



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

AMANDA LACERDA ALVES

**ECOLOGIA ALIMENTAR DE *Zoanthus sociatus* E *Protopalythoa variabilis*
(CNIDARIA: ZOANTHARIA) NO LITORAL DE PERNAMBUCO, BRASIL.**

RECIFE-PE

2015

AMANDA LACERDA ALVES

**ECOLOGIA ALIMENTAR DE *Zoanthus sociatus* E *Protopalythoa variabilis*
(CNIDARIA: ZOANTHARIA) NO LITORAL DE PERNAMBUCO, BRASIL**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

Orientadora: Prof^ª. Dra. Ariadne N. Moura

Co-orientadora: Prof^ª. Dra. Paula B. Gomes

RECIFE-PE

2015

AMANDA LACERDA ALVES**Ecologia alimentar de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* (cnidaria: Zoantharia) no litoral de Pernambuco, Brasil.****Amanda Lacerda Alves**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Mestre em Ecologia.

Dissertação apresentada e _____ em: ____/____/____

Orientadora:

Profa. Dra. Ariadne do Nascimento Moura (DB/UFRPE)

Co-orientadora:

Profa. Dra. Paula Braga Gomes (UFRPE)

Examinadores:

Prof. Dr. Mauro Melo Júnior (UAST/UFRPE)

Prof. Dr. Ralf Schwamborn (DOCEAN/UFPE)

Prof. Dra. Maria da Glória Gonçalves da Silva Cunha (DOCEAN/UFPE)

Suplente:

Prof. Dr. Carlos Daniel Pérez (CAV/UFRPE)

Dedico este trabalho à minha força e vitória, Jesus!

AGRADECIMENTOS

“Não, eu não posso, não vou dá um passo sequer. Se Deus não for comigo não irei jamais...” E nesses dois anos, como em toda a minha vida, Deus se fez presente em misericórdia e graça! O primeiro “muito obrigada” vai para Ele, meu Deus de Amor, que vai me levantar se o mundo me fizer cair.

À professora Ariadne pela plena confiança neste trabalho!! Por abrir as portas do seu Laboratório (LABFLIC) e oferecer toda estrutura possível, incluindo seus alunos que estavam sempre dispostos a me ensinar e ajudar da melhor forma possível!

À professora Paula, minha *profe* de sempre e para sempre!! Tudo o que sou hoje, academicamente falando, devo a ela. Com Paula a gente aprende a ter tempo pra tudo. Aprende que é possível conciliar família e trabalho. Ela sempre escolhe as melhores palavras pra elogiar e criticar, confirmando, assim, uma boa orientação, sobretudo para a vida!!

Ao Programa de Pós Graduação em Ecologia da UFRPE pela oportunidade de ingressar, concluir o mestrado e contribuir para minha qualificação profissional.

Ao Grupo de Pesquisa em Antozoários (GPA), em especial aos amigos do LECHEM, que sempre de forma científica e amorosa ajudaram a conquistar todas as minhas metas!!

Aos familiares, namorado e amigos perfeitos que me acolhem, me abraçam, me levam pra perto de Deus e dão sentido à palavra Amor! Obrigada por dividir comigo os momentos de preocupação e garantir o: “já deu tudo certo!”

Que posso mais dizer, se o coração já disse... MUITO OBRIGADA!!

SUMÁRIO

Dedicatória	iv
Agradecimentos	v
Resumo	vii
Abstract	viii
Introdução Geral	9
Revisão de Literatura	10
Referências Bibliográficas	13
Artigo: ECOLOGIA ALIMENTAR DE <i>Zoanthus sociatus</i> E <i>Protopalythoa variabilis</i> (CNIDARIA: ZOANTHARIA) NO LITORAL DE PERNAMBUCO, BRASIL.....	18
Resumo	19
Introdução	20
Material e Métodos	21
Resultados	24
Discussão	32
Referências	35
Normas da Revista	43

Alves, Amanda Lacerda (Msc). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Março, 2015. Ecologia alimentar de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* (Cnidaria: Zoantharia) no litoral de Pernambuco, Brasil. Orientadora: Ariadne Moura do Nascimento (UFRPE). Co-orientadora: Paula Braga Gomes (UFRPE).

Resumo

Este trabalho objetivou estudar a ecologia alimentar dos zoantídeos *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*. Foram amostradas trimestralmente (maio/2013 a fevereiro/2014) colônias das espécies no infralitoral nos recifes da Praia de Porto de Galinhas (8° 33' 00'' a 8°33'33'' S ; 35° 00'27'' a 34° 59' 00'' W). Os pólipos (n=400) tiveram a cavidade gástrica examinada e as presas encontradas foram contabilizadas, medidas e identificadas. Foram calculadas a riqueza e abundância total dos itens de presas. O teste GLM two-way ANOVA foi usado para comparar a abundância e riqueza entre período e espécies. A partir das medições das presas, foi calculado o biovolume para caracterizar as presas com maior importância no aporte de biomassa. Para análise de seletividade foram coletadas amostras das espécies de zoantídeos e do plâncton no período seco e chuvoso. Os resultados revelaram a ocorrência de sete taxons do fitoplâncton e três do zooplâncton, além de matéria orgânica particulada. As diatomáceas pennales foram as presas mais abundantes e, juntamente, com ovos de invertebrados constituíram as presas mais importantes no aporte de biomassa. Houve diferença significativa na abundância e riqueza entre as espécies e entre os períodos, havendo interação significativa entre estes fatores, apenas para a abundância. O tamanho médio das presas presentes nos pólipos de *Z. sociatus* ($26,35 \pm 59,10 \mu\text{m}$) e nos pólipos de *P. variabilis* ($26,56 \pm 54,71 \mu\text{m}$) foi menor do que no plâncton ($54,14 \pm 107,25 \mu\text{m}$). Quanto ao tipo de presa, *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* se alimentam predominantemente de diatomáceas. Pelos resultados obtidos, as duas espécies são suspensívoras, alimentando-se principalmente de fitoplâncton de pequeno porte. Esses resultados corroboram os anteriormente encontrados para o zoantídeo *P. caribaeorum* no mesmo local, demonstrando que este grupo tem um papel importantíssimo no fluxo de energia nos recifes, transferindo biomassa do plâncton para os superiores da cadeia. Isto é fundamental para os recifes brasileiros onde a cobertura de outros suspensívoros, como corais, é muito baixa.

Palavras chaves: zoantídeo, dieta, energia, plâncton, seletividade alimentar

Alves, Amanda Lacerda (Msc). Universidade Federal Rural de Pernambuco. Março, 2015. Ecologia alimentar de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* (Cnidaria: Zoantharia) no litoral de Pernambuco, Brasil. Orientadora: Ariadne Moura do Nascimento (UFRPE). Co-orientadora: Paula Braga Gomes (UFRPE).

Abstract

This study investigated the feeding ecology of zoanths *Zoanthus sociatus* and *Protopalythoa variabilis*. Colonies of this species were sampled in the infralittoral zone of reefs in northeastern Brazil (may/2013 to february/2014). Polyps (n = 400) were examined the gastric cavity and prey found were counted, measured and identified. We calculated the richness and total abundance of prey items. The GLM test two-way ANOVA was used to compare the abundance and richness between period and species. The biovolume of preys were calculated to characterize the most important food items in terms of their biomasses. To evaluate the selectivity, zoanthid and plankton samples were collected in the dry season and rainy. The results revealed the occurrence of seven taxa of phytoplankton and zooplankton three, and particulate organic matter. Pennales diatoms were the most abundant and most frequent prey and, together with invertebrate eggs, constituted the most important food items in terms of their biomasses. There were significant differences in abundance and richness among the species and between periods, with a significant interaction between these factors, only for abundance. The mean size of prey items within the polyps of *Z. sociatus* ($26.35 \pm 59.10 \mu\text{m}$) and polyps of *P. variabilis* ($26.56 \pm 54.71 \mu\text{m}$) was significantly smaller than in the plankton ($54,14 \pm 107,25 \mu\text{m}$). As for the type prey, *Zoanthus sociatus* and *Protopalythoa variabilis* feed predominantly diatoms. The results, the two species are suspensívoras, feeding mainly on small phytoplankton. These results corroborate those previously found for the zoanthid *P. caribaeorum* in the same place, showing that this group has an important role in energy flow in reefs, transferring biomass of plankton to superiroes groups of the chain. This is fundamental to the Brazilian reefs where coverage of other suspensívoros as coral, is very low.

Keywords: zoanthid, diet, energy, plankton, food selectivity

1. INTRODUÇÃO GERAL

A ecologia trófica é um aspecto importante na biologia de um organismo, pois facilita a compreensão do real papel que uma espécie representa no ambiente marinho fornecendo dados ecológicos para a gestão de ecossistemas (Rossi et al., 2004). Evidências sugerem que a ecologia alimentar dos animais suspensívoros pode ser importante para o entendimento dos ecossistemas litorâneos, mas o conhecimento sobre as dietas naturais e as taxas de alimentação deles ainda é escasso (Ribes et al., 2003).

Os organismos suspensívoros são dependentes e interagem com a coluna d'água de forma direta, captam o material particulado e, conseqüentemente, desempenham um papel essencial no ecossistema ingerindo as partículas alimentares, a matéria orgânica dissolvida e o plâncton em suspensão atuando na transferência de energia do plâncton para o bentos (Genzano, 2005; Lira et al., 2008).

Em ambientes recifais o papel de suspensívoros é desempenhado, principalmente, por cnidários como corais, zoantídeos, hidróides e octocorais (Gomes, 2001). Nos recifes do nordeste brasileiro, a cobertura coralínea é baixa e há dominância de algas e zoantídeos. Os zoantídeos *Zoanthus sociatus* (Ellis, 1767) e *Protopalythoa variabilis* (Duerden, 1898) caracterizam muitos ambientes recifais em toda a costa do país, ocorrendo no infralitoral e poças de maré. Neste contexto, a compreensão do funcionamento e da produtividade dos recifes de corais nordestinos depende do conhecimento da ecologia trófica destes zoantídeos.

Nos recifes do nordeste brasileiro, a cobertura coralínea é baixa e há dominância de algas e zoantídeos (Barradas et al., 2010). Neste contexto, a compreensão do funcionamento e da produtividade dos recifes de corais nordestinos depende do conhecimento da ecologia trófica de zoantídeos. Para verificar isso, este trabalho analisou a composição da dieta e a seletividade alimentar de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* nos recifes de Porto de Galinhas, nordeste do Brasil.

