



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**A importância da matéria orgânica particulada (MOP) na alimentação de  
*Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*  
(CNIDARIA:ANTHOZOA:ZOANTHARIA)**

JOSÉ GUILHERME ALVES DA SILVA JUNIOR

RECIFE

2019



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
LICENCIATURA PLENA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

**A importância da matéria orgânica particulada (MOP) na alimentação de  
*Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*  
(CNIDARIA:ANTHOZOA:ZOANTHARIA)**

Aluno: José Guilherme Alves da Silva Junior

Orientadora: Prof Dr<sup>a</sup> Paula Braga Gomes

Departamento de Biologia da  
Universidade Federal Rural de  
Pernambuco como parte dos requisitos  
para avaliação da disciplina de  
monografia

**A importância da matéria orgânica particulada (MOP) na alimentação de  
*Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*  
(CNIDARIA:ANTHOZOA:ZOANTHARIA)**

Comissão avaliadora:

---

**Profª Drª Paula Braga Gomes - UFRPE**

**Orientadora**

---

**Prof Dr Mauro de Melo Junior - UFRPE**

**Titular**

---

**MSc Erica Patricia de Lima - UFPE**

**Titular**

---

**MSc Isabela Guimarães**

**Suplente**

**Recife**

**2019**

“Ai Gabi, só quem viveu sabe”

Andressa Urach

Dedico esse trabalho as minhas maiores alegrias: Mãe, Pai, meu cachorro Marley e meu gato Darwin.

Obrigado por tudo

## Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer aos meus maiores apoiadores e torcedores, meus pais Valquiria e Guilherme, muito obrigado por todo sacrifício, por todas as vezes que vocês abdicaram de algo em pró de mim e todas as vezes que acreditaram e confiaram em mim mesmo quando eu não acreditei e confiei. Vocês são os melhores pais que um ser humano poderia ter.

Toda minha família que não citarei aqui para não cometer a injustiça de esquecer alguém mas especialmente tios e primos de sangue ou consideração que torcem pelo meu sucesso, bem como todos os amigos dos meus pais (que não são poucos) que me adotaram como sobrinho e que ano após ano em todas as confraternizações repetem que me colocaram no braço quando eu tinha 2 dias de vida mas que de longe me incentivam bastante.

As duas criaturinhas que todos os dias me dão um amor puro e verdadeiro, entre mordidas e arranhadas Darwin e Marley saibam que vocês ocupam um enorme espaço no meu coração, obrigado por todo amor, escrevo isso com um sorriso no rosto enquanto vocês bagunçam a minha cama que acabei de arrumar.

Aos meus amigos Tuany, Geissiler, Tayse, Isabela, Paloma, Kathyanne e William e Bruno, sem vocês esses 4 anos seriam insuportáveis, muito obrigado pelas risadas, pelo companheirismo, pela ajuda e por cada palavra motivadora que recebi durante a graduação, saibam que todo esse amor é recíproco e amo cada um de vocês, sem vocês meus dias seriam mais escuros e cada um de vocês foram fundamentais não só na construção desse trabalho mas em toda a graduação. Perdão por algumas grosserias e falta de maturidade, mas não tenho dúvidas que daqui a 10, 20, 30, ou 50 anos quero estar com vocês ao meu lado rindo das coisas mais estúpidas da vida comendo alguma coisa que possua mais de 99% de gordura.

Minha orientadora Paula Braga Gomes que acolhe-me no terceiro semestre do curso, sem nem saber o que era um recife de coral ou se queria mesmo seguir no curso, muitíssimo obrigado por despertar em mim a busca pelo conhecimento e o amor pelos cnidários, obrigado por me inspirar como professor e como ser humano, se eu for um profissional com 10% da sua humildade, inteligência, competência e humanidade serei a pessoa mais realizada do mundo.

Aos integrantes do melhor laboratório que já existiu na história do *Homo sapiens*, muitíssimo obrigado pela troca de conhecimento, pelos risos, pela comida, pelo Ovní, por todo carinho, por todas as vezes que cheguei desmotivado e vocês me consolaram, por todas as vezes que cheguei estressado e vocês me arrancaram uma risada, por todas as doenças que contamos na bancada, por todo amor que me foi dadoem cada dia desde fevereiro de 2017 e por toda força para construção desse trabalho. Alessandra, Erica, Camilla, Mychel, Stella, Thiago, Yago, João, Kayke, Rafael, Milena e

Isabela sou eternamente grato a todos vocês, vocês não tem noção de como a Biologia/ecologia/taxonomia é sortuda por ter vocês, mal posso esperar pelo futuro e tudo que ele nos reserva, vamos fazer do LECEM um império onde Gomes PB reinará com toda sua bondade e competência.

Não teria como deixar de agradecer ao povo brasileiro por ter contribuído com minha graduação através das bolsas de iniciação científica por 2 anos, e monitoria por 6 meses, espero ter feito valer todo suor, todo estresse e todo trabalho. Sem isso minha permanência na universidade seria inviável e o apoio de vocês foi fundamental.

Ao programa da residência pedagógica que contribuiu bastante para a minha formação me colocando em contato com a realidade do professor de ciências e biologia. A professora Flávia Lins e minha preceptora Jussara Silva que nesses últimos 18 meses me guiaram e me ajudaram em tudo que precisei assim como meus colegas com quem compartilhei as salas de aula da Escola estadual Antônio Correa de Araújo, sou eternamente grato, admiro muito vocês.

Por último, obrigado aos meus professores com quem tive a oportunidade de aprender bastante nesses últimos anos, uma honra ter vocês em minha formação. Deixo aqui um agradecimento especial aos professores: Raquel Pedroza, Valéria Teixeira, Ariadne Moura, Nicola Schiel, Veridiana Alves, Carmen Zickel, José Vitor, Flavita Conceição, Claudia Ulisses, Flávia Lins, Catarina Fraga, Thiago Gonçalves, Geraldo Moura, Paula Braga, Gustavo Ribeiro, Paulo Eleutério, Nara Suzy, Monica Botter, Mauro de Melo e Ana Carolina Lins.

## Resumo

Os zoantídeos são cnidários bentônicos zooxantelados que são parte fundamental de diversas relações ecológicas que ocorrem no ambiente marinho. Apesar de existir trabalhos que busquem compreender sua alimentação nenhum deles levou em consideração o papel da matéria orgânica particulada na dieta dos mesmos, logo o objetivo deste estudo é avaliar o papel do MOP na alimentação de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*. Foram feitas 4 amostragens em um período de 24 horas na praia de Serrambi, litoral de Pernambuco onde foram coletadas colônias de *P. caribaeorum* e *Z. sociatus*. Em laboratório o material foi dissecado, registrado a abundância de fitoplâncton e zooplâncton assim como da matéria orgânica particulada. Posteriormente foi calculado a biomassa de cada item alimentar, afim de comparar a abundância e a biomassa foi feito um GLM do tipo anova aninhada aonde horários e marés estavam aninhados. Em relação a abundância, *P. caribaeorum* consome mais fitoplâncton. O material orgânico particulado representou apenas 16,98% dos itens alimentares para a espécie. A única diferença significativa pode ser observada na abundância de fitoplâncton na segunda observação realizada no período vespertino em maré alta ( $F = 9,348; p = 0,00001$ ). Em relação ao aporte de carbono (biomassa). Os três itens mostraram-se similares ao longo do dia. No entanto, apesar do fitoplâncton ter sido o mais abundante ele representou a menor quantidade de aporte de carbono dos três itens analisados. O GLM revelou um p significativo entre o MOP da última maré alta e aos demais itens alimentares ( $F = 9,1292; p = 0,0001$ ). *Z. sociatus* se alimentou bem menos se comparado a *P. caribaeorum*, *Z. sociatus* parece se alimentar de forma regular durante todo período de incidência de luz, no entanto detectamos uma queda na abundância de presas na terceira observação, a única realizada no período da noite. Apesar disso, o teste não identificou nenhuma diferença significativa, dentro dos horários ou entre os horários ( $F = 1,8962; p = 0,05$ ). Em relação a biomassa o fitoplâncton e o MOP possuem uma importância bem maior que o zooplâncton tal fator foi observado no GLM que relevou uma diferença significativa ( $p = 0,0001$  e  $F = 9,851$ ).

