

IMPACTO DAS PREVISÕES DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS SOBRE A MEIOFAUNA DE RECIFES DE CORAL

João Victor da Silva Nunes¹; Paulo Jorge Parreira dos Santos²

¹Estudante do Curso de Ciências Biológicas, Licenciatura - CCB – UFPE; E-mail: joaonu170@gmail.com,

²Docente/pesquisador do Departamento de Zoologia – CCB – UFPE; E-mail: pjp.santos@gmail.com.

Sumário: Desde o início da revolução industrial o aumento das emissões de CO₂ na atmosfera tem contribuído para a redução do pH e aquecimento dos oceanos. Essas mudanças na bioquímica da água do mar têm causado impacto sobre as comunidades bentônicas marinhas, afetando-as diretamente. O presente estudo teve como objetivo investigar, através de um experimento de laboratório, os efeitos sinérgicos de diferentes níveis de pH e de temperatura da água do mar, que podem ser determinados pelas mudanças climáticas globais, sobre a estrutura da comunidade de meiofauna. Para este experimento foram utilizadas unidades artificiais de substratos (UAS) colonizadas pela meiofauna. As UAS foram fixadas nas laterais de uma piscina natural do recife de coral da Praia de Serrambi (litoral sul de Pernambuco). Após 60 dias de colonização, as UAS foram coletadas e levadas para o laboratório onde foram expostas a 4 cenários de mudanças climáticas (Controle, Cenário I, Cenário II e Cenário III) por 15 dias. Cada cenário representando diferentes níveis de acidificação e aquecimento da água do mar. Os resultados mostraram que, após 15 dias de exposição, foram detectadas diferenças significativas na estrutura da comunidade de meiofauna entre os diferentes cenários de mudanças climáticas. Considerando os grupos da meiofauna, Copepoda Harpacticoida e seus nauplii, Polychaeta e Nematoda apresentaram diferentes padrões de resposta aos diferentes cenários.

Palavras-chave: acidificação; fital; meiofauna; mudanças climáticas

INTRODUÇÃO

Muitos recifes de coral ao redor do mundo vêm sendo degradados, devido a diversos tipos de impactos antrópicos locais como a sobrepesca, turismo e obras de engenharia (Leão e Kikuchi 2005, Defeo *et al.* 2009). Além desses impactos locais, muitos estudos têm demonstrado como as mudanças climáticas estão ameaçando as comunidades bentônicas desses ecossistemas (e.g. Byrne *et al.* 2010, Byrne *et al.* 2011, Hale *et al.* 2011). As atividades antrópicas que afetam o sistema climático terrestre são mediadas principalmente pela emissão de gases do efeito estufa (principalmente o CO₂) para a atmosfera. (Harley *et al.* 2006, Feely *et al.* 2004). O aumento contínuo nas concentrações dos gases do efeito estufa poderá causar mudanças drásticas na bioquímica dos oceanos. Estima-se uma diminuição no pH de até 0,4 unidades em 2100 (Caldeira e Wickett 2003, Feely *et al.* 2004) e de cerca de 0,7 unidades em 2250 (Caldeira e Wickett 2003). Entretanto, pode haver uma redução de até 1,4 unidades nos próximos 300 anos, dependendo do cenário de emissão utilizado nesses modelos (Caldeira e Wickett 2005). Mudanças na bioquímica da água do mar podem afetar o crescimento e sobrevivência dos organismos bentônicos (Byrne *et al.* 2010, Findlay *et al.* 2010, Anthony *et al.* 2011, Dissanayake e Ishimatsu 2011, Wood *et al.* 2011). Embora os experimentos que investigam as respostas das espécies às alterações de pH e temperatura em comunidades bentônicas intactas ou em comunidades multi-específicas sejam escassos (Hale *et al.* 2011), acredita-se que a tolerância ou sensibilidade espécie-específicas somada às interações biológicas devem

representar um papel chave na resposta das comunidades bentônicas marinhas às mudanças climáticas (Widdicombe *et al.* 2009, Hale *et al.* 2011).

OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo investigar através de experimentos de laboratório os efeitos sinérgicos de diferentes níveis de pH e de temperatura da água do mar, que podem ser determinados pelas mudanças climáticas globais, sobre a comunidade de meiofauna dos recifes de coral da praia de Serrambi (Ipojuca, Pernambuco).

MATERIAIS E MÉTODOS

As amostras utilizadas neste trabalho foram obtidas através da colonização de 45 Unidades Artificiais de Substrato (UAS) pela meiofauna de fital dos recifes de coral da Praia de Serrambi (Ipojuca, Pernambuco). A UAS utilizada foi grama sintética por mimetizar os tapetes de algas, além de permitir uma redução na variação das comunidades através de padronização das amostras (Matias *et al.* 2007).

