



Qual o efeito do adensamento populacional sobre a biomassa de um bivalve incrustante?

Felipe Theocharides Oricchio

RESUMO: A competição intraespecífica aumenta sob condições de adensamento populacional. Uma consequência do adensamento é a redução do tamanho médio dos indivíduos. Estudos com plantas identificaram que a relação entre massa e densidade de indivíduos segue uma lei de potência de expoente $-3/2$, que caracteriza uma redução isométrica. Poucos estudos exploram este efeito em animais. Pretendo esclarecer o efeito da densidade sobre a biomassa média do mexilhão *Brachidontes* sp. (Bivalvia). Espero que quanto maior o adensamento, menor a biomassa média e que este decréscimo seja isométrico. Medi altura, largura e massa do corpo e a densidade dos indivíduos. O crescimento dos indivíduos é isométrico, porém a relação entre massa e densidade não é. Indivíduos menores têm mais massa que o esperado. Como indivíduos menores são os mais predados, talvez a pressão de predação favoreça uma maior taxa de secreção de carbonatos na concha nesses indivíduos.

PALAVRAS-CHAVE: auto-desbaste, Bivalvia, competição intraespecífica, crescimento isométrico

INTRODUÇÃO

A competição intraespecífica é uma interação frequente e, em populações com controle populacional *bottom-up*, é capaz de estruturar a dinâmica populacional (Begon *et al.*, 2006). Um aumento da competição intraespecífica em populações com controle *bottom-up* pode acarretar em uma redução das taxas de natalidade e reprodução e também em um aumento na taxa de mortalidade, além de afetar diretamente o indivíduo, alterando, por exemplo, sua taxa de crescimento (Solomon, 1980). A intensidade da competição intraespecífica deve variar em função de diferentes fatores ambientais e bióticos. Uma variável que está diretamente associada à intensidade da competição intraespecífica é a densidade populacional. Quanto maior o número de indivíduos em uma mesma área, menor será a quantidade de recurso disponível para cada indivíduo (Begon & Mortimer, 1986).

Um efeito conhecido e bem explorado do adensamento populacional, principalmente em populações de plantas, é o auto-desbaste. Trata-se de uma redução do tamanho médio dos indivíduos de uma população em função do adensamento populacional (Begon & Mortimer, 1986). Sob altas densidades populacionais, uma mesma quantidade de recurso é utilizada por mais indivíduos, levando a um aumento da competição intraespecífica. Conseqüentemente, os indivíduos apresentam uma redução do tamanho médio devido à menor quantidade relativa de recursos para cada indivíduo (Begon & Mortimer, 1986).

A redução do tamanho do corpo, como consequência do auto-desbaste ou de outros mecanismos, pode tanto alterar quanto manter as proporções das dimensões do indivíduo. Caso as proporções sejam mantidas, definimos tal redução como isométrica. Em reduções isométricas, considerando que a massa de um indivíduo é diretamente proporcional ao seu volume, é possível prever a massa média de indivíduos de uma população em função do adensamento usando um modelo puramente geométrico. Dado que uma dimensão linear de um objeto tem relação cúbica com seu volume e relação quadrática com sua área, a relação entre área e volume corresponde a uma função de potência, cujo expoente é $-3/2$ (Niklas, 1994).

Kays & Harper (1974) conduziram um experimento que evidenciou uma redução isométrica em consequência do auto-desbaste em plantas. Controlando diferentes adensamentos populacionais de uma espécie herbácea (*Lolium perenne*), os autores observaram que a redução da biomassa em função da densidade seguiu a razão de $3/2$ em escala logarítmica, como esperado por um modelo isométrico. Outros estudos usando plantas herbáceas como modelo encontram a mesma razão de decréscimo de biomassa em função da densidade em escala logarítmica (Yoda *et al.*, 1963).

Estudos que descrevem a relação entre biomassa e densidade são comuns usando plantas como modelo, dadas as facilidades experimentais de controlar diversos fatores de uma determinada po-

pulação vegetal em laboratório. Porém, há poucos estudos que buscam tal relação entre metazoários. Animais sésseis representam um bom modelo para testar o efeito do adensamento populacional sobre a biomassa, pois variam sua morfologia em função do adensamento e competem fortemente por espaço. Metazoários bentônicos que colonizam costões rochosos, além de sésseis, apresentam uma competição clara por espaço, de forma que o adensamento representa um aumento considerável da competição intraespecífica (Levinton, 1995). Dessa forma, este trabalho tem como objetivo responder a seguinte pergunta: qual o efeito do adensamento sobre a biomassa média de uma população de bivalves incrustantes? Dado que o espaço é um recurso limitante para esses organismos, a área ocupada por um indivíduo deve ter relação direta com seu volume e, conseqüentemente, com sua massa. Assim, espero que tanto a relação entre altura e largura do corpo, quanto a relação entre biomassa e densidade sejam isométricas.

