



DISTRIBUIÇÃO ESPAÇO - TEMPORAL DE COPEPODA HARPACTICOIDA EM COSTÃO SOB INFLUÊNCIA DE RESSURGÊNCIA (ARRAIAL DO CABO, RJ).

V.C. Sarmiento¹

L.M. Lage² ; P.J.P. Santos¹

¹ Universidade Federal de Pernambuco, Centro de Ciências Biológicas, Departamento de Zoologia, Av. Prof. Moraes Rêgo s/n, 50670 - 420, Recife, Pernambuco. ² IEAPM - Instituto de Estudos do Mar Almirante Paulo Moreira, Rua Kioto, 253 Praia dos Anjos, 28930 - 000, Arraial do Cabo, Rio de Janeiro. visnu_lubi@yahoo.com.br

INTRODUÇÃO

Os costões rochosos são ecossistemas que suportam uma ampla gama de animais marinhos como crustáceos e juvenis de peixes de grande importância ecológica e econômica (Thompson, *et al.*, 002). Estes costões são normalmente recobertos por tapetes de algas constituindo o ambiente de fital (do grego phyton, planta). Nestes ambientes, gradientes de nutrientes e produtividade podem ter grandes efeitos no tipo e na força das interações nas comunidades, determinando a existência de fortes correlações entre a distribuição das espécies e fatores físicos como temperatura, exposição às ondas, grau de sedimentação e ressurgência (Schiel, 2004). A comunidade meiofaunística associada ao ambiente de fital é representada por um grupo de metazoários bentônicos bem definidos biológica e ecologicamente que ficam retidos entre os intervalos de malha de 0,044 (ou 0,062mm) a 0,5mm (ou 1mm) (Giere, 1993).

Os Copepoda Harpacticoida são regularmente os mais abundantes da meiofauna em fital, apresentando também grande diversidade (Coull *et al.*, 1983; Hicks, 1980; Huys *et al.*, 1996). Esta dominância pode estar relacionada com a reduzida quantidade de detritos e sedimentos finos (silte - argila), e com a habilidade desses animais em se agarrar ou aderir ao substrato, explorando os diferentes nichos disponíveis (Hicks & Coull, 1983). Segundo Wells (2007) já foram registradas aproximadamente 4.300 espécies de Harpacticoida em 589 gêneros e 56 famílias. No entanto, trabalhos com esses animais ainda são escassos no Brasil.

A ocorrência de ressurgência, definida como o processo de ascensão de águas profundas mais ricas e frias para a superfície, pode interferir na estrutura da comunidade em costões rochosos uma vez que as interações entre os organismos em todos os níveis tróficos são influenciados pela produção primária do ecossistema (Bosman *et al.*, 1987). No Brasil, o município de Arraial do Cabo, RJ, representa o ponto extremo de inflexão da costa onde ocorre a ressurgência do tipo costeira associada ao regime de ventos locais e à batimetria (Guimarães & Coutinho, 1996;

Valentin, 1984).

As características peculiares da região de Arraial do Cabo, RJ, e a ausência de estudos sobre a comunidade de Copepoda Harpacticoida associada às algas epilíticas em costões rochosos na costa brasileira, estimularam o desenvolvimento deste trabalho que tem como hipóteses: a composição ao nível genérico e a diversidade são similares às de outros fitais de diferentes regiões geográficas; o efeito da ressurgência e diferenças físicas entre costões determinam diferenças temporais e espaciais de composição e riqueza da fauna de Harpacticoida.

OBJETIVOS

Determinar a composição específica de Copepoda Harpacticoida, descrevendo sua variação espacial (entre dois costões) e temporal (entre dois períodos do ano).

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo - A área de estudo situa - se no município de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, entre as coordenadas 22^o 58' e 23^o 00' 50" S, e 41^o 57' 40' e 42^o 03' W. Em Arraial do Cabo a ressurgência do tipo costeira ocorre principalmente entre os meses de outubro a abril, durante a primavera - verão. Este fenômeno é bem caracterizado pelas baixas temperaturas (abaixo de 18^o C) e pelas altas concentrações de nitrato. Durante o período que não ocorre a ressurgência, entre os meses de maio a setembro, a temperatura superficial da água é quente (acima de 21^o C) e as concentrações de nutrientes são baixas (Guimarães & Coutinho, 1996; Valentin, 1984).