## Abstract

Zoanthids are zooxanthelated benthic cnidaria that are a fundamental part of several ecological relationships that occur in the marine environment. Although there are studies that seek to understand their consumption, none of them considered the role of organic matter in their diet, so the aim of this study is to evaluate the role of MOP in the feeding of *Palythoa caribaeorum* and *Zoanthus sociatus*. Four alterations were made within 24 hours at Serrambi beach, Pernambuco coast, where colonies of *P. caribaeorum* and *Z. sociatus* were collected. In laboratory or material was dissected, abundance of fit and zooplankton, as well as particulate organic matter were recorded. Subsequently a biomass item was calculated for each food item after comparing a biomass sample and was made in the nested ANOVA GLM where times and dates were nested. Regarding abundance, *P. caribaeorum* consumes more phytoplankton. Particulate organic material represents only 16.98% of food items for a species. A single significant difference can be observed in the second observation made during the upward waiting period ( $F = 9,348$ ;  $p = 0.00001$ ). In relation to carbon input (biomass). The three selected items are similar throughout the day. However, although the adjustment was the most abundant, it represents the smallest amount of carbon of the three items analyzed. GLM revealed a significant number between last high tide MOP and other food items ( $F = 9.1292$ ;  $p = 0.0001$ ). *Z. sociatus* feeds a lot less compared to *P. caribaeorum*, *Z. sociatus* seems to feed regularly throughout the light period, however, a drop in prey is detected in the third observation, the only one at night. Nevertheless, the test did not identify any significant differences within or between times ( $F = 1.8962$ ;  $p = 0.05$ ). In relation to biomass or phytoplankton and MOP, it has a much greater importance than the zooplankton factor that was observed in GLM which is significantly different ( $p = 0.0001$  and  $F = 9.851$ ).

## Fundamentação teórica

O filo Cnidaria compreende um grupo de metazoários basais que possuem uma célula urticante denominado cnidoblasto como sinapomorfia (Zapata 2015). Os cnidários estão entre os invertebrados mais bem sucedidos entre os metazoários, estando na Terra há aproximadamente 600 milhões de anos (Martindale et al 2004). As espécies deste filo são fundamentais para a manutenção de diversas relações ecológicas no ambiente marinho seja criando habitats para outros organismos ou participando da complexa teia alimentar oceânica (Fellere al 1985; Huebner et al 2012; Choy et al 2017; Chausson et al 2018; Leal e Pages 2018 ).

Sendo um filo que participa do acoplamento bento-pelágico a alimentação de cnidários varia de acordo com a forma do seu corpo (Coma 1996). Espécies de Scyphozoa e Cubozoa vêm se mostrando vorazes, consumindo os mais diversos grupos do zooplâncton em grande quantidade (Spadinger et al 1999; Titalman e Hansson 2006; Spapsis et al 2011). Em algumas exceções foram registradas medusas parasitando espécies de Ctenophora (Ivanov et al 2000) a fim de aproveitar-se do alimento adquirido pelo mesmo, assim como existem diversos registros de espécies de água viva que consomem crustáceos, peixes e até anêmonas do mar (Fautin e Fitt 1991; Spasis 2011; Falkenhaug 2014). De maneira geral as espécies de Medusozoa se mostram bem mais vorazes que as espécies de Anthozoa.

A classe Anthozoa comporta os cnidários com apenas a fase de pólipos, como corais, gorgônias e anêmonas. Eles são sésseis ou sedentários, possuindo uma íntima relação com o substrato e, por essa característica, são conhecidos por serem pouco seletivos quando se trata de alimentação, consumindo o que há em maior abundância no ecossistema em que está inserido (Coma et al 1994; Coma et al 1997; Ribens 1998; Coma e Ribens 2003; Lira et al 2007; Santana 2015).

. Existe uma lacuna acerca de informações sobre ecologia trófica da classe Hexacorallia, existem grupos, inclusive, em que não há registro algum de estudos com este viés. Uma exceção a esse caso ocorre no grupo Scleractinia, cujos integrantes são comumente chamados de corais que devido a sua importância ecológica bem conhecida e estudada por toda comunidade científica é alvo de estudos constantes a respeito de todos os seus aspectos ecológicos entre eles a alimentação (Sorokin 1973; Goldberg 2002; Pagès et al 2003; Houlbrèque et al 2004; Tambutté 2004; Houlbre`que 2015). Devido à escassez de dados para os demais grupos e a abundância de dados para os corais, vez ou outra extrapolou-se os dados referentes a Scleractinia para todos os outros grupos irmãos, entre eles as espécies do grupo Zoantharia.

Zoantharia compõe um grupo de cnidários exclusivamente marinhos, presentes em todos os oceanos, com ampla distribuição batimétrica, ocorrendo desde águas rasas até regiões de 6 mil metros de profundidade (Santos et al 2015). Algumas espécies de zoantídeos são zooxanteladas e contribuem para a produção primária. Sorokin (1998) verificou que a quantidade de zooxantelas

presente nesses organismos é uma ordem de grandeza maior do que em espécies de corais e octocorais que possuem a mesma relação simbiótica, demonstrando assim que a contribuição na produção primária dos zoantídeos é maior do que outros cnidários de mesmo hábito. Os zoantídeos também possuem uma grande importância na produção e transferência de energia no ambiente marinho (Sebens 1977; Santana 2015), uma vez que se alimentam de organismos planctônicos e são consumidos por animais de níveis tróficos superiores principalmente dos grupos de cordados Actinopterygii e Testudine (Shinzato et al 2008; Luchetta et al 2014).

Quando se trata de heterotrofia, por muito tempo os zoantídeos foram classificados como carnívoros obrigatórios, abrindo seus tentáculos apenas durante a noite e consumindo zooplâncton, em um comportamento similar aos dos corais escleractíneos (Sebens 1977). No entanto, Santana et al (2015) ao acompanharem a dieta de *Palythoa caribaeorum* durante um ano verificaram que a maior parte da contribuição energética provém do fitoplâncton, especialmente de diatomáceas e cianobactérias, e não do zooplâncton. Além disso, os autores relatam a abundância de matéria orgânica particulada na dieta da espécie, mas não avalia a sua contribuição energética, deixando uma lacuna a respeito do papel da matéria orgânica particulada na alimentação dos zoantídeos.

