



Efeito da estabilidade ambiental sobre a estrutura de comunidades de macrozoários aquáticos: uma abordagem filogenética

Felipe Oricchio, Juliana Correia, Karine Costa & Thiago Pereira

RESUMO: As condições ambientais podem influenciar o desempenho dos organismos e a maneira como as comunidades biológicas se organizam. Dado que as condições ambientais podem selecionar atributos que são conservados ao longo da filogenia, é possível esperar que comunidades de ambientes mais instáveis sejam formadas por espécies mais próximas filogeneticamente do que comunidades em ambientes mais estáveis. Para testar essa hipótese, quantificamos o grau de dispersão filogenética de espécies que compõem comunidades de macrozoários em poças estáveis (menos efêmeras) e instáveis (mais efêmeras) de um costão rochoso. O grau de dispersão filogenética foi quase três vezes maior nas poças instáveis que nas poças estáveis, porém não houve diferença estatística entre esses valores. A semelhança no padrão de dispersão filogenética pode ser resultado de dinâmicas estocásticas, como efeito fundador, ou determinísticas, como interações bióticas.

PALAVRAS-CHAVE: atributos convergentes, atributos conservados, filtro ambiental, dispersão filogenética

INTRODUÇÃO

Entender como as comunidades biológicas se organizam é um dos principais objetivos da ecologia (Cavander-Bares *et al.*, 2009). Recentemente, com o avanço das técnicas de análise computacionais e o acúmulo de informações quanto às relações evolutivas entre as espécies, diferentes abordagens se tornaram possíveis na avaliação da estrutura de comunidades (Webb *et al.*, 2002). Uma delas é a abordagem filogenética. A estrutura filogenética de comunidades busca compreender relações entre o grau de agrupamento filogenético dos indivíduos e a composição das espécies locais por meio da distância filogenética dos organismos (Webb *et al.*, 2002). Estudos que utilizam essa abordagem têm ajudado a revelar a grande variedade de processos envolvidos na estruturação de comunidades (Cavander-Bares *et al.*, 2009).

O modelo clássico de filogenia de comunidades permite inferir o processo ecológico dominante a partir da estrutura filogenética (Webb *et al.*, 2002). Esse modelo aborda dois processos: os filtros ambientais e as interações bióticas. Filtro ambiental é um conjunto de condições ambientais que modulam a colonização, distribuição e a evolução de organismos em um ambiente. O filtro atua como um gargalo evolutivo, selecionando atributos similares necessários à sobrevivência dos organismos em ambientes restritivos (Webb *et al.*, 2002). Por outro lado, em ambientes menos restritivos, onde

a seleção de atributos semelhantes pelo ambiente é menos intensa, as interações bióticas, como competição e predação, podem atuar como os principais estruturadores da comunidade (Webb *et al.*, 2002).

É mais provável que espécies próximas filogeneticamente sejam semelhantes entre si, pois compartilham um maior número de caracteres. Assim, em comunidades sujeitas a filtros ambientais intensos que exigem atributos específicos, os organismos tendem a pertencer a táxons próximos, apresentando menor grau de dispersão filogenética pela conservação de atributos. Em outros casos, porém, é possível que táxons distantes apresentem características similares devido à convergência e o grau de dispersão pode ser menor. De forma geral, entretanto, em condições que o filtro ambiental não é intenso e interações bióticas dominam a dinâmica da comunidade, os organismos tendem a pertencer a táxons menos aparentados (Webb *et al.*, 2002; Cianciaruso *et al.*, 2009).

Nosso objetivo foi compreender a coexistência de espécies em comunidades sujeitas a diferentes intensidades de filtros ambientais. Esperamos que comunidades sujeitas a filtros ambientais intensos apresentem menor grau de dispersão filogenética do que comunidades de ambientes menos seletivos. Para isso, estudamos macrozoários que ocorrem em poças de água doce ou de água salobra na região do supralitoral de costões rochosos.

