

Fernando Rodrigues da Silva
Thiago Gonçalves-Souza
Gustavo Brant Paterno
Diogo Borges Provete
Maurício Humberto Vancine

ANÁLISES ECOLÓGICAS NO R

*O melhor caminho entre questões
ecológicas e os métodos estatísticos
mais robustos para testá-las*

DEGUSTAÇÃO
Cortesia
da Editora

ANÁLISES ECOLÓGICAS NO R

Fernando Rodrigues da Silva
Thiago Gonçalves-Souza
Gustavo Brant Paterno
Diogo Borges Provete
Maurício Humberto Vancine

ANÁLISES ECOLÓGICAS NO R

*O melhor caminho entre questões
ecológicas e os métodos estatísticos
mais robustos para testá-las*



canal6 editora

1ª Edição • 2022
Bauru/SP

Primeira edição publicada em 2022 por NUPEEA
<https://analises-ecologicas.netlify.app/>

Copyright © Autores
Publicado no Brasil

Editor
Prof. Dr. Ulysses Paulino de Albuquerque

Revisão
Autores

Diagramação
Erika Woelke

Fotos
Filipe Coimbra, Jeremy Bezanger e Nikhil Thomas/Unsplash

Foto da capa
Birger Strahl/Unsplash



Coedição

canal6 editora



Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(BENITEZ Catalogação Ass. Editorial, MS, Brasil)

A553 Análises ecológicas no R / Fernando Rodrigues da Silva... [et al.] ; [editor] Ulysses 1.ed. Paulino de Albuquerque. – 1.ed. – Recife, PE : São Paulo : Nupeea : Canal 6, 2022. 640 p.; 21 x 30 cm.

Outros autores : Thiago Gonçalves-Souza, Gustavo Brant Paterno, Diogo Borges Provete, Maurício Humberto Vancine.
Bibliografia.
ISBN 978-85-7917-564-0

1. Análises dados - Ecologia. 2. Linguagem de programação (Computadores).
3. Métodos científicos. 4. Tecnologia - Aspectos ambientais.

03-2022/212

CDD 001.42

Índice para catálogo sistemático:

1. Análises ecológicas : Métodos científicos 001.42

Bibliotecária responsável: Aline Graziele Benitez CRB-1/3129

Dedicamos esse livro às nossas companheiras que nos apoiaram durante o longo processo de construção do livro, e aos nossos filhos e filhas pelas distrações e alegrias quando estávamos longe dos infinitos erros durante as compilações.

Sumário

Capítulo 1 **Introdução** 17

- 1.1 Histórico deste livro 18
- 1.2 Objetivo deste livro 18
- 1.3 O que você não encontrará neste livro 19
- 1.4 Por que usar o R? 19
- 1.5 Indo além da linguagem de programação para a Ecologia 20
- 1.6 Como usar este livro 21
- 1.7 Como ensinar e aprender com esse livro 22
- 1.8 Livros que recomendamos para aprofundamento teórico 23

Capítulo 2 **Voltando ao básico: como dominar a arte de fazer perguntas científicamente relevantes** 26

- 2.1 Introdução 27
- 2.2 Perguntas devem preceder as análises estatísticas 27
- 2.3 Fluxograma: Conectando variáveis para melhorar o desenho experimental e as análises estatísticas 32
- 2.4 Questões fundamentais em etnobiologia, ecologia e conservação 33
- 2.5 Considerações Finais 36

Capítulo 3 **Pré-requisitos** 38

- 3.1 Introdução 39
- 3.2 Instalação do R 39
- 3.3 Instalação do RStudio 40
- 3.4 Versão do R 41
- 3.5 Pacotes 41
- 3.6 Dados 42

Capítulo 4 **Introdução ao R** 43

- Pré-requisitos do capítulo 44
- 4.1 Contextualização 44
- 4.2 R e RStudio 44
- 4.3 Funcionamento da linguagem R 46
- 4.4 Estrutura e manipulação de objetos 63
- 4.5 Para se aprofundar 87
- 4.6 Exercícios 88

