



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO
ICB V - Campus II - Goiânia - GO - Fone: (62) 3521-1474
www.ecoevol.ufg.br

EMENTA DE DISCIPLINA

Disciplina: TÓPICOS ESPECIAIS EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO: MEDIÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Professor: Joaquín Hortal

Carga Horária: 32 horas - 2 créditos

Tipo de disciplina: (X) Teórica () Prática () Teórico-Prática

Carga Horária Teórica: 32 horas

Carga Horária Prática: ()

Categoria: (X) Optativa () Obrigatória

Objetivos:

1. Apresentar as principais facetas de biodiversidade;
2. Definir a relação entre as diferentes facetas da biodiversidade, a estrutura das comunidades ecológicas e o funcionamento dos ecossistemas;
3. Discutir que facetas da biodiversidade são mais apropriadas para estudar diferentes hipóteses ecológicas e biogeográficas;
4. Conhecer os diferentes tipos de dados de biodiversidade, e as variáveis que podem ser geradas com eles;
5. Uso de bases de dados de biodiversidade;
6. Analisar o esforço de amostragem e identificar áreas adequadamente amostradas;
7. Descrever e medir os enviesamentos taxonômicos, espaciais, ambientais e temporais nos dados de biodiversidade;
8. Desenhar planos de amostragem e/ou definir estratégias para melhorar a cobertura geográfica dos dados de biodiversidade disponíveis;
9. Aperfeiçoar a habilidade de síntese e discussão científica.

Ementa:

A biodiversidade é um fenômeno complexo, que inclui muitas facetas e funções diferentes, tanto quanto do ponto de vista ecológico como do evolutivo. Não obstante, boa parte dos estudos sobre biodiversidade centra-se na riqueza de espécies e, em menor medida, na variação na composição das espécies ou na diversidade de processos evolutivos. Devido a isso, muitas facetas da biodiversidade são mal conhecidas. Além, o conhecimento sobre a distribuição geográfica da biota é muito incompleto, e enviesado tanto espacial quanto taxonomicamente. Os problemas dos dados de biodiversidade limitam tanto o estudo dos seus padrões e das causas destes, como a sua utilidade no planejamento da conservação.

Nessa disciplina, oferecerei aos estudantes uma visão geral das diferentes maneiras de medir a biodiversidade, e oferecerei dicas para a estratificação dos dados primários de



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO
ICB V - Campus II - Goiânia - GO - Fone: (62) 3521-1474
www.ecoevol.ufg.br

biodiversidade e a construção de variáveis que descrevam as suas diferentes facetas. Também, reverei em profundidade os diferentes tipos de dados disponíveis para medir a biodiversidade e os seus problemas e limitações.

Na parte inicial do curso pretendo descrever as muitas facetas da biodiversidade que têm sido estudadas até a data, com ênfase na diversidade específica e ecológica, incluindo a riqueza, a composição, a substituição (beta diversidade), a diversidade funcional, diversidade filogenética, raridade, endemidade, etc. Além disso, tenho a intenção de rever as diferentes funções têm sido atribuídas a cada uma dessas facetas e seu possível papel no funcionamento dos ecossistemas, com ênfase especial sobre a relação entre a biodiversidade e os serviços essenciais para o funcionamento da biosfera que são fornecidos pelos ecossistemas.

A segunda parte do curso irá se concentrar em como medir a biodiversidade, com especial referência à sua distribuição geográfica. Primeiro, irei rever as diferentes fontes de informação disponíveis sobre biodiversidade, assim como a sua acessibilidade e/ou utilidade potencial. Então, mostrarei como usar essas informações para gerar medidas de diferentes facetas da biodiversidade. Depois disso, vou descrever as várias fontes de enviesamento associados a essas fontes e medidas, bem como sua origem, e os efeitos que têm sobre o conhecimento da biodiversidade.

