



# A disponibilidade de alimento não influencia o investimento em retração antipredatória de anêmonas de costão rochoso

Vinícius Reis, Camila Beraldo, Maria Gabriela Kiss Cornia & Lucas Teixeira

**RESUMO:** A existência de um conflito entre investimento em defesa ou outras atividades, como forrageio, gera uma demanda conflitante para os organismos, que pode ser modulada em função de características do ambiente, como a disponibilidade de alimento. Buscamos entender como a disponibilidade de alimento influencia a retração antipredatória em anêmonas. Esperávamos que anêmonas investissem menos em retração antipredatória em ambientes com menos recursos alimentares. Realizamos o estudo em poças de maré nas regiões superior (menos alimento) e inferior (mais alimento) do mesolitoral de um costão rochoso em Peruíbe. Medimos o tempo de relaxamento dos tentáculos de anêmonas após retração provocada por estímulo. A retração das anêmonas na região superior não foi menor que das anêmonas na região inferior. É possível que indivíduos em ambientes com menor disponibilidade de alimento estejam sofrendo consequências em outras funções biológicas que podem prejudicar sua aptidão.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Anthopleura*, comportamento animal, demanda conflitante, forrageamento, heterogeneidade ambiental.

## INTRODUÇÃO

Diversas espécies de animais possuem estratégias de defesa antipredatória que conferem aos indivíduos maiores chances de sobrevivência e reprodução, aumentando sua aptidão (Alcock, 2001). Contudo, estratégias de defesa demandam recursos que poderiam ser usados em outras atividades, representando custos para os indivíduos. Por exemplo, Lindstedt *et al.* (2010) mostraram que mariposas com maiores concentrações de toxinas defensivas tiveram menores taxas de reprodução. Um outro exemplo acontece quando um indivíduo, ao buscar alimento, fica mais exposto ao risco de predação (Brown, 2009). Entretanto, ao diminuir as atividades de forrageio e, conseqüentemente, diminuir o risco de predação, o indivíduo tem menor ganho energético (Barnard, 2004). Em outras palavras, existe uma demanda conflitante entre se alimentar e se proteger de predadores.

As defesas antipredatórias e os custos relacionados às estratégias de proteção podem variar em função das características do ambiente (e.g., disponibilidade de alimento) no qual o indivíduo se encontra (Denno & Lewis, 2009). Klaassen & Ens (1993) identificaram que indivíduos do caranguejo *Uca tangeri* (Decapoda) aumentam a distância percorrida para forrageamento quando a disponibilidade de alimento no ambiente é menor, o que aumenta seu risco de predação dado o maior distanciamento da toca. Assim, em ambientes onde a disponibilidade de alimento é menor, espera-se que a demanda

por forrageamento seja maior do que a proteção antipredatória. Já em ambientes onde a disponibilidade de alimento é maior, espera-se que a demanda por proteção antipredatória seja maior do que de busca por alimento (Davies *et al.*, 2012).

Anêmonas-do-mar são cnidários sésseis que se prendem ao substrato marinho por um disco basal e, quando relaxados, deixam expostos ao fluxo de água sua coluna e coroa de tentáculos (Figura 1a). A boca das anêmonas fica no centro da coroa de tentáculos, no ápice da coluna (Brusca & Brusca, 2003). De forma geral, anêmonas são predadoras passivas que, para se alimentar, deixam seus tentáculos relaxados, expostos ao fluxo de água, e esperam que presas encostem nos tentáculos. Quando isso acontece, estruturas com toxinas chamadas nematocistos injetam veneno na presa, que fica paralisada e é levada até a boca pelos tentáculos. A digestão é extracelular e ocorre na cavidade gastrovascular enquanto o animal está distendido (Schick, 1991). Quando estimuladas pelo toque, as anêmonas podem contrair os músculos da coluna, da cavidade gastrovascular, da boca e da coroa de tentáculos, de modo a ficarem menos visíveis para um possível predador (Figura 1b). Em contrapartida, com os tentáculos e a cavidade gastrovascular retraídos, a anêmona não consegue forragear e digerir o alimento (Ruppert & Barnes, 1996; Figura 1b).