Capítulo 5 **Tidyverse**

- Pré-requisitos do capítulo 90
- 5.1 Contextualização 90
- 5.2 tidyverse 91

5.3	here	94
5.4	readr, readxl e writexl	94
5.5	tibble	95
5.6	magrittr(pipe - %>%)	96
5.7	tidy	98
5.8	dplyr	103
5.9	stringr	114
5.10	forcats	116
5.11	lubridate	118
5.12	purrr	126
5.13	Para se aprofundar	130
5.14	Exercícios	130

Capítulo 6 Visualização de dados

	Pré-requisitos do capítulo	133
6.1	Contextualização	133
6.2	Principais pacotes	134
6.3	Gramática dos gráficos	135
6.4	Tipos de gráficos	137
6.5	Finalização de gráficos para publicação	173
6.6	Para se aprofundar	186
6.7	Exercícios	186

Capítulo 7 Modelos lineares

	Pré-requisitos do capítulo	190
7.1	Teste T (de Student) para duas amostras independentes	191
7.2	Teste T para amostras pareadas	199
7.3	Correlação de Pearson	201
7.4	Regressão Linear Simples	205
7.5	Regressão Linear Múltipla	209
7.6	Análises de Variância (ANOVA)	213
7.7	Generalized Least Squares (GLS)	229
7.8	Para se aprofundar	235
7.9	Exercícios	236

Capítulo 8 Modelos Lineares Generalizados

	Pré-requisitos do capítulo	239
8.1	Introdução	239
8.2	Como um GLM funciona?	240
8.3	Como escolher a distribuição correta para seus dados?	241
8.4	Dados de contagem: a distribuição de Poisson	241
8.5	Dados de contagem: modelos quasi-likelihood	255
8.6	Dados de contagem: a distribuição binomial	256
8.7	Análise com dados de incidência	263
8.8	Dados de contagem com excesso de zeros	269
8.9	Dados ordinais: os modelos cumulative link	277
8.10	Dados contínuos: distribuição beta	282
8.11	Para se aprofundar	286
8.12	Exercícios	286

Capítulo 9 Análises Multidimensionais

- Pré-requisitos do capítulo **289**
- 9.1 Aspectos teóricos **290**
- 9.2 Análises de agrupamento **293**
- 9.3 Análises de Ordenação **304**
- 9.4 Ordenação irrestrita **306**
- 9.5 Ordenação restrita **323**
- 9.6 PERMANOVA **334**
- 9.7 Mantel e Mantel parcial **339**
- 9.8 Mantel espacial com modelo nulo restrito considerando autocorrelação espacial **345**
- 9.9 PROCRUSTES e PROTEST **347**
- 9.10 Métodos multivariados baseados em modelos **350**
- 9.11 Para se aprofundar **353**
- 9.12 Exercícios **353**

Capítulo 10 Rarefação

- Pré-requisitos do capítulo **356**
- 10.1 Aspectos teóricos **356**
- 10.2 Curva de rarefação baseada no indivíduo (*individual-based*) **357**
- 10.3 Curva de rarefação baseada em amostras (*sample-based*) **362**
- 10.4 Curva de rarefação *coverage-based* **364**
- 10.5 Para se aprofundar **369**
- 10.6 Exercícios **370**

Capítulo 11 Estimadores de riqueza

- Pré-requisitos do capítulo **372**
- 11.1 Aspectos teóricos **372**
- 11.2 Estimadores baseados na abundância das espécies **373**
- 11.3 Estimadores baseados na incidência das espécies **378**
- 11.4 Interpolação e extrapolação baseadas em rarefação usando amostragens de incidência ou abundância **387**
- 11.5 Para se aprofundar **394**
- 11.6 Exercícios **394**

Capítulo 12 Diversidade Taxonômica

- Pré-requisitos do capítulo **396**
- 12.1 Aspectos teóricos **396**
- 12.2 Diversidade alfa **396**
- 12.3 Diversidade beta **410**
- 12.4 Para se aprofundar **419**
- 12.5 Exercícios **420**

