

## ***Redes de interação planta-animal: padrões e processos***

Professores:

- Pietro K. Maruyama, Departamento de Genética, Ecologia e Evolução, UFMG (pietrokiyoshi@gmail.com)
- Camila S. Souza, PPG em Botânica, UFPR ([souza.camila.bio@gmail.com](mailto:souza.camila.bio@gmail.com))
- Pedro J. Bergamo, Jardim Botânico do Rio de Janeiro (pjbergamo@gmail.com)
- Jeferson Vizentin-Bugoni, University of Illinois at Urbana-Champaign (jbugoni@yahoo.com.br)

### **Informações gerais**

Local: Universidade Federal de Minas Gerais, PPG Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre (a disciplina será totalmente online nesta edição)

Público-alvo: alunos de pós-graduação (mas permitido a alunos de graduação desenvolvendo projetos na área)

Carga horária: 3 créditos

Número de vagas: 20

Horário: 30 de novembro 11 de dezembro, de 09:30-12:00 e 14:00 às 17:30\*

\*As aulas serão intercaladas em momentos/atividades síncronos e assíncronos nas segundas, quartas e sextas, e atividades assíncronos na terça e quinta. Considerando a realidade do ensino remoto e suas limitações, será tomado cuidado para que as atividades não sejam sobre carregadas, e que os estudantes possam realizá-las de acordo com suas disponibilidades. Por isso a disciplina foi estendida para duas semanas.

### **Fundamentação e objetivos do curso**

Um das abordagens que mais se popularizou recentemente na ecologia de interações/comunidades foi a abordagem de redes de interações ecológicas. Não que as bases conceituais fundamentais fossem totalmente inéditas na disciplina, pois estas remontam a área estudos de teias alimentares e cadeias tróficas, tradicionais na ecologia. De qualquer modo, a partir dos anos 2000, houve uma explosão na produção de conhecimento nessa área, incluindo tanto avanços teóricos quanto metodológicos. Muito desse avanço se justifica pelo fato de que as interações biológicas têm um papel importante na estruturação de comunidades e na geração e manutenção de padrões globais de biodiversidade. A abordagem de redes ecológicas oferece a possibilidade de uma análise mais compreensiva das interações entre espécies ao nível de comunidades, indo além das considerações pontuais sobre pares específicos de espécies.

O presente curso tem como objetivo oferecer aos estudantes uma introdução sobre redes de interações ecológicas, principalmente, mas não limitado, a redes denominadas bipartidas em que duas guildas de organismos são consideradas. Serão abordadas as vantagens e possíveis limitações associadas a essa abordagem e discutiremos os principais padrões e os fatores/processos responsáveis por gerarem esses padrões, de escalas locais a escalas globais. A disciplina adota uma perspectiva centrada no estudante, então uma porção considerável do curso é baseada na discussão de artigos, realização de exercícios práticos e desenvolvimento

de um projeto (não se assuste, é bem tranquilo, e os professores e os colegas vão poder ajudar). É desejável, mas não limitante, que alunos tenham conhecimento básico de ambiente R e que trabalhem com ou tenham dados que podem ser explorados pela abordagem de redes ecológicas. Mas, principalmente, que tenham entusiasmo em aprender e aplicar o que aprendermos no curso.

É importante observar que os professores desta disciplina têm desenvolvido trabalhos na área baseado principalmente nas interações entre plantas e animais, e com coleta de dados empíricos. Nesse sentido, a disciplina tem um viés de utilizar as redes como uma ferramenta de análise para melhor entendimento de padrões e processos organizando as interações. É entendido, também, que esta disciplina funciona como uma introdução para estudantes que querem se aprofundar no tema, e participar de cursos mais avançados no futuro.

### **Material**

É desejável que o estudante tenha o próprio computador, com o R (e caso queira o Rstudio ou equivalente também) instalado. No contexto de disciplina a distância, isso se torna fundamental, inclusive o acesso a uma rede de internet.

### **Avaliação**

É baseada na participação ativa durante exposição, exercícios, discussão de artigos e elaboração do projeto final.

### **Programa do curso**

#### **Primeira Semana**

Segunda: Apresentação do curso, dos professores e estudantes. Introdução a conceitos básicos de redes, estruturas e processos estruturadores no tempo e espaço. Instalação e checagem dos programas

Terça: Discussão de artigos (1 e 2). Exercício prático com dados de redes para cálculos no R. Papéis das espécies em redes de interações.

Quarta: Discussão de artigos (3 e 4). Beta diversidade das interações. Exercícios em R.

Quinta: Discussão de artigos (5 e 6). Combinando experimentos em campo com redes de interações. Prática: Desenhando as redes nos programas Pajek (<http://mrvar.fdv.uni-lj.si/pajek/>) e R.

Sexta: Apresentação “What is hot today in network literature” pelos professores. Desenvolvimento de projetos individuais em CANVAS e apresentação. Discussões gerais, e atendimento com os professores. Avaliação da disciplina

#### **Discussão de artigos**

Será baseada em perguntas, que serão elaboradas pelos professores e alunos. Para cada artigo vamos alternar as abordagens (se perguntas serão elaboradas por estudantes ou professores).

**OBS.** A leitura dos artigos é necessária e faz parte da avaliação.

Lista de artigos para discussão (sujeita a atualização)

**Artigo 1.** Delmas et al. 2019. Analysing ecological networks of species interactions. *Biological Reviews*, 94: 16-36.

