



# Tamanho é documento: predação diferencial de bivalves em função da espessura da concha

Mauro Sugawara, Catalina Zuluaga, Daniel Sartor & Juliana Correia

**RESUMO:** Predadores tendem a escolher presas que maximizem o retorno energético por unidade de tempo. Assim, a predação pode afetar diferencialmente a população de presas, pois indivíduos grandes podem ter um alto custo de manipulação e serem menos atacados. Sabendo que gastrópodes predadores de bivalves têm alto custo para manipular e perfurar conchas espessas, hipotetizamos que arcídeos de tamanho grande seriam menos predados do que arcídeos pequenos. Coletamos conchas de arcídeos e estimamos a incidência de predação em indivíduos grandes, os quais compunham o 4º quartil do perfil de tamanho populacional. Constatamos que arcídeos grandes correspondiam a 28% da população, mas representavam apenas 18% dos indivíduos predados, indicando a preferência dos gastrópodes por presas menores. Concluímos que os arcídeos de tamanhos grandes são menos predados provavelmente devido à maior espessura da concha, que oferece um alto custo de perfuração para o predador.

**PALAVRAS-CHAVE:** dinâmica populacional, forrageamento ótimo, predação, preferência alimentar

## INTRODUÇÃO

A obtenção de recursos alimentares por predadores demanda gasto energético com procura e manipulação da presa, mas também gera ganho com seu consumo (Krebs & Davies, 1996). A teoria do forrageamento ótimo propõe que predadores tendem a escolher presas que maximizem o ganho em relação ao gasto (Shoener, 1987). Nesse sentido, presas grandes oferecem maior valor nutricional e energético, porém o custo energético envolvido na obtenção e manipulação dessas presas geralmente é maior (Elnor & Hughes, 1978; Davies, 1977). Nesse caso, se o custo de consumir presas maiores for muito elevado, o balanço energético pode ser negativo (Krebs & Davies, 1996). Presas muito pequenas, por sua vez, ainda que impliquem em menor custo de obtenção e manuseio, também oferecem menor retorno energético. Dessa forma, para um mesmo item alimentar, os predadores tendem a selecionar as presas por tamanho, apresentando preferência por aquelas que fornecem a melhor relação entre custos e benefícios (Krebs & Davies, 1996).

A preferência por presas de um determinado tamanho pode influenciar a estrutura etária da população de presas (Begon *et al.*, 2006). Caso os predadores prefiram indivíduos pequenos, por exemplo, haverá uma pressão seletiva para que as presas aumentem rapidamente de tamanho e alcancem tamanhos em que os riscos de predação são menores. No entanto, poucos estudos

investigam as consequências do forrageio ótimo de predadores para a população de presas como um todo. Um exemplo bem documentado é o das chitas na savana africana, que predam gazelas jovens de forma desproporcionalmente maior que a frequência relativa dessa classe etária na população, enquanto indivíduos adultos são predados de forma desproporcionalmente menor (FitzGibbon & Fanshawe, 1989).

A interação de predação entre os bivalves da família Arcidae (Mollusca: Bivalvia) e gastrópodes predadores (Mollusca: Prosobranchia) pode ser utilizada como modelo para entender as relações entre custos e benefícios do forrageamento (Fadil *et al.*, 2013). Sabe-se que o manuseio de arcídeos de tamanhos grandes tem um alto custo energético devido à maior espessura da concha, que demanda maior gasto energético para ser perfurada pelo predador (Fadil *et al.*, 2013). É possível, portanto, que indivíduos maiores, ainda que ofereçam maior quantidade de recursos, sejam evitados pelos predadores. Nesse sentido, nosso objetivo foi investigar a relação entre a incidência de predação e o tamanho da presa em indivíduos de uma espécie não identificada da família Arcidae. Dado que indivíduos grandes devem ser mais difíceis de serem manipulados, hipotetizamos que eles serão menos predados do que seria esperado pela sua frequência na população.