Existem diferentes maneiras de corrigir ou atenuar as limitações impostas por esse viés, por meio de amostragem adicional, estimadores de diversidade (riqueza e composição), e modelos preditivos de distribuição geográfica de ambas as espécies e as diferentes medidas de diversidade. Na parte mais aplicada do curso pretendo rever os métodos disponíveis para cada uma dessas estratégias, bem como a sua ordem lógica de aplicação e de sua utilidade em termos de objetivo específico do estudo e do tipo de dados disponíveis. Os exercícios de discussão e prática incluem (1) como decidir o plano de amostragem mais adequado, (2) como avaliar a qualidade da amostragem, (3) utilização de estimativas, (4) como estratificar os dados, e (5) desenvolvimento e validação de modelos preditivos distribuição geográfica. Finalmente, discutiremos a utilidade dos dados atualmente disponíveis e a aplicação destas metodologias para o estudo dos gradientes de biodiversidade, a ecologia das comunidades e o planejamento da conservação.

Programa:

Aula 1. Introdução ao curso – Biodiversidade, conceito e tipos: diversidade genética, específica e ecológica – Facetas de Biodiversidade.

Medidas de diversidade específica: riqueza. Estimadores de riqueza específica.

Aula 2. Medidas de diversidade específica: Composição, substituição (beta diversidade), raridade, endemidade.

Aula 3. Medidas de diversidade funcional e filogenética: medidas locais vs. variação entre comunidades. Traços e guildas funcionais.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO
ICB V - Campus II - Goiânia - GO - Fone: (62) 3521-1474
www.ecoevol.ufg.br

Aula 4. Estratificação de dados de biodiversidade.

Aula 5. Lacunas de conhecimento sobre biodiversidade.

Dados de biodiversidade: bases de dados, qualidade e envasamento.

Aula 6. Avaliação do esforço de amostragem.

Desenho de planos de amostragem.

Aula 7. Modelos de distribuição geográfica de espécies: teoria, utilidade e limitações.

Medição e comunicação da incerteza associada a qualidade de dados. Mapas de incerteza.

Aula 8. Discussão, síntese e futuros desafios: código de boas práticas no uso de dados de biodiversidade.

Avaliação:

Participação nas discussões em sala – 30%

Exercícios – 70%

Bibliografia básica:

- Baselga, A. (2009) Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, **19**, 134-143.
- Baselga, A., Hortal, J., Jiménez-Valverde, A., Gómez, J.F. & Lobo, J.M. (2007) Which leaf beetles have not been yet described? Determinants of the description of Western Palaearctic *Aphthona* species (Coleoptera: Chrysomelidae). *Biodiversity and Conservation*, **16**, 1409-1421.
- Baselga, A. (2010) Multiplicative partitioning of true diversity yields independent alpha and beta components; additive partitioning does not. *Ecology*, **91**, 1974-1981.
- Baselga, A. (2010) Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. *Global Ecology and Biogeography*, **19**, 134-143.
- Baselga, A. & Orme, C.D.L. (2012) betapart: an R package for the study of beta diversity. *Methods in Ecology and Evolution*, **3**, 808-812.
- Chao, A. & Jost, L. (2012) Coverage-based rarefaction and extrapolation: standardizing samples by completeness rather than size. *Ecology*, **93**, 2533-2547.
- Colwell, R.K. & Coddington, J.A. (1994) Estimating terrestrial biodiversity through extrapolation. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, **345**, 101-118.
- Colwell, R.K. & Rangel, T.F. (2009) Hutchinson's duality: The once and future niche. *Proceedings of the National Academy of Sciences USA*, **106**, 19651-19658.
- Colwell, R.K. (2010) Beta diversity: synthesis and a guide for the perplexed. *Ecography*, **33**, 1-1.
- Colwell, R.K., Mao, C.X. & Chang, J. (2004) Interpolating, extrapolating, and comparing incidence-based species accumulation curves. *Ecology*, **85**, 2717-2727.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO
ICB V - Campus II - Goiânia - GO - Fone: (62) 3521-1474
www.ecoevol.ufg.br