A dinâmica energética que envolve os zoantídeos pode ajudar a entender o sucesso do grupo, tanto pela amplitude de distribuição quanto, principalmente por sua abundância em alguns ambientes, como os recifes. Em alguns locais os zoantídeos substituíram corais escleractínios em recifes como resultado de uma mudança de fase provocado pela perda da resiliência do ecossistema diante de perturbações antrópicas. Isso foi visto, por exemplo, na região da Baía de Todos os Santos no Brasil (Cruz et al 2015; Cruz et al 2016).

O Brasil possui uma grande diversidade de zoantídeos, com 13 espécies conhecidas (Santos et al 2015). Dentre as espécies destacam-se duas *Zoanthus sociatus* Ellis 1768 e *Palythoa caribaeorum* Duchassaing & Michelotti, 1860. Ambas as espécies possuem uma distribuição parecida, ocorrendo da costa da Flórida passando pelo México e Caribe até o Sul do Brasil. No Brasil elas estão entre as mais abundantes do grupo e devido ao seu rápido crescimento são encontradas com facilidade em recifes de arenito, recifes de corais e costões rochosos entre o Parcel do Manuel Luiz no estado do Maranhão até os costões rochosos do estado de Santa Catarina. O interesse biológico nas espécies é grande e ambas são frequentemente usadas seja pelo seu potencial farmacêutico, estético ou seu uso para fins de aquarofilia (Morlighem et al 2018).

Apesar da importância dos zoantídeos em geral e de *P. caribaeorum* e *Z. sociatus* no Brasil, poucos estudos têm focado na ecologia do grupo. Em relação a alimentação, trabalhos prévios tiveram o objetivo de caracterizar a dieta de *P. caribaeorum* e *Z. sociatus* (Sebens 1977; Santana 2015), no entanto, a metodologia se restringiu às comunidades de fitoplâncton e

zooplâncton, deixando assim uma lacuna a respeito de como as espécies de zoantídeos se relacionam com outros aspectos do seston, entre eles o material orgânico particulado.

O MOP é fundamental para diversas relações ecológicas no oceano seja alimentando grupos do próprio zooplâncton ou mantendo toda fauna de mar profundo através de agregados que formam a neve marinha (Shanks e Trent 1980; Alldredge e Silver 1988). O material orgânico particulado está longe de ser estável e sua dispersão depende de fatores como a verticalidade, a latitude, a sazonalidade e o padrão de correntes. O MOP marinho forma ainda a maior reserva de carbono reduzido do planeta e excede em mais de 200 vezes o inventário de carbono da biomassa oceânica (Hansell et al 2009).

Devido a sua abundância no ambiente marinho, sua grande variação de tamanho e potencial energético para heterotróficos o MOP é definitivamente um item alimentar em potencial para as espécies suspensívoras como os organismos da Ordem Zoantharia. Dito isso, o objetivo deste estudo é avaliar o papel do MOP na alimentação de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*.

## Referências

COMA, R., Gili, J.M., Zabala, M. And Riera, T. Feeding and prey capture cycles in the aposymbiotic gorgonian paramuricea clavata. **Marine ecology progress series**. 115, 257-270. 1994.

COMA, R., Gili, J.M., Zabala, M. 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. 1995.

COMA, R., Ribes, M., Orejas, C. And Gili, J.-M. 1999. Prey capture by a benthic coral reef hydrozoan. **Coral reefs**. 18, 141-145. 1995.

CHAUSSON, Juliette; SRINIVASAN, Maya; JONES, Geoffrey P.. Host anemone size as a determinant of social group size and structure in the orange clownfish (Amphiprion percula). **PeerJ**, [s.l.], v. 6, p.0-0, 6 nov. 2018. PeerJ.

CHOY, C. Anela; HADDOCK, Steven H. D.; ROBISON, Bruce H.. Deep pelagic food web structure as revealed by in situ feeding observations. Proceedings Of The Royal Society B: **Biological Sciences**, [s.l.], v. 284, n. 1868, p.20172116-5842, 6 dez. 2017. The Royal Society.

CRUZ Igor; LOILA Miguel; Albuquerque Thiago; Reis Rodrigo et al. Effect of Phase Shift from Corals to Zoantharia on Reef Fish Assemblages. **PLOS ONE**. Jan 2015

CRUZ Igor; MEIRA Verena; KIKUCHI Ruy; CREED Joel. The role of competition in the phase shift to dominance of the zoanthid Palythoa cf. variabilis on coral reefs. **Marine Environmental Research** Vol 115, April 2016, Pages 28-35. 2016

EZZAT, Leïla et al. The relationship between heterotrophic feeding and inorganic nutrient availability in the scleractinian coral *T. reniformis* under a short-term temperature increase. **Limnology And Oceanography**, [s.l.], v. 61, n. 1, p.89-102, 30 set. 2015. Wiley.

FELLER, Robert J.; ZAGURSKY, Gregory; DAY, Elizabeth A.. Deep-sea food web analysis using cross-reacting antisera. Deep Sea Research Part A. Oceanographic Research Papers, [s.l.], v. 32, n. 4, p.485-497, abr. 1985. Elsevier BV.

FALKENHAUG, Tone. Review of Jellyfish Blooms in the Mediterranean and Black Sea. **Marine Biology Research**, [s.l.], v. 10, n. 10, p.1038-1039, 27 maio 2014. Informa UK Limited.

FAUTIN Dafine e Fitt Williams. A jellyfish-eating sea anemone (Cnidaria, Actiniaria) from Palau: *Entacmaea medusivora* sp. nov. **Hydrobiologia** 216/217: 453-461, 1991.

GOLDBERG, Walter M. Feeding behavior, epidermal structure and mucus cytochemistry of the scleractinian *Mycetophyllia reesi*, a coral without tentacles. **Tissue And Cell**, [s.l.], v. 34, n. 4, p.232-245, ago. 2002. Elsevier BV.

GOMES, Paula B. et al. Prey selectivity of the octocoral *Carijoa riisei* at Pernambuco, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], v. 84, n. 1, p.157-164, mar. 2012. FapUNIFESP (SciELO).

HOULBRÈQUE, Fanny et al. Ocean acidification reduces feeding rates in the scleractinian coral *Stylophora pistillata*. **Limnology And Oceanography**, [s.l.], v. 60, n. 1, p.89-99, jan. 2015.

HUEBNER, Lk et al. Host preference and habitat segregation among Red Sea anemonefish: effects of sea anemone traits and fish life stages. **Marine Ecology Progress Series**, [s.l.], v. 464, p.1-15, 19 set. 2012. Inter-Research Science Center.

IVANOV Vladimir et al. Invasion of the Caspian Sea by the comb jellyfish *Mnemiopsis leidyi* (Ctenophora). **Biological Invasions** 2: 255–258, 2000

LEAL, Miguel Costa; FERRIER-PAGÈS, Christine. Molecular trophic markers in marine food webs and their potential use for coral ecology. **Marine Genomics**, [s.l.], v. 29, p.1-7, out. 2016. Elsevier BV.

