



Carregando ovos que não são seus: possíveis custos de levar ovos aderidos à concha do caramujo *Hastula cinerea* (Gastropoda: Terebridae)

Rosannette Quesada-Hidalgo

RESUMO: Carregar desovas pode significar custos para o carregador, custos que podem ser ainda maiores se o carregador não é o progenitor. Observações naturalísticas indicam que existe um organismo que coloca seus ovos aderidos às conchas dos caramujos de *Hastula cinerea*. Dado que carregar ovos pode implicar um custo na mobilização dos caramujos, testei as hipóteses de que em caramujos com ovos o tempo de enterramento aumentará e o deslocamento diminuirá depois de uma onda, em relação a caramujos sem ovos. Encontrei que carregar ovos não traz custos no tempo de enterramento ou na distância percorrida depois de uma onda. No entanto, podem existir custos em outros comportamentos como a mobilidade no momento de atacar presas, “surfear” com as ondas e gastos energéticos associados a carregar ovos. Estudos futuros poderiam ajudar a entender se esse comportamento pode se converter num tipo de parasitismo.

PALAVRAS-CHAVE: relação custo/benefício, parasitismo, sítios de oviposição, zona entre-marés

INTRODUÇÃO

Em invertebrados, os sítios de oviposição variam muito, mas são comumente substratos fixos, como plantas, folhas, serrapilheira ou rochas. Em outros casos, as desovas são deslocadas devido ao fato de que as fêmeas as carregam em diferentes partes do corpo. Ainda menos comum, há espécies em que as fêmeas colocam seus ovos sobre machos coespecíficos. Por exemplo, nas baratas d' água (Heteroptera: Belostomatidae), as fêmeas colocam suas desovas sobre o abdômen dorsal dos machos progenitores (Smith 1997 *apud*. Kaitala & Katvala, 2001). Em fêmeas do opilião *Leytподoctis oviger* (Opiliones: Podoctidae), também há aderência de seus ovos sobre os fêmures das pernas IV dos machos (Martens, 1993). Além destes artrópodes, existe um caso excepcional reportado, em que as fêmeas do percevejo *Phyllomorpha laciniata* (Heteroptera, Coreidae) colocam seus ovos tanto sobre machos como sobre fêmeas coespecíficos, que podem não ser aparentados com elas (Kaitala & Katvala, 2001). Neste último caso, esse comportamento pode ser classificado como parasitismo intraespecífico ou um caso de altruísmo (Kaitala & Katvala, 2001).

Em todos os exemplos mencionados anteriormente, indivíduos carregam ovos de indivíduos da mesma espécie. Carregar ovos de outra espécie seria provavelmente um caso de parasitismo. Observações naturalísticas indicam que algum organismo marinho, provavelmente um gastrópode, coloca seus ovos sobre as conchas de pelo menos duas espécies de moluscos. Uma delas é um bivalve e a outra é *Hastula cinerea* (Gastropoda: Terebridae) (Figura

1), um caramujo bastante comum nas praias arenosas. Caramujos de *H. cinerea* com estes ovos são bastante comuns e os indivíduos podem ter desde 1 até 12 ovos aderidos na concha. É provável que os ovos não sejam de *H. cinerea*, devido ao fato de as espécies de *Hastula* colocarem aproximadamente 40 ovos numa cápsula com cerca de 1 mm sobre rochas pequenas na areia e os ovos observados possuem aproximadamente 1 mm de diâmetro cada um (Miller, 1979). Além disso, os ovos presentes nos bivalves e nos caramujos de *H. cinerea* são morfologicamente semelhantes e parecem ser da mesma espécie de organismo.

O caramujo *H. cinerea* habita na zona entre-marés e assim como outras espécies de *Hastula*, possivelmente tem hábitos escavadores e se alimenta principalmente de poliquetos (Miller, 1979). Uma característica biológica marcante das espécies de *Hastula* é o comportamento de “velejar” ou “surfear” (Miller, 1979), que é uma forma de locomoção na qual, o indivíduo desenterra-se ativamente, estende seu grande pé circular e o utiliza como uma vela subaquática ou uma prancha para deslizar sobre a areia impulsionado pelas ondas (Bergamini, 2007). Este comportamento permite a movimentação rápida com e contra a maré. Em alguns ocasiões, alguns indivíduos fecham o pé, e são deslocados por a zona entre-marés.

