



Distribuição de tamanhos do caramujo *Nodilittorina lineolata* (Mollusca: Gastropoda) em um mosaico de heterogeneidade espacial no costão rochoso

Maikon de Souza Freitas, Juliana Lopes Vendrami, Sara Ribeiro Mortara & Jéssica Nayara Carvalho Francisco

RESUMO: Heterogeneidade espacial corresponde a variações ambientais que são percebidas pelos organismos. Em ambientes hostis, como costões rochosos, a heterogeneidade espacial pode amenizar os efeitos de estresse, criando habitats ou abrigos propícios à ocorrência dos indivíduos. O objetivo deste trabalho foi testar se a heterogeneidade espacial do costão rochoso influencia a distribuição de tamanhos do gastrópode *Nodilittorina lineolata*. Para isso, estabelecemos 22 pares de parcelas de 25 cm² no costão, sendo uma delas heterogênea (contendo cracas e fissuras na rocha) e uma homogênea (sem cracas e fissuras). Medimos o comprimento da concha de todos os indivíduos coletados. O comprimento médio dos indivíduos foi maior no substrato homogêneo, porém não houve diferença entre os substratos em relação ao coeficiente de variação do comprimento das conchas. Concluímos que a heterogeneidade espacial influencia o padrão de distribuição do tamanho dos gastrópodes e que indivíduos maiores parecem tolerar melhor condições mais hostis.

PALAVRAS-CHAVE: distribuição espacial, estresse hidrodinâmico, heterogeneidade ambiental, tolerância, variabilidade intraespecífica

INTRODUÇÃO

Heterogeneidade espacial corresponde a variações nas características físicas ou biológicas do ambiente que são percebidas pelos organismos, desempenhando um papel importante em sua distribuição, abundância e sobrevivência (Ricklefs, 1996). Em um ambiente hostil, com condições ambientais desfavoráveis à sobrevivência dos indivíduos de determinada espécie, a heterogeneidade espacial pode amenizar os efeitos de estresse, criando habitats mais propícios ou abrigos que possibilitem a ocorrência dos indivíduos no local (Begon *et al.*, 2006). Além da heterogeneidade espacial, a variabilidade entre indivíduos em relação à resistência e tolerância às condições ambientais também pode influenciar a distribuição das espécies no ambiente (Borkowski & Borkowski, 1969).

Em costões rochosos, os indivíduos estão sujeitos a diversos tipos de estresse, tais como a ação de ondas e dessecação (Brown & Quinn, 1988). Além disso, os costões são caracterizados por alta heterogeneidade espacial gerada por diversos organismos incrustantes e por fendas nas rochas. Dessa forma, a distribuição dos indivíduos no costão está associada tanto às variações de tolerância e resistência ao gradiente de estresse (Denny, 1982, 1985, 1999) quanto à heterogeneidade espacial. Para muitos invertebrados que habitam costões rochosos, a tolerância e a resistência dos indivíduos estão associadas ao tamanho, ou seja, indivíduos de maiores podem ter uma maior força muscular e, portanto, uma melhor habilidade de fixação e forrageio nas rochas (Magalhães, 1998).

O gastrópode *Nodilittorina lineolata* (Mollusca), característico do supralitoral, pode ocorrer também na zona de

médio-litoral (Magalhães, 1998). Indivíduos da espécie podem ser encontrados entre cracas, dentro de carapaças vazias ou diretamente sobre a rocha (Borkowski & Borkowski, 1969). Dado os indivíduos estão sujeitos ao impacto das ondas e que a heterogeneidade espacial pode amenizar essa condição de estresse, nosso objetivo foi investigar se a heterogeneidade espacial do costão rochoso influencia a distribuição de tamanhos de *N. lineolata*. Testamos duas hipóteses: (i) ambientes homogêneos apresentam indivíduos maiores do que ambientes heterogêneos, pois eles são mais resistentes ao impacto das ondas; (ii) ambientes heterogêneos apresentam indivíduos com maior variação no tamanho do que em ambientes homogêneos, pois abrigam tanto indivíduos pequenos que se escondem em cracas e fissuras, quanto indivíduos grandes.