As coletas foram realizadas em dois costões: uma no costão do Sonar (S) e outra no costão de Pedra Vermelha (PV). O costão do Sonar está localizado na principal área de ocorrência da ressurgência, na porção externa do Pontal do Atalaia. Possui inclinação acentuada e uma alta exposição

às ondas e ventos. O segundo costão, Pedra Vermelha, localiza-se na parte interna da Ilha de Cabo Frio, caracteriza-se como um local abrigado que sofre efeito esporádico da ressurgência, com uma ligeira inclinação (Ferreira, 1998 apud Lage, 2005).

Metodologia em campo - As coletas foram realizadas em fevereiro (período típico de ressurgência) e em setembro (período tipicamente sem ressurgência) de 2002 no costão Pedra Vermelha, e em janeiro (período típico de ressurgência) e em junho (período tipicamente sem ressurgência) de 2004 no costão Sonar. As coletas foram realizadas na faixa de 0 a 2 metros de profundidade, durante os períodos de preamares. Para cada costão e período de coleta, foram analisadas três replicações coletadas por mergulho autônomo, com raspagem do substrato com o auxílio de frascos de acrílico de 40 ml, coletando-se as algas epilíticas junto com o sedimento retido por elas.

Metodologia em Laboratório - No laboratório as amostras foram lavadas com água filtrada através de peneiras geológicas com abertura de malha de 0,5 mm e de 0,44 mm e o material retido na malha de menor abertura foi fixado com formol 4%. Posteriormente, a meiofauna foi triada em placa de Dörfles sob microscópio estereoscópico e cerca de 30 a 60 indivíduos de Copepoda Harpacticoida foram retirados por réplica e colocados em tubos de Eppendorf com álcool 70%.

A identificação dos Harpacticoidas foi feita pela análise do animal inteiro sob o microscópio óptico, utilizando-se as chaves taxonômicas de Huys *et al.*, (1996), Wells (2007) e outras publicações.

Análise Estatística dos Dados - Foram calculados os índices de diversidade de Shannon - Wiener (H' , \log_2), de equitabilidade de Pielou (J'), a riqueza de espécies e construídas curvas de espécie-área por permutação das réplicas disponíveis para cada costão. Para avaliar a similaridade entre réplicas foi utilizada a medida de Bray - Curtis para dados padronizados. A partir da matriz de similaridade obtida foi realizada a análise de ordenação MDS (Escalação Multi - Dimensional). A análise de similaridade (ANOSIM 2 - Fatores) foi utilizada para averiguar se há diferença significativa na estrutura da associação dos Copepoda Harpacticoida. A análise SIMPER foi aplicada para determinar quais espécies foram os responsáveis pelas similaridades em cada costão/período. As análises citadas acima foram realizadas com o software Primer®. O teste de Mann - Whitney foi usado para inferir se as similaridades médias entre as réplicas dos dois períodos de coleta eram estatisticamente diferentes entre costões. Para todas as análises foi utilizado 0,05 como nível de significância.

RESULTADOS

Um total de 551 Copepoda Harpacticoida foi analisado. Destes, 77,3% foram identificados ao nível de espécie ou morfoespécie, o restante (22,7%) eram copepoditos, animais quebrados ou malformados cuja determinação específica não foi possível.

Apesar de constituírem um grupo bastante diverso, os Harpacticoida não têm sido objeto de estudos detalhados no litoral brasileiro. Apenas 68 gêneros tinham sido registrados

até 1998 (Reid, 1998). Embora nos últimos anos tenha aumentado o número de trabalhos em taxonomia deste grupo, a maior parte da biodiversidade desses animais ainda é desconhecida na costa brasileira.

No presente estudo foram identificadas 12 famílias, 30 gêneros e 48 diferentes espécies e/ou morfoespécies para Arraial do Cabo. Dos 30 gêneros encontrados, os seguintes 12 gêneros (40% do total) e o grupo (*pacificus*) do gênero *Amphiascus* têm sua ocorrência registrada pela primeira vez no Brasil: *Ameiropsyllus* Bodin 1979, *Amphiascus* (*pacificus*) Lang 1944, *Psyllocamptus* T. Scott 1899, *Ameiropsis* Sars 1907, *Dactylopodamphiascopsis* Lang 1944, *Pholenota* Verwoort 1964, *Halophytophilus* Brian 1917, *Idomene* Philippi 1843, *Archilaophonte* Willen 1995, *Harpacticella* Sars 1908, *Pseudolaophonte* A. Scott 1896, *Eupelte* Claus 1860, *Periscope* Brady 1910.