Dado que os ovos aderidos às conchas dos indivíduos de *H. cinerea* alteram o contorno e a massa das conchas, é possível que carregá-los implique em

custos, principalmente na redução da capacidade de movimentação. Portanto, minhas duas hipóteses foram: (1) carregar ovos aderidos à concha aumentará o tempo de enterramento dos indivíduos, pois os ovos podem aumentar o atrito com a areia e (2) carregar ovos aderidos à concha diminuirá o deslocamento dos indivíduos depois de uma onda, pois caramujos com ovos seriam mais pesados e portanto menos carregados pelas ondas do mar, fato que aumentaria o risco de ficar além da zona entre-maré, quando a maré desce.

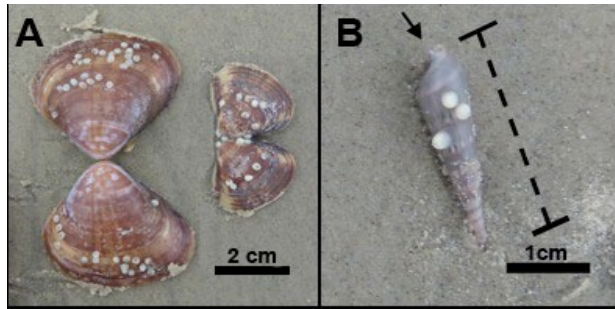


Figura 1. (A) Bivalves observados na praia com ovos de algum organismo marinho, possivelmente um gastrópode, aderidos sobre sua concha. (B) Indivíduo de *Hastula cinerea* (Gastropoda: Terebridae) com ovos muito similares aderidos à sua concha. As linhas pontilhadas representam a distância medida para obter o comprimento da concha. A flecha representa a ponta da columela.

MATERIAL & MÉTODOS

Coletei cerca de 100 indivíduos de *H. cinerea* com ovos e sem ovos sobre suas conchas, na zona entre-marés da praia da Barra do Una, localizada na Estação Ecológica Juréia Itatins, Peruíbe, São Paulo. Separei os indivíduos em 31 trios, cada trio composto por caramujos do mesmo tamanho. Designei um indivíduo de cada trio a um dos seguintes tratamentos experimentais: (1) caramujos com ovos (2) caramujos sem ovos (3) caramujos sem ovos nos quais coloquei miçangas com cola tipo “super bonder”, na mesma posição e quantidade do que o caramujo com ovos nesse trio. As miçangas foram colocadas para controlar algum possível efeito químico que os ovos pudessem ter no comportamento dos indivíduos. Considerei cada trio como um bloco.

Para controlar o efeito do tamanho dos indivíduos nos experimentos, coloquei indivíduos do mesmo tamanho em cada trio. Para isto, medi o comprimento das conchas desde a ponta apical da concha até a ponta da columela localizada na entrada da concha (Figura 1), de 30 indivíduos escolhidos ao acaso, incluindo indivíduos com e sem ovos, utilizando um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm. Obtive uma média (\pm DP) do comprimento da

concha de $22,94 \pm 2,33$ mm. Levando em conta a média obtida, considere um erro de 2 % na medição do comprimento das conchas: conchas que tivessem uma diferença de mais ou menos 0,46 mm entre si foram consideradas como indivíduos do mesmo tamanho. Em seguida, fiz os seguintes experimentos durante a tarde.