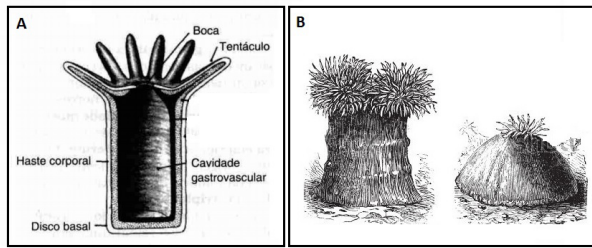


Figura 1. (A) Representação esquemática da estrutura corporal de uma anêmona. (B) Da esquerda para a direita, uma anêmona em posição de forrageio e uma anêmona em posição defensiva. Adaptado de Ruppert & Barnes (1996).

O objetivo deste trabalho foi investigar como a disponibilidade de alimento influencia a estratégia de retração antipredatória adotada por anêmonas em ambientes com diferentes disponibilidades de alimento. Considerando (i) que os recursos alimentares estão distribuídos heterogeneamente na natureza, (ii) que a variação de disponibilidade de alimento pode influenciar o comportamento de defesa dos organismos e que (iii) anêmonas, por serem animais sésseis, estão particularmente suscetíveis à disponibilidade de alimento no ambiente, esperamos que anêmonas em ambientes com menor disponibilidade de alimento invistam menos em retração antipredatória, de forma que seu tempo de forrageio seja maior.

## MATERIAL & MÉTODOS

### Área de estudo

Realizamos o estudo em um ambiente de costão rochoso localizado na Praia do Guaraú (24°22'1,42"S, 47°0'32,46"W), município de Peruíbe, litoral sul do estado de São Paulo. Costões rochosos são ambientes costeiros na transição entre os meios terrestre e aquático e podem ser modelados por condições abióticas, como a intensidade das ondas e maré (Levinton, 1995). As marés geram um gradiente vertical de acesso à água e de aporte de nutrientes ao longo do costão rochoso (Underwood & Chapman, 1995). Esse gradiente abiótico determina quais organismos poderão se estabelecer em cada altura do costão, formando faixas que caracterizam o padrão de zonação (Levinton, 1995).

Uma das faixas de zonação é o mesolitoral, que pode ser dividido nas regiões superior, média e inferior (Figura 2). O mesolitoral fica submerso durante a maré alta e exposto durante a maré baixa. Durante a maré baixa, o mesolitoral pode abrigar poças de maré, que são depressões no costão onde a água fica represada e que são utilizadas como refúgios por organismos marinhos (Underwood &

Chapman, 1995). Como as poças do mesolitoral superior ficam mais tempo fora da água, é razoável supor que elas tenham uma menor disponibilidade de alimento para as anêmonas do que as poças do mesolitoral inferior. Dessa forma, realizamos o estudo em poças de maré nas regiões superior e inferior do mesolitoral, usando como indicadores do limite superior a ocorrência de cracas do gênero *Chthamalus* e do seu limite inferior a ocorrência de cracas *Balanus* (Levinton, 1995).