Capítulo 13 Diversidade Filogenética

- Pré-requisitos do capítulo **422**
- 13.1 Aspectos teóricos **422**
- 13.2 Manipulação de filogenias **423**
- 13.3 Métricas de diversidade alfa filogenética **429**
- 13.4 Métricas de diversidade beta filogenética **441**
- 13.5 Modelos Nulos **451**

13.6 Para se aprofundar **454**

13.7 Exercícios **455**

Capítulo 14 Diversidade Funcional

- Pré-requisitos do capítulo **457**
- 14.1 Aspectos teóricos **457**
- 14.2 Definindo a dis(similaridade) entre espécies **458**
- 14.3 Métricas de diversidade funcional (alfa) **465**
- 14.4 Métricas de diversidade funcional (beta) **469**
- 14.5 Composição Funcional (*Community Weighed Means - CWM*) **472**
- 14.6 Variação Intraespecífica **479**
- 14.7 Para se aprofundar **486**
- 14.8 Exercícios **487**

Capítulo 15 Dados geoespaciais

- Pré-requisitos do capítulo **489**
- 15.1 Contextualização **490**
- 15.2 Vetor **490**
- 15.3 Raster **492**
- 15.4 Sistema de Referência de Coordenadas e Unidades **497**
- 15.5 Principais fontes de dados geoespaciais **499**
- 15.6 Importar e exportar dados geoespaciais **502**
- 15.7 Descrição de objetos geoespaciais **519**
- 15.8 Reprojeção de dados geoespaciais **521**
- 15.9 Principais operações com dados geoespaciais **529**
- 15.10 Visualização de dados geoespaciais **578**
- 15.11 Exemplos de aplicações de análises geoespaciais para dados ecológicos **596**
- 15.12 Para se aprofundar **615**
- 15.13 Exercícios **615**

Prefácio

A evolução dos computadores pessoais e a ampliação do acesso a estes e à Internet têm transformado o jeito como aprendemos e ensinamos. Especificamente sobre a investigação da natureza através de métodos científicos, a maior oferta de ferramentas gratuitas para análise de dados e maior facilidade de acesso a dados talvez estejam entre as maiores transformações ocorridas nos últimos 20 anos. Hoje é relativamente comum, mesmo entre cientistas em formação, conversar sobre novos pacotes, códigos de programação, repositório de dados de acesso público e reproduzibilidade de análises. Para isso ter acontecido, além da evolução tecnológica, também foi preciso que muitas pessoas estivessem dispostas a ensinar como usar essas ferramentas. Este livro é uma dessas contribuições para o contínuo avanço do ensino de métodos computacionais, com um foco específico em análise de dados ecológicos através da linguagem R.

Além da abrangência dos tópicos abordados (desde teste T até análises geoespaciais, passando por diversidade filogenética), há outro aspecto marcante neste livro – e que o torna diferente em relação ao material comumente encontrado em sites, listas, blogs e manuais: a visão dos autores sobre como os códigos devem ser consequências das perguntas que a pesquisa pretende responder (veja detalhes no Capítulo 1). Essa visão tem como consequência um livro que do começo ao fim conecta teoria ecológica, métodos científicos, análises quantitativas e programação. Isso é feito de modo explícito através de exemplos claros e didáticos que apresentam contexto e dados reais, um ou mais exemplos de perguntas que poderiam ser feitas, previsões relacionadas às perguntas e a teoria em questão, além das variáveis que poderiam ser utilizadas nas análises. O texto que descreve essas partes é intercalado com pedaços organizados e claros de código e gráficos, o que torna a leitura dos capítulos bastante fluida e dinâmica, principalmente para quem gosta de executar os códigos no seu computador conforme lê os capítulos. É como uma aula prática guiada. Um terceiro aspecto marcante do livro é que boa parte das análises também é explicada conceitualmente. Por exemplo, quando o teste T é introduzido, isso não é feito somente com códigos que permitem o cálculo da estatística. Há explicações sobre o funcionamento e premissas da análise. Isso nos estimula a tentarmos entender o que acontece por trás dos códigos.