As UAS foram fixadas nas laterais de uma piscina natural e deixadas em campo por 60 dias. No momento de coleta, as UAS foram colocadas em potes plásticos e levadas para o Laboratório de Dinâmica de Populações de Invertebrados Marinhos (UFPE). Na chegada ao laboratório, 9 UAS foram escolhidas aleatoriamente e fixadas com formalina 4%. Estas amostras foram utilizadas para caracterizar a comunidade antes do início do experimento. As demais 36 UAS foram distribuídas aleatoriamente entre os 4 tratamentos que consistiram de 4 diferentes níveis de pH e de temperatura para representar 4 diferentes cenários de mudanças climáticas. Os cenários estabelecidos foram: Controle: sendo mantidas as condições de pH e temperatura atuais/observadas no ambiente; Cenário I: com aumento de 0,6 °C na temperatura da água do mar e redução do pH em 0,1 unidades. Este cenário é previsto para o ano de 2100 considerando medidas de mitigação/estabilização das emissões de gases do efeito estufa (IPCC, 2013; IPCC, 2007); Cenário II: com aumento de 2,0 °C na temperatura e redução do pH em 0,3 unidades. Este cenário é previsto para 2100 considerando o aumento contínuo nas emissões de gases do efeito estufa (IPCC, 2013; IPCC, 2007); Cenário III: com aumento de 3,0 °C na temperatura e redução do pH em 0,7 unidades. Este cenário é previsto para 2250 (IPCC, 2007). O aumento e manutenção da temperatura foram feitos com auxílio de termostatos com aquecedor e bombas de circulação. Os níveis de pH foram atingidos através da injeção direta de CO₂ na água do interior de cada um dos aquários pequenos. Após 15 dias de exposição aos tratamentos, as UAS foram fixadas com formalina 4%. Posteriormente, a meiofauna associada às UAS foi extraída por elutriação manual em água filtrada corrente entre peneiras geológicas de aberturas de malha de 0,5 e 0,045mm. Em seguida as amostras foram analisadas sob estereomicroscópio para avaliação da densidade da meiofauna.

Uma PERMANOVA foi utilizada para avaliar o efeito do fator cenário sobre as comunidades de meiofauna. Um MDS representou graficamente a similaridade entre réplicas. ANOVA unifatorial foi utilizada para avaliar o efeito dos diferentes cenários sobre a densidade dos grandes grupos. A análise SIMPER foi realizada para avaliar a similaridade entre amostras. O nível de significância para todas as análises foi de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Um total de 139.444 indivíduos, distribuídos em 26 grupos ecológicos, foram contabilizados. Os mais representativos foram, Copepoda Harpacticoida, Nauplii, Polychaeta, Nematoda, Ostracoda e Turbellaria, responsáveis por 96% da meiofauna.

A análise PERMANOVA detectou diferenças significativas para a estrutura da comunidade de meiofauna entre os diferentes cenários (pseudo-F= 5,40; $p < 0.01$). As amostras Controle e Cenário I mostraram densidades maiores do que aquelas expostas aos Cenários II e III. A comparação a posteriori entre os tratamentos não detectou diferenças entre as amostras Controle e Cenário I ($p > 0,097$). Entretanto, o controle foi significativamente diferente dos Cenários II e III. Os cenários I, II e III também foram diferentes entre si ($p < 0,01$ para todas as comparações). A ordenação MDS indica claramente o padrão de separação entre os tratamentos com as amostras de caracterização de campo, Controle e Cenário I mais próximas entre si, enquanto as dos Cenários II e III estão mais separadas do primeiro grupo e agrupadas entre si.

Os resultados da ANOVA mostraram diferenças significativas entre os cenários para os grupos Copepoda Harpacticoida ($F_{3,32} = 20,08$; $p < 0,01$), Nauplii ($F_{3,32} = 42,36$; $p < 0,01$), Nematoda ($F_{3,32} = 4,23$; $p = 0,013$), Polychaeta ($F_{3,32} = 9,81$; $p < 0,01$) e Ostracoda ($F_{3,32} = 4,58$; $p < 0,01$). Os resultados do teste a posteriori Fisher LSD indicaram diferenças significativas na densidade de diversos grupos entre o Controle e todos os Cenários.

Os dados da análise SIMPER mostraram que as réplicas dos cenários apresentaram maior similaridade média (sempre superior a 80%) quando comparadas com as do controle (78%). O grupo que mais contribuiu para a similaridade entre as réplicas dentro de cada tratamento foi Copepoda, com valores entre 18% (Cenário II) a 21% (Controle).

Com base nos resultados gerados foi observado que a densidade da meiofauna diminuiu após a exposição ao CO₂ associado ao aumento da temperatura e a redução diferencial dos diferentes grupos levou a modificações na estrutura da comunidade. Este padrão de resposta corrobora estudos anteriores que demonstraram a suscetibilidade de comunidades bentônicas às mudanças climáticas globais (Hale *et al.*, 2011; Widdicombe *et al.*, 2009). As mudanças observadas podem gerar consequências negativas nos níveis tróficos superiores que se alimentam da meiofauna (Giere, 2009; Hargrave *et al.*, 2009).