- Dennis, R.L.H. & Thomas, C.D. (2000) Bias in butterfly distribution maps: the influence of hot spots and recorder's home range. *Journal of Insect Conservation*, **4**, 73-77.
- Dennis, R.L.H., Sparks, T.H. & Hardy, P.B. (1999) Bias in butterfly distribution maps: the effects of sampling effort. *Journal of Insect Conservation*, **3**, 33-42.
- Faith, D.P. & Walker, P.A. (1996) Environmental diversity: on the best-possible use of surrogate data for assessing the relative biodiversity of sets of areas. *Biodiversity and Conservation*, **5**, 399-415.
- Gaston, K.J. (1994) *Rarity*. Chapman & May, London.
- Gaston, K.J. (2000) Global patterns in biodiversity. *Nature*, **405**, 220-227.
- Gaston, K.J., ed. (1996) *Biodiversity. A Biology of Numbers and Difference*. pp 396. Blackwell Science, Oxford.
- Gotelli, N.J. & Colwell, R.K. (2001) Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecology Letters*, **4**, 379-391.
- Hawkins, B.A., Rueda, M. & Rodríguez, M.Á. (2008) What do range maps and surveys tell us about diversity patterns? *Folia Geobotanica*, **43**, 345-355.
- Hector, A. & Bagchi, R. (2007) Biodiversity and ecosystem multifunctionality. *Nature*, **448**, 188-191.
- Hortal, J. & Lobo, J.M. (2005) An ED-based protocol for optimal sampling of biodiversity. *Biodiversity and Conservation*, **14**, 2913-2947.
- Hortal, J. (2008) Uncertainty and the measurement of terrestrial biodiversity gradients. *Journal of Biogeography*, **35**, 1355-1356.
- Hortal, J., Garcia-Pereira, P. & García-Barros, E. (2004) Butterfly species richness in mainland Portugal: Predictive models of geographic distribution patterns. *Ecography*, **27**, 68-82.
- Hortal, J., Jiménez-Valverde, A., Gómez, J.F., Lobo, J.M. & Baselga, A. (2008) Historical bias in biodiversity inventories affects the observed realized niche of the species. *Oikos*, **117**, 847-858.
- Hortal, J., Lobo, J.M. & Jiménez-Valverde, A. (2007) Limitations of biodiversity databases: case study on seed-plant diversity in Tenerife (Canary Islands). *Conservation Biology*, **21**, 853-863.
- Hortal, J., Roura-Pascual, N., Sanders, N.J. & Rahbek, C. (2010) Understanding (insect) species distributions across spatial scales. *Ecography*, **33**, 51-53.
- Hortal, J., de Bello, F., Diniz-Filho, J.A.F., Lewinsohn, T.M., Lobo, J.M. & Ladle, R.J. (2015) Seven shortfalls that beset large-scale knowledge of biodiversity. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics*, **46**, 523-549.
- Hurlbert, A.H. & Jetz, W. (2007) Species richness, hotspots, and the scale dependence of range maps in ecology and conservation. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, **104**, 13384-13389.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO
ICB V - Campus II - Goiânia - GO - Fone: (62) 3521-1474
www.ecoevol.ufg.br