MATERIAL & MÉTODOS

Realizamos o estudo na praia do Guarauzinho, localizada no Núcleo Arpoador da Estação Ecológica Juréia-Itatins (24°38'71''S; 47°01'73''O), no município de Peruíbe, estado de São Paulo. A praia do Guarauzinho apresenta muitas rochas na região entremarés que são colonizadas por uma variedade de organismos incrustantes, tais como cracas (*Chatamalus bisinuatus* e *Tetraclita stalactifera*), mexilhões do gênero *Brachidontes* (Mollusca, Bivalvia), o poliqueta *Phragmatopoma lapiodosa* (Annelida, Polychaeta), o hidrozoário *Pinayuay ralphi* (Cnidaria, Hydrozoa) e a lapa *Collisella subrugosa* (Mollusca, Gastropoda) (Marques & Migotto, 2004).

Operacionalizamos a variável teórica 'heterogeneidade

espacial' em função da presença de organismos inescrutantes e fendas nas rochas. Consideramos ambientes heterogêneos como rochas de substrato rugoso (com 80% de cobertura composta por cracas, mariscos e fendas rochosas) e ambientes homogêneos como rochas de substrato liso (máximo de 25% de presença de cracas e fendas nas rochas). Para estimar o tamanho dos indivíduos de *N. lineolata*, definimos como variável operacional o comprimento da concha representada pela distância entre a extremidade do ápice e o lábio externo da abertura da concha. Assim, em substratos lisos esperávamos encontrar gastrópodes de maior comprimento de concha e de menor variação nos comprimentos.

Na franja supralitoral das rochas do costão rochoso, estabelecemos 22 parcelas de 25 cm² cada. As parcelas foram dispostas aos pares, uma em ambiente rugoso e outra em ambiente liso. Ao encontrarmos uma área de substrato liso com o gastrópode, estabelecemos uma parcela lisa e a pareamos com uma área de substrato rugoso contendo o gastrópode. As parcelas pareadas estavam a uma distância máxima de 1 m entre si e na mesma altura. Durante o período de maré baixa, coletamos todos os indivíduos de *N. lineolata* presentes nas parcelas. Em laboratório, fotografamos os indivíduos com a abertura do opérculo voltada para cima e medimos o comprimento das conchas dos indivíduos nos programas ImageTool.

Para testar a hipótese de que a média dos tamanhos dos indivíduos é maior nos locais lisos, utilizamos como estatística de interesse a média da diferença do comprimento das conchas entre os pares de parcelas. Para testar a hipótese de que a variação do tamanho dos indivíduos é maior nos locais rugosos, utilizamos como estatística de interesse a média da diferença do coeficiente de variação (CV) do comprimento da concha entre os pares de parcelas.

Para cada hipótese, simulamos cenários nulos de ausência de diferença entre a média e o CV nos substratos lisos e rugosos. Realizamos 10.000 permutações sem reposição para os valores de média e CV dos pares de parcelas. Para a análise, usamos o aplicativo Resampling Stats do Excel (Microsoft Office). Para obter a probabilidade de o valor observado ser encontrado nos cenários nulos, somamos o número de vezes em que os valores das estatísticas de interesse foram maiores ou iguais aos observados e dividimos pelo número de aleatorizações.

RESULTADOS

Encontramos 734 indivíduos de *N. lineolata* nas 22 unidades amostrais. Em todos os pares de parcelas ocorreram mais indivíduos nas parcelas rugosas (58 ± 32) do que nas lisas (8 ± 5). Em geral, os indivíduos do substrato rugoso foram menores do que os encontrados no substrato liso (Figura 1). O comprimento médio das conchas (\pm DP) dos indivíduos foi maior no substrato rugoso ($0,28 \pm 0,07$ cm) do que no substrato liso ($0,36 \pm 0,07$ cm) ($p = 0,01$).

