

Ecologia vegetal: conceitos básicos

Valério de Patta Pillar
Departamento de Ecologia, UFRGS

Apresenta-se uma introdução ao estudo da ecologia vegetal, sua história e subdivisões em disciplinas. Abordam-se objetivos, definições de termos, e problemas relativos à descrição de comunidades vegetais.

Amplitude e propósitos da ecologia vegetal

A vasta riqueza de formas de organismos gerada no processo evolutivo está relacionada à variação de ambiente no espaço geográfico e no tempo. A ecologia vegetal objetiva decifrar essas conexões, que existem entre organismos vegetais entre si e o meio, em diferentes níveis de organização biológica (organismos, populações, comunidades, ecossistemas) e em diferentes escalas espaciais e temporais.

As subdivisões da ecologia vegetal em áreas de especialização refletem grosso modo os diferentes níveis de organização biológica e escalas de estudo. A terminologia nesse campo é confusa, dado que na sua origem deu-se o desenvolvimento em separado de diferentes orientações (escolas) no estudo de problemas semelhantes, cristalizando-se principalmente a tradição européia e a anglo-americana. Assim, (1) a ecologia de organismos, auto-ecologia, ou ecofisiologia, trata da fisiologia de organismos individuais em condições de campo; (2) a ecologia de populações envolve o estudo da estrutura e função de populações, que podem ser espécies ou ecótipos; (3) a genética ecológica trata da variação genética em populações; (4) a sinecologia, fitocenologia, fitossociologia, ecologia de comunidades vegetais ou ecologia de vegetação (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) trata da composição, desenvolvimento, distribuição geográfica e relações de comunidades vegetais com o ambiente; (5) a ecologia de ecossistemas estuda os fatores ambientais, as respostas fisiológicas de espécies e grupos de espécies a esses fatores e os aspectos funcionais de comunidades; (6) a paleobotânica ou paleoecologia estuda a origem e desenvolvimento de populações e comunidades; (7) a fitogeografia trata da distribuição geográfica de entidades taxonômicas e suas relações evolutivas.

Todavia, a subdivisão da ecologia vegetal em áreas de especialização é por vezes artificial. Decifrar relações ecológicas de forma a

satisfatoriamente explicar fenômenos ou prever respostas a cenários distintos exige integrar abordagens do mesmo problema a partir de diferentes ângulos e a consideração de diferentes níveis de organização e escalas. Além disso, a ecologia é eminentemente complexa e multidisciplinar, com interações com outras ciências (Ferri 1980).

História da ecologia vegetal

As idéias que atualmente são tratadas em ecologia têm antecedentes diversos (ver revisão em McIntosh 1985). Há antecedentes na Grécia antiga, como o reconhecimento por Theophrastus de mangues, relacionando espécies e fisionomia da vegetação ao hábitat. Há antecedentes obviamente nos estudos de naturalistas do século 19, como Humboldt (1806), e na biologia evolutiva de Darwin. O nome "oecologia" foi proposto por Haeckel em breve menção em 1866, mas a cristalização da ecologia como ciência somente ocorreu mais tarde, no final do século 19, baseada em conceitos, métodos e terminologias originados na botânica tradicional, fitogeografia e fisiologia.

São emblemáticos da fase de cristalização da ecologia vegetal, tendo influência no desenvolvimento posterior de diversas escolas, os estudos de Kerner (1863) sobre a vegetação do rio Danúbio, Grisebach (1872) sobre as diferentes formações vegetais da Europa e Ásia, e os de Warming (1895), Drude (1896) e Schimper (1898) que enfatizaram o exame de relações de plantas e comunidades vegetais com o hábitat, estes últimos estimulados pela teoria de Darwin (McIntosh 1985). Em Kerner e em Grisebach a abordagem no estudo da vegetação é estática e florística, enquanto que em Warming e Schimper a abordagem é mais evolutiva e fisiológica.

Goodland (1975) aponta a influência de pesquisas feitas em ambientes tropicais no desenvolvimento da ecologia nessa fase, especialmente Warming que morou em Lagoa Santa, Minas Gerais por três anos (ver Warming & Ferri 1973). Schimper também baseou seus estudos em viagens a regiões tropicais. O mesmo pode se dizer de Lindman (1900) que estudou a vegetação do Rio Grande do Sul.