2. REVISÃO DA LITERATURA

O ambiente recifal é um dos ecossistemas mais importantes do mundo considerando sua grande biodiversidade e sua íntima relação com a presença de luz que remete a uma comparação às florestas tropicais (Hetzl e Castro, 1994). Os recifes de corais representam uma pequena percentagem em extensão, quando comparados a extensão dos oceanos (menos que 0,25%), porém abrigam uma alta biodiversidade (Knolwton, 2008) contendo mais de 25% das espécies de peixes e cerca de 25% de todas as espécies marinhas (Barradas et al., 2010). No Brasil, os recifes de corais se distribuem desde o sul da Bahia até o Maranhão, por cerca de 3.000 km da costa nordeste, sendo os únicos ecossistemas recifais do Atlântico Sul (Maida & Ferreira, 1997).

Nos recifes, as teias tróficas podem ser aspectos complexos da ecologia marinha e é um grande desafio entender a quantificação dos processos de transferência de matéria e energia nos ecossistemas marinhos que ocorrem em todos os elos da cadeia trófica, principalmente entre os organismos bentônicos e planctônicos (Coma et al., 1995; Gili & Coma, 1998; Rossi et al., 2004.) É forte a evidência que a biomassa dos animais bentônicos e suas cadeias alimentares são troficamente dependentes do plâncton e para nutrirem-se esses organismos possuem variados tipos de mecanismos para a captura do plâncton e de material orgânico situados na coluna d'água (Coma et al., 1995). Muitos destes possuem ainda uma relação mutualística com microalgas, conhecidas por zooxantelas, que lhes garantem uma fonte de nutrição autotrófica, além daquela heterotrófica.

Nos processos de transferência de energia os organismos suspensívoros parecem ter papel fundamental (Connell, 1978; Moberg & Folke, 1999). Consumidor de suspensão ou consumidor suspensívoro são aqueles organismos que se alimentam diretamente de partículas alimentares situadas na coluna d'água (Hughes, 2001). Por apresentarem pouco ou nenhum movimento são dependentes dos recursos alimentares disponíveis no local onde se encontram (Ribes et al., 2003).

Pode-se classificá-los em organismos suspensívoros ativos, aqueles que promovem corrente em torno de si para atrair partículas alimentares como bivalves,

ascídias, tunicados e esponjas, e em os organismos suspensívoros passivos que não possuem mecanismo algum (Genzano, 2005).

Muitos estudos enfatizam a importância dos organismos suspensívoros ativos, pois retiram ativamente partículas alimentares através de correntes de água geradas próximas a estruturas que captam o material particulado na coluna d'água, como as correntes geradas pelos cílios branquiais em moluscos bivalves, atuando ativamente na transferência de energia do meio planctônico para o meio bentônico. Existem evidências de que os organismos suspensívoros passivos também exercem um importante papel nessa transferência de energia, no entanto tem-se dado pouca importância para esses organismos (Rossi et al., 2004; Genzano, 2005; Lira et al., 2008).

Em ambientes recifais o papel de suspensívoros é desempenhado, principalmente, por cnidários como corais, zoantídeos, hidróides e octocorais (Gomes et al., 2011). Um dos primeiros estudos sobre ecologia trófica de cnidários suspensívoros foi feito por Leversee (1976) que descreveu a relação entre a taxa de predação, a morfologia e a orientação do octocoral *Leptogorgia virgulata*. Outros estudos que apontam sobre a dieta alimentar dos suspensívoros são Sebens, 1977, Santana, et al., 2014 com zoantídeos; Barangé, 1988, Coma et al., 1995, Coma et al., 1999 e Genzano, 2005, Orejas et al., 2001, Orejas et al., 2013 com hidróides; Sebens e Koehl, 1984, Migné e Davoult, 2002, Rossi, 2004, Lira et al., 2008, Gomes et al., 2012 com octocorais; Coma et al., 1994, Tsounis et al., 2006, Gori et al., 2012, Leal, et al., 2014 com gorgônias.

O fluxo de corrente, como um mecanismo de transporte de alimentos, e a variabilidade na distribuição de alimentos perto do fundo são os principais fatores responsáveis por regular a distribuição e a abundância de consumidores de suspensão nas comunidades de infralitoral (Gili e Ballesteros, 1991). Então, conhecer preferências alimentares desses organismos citados é essencial para caracterizar o nicho ecológico e o papel trófico deles nos ecossistemas marinhos a quais pertencem.

A Ordem Zoantharia, tem representantes principalmente coloniais e possuem os seus pólipos, cada unidade da colônia, ligados por estolões. A maioria das espécies de zoantídeos vive em simbiose com zooxantelas (Longo, 2002), ocorrendo desde a zona entre-marés até grandes profundidades do oceano (Macedo, 1986; Ryland et al., 2000; Sinniger et al., 2005).

Os zoantídeos do gênero *Zoanthus* distribuem-se globalmente em águas rasas tropicais e subtropicais, sendo comumente encontrados em rochas e recifes de coral, principalmente nas bordas destes, onde ficam expostos à ação das ondas e/ou correntes (Reimer et al., 2006a). No Brasil o gênero é bem representado pela espécie *Zoanthus sociatus* (Ellis, 1786) que caracteriza muitos ambientes recifais em toda a costa do país, ocorrendo no infralitoral e poças de maré. Este zoantídeo é muito comum na costa nordestina, tendo elevada cobertura nos recifes pernambucanos e sua dieta ainda é desconhecida.

Protopalythoa variabilis (Duerden 1898) está distribuída a partir do Caribe (Acosta et al. 2005) até a região sudeste do Brasil - São Paulo – (Silveira e Morandini, 2011). Apesar de possuir ampla distribuição as maiores coberturas dessa espécie se encontram nas praias do Nordeste brasileiro (Souza et al., 2008; Goldin et al., 2011; Soares e Souza, 2013). É representada por pólipos coloniais e marrons de textura coriácea, pouco condensados. Estão geralmente em associação com colônias de *Zoanthus* (Miner, 1950; Kaplan, 1988) e sua dieta também é desconhecida.

No Brasil os estudos que revelam a importância desses organismos nas cadeias alimentares marinhas, são os de Sebens (1977), Coma et al., (1995) e Fabricius et al., (1995), Lira et al., (2008), com octocorais, Genzano (2005), Bachar (2007) com hidróides, Santana et al. (2014) com zoantídeos, entre outros.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A., Samanco, P. W., & Duarte, L. F. 2005. New fission processes in the zoanthid *Palythoa caribaeorum*: description and quantitative aspects. **Bulletin of Marine Science**, 76(1): 1–26.
- Bachar, A., Achituv, Y., Pasternak Z., Dubinsky, Z. 2007. Autotrophy versus heterotrophy: The origin of carbon determines its fate in a symbiotic sea anemone. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, v. 349, 9. 295-298.
- Barangé, M. 1988. Prey selection and capture strategies of the benthic hydroid *Eudendrium racemosum*. **Marine Ecology Progress Series**, 47: 83-88.
- Barradas, J.I., 2010. Spatial distribution of benthic macroorganisms on reef flats at Porto de Galinhas Beach (northeastern Brasil), with special focus on corals and calcified hydroids. **Biotemas**. 23 (2): 61-67.
- Coma, R., Gili, J.M., Zabala, M. & Riera, T. 1994. Feeding and prey capture cycles in the aposymbiotic gorgonian *Paramuricea clavata*. **Marine Ecology Progress Series**. 115: 257-270.
- Coma, R., Gili, J.M., Zabala, M., 1995. Trophic ecology of a benthic marine hydroid, *Campanularia everta*. **Marine Ecology Progress Series**. 119: 221-220.
- Coma, R.; Ribes, M.; Orejas, C. & Gili, J.-M. 1999. Prey capture by a benthic coral reef hydrozoan. **Coral Reefs**. 18: 141-145.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science, new series** 199 (4335), 1302-1310.
- Fabricius, K.E.; Genin, A.; Benayahu, Y. 1995. Flow-dependent herbivory and growth in zooxanthellae-free soft corals. **Limnol. Oceanogr.** 40, 1290-1301.
- Genzano, G. N., 2005. Trophic Ecology of a Benthic Intertidal Hydroid, *Tubularia Crocea*, at Mar Del Plata, Argentina. **Marine Biology**. 85: 307-312.

- Gili, J. M. & Ballesteros, E. 1991. Structure of cnidarian population in mediterranean sublittoral benthic communities as a result of adaptation to different environmental conditions. In: ros, j. D.. Prat, n. (eds.) Homage to ramon margalef or why there is such pleasure in studying nature. **Oecologia aquatica** 10: 243-254.
- Gili, J. M., & Coma, R., 1998. Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine webs. **Trends in ecology and evolution**. 13: 316-321.
- Gomes, P. B. 2001. Estudio de la vicariancia en algunas especies de anêmonas de mar (Cnidaria, Actiniaria) Del intermareal de Brasil y Argentina com el uso de datos morfológicos e genéticos. **Tese de Doutorado**. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales (Universidad de Buenos Aires). 16p.
- Gomes, P.B., Lira, A.K.F., Naud, J.F., Andre M. Santos, A.M. and Pérez, C. D. 2012. Prey selectivity of the octocoral *Carijoa riisei* at Pernambuco, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**. 84(1), 157-164.
- Gondin, A. I., Dias, T. L. P., Campos, F. F., Alonso, C. & Christoffersen, M. L. Macrofauna bêntica do Parque Estadual Marinho de Areia Vermelha, Cabedelo, Paraíba, Brasil. **Biota Neotropical**. 11(2): 075-086. 2011.
- Gori. A., Viladrich , N. Gili , J-M. Kotta, M. Cucio, C. Magni, L. Bramanti, L. Rossi, S. 2012. Reproductive cycle and trophic ecology in deep versus shallow populations of the Mediterranean gorgonian *Eunicella singularis* (Cap de Creus, northwestern Mediterranean Sea) **Coral Reefs**. 31:823–837.
- Hetzel, B. & Castro, C. B. 1994. Corais do sul da Bahia. Editora nova fronteira: Rio de Janeiro. 189p.
- Hughes, D. 2001. A review of biological filtration by marine invertebrates. SAMS Ann Rep Tech Annex. *In*: BIOFAQs A review of the environmental impacts of marine cage aquaculture, processes of biofiltration relevant to impact mitigation, the biological properties of marine invertebrates relevant to biofiltration. **Annex Annual Report**.