LIRA, Ana K.f. et al. Trophic ecology of the octocoral *Carijoa riisei* from littoral of Pernambuco, Brazil. I. Composition and spatio-temporal variation of the diet. **Journal Of The Marine Biological Association Of The United Kingdom**, [s.l.], v. 89, n. 1, p.89-99, 29 jul. 2008. Cambridge University Press (CUP).

SANTANA, Erika Flávia Crispim de et al. Trophic ecology of the zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) on tropical reefs. **Journal Of The Marine Biological Association Of The United Kingdom**, [s.l.], v. 95, n. 2, p.301-309, 24 nov. 2014. Cambridge University Press (CUP).

SANTOS, Maria Eduarda Alves et al. Overview of the order Zoantharia (Cnidaria: Anthozoa) in Brazil. **Marine Biodiversity**, [s.l.], v. 46, n. 3, p.547-559, 13 out. 2015. Springer Science and Business Media LLC.

SAPSIS, Themistoklis; PENG, Jifeng; HALLER, George. Instabilities on Prey Dynamics in Jellyfish Feeding. **Bulletin Of Mathematical Biology**, [s.l.], v. 73, n. 8, p.1841-1856, 26 out. 2010. Springer Science and Business Media LLC.

SPADINGER, Reinhard; MAIER, Gerhard. Prey selection and diel feeding of the freshwater jellyfish, *Craspedacusta sowerbyi*. **Freshwater Biology**, [s.l.], v. 41, n. 3, p.567-573, maio 1999. Wiley.

TITELMAN, Josefin; HANSSON, Lars Johan. Feeding rates of the jellyfish *Aurelia aurita* on fish larvae. **Marine Biology**, [s.l.], v. 149, n. 2, p.297-306, 17 dez. 2005. Springer Science and Business Media LLC.

## **O papel da matéria orgânica particulada (MOP) na alimentação de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus* (CNIDARIA: ANTHOZOA: ZOANTHARIA)**

José Guilherme Alves da Silva Junior<sup>1</sup>, Erika Flávia Crispim de Santana<sup>2</sup>, Josefa Luana de Aguiar Silva<sup>1</sup>, Camila Rebeca Celestino de Moura<sup>1</sup>, Paula Braga Gomes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Biologia, Dois Irmãos, 52171-900 Recife, PE, Brasil

<sup>2</sup> Universidade Federal da Paraíba, Pós-graduação em Ciências Biológicas-Zoologia, Cidade Universitária, 58051-900 João Pessoa, PB, Brasil

### **Introdução**

Os recifes costeiros constituem um dos ecossistemas mais biodiversos e produtivos do planeta (Connell 1978, Birkeland 1997 Moberg and Folke 1999). A riqueza de espécies presentes nesse ecossistema é tão grande que as relações ecológicas tornam-se altamente complexas, entre elas a cadeia alimentar.(Wiedenmann e Brown 2019) . Devido a sua alta diversidade, a teia alimentar em ambientes coralíneos é difícil de ser mensurada, no entanto, desvendar as trocas de energia no ambiente recifal não só nos ajuda a entender a dinâmica costeira, mas fornece base para desvendar a extensa e complexa teia alimentar oceânica (Christianen et al 2017; Vinagre et al 2018)

Estudos sobre a teia trófica em ambientes coralíneos são comuns e muito deles têm cnidários antozoários como alvo. De uma maneira geral esses estudos revelam que esses organismos possuem uma grande importância na transferência de energia em ambientes costeiros com uma alimentação suspensívora pouco seletiva (Coma et al 1994, Coma et al 1995, Coma et al 1997, Ribes et al 1998, Coma et al 1999, Ribes et al 1999, Raskoff 2002, Rossi 2004, Genzano 2005,Lira 2007; Santana 2014). Organismos da classe Anthozoa vem se mostrando eficientes intermediários de cadeia alimentar, sendo peça fundamental na transferência de energia do plâncton para o nécton uma vez que são consumidos por metazoários de níveis tróficos superiores em especial tartarugas marinhas e peixes (Stampar et al 2007)

Uma das ordens de Hexacorallia que se destacam pela sua importância ecológica são os zoantídeos. Por muito tempo acreditou-se que zoantídeos eram predominantemente carnívoros abrindo seus tentáculos apenas durante a noite para alimentar-se de zooplâncton, em um comportamento similar ao dos corais da ordem Scleractinia (Sebens 1977). Santana et al (2015), ao acompanharem a dieta de *Palythoa caribaeorum* durante um ano confirmaram que zoantídeos alimentavam-se de zooplâncton, no entanto o mesmo trabalho mostrou que boa parte da aquisição energética da espécie vinha das comunidades de fitoplâncton, em especial as diatomáceas e cianobactérias. Apesar de não ter quantificado, o estudo levanta ainda questionamentos sobre o papel da matéria orgânica particulada na alimentação da espécie e como zoantídeos poderiam utilizá-la a fim de obter energia pela heterotrofia.

O material orgânico particulado (MOP) é toda aquela partícula presente na coluna d'água que excede 45µm (Baumgarte et al 2010). Nesse grupo pode-se identificar moléculas de vários tipos, carboidratos, proteínas, lipídios, aminoácidos mas sabe-se que o principal componente do MOP é o carbono oriundo de diversos organismos marinhos. Pode-se encontrar desde carapaças ou pedaços de crustáceos do zooplâncton, microalgas mortas, fezes de peixes entre outras excretas de componentes biológicos que podem estar quimicamente ativos ou já mortos (Ogawa e Tanoe 2013; Davis et al 2019).

O MOP é fundamental para diversas relações ecológicas no oceano seja alimentando grupos do próprio zooplâncton ou mantendo toda fauna de mar profundo através de agregados que formam a neve marinha (Shanks e Trent 1980; Alldredge e Silver 1988). O material orgânico particulado está longe de ser estável e sua dispersão depende de fatores como a verticalidade, a latitude, a sazonalidade e o padrão de correntes. O MOP marinho forma ainda a maior reserva de carbono reduzido do planeta e excede em mais de 200 vezes o inventário de carbono da biomassa oceânica (Hansell et al 2009).

Devido a sua abundância no ambiente marinho, sua grande variação de tamanho e potencial energético para heterotróficos o MOP é definitivamente um item alimentar em potencial para as espécies suspensívoras como os organismos da Ordem Zoantharia. Dito isso, o objetivo deste estudo é avaliar o papel do MOP na alimentação de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*.

## **Material e métodos**

### **Área de estudo**

O estudo foi desenvolvido na Praia de Serrambi (8°33'21"S e 35°00'21"W), litoral nordeste do Brasil, local com abundância das duas espécies vivendo em simpatria, fácil acesso aos recifes e relativamente pouco impacto antrópico. Os recifes de arenito do tipo franja estão sob um regime de maré semidiurna com uma média de 6 horas entre as marés onde em um único dia existe a presença de duas preamares e duas baixa-mares. Assim como todo litoral pernambucano o clima é classificado como tropical quente úmido com temperatura anual média de 33°C com chuvas de outono e inverno com cerca de 2400 mm ao ano.