Os conceitos de comunidade vegetal

Alterações na aparência ou fisionomia da vegetação são evidentes a qualquer observador atento. Em geral, as diferentes fisionomias expressam alterações na combinação de tipos vegetais que ocorrem juntos em um dado espaço, ou seja, expressam diferentes comunidades

vegetais. Certas combinações se repetem, revelando *padrões de variação*, e podem ser relacionadas a alterações de ambiente.

Plantas individuais são em geral discretas, evidentes, podendo ser facilmente delimitadas. Comunidades vegetais, por outro lado, são agregados de plantas individuais, e por isso de definição e delimitação mais complicada, o que têm gerado controvérsias, principalmente relacionadas ao grau de integração que se assume existir entre os componentes da comunidade vegetal. Na história da ciência da vegetação contrapõem-se o ponto de vista da *espécie individualista* de Gleason (1926), que questiona a existência de combinações recorrentes de espécies e portanto de tipos de comunidades, com os pontos de vista que reconhecem *tipos de comunidades* e consideram, em diferentes graus, a comunidade análoga a um organismo (Clements 1928, Tansley 1920, Braun-Blanquet 1928), cujos componentes são integrados e dependentes.

As idéias de Clements foram dominantes na ecologia vegetal na América do Norte até a década de 1970. Clements foi fortemente influenciado pelo idealismo germânico transmitido por Drude a partir da filosofia de Kant e Goethe e da biogeografia de Humboldt e Grisebach. Em contraste, a escola de Chicago, com Cowles (1898) e depois Gleason, teve mais influência de Warming. A ênfase de Warming era a planta individual, sendo crítico da idéia de se buscar relações causais relacionadas a unidades mais amplas, como as formações (McIntosh 1985). Na Europa continental dominou a escola de Zurich-Montpelier, originada em Schröter e Flahault e bem caracterizada na obra de Braun-Blanquet (1928). Essa abordagem segue a tradição taxonômica da história natural (McIntosh 1985), e nela a composição de *espécies características* é a base para o reconhecimento de tipos de comunidades.

A visão contemporânea da ciência da vegetação define comunidade vegetal em sentido amplo, como sendo a vegetação que cobre num dado momento uma superfície (ou volume para comunidades aquáticas ou de solo) de qualquer magnitude (ver, p. ex., Palmer & White 1994). Entende-se que nessa unidade espaço-temporal há uma combinação de organismos vegetais os quais, em diferentes graus, influenciam-se uns aos outros e são dependentes do e modificam o seu ambiente. Essa superfície arbitrariamente estabelecida é também chamada de quadro, quadrado, "stand", unidade de comunidade vegetal, ou unidade

amostral. Questões como o grau de integração entre componentes e de homogeneidade e descontinuidade espacial passam a ser objetos do estudo e não condições que definem e delimitam comunidades.

O estudo da vegetação é fundamentalmente comparativo. Comunidades são comparadas com vistas a revelar padrões de distribuição e associação, os quais podem ser interpretados em relação à variação espacial e temporal de fatores de ambiente e/ou ser usados para definir tipos de vegetação. Para tanto, descrevem-se um conjunto de comunidades ao longo de gradientes ambientais ou ao longo do tempo.

O *inventário*, ou "relevé", é a descrição da comunidade vegetal e das condições de ambiente nela prevalescentes. Consiste na listagem das plantas encontrados na comunidade vegetal, as quais por razões práticas são reunidas em populações, geralmente espécies, o que requer uma taxonomia de organismos. Se necessário, as populações são listadas por estratos verticais. A cada população é associada uma estimativa de quantidade, que pode ser a sua frequência, cobertura, densidade, ou biomassa dentro da comunidade. A avaliação dessas quantidades pode exigir uma amostragem dentro da comunidade vegetal e a aplicação de métodos apropriados. Cobertura e densidade (abundância) podem ser avaliadas visualmente quando a comunidade vegetal pode ser visualizada no seu todo (Braun-Blanquet 1928). A descrição pode também incluir a avaliação de parâmetros qualitativos de cada população, como sociabilidade, vitalidade, ou desenvolvimento, definidos na obra de Braun-Blanquet (1928). O inventário também inclui a anotação de características de ambiente relevantes, como altitude, condições climáticas do local, exposição solar, declividade do terreno, posição no relevo, substrato geológico e grau e tipo de ação antrópica, e a tomada de amostras de solo para a análise de características químicas e físicas.