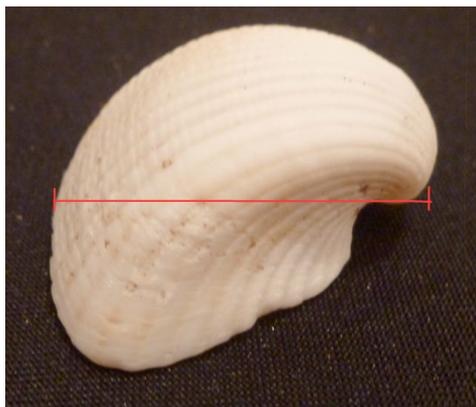
# MATERIAL & MÉTODOS

## Sistema de estudo

Bivalves da família Arcidae vivem enterrados na areia em regiões entremarés de águas temperadas e tropicais (Amaral *et al.*, 2006). As espécies possuem grande variação na forma da concha e entre os seus principais predadores estão os gastrópodes, que perfuram a concha de suas presas para consumi-las. Em um estudo prévio, Fadil *et al.* (2013) encontraram que a proporção de conchas pequenas perfuradas foi duas vezes maior do que a proporção de conchas grandes perfuradas. Os autores atribuíram esse resultado ao tempo que os predadores investem na manipulação de presas grandes, que possuem conchas mais espessas do que conchas pequenas e, por esta razão, requerem maior investimento energético do predador para a perfuração.

## Perfil de tamanho populacional

Realizamos nosso estudo na praia da Barra do Una, localizada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Barra do Una, no litoral sul do estado de São Paulo. Percorremos seis parcelas retangulares de 50 x 10 m fazendo uma busca ativa por conchas da família Arcidae. Medimos a distância transversal entre a extremidade do umbo e a extremidade oposta da concha usando um paquímetro (Figura 1). Supusemos que as conchas encontradas na praia representam a distribuição de tamanho dos indivíduos na população.



**Figura 1.** Concha de uma espécie não identificada da família Arcidae. A linha preta define a distância transversal entre a extremidade do umbo e a extremidade oposta da concha.

## Perfil de tamanho dos indivíduos predados

Para fazer um perfil de tamanho dos indivíduos predados, consideramos apenas as conchas que tinham perfurações bem definidas e arredondadas, indicativo de predação por gastrópodes e não

resultado de abrasão. Além das conchas predadas encontradas na nossa coleta, também utilizamos os dados obtidos por Fadil *et al.* (2013), que coletaram 184 conchas de Arcidae que apresentavam sinais de predação por gastrópodes na mesma área de estudo. Ainda que o esforço amostral tenha sido diferente, podemos comparar os dois perfis populacionais visto que estamos interessados na distribuição de tamanhos dos indivíduos predados e não na taxa de predação.

## Análise de dados

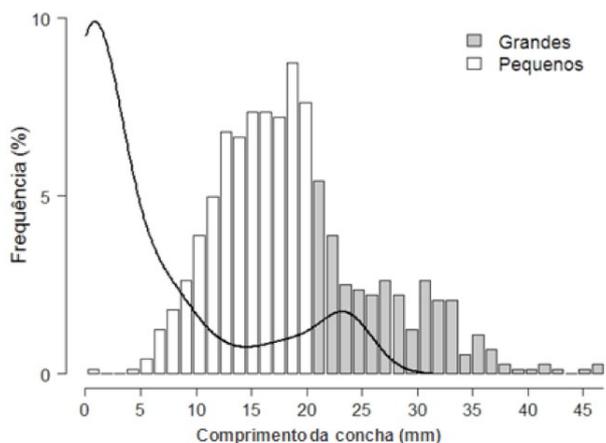
A partir do perfil de tamanho dos indivíduos da população, categorizamos como indivíduos grandes os que estavam dentro do 4º quartil, neste caso, os indivíduos de tamanho igual ou superior a 21 mm. A diferença entre a proporção de indivíduos grandes na população e a proporção de indivíduos grandes entre os predados foi usada como estatística de interesse. Construímos um cenário nulo tomando uma amostra aleatória do conjunto de conchas da população de tamanho igual ao número de indivíduos predados. Este procedimento foi repetido 10.000 vezes para gerar uma distribuição nula do tamanho dos indivíduos predados. A seguir, dividimos o número de valores iguais ou maiores do que o valor da estatística de interesse pelo total de aleatorizações para estimar a probabilidade da diferença observada ser devido ao acaso. Nossa previsão era de que a proporção de arcídeos grandes fosse maior na população do que no grupo predado.

