

Ecosistemas, comunidades e populações: conceitos básicos

Valério De Patta Pillar

Abordam-se alguns conceitos ecológicos relacionados aos diferentes níveis de organização biológica e espacial e que podem ser aplicados ao estudo de agroecossistemas.

Agricultura e ecologia

A agricultura é essencialmente a intervenção humana mais ou menos drástica em ecossistemas com o objetivo de obter uma maior colheita dos produtos desejados. Esses ecossistemas podem ser chamados de *agroecossistemas* (Hart 1980), porque contam com pelo menos uma população de utilidade agrícola e estão regulados pela intervenção humana. Os fenômenos biológicos que ocorrem em agroecossistemas são fundamentalmente idênticos aos que ocorrem em ecossistemas naturais. Portanto, agroecossistemas são um subconjunto dentro dos sistemas ecológicos, e no estudo de ambos podem-se aplicar os mesmos conceitos.

Ecossistemas

Os diferentes níveis de organização biológica (célula - órgão - organismo - população - comunidade) e espacial (ecossistema - bioma - biosfera) definem uma hierarquia de *sistemas ecológicos*. Da mesma forma, agroecossistema - propriedade agrícola - região definem uma hierarquia de *sistemas agrícolas*. Um *sistema* é um arranjo de componentes que funciona como uma unidade, embora o grau de integração seja variável. Por exemplo, o grau de integração em uma comunidade é menor do que em um organismo.

Um *ecossistema* é um sistema de organismos vivos e do meio com o qual trocam matéria e energia. Um ecossistema contém componentes bióticos (plantas, animais, microorganismos) e abióticos (água, solo, etc.) que interagem para formar uma estrutura com uma função. Os limites de um ecossistema são mais comumente difusos e portanto arbitrariamente definidos, como uma área de floresta ou de campo. *Estrutura* é definida pela interação e arranjo dos componentes do sistema. *Função* é definida pelo processo de receber entradas e produzir saídas. As entradas e saídas de um sistema são os fluxos que entram e saem do sistema. Uma *comunidade* é formada por componentes bióticos do ecossistema. *Populações* são grupos de organismos do mesmo grupo taxonômico (geralmente espécies) e podem ser estudadas como sistemas separados.

O estudo de sistemas ecológicos envolve a descrição da sua estrutura e função, o que é facilitado pelo uso da simbologia de circuitos de Odum (1971).

Fluxos de energia e matéria

Em ecossistemas é importante estudar o fluxo de energia e matéria. A matéria viva é altamente organizada, ou seja, a sua entropia é baixa, e manter tal nível de organização contra a tendência natural de aumento de entropia demanda energia (Lehninger 1977). A radiação solar é a principal fonte de energia dos organismos de um ecossistema, entrando via fotossíntese. O fluxo de energia dentro do ecossistema é unidirecional, não havendo reciclagem de energia, o

que é explicado pelas leis da termodinâmica. Em todos os degraus da cadeia alimentar parte da energia que entra no sistema via fotossíntese é convertida em calor, e parte é usada para incrementar a biomassa dentro do sistema ou sai do sistema na forma de biomassa animal ou vegetal. O restante da energia solar incidente participa de processos quase físicos, nos quais se inclui a transpiração. A energia que entra e sai de um ecossistema é necessária ao fluxo cíclico de matéria dentro do ecossistema. Matéria nesse caso é usualmente representada pelos nutrientes N, P, S, C, etc., e os ciclos são chamados de *ciclos biogeoquímicos*.

Populações

Uma população é um grupo de organismos pertencentes a um mesmo grupo taxonômico, geralmente uma espécie, que se encontram ocupando um determinado espaço. Populações são estudadas quanto ao seu crescimento e interações com outras populações. O crescimento de uma população é função da natalidade, mortalidade e dispersão do grupo. O tamanho de uma população X em um dado momento i , não havendo limitação de recursos do ambiente necessários ao seu crescimento, pode ser descrito pela equação

$$X_i = rX_{i-1}$$

onde r é a taxa de crescimento da população entre os momentos i e $i-1$, e X_{i-1} é o tamanho da população no momento $i-1$. Por esse modelo o crescimento da população é geométrico, sendo apenas limitado por fatores biológicos que determinam r . Havendo limitação de recursos, a curva de crescimento é sigmóide, podendo ser descrita pela equação

$$X_i = \frac{rX_{i-1}(K - X_{i-1})}{K}$$

onde K é um limite ambiental. Obtem-se valores relativos atribuindo-se um valor entre zero e 1 para X e $K = 1$; zero representa extinção e 1 a maior população possível no espaço considerado. Após vários ciclos, o tamanho da população atinge um patamar que, contrário ao que se pode imaginar, não é constante indefinidamente, mas sim caótico, imprevisível (ver Gleick 1987).