### **Dieta**

Considerando a possível variação da dieta e da disponibilidade do MOP ao longo do dia (ciclo circadiano) e com o ciclo diário de marés, foram feitas quatro coletas em um período de vinte e quatro horas sendo duas em marés altas (2.0m e 2.1m respectivamente) e duas em marés baixas (0.0m e 0.1m). Em cada horário foram coletados fragmentos (5cm<sup>3</sup>) de cinco colônias distintas dos zoantídeos *Zoanthus sociatus* e *Palythoa caribaeorum*. Logo após a coleta o material foi fixado em formaldeído a 10% a fim de interromper o processo de digestão.

Em laboratório foram individualizados 30 pólipos de cada espécie e de cada horário totalizando um N amostral de 120 pólipos por espécie e um total de 240 pólipos analisados. Os pólipos foram dissecados e suas cavidades gástricas foram lavadas sobre um filtro de 30  $\mu\text{m}$ , o conteúdo foi concentrado em 0,5 ml, posteriormente foi feita a análise em microscópio óptico e foram contados e identificados a nível de grandes grupos, organismos de fitoplâncton e zooplâncton. Também foi registrada a abundância do material orgânico particulado. Todo os itens foram fotografados e posteriormente medidos usando o software Image J. Foi medido a altura e largura de cada item.

Para o cálculo da biomassa, foi inicialmente calculado o biovolume aproximado de cada presa de fito e zooplâncton utilizando as medidas e a fórmula do volume da figura geométrica mais similar a presa, de acordo com a literatura. A partir do biovolume, foi calculado o teor de carbono existente em cada indivíduo seguindo a metodologia de Montagnes e Franklim, (2001); Carpenter et al. (2004); Alcaraz et al. (2003); Hernández-León e Montero (2006) ; Lehette e Hernández-León (2009). Para o material orgânico particulado não foram identificados trabalhos prévios que calcularam o biovolume e a biomassa do mesmo, logo, foi utilizado a forma geométrica do esferoide prolato uma vez que sua forma se assimilava a maioria do MOP identificado em nossas amostras. Devido à similaridade na forma afim de obter uma biomassa aproximada do MOP foi utilizado o mesmo teor de carbono presente nas diatomáceas pennales. As fórmulas geométricas usadas para o cálculo de biovolume e o cálculo de assimilação de carbono podem ser verificadas na tabela 1.

<b>Presa</b>	<b>Fórmula matemática</b>	<b>Aporte de carbono</b>
Diatomácea	$V = \pi a / 4 a^2 b$	$0.32 * V 0.87$
Cyanobacteria	$V = \pi a / 4 a^2 b$	$0.424 * V$
Zooplâncton	$V = 4/3 \pi (a/2)(b/2)^2$	$0.32 * V 0.87$
MOP	$V = 4/3 \pi a^2 b$	$0.32 * V 0.88$

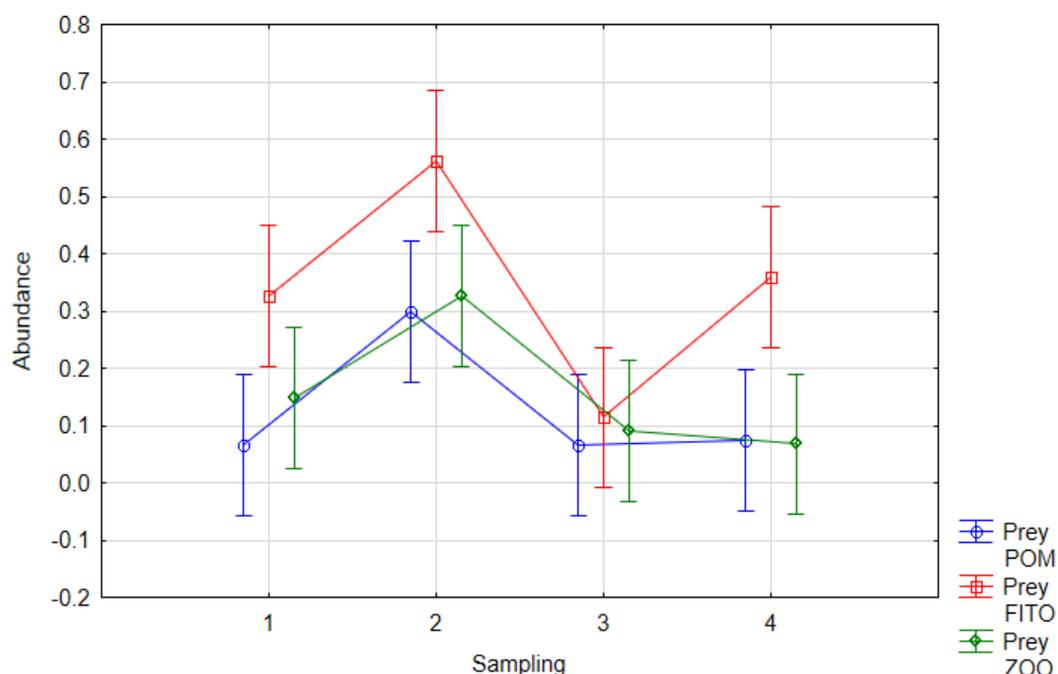
Tabela 1: Fórmula matemática e aporte de carbono utilizado para obter biomassa de diferentes presas de *Zoanthus sociatus* e *Palythoa caribaeorum*

A fim de avaliar diferenças na abundância e na biomassa entre as diferentes observações e dentro de cada observação os dados foram transformados com uma base de log+1 a fim de garantir a homogeneidade dos dados e posteriormente foi realizado um Modelo Linear Generalizado (GLM) do tipo Anova aninhada e um posterior teste de Tukey onde marés e horários estavam aninhados. Foi realizado o teste para cada espécie com um nível de significância de 5% o software Statistica 6.0.