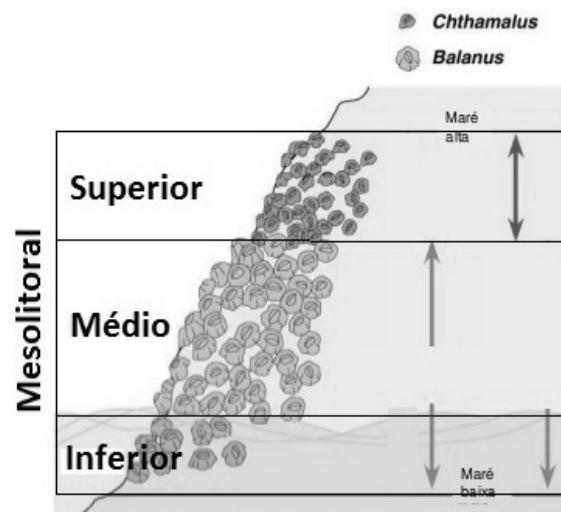


Figura 2. Mesolitoral de um costão rochoso. O mesolitoral pode ser dividido nas regiões superior, média e inferior. A região do mesolitoral superior é definida pela ocorrência de cracas do gênero *Chthamalus* e a região do mesolitoral inferior é definida pelo limite da ocorrência de cracas do gênero *Balanus*. Adaptado de Levinton (1995).

### Modelo de estudo

Neste estudo, utilizamos anêmonas do gênero *Anthopleura*, as quais vivem em poças de maré nas regiões superior e inferior do mesolitoral. Anêmonas *Anthopleura* se alimentam de animais planctônicos, como microcrustáceos e larvas de peixes, e são predadas por peixes e caranguejos (Daly, 2004). O tamanho das anêmonas *Anthopleura* pode ser influenciado por muitas variáveis (e.g., idade) e ainda não existe consenso na literatura sobre o que determina o tamanho corporal dos indivíduos pertencentes a deste gênero (Stephenson, 1928; Francis, 1973; Shick, 1991).

### Coleta de dados

Amostramos todas as poças de maré localizadas na região superior do mesolitoral que apresentaram anêmonas e a mesma quantidade de poças na região inferior. As poças de maré distribuíram-se ao longo de 30 m de extensão horizontal no mesolitoral do costão rochoso estudado. Dividimos a área de cada poça em quatro quadrantes e um deles foi

sorteado para a amostragem. Em cada quadrante, amostramos um indivíduo dentre as anêmonas de maior tamanho. Padronizamos o tamanho dos indivíduos a fim de controlar outros fatores (e.g., idade) que poderiam interferir na resposta de retração das anêmonas. Além disso, indivíduos maiores são mais fáceis de serem manipulados em campo.

Estimulamos as anêmonas a se retraírem por meio de três toques na região da cavidade oral de cada indivíduo usando um canudo plástico. O tempo necessário para as anêmonas se recuperarem da retração foi contabilizado em segundos. Consideramos que as anêmonas se recuperaram da retração quando os tentáculos se posicionaram perpendicularmente ao substrato, expondo a cavidade oral. Estudos pilotos mostraram que 5 min seriam suficientes para que as anêmonas se recuperassem da retração. Assim, excluímos das análises as anêmonas que ultrapassaram o limite de 5 min de recuperação da retração dos tentáculos, pois poderiam apresentar variações particulares associadas a doenças ou ocorrência de estímulos predatórios anteriores.

### Análise de dados

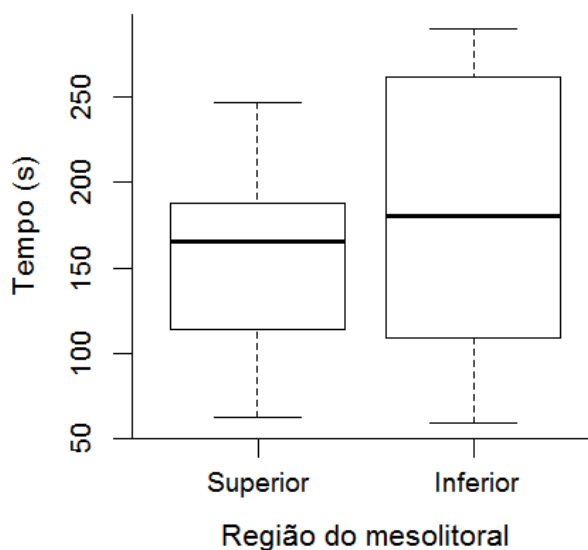
Comparamos as médias dos tempos de recuperação da retração em anêmonas presentes nas poças de regiões superior e inferior do mesolitoral. Usando o pacote *Rsampling Shiny* em ambiente R versão 3.1.3 (R Core Team, 2015), realizamos um teste de aleatorização com 5.000 permutações para avaliar a significância da diferença entre essas médias.