O problema da escala

O problema de escala se deve ao fato do tamanho e forma da unidade de comunidade vegetal ser arbitrariamente estabelecido. O tamanho da unidade estudada deve ser proporcional ao tamanho das plantas considerados na descrição da comunidade; em geral se delimitam comunidades maiores para o estrato arbóreo, e menores

para o estrato herbáceo e comunidades campestres. Mesmo assim, por ser uma decisão subjetiva há uma margem de variação e os padrões e conexões revelados podem não ser os mesmos em diferentes escalas. Vejamos um exemplo (Kershaw 1973): Há três espécies (A, B e C) em uma dada área de vegetação que é estudada através de vários inventários de comunidades delimitadas por quadros. Plantas de A junto com as de B formam agregados, enquanto plantas de C estão distribuídas em toda a área. O uso de quadros muito pequenos vai revelar uma tendência de associação negativa entre todas as espécies. O uso de quadros de tamanho médio revelará a tendência de associação positiva entre A e B e negativa entre A e C e B e C. O uso de quadros muito grandes mostrará sempre as três espécies presentes no inventário, portanto não revelando nenhuma tendência de associação.

O problema da escala está sempre presente, qualquer que seja a decisão do pesquisador. Por isso tem sido sugerida a descrição em diferentes tamanhos de unidade, de modo a revelar fenômenos que se expressam nas diferentes escalas (Juhász-Nagy & Podani 1983).

O problema da taxonomia

Uma taxonomia de organismos é necessária para reunir plantas individuais em populações e considerar estas populações como sendo os componentes da comunidade. Diferentes taxonomias podem definir um conjunto diferente de populações nas comunidades e, conseqüentemente, as relações observadas poderão não ser as mesmas. Tradicionalmente a taxonomia usada delimita espécies. Algumas tentativas de usar gênero e família não demonstraram vantagens em relação ao uso da espécie (Maarel 1972, Dale & Clifford 1976). As formas-vitais de Raunkiaer (1907) têm sido usadas para comparar comunidades de regiões florísticas diferentes; são tipos baseados na adaptação da planta para sobreviver a estação desfavorável, basicamente a altura dos pontos de crescimento. O uso de uma taxonomia que reconhece tipos baseados em atributos, denominados tipos funcionais (Pillar & Orlóci 1993a, 1993b, Pillar 1999) também permite a comparação de comunidades floristicamente disjuntas, e possibilita o uso de quaisquer atributos para construir essa taxonomia. Um tipo funcional vegetal é definido como um grupo de plantas que independentemente da sua filogenia são semelhantes para um dado conjunto de atributos e semelhantes na sua relação com certas variáveis de ambiente. As variáveis de ambiente podem ser fatores aos

quais as plantas estão respondendo (por exemplo, condições de solo, herbivoria), ou os efeitos das plantas no ecossistema (por exemplo, produção de biomassa, acumulação de material orgânica, diversidade de plantas ou complexidade. though the distinction between response and effect may sometimes be arbitrary.

A descrição é incompleta

A descrição da comunidade é quase sempre incompleta. Por razões práticas pode se limitar às plantas vasculares, ou às plantas lenhosas com diâmetro de tronco maior do que um determinado limite, ou ao extrato herbáceo, ou excluir as plantas anuais. Por isso alguns preferem o termo *taxocenose* ao invés de comunidade vegetal.