MATERIAL & MÉTODOS

Desenvolvemos o estudo na praia da Barra do Una, localizada na Reserva de Desenvolvimento Sustentável Barra do Una, litoral sul do estado de São Paulo. A temperatura média anual da área é de 21,1 °C e a variação pluviométrica está entre 2800-2900 mm (Marques & Duleba, 2004).

As poças estudadas possuem áreas bem delimitadas e, considerando que suas comunidades estão sujeitas a filtros ambientais com intensidades distintas, utilizamos a estabilidade das poças para categorizar essa intensidade. A estabilidade foi determinada pela previsibilidade e persistência de água nas poças. A previsibilidade da água é definida como a regularidade em que a poça é formada, enquanto a persistência da água é o tempo em que a poça permanece cheia. Dessa forma, presumimos que as poças mais próximas da linha do mar possuem maior estabilidade, pois são regularmente influenciadas pela água do mar, se mantendo constantemente preenchidas. Por outro lado, poças distantes da linha do mar foram consideradas ambientes menos estáveis, pois sofrem influência das águas continentais e das águas do mar, estando sujeitas à dessecação. A partir desse ponto, nos referimos às poças próximas à linha do mar como poças estáveis e às poças distantes da linha do mar como poças instáveis.

Coleta de dados

Amostramos oito comunidades estáveis e oito comunidades instáveis. Todas as comunidades amostradas estavam em poças acima da linha máxima do médio litoral, marcada pelo limite da população de cracas (*Chthlamalus* sp.). Fizemos uma busca ativa por macrozoóários por 15 min em cada uma das poças. Coletamos pelo menos um indivíduo de cada morfotipo e os levamos ao laboratório para identificação.

Análise de dados

Após a identificação, construímos uma filogenia incluindo todos os táxons amostrados com base em uma filogenia disponível em Brusca & Brusca (2007). O tempo de divergência foi estimado considerando que o comprimento de todos os ramos é igual a um. A partir disso, calculamos a distância filogenética par a par. Definimos um índice que avalia o grau de dispersão filogenética das comunidades (GDF), de forma que valores maiores expressam maior dispersão filogenética. O GDF é composto pela média das distâncias filogenéticas da comunidade (MDF) dividida pelo seu desvio padrão:

$$GDF = \frac{MDF}{SD(MDF)}$$

Usamos como estatística de interesse a diferença entre as médias de GDF das comunidades estáveis e instáveis. Esperávamos que o GDF fosse maior nas comunidades estáveis. Para estimar a probabilidade de que a diferença entre os GDFs observada em nosso trabalho ocorra ao acaso, permutamos 5.000 vezes os valores de GDF de todas as comunidades e dividimos a frequência de valores iguais ou maiores do que o valor da diferença de GDF observada pelo número total de permutações.

RESULTADOS

Encontramos um total de 24 morfotipos de macrozoóários (Figura 1). As comunidades de poças instáveis tinham 15 morfotipos diferentes, enquanto as comunidades de poças estáveis tinham 12 morfotipos. Apenas três morfotipos ocorreram em ambas as comunidades, evidenciando as diferenças na composição das comunidades amostradas.

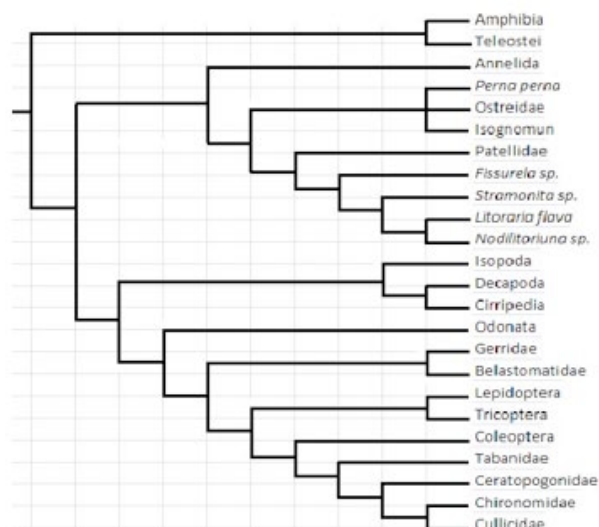


Figura 1. Filogenia dos morfotipos de macrozoóários encontrados nas comunidades amostradas em poças de costão rochoso.

