



O tamanho da presa modifica a estratégia de forrageio de gastrópodes predadores de bivalves (Mollusca)

João Paulo R. Fadil, Felipe Librán, Francisco G. de Carvalho & Renata I. Vaz

RESUMO: A teoria de forrageamento ótimo postula que os organismos tendem a maximizar os ganhos e diminuir os custos energéticos associados à alimentação. Presumindo que conchas maiores têm uma espessura maior e implicam em maior tempo de manipulação por seus predadores, o objetivo deste trabalho foi testar a hipótese de que gastrópodes predadores de bivalves perfuram conchas pequenas preferencialmente na região do umbo. Coletamos conchas perfuradas de uma espécie não identificada de bivalve da família Arcidae e as classificamos em grandes e pequenas, verificando se a perfuração feita pelo predador estava dentro ou fora da região do umbo. A proporção de conchas pequenas perfuradas no umbo foi duas vezes maior do que a proporção de conchas grandes perfuradas no umbo. Concluímos que o incremento no tempo de manipulação de conchas grandes torna a perfuração do umbo uma estratégia desfavorável para o predador.

PALAVRAS-CHAVE: custos e benefícios, forrageamento ótimo, tempo de manipulação, predação

INTRODUÇÃO

O processo de forrageio envolve uma fase de custos energéticos que incluem procurar, perseguir, manipular, ingerir, digerir e assimilar o alimento obtido e uma fase de benefícios que incluem o ganho de energia armazenada no alimento (Schoener, 1971; Pinto-Coelho, 2000). A teoria do forrageio ótimo postula que a seleção natural age maximizando os benefícios e minimizando os custos relacionados à obtenção de alimentos (Kamil *et al.*, 1987). A maximização dos benefícios em relação aos custos gera um balanço energético positivo de forma que a energia obtida pode ser investida em outras atividades como, por exemplo, a reprodução (Morse & Fritz, 1987).

Uma das maneiras de maximizar o benefício líquido pode ser por meio da diminuição do tempo de manipulação do alimento, que geralmente está relacionado ao tamanho da presa (Krebs & Davies, 1996). Presas maiores implicam em um custo de manipulação maior do que presas menores. Em contrapartida, presas maiores oferecem mais energia do que presas menores. Assim, deve haver um tamanho ótimo de presa que oferece o maior benefício líquido para o predador. O caranguejo *Carcinus maenas* (Crustacea: Decapoda), por exemplo, prefere presas de tamanho médio, pois, neste caso, o benefício líquido é maior (Krebs & Davies, 1996).

Para se alimentar de bivalves, gastrópodes predadores da classe Prosobranchia perfuram as conchas da presa, utilizando a rádula especializada e

substâncias químicas que dissolvem carbonato de cálcio (Ruppert & Barnes, 1994). Bivalves possuem uma região mais espessa no ápice de cada valva, o umbo, que recobre as vísceras do animal (Ruppert & Barnes, 1994). Apesar das vísceras representarem um alto benefício para os predadores por armazenarem uma grande quantidade de energia, o comportamento de perfuração no umbo é altamente custoso para os predadores, pois pode durar um longo período e implicar em um alto investimento energético (Ruppert & Barnes, 1994).

Presumindo que conchas maiores têm uma espessura maior e considerando os altos custos associados à manipulação destas conchas, o objetivo do nosso trabalho foi responder se há diferença na posição das perfurações de acordo com o tamanho das presas. Nossa hipótese é que gastrópodes predadores de bivalves devem perfurar conchas pequenas preferencialmente na região do umbo. A partir de um determinado tamanho, conchas maiores serão perfuradas preferencialmente fora do umbo devido ao maior custo energético envolvido na perfuração de uma região muito espessa da concha.

MATERIAL & MÉTODOS

Nosso modelo de estudo foi uma espécie não identificada de bivalve da família Arcidae. Coletamos as conchas perfuradas desses bivalves presentes em uma faixa de 10 m da região entre-marés da praia da Barra do Una, no litoral sul do estado

de São Paulo. Medimos o comprimento de todas as conchas usando a distância transversal entre a extremidade do umbo e a extremidade oposta da concha (Figura 1a) usando um paquímetro digital de precisão 0,02 mm. Classificamos as conchas em duas categorias: conchas pequenas, cujo comprimento era menor do que a média de todas as conchas amostradas, e conchas grandes, cujo comprimento era maior do que a média de todas as conchas amostradas (Figura 1b).

