



Investimento em óvulos em relação ao risco de poliespermia em um poliqueto de costões rochosos

Amanda Prado, Antonio Gallo, Catalina Zuluaga & Juarez Cabral

RESUMO: Em animais de reprodução externa, óvulos grandes aumentam a probabilidade de fecundação e também o risco de poliespermia. Considerando que a concentração espermática está relacionada com a densidade de agrupamentos de *Phragmatopoma* sp., testamos a hipótese de que fêmeas de agregados com alta densidade produzem óvulos menores do que fêmeas de agregados de baixa densidade. Medimos a área transversal dos óvulos de *Phragmatopoma* sp. em agregados de alta e baixa densidade no costão rochoso e observamos que não existe diferença no tamanho dos gametas das fêmeas nos agregados de diferentes densidades. A ausência de padrão pode ser consequência de pressões seletivas conflitantes sobre o tamanho dos óvulos ou da elevada dinâmica de marés do costão, o que homogeneizaria o ambiente, impossibilitando a fêmea de inferir a concentração espermática ao seu redor.

PALAVRAS-CHAVE: ambiente espermático, herança não genética, investimento reprodutivo, *Phragmatopoma*, sucesso reprodutivo

INTRODUÇÃO

Há dois tipos reconhecidos de herança: a genética, em que uma característica é transmitida para a geração seguinte através dos genes, e a não genética, na qual o fenótipo da prole é determinado por fatores ambientais agindo sobre a mãe (Pigliucci, 2001). Um exemplo da herança não genética é o investimento diferenciado no tamanho dos óvulos, de acordo com as características ambientais às quais as mães estão sujeitas. Em muitas espécies de animais marinhos, por exemplo, o tamanho dos óvulos é uma variável importante para a sobrevivência da prole, pois se relaciona diretamente com o tamanho das larvas (Marshall *et al.*, 2008). Larvas maiores têm maior probabilidade de atingir a idade adulta, enquanto larvas menores sofrem maior risco de mortalidade no ambiente (Marshall & Morgan, 2011). Além disso, óvulos grandes são alvos maiores para os espermatozoides, aumentando a probabilidade de ocorrer fecundação. Entretanto, conforme aumenta a probabilidade de ocorrer fecundação, também aumenta a chance de poliespermia, que é a fecundação de um óvulo por dois ou mais espermatozoides (Marshall *et al.*, 2008). A poliespermia inviabiliza o desenvolvimento do zigoto em diversos grupos de animais e, portanto, é deletéria para as fêmeas que fazem um grande investimento nos óvulos (Birkhead & Moller, 1998).

Phragmatopoma sp. é um poliqueto marinho com reprodução externa que vive em agregados de densidades variáveis no infra-litoral de costões rochosos. Em alta densidade, os machos produzem uma nuvem espermática com elevada concentração

de espermatozoides nas proximidades do agregado, o que aumenta a chance de poliespermia (Marshall *et al.*, 2008). Para reduzir a chance de poliespermia, as fêmeas deveriam produzir óvulos pequenos. Por outro lado, a baixa concentração de espermatozoides produzida em agregados de baixa densidade diminui a possibilidade dos óvulos serem fecundados, diminuindo também a probabilidade de poliespermia. Dessa forma, as fêmeas de *Phragmatopoma* sp. deveriam alterar o tamanho de seus óvulos de acordo com a densidade de indivíduos ao redor de forma a maximizar a probabilidade de fecundação e reduzir a chance de poliespermia.

Pressupondo que fêmeas de *Phragmatopoma* sp. são capazes de acessar a concentração espermática ao seu redor por meio da densidade de coespecíficos, o objetivo deste trabalho foi testar a hipótese de que fêmeas que ocorrem em agregados de alta densidade produzem óvulos menores do que fêmeas que ocorrem em agregados de baixa densidade.

MATERIAL & MÉTODOS

Coleta de dados

Realizamos o estudo na franja do infra-litoral do costão rochoso, na porção leste da Praia da Barra do Una, município de Peruíbe, litoral sul do Estado de São Paulo. Classificamos os agregados de *Phragmatopoma* sp. nas categorias de alta e baixa densidade de acordo com a orientação dos tubos de areia em relação à rocha. Quando a quantidade

de indivíduos por unidade de área é alta, os tubos de areia são construídos perpendicularmente ao substrato. Porém, quando a quantidade de indivíduos por unidade de área é baixa, os tubos de areia são construídos horizontalmente ao substrato.

Realizamos a coleta durante a maré baixa, período em que os agregados estão expostos. Escolhemos aleatoriamente oito agregados de cada tipo (alta e baixa densidade) e extraímos uma fêmea de cada. Diferenciamos o sexo dos indivíduos pela coloração das gônadas, pois fêmeas possuem coloração azulada e os machos possuem coloração esbranquiçada. Colocamos cada fêmea em um tubo, para que elas liberassem seus óvulos.

Em laboratório, selecionamos ao acaso 10 gametas de cada fêmea e os fotografamos sob microscópio ótico utilizando um aumento de 300 vezes. Com o programa *ImageJ*, calculamos a área transversal de cada gameta já que este é um bom estimador do tamanho do óvulo (G.M. Dias, com. pess.). Para cada fêmea, calculamos a média das áreas transversais de seus gametas.