- Kaplan, R. H. 1988. Southeastern and caribbean seashores, boston: houghton mifflin company.
- Knowlton, N. 2008. Coral reefs. **Current biology. London.** 18(1), 18–21.
- Leal, M. C., Stella A. B.; Christine, F-P.; Ricardo, C.; Jay, B., Marc, E. F.; Jens C. N. 2014. Temporal changes in the trophic ecology of the asymbiotic gorgonian *Leptogorgia virgulata*. **Mar Biol.** 161:2191–2197.
- Leversee, G.J. 1976. Flow and feeding in fan-shaped colonies of gorgonian coral, *Leptogorgia*. **Biol. Bull.** 151, 344-356.
- Lira, A.K.F.; Naud, J.-P.; Gomes, P.B; Santos, A.M & Perez, C.D. 2008. Trophic ecology of the octocoral *Carijoa riisei* from littoral of Pernambuco, Brazil. I. Composition and spatiotemporal variation of the diet. **Journal of the Marine Biological Association** of the United Kingdom, 98(1):89-99.
- Longo, L. L. 2002. Caracterização de *Zoanthus* Lamarck, 1801 (Anthozoa: Zoanthidea: Zoanthidae) da costa brasileira: análise morfológica e molecular. 100 f. **Tese (Doutorado em Zoologia)** - Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Macedo, C. M. R. de. 1986. Microanatomia e sistemática das espécies de *Zoanthus* Lamarck, 1801 (Cnidaria, Anthozoa, Zoanthidea) do litoral e ilhas oceânicas do Brasil. 141 f. **Dissertação** (Mestrado em Zoologia) – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- Maida, M. & Ferreira, B. P. 1997. Coral reefs of Brazil: na overview. Proceedings of the Eight International. **Coral Reef Symposium.** Vol. 1, p. 263-273.
- Miner, R.W. 1950. Field Book of Seashore Life, New York: Van Rees Press.
- Migné, A.; Davoult, D. 2002. Experimental nutrition in the soft coral *Alcyonium digitatum* (Cnidaria: Octocorallia): removal rate of phytoplankton and zooplankton. **Cah. Mar. Biol.** 43, 9-16.
- Moberg, F. & Folke, C. (1999) ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological economics** 29, 215 -233.

- Orejas, C., Gili, J-M, López-González, P. and Arntz, W.E. 2001. Feeding strategies and diet composition of four Antarctic cnidarian species. **Polar Biology** 24,620-627.
- Orejas, C., Rossi, S. Peralba, A., García, E., Maria, J., Lippert, G. H. 2013. Feeding ecology and trophic impact of the hydroid *Obelia dichotoma* in the Kongsfjorden (Spitsbergen, Arctic). **Polar Biol.** 36:61–72.
- Reimer, J. D.; Oono, S.; Iwama, A.; Tsukahara, J.; Maruyama, T. 2006a. High levels of morphological variation despite close genetic relatedness between *Zoanthus* aff. *vietnamensis* and *Zoanthus kuroshio* (Anthozoa: Hexacorallia). **Zoological Science** 23:755–761.
- Ribes, M.; Coma, R.; Rossi, S. 2003. Natural Feeding of the temperate asymbiotic octocoral-gorgonian *Leptogorgia sarmentosa* (Cnidaria: Octocorallia). **Marine Ecology Progress Series**, 254, 141-150.
- Rossi, S.; Ribes, M.; Coma, R. & Gili, J. M. 2004. Temporal variability in zooplankton prey capture rate of the passive suspension feeder *Leptogorgia sarmentosa* (Cnidaria: Octocorallia), a case study. **Marine Biology**. 144: 89- 99.
- Ryland, J. S. 2000. Samper's (zoanthid) larvae: pelagic life parentage and other problems. **Hydrobiologia**, The Hague, Holanda, NL, v. 400, p. 191-198.
- Santana, F.C., Alves, A. L., Santos, A. M., Cunha, M.G.G.S., Perez, C. D., Gomes, P. B. 2014. Trophic ecology of the zoanthid *Palythoa Caribaeorum* (cnidaria: anthozoa) at tropical reefs. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. 10.1017
- Sebens, K.P. 1977. Autotrophic and heterotrophic nutrition of coral reef zoanths. **Proceedings Third International Coral Reef Symposium**. 1: 397-404.
- Sebens K. P., Koehl M. A. R. 1984. Predation on zooplankton by the benthic anthozoans *Alcyonium sidereum* (Alcyonacea) and *Metridium senile* (Actiniaria) in the New England subtidal. **Marine Biology**. 81:255–271.

- Sinniger, F. 2005. Phylogeny of the order Zoantharia (Anthozoa, Hexacorallia) based on the mitochondrial ribosomal genes. **Marine Biology**, Berlin, Alemanha, DE, v. 147, p. 1121-1128.
- Soares, M. O. & Souza, L. P. Osmoregulation in tropical zoanthid *Protopalythoa variabilis* (Cnidaria: Anthozoa). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**. v. 35, n. 1, p. 123-127, Jan.-Mar., 2013.
- Souza, G. P., Sassi, R., Costa, C. F. Simbiontes de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* (Cnidaria, Zoanthidea) dos recifes costeiros do Cabo Branco, João Pessoa, PB. III **Congresso Brasileiro de Oceanografia** (Resumo) – CBO, 2008.
- Silveira, F. L.; Morandini, A. C. Checklist of Cnidaria from São Paulo State, Brazil. **Biota Neotropical**. v11. n1. p. 10. 2011.
- Tsounis, G., Rossi, S., Laudien, J., Bramanti, L., Fernández, N., Gili, J-M, Arntz, W. 2006. Diet and seasonal prey capture rates in the Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L.). **Marine Biology**. 149:313-325.

ARTIGO: Ecologia alimentar de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*
(Cnidaria: Zoantharia) no litoral de Pernambuco, Brasil.

Artigo a ser submetido à revista **SCIENTIA MARINA**

(para facilitar a leitura, nesta dissertação, as figuras foram inseridas ao longo do manuscrito).

Ecologia Alimentar de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* (Cnidaria: Zoantharia) no litoral de Pernambuco, Brasil .

Resumo: Este trabalho estudou a ecologia alimentar de zoantídeos *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*. Foram amostrados colônias das espécies em recifes intertidais de Porto de Galinhas, Nordeste do Brasil, entre maio/2013 e fevereiro de 2014. Nos pólipos (n = 400), as presas encontradas foram contadas, medidas e identificadas para calcular a riqueza e a abundância. Os biovolumes foram calculados para caracterizar a presa com maior importância no aporte de biomassa. Para a análise das amostras da seletividade, espécies de zoantídeos e plâncton foram coletadas na estação seca e chuvosa. Os resultados revelaram a ocorrência de sete táxons de fitoplâncton e três do zooplâncton. As diatomáceas pennales foram as presas mais abundantes. Houve diferença significativa na abundância e riqueza entre espécies e períodos, havendo interação significativa entre estes fatores, apenas para a abundância. Com os resultados, *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* são suspensívoros. Estes resultados corroboram com dados encontrados anteriormente para o zoantídeo *P. caribaeorum* no mesmo local, o que demonstra que este grupo desempenha um papel importante no fluxo de energia nos recifes. Isso é fundamental nos recifes brasileiros onde a cobertura de coral é muito baixa.

Palavras chaves: zoantídeos, dieta, energia, plâncton, seletividade, suspensívoros

Running title: Ecologia alimentar de zoantídeos

INTRODUÇÃO

O Ambiente recifal é um ecossistema complexo de grande importância ecológica (Dight & Sherl, 1997), elevada produtividade (Birkeland, 1997; Osborne, 2000) e com uma biodiversidade alta e muito concentrada (Connell, 1978; Moberg & Folke, 1999). Nestes ambientes, organismos suspensívoros têm sido considerados fundamentais no fluxo de energia e nas teias tróficas marinhas, pois retiram ativa ou passivamente partículas alimentares da coluna d'água e, assim, passam a biomassa fixada do plâncton aos elos superiores da cadeia alimentar, atuando na transferência de energia do meio planctônico para o meio bentônico (Cole et al., 2008; Francini-Filho & Moura, 2010).

Diversos estudos destacam cnidários suspensívoros nas teias tróficas bentônicas, especialmente hidróides (Barangé, 1988, Coma et al., 1995, Coma et al., 1999 e Genzano, 2005, Orejas et al., 2001, Orejas et al., 2014) e Octocorais (Sebens e Koehl, 1984, Coma et al., 1994, Migné e Davoult, 2002, Rossi, 2004, Tsounis et al., 2006, Lira et al., 2008 Gori et al., 2012, Gomes et al., 2012, Leal et al., 2014). No entanto, são mais escassos estudos que envolvam zoantídeos (Sebens, 1977, Santana, et al., 2014).

O Brasil apresenta as únicas formações recifais do Atlântico Sul, com características peculiares, que as diferem de outros recifes do mundo. Além da baixa cobertura coralínea e quase ausência de formas ramificadas (Ferreira & Maida, 2006), os recifes tem elevada cobertura de zoantídeos (Oigman-Pszczol et al., 2004; Barradas et al., 2010). O grupo chega a recobrir 30% da zona intertidal no nordeste do país (Santana et al., 2014), superando os corais escleractínios. Já foi, inclusive, verificada a mudança de fase de corais a zoantídeos em recifes do estado da Bahia (nordeste do Brasil) (Cruz et al., 2014). Assim é provável que o papel de suspensívoros na transferência de energia entre o domínio pelágico e bentônico nos recifes brasileiros esteja sendo realizada principalmente por zoantídeos. De fato, um estudo com *Palythoa caribaeorum* (Duchassaing & Michelotti, 1860) em recifes brasileiros confirmou o papel desta espécie como elo de transferência, no entanto, estudos com outras espécies são necessários para compreender a real importância do grupo nesses ecossistemas.

Entre as espécies de zoantídeos brasileiras, *Zoanthus sociatus* (Ellis, 1767) *Protopalythoa variabilis* (Duerden, 1898) (Figura 1) tem elevada cobertura, juntamente com *Palythoa caribaeorum*. As espécies do gênero *Zoanthus* estão distribuídas globalmente em águas rasas tropicais e subtropicais, sendo comumente encontrados em

rochas e recifes de coral (Reimer et al., 2006a). No Brasil o gênero é bem representado pela espécie *Zoanthus sociatus* que caracteriza muitos ambientes recifais em toda a costa do país, ocorrendo no infralitoral e poças de maré.