**Artigo 2.** Vizentin-Bugoni, J. et al. 2017. Plant-pollinator networks in the tropics: a review. In: *Ecological Networks in the Tropics*; Dáttilo W. & Rico-Gray V. (Eds). Springer, in press

**Artigo 3.** Dehling et al. (2016). Morphology predicts species' functional roles and their degree of specialization in plant–frugivore interactions. *Proc. R. Soc. B*, 28320152444

**Artigo 4.** Carstensen et al., 2014. Beta diversity of plant-pollinator networks and the spatial turnover of pairwise interactions. *PLoS One* 9: e112903.

**Artigo 5.** Hammill, E., Kratina, P., Vos, M., Petchey, O. L., & Anholt, B. R. (2015). Food web persistence is enhanced by non-trophic interactions. *Oecologia*, 178, 549–556.

**Artigo 6.** Tylianakis JM & Morris RJ. 2017. Ecological networks across environmental gradients. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, 48: 25-48

### Exercícios

Exercícios 1. Apresentação do pacote bipartite, cálculo de métricas de redes, estimativas de suficiência amostral, avaliação de processos estruturadores de redes

Exercícios 2. Métricas de espécies, beta diversidade das interações

Exercícios 3. Visualização gráfica das redes de interações

### **Referências para leitura (em vermelho alguns particularmente interessantes)**

Bartomeus, I. et al. 2016. A common framework for identifying linkage rules across different types of interactions. *Functional Ecology*, 30:1894–1903

Barwell, L. J. et al. 2015. Measuring  $\beta$ -diversity with species abundance data. *Journal of Animal Ecology*, 84: 1112-1122.

Bascompte, J. & Jordano, P. 2007. Plant-animal mutualistic networks: the architecture of biodiversity. *The Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, Annu. Rev. Ecol. Evol. Syst., 38:567-593.

Bascompte, J. 2009. Mutualistic Networks. *Frontiers in Ecology and Environment* 7:429-436.

Bergamo P.J. et al. 2017. The potential indirect effects among plants via shared hummingbird pollinators are structured by phenotypic similarity. *Ecology*, 98:1849-1858

Blüthgen, N. et al. 2007. Specialization, constrains and conflicting interests in mutualistic networks. *Current Biology*, 17: 341–346.

Burkle A & Alarcón R. 2011. The future of plant-pollinator diversity: understanding interaction networks across time, space and global change. *American Journal of Botany* 98(3): 528–538.

Cirtwill et al. 2018. A review of species role concepts in food webs. *Food Webs*, 16, e00093.

- Dalsgaard, B. et al. 2017. Opposed latitudinal patterns of network-derived and dietary specialization in avian plant-frugivore interaction systems. *Ecography*, 40: 1395-1401
- Jordano, P. 2016. Sampling networks of ecological interactions. *Functional Ecology*, 30:1883–1893.
- Junker, R.R. et al. 2013. Specialization on traits as basis for the niche-breadth of flower visitors and as structuring mechanism of ecological networks. *Functional Ecology*, 27:329–341.
- Kéfi et al. 2015. Network structure beyond food webs: Mapping non-trophic and trophic interactions on Chilean rocky shores. *Ecology*, 96, 291–303.
- King, C., et al. 2013. Why flower visitation is a poor proxy for pollination: measuring single-visit pollen deposition, with implications for pollination networks and conservation. *Methods in Ecology and Evolution* *Methods Ecol Evol*, 4: 811–818.
- Maruyama, P.K. et al. 2016. The integration of alien plants in mutualistic plant-hummingbird networks across the Americas: the importance of species traits and insularity. *Diversity and Distributions*, 22:672–681.
- Morris, R.J. et al. 2004. Experimental evidence for apparent competition in a tropical forest food web. *Nature*, 428:310-313.
- Poisot et al. 2012. The dissimilarity of species interaction networks. *Ecology Letters*, 15: 1335-1361.
- Schleuning, M. et al. 2015. Predicting ecosystem functions from biodiversity and mutualistic networks: an extension of trait-based concepts to plant–animal interactions. *Ecography*, 38:380–392.
- Trøjelsgaard, K. & Olesen, J.M. 2016. Ecological networks in motion: micro-and macroscopic variability across scales. *Functional Ecology*, 30:1926–1935
- Vázquez DP et al. 2009. Uniting pattern and process in plant–animal mutualistic networks: a review. *Annals of Botany*, 103:1445-1457.

### Cronograma 1 Semana

Horário	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
<b>08:30-12:00</b>	Atividade síncrona teórica Atividade assíncrona teórica	Atividade assíncrona teórica	Atividade síncrona teórica Atividade assíncrona teórica	Atividade assíncrona teórica	Atividade síncrona teórica Atividade assíncrona teórica
<b>14:00-17:30</b>	Atividade síncrona prática Atividade assíncrona prática	Estudo Individual (leitura de artigos)	Atividade síncrona prática Atividade assíncrona prática	Estudo Individual (leitura de artigos)	Atividade síncrona prática Atividade assíncrona prática

### Cronograma 2 Semana

Horário	Segunda	Terça	Quarta	Quinta	Sexta
<b>08:30-12:00</b>	Atividade síncrona teórica Atividade assíncrona teórica	Feriado Municipal	Atividade síncrona teórica Atividade assíncrona teórica	Atividade assíncrona teórica	Atividade síncrona teórica Atividade assíncrona teórica
<b>14:00-17:30</b>	Atividade síncrona prática Atividade assíncrona prática		Atividade síncrona prática Atividade assíncrona prática	Estudo Individual (leitura de artigos)	Fechamento da Disciplina