## Resultados

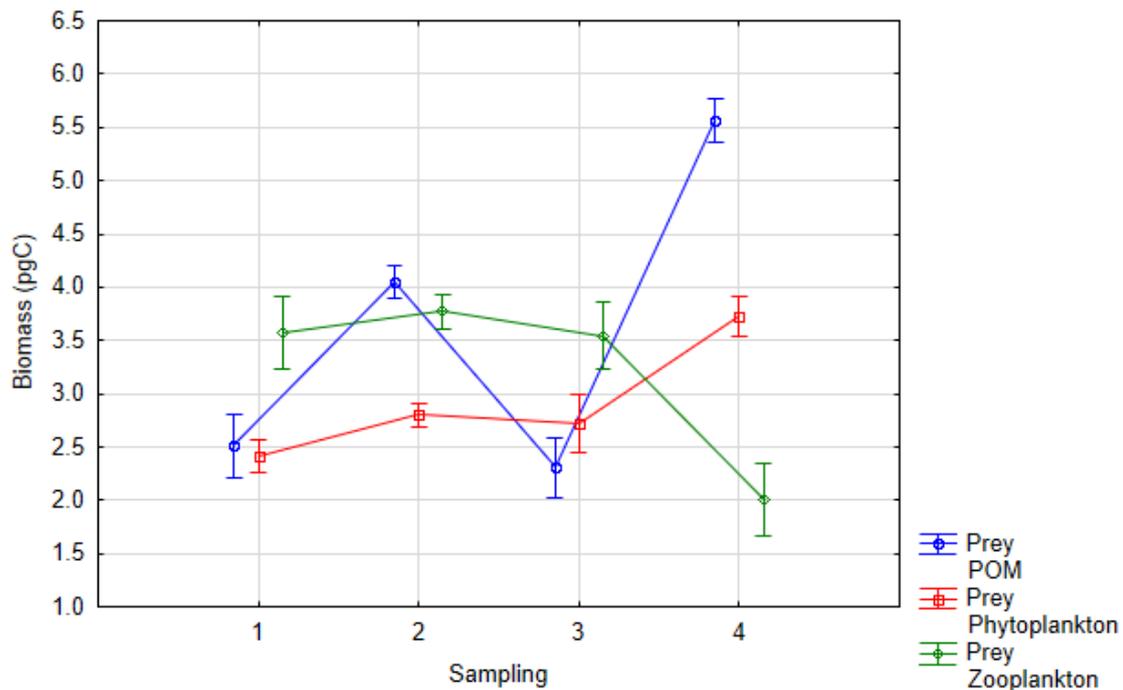
### *Palythoa caribaeorum*

Foram registrados 1284 itens de presas para a espécie. O fitoplâncton foi o grupo mais abundante representando 65,3% das presas identificadas, seguido do zooplâncton que foi o segundo mais representativo com 17,99% das presas. Em relação a abundância, *P. caribaeorum* consome mais fitoplâncton. O material orgânico particulado representou apenas 16,98% dos itens alimentares para a espécie. A única diferença significativa pode ser observada na abundância de fitoplâncton na segunda observação realizada no período vespertino em maré alta (F =9,348;p=0,00001; Figura 1)



**Figura 1** : Abundância (log +1) dos itens de presa de *Palythoa caribaeorum* em Serrambi, Brasil. POM: Material orgânica particulado, FITO: fitoplâncton, ZOO: Zooplâncton. 1: Primeira amostragem realizada as 10:24 em maré 0,0; 2: Segunda amostragem realizada as 16:45 em maré 2,4; 3: Terceira amostragem realizada as 22:15 em maré 0,1; 4: Quarta amostragem realizada as 06:51 em maré 2,6. Intervalo de confiança de 5%

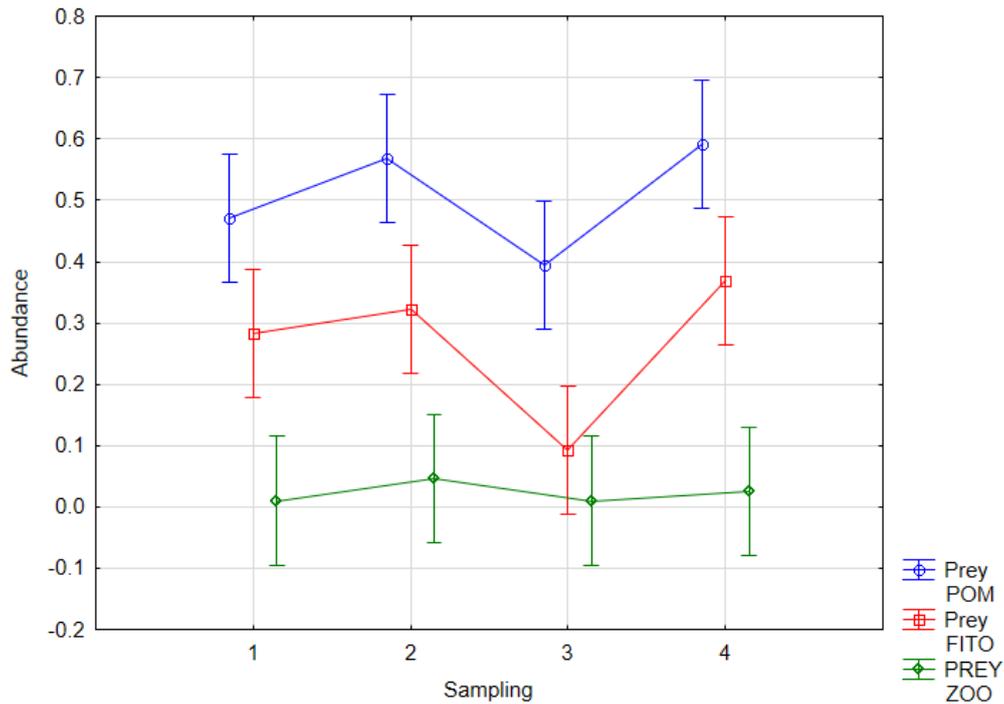
Em relação ao aporte de carbono (biomassa). Os três itens mostraram-se similares ao longo do dia. No entanto, apesar do fitoplâncton ter sido o mais abundante ele representou a menor quantidade de aporte de carbono dos três itens analisados. O MOP foi o item alimentar que mais variou ao longo do dia tendo a maior contribuição nas marés mais altas. O GLM revelou um p significativo entre o MOP da última maré alta e aos demais itens alimentares (F=9,1292; p=0,0001; Gráfico 2)



**Figura 2:** Biomassa (PgC) (log +1) dos itens de presa de *Palythoa caribaeorum* em Serrambi, Brasil. POM: Material orgânica particulado, FITO: fitoplâncton, ZOO: Zooplâncton. 1: Primeira amostragem realizada as 10:24 em maré 0,0; 2: Segunda amostragem realizada as 16:45 em maré 2,4; 3: Terceira amostragem realizada as 22:15 em maré 0,1; 4: Quarta amostragem realizada as 06:51 em maré 2,6. Intervalo de confiança de 0.95