Protopalythoa variabilis é um habitante comum de várias localidades do litoral brasileiro, estando também distribuído pelo Caribe. Estão geralmente em associação com colônias de *Zoanthus* (Miner, 1950; Kaplan, 1988). Estes dois zoantídeos são muito comuns na costa nordestina, tendo elevada cobertura e sua dieta ainda é desconhecida.

Avaliar a ecologia trófica dessas duas espécies de zoantídeos permitirá compreender o real papel deste grupo na transferência de energia em recifes brasileiros, que deve ser similar aos corais escleractínios em outros recifes do mundo. Para verificar isso, este trabalho analisou a composição da dieta e a seletividade alimentar de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* nos recifes da Praia de Porto de Galinhas (Pernambuco, Brasil).

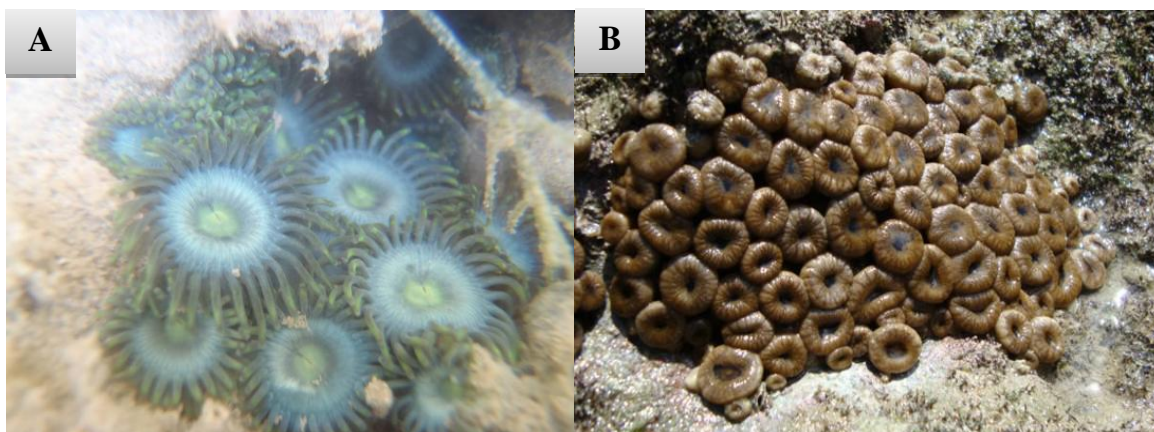


Figura 1. *Zoanthus sociatus* (A), *Protopalythoa variabilis* (B) Fotos: Roger Aires 2015

MATERIAIS E MÉTODOS

Área de Estudo

O estudo foi realizado na região infralitoral dos recifes da praia de Porto de Galinhas (8° 33' 00'' a 8°33'33'' S; 35° 00'27'' a 34° 59' 00'' W) em Pernambuco, Nordeste do Brasil (Figuras 2). A região apresenta um clima tropical úmido, com pouca variação de temperatura, com média anual de 25°C e flutuações inferiores a 5°C.

No entanto, ocorre uma marcada diferença na distribuição das chuvas, caracterizando a região por duas estações climáticas: seca e chuvosa. A precipitação média anual é 2000 mm, com a estação seca (menos de 100mm/ano) se estendendo de setembro a fevereiro e a estação chuvosa (1850-2364mm/ano) de março a agosto (Medeiros et al., 1999). Durante o período de estudo a temperatura da água oscilou de 28°C a 32°C, enquanto que a salinidade variou de 36 a 38.

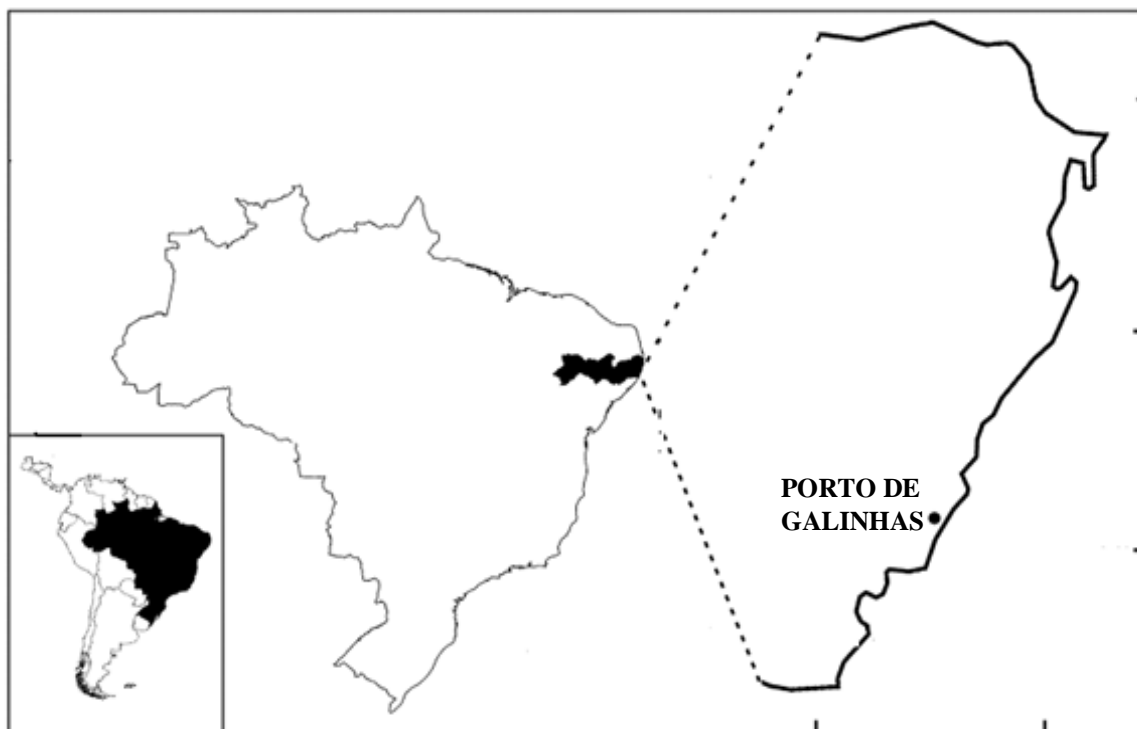


Figura 2. Mapa de localização das praias de Porto de Galinhas e Suape, na costa do Estado de Pernambuco-Brasil. Adaptado de Pérez et al., 2005.

Dieta

Durante os meses de maio, agosto, novembro de 2013 e fevereiro de 2014 coletaram-se, aleatoriamente, cinco amostras (10 cm²) de colônias diferentes de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*. As colônias foram fixadas em campo com solução de formol 10%. As coletas foram realizadas entre 9:00 e 10:00 h para evitar variações do conteúdo gastrovascular associados ao ritmo circadiano (Rossi et al., 2004). O conteúdo estomacal de dez pólipos de cada amostra foi analisado, totalizando 400 pólipos. Cada presa encontrada foi contada, medida e identificada ao menor nível taxonômico possível dependendo do grau de digestão. Foram determinados o número

total de indivíduos (abundância absoluta), a riqueza (número de espécies) e frequência de ocorrência por cavidade gástrica.

O teste GLM two-way ANOVA 2x2 seguido pelo teste a posteriori de Tukey (Hill & Lewicki, 2006) foi utilizado para testar a hipótese de que não há diferença na riqueza e abundância entre os períodos e as espécies. Os testes foram realizados no Programa Statistica v. 7.0 (StatSoft, Tulsa, OK, USA) ($\alpha= 0,05$).

Com a finalidade de estimar com maior precisão a contribuição dos diferentes grupos taxonômicos na determinação da biomassa relativa (Smayda, 1978), os biovolumes das presas mais abundantes e de maior tamanho foram estimados a partir dos dados merísticos, assumindo a forma geométrica que mais se assemelhasse ao formato natural (Hillebrand et al., 1999; Ribes et al., 2003; Lopez-Fuerte et al., 2007; Rossa et al., 2007). A partir disto estimou-se o peso úmido utilizando o peso específico de $1,025 \text{ g cm}^{-3}$ (Hall et al., 1970). O peso seco foi assumido como 13% do peso úmido (Beers, 1966) e o conteúdo de carbono orgânico como 50% do peso seco (Coma et al., 1994, 1995, 1999).

Para estimar a real contribuição de cada item como potencial alimento *in vivo*, foi estimado o biovolume ponderado (BVP) (López-Fuerte et al., 2007). O BVP é expresso em porcentagem e calculado pela fórmula:

$$\text{BVP} = \left(\frac{\text{BV} \cdot \text{AT} \cdot 100}{\sum \text{BV} \cdot \text{AT}} \right)$$

onde: BV = biovolume; AT = abundância total (AT)

Seletividade Alimentar

Em maio de 2013 (período chuvoso) e fevereiro (período seco) de 2014 foram coletadas amostras (10 cm^2) de quatro colônias aleatórias de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* situadas no infralitoral dos recifes da praia de Porto de Galinhas para verificar a possível seletividade alimentar do zoantídeo. O procedimento da coleta das amostras foi similar à coleta para a análise da dieta.

Amostras qualitativas do plâncton foram coletadas de forma simultânea passando uma rede de 20 cm de diâmetro de boca e 64 μm de malha a um metro de distância das colônias de *Z. sociatus* e *P. variabilis*, e fixadas em campo com solução de formol a 4%.

Foram analisados, aleatoriamente, 10 pólipos de cada amostra, totalizando 100 pólipos por período e 3 amostras de 1 ml para análise qualitativa do plâncton em cada período. Os indivíduos foram contados, medidos e identificados.

Para verificar se há seletividade em relação ao tamanho, o tamanho das presas encontradas nos pólipos foi comparado com o tamanho dos organismos disponíveis no plâncton através do teste não paramétrico Mann-Whitney, realizado separadamente para o período chuvoso e para o seco. Para verificar se havia seletividade de acordo com a abundância de presas no plâncton o coeficiente de correlação de Spearman foi utilizado. Os testes foram realizados no Programa Statistica v. 7.0 (StatSoft, Tulsa, OK, USA) ($\alpha=0,05$).

RESULTADOS

Dieta

Foram encontrados sete táxons do fitoplâncton e três táxons do zooplâncton, além de matéria orgânica particulada (MOP) no conteúdo da cavidade gástrica dos pólipos analisados. A matéria orgânica particulada incluiu itens de presa em avançado estágio de digestão e detritos orgânicos. Devido à dificuldade em se atribuir um valor numérico para a matéria orgânica particulada, ela não foi incluída nas análises comparativas. Bacillariophyta foi o táxon mais abundante e frequente, com destaque para as diatomáceas pennales (Tabela 1) (Figura 3). Entre os representantes do zooplâncton, os nematóides foram mais abundantes. Também foram encontradas espículas de esponjas, mas não foram incluídas nas comparações por não serem consideradas itens alimentares.