O valor médio (\pm DP) do GDF foi de $6,50 \pm 7,13$ nas comunidades das poças instáveis e de $2,38 \pm 1,67$ nas comunidades das poças estáveis. No entanto, a diferença entre as médias não diferiu significativamente daquela esperada ao acaso ($p = 0,93$).

DISCUSSÃO

Nossos resultados não apoiam o modelo geral de que comunidades sujeitas a filtros ambientais mais intensos apresentam estrutura filogenética mais agregada. O padrão de dispersão filogenética

das comunidades das poças pode ser explicado por cenários determinísticos ou estocásticos, independente da intensidade do filtro ambiental. Em cenários determinísticos, com comunidades sob a ação de filtro ambiental intenso, as espécies tendem a apresentar características semelhantes. Essa semelhança de características pode resultar de processos de conservação ou convergência de atributos (Webb *et al.*, 2002). Considerando que as características funcionais são conservadas na evolução das linhagens de espécies, a semelhança entre características das espécies pode refletir a proximidade filogenética (Ackerly, 2003 *apud* Cianciaruso *et al.*, 2009). Por outro lado, a convergência de atributos pode levar à co-ocorrência de espécies filogeneticamente distantes (Webb *et al.*, 2002). Dessa forma, o alto valor de GDF em comunidades instáveis das poças indica que as condições ambientais podem estar selecionando atributos convergentes.

A estrutura filogenética das comunidades das poças nos costões rochosos pode não ser resultado de processos determinísticos, mas sim de processos estocásticos. Sabendo que o conjunto regional de espécies é maior do que a riqueza de espécies encontrada em cada uma das comunidades amostradas, podemos associar a composição das comunidades a dinâmicas estocásticas como o efeito fundador (Begon *et al.*, 2006). Dessa forma, a riqueza e composição de espécies em cada poça seria fortemente influenciada pela ordem e identidade dos primeiros indivíduos a colonizam.

Nosso estudo indica que mesmo em comunidades com diferenças marcantes na composição de espécies, o grau de agregação filogenética pode ser semelhante devido a processos determinísticos ou estocásticos. Apesar da estabilidade ser um componente importante do filtro ambiental, estudos futuros poderão avaliar outros componentes que também podem gerar variação nas condições ambientais.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos aos orientadores Fábio Roque e Sara Mortara por encarar o desafio de orientar este trabalho, ao professor Glauco Machado pelo auxílio e sugestões, ao revisor Bráulio pelas sugestões, ao monitor Renato Chaves pela ajuda, a todos os professores do curso de campo pelas sugestões para a apresentação e para o trabalho e aos colegas do curso de campo pela diversão.

REFERÊNCIAS

- Begon, M.; C.R. Townsend & J.L. Harper. 2006. *Ecology from individuals to ecosystems*. Blackwell Publishing, London.
- Brusca, R.C. & G.J. Brusca. 2007. *Invertebrados*. Editora Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- Cavender-Bares, J.; K.H. Kozak; P.V.A. Fine & S.W. Kembel. 2009. The merging of community ecology and phylogenetic Biology. *Ecology Letters*, 12:693-715.
- Cianciaruso, M.V.; I.A. Silva & M.A. Batalha. 2009. Diversidade filogenética e funcional: novas abordagens para a Ecologia de comunidades. *Biota Neotropica*, 9:93-103.
- Marques, A.V. & W. Duleba. 2004. *Estação Ecológica Juréia-Itatins: ambiente físico, flora e fauna*. Editora Holos, Ribeirão Preto.
- Webb, C.O.; D.D. Ackerly; M.A. McPeck & M.J. Donoghue. 2002. Phylogenies and Community Ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 33:475-505.

Orientação: Fábio de Oliveira Roque & Sara Mortara