Bibliografia citada

- Braun-Blanquet, J. 1928, 1964. *Fitosociologia; bases para el estudio de las comunidades vegetales*. Trad. da 3.ed.rev.aum., Blume, Madrid, 1979. 820 p.
- Clements, F. E. 1928. *Plant Succession and Indicators*. Hafner, New York, 1963. 453 p.
- Cowles, H. C. 1898. The phytogeography of Nebraska. *Botanical Gazette* 25: 370-371.
- Dale, M. B. & M. T. Clifford. 1976. On the effectiveness of higher taxonomic ranks for vegetation analysis. *Australian Journal of Ecology* 1: 37-62.
- Drude, O. 1896. *Deutschlands Pflanzengeographie*. Handbücher zur Deutschen Landes - und Volkskunde. Stuttgart. *Apud* Du Rietz (1931).
- Du Rietz, G. E. 1931. Life-forms of terrestrial flowering plants. *Acta Phytogeographica Suecica* 3 : 1-95.
- Ferri, M. G. 1980. *Ecologia Geral*. Itatiaia, Belo Horizonte. 72 p.
- Gleason, H. A. 1926. The individualistic concept of the plant association. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, New York, 53:7-26.
- Goodland, R. J. 1975. The tropical origin of ecology: Eugen Warming's jubilee. *Oikos* 26:240-245.
- Grisebach, A. 1872. *Die Vegetation der Erde nach ihrer klimatischen Anordnung*. W. Engelmann, Leipzig. 603 p.
- Humboldt, A. von. 1806. *Ideen zu einer Physiognomik der Gewächse*. Cotta, Stuttgart. Tradução em inglês por E. C. Otté e H. G. Bohn, como *Ideas for a physiognomy of plants*. In: Humboldt, A. von. *Views of Nature*. p. 210-352. H. G. Bohn, London, 1850. 452 pp.
- Juhász-Nagy, P. & J. Podani. 1983. Information theory methods for the study of spatial processes and succession. *Vegetatio* 51: 129-140.

- Kerner von Marilaun, A. 1863. *Das Pflanzenleben der Donauländer*. Publicado em inglês por H. S. Connard como *The Background of Plant Ecology*. Iowa State College, Ames, 1950.
- Kershaw, K. A. 1964. *Quantitative and Dynamic Ecology*. Arnold, London. 183 p.
- Lindman, C. A. M. 1900. *Vegetationen i Rio Grande do Sul (Sydbrasilien)*. Stockholm, Nordin & Josephson. Versão em português por A. Löfgren, publicação facsimilar In: Lindman, C. A. M. & M. G. Ferri. 1974. *A Vegetação no Rio Grande do Sul (Brasil Austral)*. São Paulo, Itatiaia/USP.
- Maarel, E. van der. 1972. Ordination of plant communities on the basis of their plant genus, family and order relationships. In: Tüxen, R. & E. van der Maarel (eds.). *Grundfragen und Methoden in der Pflanzensoziologie*. p. 183-190. Junk, The Hague.
- McIntosh, R. P. 1985. *The Background of Ecology; Concept and Theory*. Cambridge, Cambridge University Press. 383p.
- Mueller-Dombois, D. & H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. Wiley, New York. 547 p.
- Orlóci, L. and M. Orlóci. 1985. Comparison of communities without the use of species: model and example. *Annali di Botanica* 43: 275-285.
- Palmer, M. W. & P. S. White. 1994. On the existence of ecological communities. *Journal of Vegetation Science* 5: 279-282.
- Pillar, V. D. 1999. On the identification of optimal plant functional types. *Journal of Vegetation Science* 10: 631-640.
- Pillar, V. D. & L. Orlóci. 1993a. Taxonomies and perception in vegetation analysis. *Coenoses* 8:53-66.
- Pillar, V. D. & L. Orlóci. 1993b. *Character-Based Community Analysis: the Theory and an Application Program*. SPB Academic Publishing, Haia. 270 p.
- Raunkiaer, C. 1907. The life-forms of plants and their bearing on geography In: *The Life Forms of Plants and Statistical Plant Geography; the Collected Papers of C. Raunkiaer*. p. 2-104. Clarendon Press, Oxford, 1934.
- Schimper, A. F. W. 1898. *Pflanzengeographie auf physiologischer Grundlage*. Fischer, Jena. Publicado em inglês como *Plant Geography upon a Physiological Basis*. Clarendon Press, Oxford, 1903. 839 pp.
- Tansley, A. G. 1920. The classification of vegetation and the concept of development. *Journal of Ecology* 8: 118-149.
- Warming, E. 1895. *Plantesamfund; Grundtraek af den økologiske Plantegeografi*. Philipsens, Copenhagen. Publicado em inglês como *Oecology of Plants: An Introduction to the Study of Plant Communities*. Clarendon Press, Oxford, 1909. 422 pp.
- Warming, E. & M. G. Ferri. 1973. *Lagoa Santa e a vegetação de cerrados brasileiros*. São Paulo, Itatiaia/USP.