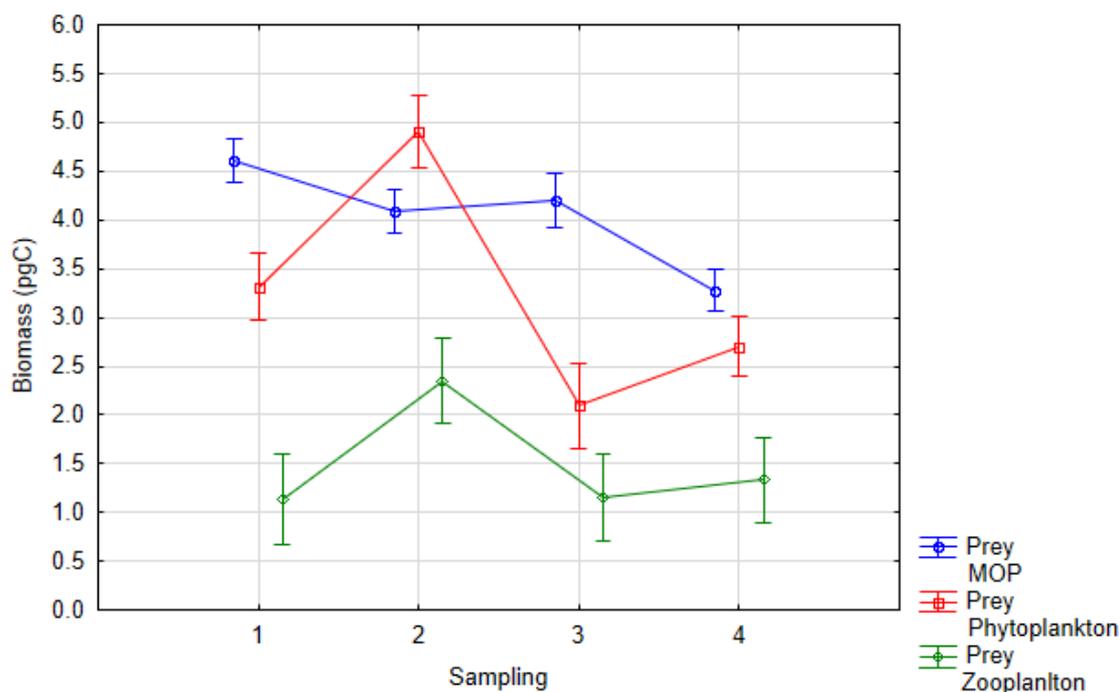
### *Zoanthus sociatus*

*Z. sociatus* se alimentou bem menos se comparado a *P. caribaeorum*, com um total de 625 presas sendo registradas. A maior parte das presas registradas foram de MOP representando um total de 73,70% das presas encontradas, o fitoplâncton representou 24,72% das presas enquanto o zooplâncton foi o grupo menos representativo encontrado em um total de 1,57% das amostras. *Z. sociatus* parece se alimentar de forma regular durante todo período de incidência de luz, no entanto detectamos uma queda na abundância de presas na terceira observação, a única realizada no período da noite. Apesar disso, o teste não identificou nenhuma diferença significativa, dentro dos horários ou entre os horários ( $F=1,8962$ ;  $p=0,05$ ; Gráfico 3).



**Figura 3** : Abundância (log +1) dos itens de presa de *Zoanthus sociatus* em Serrambi, Brasil. POM: Material orgânica particulado, FITO: fitoplâncton, ZOO: Zooplâncton. 1: Primeira amostragem realizada as 10:24 em maré 0,0; 2: Segunda amostragem realizada as 16:45 em maré 2,4; 3: Terceira amostragem realizada as 22:15 em maré 0,1; 4: Quarta amostragem realizada as 06:51 em maré 2,6. Intervalo de confiança de 0.95

Em relação a biomassa o fitoplâncton e o MOP possuem uma importância bem maior que o zooplâncton, o GLM relevou uma diferença significativa ( $p=0,0001$  e  $F=9,851$ ) o único comportamento distinto houve na coleta 2 onde teve uma abundância maior de diatomáceas centrais. De maneira geral o MOP parece ser mais importante para *Z. sociatus* do que para *P. caribaeorum* tanto em termos de abundância quanto em aporte de carbono.



**Figura 4:** Biomassa (PgC) (log +1) dos itens de presa de *Zoanthus sociatus* em Serrambi, Brasil. POM: Material orgânica particulado, FITO: fitoplâncton, ZOO: Zooplankton. 1: Primeira amostragem realizada as 10:24 em maré 0,0; 2: Segunda amostragem realizada as 16:45 em maré 2,4; 3: Terceira amostragem realizada as 22:15 em maré 0,1; 4: Quarta amostragem realizada as 06:51 em maré 2,6. Intervalo de confiança de 0.95

## Discussão

O fato de possuir baixa mobilidade, diferentes tamanhos, alta concentração de biomassa disponível e ser abundante em recifes costeiros (Cao et al 2016) o MOP torna-se um item alimentar ideal para *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*. Sendo assim uma alternativa de obter alimento além das populações de fito e zooplâncton. Em nosso trabalho foi possível notar uma similaridade na proporção do consumo de MOP e presas planctônicas tanto para *Z. sociatus* quanto *P. caribaeorum*. A única exceção ocorreu para *P. caribaeorum* que consumiu mais fitoplâncton na maré alta diurna. Tal similaridade demonstra que de fato a alimentação dessas espécies é suspensívora consumindo o que há de mais abundante no ecossistema não havendo distinção de partículas ou grupos biológicos.

Apesar de consumir o que há de mais abundante no ambiente a alimentação suspensiva é limitada por fatores como a mobilidade e tamanho das presas assim como sua disponibilidade no ambiente e o tamanho do pólipos dos predadores. (Patterson 1990, Coma et al 1994, Coma et al 1995, Coma et al 1997, Ribes et al 1998, Coma et al 1999, Ribes et al 1999, Raskoff 2002, Rossi 2004, Gezano 2005, Lira 2007; Santana 2014).

Apesar de não existir uma diferença significativa *Z. sociatus* parece utilizar mais o MOP como aporte energético do que *P. caribaeorum*. Por ter um tamanho reduzido, ficar mais exposto em marés mais baixas é comum que

indivíduos de *Z. sociatus* não consigam consumir com frequência presas como copepodes rotíferos ou diatomáceas com um tamanho mais elevado, recorrendo assim ao MOP para obter o carbono necessário para seu metabolismo.

Embora a literatura sugira que o horário é o fator mais importante na alimentação de zoantídeos observamos que a altura da maré teve um papel mais marcante na alimentação das espécies uma vez que o pico de abundância e biomassa para ambas ocorreu em marés altas. Marés mais altas favorecem a ressuspensão de sedimento bem como organismos bentônicos ou material particulado acumulado no fundo (Wakeham e Lee 1993) aumentando assim a possibilidade de itens alimentares disponíveis na coluna d'água, em nossas análises encontramos foraminíferos e nematodeos que corroboram com essa possibilidade de que boa parte da alimentação tanto de *P. caribaeorum* quanto de *Z. sociatus* pode vir do material associado ao sedimento e não necessariamente do plâncton marinho.

O fato de *P. caribaeorum* se alimentar mais do que *Z. sociatus* não surpreende uma vez que estudos sobre cnidários zooxantelados demonstram que a relação entre zooxantelas e predação é inversamente proporcional. Quanto maior a quantidade de zooxantelas menor a necessidade de o cnidário recorrer à fontes de energia heterotróficas. Sorokin (1991) e Costa (2013) ao estudar 30 espécies notou que os zoantídeos possuem uma quantidade de zooxantelas maior do que corais ou octocorais. Ainda no grupo dos zoantídeos o mesmo autor verificou que *Zoanthus sociatus* foi o que apresentou a maior quantidade de zooxantelas logo, explica-se o fato da espécie recorrer menos a heterotrofia.

Assim como Santana (2015) identificamos que as diatomáceas foram principais presas encontradas nas cavidades de *Palythoa caribaeorum* e *Zoanthus sociatus*. Diatomáceas ocorrem em grande abundância em praias arenosas possuem baixa mobilidade e a presença de lipídios em seu citoplasma fazem dela a presa ideal para os animais que se alimentam por suspensão, logo, é natural que essas microalgas sejam utilizadas também como aporte energético pelos zoantídeos estudados neste trabalho. Bem como organismos que fazem parte do plâncton de ambientes coralíneos como rotíferos, ovos de invertebrados, cladóceros que são frequentemente consumidos por cnidários recifais.