Para testar a primeira hipótese, de que carregar ovos aumenta o tempo de enterramento dos indivíduos, utilizei uma caixa retangular de plástico, de 60x40x30 cm. O fundo da caixa estava coberto com uma camada de areia de 3 cm de altura e uma camada de água do mar de 2 cm de altura, acima da areia. A areia foi coletada no hábitat natural de *H. cinerea*. Coloquei os indivíduos de um mesmo trio no centro da caixa, separados por aproximadamente 6 cm um do outro. Uma vez em contato com a areia, os caramujos começam a se enterrar sem nenhum outro estímulo, possibilitando que eu medisse a duração do enterramento de cada caramujo com um cronômetro. Considerei que o indivíduo estava enterrado quando a totalidade da sua concha ficou coberta por areia. O tempo máximo de observação em cada bloco foi de 10 min e, quando um indivíduo não se enterrou dentro de este período, considere o tempo de enterramento como sendo de 10 min.

Para testar a segunda hipótese de que carregar ovos diminui o deslocamento dos indivíduos, aplainei uma área de 4 x 3 m de areia molhada na zona entre-marés, na praia da Barra do Una. Aplainei esta área devido ao fato de que na zona entre-marés em que eu fiz o experimento há desníveis que poderiam introduzir ruído nos experimentos. No entanto, a inclinação da areia não foi modificada. O lado menor da área aplainada estava paralelo à linha do mar. Coloquei os indivíduos de um mesmo trio separados entre si por 2 cm aproximadamente, a um metro do lado menor e mais próximo do mar. Em seguida, coloquei-me a 1 m de distância deste lado e simulei uma onda artificial, derramando suavemente e em direção perpendicular ou substrato, meio balde de água do mar um metro antes do local onde estavam os caramujos. Em seguida, medi a distância perpendicular à linha de saída deslocada por cada caramujo. Uma vez deslocados, os indivíduos tendem a enterrar-se, razão pela qual, um palito foi colocado no ponto final do deslocamento de cada caramujo. Todos os indivíduos neste experimento foram colocados com o pé dentro da concha, e como a onda simulada foi pequena, é provável que os caramujos não tenham o pé durante o deslocamento. Portanto eu medi o possível deslocamento de indivíduos quando não estão “surfando”.

Análise estatística

Para investigar se existe diferença na duração de enterramento entre os tratamentos, defini como estatística de interesse o desvio padrão das médias de duração de enterramento dos indivíduos de cada tratamento. Minha previsão era que se a presença de ovos sobre a concha aumenta o tempo de enterramento, o desvio padrão seria alto e, portanto existiriam diferenças entre os tratamentos. Aleatorizei os tempos de enterramento dos indivíduos dentro de cada bloco e simulei 10.000 vezes um cenário nulo em que não houvesse diferenças entre a média do tempo de enterramento entre os tratamentos. Depois calculei o desvio padrão das médias da duração de enterramento de cada tratamento gerado por cada simulação do cenário nulo. O número de vezes que valores gerados pelo cenário nulo foram maiores ou iguais ao valor observado da estatística de interesse foi dividido pelo número total de simulações a fim de estimar a probabilidade do resultado obtido no campo ter sido gerado pelo acaso. Dado que alguns indivíduos não se enterraram e que defini arbitrariamente o tempo de enterramento desses indivíduos como sendo de 10 min, esta análise representa uma subestimativa do tempo real de enterramento. Para evitar esse possível viés, a mesma análise foi feita sem considerar os blocos em que pelo menos um dos indivíduos não se enterrou.

Para investigar se existe diferença na distância de deslocamento depois de uma onda entre os tratamentos, defini como estatística de interesse o desvio padrão das médias das distâncias deslocadas pelos indivíduos de cada tratamento. Minha previsão era que se os ovos diminuíssem a distância de deslocamento dos indivíduos, o desvio padrão seria alto e, portanto, existiriam diferenças entre os tratamentos. A mesma análise estatística realizada para os tempos de enterramento foi feita para as distâncias de deslocamento, aleatorizando as distâncias percorridas pelos indivíduos.

RESULTADOS

O tempo de enterramento variou entre 12 s e 7 min e 25 s, sendo a média (\pm DP) de 2 min e 59 s \pm 2 min e 53 s. Não encontrei diferenças no tempo de enterramento entre indivíduos sem ovos, com ovos e com miçangas ($p = 0,065$; Figura 2). Sem considerar os blocos em que alguns dos indivíduos não se enterraram, também não encontrei diferenças no tempo de enterramento ($p = 0,999$).