Quando eu comecei a ensinar análise de dados ecológicos para discentes de graduação em Ecologia em 2012, na UNESP de Rio Claro, eu dizia para as turmas que nós tínhamos um grande privilégio: um livro texto específico para nossa área e em português – “Princípios de Estatística em Ecologia” (Gotelli & Ellison) e uma apostila de onde eu tirava algumas instruções e alguns exercícios em R também em português. A apostila, elaborada pelos pesquisadores Diogo B. Provete, Fernando R. da Silva e Thiago Gonçalves-Souza, era o embrião deste livro (veja detalhes sobre o histórico do livro no Capítulo 1) e um dos alunos para quem eu dizia sobre o privilégio era o Maurício Vancine. Portanto, é uma satisfação pessoal enorme escrever este prefácio, não só por conhecer quatro dos cinco autores e ter usado uma versão anterior do material, como também por considerar o livro uma das fontes mais abrangentes sobre análise de dados em R. Eu sugiro que você marque o link do livro como um favorito no seu navegador de Internet.

Apesar de os autores não terem separado os capítulos em partes, podemos considerar que há dois grupos de capítulos. No primeiro grupo – que inclui dos capítulos 1 ao 6, nós somos apresentados aos aspectos mais gerais da estrutura do livro, seus objetivos e sobre o funcionamento da linguagem R. Neste grupo, nós aprendemos desde como instalar o R e o RStudio (Capítulo 3), até como produzir gráficos bonitos e informativos (Capítulo 6). No segundo grupo de capítulos (do 7 ao 15), temos contato com análises específicas e atualmente usadas em ecologia, incluindo desde modelos lineares simples (Capítulo 7), até análise de dados geoespaciais complexos (Capítulo 15), passando por diferentes tipos de estratégia para descrever a biodiversidade (Capítulos 10-14).

Este tipo de estrutura permite que o livro possa ser usado como um curso completo ou como guia que consultamos quando esquecemos de como fazer algo. Por exemplo, eu sempre consulto o Capítulo 5, principalmente quando vou usar a função `map` do pacote `purrr`. Ou seja, é possível ler quase todos os capítulos de modo independente, pois todos têm uma seção de pré-requisitos ou uma seção de introdução/contextualização em que os objetivos do capítulo são apresentados.

Entretanto, se você está começando a aprender R, sugiro que leia os capítulos conforme eles são apresentados, principalmente dos capítulos 1 ao 6. Depois, você pode ir para os capítulos que mais te interessam. E já que o assunto é aprendizagem, no Capítulo 1 os autores apresentam ideias criativas e úteis para quem tem interesse em ensinar e aprender com o livro. Gostei bastante das sugestões para grupos de pessoas que querem aprender de forma autônoma, por meio de grupos de estudo. O Capítulo 2 apresenta uma maneira bastante interessante de se usar um dos métodos científicos mais usados – o método hipotético-dedutivo – com fluxogramas para: (a) identificar variáveis relevantes e como elas afetam umas às outras, (b) melhorar (quando necessário) o desenho amostral, (c) facilitar a escolha de análises estatísticas, e (d) melhorar a interpretação e comunicação dos dados e análises. Os capítulos 4 e 5 são essenciais para quem ainda não tem muita familiaridade com o uso do R ou para quem quer revisitar aspectos fundamentais do funcionamento da linguagem. O Capítulo 4 inclui, por exemplo, explicações sobre console, script, operadores, objetos, funções, pacotes, ajuda e principais erros. O Capítulo 5 apresenta uma das maiores inovações surgidas nos últimos anos na comunidade que trabalha com R, “uma filosofia de design, gramática e estruturas” agrupadas em conjuntos de pacotes sob nome guarda-chuva `tidyverse`. Podemos entender o `tidyverse` como um “dialeto novo” para a linguagem R, onde `tidy` quer dizer “organizado, arrumado, ordenado”, e `verse` é “universo” (Capítulo 5). Para quem não usa ou não se acostumou a usar o operador pipe `%>%` para o encadeamento de funções, o Capítulo 5 é bastante útil, pois uma parte subsequente do livro usa essa abordagem. O Capítulo 6 é uma consequência natural do Capítulo 5, pois usa a lógica da gramática dos gráficos, que está fortemente ligada ao `tidyverse`, e a porta de entrada para os próximos capítulos mais específicos sobre análise de dados. Afinal, não fazemos (ou pelo menos não devemos fazer) nenhuma análise de dados sem antes explorá-los graficamente.

