

FUNDAMENTOS DA CIÊNCIA DE ECOSSISTEMA



FUNDAMENTOS DA CIÊNCIA DE ECOSSISTEMA

Kathleen C. Weathers, David L. Strayer e Gene E. Likens

Tradução

Edson Furmankiewicz

Revisão técnica

Humberto Marota

Professor Adjunto II

Departamento de Geografia

Universidade Federal Fluminense

Academic Press é uma marca da Elsevier
225 Wyman Street, Waltham, MA 02451, USA
525 B Street, Suite 1800, San Diego, CA 92101-4495, USA
84 Theobald's Road, London WC1X 8RR, UK

Copyright© 2013 Elsevier, Inc. Todos os direitos reservados.

© 2015, Elsevier Editora Ltda.

Todos os direitos reservados e protegidos pela Lei nº 9.610, de 19/02/1998.
Nenhuma parte deste livro, sem autorização prévia por escrito da editora, poderá ser reproduzida ou transmitida sejam quais forem os meios empregados: eletrônicos, mecânicos, fotográficos, gravação ou quaisquer outros.

Copidesque: Wilton Fernandes Palha Neto
Revisão Gráfica: Marco Antonio Corrêa
Editoração Eletrônica: SBNigri Artes e Textos Ltda.

Elsevier Editora Ltda.
Conhecimento sem Fronteiras
Rua Sete de Setembro, 111 – 16º andar
20050-006 – Centro – Rio de Janeiro – RJ – Brasil

Rua Quintana, 753 – 8º andar
04569-011 – Brooklin – São Paulo – SP – Brasil

Serviço de Atendimento ao Cliente
0800-0265340
atendimento1@elsevier.com

ISBN 978-85-352-7854-5
ISBN (versão eletrônica) 978-85-352-8051-7

ISBN do original: 978-01-208-8774-3

Nota: Muito zelo e técnica foram empregados na edição desta obra. No entanto, podem ocorrer erros de digitação, impressão ou dúvida conceitual. Em qualquer das hipóteses, solicitamos a comunicação ao nosso Serviço de Atendimento ao Cliente, para que possamos esclarecer ou encaminhar a questão.

Nem a editora nem o autor assumem qualquer responsabilidade por eventuais danos ou perdas a pessoas ou bens, originados do uso desta publicação.

CIP-Brasil. Catalogação-na-fonte.
Sindicato Nacional dos Editores de Livros, RJ

W379f

Weathers , Kathleen

Fundamentos de ciência dos ecossistemas / Kathleen Weathers, David Drayer, Gene Likens; tradução Edson Furmankiewics. – 1. ed. – Rio de Janeiro: Elsevier, 2015.

336 p. il. ; 28 cm.

Tradução de: Fundamentals of ecosystem sciene

Apêndice

Inclui índice

glossário

ISBN 978-85-352-7854-5

1. Ecologia. 2. Meio ambiente. 3. Biodiversidade. I. Título.

14-15430

CDD: 577
CDU: 502.1

Prefácio

Este livro fornece uma introdução ao conteúdo, ideias e principais descobertas da ciência ecossistêmica contemporânea. Escrevemos o livro principalmente para alunos iniciantes de pós-graduação e de graduação avançados, mas ele também deve ser útil para uma ampla gama de cientistas acadêmicos e gestores dos recursos, ou até mesmo para amadores dedicados que buscam uma introdução à área. A ciência de ecossistema é quantitativa e rigorosa, de forma que partimos do princípio que os leitores do livro já tiveram algum curso introdutório em ecologia e conhecimento básico de química e matemática. O livro abrange deliberadamente várias abordagens para a compreensão de ecossistemas (por exemplo, o uso de experimentos, teoria, comparações entre sistemas), em múltiplos ambientes (terrestre, água doce e marinho; ecossistemas manejados, construídos e naturais), em todas as partes do mundo (embora muitos exemplos sejam provenientes da experiência dos autores na América do Norte).

As origens da estrutura deste livro são aulas intensivas de duas semanas sobre Fundamentos da Ecologia dos Ecossistemas (curso FEE), as quais ministramos a estudantes graduados de todo o mundo a cada um ou dois anos no Cary Institute of Ecosystem Studies desde 1989. Nós, e muitos dos autores dos capítulos, desempenhamos um papel central no desenvolvimento, evolução e administração do curso FEE desde sua origem.