Não houve diferença estatística no coeficiente de variação do comprimento das conchas entre substratos lisos ($0,25 \pm 0,12$) e rugosos ($0,26 \pm 0,07$) ($p = 0,48$; Figura 2).

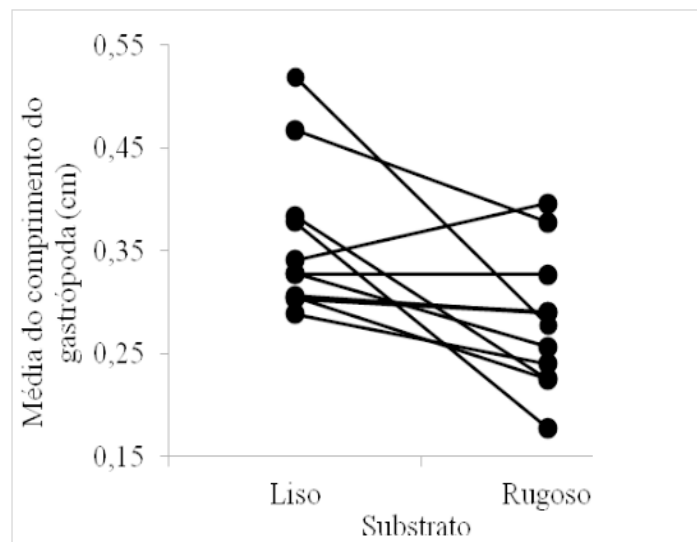


Figura 1. Média do comprimento da concha do gastrópode *Nodilittorina lineolata* em parcelas lisas e rugosas no costão rochoso na Estação Ecológica Juréia-Itatins. Os pontos ligados por linhas representam os pares de parcelas.

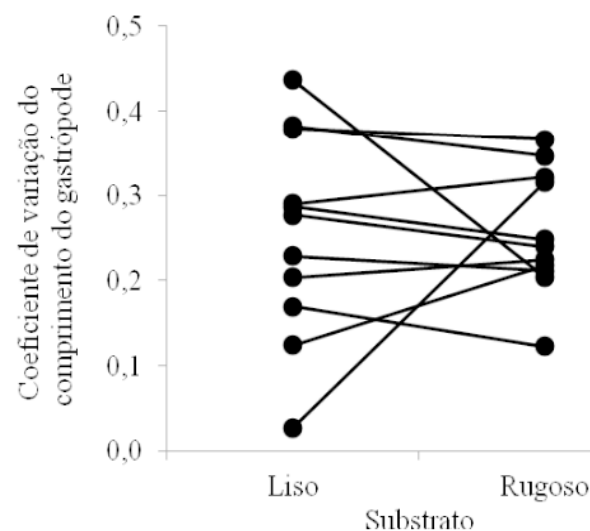


Figura 2. Coeficiente de variação do comprimento da concha do gastrópode *Nodilittorina lineolata* em parcelas lisas e rugosas no costão rochoso na Estação Ecológica Juréia-Itatins. Os pontos ligados por linhas representam os pares de parcelas.

DISCUSSÃO

Encontramos predominância de indivíduos de tamanhos maiores de *N. lineolata* em áreas do costão com substrato liso, possivelmente devido à maior habilidade de fixação dos indivíduos maiores ao substrato. Isso pode estar associado à força muscular dos indivíduos maiores, que é possivelmente superior à dos indivíduos menores (Magalhães, 1998). Os indivíduos menores ocorreram frequentemente em locais heterogêneos, onde a presença de abrigos atenua o impacto das ondas e também o estresse de dessecação durante a maré baixa. Portanto, as cracas parecem atuar como espécies engenheiras modificando a estrutura física

do ambiente (Jones *et al.*, 1994) e criando um menos hostil para os indivíduos menores de outras espécies, tais como *N. lineolata*.