As famílias dominantes na área de estudo foram Miraciiidae, Parastenheliidae, Ameiridae e Laophontidae. As espécies de maior abundância relativa foram *Parastenhelia* sp., *Orthopsyllus* sp., *Ameira* sp. 2 e *Ectinosoma* sp. 1. Considerando os costões separadamente, em Pedra Vermelha as espécies com maior abundância relativa foram *Orthopsyllus* sp., *Parastenhelia* sp., *Ectinosoma* sp. 1, *Paralaophonte* sp. e *Amphiascus* (*varians*) sp. 1. Já no costão do Sonar as espécies *Parastenhelia* sp., *Ameira* sp. 2, *Orthopsyllus* sp. e *Amphiascus* (*pacificus*) sp. 1 foram as dominantes.

A fauna de Harpacticoida encontrada no fital de Arraial do Cabo foi semelhante, ao nível de gêneros, à encontrada por outros autores em diferentes locais do mundo como na Argentina (Pallares, 1968), na Nova Zelândia (Coull & Wells, 1983; Hicks, 1977), na Inglaterra (Hicks, 1980), nos EUA (Coull *et al.*, 1983), e no Brasil, em São Paulo (Curvelo, 1998) e em Santa Catarina (Jakobi, 1953). Assim, a composição de Copepoda Harpacticoida neste estudo comparada àquela de outros locais no Brasil e em outras regiões geográficas apóia a hipótese de paralelismo geográfico ou de isocomunidades (Hicks, 1980; Por, 1964).

A associação de Copepoda Harpacticoida para ambos os costões apresentou altos valores de equitabilidade ($J > 0,79$), diversidade ($H' > 3,87$) e de riqueza de espécies ($S > 30$). Estes resultados podem ser explicados pela forte heterogeneidade espacial e pela complexidade estrutural das algas epilíticas que recobrem esses costões, que permite a animais com diferentes hábitos e/ou adaptações morfológicas coexistir forrageando em diferentes micro - habitats na alga, permitindo uma maior repartição das fontes alimentares e diminuição das interações competitivas e assim, o estabelecimento de uma fauna rica e diversa de Copepoda Harpacticoida (Arroyo *et al.*, 006; Hicks, 1977). O valor de diversidade está acima da média, mas dentro do intervalo de variação para fital (média=2,81; máximo=5,17; mínimo=1,49) (Hicks, 1977; 1980).

Ao contrário do esperado, a riqueza taxonômica não mostrou diferenças significativas entre os costões (Sonar $S=30$; Pedra Vermelha $S=31$). É provável que as diferenças na riqueza não tenham sido detectadas devido à reduzida quantidade de réplicas processadas. No entanto, as curvas espécie - área já indicam uma tendência à estabilização da riqueza em Sonar com apenas seis réplicas, enquanto para o costão da Pedra Vermelha a curva continua indi-

cando uma tendência ao aumento de espécies caso fossem feitas mais réplicas. Esta tendência pode estar relacionada com a sua condição de costão abrigado quando comparado a Sonar. Os resultados obtidos não permitem corroborar claramente a existência de um efeito das diferenças físicas dos costões (inclinação, exposição às ondas e ventos e efeito da ressurgência) sobre a riqueza de espécies de Harpacticoida.

Embora a quantidade de réplicas processadas não tenha sido suficiente para verificarmos as diferenças na riqueza de espécies entre os costões, as diferenças esperadas para a associação de Copepoda Harpacticoida em Arraial do Cabo entre costões foram detectadas pela análise de ordenação MDS e foi confirmada pelo ANOSIM que detectou diferenças significativas na estrutura da comunidade de Copepoda Harpacticoida entre costões ($R_{\text{global}}=0,833$, $p=0,01$, Número de permutações=100).