Figura 3: Diatomáceas Pennales. Itens de presas mais abundantes nos pólipos de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*.

Tabela 1. Lista taxonômica, abundância e frequência de ocorrência dos itens de presas encontrados na cavidade gástrica dos pólipos de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*, durante o período seco e chuvoso, na praia de Porto de Galinhas, nordeste do Brasil.

ITENS DE PRESA	<i>Zoanthus sociatus</i>				<i>Protopalythoa variabilis</i>			
	Abundancia (n)		Frequencia de Ocorrencia (%)		Abundancia (n)		Frequencia de Ocorrencia (%)	
	seco	chuvoso	Seco	chuvoso	seco	chuvoso	seco	chuvoso
BACILLARIOPHYTA								
Diatomaceas pennales	524	786	89	90	780	736	95	93
CYANOPHYTA								
	46	60	11	10	8	29	3	10

NEMATODA	3	0	10	0	6	13	10	20
OVOS DE INVERTEBRADOS	0	1	0	10	4	4	10	10
FRAGMENTOS DE CRUSTACEOS	0	1	0	10	0	2	0	10
Total Abundance	573	848			4	784		
Richness	3	4			3	5		

A abundância das presas apresentou diferenças significativas entre os períodos do ano, com interação de primeira ordem entre estes fatores (Tabela 2). Essa interação ocorreu devido aos valores significativamente menores no período seco para *Z. sociatus* (Tukey's HSD post-hoc test $p=0,0030$) (Figura 4).

A riqueza das presas apresentou diferenças significativas entre as espécies e entre os períodos do ano. Entre as espécies foram verificados valores significativamente menores no período seco para *P. variabilis* (Tukey's HSD post-hoc test $p=0,48$) (Figura 5).

Tabela 2. Decomposição dos fatores dependentes abundância e riqueza de acordo com a análise GLM (two-way 2x2 ANOVA) Espécies: *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*. Período: Seco e Chuvoso e Espécie*Período: interação entre estes fatores. Valores significativos em negrito.

MODELS	DF	SS	MS	F	P
Abundância					
Período	1	340,4	340,40	12,6846	0,0004135
Espécies	1	49,7	49,70	1,8521	0,1743140
Períodos*Espécies	1	157,5	157,50	5,8691	0,0158567
Erro	396	10627,0	26,84		

Riqueza

Período	1	2,1025	2,1025	5,773	0,0168
Espécies	1	1,5625	1,5625	4,291	0,03897
Períodos*Espécies	1	0,5625	0,5625	1,545	0,21466
Erro	396	144,21	0,3642		

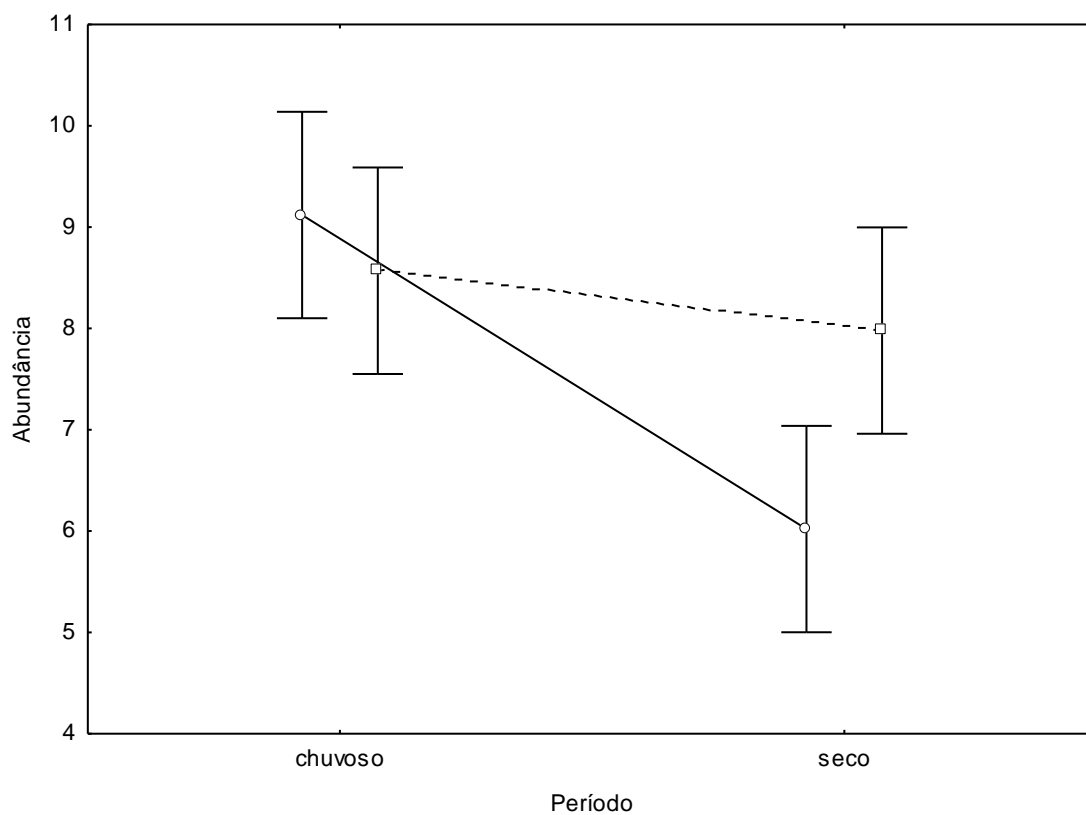


Figura 4: Interação de primeira ordem na abundância absoluta dos itens de presas encontrados na cavidade gástrica de *Zoanthus sociatus* (○) e *Protopalpythoa variabilis* (□) no período seco e chuvoso, em Porto de Galinhas, nordeste do Brasil. A barra vertical representa intervalo de 95% de confiança.

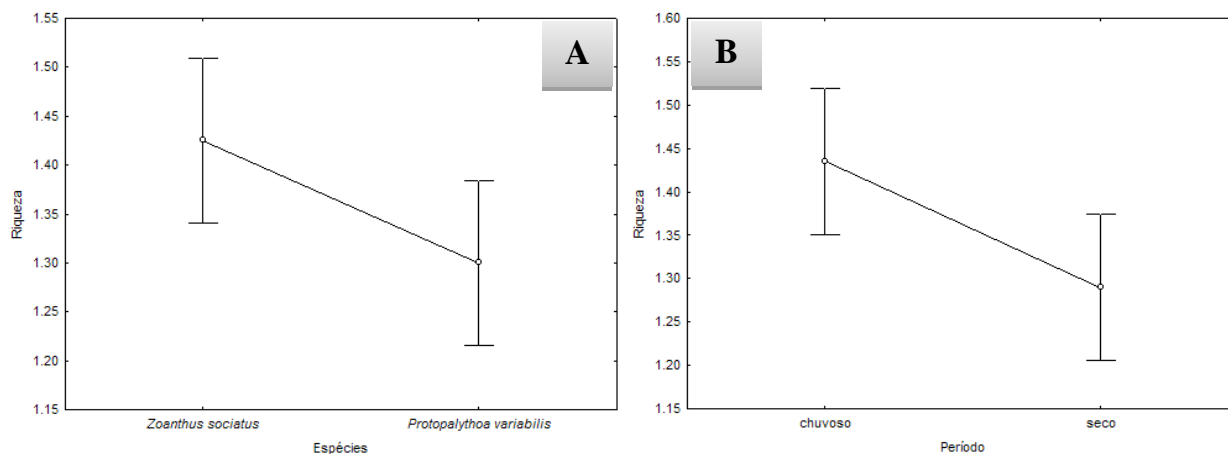


Figura 5: Comparação da riqueza entre espécies (A) e entre período (B) dos itens de presa encontrados na cavidade gástrica dos pólipos de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*, em Porto de Galinhas, nordeste do Brasil. A barra vertical representa intervalo de 95% de confiança.

De todas as presas contidas nos pólipos de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*, as diatomáceas pennales foram os itens mais abundante (Tabela 3).

As diatomáceas foram os itens com menor biovolume e aporte de carbono por indivíduo para *Z. sociatus*, enquanto que para *P. variabilis* foram diatomáceas e nematoides. Cianobactérias obtiveram os maiores biovolumes e os maiores valores de carbono orgânico para *Z. sociatus* e para *P. variabilis* foram ovos de invertebrados e cianobactérias. No entanto, quando estimado o biovolume ponderado de cada presa, para uma representação mais precisa da biomassa, as diatomáceas pennales aportam a maior contribuição na dieta de *Zoanthus sociatus* (90,2%) e *Protopalythoa variabilis* (80,5%) (Tabela 3).

Tabela 3. Itens de presas capturados por *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* na Praia de Porto de Galinhas (nordeste do Brasil). Conversão de medidas biométricas em biovolume ($BV = \text{mm}^3 \times 10^{-3}$), peso fresco (PF: μg ; peso específico 1.025 g cm^{-3}), peso seco (PS: μg , 13% do peso fresco), e Carbono orgânico (C: μg , 50% peso seco. BVP, biovolume ponderado ($BV \cdot AT / \sum BV \cdot AT$).100. O número total de presas (AT) e tamanhos dos itens alimentares capturados no ciclo anual também são mostrados.

ITENS DE PRESAS	TAMANHO	BV	PF	PS	C	AT	BVP
	(μm)						(%)
<i>Zoanthus sociatus</i>							
Diatomáceas Penales	26	0,007	0,007	0,0009	0,0004	1316	90,2
Cianobacteria	22	0,009	0,009	0,0012	0,0006	111	9,8
ITENS DE PRESAS	TAMANHO	BV	PF	PS	C	AT	BVP
	(μm)						(%)
<i>Protopalythoa variabilis</i>							
Diatomáceas Penales	26	0,007	0,007	0,0009	0,0004	1522	80,5
Cianobacteria	24	0,01	0,01	0,0013	0,0006	39	2,9
Nematoda	22	0,009	0,009	0,0012	0,0006	22	1,5
Ovos de invertebrados	39	0,4	0,41	0,0533	0,0266	5	15,1

Seletividade alimentar

Nas coletas para análise de seletividade, as diatomáceas foram os itens numericamente predominantes na cavidade gástrica de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*, bem como no plâncton. Outros itens também foram encontrados, como ovos de invertebrados, nematoides (Tabela 4).