Comunidades

Uma comunidade é formada pelos organismos que ocorrem em uma dada superfície (ou volume) arbitrariamente delimitada (Palmer & White 1994). Podemos considerar uma comunidade de plantas, uma comunidade de animais, ou subconjuntos destas (por exemplo, comunidade de insetos, comunidade de plantas herbáceas). Numa comunidade há um grau variado de interação dos organismos entre si e com outros componentes bióticos ou abióticos. No estudo de comunidades, por razões práticas, organismos são representados por populações mais ou menos homogêneas. O estudo de comunidades objetiva principalmente descrever a estrutura de diferentes tipos de comunidades no tempo e no espaço e identificar processos ecológicos que explicam tais diferenças. O processo de mudança direcional das comunidades no tempo após uma alteração drástica é conhecido como sucessão. A estrutura da comunidade é usualmente descrita por uma lista das populações componentes, e suas respectivas quantidades

(número de indivíduos, área coberta, etc.). A Tabela 1 apresenta um exemplo com a composição de espécies em comunidades campestres ao longo de um gradiente ambiental. Riqueza e diversidade são conceitos usados para estudar comunidades. *Riqueza* é uma função do número de populações (usualmente espécies) que compõem a comunidade, e pode ser medida por $\ln s$, isto é, o logaritmo natural (\ln) do número de populações (s). Numa escala global, observa-se maior riqueza de espécies nos trópicos. Numa escala local, a riqueza é menor em ambientes extremos.

Tabela 1. Composição florística de três comunidades campestres ao longo de um gradiente de umidade. Quantidades expressam o grau de cobertura numa escala de 0 (ausente) a 5 (cobrindo 75-100%).

Espécie	Comunidades		
	1 (seco)	2 (úmido)	3 (muito úmido)
Aristida filifolia	4	1	0
Paspalum notatum	4	2	0
Paspalum pumilum	0	1	4
Andropogon lateralis	1	3	0
Axonopus affinis	1	3	1
Baccharis trimera	1	3	0
Gamochoeta sp.	1	0	0
Riqueza ($\ln s$)	1.79	1.79	0.69
Diversidade (Shannon)	1.56	1.70	0.50

Dissimilaridade (função valor absoluto):		1	2	3
	1	0	13	15
	2		0	14
	3			0

Diversidade, também chamada de entropia, leva em conta, além da riqueza, a distribuição das populações. Diversidade pode ser representada por uma medida de entropia como o índice de Shannon (Orlóci 1991):

$$H = - \sum_{k=1}^n p_k \ln p_k$$

onde $p_k = X_k / \sum_{h=1}^n X_h$, n é o número de populações na comunidade, e X_k é a importância ou quantidade da população k na comunidade, sendo medida em termos de abundância de indivíduos, cobertura, biomassa, etc.. Para um mesmo número de populações, a entropia ou diversidade é máxima quando as populações estão presentes em quantidades iguais, e mínima quando uma população domina quase que completamente a comunidade. Diversidade mais alta indica maior complexidade em um sistema. Também, diversidade mais alta em geral indica maior estabilidade e menor variabilidade. Numa pastagem cultivada, por exemplo, a diversidade é baixa, é difícil manter somente a espécie de interesse e há quedas bruscas de produtividade quando as condições não são favoráveis à espécie dominante; em um campo natural, ao contrário, a diversidade é alta e a comunidade é mais estável.

As comunidades vegetais variam quanto a composição e proporção de populações. Comunidades são contrastadas com outras comunidades usando índices de similaridade ou dissimilaridade, por exemplo, a soma dos valores absolutos das diferenças de importância das populações (espécies) nas comunidades i e j:

$$A_{ij} = \sum_{k=1}^n |X_{ki} - X_{kj}|$$

onde n é o número total de populações e X_{ki} é a importância ou quantidade da população k na comunidade i. Quando uma população está ausente, X é zero.

Bibliografia básica

- Dajoz, R. 1971. *Ecologia Geral*. Vozes, Petrópolis, 1978.
 Ferri, M. G. 1980. *Ecologia Geral*. Itatiaia, Belo Horizonte.
 Hart, R. D. 1980. *Agroecosistemas; conceptos básicos*. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
 Odum, E. P. 1971. *Fundamentals of Ecology*. Saunders, Washington, D.C..

Bibliografia adicional citada

- Gleick, J. 1987. *Chaos; making a new science*. Penguin Books, N. York.
 Lehninger, A. L. 1970. A lógica molecular dos organismos vivos. In: _____ *Bioquímica*. Edgard Blücher, São Paulo, 1976. p. 1-7.
 Orłóci, L. 1991. *Entropy and Information*. SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands.
 Palmer, M. W. & P. S. White. 1994. On the existence of ecological communities. *Journal of Vegetation Science* 5: 279-282.