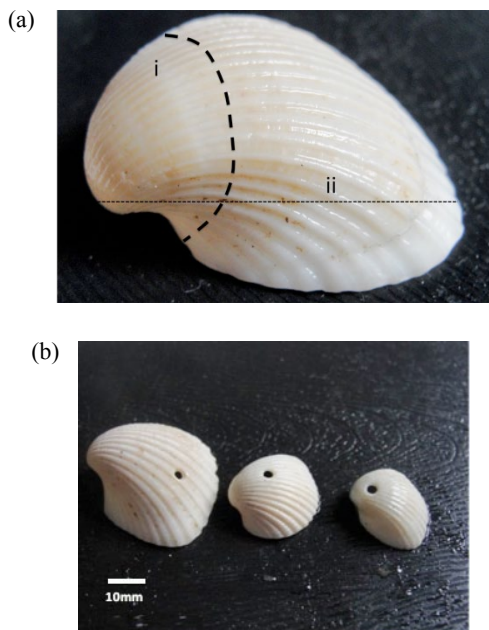


Figura 1. (a) Concha de uma espécie não identificada de Arcidae: (i) região do umbo; (ii) comprimento total da concha. (b) Classes de tamanho das conchas: (i) concha grande; (ii e iii) conchas pequenas.

Para comparar a posição das perfurações nas conchas, definimos que a região do umbo corresponde ao primeiro terço dorsal da concha (Figura 1a). Registramos a localização do furo em cada concha e determinamos se a perfuração estava localizada fora ou dentro da região do umbo. Calculamos a proporção de conchas pequenas e grandes com perfuração na região do umbo e utilizamos como estatística de interesse a diferença entre estas duas proporções. Comparamos o resultado obtido com a distribuição das diferenças produzidas por um cenário nulo gerado a partir de 10.000 permutações aleatórias de todos os dados sobre a ocorrência de perfurações nas conchas. Nossa hipótese de trabalho seria rejeitada caso mais do que 5% dos valores produzidos pelas aleatorizações do cenário nulo fossem maiores ou iguais ao valor obtido da estatística de interesse.

Para comparar se a proporção total de conchas pequenas e grandes com perfuração em qualquer parte era diferente, criamos um cenário nulo produzido por 10.000 permutações em que sorteamos

as 183 conchas coletadas em duas categorias: pequenas e grandes. Cada concha tinha 50% de chance de cair em cada categoria. Contabilizamos o número de conchas pequenas em cada sorteio e verificamos quantas vezes o número de conchas pequenas sorteadas foi maior ou igual ao número de conchas pequenas amostradas. Consideramos que a diferença não era significativa quando mais do que 5% dos resultados gerados eram maiores ou iguais ao resultado observado.

RESULTADOS

Coletamos 183 conchas perfuradas; cujos tamanhos variaram entre 7,04 mm e 33,52 mm, com média (\pm DP) de $14,92 \pm 1,53$ mm. A proporção de conchas pequenas perfuradas na região do umbo (76%) foi duas vezes maior que a proporção de conchas grandes perfuradas na região do umbo (38%) ($p < 0,001$). Observamos também que a proporção de conchas pequenas perfuradas (64%) foi maior do que a proporção de conchas grandes perfuradas (36%; $p < 0,001$; Figura 3).

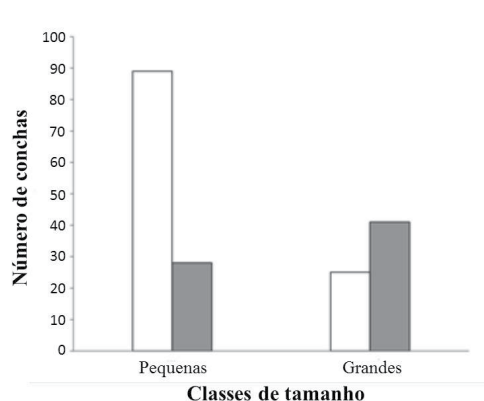


Figura 3. Número de conchas pequenas e grandes perfuradas (barras brancas) e não perfuradas na região do umbo (barras cinzas).