Tabela 4. Abundância relativa dos itens de presa encontrados na cavidades gástrica de *Zoanthus sociatus* e dos organismos encontrados no plâncton na praia de Porto de Galinhas (Nordeste do Brasil), no período seco e chuvoso.

<i>Zoanthus sociatus</i>				
	Pólipo		Plâncton	
Itens de presas	Período seco	Período	Período seco	Período

	chuvoso		chuvoso	
BACILLARIOPHYTA				
Diatomáceas pennales	0,7071	0,7140	0,7228	0,6739
<i>Acnantes</i>	0,1040	0,0023	0	0,0027
<i>Amphora</i>	0,0693	0,1339	0,1086	0,1657
<i>Diploneis</i>	0,0225	0,0170	0,0222	0,0082
<i>Grammatophora</i>	0	0	0	0
<i>Licmophora</i>	0	0,0000	0,0022	0,0272
<i>Navicula</i>	0,0000	0,0397	0,0022	0
<i>Nitzschia</i>	0,0017	0	0,0022	0,0027
<i>Oscillatoria</i>	0,0035	0,0023	0,0022	0,0027
<i>Pleurosigma</i>	0	0	0	0,0027
<i>Rhabdonema</i>	0	0,0170	0,0820	0,0054
CIANOPHYTA	0,0815	0,0681	0,0044	0,0761
CLOROPHYTA	0,0000	0	0,0022	0,0027
NEMATODA	0,0052	0,0034	0,0244	0,0027
COPEPODA	0,0017	0	0,0067	0,0190
FRAGMENTOS DE CRUSTÁCEOS	0,0017	0	0,0111	0
OVOS DE INVERTEBRADOS	0,0017	0,0023	0	0,0109

Tabela 5. Abundância relativa dos itens de presa encontrados na cavidades gástrica de *Protopalythoa variabilis* e dos organismos encontrados no plâncton na praia de Porto de Galinhas (Nordeste do Brasil), no período seco e chuvoso.

<i>Protopalythoa variabilis</i>				
Itens de presas	Pólipo		Plâncton	
	Período seco	Período chuvoso	Período seco	Período chuvoso
BACILLARIOPHYTA				
Diatomáceas pennales	0,7977	0,8169	0,7228	0,6739
<i>Acananthes</i>	0,0166	0	0	0,0027
<i>Amphora</i>	0,0282	0,0337	0,1086	0,1657
<i>Diploneis</i>	0,0615	0,0819	0,0222	0,0082
<i>Licmophora</i>	0	0	0	0,0272
<i>Navicula</i>	0,0563	0,0048	0,0022	0
<i>Nitzschia</i>	0,0077	0,0024	0,0022	0,0027
<i>Oscillatoria</i>	0,0013	0	0,0022	0,0027
<i>Pleurosigma</i>	0,0051	0	0,0022	0,0027
<i>Rhabdonema</i>	0	0	0	0,0054
CIANOPHYTA	0	0,0349	0,0820	0,0761
CLOROPHYTA	0,0102	0	0,0044	0,0027
NEMATODA	0	0,0157	0,0022	0,0027
COPEPODA	0,0115	0,0012	0,0244	0,0190
FRAGMENTOS DE CRUSTÁCEOS	0,0026	0,024	0,0067	0

OVOS DE	0,0013	0,048	0,0111	0,0109
INVERTEBRADOS				

Não foi verificada correlação entre a abundância dos potenciais itens de presa localizados no plâncton e a abundância dos itens de presas ingeridos pelo pólipos de *Z. sociatus* nos períodos seco e chuvoso ($r= 0,3558$, $p= 0,1929$ e $r= 0,3725$, $p= 0,1895$, respectivamente). O mesmo resultado foi encontrado na espécie *P. variabilis* ($r= 0,1597$, $p= 0,5544$ e $r= 0,4341$, $p= 0,0929$, respectivamente). Desta forma, as espécies não ingerem os itens de presa de acordo com a abundância dos mesmos no plâncton.

O tamanho médio ($U=1039,0$, $p=0,000$) das presas presentes nos pólipos de *Z. sociatus* ($26,35 \pm 59,10 \mu\text{m}$) foi menor do que no plâncton ($54,14 \pm 107,25 \mu\text{m}$). Esta diferença foi significativa tanto no período chuvoso ($U=4107,0$, $p=0,003$) quanto no seco

Nos pólipos de *Protopalythoa variabilis* o tamanho médio das presas ($26,56 \pm 54,71 \mu\text{m}$) foi menor do que no plâncton ($54,14 \pm 107,25 \mu\text{m}$). Esta diferença registrou valores significativos apenas para o período seco ($U=685,0$, $p=0,0004$)

Nos pólipos de *Z. sociatus* foram encontradas 4% de cavidades gástricas vazias, enquanto que nenhuma cavidade vazia foi encontrada nos pólipos de *P. variabilis*.

DISCUSSÃO

A dieta de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* foi variada com representantes do fito e do zooplâncton, porém com predomínio de diatomáceas que foram abundantes e frequentes ao longo do ano e também abundantes no plâncton. Apesar de predação, majoritariamente sobre o item mais abundante, as espécies não predaram os demais itens de acordo com suas abundâncias, não tendo, portanto, um comportamento tipicamente oportunista. Esta grande disponibilidade de diatomáceas é comum na zona de arrebentação de praias arenosas entre as latitudes 40°N e 40°S e abastecem numerosas cadeias alimentares (Brown & Mclachlan, 1990). Esses organismos fitoplanctônicos estarão disponíveis para outros organismos depois que a

resuspensão acontecer (Gili e Coma, 1998). Dessa forma, podem ser favorecidos pelos movimentos de água e da matéria presente no ambiente marinho.

A presença de fitoplâncton na cavidade gástrica de *Z. sociatus* e *P. variabilis* não surpreende, uma vez que já foi observado em várias outras espécies como zooantídeos Santana et al. (2014), hidróides (Orejas et al., 2013; Coma et al., 1999) e octocoral (Lira et al., 2008; Fabricius et al., 1995). Uma alimentação composta basicamente de fitoplâncton é de grande vantagem para espécies dos recifes, pois pode diminuir a competição interespecífica para os mesmos recursos alimentares no habitat Fabricius et al. (1995), visto que representantes do zooplâncton são consumidos por muitos invertebrados e vertebrados marinhos. Além disso, o valor nutritivo de diatomáceas é normalmente alta devido ao armazenamento preferencial de lipídios (Armbrust, 2009). Portanto, as diatomáceas bentônicas e plânctônicas podem representar uma importante fonte de alimento para zoobentos.

Em áreas temperadas, o zooplâncton é o item na composição alimentar de cnidários suspensívoros, como comprova os estudos em realizados com corais (Poter, 1974; Lasker, 1976), hidróides (Barangé, 1988; Coma et al., 1999; Orejas et al., 2001) e octocorais (Sebens & Koehl, 1984; Coma et al., 1994; Coma et al., 1995; Ribes et al., 1998; Orejas et al., 2001; Rossi et al., 2004; Tsounis et al., 2006), entretanto, em águas oligotróficas, os ecossistemas de recifes de corais tropicais apresentam uma elevada produtividade (Lewis, 1977; Rougerie et al., 1992), onde a fauna recifal remove rapidamente a biomassa planctônica (Erez, 1990). Estudos sobre a dieta de cnidários bentônicos nesses ambientes revelaram uma maior importância de presas de origem fitoplanctônica (Coma et al., 1999; Lira et al., 2009, Gomes et al., 2012, Santana et al., 2014) com padrões diferentes das espécies de áreas temperadas e semelhante a dieta de *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis*.

Zoanthus sociatus e *Protopalythoa variabilis* apresentaram variações na abundância entre os períodos seco e chuvoso. A interação entre os fatores ocorreu devido aos valores significativamente menores no período seco da espécie *Zoanthus sociatus*. Isto pode refletir diferenças ao longo do ano no balanço energético entre os aportes autotróficos, oriundo da associação com zooxantelas, e o aporte heterotrófico, oriundo da predação. Apesar das duas espécies estudadas serem zooxanteladas, as densidades das zooxantelas são maiores em *Z. sociatus* ($44,2 \pm 22,7 \times 10^6 \text{ .cm}^{-3}$) que

em *P. variabilis* ($11,24 \pm 4,33 \times 10^6 \text{ .cm}^{-3}$) (Costa et al., 2013). *Z. sociatus* também permanece exposto por longos períodos de tempo durante determinadas marés baixas, e são, portanto, sujeitos a altas temperaturas, níveis de radiação solar e aumento de sedimentação (Erftemeijer et al., 2012). Essas perturbações favorecem a dessecação e o zoantídeo é obrigado a manter elevados níveis de metabolismo autotróficos assimilando maiores quantidades de carbono (Costa et al., 2012). Na riqueza houve diferença entre períodos e espécie, com valores significativamente menores para *Protopalythoa variabilis* no período seco. Esta limitação na quantidade de táxons por cavidade pode ter associação com o tamanho dos pólipos (Lira et al., 2008) ou com algum outro fator não analisado no presente estudo. De forma geral, a riqueza foi baixa devido a dificuldade de identificar as presas, parcialmente digeridas, em níveis hierárquicos baixos e, portanto, esta limitação pode estar relacionada com as diferenças encontradas. Muitos dos trabalhos realizados com diatomáceas apresentam apenas registro dos gêneros, havendo poucos trabalhos com registros das espécies dominantes (Procopiak et al., 2006).

As diferenças encontradas na abundância e diversidade podem refletir, além das oscilações das abundâncias das presas no plâncton, características da hidrodinâmica local. A hidrodinâmica característica de uma área de zona entre mares provoca uma grande quantidade de organismo em resuspensão. Muito desses organismos são representados pelo plâncton temporário, ticoplâncton que tem um papel importante na disponibilidade de itens de presa, influenciando a dieta em algumas áreas (Genzano, 2005).

O tamanho médio das presas presentes nos pólipos das espécies foi significativamente menor do que no plâncton demonstrando que *Z. sociatus* e *P. variabilis* selecionam presas por tamanho, ou limitam o tamanho de presa que pode ingerir.

Para as espécies *Zoanthus sociatus* e *Protopalythoa variabilis* em Porto de Galinhas a presa mais abundante e freqüente, diatomáceas pennales, também representa um dos maiores aportes de matéria orgânica para a dieta destes zoantídeos. Outra presa, de origem zooplânctônica, ovos de invertebrados, tem contribuição similar, apesar de menos abundante nas cavidades gástricas da espécie. Desta forma a fonte de energia majoritária para *Z. sociatus* e *P. variabilis* provém do plâncton.