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que o aumento da temperatura e a redução do pH da água do mar decorrentes das mudanças climáticas globais poderão ter efeitos importantes na estruturação da comunidade de meiofauna de ambientes recifais.

AGRADECIMENTO

Agradecemos ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do projeto e pela bolsa de iniciação científica. A UFPE e ao LABDIN pelo espaço físico e equipamentos disponibilizados para realização do trabalho, e a todos os colaboradores do LABDIN-UFPE.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anthony, N.R.N., Maynard, J.A., Diaz-Pulido, G., Mumby, P.J., Marshall, P.A., Cao, L., Hoegh-Guldberg, O. 2011. Ocean acidification and warming will lower coral reef resilience. *Glob. Change Biol.* 17: 1798 – 1808.
- Byrne, M., Soars, N. A., Ho, M.A, Wong, E., McElroy, D., Selvakumaraswamy, P., Caldeira, K. e Wickett, M. 2003. Anthropogenic carbon and ocean pH. *Nature* 425:365.
- Caldeira, K. e Wickett, M. 2005. Ocean model predictions of chemistry changes from carbon dioxide emissions to the atmosphere and ocean. *J. Geophys. Res.* 110 (C9).

- Defeo, O., McLachlan, A., Schoeman, D. S., Schlacher T.A., Dugan, J., Jones, A., Lastra, M. e Scapini, F. 2009. Threats to sandy beach ecosystems: A review. *Estuar. Coast Shelf Sci.* 81: 1 – 12.
- Dissanayake, A. e Ishimatsu, A. 2011. Synergistic effects of elevated CO₂ and temperature on the metabolic scope and activity in a shallow-water coastal decapods (*Metapenaeus joyneri*; Crustacea: Penaeidae). *ICES J. Mar. Sci.* 68: 1147 – 1154.
- Feely, R.A., Sabine C.L., Lee K., Berelson W., Kleypas J., Fabry V.J. e Millero F.J. 2004. Impact of anthropogenic CO₂ on the CaCO₃ system in the oceans. *Science* 305: 362 – 366.
- Findlay, H. S., Kendall, M.A., Spicer, J.I. e Widdicombe, S. 2010. Relative influences of ocean acidification and temperature on intertidal barnacle post-larvae at the northern edge of their geographic distribution. *Estuar. Coast Shelf Sci.* 86: 675 – 682.
- Giere, O. 2009. *Meiobenthology: The microscopic motile fauna of aquatic sediments.* – Springer-Verlag, Berlin, 2nd ed.
- Hale, R., Calosi, P., McNeill, L., Mieszkowska, N. e Widdicombe, S. 2011. Predicted levels of future ocean acidification and temperature rise could alter community structure and biodiversity in marine benthic communities. *Oikos* 120: 661 – 674.
- Hargrave, C. W. 2009. Potential effects of elevated atmospheric carbon dioxide on benthic autotrophs and consumers in stream ecosystems: a test using experimental stream mesocosms. *Glob. Change Biol.* 15, 2779–2790.
- Harley, C. D. G., Randall, H.A., Hultgren, K.M., Miner, B.G., Sorte, C.J., Thornber, C.S., Rodriguez, L.F., Tomanek, L. e Williams, S.L. 2006. The impacts of climate change in coastal marine systems. *Ecol. Lett.* 9: 228 – 241.
- IPCC. 2007. *Climate change 2007: Synthesis Report. Working Group Contributions to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* Cambridge University Press, Cambridge.
- IPCC. 2013. *Approved Summary for Policymakers. Working Group I Contribution to the IPCC Fifth Assessment Report Climate Change 2013: The Physical Science Basis.*
- Leão, Z. M. A. N. e Kikuchi, R. K. P. 2005. A relic coral fauna threatened by global changes and human activities, Eastern Brazil. *Mar. Pollut. Bull.* 51: 599 – 611.
- Matias M.G., Underwood A.J. e Coleman R.A. 2007. Interactions of components of habitat alter composition and variability of assemblages. *J. Anim. Ecol.* 76: 986 – 994.
- Widdicombe, S. e Spicer, J. I. 2008. Predicting the impact of ocean acidification on benthic biodiversity: What can animal physiology tell us? *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* 366: 187 – 197.
- Widdicombe S., Dashfield S.L., McNeill C.L., Needham H.R., Beesley A., McEvoy A., Øxnevad S., Clarke K.R. e Berge J.A. 2009. Effects of CO₂ induced seawater acidification on infaunal diversity and sediment nutrient fluxes. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 379: 59 – 75.
- Wood, H. L., Spicer J.I, Kendall, M.A., Lowe, D.M. e Widdicombe S. 2011. Ocean warming and acidification; implications for the Arctic brittlestar *Ophiocten sericeum*. *Polar Biol.* 34: 1033 – 1044.