O forrageamento dos indivíduos de *N. lineolata* é determinado pela maré (Magalhães, 1998). Em maré alta, os indivíduos menores permanecem protegidos nos abrigos fornecidos pelas cracas e fendas nas rochas, de onde só saem para forragear na maré baixa. Isso pode ocorrer devido à vulnerabilidade dos indivíduos menores ao impacto das ondas. Já os indivíduos maiores têm a capacidade de forragear mesmo quando a maré está alta, provavelmente por possuírem maior habilidade de fixação nas rochas. Dado que a heterogeneidade espacial fornece abrigo, os ambientes heterogêneos possibilitam agregados de alta densidade de *N. lineolata*. No entanto, o adensamento aumenta a competição intraespecífica, o que induz os indivíduos maiores a saírem para forragear em locais homogêneos menos adensados.

Magalhães (1998), ao analisar a faixa supralitoral de um costão rochoso, encontrou que tanto os indivíduos pequenos quanto os grandes do gastrópode *N. lineolata* podem sobreviver em ambientes sujeitos à dessecação, altas temperaturas e exposição direta às ondas. Entretanto, observamos que os indivíduos pequenos estão presentes no supralitoral abrigados em locais heterogêneos. De acordo com Vermeij (1972), os indivíduos menores buscam locais com proteção contra o impacto das ondas, dessecação e predação, o que apoia o resultado deste estudo. Portanto, nossos resultados corroboraram a hipótese de que, em áreas homogêneas, o tamanho médio de *N. lineolata* é maior. Isso sugere que os indivíduos de maior tamanho podem evitar o adensamento com indivíduos pequenos por conseguirem utilizar tanto os ambientes homogêneos como os heterogêneos e, com isso, evitarem a competição intraespecífica.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao professor Gustavo M. Dias e à monitora Cristiane H. Millan pela orientação, pelo apoio em campo e pela ajuda na finalização do manuscrito.

REFERÊNCIAS

- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, Oxford.
- Borkowski, T.V. & M.R. Borkowski, 1969. The *Littorina ziczac* species complex. *Veliger*, 11:408-414.
- Brown, K.M. & J.F. Quinn. 1988. The effect of wave action on growth in three species of intertidal gastropods. *Oecologia*, 75:420-425.
- Denny, M.W. 1982. Forces on intertidal organisms due to breaking ocean waves: design and application of a telemetry system. *Limnology and Oceanography*, 27:178-183.
- Denny, M.W. 1985. Wave forces on intertidal organisms: a case study. *Limnology and Oceanography*, 30:1171-1187.
- Denny, M.W. 1999. Are there mechanical limits to size in wave-swept organisms? *The Journal of Experimental Biology*, 202:3463-3467.
- Jones, C.G.; J.H. Lawton & M. Shachak. 1994. Organisms as ecosystem engineers. *Oikos*, 69:373-386.
- Magalhães, C.A. 1998. Density and shell-size variation of *Nodilittorina lineolata* (Orbigny, 1840) in the intertidal region in southeastern Brazil. *Hydrobiologia*, 378:143-148.
- Marques, A.C. & A.E. Migotto. 2004. Hidrozoários (cnidária) marinhos bentônicos da Estação Ecológica Juréia-Itatins, pp 172-178. Em: *Estação Ecológica Juréia-Itatins: Ambiente físico, flora e fauna* (O.A.V. Marques & W. Duleba, eds.). Holos Editora, Ribeirão Preto.
- Ricklefs, R.E. 1996. *A economia da natureza*. Editora Guanabara, Rio de Janeiro.
- Vermeij, G.J. 1972. Intraspecific shore-level size gradients in intertidal molluscs. *Ecology*, 53:693-700.

Orientadores: Gustavo M. Dias & Cristiane H. Milan