



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA

PROGRAMA DE DISCIPLINA

DEPARTAMENTO:

02.75 - DEPTO. DE ECOLOGIA E EVOLUÇÃO

IDENTIFICAÇÃO DA DISCIPLINA:

CÓDIGO	NOME	(T-P)
DEE	Modelos hierárquicos e Bayesianos aplicados à Ecologia	(1-3)

OBJETIVOS - ao término da disciplina o aluno deverá ser capaz de:

- 1 - Compreender os conceitos de probabilidade, verosimilhança, Markov Chain Monte Carlo, probabilidade previa (prior), probabilidade posterior (posterior), modelo nulo e teste de hipóteses baseado ou não em modelo nulo.
- 2 - Modificar modelos estatísticos hierárquicos mistos e bayesianos já existentes.
- 3 - Criar o próprio modelo estatístico para responder questões ecológicas específicas, como modelos com autocorrelação filogenética (PGLMM), modelos de ocupação espécies e modelos hierárquicos multiespécie (MSOM).

PROGRAMA:

TÍTULO E DISCRIMINAÇÃO DAS UNIDADES

- UNIDADE 1. Introdução
- 1.1. Revisão de programação em R
- UNIDADE 2. Revisão de estatística básica
- 2.1. Probabilidade
 - Definição
 - Probabilidade condicional
 - Soma e multiplicação de probabilidades
 - Diagrama de Venn
 - Notação matemática/estatística
 - 2.2. Distribuições
 - Binomial
 - Poisson
 - Normal
 - Combinando distribuições
 - 2.3. Regressão linear e ANOVA
 - Média de grupos
 - Equação linear de primeiro grau
 - Normalidade e heterocedasticidade
- UNIDADE 3. Likelihood
- 3.1. Diferença entre likelihood e probabilidade
 - 3.2. Estimando média usando *Maximum Likelihood Estimation (MLE)*
 - 3.3. Estimando outros parâmetros usando MLE

(SEGUE)

UNIDADE 4. Modelos Lineares Generalizados

- 4.1. Transformações (Logit e Log)
- 4.2. Regressão logística
- 4.3. Regressão Poisson

UNIDADE 5. Criando seu próprio modelo

- 5.1. Modelo 1: Distribuição binomial com 1 parâmetro
- 5.2. Modelo 2: Distribuição binomial com 2 parâmetros
- 5.3. Modelo 3: Distribuição binomial com 2 parâmetros e duas distribuições

UNIDADE 6. Modelos de ocupação

- 6.1. Probabilidade de detecção e ocorrência

UNIDADE 7. Modelos mistos (Mixed Effect Models)

- 7.1. Desenho amostral para modelos mistos
- 7.2. Distribuição do erro em modelos hierárquicos
- 7.3. Corrigindo pseudoreplicação e autocorrelação com modelos mistos
- 7.4. Modelos mistos com múltiplos níveis

UNIDADE 8. Modelos nulos

- 8.1. Tabelas de contingência
- 8.2. Medidas de co-ocorrência
- 8.3. Modelos nulos em testes de co-ocorrência

UNIDADE 9. Regra de Bayes

- 9.1. Probabilidade condicional
- 9.2. prior
- 9.3. posterior
- 9.4. constante normalizadora
- 9.5. Priors conjugados
- 9.6. Priors não informativos/flat priors

UNIDADE 10. Markov Chain Monte Carlo (MCMC)

- 10.1. Definição
- 10.2. Exemplos
- 10.3. Algoritmos
 - Grid, Metropolis-Hastings, Gibbs e Hamilton

UNIDADE 11. Introdução aos programas de estatística Bayesiana

- 11.1. JAGs (BUGS)
- 11.2. Stan

UNIDADE 12. Testes "convencionais" usando estatística Bayesiana

- 12.1. Teste t
- 12.2. Regressão linear simples
- 12.3. Regressão robusta

UNIDADE 13. Modelos bayesianos hierárquicos

- 13.1. Modelos análogos aos modelos mistos convencionais
- 13.2. Phylogenetic Generalised Linear Mixed Models (PGLMM)
- 13.3. Modelos de ocupação de uma espécie
- 13.4. MultiSpecies Occupancy Models (MSOM)
- 13.5. Modelos de distribuição de espécies (SDMs dinâmicos)

UNIDADE 14. Comparação de modelos

- 14.1. Bayes factor
- 14.2. Hipótese nula em estatística bayesiana
 - Highest Density Interval e Region of Practical Equivalence

Bibliografia básica

Bolker, B.M. (2008) *Ecological Models and Data in R*, Princeton University Press.

Clark, J.S. & Gelfand, A. eds. (2006) *Hierarchical Modelling for the Environmental Sciences: Statistical Methods and Applications*, Oxford University Press, Oxford.

Iknayan, K.J., Tingley, M.W., Furnas, B.J. & Beissinger, S.R. (2014) Detecting diversity: emerging methods to estimate species diversity. *Trends in Ecology & Evolution*, **29**, 97-106.

Kruschke, J. (2014) *Doing Bayesian Data Analysis: A Tutorial with R, JAGS, and Stan*, 2 edition. Academic Press, Boston.

Merow, C., Allen, J.M., Aiello-Lammens, M. & Silander, J.A. (2016) Improving niche and range estimates with Maxent and point process models by integrating spatially explicit information. *Global Ecology and Biogeography*, **25**, 1022-1036.

Pagel, J. & Schurr, F.M. (2012) Forecasting species ranges by statistical estimation of ecological niches and spatial population dynamics. *Global Ecology and Biogeography*, **21**, 293-304.

Thuiller, W., Münkemüller, T., Schiffrers, K.H., Georges, D., Dullinger, S., Eckhart, V.M., Edwards, T.C., Gravel, D., Kunstler, G., Merow, C., Moore, K., Piedallu, C., Vissault, S., Zimmermann, N.E., Zurell, D. & Schurr, F.M. (2014) Does probability of occurrence relate to population dynamics? *Ecography*, **37**, 1155-1166.

Bibliografia complementar

Bolker, B.M., Brooks, M.E., Clark, C.J., Geange, S.W., Poulsen, J.R., Stevens, M.H.H. & White, J.-S.S. (2009) Generalized linear mixed models: a practical guide for ecology and evolution. *Trends in Ecology & Evolution*, **24**, 127-135.

Borcard, D., Gillet, F. & Legendre, P. (2011) *Numerical Ecology with R*, Springer Science & Business Media.

Gotelli, N.J. & Ellison, A.M. (2012) *A Primer of Ecological Statistics, Second Edition*, Second edition. Sinauer Associates, Inc., Sunderland, Massachusetts.

Kery, M. & Royle, J.A. (2015) *Applied Hierarchical Modeling in Ecology: Analysis of distribution, abundance and species richness in R and BUGS: Volume 1: Prelude and Static Models*, Academic Press.

Zuur, A.F. ed. (2009) *Mixed effects models and extensions in ecology with R*, Springer, New York, NY.

Data: __/__/____

Data: __/__/____

Coordenador do Curso

Chefe do Departamento