



BASES TEÓRICAS E METODOLÓGICAS PARA UTILIZAÇÃO DE TIPOS FUNCIONAIS

Valério De Patta Pillar

Laboratório de Ecologia Quantitativa, Departamento de Ecologia, UFRGS, Porto Alegre

A classificação de organismos em grupos a partir de seus atributos é essencial para a descrição de comunidades. Usualmente, classificam-se organismos em táxons filogenéticos (em particular, no nível de espécie), e com tais táxons define-se a composição de comunidades. Entretanto, os atributos mais adequados à delimitação de táxons filogenéticos não são em geral os mais adequados para interpretações funcionais. Por exemplo, comunidades funcionalmente semelhantes podem ser diferentes na composição de espécies. Ou, quando a variação funcional intra-específica for significativa, comunidades funcionalmente diferentes podem ter a mesma composição de espécies. Por isso, tem sido cada vez mais adotado o estudo de comunidades usando atributos ou grupos de organismos relacionados à sua função, ou seja, atributos e tipos funcionais (e.g., Diaz & Cabido 2001, Lavorel & Garnier 2002, Louault et al. 2005). Essa idéia é antiga na ecologia, especialmente nos trabalhos de pioneiros da ecologia vegetal (Warming 1895, Raunkiaer 1904, ver revisão em Pillar & Orlóci 1993). Esta contribuição aborda as bases metodológicas para analisar dados no nível de comunidades usando atributos funcionais, e discute suas implicações teóricas quanto a regras de montagem e convergência de atributos.

Um tipo funcional (TF) é um grupo de organismos semelhantes em um certo conjunto de atributos e semelhantes nas suas respostas a fatores ou nos seus efeitos nos ecossistemas (e.g., recursos disponíveis, regime de perturbações, produção de biomassa, nível de herbivoria, acúmulo de serapilheira). Há inúmeros atributos que podem ser utilizados para a definição de tipos funcionais. Os atributos mais relevantes são expressões observáveis de formas ou comportamentos associados, quanto à ocorrência ou performance dos organismos, a alterações em variáveis ecológicas (Pillar 1999).

Há diferentes formas de expressar no nível das comunidades as informações sobre atributos (que são obtidas no nível de organismos ou populações). A descrição de comunidades usando atributos gera

dados arranjados nas seguintes matrizes: Uma matriz **B** descrevendo indivíduos ou populações por atributos, uma matriz **W** com as performances (qualitativa ou quantitativamente) desses indivíduos ou populações nas comunidades, e uma matriz **E** descrevendo os sítios das comunidades por fatores ou efeitos nos ecossistemas (Pillar 1999, Pillar & Sosinski Jr. 2003). A análise de agrupamentos da matriz **B** define uma matriz **U** contendo graus de pertinência (u_{ig}) de cada indivíduo ou população a tipos funcionais (TFs). Os TFs serão conjuntos nítidos se $u_{ig} = 0$ ou 1, ou difusos (Pillar & Orlóci 1991) se u_{ig} estiver no intervalo [0, 1]. Usando multiplicação de matrizes e uma ponderação apropriada, a matriz **X** = **U****W** conterá a composição de TFs nas comunidades, ou seja, descreverá comunidades por tipos de organismos. Outra alternativa, define a matriz **T** = **B****W**, que conterá as médias ou frequências de cada atributo nas comunidades. Ambas matrizes **X** e **T** podem ter sua associação avaliada em relação à matriz **E** usando correlação matricial a partir de matrizes de distância derivadas (analogamente a um teste de Mantel). Métodos iterativos (Pillar & Sosinski Jr. 2003) podem auxiliar a otimizar o subconjunto de atributos e o número de grupos com base em **B**, de tal forma a maximizar a relação entre **X** e **E** ou entre **T** e **E**.

Recentemente, a questão da preeminência da *convergência* de atributos no nível de comunidade comparada à *divergência* de atributos tem sido motivo de debate (Grime 2006, Wilson 2007). Divergência de atributos expressaria mecanismos de limitação de similaridade (MacArthur & Levins 1967) ou regras de montagem (Diamond 1975), e sua existência indicaria que comunidades não são apenas formadas por um subconjunto de organismos extraído aleatoriamente de um *pool* de espécies adaptadas às condições do sítio, mas, além disso, o resultado do arranjo de espécies que se “encaixam” em função de seus atributos, seguindo regras de montagem.

Examinando tais implicações teóricas com essa abordagem de análise, descobrimos que a correlação $r(\mathbf{TE})$ entre as matrizes de distância obtidas a partir

de **T** e **E** expressa convergência de atributos ao longo de um ou mais gradientes ecológicos descritos pela matriz **E**. Descobrimos também que a correlação $r(\mathbf{XE})$ obtida de forma análoga entre as matrizes **X** e **E** expressa tanto convergência de atributos como regras de montagem, e que a aplicação de um método de partição de variância permite identificar componentes de convergência de atributos e de regras de montagem. A aplicação dessa abordagem de análise em comunidades vegetais do sul do Brasil evidenciou tanto convergência de atributos como regras de montagem, dependendo dos atributos e fatores ecológicos considerados.

REFERÊNCIAS

- Diamond, J. M. 1975. Assembly of species communities. In: *Ecology and Evolution of Communities*. M. L. Cody & Diamond, J. M. Cambridge, Harvard University Press: 342-444.
- Diaz, S. & Cabido, M. 2001. Vive la difference: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution* 16: 646-655.
- Grime, J. P. 2006. Trait convergence and trait divergence in herbaceous plant communities: Mechanisms and consequences. *Journal of Vegetation Science* 17: 255-260.
- Lavorel, S. & Garnier, E. 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem function from plant traits: revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology* 16: 545-556.
- Louault, F., Pillar, V. D., Aufrère, J., Garnier, E. & Soussana, J.-F. 2005. Plant traits and functional types in response to reduced disturbance in a semi-natural grassland. *Journal of Vegetation Science* 16: 151-160.
- MacArthur, R. & Levins, R. 1967. The limiting similarity, convergence, and divergence of coexisting species. *American Naturalist* 101: 377-385.
- Pillar, V. D. 1999. On the identification of optimal plant functional types. *Journal of Vegetation Science* 10: 631-640.
- Pillar, V. D. & Orlóci, L. 1991. Fuzzy components in community level comparisons. In: *Computer Assisted Vegetation Analysis*. E. Feoli & Orlóci, L. Dordrecht, Kluwer: 87-93.
- Pillar, V. D. & Orlóci, L. 1993. *Character-Based Community Analysis; the Theory and an Application Program*. The Hague, SPB Academic Publishing.
- Pillar, V. D. & Sosinski Jr., E. E. 2003. An improved method for searching plant functional types by numerical analysis. *Journal of Vegetation Science* 14: 323-332.
- Raunkiaer, C. 1904. Biological types with reference to the adaptation of plants to survive the unfavourable season. In: *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography; the Collected Papers of C. Raunkiaer*. Oxford, Clarendon Press, 1934.
- Warming, E. 1895. *An introduction to the study of plant-communities*. Oecology of Plants. Oxford, Clarendon Press, 1909.
- Wilson, J. B. 2007. Trait-divergence assembly rules have been demonstrated: Limiting similarity lives! A reply to Grime. *Journal of Vegetation Science* 18: 451-452.