Análises estatísticas

Calculamos a diferença entre as médias das áreas transversais dos gametas femininos dos agregados de alta e baixa densidade, que foi considerada nossa estatística de interesse. Em seguida, simulamos um cenário nulo de inexistência de diferença entre as médias das áreas transversais dos óvulos nos agregados de alta e baixa densidade, realizando 1.000 aleatorizações. Calculamos a proporção de valores que eram maiores ou iguais ao da estatística de interesse no cenário nulo. Nossa previsão era que os gametas das fêmeas de agregados de alta densidade teriam áreas transversais menores do que os gametas femininos de agregados de baixa densidade.

RESULTADOS

O tamanho da área transversal dos gametas variou de 5.051,7 a 7.465,4 μm^2 nos agrupamentos de alta densidade e de 5337,8 a 6598,6 μm^2 nos de baixa densidade. Fêmeas nos dois tipos de agrupamentos produzem gametas de tamanhos médios semelhantes (Figura 1, $p = 0,25$).

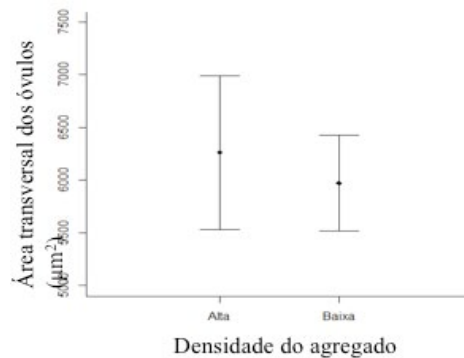


Figura 1. Média \pm desvio padrão das áreas transversais dos gametas femininos de *Phragmatopoma* sp. em agregados com alta e baixa densidade de indivíduos.

DISCUSSÃO

Fêmeas de *Phragmatopoma* sp. em agregados de alta densidade não produzem gametas menores do que fêmeas de agregados de baixa densidade. Entre a fase pré- e pós-fecundação existe uma sequência de eventos durante as quais as pressões seletivas podem atuar em direções opostas (Marshall & Morgan, 2011). Considerando somente a fase pré-fecundação, a produção de óvulos grandes pode aumentar a probabilidade de fecundação, mas também pode aumentar o risco de poliespermia. Por outro lado, na fase pós-fecundação, óvulos maiores podem aumentar a sobrevivência das larvas. Portanto, é plausível que a pressão seletiva sobre a sobrevivência das larvas seja mais intensa que a seleção contra óvulos grandes para reduzir a poliespermia em *Phragmatopoma* sp..

Outra explicação para o resultado deste estudo é que o costão rochoso estudado possui alta influência da dinâmica das marés. Esse elevado hidrodinamismo homogeneizaria a distribuição e concentração de substâncias presentes na água. Já que muitas espécies marinhas se comunicam por meio de feromônios diluídos na água (Marshall & Morgan, 2011), é provável que fêmeas de *Phragmatopoma* sp. utilizem esse tipo de sinal químico para inferir a concentração espermática ao seu redor. Assim, se a concentração desses sinais for homogênea entre agregados, as fêmeas não possuem pistas ambientais confiáveis e suficientes para prever o ambiente espermático ao qual seus gametas estarão sujeitos. Da mesma forma, a dinâmica das marés pode tornar a concentração espermática

entre os agregados mais homogênea. Com isso, a probabilidade de fecundação não variaria em função da densidade dos agregados, mas somente em função do tamanho dos óvulos produzidos. Esses dois aspectos influenciados pela dinâmica das marés implicariam que fêmeas de agregados de diferentes densidades investiriam igualmente em óvulos, independente da concentração espermática ao seu redor.

Concluimos que o tamanho dos óvulos produzidos pelas fêmeas de *Phragmatopoma* sp não está relacionada com densidade do agregado ao qual pertencem. Estudos futuros que meçam a concentração de espermatozoides ao redor das fêmeas podem testar a hipótese de que não há diferença no risco de poliespermia de acordo com a densidade de agregados de *Phragmatopoma* sp..

AGRADECIMENTOS

A equipe agradece ao orientador Gustavo Muniz e ao monitor Renato Chaves pela orientação ao longo do planejamento, execução e análise do projeto. Agradece também ao coordenador do curso, Glauco Machado, e aos colegas do curso pelas críticas.

REFERÊNCIAS

- Birkhead T.R. & A.P. Moller. 1998. *Sperm competition and sexual selection*. Academic Press, San Diego, California.
- Marshall, D.J.; R.M. Allen & A.A.J. Crean. 2008. *Oceanography and marine biology: An Annual Review*, 46:203-250.
- Marshall, D.J. & S.G. Morgan. 2011. Ecological and evolutionary consequence of linked life history stage in the sea. *Current Biology*, 21:R718-R725.
- Pigliucci, M. 2001. *Phenotypic plasticity: beyond nature and nurture*. The Johns Hopkins University Press, Baltimore.

Orientação: Gustavo Muniz Dias