Para quem já tem pelo menos alguma familiaridade com a linguagem R, o segundo conjunto de capítulos (do 7 ao 15) pode ser acessado mais diretamente. Aqui também é possível pensar numa estrutura. Do capítulo 7 ao 9, o foco é em métodos estatísticos usados para explorar e estimar a associação entre variáveis. Enquanto os capítulos 7 e 8 são totalmente focados em modelos lineares univariados – em que a variável resposta é um único vetor numérico, o Capítulo 9 trata de métodos em que a variável resposta ou variável de interesse é uma matriz – i.e., as chamadas técnicas multidimensionais ou multivariadas. Eu gostei de ler estes três capítulos na sequência em que são apresentados. É assim que eu ensino também – começamos com uma variável resposta e uma variável explanatória e vamos adicionando variáveis e tipos de variáveis, primeiro no lado direito da equação (a parte explanatória) e depois na parte esquerda da equação (a parte que está sendo modelada).

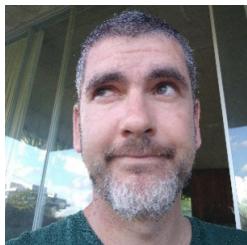
Do capítulo 10 ao 14, aprendemos como estimar as diferentes facetas da biodiversidade – taxonômica, funcional e filogenética, e os componentes alfa, beta e gama – e como podemos usar algumas dessas medidas para fazer inferências sobre processos de montagem de comunidades. O Capítulo 13 sobre diversidade filogenética merece ser destacado; é um dos mais completos e abrangentes do livro. Apesar de não ser exatamente minha área de atuação, acho que boa parte dos métodos atualmente mais usados está contemplada ali. Em todos estes capítulos há explicações sobre aspectos teóricos que suportam o uso das técnicas em diferentes situações. Tudo é feito com dados que podem ser acessados. Portanto, se você ainda não coletou os dados do seu projeto, mas já sabe quais análises pretende usar, estes capítulos são uma fonte excelente para sua aprendizagem. Não precisa esperar até ter todos os dados em mãos.

Finalmente, o Capítulo 15 fecha o livro nos apresentando uma introdução aos principais conceitos sobre a manipulação e visualização de dados geoespaciais no R. Ainda é comum para quem trabalha com ecologia e quer usar técnicas de análises de dados geoespaciais como algo complementar convidar especialistas da área para uma parceria. O Maurício Vancine já não deve nem conseguir atender todos os pedidos de parceria. Aqui está então uma boa oportunidade para você aprender a dar os primeiros passos, produzir os primeiros mapas, fazer previsões espaciais sem ter de depender da ajuda de pessoal especializado. Mas mais importante que isso, o capítulo fornece a base conceitual e terminologia apropriada para o bom uso deste tipo de análise – eu sempre me confundo com a terminologia associada ao sistema de referência de coordenadas e unidades.

Há quem diga que a velocidade com que a tecnologia e a ciência avançam tende a tornar livros e manuais sobre métodos rapidamente obsoletos. Não acho que isso vai acontecer com o livro “Análises Ecológicas no R”. Os métodos apresentados são bem estabelecidos e (alguns) aceitos pela comunidade científica há muitos anos e incluem técnicas modernas que ainda estão sendo entendidas e absorvidas por profissionais que atuam em ecologia. Que privilégio ter um livro como este em português e gratuito! Obrigado aos autores por isso. Boa leitura e prática.