O padrão de variação temporal observado entre períodos do ano (ANOSIM $R_{\text{global}}=0,648$, $p=0,01$, Número de permutações=100) foi mais claro no costão Sonar que sofre maior influência da ressurgência, confirmando mais uma vez a importância deste fenômeno que modifica as comunidades, diferenciando as áreas onde não ocorre ressurgência daquelas onde a ressurgência é mais forte (Bosman *et al.*, 1987; Kelaher & Castilla, 2005; Ormond & Bnaimoon, 1994). Em Arraial do Cabo a ocorrência desse fenômeno modifica as características da comunidade de fital. Guimarães & Coutinho (1996) observaram nesta área distintas comunidades de fital ocupando diferentemente costões com diferentes intensidades de exposição à ressurgência. Lage (2005) estudando a meiofauna (grandes grupos taxonômicos) e a nematofauna (gêneros) na mesma área para um maior conjunto de amostras encontrou um mesmo padrão de separação espacial entre os costões, bem como uma forte separação entre períodos do ano no costão do Sonar devido à influência da ressurgência ser mais intensa neste costão. Estes resultados concordam com os obtidos no presente estudo para espécies de Copepoda Harpacticoida.

Embora o ANOSIM tenha detectado diferenças significativas para as variações espacial e temporal na comunidade de Harpacticoida, as réplicas das amostras não se apresentaram fortemente agrupadas, o que é comprovado pelos baixos valores de similaridade média entre réplicas de uma mesma amostra, considerando o mesmo costão e período (média de 43,6%). Essa dissimilaridade observada entre as réplicas pode estar associada ao fato de que os tapetes de algas que recobrem os costões apresentam frequentemente grande variação espacial em pequena escala (Coleman, 2002) o que determina uma forte variação da fauna de invertebrados associada (Chapman *et al.*, 2005).

As dissimilaridades observadas refletem a variação natural da comunidade de Copepoda Harpacticoida em pequena escala que esse tipo de habitat fragmentado pode apresentar. A título de exemplo, no costão Pedra Vermelha no período sem ressurgência *Harpacticus* sp.1 representou na réplica 1 34,2% dos indivíduos, na réplica 2 apenas 2,7% dos indivíduos e não foi registrado na réplica 3. Em Arraial do Cabo, a distância entre as replicações realizadas numa extensão horizontal de 4 a 6 metros em ambos os costões possibilitou que essa variação em pequena escala espacial fosse

visualizada.

Parastenhelia sp. apresentou a maior abundância relativa no costão do Sonar, ocorrendo nos dois períodos do ano. Entretanto, durante a ressurgência ocorreu um grande aumento na representatividade de *Parastenhelia* sp. comparada com outras espécies. A amostra do período de ressurgência do costão do Sonar foi a que apresentou o maior valor de similaridade entre réplicas (59,4%). Esta similaridade é resultado da forte dominância (média de 44% do total de indivíduos) de *Parastenhelia* sp. nas três réplicas que foram processadas neste período.

CONCLUSÃO

As características geográficas (costões exposto e abrigado) associadas ao fenômeno de ressurgência do tipo costeira determinam para a região de Arraial do Cabo uma dinâmica físico - química complexa, o que influencia a estruturação das comunidades de algas e de animais (Almeida, 2000; Guimarães & Coutinho, 1996; Lage, 2005) e permite a ocorrência de uma fauna altamente diversa.

Agradecimentos - À UFPE e ao CNPq pela concessão de bolsas de IC e Pq. À Profa Verônica G. da Fonsêca - Genevois pela cessão das amostras que foram utilizadas neste trabalho.

REFERÊNCIAS

- Almeida, T.C.M. 2000. O Efeito de um banco submerso de macroalgas sobre a macrofauna benthica dos fundos arenosos da praia da ilha-Arraial do Cabo - RJ - Brasil. *Tese de doutorado. Programa de Pós - Graduação em Ecologia e Recursos Naturais. Centro de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de São Carlos. 141pp.*
- Arroyo, L.N.; Maldonado, M.; Walters, K. 2006. Within - and between - plant distribution of harpacticoid copepods in a North Atlantic bed of *Laminaria ochroleuca*. *J. Mar. Biol. Ass.* **86**: 309 - 316
- Bosman, A.L.; Hockey, P.A.R.; Siegfried, W.R. 1987. The influence of coastal upwelling on the functional structure of rocky intertidal communities. *Oecologia* **72**: 226 - 232.
- Chapman, M.G.; People, J.; Blockley, D. 2005. Intertidal assemblages associated with natural *Corallina* turf and invasive mussel beds. *Biodiv. Conserv.* **14**: 1761-1776.
- Coleman, M.A. 2002. Small - scale spatial variability in intertidal and subtidal turfing algal assemblages and the temporal generality of these patterns. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **267**: 53 - 74.
- Coull, B.C.; Creed, E.L.; Eskin, R.A.; Montagna, P.A.; Palmer, M.A.; Wells, B.J. 1983. Phytal meiofauna from the rocky intertidal at Murrels Inlet, South Carolina. *Trans. Am. Microsc. Soc.* **102** (4): 380-389.
- Coull, B.C. & Wells, J.B.J. 1983. Refuges from fish predation: experiments with phytal meiofauna from the New Zealand rocky intertidal. *Ecology* **64**: 1599 - 1609.
- Curvelo, R.R. 1998. A meiofauna vágil associada a *Sargassum cymosum* C. Agardh, na praia do Lázaro, Ubatuba,