A distância de deslocamento dos indivíduos variou entre 1,3 e 144,0 cm, sendo a média (\pm DP) de 65,3

$\pm 35,5$ cm. Também não encontrei diferenças entre a distância de deslocamento entre indivíduos sem ovos, com ovos e com miçanga ($p = 0,785$; Figura 3).

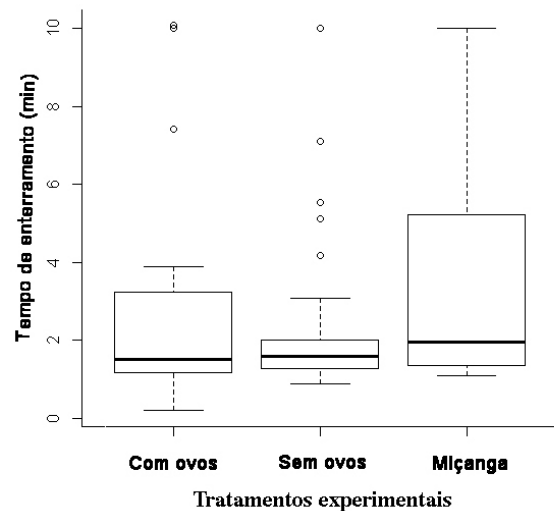


Figura 2. Box-plot de medianas e quartis do tempo de enterramento dos indivíduos de *Hastula cinerea* sem ovos, com ovos aderidos à concha e com miçangas aderidas experimentalmente. As linhas horizontais representam as medianas, as caixas representam a distância entre o 1º e 3º quartil e as linhas verticais pontilhadas, os valores mínimo e máximo. Os círculos representam valores extremos.

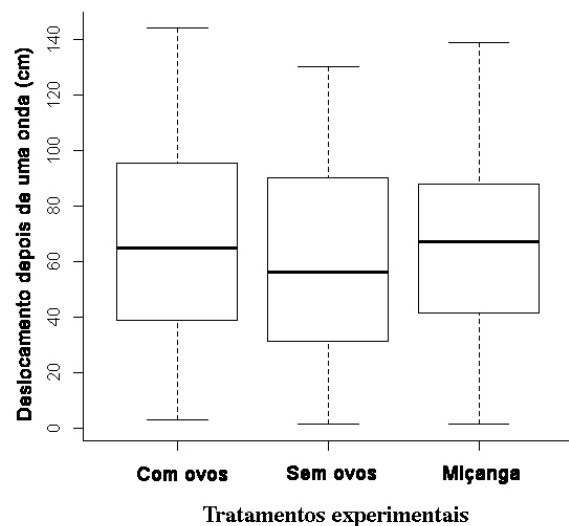


Figura 3. Box-plot de medianas e quartis das distâncias deslocadas por indivíduos de *Hastula cinerea* depois de uma onda em indivíduos sem ovos, com ovos aderidos à concha e com miçangas aderidas experimentalmente. As linhas horizontais representam as medianas, as caixas representam a distância entre o 1º e 3º quartil e as linhas verticais pontilhadas, os valores mínimo e máximo.

DISCUSSÃO

Meus resultados indicam que carregar ovos aderidos à concha não afeta o tempo de enterramento dos indivíduos de *H. cinerea*, pois não houve diferença entre os tempos de enterramento entre indivíduos com ovos, sem ovos e com miçangas. Também encontrei que carregar ovos aderidos à concha não afeta o deslocamento depois de uma onda. Isto devido ao fato de que não houve diferença entre as distâncias percorridas pelos indivíduos com ovos, sem ovos e com miçangas depois de uma onda artificial. Esses resultados sugerem que carregar ovos aderidos à concha não representa um custo para os indivíduos em termos de mobilidade.