Optamos por um livro editado por várias razões, sendo uma das quais sua gênese nesse curso ministrado em equipe. Ao orientar e integrar os capítulos e seus conteúdos, também deliberadamente permitimos — e até mesmo incentivamos — múltiplas abordagens, e, como resultado, várias “vozes” ficarão evidentes ao longo do livro. Acreditamos que essa diversidade reflete algumas das inúmeras perspectivas e abordagens que são empregadas de forma útil no campo da ciência dos ecossistemas.

O livro contém seis seções principais. O Capítulo 1 apresenta o conceito de ecossistema, explora algumas das consequências desse conceito, descreve as ferramentas intelectuais da ciência e analisa brevemente a história dessa jovem ciência. Os Capítulos 2 a 8 estabelecem as bases para o estudo dos ecossistemas, e abrangem os dois principais ramos da ciência dos ecossistemas: energética (Capítulos 2 a 4) e biogeoquímica (Capítulos 5 a 8). Esses capítulos apresentam o conteúdo fundamental da ciência dos ecossistemas — o movimento e o destino da energia e dos materiais nos ecossistemas — em alguns detalhes. Nos sintéticos Capítulos 9 a 11, revisitamos os principais temas que abrangem múltiplas áreas de estudo na ciência dos ecossistemas. Os autores destes capítulos revisam o poder e a utilidade do conceito dos ecossistemas, os papéis da heterogeneidade no espaço e no tempo, bem como a importância dos vários tipos de controles nos ecossistemas. Os Capítulos 12 a 16 demonstram a ciência dos ecossistemas na prática, ilustrando, por meio de cinco estudos de caso, a importância da ciência de ecossistema para identificar e resolver uma série de problemas ambientais.

O livro termina com o Capítulo 17, escrito em coautoria com vários dos atuais professores de pós-graduação do Cary Institute, o qual estabelece alguns desafios e necessidades para o futuro.

A ciência de ecossistema de hoje está evoluindo rapidamente, com novas e importantes descobertas e ideias surgindo a cada ano. A forma final e as contribuições dessa ciência ainda estão por ser descobertas.

Este livro se beneficiou do trabalho persistente e duro da equipe da Academic Press, especialmente Jill Cetel, Candice Janco e vários artistas gráficos. Também tivemos a sorte de ter recebido revisões críticas e úteis para os capítulos de colegas, incluindo Clifford Ochs e vários revisores anônimos que lecionam a ciência dos ecossistemas; seus comentários melhoraram substancialmente o livro. Agradecemos aos autores dos vários capítulos pela sua erudição, paciência, boa vontade e comprometimento para tornar este projeto uma realidade.

O assistente do Cary Institute, Matt Gillespie, também foi muito importante.

Finalmente, as gerações de estudantes do FEE foram, e continuam a ser, um estímulo e inspiração para nós e para o campo da ciência dos ecossistemas.

Sumário

SEÇÃO I INTRODUÇÃO

1. Introdução à ciência de ecossistema 3

KATHLEEN C. WEATHERS, DAVID L. STRAYER E GENE E. LIKENS

O que é um ecossistema?	3
Quais são as propriedades dos ecossistemas?	8
Por que os cientistas estudam os ecossistemas?	11
Como os cientistas de ecossistema aprendem sobre os ecossistemas?	12
Uma breve história do conceito de ecossistema na teoria e na prática	19
Referências	22

SEÇÃO II ENERGÉTICA ECOLÓGICA

2. Produção primária: a base dos ecossistemas 27

MICHAEL L. PACE E GARY M. LOVETT

Introdução	27
Componentes da produção primária	28
Medindo a produção primária	33
Regulação da produção primária	36
Taxas e padrões da produção primária	42
Destinos da produção primária	46
Um conto de escala	48
Resumo	49
Referências	50
Referências para a Tabela 2.1	51

3. Produção secundária e energética do consumidor 53

DAVID L. STRAYER

Introdução	53
Energética do consumidor	53
Produção secundária	58
Definição da produção secundária	58
Métodos para estimar a produção secundária	59
Controles e previsão da produção secundária	62
Produção de uma única espécie de consumidor	62
Produção de uma associação de consumidores	64
Produção de toda a comunidade de consumidores	67
Conclusão	69
Referências	72

4. Decomposição da matéria orgânica 75

STUART E. G. FINDLAY

Introdução	75
Decomposição de matéria particulada de origem vegetal	78
Os organismos responsáveis pela decomposição	81
Controles da decomposição	85
Interações com outros ciclos de elementos	91
Resumo	92
Referências	93