## RESULTADOS

Coletamos 721 conchas de arcídeos durante nossa amostragem. O comprimento das conchas variou de 3 a 41 mm, tendo valor médio ( $\pm$  DP) de  $18,52 \pm 6,13$  mm (Figura 2). Encontramos 29 conchas predadas na população que, somadas aos dados de Fadil *et al.* (2013), compuseram um total de 213 conchas predadas. O comprimento das conchas predadas variou de 7 a 35 mm, tendo valor médio ( $\pm$  DP) de  $14,87 \pm 4,88$  mm (Figura 2). A proporção de indivíduos grandes na população (0,28) foi maior do que a proporção de indivíduos grandes entre os indivíduos predados (0,18;  $p < 0.001$ ; Figura 2).

## DISCUSSÃO

Corroboramos nossa hipótese de que indivíduos grandes da espécie de arcídeo estudada são menos predados por gastrópodes. Essa diferença entre a incidência de predação de indivíduos grandes e a proporção em que estes ocorrem na população mostra que a predação nas diferentes classes de

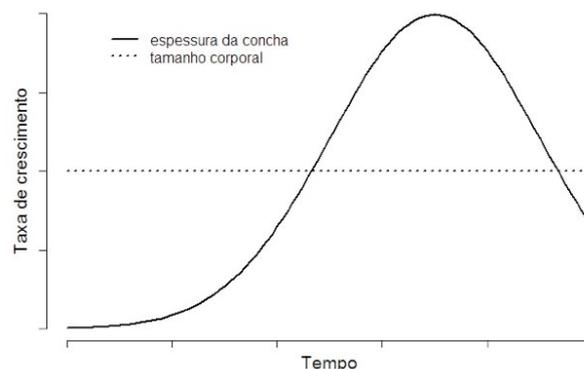


**Figura 2.** Perfil populacional de uma espécie não identificada da família Arcidae em relação ao comprimento da concha. As barras indicam a distribuição de tamanho dentro da população: barras brancas representam os indivíduos de tamanho menor que 21 mm (considerados como pequenos) e barras cinzas representam os indivíduos de tamanho igual ou superior a 21 mm (considerados como grandes). A linha preta indica a distribuição de tamanho dos indivíduos predados.

tamanho não é consequência apenas da frequência de encontros entre a presa e o predador. Assim como outros predadores (e.g., Elner & Hughes, 1978; Davies, 1977; Krebs, 1978), os gastrópodes parecem selecionar o tamanho de suas presas levando em consideração o custo de manipulação, neste caso o gasto energético de perfurar a concha. Nos indivíduos menores, a concha pode ser proporcionalmente mais fina e, por isso, estes indivíduos seriam os mais predados da população. Por outro lado, em indivíduos grandes, a concha pode ser proporcionalmente mais espessa, diminuindo o retorno energético para o gastrópode. Essas mudanças na relação entre custos e benefícios em função do tamanho da presa e espessura da concha explicariam a diferença encontrada entre a distribuição de tamanho na população e a distribuição de tamanho dos indivíduos predados.