Tadeu Siqueira
Instituto de Biociências
Universidade Estadual Paulista - UNESP

Sobre os autores



Fernando Rodrigues da Silva

Piadista descomedido de Barueri/SP, pai da Ária, companheiro da Winter, responsável pela Filomena (gata), Zé (gato), Cenoura (cachorra) e Chica (cachorra), admirador de botecos, viagens, mato, cerveja, poker, basquete e prosa com os amigos. Formado em Ciências Biológicas na UNESP-Assis e com mestrado e doutorado em Biologia Animal pela UNESP-São José do Rio Preto. Realizou doutorado sanduíche na SUNY

- College of Environmental Science and Forest. Atualmente é Professor Associado II no Departamento de Ciências Ambientais, UFSCAR-Sorocaba e trabalha na linha de pesquisa de ecologia de comunidades, metacommunidades, macroecologia, biogeografia e história natural de anfíbios.

Site: <http://fernandoecologia.wix.com/fernandorodrigues>



Thiago Gonçalves-Souza

Capixaba de Cachoeiro do Itapemirim/ES, pai do Lucas, companheiro da Natália, praticante de Muay Thai, Boxe e da arte de provar cervejas. Formado em Ciências Biológicas na Escola Superior São Francisco de Assis/ES e com

mestrado e doutorado em Biologia Animal pela UNESP-São José do Rio Preto. Realizou doutorado sanduíche na University of Guelph (Canadá) e pós-doutorado na UNICAMP. Atualmente é Professor Adjunto III no Departamento de Biologia da Universidade Federal Rural de Pernambuco, trabalhando nas linhas de pesquisa de ecologia de comunidades, ecologia funcional, macroecologia e metacommunidades.

Site: <https://thiagocalvesouza.wixsite.com/ecofun>



Gustavo Brant Paterno

Compositor de cantigas e violeiro, nascido em Ribeirão Preto/SP, pai do Rudá e da Maria Flor, e apaixonado por Mila. Admira profundamente a incrível diversidade da vida na Terra. Gosta de trilha, música, skate, surf, fotografia de estrelas e programação. É Ecólogo com muito orgulho pela formação na UFRN/Natal, com mestrado e doutorado em Ecologia pela mesma universidade. Realizou

sanduíche na Macquarie University (Austrália). Possui grande interesse em Ciência aberta e software livre e é embaixador do projeto Open Science Framework (OSF). Atualmente é pesquisador de pós-doutorado na Faculty of Forest Sciences and Forest Ecology da Universidade de Gottingen (Alemanha). Atua na interface entre ecologia evolutiva, biodiversidade-funcionamento de ecossistemas e ecologia da restauração.

Site: <https://gustavopaterno.netlify.app/>



Diogo Borges Provete

Capixaba da gema, nascido em Bom Jesus do Norte/ES (na verdade registrado nessa cidade e nascido em Bom Jesus do Itabapoana/RJ do outro lado da ponte, porque no ES não tinha hospital), pai orgulhoso da Manuela e esposo apaixonado da Lilian. Apreciador das boas Ale Belgas e Inglesas e vinhos Chilenos e Brasileiros. Já fui nadador, jogador de futebol, e um péssimo jogador de Xadrez. Dizem que gosto de livros e HQs. Graduado em Ciências Biológicas na Universidade Federal de Alfenas-MG, com mestrado em Biologia Animal na UNESP-São José do Rio Preto e Doutorado em Ecologia e Evolução na Universidade Federal de Goiás. Atualmente é Professor Adjunto I na Universidade Federal de Mato Grosso do Sul. Meu programa de pesquisa tenta integrar evolução fenotípica e processos micro- e macroevolutivos para entender padrões de distribuição de espécies em escala de metacomunidades, especialmente em ambientes de água doce.