MATERIAL & MÉTODOS

A fim de estabelecer a relação entre biomassa média por indivíduo e adensamento, escolhi como organismo modelo o mexilhão *Brachidontes* sp. (Mollusca: Bivalvia), que forma densas populações situadas na linha intermediária do médio-litoral em costões rochosos (Ruppert & Barnes, 1996). Coletei os indivíduos utilizados neste estudo na praia da Barra do Una, município de Peruíbe, estado de São Paulo (24°30'S; 47°10'O). Realizei uma amostragem estratificada, definindo dois estratos na faixa de ocorrência de *Brachidontes*. Defini um estrato amostral de baixa densidade populacional, localizado mais próximo à praia, caracterizado pela presença de manchas sem colonização de qualquer organismo. Defini também outro estrato amostral de alta densidade populacional, mais distante da praia, completamente colonizado por *Brachidontes*. Amostrei 10 parcelas de 10 x 10 cm dispostas aleatoriamente em cada estrato. Raspei o substrato retirando todos os indivíduos dentro da parcela. Em laboratório, separei todos os indivíduos de cada parcela e os contei. Calculei a densidade das parcelas dividindo o número total de indivíduos da parcela pela área total da parcela (100 cm²). Calculei a área média ocupada por um indivíduo como sendo o inverso da densidade. Pesei cada parcela separadamente e calculei a biomassa média de cada indivíduo através divisão da massa total de cada parcela pelo número de indivíduos dentro dela.

Uma das premissas de minha hipótese é que indivíduos de *Brachidontes* têm crescimento isométrico, ou seja, com o aumento do volume do indivíduo, as proporções entre largura e altura se mantêm. Avaliei a relação de crescimento entre a área da maior secção transversal e a altura do indivíduo. Para isso, realizei uma amostragem estratificada. Durante o processo de contagem do número de indivíduos, separei os organismos em quatro categorias de tamanho (<5, 5-10, 10-15 e >15 mm). A escolha das categorias de tamanho visou incluir na amostra indivíduos ao longo de toda a distribuição de tamanho. Medi altura e largura de três indivíduos tomados aleatoriamente de cada categoria por parcela. Para testar a premissa de crescimento isométrico, calculei a área da maior secção transversal circular do indivíduo em mm². Transformei os dados para escala logarítmica, pois a função entre altura e área segue uma lei de potência, na qual o parâmetro de crescimento da função é um expoente. Em escala logarítmica, a função se torna linear e a razão de crescimento passa a ser o coeficiente angular. Com esses valores, realizei uma regressão linear entre o logaritmo da área da maior secção transversal e o logaritmo da altura. Se o crescimento for isométrico, a razão entre altura e área da base, em uma escala logarítmica, tem coeficiente angular de 0,5.

Por fim, para testar minha previsão de que a densidade populacional acarreta em uma redução isométrica da biomassa média por indivíduo, realizei uma regressão linear entre o logaritmo da área média ocupada por indivíduo como variável preditora e o logaritmo da biomassa média por indivíduo como variável resposta. Dessa forma, o coeficiente angular esperado seria de -3/2. Calculei a significância estatística das diferenças entre coeficientes angulares obtidos e esperados através de intervalos de confiança (IC 95%) gerados por *bootstrap* (Manly, 1998) com 10.000 reamostragens. Se o valor obtido estiver dentro do intervalo de confiança, aceito que valores obtidos e esperados não são diferentes.

RESULTADOS

Nos bivalves da espécie *Brachidontes* sp. a relação entre a altura do corpo e a área da maior secção transversal segue um modelo isométrico (Figura 1), pois o coeficiente angular da regressão linear entre altura e área da base em escala logarítmica de 0,574. O valor esperado do coeficiente angular é 0,5, com intervalo de confiança de 95% entre 0,544 e 0,602.

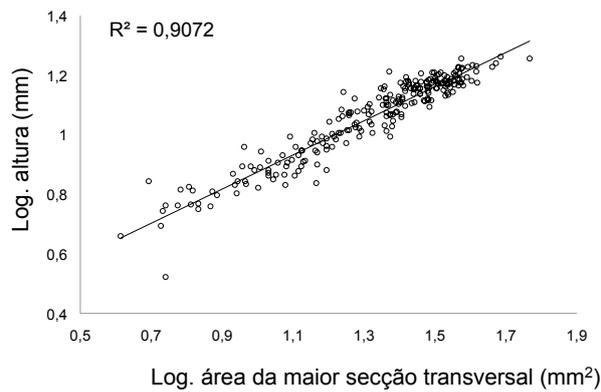


Figura 1. Regressão linear entre o logaritmo da área da maior secção transversal e o logaritmo da altura dos indivíduos de *Brachidontes* sp.. A altura foi medida em mm e a área da maior secção transversal foi medida em mm².

O coeficiente angular da regressão linear entre biomassa média e área média individual em escala logarítmica (Figura 2) foi -0,503, com intervalo de confiança de 95% entre -0,660 e -0,340. Como esperava um valor de coeficiente angular de -1,500, não rejeito minha hipótese nula.