- Hurlbert, A.H. & White, E.P. (2005) Disparity between range map- and survey-based analyses of species richness: patterns, processes and implications. *Ecology Letters*, **8**, 319-327.
- Jiménez-Valverde, A., Lobo, J.M. & Hortal, J. (2008) Not as good as they seem: the importance of concepts in species distribution modelling. *Diversity and Distributions*, **14**, 885-890.
- Koleff, P., Gaston, K.J. & Lennon, J.J. (2003) Measuring beta diversity for presence-absence data. *Journal of Animal Ecology*, **72**, 367-382.
- Lobo, J.M. (2008) Database records as a surrogate for sampling effort provide higher species richness estimations. *Biodiversity and Conservation*, **17**, 873-881.
- Lobo, J.M., Baselga, A., Hortal, J., Jiménez-Valverde, A. & Gómez, J.F. (2007) How does the knowledge about the spatial distribution of Iberian dung beetle species accumulate over time? *Diversity and Distributions*, **13**, 772-780.
- Lobo, J.M., Jiménez-Valverde, A. & Hortal, J. (2010) The uncertain nature of absences and their importance in species distribution modelling. *Ecography*, **33**, 103-114.
- Lumaret, J.P. & Lobo, J.M. (1996) Geographic distribution of endemic dung beetles (Coleoptera, Scarabaeoidea) in the Western Palaearctic region. *Biodiversity Letters*, **3**, 192-199.
- McInerny, G.J., Chen, M., Freeman, R., Gavaghan, D., Meyer, M., Rowland, F., Spiegelhalter, D.J., Stefaner, M., Tessarolo, G. & Hortal, J. (2014) Information visualisation for science and policy: engaging users and avoiding bias. *Trends in Ecology & Evolution*, **29**, 148-157.
- Anderson, R.P., Araújo, M.B., Guisan, A., Lobo, J.M., Martínez-Meyer, E., Peterson, A.T. & Soberón, J. (2016). Are species occurrence data in global online repositories fit for modeling species distributions? The case of the Global Biodiversity Information Facility (GBIF). Final Report of the Task Group on GBIF Data Fitness for Use in Distribution Modelling. Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Copenhagen.
- Meyer, C. (2016) Limitations in global information on species occurrences. *Frontiers of Biogeography*, **8**, e28195.
- Meyer, C., Kreft, H., Guralnick, R. & Jetz, W. (2015) Global priorities for an effective information basis of biodiversity distributions. *Nature Communications*, **6**, 8221.
- Meyer, C., Weigelt, P. & Kreft, H. (2016) Multidimensional biases, gaps and uncertainties in global plant occurrence information. *Ecology Letters*, **19**, 992-1006.
- Nekola, J.C. & White, P.S. (1999) The distance decay of similarity in biogeography and ecology. *Journal of Biogeography*, **26**, 867-878.
- Petchey, O.L. & Gaston, K.J. (2006) Functional diversity: back to basics and looking forward. *Ecology Letters*, **9**, 741-758.



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA E EVOLUÇÃO
ICB V - Campus II - Goiânia - GO - Fone: (62) 3521-1474
www.ecoevol.ufg.br

- Purvis, A. & Hector, A. (2000) Getting the measure of biodiversity. *Nature*, **405**, 212-219.
- Rocchini, D., Hortal, J., Lengyel, S., Lobo, J.M., Jiménez-Valverde, A., Ricotta, C., Bacaro, G. & Chiarucci, A. (2010) Uncertainty in species distribution mapping and the need for maps of ignorance. *Progress in Physical Geography*, in press.
- Rodríguez, J., Hortal, J. & Nieto, M. (2006) An evaluation of the influence of environment and biogeography on community structure: the case of the Holarctic mammals. *Journal of Biogeography*, **33**, 291-303.
- Soberón, J. & Llorente, J. (1993) The use of species accumulation functions for the prediction of species richness. *Conservation Biology*, **7**, 480-488.
- Soberón, J. & Peterson, A.T. (2004) Biodiversity informatics: managing and applying primary biodiversity data. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B*, **359**, 689-698.
- Soberón, J. (2007) Grinnellian and Eltonian niches and geographic distributions of species. *Ecology Letters*, **10**, 1115-1123.
- Soberón, J. (2010) Niche and area of distribution modeling: A population ecology perspective. *Ecography*, **33**, 159-167.
- Soberón, J., Jiménez, R., Golubov, J. & Koleff, P. (2007) Assessing completeness of biodiversity databases at different spatial scales. *Ecography*, **30**, 152-160.
- Tessarolo, G., Ladle, R., Rangel, T. & Hortal, J. (2017) Temporal degradation of data limits biodiversity research. *Ecology and Evolution*, **7**, 6863-6870.
- Tessarolo, G., Rangel, T.F., Araújo, M.B. & Hortal, J. (2014) Uncertainty associated with survey design in Species Distribution Models. *Diversity and Distributions*, **20**, 1258-1269.
- Whittaker, R.H. (1960) Vegetation of the Siskiyou Mountains, Oregon and California. *Ecological Monographs*, **30**, 279-338.
- Whittaker, R.H. (1972) Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, **21**, 213-251.
- Whittaker, R.J., Araújo, M.B., Jepson, P., Ladle, R.J., Watson, J.E.M. & Willis, K.J. (2005) Conservation biogeography: assessment and prospect. *Diversity and Distributions*, **11**, 3-23.
- Whittaker, R.J., Willis, K.J. & Field, R. (2001) Scale and species richness: towards a general, hierarchical theory of species richness. *Journal of Biogeography*, **28**, 453-470.