O padrão bimodal encontrado na distribuição de tamanhos de indivíduos predados poderia ser explicado pela presença de duas espécies de predadores. Na região de estudo, ocorrem pelo menos dois gêneros de gastrópodes que predam bivalves da família Arcidae: *Strombus* e *Phallium*. Os gastrópodes do gênero *Strombus* são maiores do que os do gênero *Phallium*. Caso haja relação direta entre o tamanho desses gastrópodes e o tamanho dos arcídeos predados, podemos supor que o primeiro pico representa a predação por *Phallium*, enquanto o segundo pico representa a predação por *Strombus*. A falta de indivíduos predados a partir de um tamanho muito grande (ca. 31 mm) pode ser explicada tanto pela espessura da concha,

que elevaria demais o custo de perfuração, quanto pela falta de um gastrópode grande o suficiente para perfurá-la.



**Figura 3.** Variação hipotética das taxas de crescimento de espessura da concha e tamanho corporal ao longo do tempo.

O padrão de maior predação de indivíduos pequenos deve gerar uma pressão seletiva para que os arcídeos invistam no crescimento, principalmente em espessura da concha ao longo de seu desenvolvimento. Dessa forma, supondo que a predação por gastrópodes é uma pressão seletiva forte, é possível que as taxas de crescimento do corpo e de espessura da concha dos arcídeos sejam desvinculadas (Figura 3). Em indivíduos jovens, haveria uma pressão seletiva muito forte para o aumento da espessura da concha em relação ao corpo do animal. Portanto, em indivíduos jovens, a espessura da concha deve aumentar mais rapidamente do que o tamanho do corpo. Ao atingir determinada proporção entre tamanho do corpo e espessura da concha, os indivíduos passariam a investir mais no crescimento corporal. Por fim, a partir de determinado tamanho (ca. 31 mm; Figura 2), os indivíduos deixariam de ser predados por gastrópodes e poderiam investir mais em outras características, como, por exemplo, reprodução. Para testar essa hipótese de taxas de crescimento desvinculadas, propomos que, em estudos futuros, seja comparada a espessura da concha com o volume da cavidade da corporal.

## AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos orientadores Danilo Muniz e Cristiane Millán, a Solimary pela caça às aranhas, ao professor Glauco pelo auxílio e sugestões, a todos os professores e monitores que colaboraram com sugestões, ao grupo “La Conchita” pelos dados doados e aos colegas de curso pela diversão.

## REFERÊNCIAS

Amaral, A.C.Z.; A.E. Rizzo & E.P. Arruda. 2006. *Manual de identificação dos invertebrados ma-*

*rinhos da região Sudeste-Sul do Brasil*. Editora da Universidade de São Paulo, São Paulo.

Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, London.

Davies, N.B. 1977. Prey selection and social behaviour in wagtails (Aves: Motacillidae). *Journal of Animal Ecology*, 46:37–57.

Elnor, R.W. & R.N. Hughes. 1978 Energy maximization in the diet of the shore crab *Carcinus maenas*. *Journal of Animal Ecology*, 47:103–116.

Fadil, J.P.R.; F. Libran; F.G.; Carvalho & R. Vaz. 2013. O tamanho de um bivalve (Mollusca) modifica a estratégia de forrageio do seu predador. Em: Livro do curso de campo “ecologia da Mata Atlântica” (G. Machado; P.I.K.L. Prado & A.M.Z. Martini, eds.). Universidade de São Paulo, São Paulo.

FitzGibbon, C.D. & J. Fanshawe. 1989. The condition and age of Thomson’s gazelles killed by cheetahs and wild dogs. *Journal of Zoology*, 218: 99-107.

Krebs, J.R. 1977. Optimal foraging: decision rules for predators, pp. 23-63. Em: *Behavioural Ecology: an evolutionary approach* (J.R. Krebs & N.B. Davies, eds.). Blackwell Scientific Publications, Oxford.

Krebs, J.R. & N.B. Davies. 1996. *Introdução à ecologia comportamental*. Atheneu, São Paulo.

Shoener, T.W. 1987 A brief history of optimal foraging ecology, pp 1-5. Em: *Foraging behavior*. (A.C. Kamil; J.R. Krebs & H.R. Pulliam, eds.). Plenum Press, New York.

**Orientação:** Danilo Muniz & Cristiane Millán