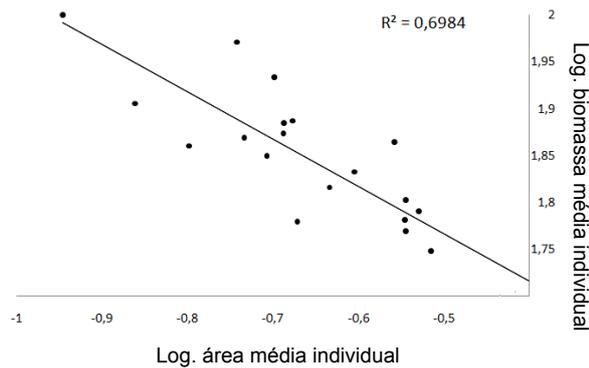


Figura 2. Regressão linear entre o logaritmo da área média individual e o logaritmo da biomassa média individual em *Brachidontes* sp..

DISCUSSÃO

Os indivíduos de *Brachidontes* sp. de diferentes tamanhos apresentaram a mesma proporção das dimensões do corpo. Portanto, um aumento de uma unidade em uma dimensão linear (altura, por exemplo) acarreta um aumento quadrático de uma unidade na área e um aumento cúbico de uma unidade no volume do cilindro. Assim, *Brachidontes* menores são miniaturas proporcionais de *Brachidontes* maiores. Tal fato confirma a previsão de crescimento isométrico. Por outro lado, refutei a hipótese de que a perda de biomassa média dependente da densidade decai a uma taxa constante de 1,5 (em escala logarítmica). Em condições de grandes adensamentos, nos quais não há mais espaço

disponível, os indivíduos são menores. Encontrei que a biomassa média decai em função da densidade, no entanto, a taxa de decréscimo foi menor do que o esperado por um modelo isométrico. Uma possível explicação decorre da estimativa da massa individual. O modelo geométrico prevê que o volume é um estimador da massa. Porém, o organismo modelo pode não apresentar a mesma relação entre massa e volume em diferentes tamanhos.

Moluscos bivalves secretam carbonato de cálcio por um tecido especializado, o manto, para formar a concha (Ruppert & Barnes, 1996). Se indivíduos menores têm mais massa que o esperado, uma possibilidade é que eles tenham uma taxa de deposição de carbonato na concha maior do que indivíduos maiores. Mexilhões mais jovens e, consequentemente, menores têm maiores taxas de mortalidade por predação (Ruppert & Barnes 1996). A maior deposição de carbonato na concha em indivíduos menores poderia ser uma adaptação que aumenta a taxa de sobrevivência desses indivíduos. A maioria de seus predadores atua raspando ou perfurando a concha para acessar as partes moles da presa (Ruppert & Barnes, 1996). Com o crescimento do corpo, o número de predadores deve diminuir (Fadil *et al.*, 2013), pois a concha passa a ser espessa demais para pequenos raspadores. Assim, é possível que a pressão seletiva favorecendo o aumento da concha varie ao longo da vida dos indivíduos. Dessa forma, indivíduos maiores teriam menor massa relativa ao tamanho do corpo que indivíduos menores. Para testar essa hipótese, futuros estudos podem avaliar a variação de deposição de carbonatos na concha ao longo do crescimento em *Brachidontes*.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores do curso de campo pelas conversas formais e informais e por muito aprendizado. Agradeço aos monitores, Sara e Renato, pelas mesmas razões. Agradeço especialmente a Ayana, pela grande ajuda na produção do trabalho individual. E, por fim, agradeço aos colegas de curso, que me acompanharam em horas de risadas e desesperos.

REFERÊNCIAS

- Begon, M. & M. Mortimer. 1986. *Population ecology. A unified study of animals and plants*. Blackwell Science, Oxford.
- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology: from individuals to ecosystems*. Blackwell Science, Oxford.

- Fadil, J.P.R.; F. Librán; F.D. Carvalho & R.I. Vaz. 2013. O tamanho de um bivalve (Mollusca) modifica a estratégia de forrageio de 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. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Kays, S. & J.L. Harper. 1974. The regulation of plants and tiller density in a grass sward. *Journal of Ecology*, 62:97-105.
- Levinton, J.S. 1995. *Marine biology. Function, biodiversity, ecology*. Oxford University Press, New York.
- Manly, B.F.J. 1998. *Randomization, bootstrap and Monte Carlo methods in biology*. Chapman & Hall, New Zealand.
- Niklas, K.J. 1994. *Plant allometry. The scaling of form and process*. The University of Chicago Press, Chicago.
- Rupert, E.E. & R.D. Barnes. 1996. *Invertebrate zoology*. Saunders College Publishing, Fort Worth.
- Solomon, M.E. 1980. *Dinâmica de populações*. Editora Pedagógica e Universitária Ltda, São Paulo.
- Yoda, K.; T. Kira; H. Ogawa & K. Hozumi. 1963. Self thinning in overcrowded pure stands under cultivated and natural conditions. *Journal of Biology*, 14:29-107.