Site: <http://diogoprovete.weebly.com>



Maurício Humberto Vancine

Caipira do interior de Socorro/SP, pai do Dudu, companheiro da Japa, amante de música instrumental, livros, games, softwares livres, programação, uma boa cerveja, além de um dedo de cachaça e uma longa prosa. Mais recentemente tenta não levar muitos tombos ao aprender a andar de skate depois dos 30. Graduado em Ecologia e mestre em Zoologia, ambos pela UNESP-Rio Claro. Atualmente é doutorando no PPG de Ecologia, Evolução e Biodiversidade da UNESP-Rio Claro e atua na linha de pesquisa de Ecologia Espacial, Ecologia da Paisagem, Modelagem Ecológica e Ecologia de Anfíbios.

Site: <https://mauriciovancine.github.io/>

Revisores e colaboradores

Expressamos nossos sinceros agradecimentos aos pesquisadores, alunos e colegas indicados abaixo, pelo imprescindível trabalho de avaliação, revisão e crítica do conteúdo deste livro.

- **André Padial** - Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná
- **Adriano Sanches Melo** - Instituto de Biociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), campus do Vale, Porto Alegre, Rio Grande do Sul
- **Beatriz Milz** - Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Instituto de Energia e Ambiente, Universidade de São Paulo (PROCAM/IEE/USP), São Paulo, São Paulo
- **Felipe Sodré Mendes Barros** - Departamento de Geografia, Instituto Superior Antonio Ruiz de Montoya, Instituto Misionero de Biodiversidad - IMiBio, Ambiental Analytics, Misiones, Argentina
- **Ingrid da Silva Lima** - Programa de Etnobiologia e Conservação da Natureza (PPGEtno), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco
- **Maurício Cetra** - Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus Sorocaba, São Paulo
- **Marcos Rafael Severgnini** - Programa de Pós Graduação em Ecologia e Conservação, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, Mato Grosso do Sul
- **Marcos Robalinho Lima** - Departamento de Biologia Animal e Plantas, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, Paraná
- **Michel Varajão Garey** - Instituto Latino Americano de Ciências da Vida e da Natureza (ILACVN), Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA), Foz do Iguaçu, Paraná
- **Paulo Mateus Martins Sobrinho** - Programa de Etnobiologia e Conservação da Natureza (PPGEtno), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco
- **Paulo Sérgio Monteiro Ferreira** - Secretaria do Estado da Educação da Paraíba, Paraíba
- **Pedro Henrique Albuquerque Sena** - Centro de Pesquisas Ambientais do Nordeste (Cepan), Recife, Pernambuco
- **Reginaldo Augusto Farias de Gusmão** - Programa de Etnobiologia e Conservação da Natureza (PPGEtno), Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Recife, Pernambuco
- **Victor Satoru Saito** - Departamento de Ciências Ambientais, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), campus São Carlos, São Paulo

O livro **Análises Ecológicas no R** é uma contribuição para o contínuo avanço do ensino de métodos computacionais, com um foco específico em análise de dados ecológicos através da linguagem R. O livro descreve como os códigos devem ser consequências das perguntas que a pesquisa pretende responder. Essa visão tem como consequência um livro que do começo ao fim conecta teoria ecológica, métodos científicos, análises quantitativas e programação. Isso é feito de modo explícito através de exemplos claros e didáticos que apresentam contexto e dados reais, um ou mais exemplos de perguntas que poderiam ser feitas, previsões relacionadas às perguntas e a teoria em questão, além das variáveis que poderiam ser utilizadas nas análises. O texto que descreve essas partes é intercalado com pedaços organizados e claros de código e gráficos, o que torna a leitura dos capítulos bastante fluida e dinâmica, principalmente para quem gosta de executar os códigos no seu computador conforme lê os capítulos.

É como uma aula prática guiada.

Tadeu Siqueira - UNESP

Apoio



INSTITUTO NACIONAL DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA
ETNOBIOLOGIA, BIOPROSPECÇÃO
E CONSERVAÇÃO DA NATUREZA

 NUPEEA


canal6 editora
ISBN 978-85-7917-564-0

9 788579 175640