## RESULTADOS

Amostramos 20 anêmonas em cada uma das regiões do mesolitoral. Excluímos 10 indivíduos da amostra por terem ultrapassado o limite de 5 min para se recuperar da retração. Consideramos 13 anêmonas no mesolitoral superior e 17 no mesolitoral inferior. A média de tempo entre a retração dos tentáculos e exposição da cavidade oral foi de  $154,4 \pm 56,6$  s (média  $\pm$  desvio padrão) na região superior e de  $174,1 \pm 82,48$  s na inferior. A média do tempo entre retração até a exposição da cavidade oral por todas as anêmonas foi de  $165,5 \pm 71,9$  s.

Observamos que a variação no tempo de retração das anêmonas foi, em média, maior na região inferior do mesolitoral, cujo valor máximo foi de 290 s e o mínimo de 59 s, o que representa uma variação de 231 s. Já na região superior do mesolitoral, o valor máximo do tempo de retração das anêmonas foi de 247 s e o mínimo foi de 62 s, o que representa uma variação de 185 s (Figura 3). O tempo médio de recuperação da retração dos tentáculos das

anêmonas na região superior do mesolitoral não foi menor que o tempo das anêmonas da região inferior ( $p = 0,229$ ;  $\alpha = 0,05$ ).



**Figura 3.** Tempo de retração dos tentáculos de anêmonas presentes nas regiões superior ( $n = 13$ ) e inferior ( $n = 17$ ) do mesolitoral em um costão rochoso localizado na Praia do Guaraú, município de Peruíbe, São Paulo. As linhas horizontais internas representam as medianas, o retângulo representa os limites do primeiro e terceiro quantis e as linhas verticais pontilhadas representam a variância dos dados.

## DISCUSSÃO

Em ambientes com menor disponibilidade de recursos alimentares, esperávamos que as anêmonas compensassem a pouca disponibilidade de alimento diminuindo o tempo de retração antipredatória, o que aumentaria o tempo de forrageio. Contudo, o investimento em estratégia de defesa antipredatória por retração de tentáculos não foi menor em anêmonas localizadas em ambientes com menor disponibilidade de alimento. Como não houve diferença entre o tempo de retração antipredatória entre os ambientes, o tempo de forrageio também não deve variar em função da disponibilidade de recursos alimentares. Assim, é possível que anêmonas em ambientes com menos alimento tenham um menor ganho energético, acarretando em consequências biológicas, tais como a redução na produção de gametas.

Cabe ressaltar que as espécies do gênero *Anthopleura* se reproduzem liberando gametas na água e que, após a fecundação externa, forma-se uma larva pelágica planctônica que se assenta e origina um indivíduo adulto (Geller *et al.*, 2005). Assim sendo, a distribuição espacial dos indivíduos é determinada pelo fluxo de água. Como a região inferior do mesolitoral fica mais tempo em contato

com a água do mar do que a região superior, a probabilidade de assentamento de larvas de anêmonas na região inferior é maior (Tait & Dipper, 1998; Conceição *et al.*, 2005). A consequente agregação espacial de anêmonas nessa região deve intensificar a competição intraespecífica por recursos alimentares e reduzir a quantidade de alimento *per capita* (Francis, 1973; Allman, 2009). Desse modo, apesar da variação de disponibilidade de alimento, a quantidade de alimento por anêmona pode ser a mesma nas regiões superior e inferior do mesolitoral.

