, Y.; MASAYUKI, S.; UKENA, T.; ROUX, J.; CHANTEAU, S.; RASOLOFONIRINA, N.; RATSIMALOTO, M.; NAOKI, H. & YASUMAMOTO, T. 1999. Identification of putative palytoxin as the cause of cluetoicism. **Toxicol**, Atlantic City, 37: 55-65.
- PAULA, A.F. & CREED, J.C. 2005. Spatial distribution and abundance of nonindigenous coral genus *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) around Ilha Grande, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, Rio de Janeiro, 65 (4): 661-667.
- PAWLIK, J.R. 1993. Marine invertebrate chemical defenses. **Chemical Reviews**, Colorado, 93: 1911-1922.
- PAWLIK, J.R.; BURCH, M.T.; FENICAL, W. 1987. Patterns of chemical defense among Caribbean gorgonian corals: a preliminary survey. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, Cambridge, 108: 55-66.
- PEACOR, S.D. & WERNER, E.E. 2001. The contribution of trait-mediated indirect effects to net effects of a predator. **Proceedings of the National Academy of Science of the United States of America**, Washington DC, 98 (7): 3904-3908.
- ROHLFS DE MACEDO, C.M.R. & BELÉM, M.J.C. 1994. The genus *Zoanthus* in Brazil. 1. Characterization and anatomical revision of *Zoanthus sociatus* (Cnidaria, Zoanthinaria, Zoanthidae). **Iheringia**, Rio Grande do Sul, 77: 135-144.
- RUPPERT, E.E.; FOX, R.S. & BARNES, R.D. 2005. **Zoologia dos Invertebrados: Uma abordagem funcional-evolutiva**. São Paulo, Roca. 1145p.
- RYLAND, J.S., & LANCASTER. J.E. 2003. Revision of methods for separating species of *Protopalythoa* (Hexacorallia: Zoanthidea) in the tropical West Pacific. **Invertebrate Systematics**, Collingwood, 17: 407-428.
- SLATTERY, M.; HINES, G. A.; STARMER, J. & PAUL, V. J. 1999. Chemical signals in gametogenesis, spawning, and larval settlement and defense of the soft coral *Sinularia polydactyla*. **Coral Reefs**, Honolulu, 18: 75-84.
- SMEE D.L. & WEISSBURG, M.J. 2006. Hard clams (*Mercenaria mercenaria*) evaluate predation risk using chemical signals from predators and injured conspecifics. **Journal of Chemical Ecology**, Nova Iorque, 32: 605-619.
- SNOWDON, C.T. 2006. Comunicação, pp. 115-140. *In*: Yamamoto, M.E. & Volpato, G.L. (Org.). **Comportamento Animal**. Natal, Universidade Federal do Rio Grande do Norte. 298p.
- SOARES, C. L. S.; PÉREZ, C. D.; MAIA, M. B. S.; SILVA, R. S.; MELLO, F. A. 2006. Avaliação da atividade antiinflamatória e analgésica do extrato bruto hidroalcoólico do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti, 1860). **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Curitiba, 16 (4): 463-468.
- STANFORD, C.B. 2002.: Avoiding predators: expectations and evidence in primate antipredator behavior. **International Journal of Primatology**, Oxford, 23: 741-757.
- TAMBUITÉ, S.; TAMBUITÉ, E.; ZOCCOLA, D.; CAMINITI, N.; LOTTO, S.; MOYA, A.; ALLEMAND, D. & ADKINS, J. 2007. Characterization and role of carbonic anhydrase in the calcification process of the azooxanthellate coral *Tubastraea aurea*. **Marine Biology**, Nova Iorque, 151: 71-83.

TARRANT, A.M. 2005. Endocrine-like signaling in cnidarians: current understanding and implications for ecophysiology. **Integrative and Comparative Biology** **45**: 201-214.

TOTH, A. L. & ROBINSON, G. E. 2007. Evo-devo and the evolution of social behavior. **Trends in Genetics**, Cambridge, 23: 334–341.

TWAN, W.H.; HWANG, J.S. & CHANG, C.F. 2003. Sex steroids in scleractinian coral, *Euphyllia ancora*: Implication in mass spawning. **Biology of Reproduction**, Madison 68: 2255–2260.

**Recebido: 23/03/2012**

**Revisado: 12/09/2012**

**Aceito: 12/09/2012**