Santana et al. (2014), estudando *Palythoa caribaeorum* em Porto de Galinhas, registrou fato similar com iguais contribuições de biomassa do fito e zooplâncton, apesar do domínio numérico de representantes fitoplanctônicos.

As três espécies de zoantídeos mais abundante nos recifes do nordeste brasileiro *Zoanthus sociatus*, *Protopalythoa variabilis* e *Palythoa caribaeorum*, considerando cobertura elevadas e mantendo a mesma composição na dieta, evidencia a grande importância dos zoantídeos nestes ecossistemas como consumidor primário servindo como um verdadeiro elo de transferência de energia do ambiente planctônico para o nectônico e bentônico.

REFERÊNCIAS

- Barangé, M. 1988. Prey selection and capture strategies of the benthic hydroid *Eudendrium racemosum*. **Marine Ecology Progress Series** 47, 83-88.
- Barradas, J. I., Amaral, F. D., Hernández, M. I. M., Flores-Montes, M. J. And Steiner, A. Q. 2010. Spatial distribution of benthic macroorganisms on reef flats at porto de galinhas beach (northeastern brasil), with special focus on corals and calcified hydroids. **Biotemas**. 23 (2), 61-67.
- Beers, J. R. 1966. Studies on the chemical composition of the major zooplankton groups in the Sargasso sea of Bermuda. **Limnology and Oceanography** 11, 520-528.
- Birkeland, C. 1997. Life and Death of **Coral Reef**. Chapman & Hall-New York.
- Brown, A. C. and Mclachlan, A. 1990. Beach and surf-zone flora. pp. 41-50 In: A.C. Brown and Mclachlan (eds) **Ecology of Sandy Shores**. Netherlands, Elsevier Science.
- Coma, R., Gili, J.M., Zabala, M. And Riera, T. 1994. Feeding and prey capture cycles in the aposymbiotic gorgonian paramuricea clavata. **Marine ecology progress series**. 115, 257-270.
- Coma, R., Gili, J.M., Zabala, M. 1995. Trophic ecology of a benthic marine hydroid *Campanularia everta*. **Marine ecology progress series**. 119, 221-220.

- Coma, R., Ribes, M., Orejas, C. And Gili, J.-M. 1999. Prey capture by a benthic coral reef hydrozoan. **Coral reefs**. 18, 141-145.
- Connell, J. H. 1978. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science, new series** 199 (4335), 1302-1310.
- Cole, A. J., Pratchett, M. S. and Jones G. P. 2008. Diversity and functional importance of coral-feeding fishes on tropical coral reefs. **Fish Fish**. 9, 286-307.
- Costa, F. C. ,Sassi, R., Gorlach-Lira K. Lajeunesse, T. C., Fitt, W. K. Seasonal changes in zooxanthellae harbored by zoanthids (Cnidaria, Zoanthidea) from coastal reefs in northeastern Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** . 8(4):253-264
- Cruz, I. C. S., Kikuchi, R. K. P. de, Longo, L. L., Creed, Joel C. 2014. Evidence of a phase shift to *Epizoanthus gabrieli* Carlgreen, 1951 (Order Zoanthidea) and loss of coral cover on reefs in the Southwest Atlantic. **Marine Ecology**.
- Erez, J. 1990. Food sources in coral reef ecosystems. In: Z. DUBINSKY (ed) *Ecosystems of the world*, 25, **Coral reefs**. Elsevier Science Publishers Amsterdam, pp. 411-418.
- Erfteemeijer, P. L. A., Riegl, B., Hoeksema, B. W. & Todd, P. A. 2012. Environmental impacts of dredging and other sediment disturbances on corals: A review. **Marine Pollution Bulletin**, 64: 1737–1765.
- Dight, I. J. and Scherl, L. M. 1997. The International Coral Reef Initiative (ICRI): Global priorities for the conservation and management of coral reefs and the need for partnerships. **Coral Reefs**. 16, 139-147.
- Genzano, G. N., 2005. Trophic Ecology of a Benthic Intertidal Hydroid, *Tubularia Crocea*, at Mar Del Plata, Argentina. **Marine Biology**. 85: 307-312.
- Gili, J. M, COMA, R., 1998. Benthic suspension feeders: their paramount role in littoral marine webs. **Trends in Ecology and Evolution**. 13: 316-321.
- Gori. A., Viladrich , N. Gili , J-M. Kotta, M. Cucio, C. Magni, L. Bramanti, L. Rossi, S. 2012. Reproductive cycle and trophic ecology in deep versus shallow

populations of the Mediterranean gorgonian *Eunicella singularis* (Cap de Creus, northwestern Mediterranean Sea) **Coral Reefs**. 31:823–837.

Gomes, P.B., Lira, A.K.F., Naud, J.F., Andre M. Santos, A.M. and Pérez, C. D. 2012. Prey selectivity of the octocoral *Carijoa riisei* at Pernambuco, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências** 84(1), 157-164.

Fabricius, K.E.; Genin, A.; Benayahu.; Y. 1995. Flow-dependent herbivory and growth in zooxanthellae-free soft corals. **Limnol. Oceanogr.** 40, 1290-1301.

Ferreira, B. P. & Maida, M. 2006. Monitoramento dos recifes de coral do Brasil: situação atual e perspectivas. **Mma, série biodiversidade**, no.18, 250pp.

Ferreira, L. C., Cunha, M. G. G. S., Koenig, m. L., Feitosa, F. A. N., Santiago, M. F. And Muniz, K. 2010. Variação temporal do fitoplâncton em três praias do litoral sul do estado de Pernambuco, nordeste do Brasil. **Acta botânica brasílica** 24 (1), 214-224.

Francini-Filho, R. B. Moura, R. L. 2010. Predation on the toxic zoanthid *Palythoa caribaeorum* by reef fishes in the Abrolhos bank, eastern Brasil. **Note Brazilian Journal of Oceanography**. 58(1), 77-79.

Hetzel, B. e Castro, C. B. 1994. Corais do sul da Bahia. Editora nova fronteira: Rio de Janeiro. 189p.

Hall, K. J., Weimer, W. C. And Fred LEE, G. 1970. Amino acids in an estuarine environment. **Limnology and oceanography** 15, 162-164.

Hildebrand, H., Durselen, C.-D., Kirschtel, D., Pollingher, U. And Zohary, T. 1999. Biovolume calculation for pelagic and benthic microalgae. **Journal of phycology**. 35, 403-424.

Hill, T. And Lewicki, P. 2006. Statistics: Methods and applications. 1st edition. Statsoft, inc. tulsá.

Kaplan, R.H. 1988. Southeastern and caribbean seashores, boston: houghton mifflin company.

- Knowlton, N.; Jackson, J.B.C. 1994. New taxonomy and niche partitioning on coral reefs: jack of all trades or master of some? **Trends in ecology & evolution** 9, 7-9.
- Lasker, H. R. 1989. A comparison of the particulate feeding abilities of three species of gorgonian soft coral. **Marine Ecology- Progress Series**. 5: 61-67.
- Leal, M. C., Stella A. B.; Christine, F-P.; Ricardo, C.; Jay, B., Marc, E. F.; Jens C. N. 2014. Temporal changes in the trophic ecology of the asymbiotic gorgonian *Leptogorgia virgulata*. **Mar Biol**. 161:2191–2197.
- Lewis, J.B.(1977) Processes of organic production on coral reefs. **Biological Reviews** 52, 305-347.
- Lira, A.K.F.; Naud, J.-P.; Gomes, P.B; Santos, A.M & Perez, C.D. 2008. Trophic ecology of the octocoral *Carijoa riisei* from littoral of Pernambuco, Brazil. I. Composition and spatiotemporal variation of the diet. **Journal of the Marine Biological Association** of the United Kingdom, 98(1):89-99.
- López-Fuerte, F. O., Beltrones, D. A. S. And Agüero, G. C. 2007. Biovolumen ponderado; índice para estimar la contribución de especies en asociaciones de diatomeas bentónicas. **Hidrobiologica** 17(1), 83-86.
- Maida, M., Ferreira, B. P. 1997. Coral reefs of brazil: na overview. Proceedings of the eight international **coral reef** symposium. Vol. 1, p. 263-273.
- Medeiros, C., Macedo, S. J., Feitosa, F. A. N. Koenig, M. L. 1999. Hydrography and phytoplankton biomass and abundance of north-east brazilian waters. **Archive of fishery and marine research** 47, 133- 151.
- Miner, R.W. 1950. Field book of seashore life, new york: van rees press.
- Moberg, F. & Folke, C. 1999. ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological economics** 29, 215 -233.
- Oigman-Pszczol, S. S., Figueiredo, M.A.O. And Creed, J. C. 2004. Distribution of benthic communities on the tropical rocky subtidal of armação dos búzios, southeastern brazil. **Marine ecology**. 25 (3), 173–190.

- Orejas, C., Gili, J-M, López-González, P. and Arntz, W.E. 2001. Feeding strategies and diet composition of four Antarctic cnidarian species. **Polar Biology** 24,620-627.
- Orejas, C., Rossi, S. Peralba, A., García, E., Maria, J., Lippert, G. H. 2013. Feeding ecology and trophic impact of the hydroid *Obelia dichotoma* in the Kongsfjorden (Spitsbergen, Arctic). **Polar Biol.** 36:61–72.
- Osborne, P. L. 2000. Tropical ecosystems and ecological concepts. Cambridge University- New York.
- Poter, J. W. 1974. Zooplankton feeding by the Caribbean reef-building coral *Montastrea cavernosa*. **Proceedings Second into Coral Reef Symposium.** 1 (11): 1-125
- Procopiak, L. K.; Fernandes, L. F. & Moreira-Filho, H., 2006. Diatomaceas(Bacillariophyta) marinhas e estuarinas do Parana, Sul do Brasil: lista de especies com enfase em especies nocivas. **Biota Neotropica**, 6(3).
- Reimer, Jj. D.; Ono, S.; Iwama, A.; Tsukahara, J.; Maruyama, T. 2006a. High levels of morphological variation despite close genetic relatedness between zoanthus aff. *Vietnamensis* and zoanthus *kuroshio* (anthozoa: hexacorallia). **Zoological science.** 23:755–761.
- Ribes, M., Coma, R. And Rossi, S. 2003. Natural feeding of the temperate asymbiotic octocoral gorgonian *leptogorgia sarmentosa* (cnidaria: octocorallia). **Marine ecology progress series.** 254, 141-150.
- Rossi, S., Ribes, M., Coma, R. And Gili, J. M. 2004. Temporal variability in zooplankton prey capture rate of the passive suspension feeder *leptogorgia sarmentosa* (cnidaria: octocorallia), a case study. **Marine biology.** 144, 89-99.
- Rossa, D. C., Bonecker, C. C. And Fulone, L. J. 2007. Rotifer biomass in freshwater environments: review of methods and influencing factors. **Interciencia.** 32(4), 220-226.