SEÇÃO III **BIOGEOQUÍMICA**

5. Ciclagem dos elementos 99

KATHLEEN C. WEATHERS E HOLLY A. EWING

O que é um ciclo de elementos?	100
A importância das propriedades químicas	103
Movimento, fixação e mudança: uma estrutura simples para a ciclagem dos elementos	106
Que tipos de pergunta estão relacionados com os ciclos dos elementos?	109
Algumas características importantes para compreender o papel de um elemento nos ecossistemas	109
Referências	110

6. O ciclo do carbono 111

JONATHAN J. COLE

Por que estudar o ciclo do carbono?	111
Biogeoquímica do carbono	111
O átomo de carbono e sua química	112
O atual ciclo global do carbono e o efeito estufa	118
A quantidade de carbono global na era pré-industrial holocena	122
O ciclo do carbono em ecossistemas selecionados	126
Comentários finais	135
Referências	136

7. O ciclo do nitrogênio 141

PETER M. GROFFMAN E EMMA J. ROSI-MARSHALL

Introdução	141
O panorama global	141
Processos do ciclo de nitrogênio	144
Ciclagem de nitrogênio nos ecossistemas terrestres	152
Ciclagem de nitrogênio nos ecossistemas aquáticos	156
Balancos de nitrogênio: o enigma de nitrogênio que falta	160
Referências	161

8. O ciclo do fósforo 163

ELENA M. BENNETT E MEAGAN E. SCHIPANSKI

Introdução	163
Fundamentação	164
A importância do fósforo nos ecossistemas terrestres	164
A importância do fósforo nos ecossistemas agrícolas	165
A importância do fósforo nos ecossistemas aquáticos	165
O ciclo do fósforo global	167
Alteração humana do ciclo do fósforo global	170
O ciclo do fósforo na escala de Bacia Hidrográfica	175
O ciclo do fósforo em escala local	176
Gestão da interação humana com o ciclo do fósforo	180
Resumo	182
Referências	182

SEÇÃO IV

SÍNTESE

9. Revendo o conceito de ecossistema: características importantes que proporcionam generalizações e compreensão 187

MICHAEL L. PACE

Introdução	187
Balanços e fronteiras	188
Inclusividade e flexibilidade	193
Generalização e previsão	195
Referências	197

10. Ecossistemas em um mundo heterogêneo 199

STEWART T.A. PICKETT E MARY L. CADENASSO

Introdução	199
A natureza da heterogeneidade	200
Em direção a um quadro de heterogeneidade de espaço e tempo	208
Heterogeneidade interna e externa	213
Primeiros princípios para avaliação da heterogeneidade	215
Conclusões: Ecossistemas no tempo e no espaço	216
Referências	219

11. Controles sobre a estrutura e o funcionamento do ecossistema 223

KATHLEEN C. WEATHERS, HOLLY A. EWING, CLIVE G. JONES E DAVID L. STRAYER

O que queremos dizer por “controle”?	223
Por que nos preocupamos com controles sobre ecossistemas?	224
Como os ecossistemas são controlados?	224
Complicações	236
Referências	237

SEÇÃO V

ESTUDOS DE CASO

12. Das mudanças ambientais globais para a ciência da sustentabilidade: estudos de ecossistema no Vale do Yaqui, no México 241

PAMELA A. MATSON

O estudo de caso Vale do Yaqui	242
Lições do estudo dos ecossistemas do Vale do Yaqui	248
Referências	249

13. Ecologia da doença de Lyme 251

RICHARD S. OSTFELD

Descoberta 251

É o cervo 252

Referências 260

14. Compreendendo os efeitos ecossistêmicos das barragens 263

EMILY H. STANLEY

Referências 267

15. Chuva ácida 269

GENE E. LIKENS

Referências 274

16 Riachos e seus vales 275

JUDY L. MEYER

Referências 284

SEÇÃO VI FRONTEIRAS

17. Fronteiras da ciência de ecossistema 289

HEATHER A. BECHTOLD, JORGE DURÁN, DAVID L. STRAYER, KATHLEEN C. WEATHERS, ANGELICA P. ALVARADO, NEIL D. BETTEZ, MICHELLE A. HERSH, ROBERT C. JOHNSON, ERIC G. KEELING, JENNIFER L. MORSE, ANDREA M. PREVITALI, E ALEXANDRA RODRÍGUEZ

Introdução 289

Pressões e ritmo da mudança climática 290

Avanços conceituais 294

Avanços tecnológicos 298

A cultura da ciência em constante mudança 302

Conclusão 304

Referências 304

Apêndice: Uma cartilha sobre reações redox mediadas biologicamente nos ecossistemas 307

STUART E.G. FINDLAY E DAVID L. STRAYER

Referências 311

Glossário 313

Índice Remissivo 317