Sabendo que o investimento em retração antipredatória em anêmonas não varia em função da disponibilidade de alimento no ambiente, é possível que anêmonas localizadas em ambientes com menos recursos alimentares estejam sofrendo consequências que prejudiquem sua aptidão. Por outro lado, a competição intraespecífica pode influenciar a quantidade de alimento disponível para cada anêmona, já que ambientes com maior disponibilidade de recursos podem ter maior densidade de indivíduos. Sugerimos investigações futuras da relação entre o adensamento de indivíduos, a competição por alimento e a estratégia de retração antipredatória em anêmonas. Por fim, concluímos que a disponibilidade de alimento não modula a demanda conflitante entre forrageio e proteção contra predadores em anêmonas.

## REFERÊNCIAS

- Alcock, J. 2001. *Animal behavior: an evolutionary approach*, Sinauer Associates, Sunderland.
- Allman, T. 2009. *Animal behavior: animal life in groups*. Chelsea House Publishers, New York.
- Barnard, C. 2004. *Animal behavior: mechanism, development, function and evolution*. Pearson Education, Essex.
- Brown, J.S. 2009. Foraging behavior, pp. 51-58. Em: *The Princeton guide to ecology* (S.A. Lewin, ed.). Princeton University Press, Princeton.
- Brusca, R.C. & G.J. Brusca. 2003. *Invertebrates*. Sinauer Associates, Sunderland.
- Conceição, T.F.; D.O. Pires & B. Segal. 2005. Padrão de assentamento de larvas do coral recifal *Favia gravida* Verrill, 1868 (Cnidaria, Anthozoa, Scleractinia), pp. 60-63. Em: *Caderno de resumos do II Congresso Brasileiro de Oceanografia*.
- Daly, M. 2004. Phylogeny and biogeography of *Anthopleura* in the North Atlantic Ocean. *Hydrobiologia*, 530:241-248.
- Davies, N.B.; J.R. Krebs & S.A. West. 2012. *An introduction to behavioural ecology*. Wiley-Blackwell, Oxford.
- Denno, R.F. & D. Lewis. 2009. Predator-prey interactions, pp. 202-2012. Em: *The Princeton guide to ecology* (S.A. Lewin, ed.). Princeton University Press, Princeton.
- Francis, L. 1973. Intraespecific aggression and its effect on the distribution of *Anthopleura elegantissima* and some related sea anemones. *Biology Bulletin*, 144:73-92.
- Geller, J.B.; L.J. Fitzgerald & C.E. King. 2005. Fission in sea anemones: integrative studies of life cycle evolution. *Integrative Comparative Biology*, 45:615-622.
- Klaassen, M. & B.J. Ens. 1993. Habitat selection and energetics of the fiddler crab (*Uca tangeri*). *Netherlands Journal of Sea Research*, 31:495-502.
- Levinton, J.S. 1995. *Marine biology: function, biodiversity and ecology*. Oxford University Press, New York.
- Lindstedt, C.; J.H.R. Talsma; E. Ihalainen; L. Lindström & J. Mappes. 2010. Diet quality affects warning coloration indirectly: excretion costs in a generalist herbivore. *Evolution*, 64:68-78.
- R Core Team, 2015. *R: a language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria.
- Ruppert, E.E. & R.D. Barnes. 1996. *Zoologia dos invertebrados*. Roca, São Paulo.
- Shick, J.M. 1991. *A functional biology of sea anemones*. Springer, Amsterdam.
- Stephenson, T.A. 1928. *British sea anemones*. Dulau & Co. LTD, London.
- Tait, R.V. & F.A. Dipper. 1998. *Elements of marine ecology*. Oxford University Press, New York.
- Underwood, A.J. & M.G. Chapman. 1995. Rocky shores, pp. 55-82. Em: *Coastal marine ecology* (A.J. Underwood & M.G. Chapman, eds.). University of New South Wales Press, Sydney.

**Orientação:** Solimary García & Renato Macedo Rego