A partir dos nossos dados podemos inferir que o MOP possui grande importância na alimentação de *P. caribaeorum* e *Z. sociatus* sendo equiparável aos grupos de fito e zooplâncton. Além disso, o presente estudo fornece novos dados para a alimentação de zoantídeos bentônicos costeiros zooxantelados, no entanto, devido à complexidade da teia alimentar do ecossistema em que estão inseridos é necessário novas investigações utilizando diferentes técnicas de amostragens a fim de verificar como tais espécies se relacionam com outras propriedades abióticas e bióticas do ecossistema marinho

## Referências

- ALCARAZ, M.; SAIZ, E.; CALBET, A.; TREPAT, I.; BROGLIO, E. Estimating zooplankton biomass through image analysis. **Marine Biology**, v. 143, p. 307–315, 2003.
- ALLDREDGE, Alice L.; SILVER, Mary W. Characteristics, dynamics and significance of marine snow. **Progress In Oceanography**, [s.l.], v. 20, n. 1, p.41-82, jan.. Elsevier BV.1988
- BAUMGARTEN M.G.Z; WALLNER-KERSANACH. M; NIENCHESKI L.F.H .**Manual de Análises em Oceanografia Química**. 2ª edição, Editora da FURG, 172p. 2010
- BIRKELAND C. Life and death of coral reefs. 1st edition. **New York, NY:** Chapman & Hall. 1997
- BROWN, Kristen T. et al. Temporal effects of ocean warming and acidification on coral–algal competition. **Coral Reefs**, [s.l.], v. 38, n. 2, p.297-309, 20 fev. Springer Science and Business Media LLC. 2019
- CAO Di; CAO Whenzhi; LIANG Ying; HUANG Zheng. Nutrient variations and isotopic evidences of particulate organic matter provenance in fringing reefs, South China. **Science of the Total Environment**. Vol 2. 0048-9697 2016.
- CARPENTER, E.J; SUBRAMANIAM, A.; CAPONE, D.G. Biomass and primary productivity of the cyanobacterium *Trichodesmium* spp. In the tropical N Atlantic Ocean. **Deep-Sea Research I** 51. p. 173-203, 2004.
- CHRISTIANEN, Mja et al. Biodiversity and food web indicators of community recovery in intertidal shellfish reefs. **Biological Conservation**, [s.l.], v. 213, p.317-324, set. Elsevier BV. 2017
- COMA, R., Gili, J.M., Zabala, M. And Riera, T. Feeding and prey capture cycles in the aposymbiotic gorgonian *paramuricea clavata*. **Marine ecology progress series**. 115, 257-270. 1994
- COMA, R., Gili, J.M., Zabala M. Trophic ecology of a benthic marine hydroid *Campanularia everta*. **Marine ecology progress series**. 119, 221-220. 1996
- COMA, R., Ribes, M., Orejas, C. And Gili, J.-M. Prey capture by a benthic coral reef hydrozoan. **Coral reefs**. 18, 141-145. 1995. 1999
- CONNELL J.H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. **Science** 199, 1302–1310. 1978
- Costa, C.F., Sassi, R., Górlach-Lira, K., LaJeunesse, T.C. and 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, 253–264. 2013
- DAVIS, Clare E. et al. Seasonal organic matter dynamics in a temperate shelf sea. **Progress In Oceanography**, [s.l.], v. 177, p.0-0, out. **Elsevier BV**.

2019

- Genzano, G. N., Trophic Ecology of a Benthic Intertidal Hydroid, Tubularia Crocea, at Mar Del Plata, Argentina. **Marine Biology**. 85: 307-312. 2005.
- HANSELL D. A et al. Dissolved organic matter in the ocean: a controversy stimulates new insights. **Oceanography**, v. 22. 2009
- HERNANDEZ JR, F. J.; CARASSOU, L.; MUFFELMAN, S.; POWERS, S. P.; GRAHAM, W. M. Comparison of two plankton net mesh sizes for ichthyoplankton collection in the northern Gulf of Mexico. **Fisheries Research**, v. 108, p. 327-335, 2011.
- HERNÁNDEZ-LEÓN, S.; MONTERO, I. Zooplankton biomass estimated from digitalized images in Antarctic waters: A calibration exercise. **Journal of Geophysical Research: Oceans**, v. 111, n. C5, p. n/a-n/a, 2006.
- LEHETTE, P.; HERNÁNDEZ-LEÓN, S. Zooplankton biomass estimation from digitized images: a comparison between subtropical and Antarctic organisms. **Limnology and Oceanography: Methods**, v. 7, n. 4, p. 304–308, 2009
- Lira, A.K.F.; Naud, J.-P.; Gomes, P.B; Santos, A.M & Perez, C.D. 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. 2008
- MONTAGNES, D.J.S.; FRANKLIM, D.J. Effect of temperature on diatom volume, growth rate, and carbon and nitrogen content: Reconsidering some paradigms. **Limnology and Oceanography**, v. 46, p. 2008-2018, 2001
- MORBEG F. and Folke C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological Economics** 29, 215–233. 1999
- OGAWA H; TANQUE E. **Journal of Oceanography**, v. 59, p. 129-147. 2003
- PFANNKUCHE, O. Benthic response to the sedimentation of particulate organic matter at the BIOTRANS station, 47°N, 20°W. Deep Sea Research Part II: **Topical Studies in Oceanography**, [s.l.], v. 40, n. 1-2, p.135-149, Elsevier BV. 1993
- RIBES, M., Coma, R. And Rossi, S. Natural feeding of the temperate asymbiotic octocoral gorgonian *leptogorgia sarmentosa* (cnidaria: octocorallia). **Marine ecology progress series**. 254, 141-150. 2003.
- Rossi, S., Ribes, M., Coma, R. And Gili, J. M. Temporal variability in zooplankton prey capture rate of the passive suspension feeder *leptogorgia sarmentosa* (cnidaria: octocorallia), a case study. **Marine biology**. 144, 89- 99. 2004.

- Santana E.F.C; Alves A.L; Santos A.M et Al. "Trophic ecology of the zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) on tropical reefs" **Marine Biological Association of the United Kingdom**, 95(2), 301–309 2015
- SHANKS, Alan L; TRENT, Jonathan D. Marine snow: sinking rates and potential role in vertical flux. Deep Sea Research Part A. **Oceanographic Research Papers**, [s.l.], v. 27, n. 2, p.137-143, fev. Elsevier BV. 1980
- SEBENS, KP. Autotrophic and heterotrophic nutrition of coral reef zoanthids p. 397-404. In: D.L. Taylor (ed.) Proceedings of Third International Coral Reef Symposium Vol. 1: Biology. **Rosenstiel School of Marine and Atmospheric Science**, Miami, Florida. 1977
- SILVA, Janine F. et al. Growth of the tropical zoanthid *Palythoa caribaeorum* (Cnidaria: Anthozoa) on reefs in northeastern Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s.l.], v. 87, n. 2, p.985-996, 17 abr. FapUNIFESP (SciELO). 2015
- TURNER, Jefferson T. Zooplankton fecal pellets, marine snow, phytodetritus and the ocean's biological pump. **Progress In Oceanography**, [s.l.], v. 130, p.205-248, Elsevier BV. 2015
- VINAGRE, Catarina et al. Food web organization following the invasion of habitat-modifying *Tubastraea* spp. corals appears to favour the invasive borer bivalve *Leiosolenus aristatus*. **Ecological Indicators**, [s.l.], v. 85, p.1204-1209. Elsevier BV. 2018
- WIEDENMANN, J; D'ANGELO, C. Symbiosis: High-Carb Diet of Reef Corals as Seen from Space. **Current Biology**, [s.l.], v. 28, n. 21, p.1263-1265, nov. Elsevier BV. 2018