

HISTÓRICO DA ECOLOGIA II

Durante muito tempo desconhecida do grande público e relegada a segundo plano por muitos cientistas, a ecologia passou a ter destaque já no século XX como um dos mais populares aspectos da biologia. Isto porque tornou-se evidente que a maioria dos problemas que o homem vem enfrentando, como crescimento populacional, poluição ambiental, fome e todos os problemas sociológicos e políticos atuais, são em grande parte ecológicos.

A palavra ecologia (do grego oikos, "casa") foi cunhada no século XIX pelo zoólogo alemão Ernst Haeckel, para designar a "relação dos animais com seu meio ambiente orgânico e inorgânico". A expressão meio ambiente inclui tanto outros organismos quanto o meio físico circundante. Envolve relações entre indivíduos de uma mesma população e entre indivíduos de diferentes populações. Essas interações entre os indivíduos, as populações e os organismos e seu ambiente formam sistemas ecológicos, ou ecossistemas. A ecologia também já foi definida como "o estudo das inter-relações dos organismos e seu ambiente, e vice-versa", como "a economia da natureza", e como "a biologia dos ecossistemas".

Histórico. A ecologia não tem um início muito bem delineado. Encontra seus primeiros antecedentes na história natural dos gregos, particularmente em um discípulo de Aristóteles, Teofrasto, que foi o primeiro a descrever as relações dos organismos entre si e com o meio. As bases posteriores para a ecologia moderna foram lançadas nos primeiros trabalhos dos fisiologistas sobre plantas e animais. O aumento do interesse pela dinâmica das populações recebeu impulso especial no início do século XIX e depois que Thomas Malthus chamou atenção para o conflito entre as populações em expansão e a capacidade da Terra de fornecer alimento.

Raymond Pearl (1920), A. J. Lotka (1925), e Vito Volterra (1926) desenvolveram as bases matemáticas para o estudo das populações, o que levou a experiências sobre a interação de predadores e presas, as relações competitivas entre espécies e o controle populacional. O estudo da influência do comportamento sobre as populações foi incentivado pelo reconhecimento, em 1920, da territorialidade dos pássaros. Os conceitos de comportamento instintivo e agressivo foram lançados por Konrad Lorenz e Nikolaas Tinbergen, enquanto V. C. Wynne-Edwards estudava o papel do comportamento social no controle das populações.

No início e em meados do século XX, dois grupos de botânicos, um na Europa e outro nos Estados Unidos, estudaram comunidades vegetais de dois diferentes pontos de vista. Os botânicos europeus se preocuparam em estudar a composição, a estrutura e a distribuição das comunidades vegetais, enquanto os americanos estudaram o desenvolvimento dessas comunidades, ou sua sucessão. As ecologias animal e vegetal se desenvolveram separadamente até que os biólogos americanos deram ênfase à inter-relação de comunidades vegetais e animais como um todo biótico.

Alguns ecologistas se detiveram na dinâmica das comunidades e populações, enquanto outros se preocuparam com as reservas de energia. Em 1920, o biólogo alemão August Thienemann introduziu o conceito de níveis tróficos, ou de alimentação, pelos quais a energia dos alimentos é transferida, por uma série de organismos, das plantas verdes (produtoras) aos vários níveis de animais (consumidores). Em 1927, C. S. Elton, ecologista inglês especializado em animais, avançou nessa abordagem com o conceito de nichos ecológicos e pirâmides de números. Dois biólogos americanos, E. Birge e C. Juday, na década de 1930, ao medir a reserva energética de lagos, desenvolveram a idéia da produção primária, isto é, a proporção na qual a energia é gerada, ou fixada, pela fotossíntese.

A ecologia moderna atingiu a maioria em 1942 com o desenvolvimento, pelo americano R. L. Lindeman, do conceito trófico-dinâmico de ecologia, que detalha o fluxo da energia através do ecossistema. Esses estudos quantitativos foram aprofundados pelos americanos Eugene e Howard Odum. Um trabalho semelhante sobre o ciclo dos nutrientes foi realizado pelo australiano J. D. Ovington.

O estudo do fluxo de energia e do ciclo de nutrientes foi estimulado pelo desenvolvimento de novas técnicas -- radioisótopos, microcalorimetria, computação e matemática aplicada -- que permitiram aos ecologistas rotular, rastrear e medir o movimento de nutrientes e energias específicas através dos ecossistemas. Esses métodos modernos deram início a um novo estágio no desenvolvimento dessa ciência -- a ecologia dos sistemas, que estuda a estrutura e o funcionamento dos ecossistemas.

Conceito unificador. Até o fim do século XX, faltava à ecologia uma base conceitual. A ecologia moderna, porém, passou a se concentrar no conceito de

ecossistema, uma unidade funcional composta de organismos integrados, e em todos os aspectos do meio ambiente em qualquer área específica. Envolve tanto os componentes sem vida (abióticos) quanto os vivos (bióticos) através dos quais ocorrem o ciclo dos nutrientes e os fluxos de energia. Para realizá-los, os ecossistemas precisam conter algumas inter-relações estruturadas entre solo, água e nutrientes, de um lado, e entre produtores, consumidores e decomponentes, de outro.