Apesar de não ter detectado custos em termos do enterramento ou deslocamento, é possível que carregar os ovos represente um custo para outros comportamentos. Por exemplo, carregar ovos pode afetar o forrageio dos indivíduos de *H. cinerea*. Muitas espécies de *Hastula* são predadoras que possuem um aparato de veneno (Castellin *et al.*, 1980) e precisam de movimentos rápidos para imobilizar suas presas. Ter ovos aderidos à concha também poderia afetar o equilíbrio na posição dos indivíduos quando realizam o comportamento de “surfear”. Isto porque neste comportamento, os indivíduos abrem o pé e movem a parte apical da concha para cima. A concha fica então em um ângulo de aproximadamente 20 graus e os indivíduos utilizam o pé como uma vela (Miller, 1979). O peso dos ovos poderia dificultar esta posição ou aumentar o atrito com a água da onda. Isto poderia fazer com que os indivíduos fiquem por mais tempo na zona de areia seca na praia e não consigam ficar na zona entre maré, correndo o risco de dessecação. Além disso, indivíduos com ovos poderiam ter que suportar um peso adicional que resultaria em um gasto energético que poderia implicar em custos adicionais para outras atividades como a busca de parceiros.

Nos aracnídeos, insetos e outros invertebrados em que os progenitores carregam seus próprios ovos, provavelmente também existem custos associados a este comportamento. Por exemplo, as fêmeas do escorpião *Centruroides vittatus* (Scorpiones: Buthidae), reduzem sua velocidade de corrida quando estão com ovos ou filhotes (Shaffer & Formanowicz, 1996). No entanto, o benefício de carregar a desova é maior do que esses custos devido ao aumento da sua chance de sua progênie se desenvolver. Em *H. cinerea*, os ovos não são do indivíduo que os carrega. Ainda que não tenha encontrado custos associados à mobilidade, em *H. cinerea* a relação custo/benefício de carregar ovos que não vão au-

mentar sua chance de ter progênie, poderia ser muito maior do que em espécies que carregam sua progênie. Portanto, futuras investigações que avaliem os custos para *H. cinerea* quanto à mobilidade no momento de atacar presas, “surfear” com as ondas e gastos energéticos associados a carregar ovos poderiam ajudar a entender a evolução do comportamento de carregar desovas e se esse comportamento pode se converter num tipo de parasitismo ou não em *H. cinerea*.

AGRADECIMENTOS

Aos revisores Glauco e Rodrigo por importantes sugestões no manuscrito, ao Tank, Felipe Uругuaio e Glauco por levar e trazer coisas da praia, ao Renacho, Rena e Renata Jacaré pela ajuda com a coleta de dados, ao Paulo Inácio, Sara e Picasso pela ajuda com a estatística, à Elena e ao Po pela ajuda com o portunhol, à Soly pela enorme ajuda com a coleta de dados na praia e aos meus 19 novos coleginhas que fizeram deste curso uma experiência muito legal.

REFERÊNCIAS

- Bergamini, L.L. 2011. Navegar é preciso: o tamanho do gastrópode *Hastula cinerea* (Mollusca) determina seu comportamento de seleção de habitat? 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.
- Castellin, M.; N. Puillandre; Y. I. Kantor; M. V. Modica; Y. Terryn; C. Cruaud; P. Bouchet & M. Holford. 2012. Macroevolution of venom apparatus innovations in auger snails (Gastropoda; Conoidea; Terebridae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*, no prelo.
- Martens, J. 1993. Further cases of paternal care in Opiliones (Arachnida). *Tropical Zoology*, 6: 97-107.
- Miller, B. 1979. The biology of *Hastula inconstans* (Hinds, 1844) and a discussion of life history similarities among other *Hastulas* of similar proboscis type. *Pacific Science*, 33:289-306.
- Kaitala, A. & M. Katvala. 2001. Sexual interactions and conspecifics exploitation in an egg-carrying bug. *Annual Zoology Fennici*, 38: 215-221.
- Shaffer, L. R. & D.R. Formanowicz. 1996. A cost of viviparity and parental in scorpions: reduced sprint speed and behavioural compensation. *Animal Behaviour*, 51:1017-1024.