DISCUSSÃO

O padrão de perfurações encontrado corrobora nossa hipótese de que conchas maiores são perfuradas preferencialmente fora do umbo e conchas pequenas são perfuradas preferencialmente no umbo. Esses resultados evidenciam uma mudança na estratégia de predação dos gastrópodes de acordo com o tamanho das presas. Guerin *et al.* (2008), em um estudo comparativo sobre estratégias de predação de um gastrópode sobre bivalves de duas famílias, também analisaram o local das perfurações em conchas pequenas e grandes. Assim como neste estudo, eles observaram a mesma mudança de estratégia de predação em função do tamanho da

presa em bivalves da família Arcidae. Entretanto, na outra espécie cuja concha é mais fina, não foram encontradas diferenças no local das perfurações em conchas de tamanhos diferentes. Esses resultados sugerem que a espessura da concha, de fato, deve ser determinante para a estratégia de predação.

Dado que os gastrópodes predadores conseguem acessar a massa visceral de suas presas perfurando tanto no umbo como fora dele, uma pergunta que emerge a partir dos nossos resultados é: por que os predadores não perfuram sempre a região menos espessa da concha (fora do umbo) a fim de reduzir o tempo de manipulação e aumentar o ganho energético líquido? É provável que quanto maior o tempo que o predador permanece exposto se alimentando, maior o risco de que ele seja predado ou deslocado da concha por competidores. Em conchas grandes, perfurar o umbo demandaria muito tempo e representaria um risco elevado. Portanto, deve ser mais vantajoso para os gastrópodes predadores perfurar conchas grandes fora do umbo. Já em conchas pequenas, em que o tempo de perfuração na região do umbo e fora dela devem ser similares e baixos, a melhor estratégia deve ser acessar o mais rápido possível as vísceras, que representam a maior recompensa energética para o predador.

A proporção de conchas pequenas perfuradas, em qualquer região da concha, foi maior que a de conchas grandes. Uma possível explicação é que a quantidade de conchas pequenas na população é maior do que a quantidade de conchas grandes. Assim, o custo de consumir um grande número de bivalves pequenos, que demandam pouco tempo de procura, é menor do que o de consumir bivalves grandes, que demandam maior tempo de procura. Estudos sobre a escolha de presas já demonstraram que caranguejos podem dar preferência a se alimentar de muitos mariscos pequenos e mais abundantes, simplesmente porque é mais recompensador do que procurar por mariscos grandes, que são mais lucrativos, porém mais raros (Krebs & Davies, 1996). Nesse sentido, para entender melhor o efeito das densidades de bivalves de diferentes tamanhos na população, será importante, em estudos futuros, amostrar toda a população de conchas que chegam à praia e não somente aquelas com marcas de predação.

REFERÊNCIAS

- Campbell, D.B. 1987. A test of the energy maximization premise of optimal foraging theory, pp. 143-172. Em: *Foraging behavior* (A.C. Kamil, J.R. Krebs & H.R. Pulliam, eds.). Plenum Press, New York.
- Guerin, N.; M.C. Couto; R.A. Rocha & T.B. Guedes. 2008. Estratégias diferenciadas de ataque a duas espécies de bivalves por um caramujo predado. Em: Livro do curso de campo de campo "Ecologia da Mata Atlântica" (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.A. Oliveira, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Kamil, A.C.; J.R. Krebs & H.R. Pulliam. 1987. *Foraging behavior*. Plenum Press, New York.
- Krebs, J.R. & N.B. Davies. 1996. *Introdução à ecologia comportamental*. Atheneu Editora, São Paulo.
- Morse, D.H. & R.S. Fritz. 1987. The consequences of foraging for reproductive success, pp. 443-456. Em: *Foraging behavior* (A.C. Kamil; J.R. Krebs & H.R. Pulliam, eds.). Plenum Press, New York.
- Pinto-Coelho, R.M. 2000. *Fundamentos em ecologia*. Artmed Editora, Porto Alegre.
- Ruppert, E.E. & R.D. Barnes. 1994. *Invertebrate zoology*, Saunders College Publishing, Philadelphia.
- Schoener, T.H. 1971. Theory of feeding strategies. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 2:369-404.

Orientação: Mathias M. Pires