- Rougerie, F., Fagerstrom, J. A. and Andrie, C. 1992. Geothermal endo-upwelling: a solution to the reef nutrient paradox? **Continental Shelf Research**. 12(7/8), 785-798.
- Santana, F.C., Alves, A. L., Santos, A. M., Cunha, M.G.G.S., Perez, C, D., Gomes, P. B. 2014. Trophic ecology of the zoanthid *Palythoa Caribaeorum* (cnidaria: anthozoa) at tropical reefs. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**. 10.1017.
- Smayda, T. J. 1978. From phytoplankton to biomass. In: Sournia, A. (Ed.) **Phytoplankton Manual. Monographs on Oceanographic Methodology** 6. UNESCO, Paris. 273-279.
- Sebens, K.P. 1977. Autotrophic and heterotrophic nutrition of coral reef zoanths. **Proceedings Third International Coral Reef Symposium**. 1: 397-404.
- Sebens K. P., Koehl M. A. R. 1984. Predation on zooplankton by the benthic anthozoans *Alcyonium sidereum* (Alcyonacea) and *Metridium senile* (Actiniaria) in the New England subtidal. **Marine Biology**. 81:255–271.
- Tsounis, G., Rossi, S., Laudien, J., Bramanti, L., Fernández,N., Gili, J-M, Arntz, W. 2006. Diet and seasonal prey capture rates in the Mediterranean red coral (*Corallium rubrum* L.). **Marine Biology**. 149:313-325.

REVISTA PARA SUBMISSÃO: Scientia Marina

NORMAS DA REVISTA

Submission of a manuscript implies that all co-authors have approved and agree on the contents of the submitted text, tables and graphic material. It is the responsibility of the corresponding author that all co-authors have the correct information on the submitted manuscript. Manuscripts must not be submitted simultaneously to any other journal.

A single file in pdf format (including text, tables and figures) must be sent electronically to scimar@icm.csic.es.

Language: Contributions must be in English. Submitted manuscripts will first be checked for language. Scientists who use English as a foreign language are strongly recommended to have their manuscript proofread by a native English-speaking colleague. Manuscripts which are substandard in this respect will be returned without review.

First page

Please include the title, the complete name (first name and family name) and postal address of the author(s), and the fax number and e-mail address of the corresponding author

Title: Titles which include species names must also specify the necessary taxa and subtaxa, so that readers not acquainted with the species may at least know the zoological/botanical group the species belongs to.

Summary: No longer than 200 words, in a single paragraph.

Running title: A short title not exceeding 50 characters must be included.

Keywords: Please provide 6 to 8 keywords. In agreement with the recommendations of the IOC-UNESCO, we recommend that the authors use the ASFA Thesaurus to identify the right keywords for their articles.

Text of the article

Length: The total number of typed pages should not exceed 30 and will usually be lower (fewer than 7000 words, including references and figure legends). Font size 12 is

recommended. Leave 25 mm margins on all sides. Manuscripts must be printed double-spaced throughout. Pages and lines must be numbered.

Sections: Follow the usual sections (INTRODUCTION, MATERIALS AND METHODS, RESULTS, DISCUSSION). Avoid a single section on Results and Discussion. Avoid numbering sections. Main headings should be in capital letters, subheadings in bold type sentence case.

Do not use ampersands (&); instead use the word "and"

Some Latin abbreviations are set in roman type because they have been thoroughly incorporated into English (note that no comma follows the abbreviations). These include: e.g./ i.e./ ca./ in situ/ vs/ per se/.

Figures and tables should be numbered sequentially in the order that they appear in the text. Do not place figures or tables in the main body of the text, but at the end of the manuscript. Place every table and every figure in separate pages. Figure parts should be labelled with capital letters (A, B, C, etc.). References to figures in the main body of the text: (Fig. 1), (Fig. 1A, B) or (Figs 1 and 2) or full Figure 9.

Note the style of citing figures in the following examples: "The Balearic Islands (Fig. 1) are separated from the Iberian Peninsula by..."; "The bathymetric distribution of the species is shown in Figure 3."

Considerations for publishing genetic and taxonomic data

Genetic nomenclature: Use the zebrafish system (see <http://zfin.org/zfinfo/nomen.html>) for gene and protein nomenclature originated from fish species. Genes should be in italic lower case text and proteins in non-italic lower case text with the first letter capitalized. The article of Chakrabarty (2010) [Chakrabarty P. (2010). Genotypes: a concept to help integrate molecular phylogenetics and taxonomy. *Zootaxa* 2632: 67-68] can be used as general guidelines for genetic nomenclature.

Sequence data: Manuscripts containing novel amino acid, DNA, RNA and genomic sequences will only be accepted if they carry an International Nucleotide Sequence Databases (INSD) accession number from the European Biology Laboratory (EMBL), GenBank Data Libraries (GenBank) or DNA Data Bank of Japan (DDBJ). The data base accession number must be given in the Materials and Methods or Results sections of the manuscript. For taxonomic papers that refer to sequences derived from specimens preserved in collections, authors should reference the individual voucher from the collection. Lengthy nucleotide sequences will not be published except in very restricted occasions when these data are of general interest and importance. Refer to the original reference when the sequence used is already published.

All new nomenclatural acts referring new species will be registered in ZooBank in order to fulfill the ICNZ.

Units and numeric values

Applicable to both text and figure legends and axes.

Use International System units (km, m, kg, g, etc.).

Use the symbol "t" for metric tons.

The symbols h, min and s must be used for hours, minutes and seconds.

Use spaces between the quantity and the units (e.g. 2 m, 3 kg, 7 g). Exceptions: degree Celsius °C, latitude or longitude units and % (e.g. 37°C; 41°N, 1°17'E and 10%).

Do not include spaces between arithmetic symbols and numeric values: >, < (e.g. >7, <7, a=b+1).

Do not use · in mathematical formulae or between units to denote the multiplier terms, except when its omission may lead to confusion.

Abbreviations for "standard deviation" and "standard error" are "sd" and "se" respectively.

Use a dot "." as a decimal marker: Do not use any symbol to separate thousands (e.g. 5200 or 10300).

Salinity is a dimensionless unit, and should not have units such as ‰. It is valid to state once in the paper that salinity was measured in practical salinity units (psu), but thereafter no units should be used.

References in the text

When several references are cited between brackets they must follow a chronological order. Note the style of punctuation in the following examples:

... poses systematic problems (Hulley 1981, Smith and Millar 1995, Carter et al. 2001).

... in coastal upwelled waters (Olivieri 1983a,b, Salat 2000, 2002, Horstman SFRI unpublished data).

... following the opinions expressed by Margalef (1978).

Roel et al. (1985) reported that...

Ensure that there is a perfect match between references in the text and in the reference list. All references, both published and in press, cited in the text, tables or figures, must be included in the reference list. It is not necessary to include the reference when the scientific name of a species is cited in full (e.g. *Liocarcinus depurator* (Linnaeus, 1758)).

Reference List

We recommend a maximum rate of 1 page of citations for every 4 pages of text in the manuscript (from Introduction to Discussion).

No more than 3 references can be cited to support any statement.

References must be ordered alphabetically.

Journal names must always be abbreviated.

Papers "in preparation" or "submitted" are not acceptable as references. Once accepted, they may be quoted as "in press", but not before.

The format of the references must be strictly followed.

The list of references should include the complete list of authors, year of publication, title (in the original language), journal, volume, and page numbers. Journal abbreviations should be in accordance with the **WORLD LIST OF SCIENTIFIC PERIODICALS**.

Follow the punctuation and style shown in the examples below:

Pauly D. 2009. Beyond duplicity and ignorance in global fisheries. *Sci. Mar.* 73: 215-224.

Rossi S., Fiorillo I. 2010. Biochemical features of a *Protoceratium reticulatum* red tide in Chipana Bay (Northern Chile) in summer conditions. *Sci. Mar.* 74: 633-642.

Merino G., Maynou F., García-Olivares A. 2007. Effort dynamics in a fisheries bioeconomic model: A vessel level approach through Game Theory. *Sci. Mar.* 71: 537-550.

Margalef R. 1974. *Ecología*. Ediciones Omega, Barcelona, 951 pp.

Romero E. 2010. Sources of plankton variability in an urbanized coastal ecosystem. Ph.D. thesis, Tech. Univ. Catalonia, 244 pp.

Please pay especial attention to the citation of articles within books according to the following examples. Do not forget to give the publisher and place of publication and to check the punctuation:

Ruiz-Villarreal M., Bolding K., Burchard H., Demirov E. 2005. Coupling of the GOTM turbulence model to some three-dimensional ocean models. In: Baumert H.Z., Simpson J.H., Sundermann J. (eds), *Marine Turbulence: Theories, Observations and Models*. Cambridge Univ. Press, pp. 225-237.

Pichon A., Correard S. 2006. Internal tides modelling in the bay of Biscay. Comparisons with observations. In: Morán X.A.G., Rodríguez J.M., Petitgas P. (eds), *Oceanography of the Bay of Biscay*. *Sci. Mar.* 70S1: 65-88.

Tables

Tables should be consecutively numbered with Arabic numerals and typed on separate pages.

Table headings should be given above each table.

Tables should be designed to fit in the format of the printed page.

Vertical lines should not be used.

Figures

When submitting a manuscript, figures must be placed at the end of the manuscript and each figure must include its legend in the lower part. Once the manuscript has been accepted for publication, figures and their legends must be placed separately.

Figures presenting the study area should include a small general map showing a larger geographical region. Maps must show the locations cited in the text, the names of seas or oceans and the main isobaths. Please, avoid political maps.

Drawings, graphs and photographs should be carefully presented on separate sheets. Figures must be prepared so that, after reduction to fit the size of the journal page (16.9 cm for full page width or 8.1 cm one column width), characters and symbols will still be readable.

All figures included in a manuscript should use the same font type.

Avoid very thin or very thick lines.

Please do not draw with hairlines. The minimum line width is 0.2 mm (0.5 pt) measured at the final scale.

Map figures must indicate °N, °S, °E or °W.