- SP. *Mestrado em Oceanografia na Universidade de São Paulo*. 50pp.
- Giere, O. 1993.** *Meiobenthology: The microscopic fauna in aquatic sediments*. Springer - Verlag, Berlin. 328pp.
- Guimarães, M. A. & Coutinho, R. 1996.** Spatial and temporal variation of benthic marine algae at Cabo Frio upwelling region. Rio de Janeiro, Brasil. *Aquatic Bot.* **52**: 283 - 299.
- Hicks, G.R.F. 1977.** Species associations and seasonal population densities of marine phytal harpacticoid copepods from Cook Strait. *N.Z.J. Mar. Freshwat. Res.* **11**: 621 - 643.
- Hicks, G.R.F. 1980.** Structure of phytal harpacticoid copepod assemblages and the influence of habitat complexity and turbidity. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **44**: 157 - 192.
- Hicks, G.R.F. & Coull, B.C. 1983.** The ecology of marine meiobenthic harpacticoid copepods. *Oceanogr. Mar. Biol. Ann. Rev.* **21**: 67 - 175.
- Huys, R.; Gee, J. M.; More, C.G. & Hamond, R. 1996.** *Marine and Brackish Water-Harpacticoid Copepods-Part 1. Synopses of the British Fauna*. 51: 1 - 352.
- Jakobi, H. 1953.** Novos Laophontidae (Copepoda - Crustacea) da Costa brasileira. *Dusenía* **4** (1): 47 - 60.
- Kelaher, B.P. & Castilla, J.C. 2005.** Habitat characteristics influence macrofaunal communities in coralline turf more than mesoscale coastal upwelling on the coast of Northern Chile. *Estuar. Coast. Shelf Sci.* **63**: 155-165.
- Lage, L. M. 2005.** *Distribuição espaço - temporal da meiofauna associada a algas epilíticas em costão rochoso, com ênfase aos Nematoda livres (Arraial do Cabo-Rio de Janeiro, Brasil)*. Dissertação. Mestrado em Biologia Animal. Universidade Federal de Pernambuco, Recife - PE. 122pp.
- Ormond, R.F.G. & Bnaimoon, S.A. 1994.** Ecology of intertidal macroalgal assemblages on the Hadramout coast of southern Yemen, an area of seasonal upwelling. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* **105**: 105-120.
- Pallares, R.E. 1968.** Copépodos marinos de la Ría Desado (Santa Cruz, Argentina). I. *Physis* **27**: 1 - 125.
- Por, F.D. 1964.** A study of the Levantine and Pontic Harpacticoida (Crustacea, Copepoda). *Zool. Verhand.* **64**: 1 - 128.
- Reid, J.W. 1998.** *Maxillopoda-Copepoda Harpacticoida*. In: *Catalogue of Crustacea of Brazil*. Young, P.S. (ed). Série Livros Museu Nacional, Rio de Janeiro. 75-127.
- Schiel, D.R. 2004.** The structure and replenishment of rocky shore intertidal communities and biogeographic comparisons. *J. Exp. Mar. Biol. Ecol.* **300**: 309-342.
- Thompson, R.C.; Crowe, T.P.; Hawkins, S.J. 2002.** Rocky intertidal communities: past environmental changes, present status and predictions for the next 25 years. *Environ. Conserv.* **29**(2): 168 - 191.
- Valentin, J. 1984.** Analyses des paramètres hydrobiologiques dans la remontée de Cabo Frio (Brésil). *Mar. Biol.* **82**: 259 - 276.
- Wells, J.B.J. 2007.** *An annotated checklist and keys to the species of Copepoda Harpacticoida (Crustacea)*. Magnolia Press. Auckland, New Zealand. 872pp.