Os ecossistemas funcionam graças à manutenção do fluxo de energia e do ciclo de materiais, desdobrado numa série de processos e relações energéticas, chamada cadeia alimentar, que agrupa os membros de uma comunidade natural. Existem cadeias alimentares em todos os habitats, por menores que sejam esses conjuntos específicos de condições físicas que cercam um grupo de espécies. As cadeias alimentares costumam ser complexas, e várias cadeias se entrecruzam de diversas maneiras, formando uma teia alimentar que reproduz o equilíbrio natural entre plantas, herbívoros e carnívoros.

Os ecossistemas tendem à maturidade, ou estabilidade, e ao atingi-la passam de um estado menos complexo para um mais complexo. Essa mudança direcional é chamada sucessão. Sempre que um ecossistema é utilizado, e que a exploração se mantém, sua maturidade é adiada. A principal unidade funcional de um ecossistema é sua população. Ela ocupa um certo nicho funcional, relacionado a seu papel no fluxo de energia e ciclo de nutrientes. Tanto o meio ambiente quanto a quantidade de energia fixada em qualquer ecossistema são limitados. Quando uma população atinge os limites impostos pelo ecossistema, seus números precisam estabilizar-se e, caso isso não ocorra, devem declinar em consequência de doença, fome, competição, baixa reprodução e outras reações comportamentais e psicológicas. Mudanças e flutuações no meio ambiente representam uma pressão seletiva sobre a população, que deve se ajustar. O ecossistema tem aspectos históricos: o presente está relacionado com o passado, e o futuro com o presente. Assim, o ecossistema é o conceito que unifica a ecologia vegetal e animal, a dinâmica, o comportamento e a evolução das populações.

Áreas de estudo. A ecologia é uma ciência multidisciplinar, que envolve biologia vegetal e animal, taxonomia, fisiologia, genética, comportamento, meteorologia, pedologia, geologia, sociologia, antropologia, física, química,

matemática e eletrônica. Quase sempre se torna difícil delinear a fronteira entre a ecologia e qualquer dessas ciências, pois todas têm influência sobre ela. A mesma situação existe dentro da própria ecologia. Na compreensão das interações entre o organismo e o meio ambiente ou entre organismos, é quase sempre difícil separar comportamento de dinâmica populacional, comportamento de fisiologia, adaptação de evolução e genética, e ecologia animal de ecologia vegetal.

A ecologia se desenvolveu ao longo de duas vertentes: o estudo das plantas e o estudo dos animais. A ecologia vegetal aborda as relações das plantas entre si e com seu meio ambiente. A abordagem é altamente descritiva da composição vegetal e florística de uma área e normalmente ignora a influência dos animais sobre as plantas. A ecologia animal envolve o estudo da dinâmica, distribuição e comportamento das populações, e das inter-relações de animais com seu meio ambiente. Como os animais dependem das plantas para sua alimentação e abrigo, a ecologia animal não pode ser totalmente compreendida sem um conhecimento considerável de ecologia vegetal. Isso é verdade especialmente nas áreas aplicadas da ecologia, como manejo da vida selvagem.

A ecologia vegetal e a animal podem ser vistas como o estudo das inter-relações de um organismo individual com seu ambiente (auto-ecologia), ou como o estudo de comunidades de organismos (sinecologia). A auto-ecologia, ou estudo clássico da ecologia, é experimental e indutiva. Por estar normalmente interessada no relacionamento de um organismo com uma ou mais variáveis, é facilmente quantificável e útil nas pesquisas de campo e de laboratório. Algumas de suas técnicas são tomadas de empréstimo da química, da física e da fisiologia. A auto-ecologia contribuiu com pelo menos dois importantes conceitos: a constância da interação entre um organismo e seu ambiente, e a adaptabilidade genética de populações às condições ambientais do local onde vivem.

A sinecologia é filosófica e dedutiva. Largamente descritiva, não é facilmente quantificável e contém uma terminologia muito vasta. Apenas recentemente, com o advento da era eletrônica e atômica, a sinecologia desenvolveu os instrumentos para estudar sistemas complexos e dar início a sua fase experimental. Os conceitos importantes desenvolvidos pela sinecologia são aqueles ligados ao ciclo de nutrientes, reservas energéticas, e desenvolvimento

dos ecossistemas. A sinecologia tem ligações estreitas com a pedologia, a geologia, a meteorologia e a antropologia cultural. A sinecologia pode ser subdividida de acordo com os tipos de ambiente, como terrestre ou aquático. A ecologia terrestre, que contém subdivisões para o estudo de florestas e desertos, por exemplo, abrange aspectos dos ecossistemas terrestres como microclimas, química dos solos, fauna dos solos, ciclos hidrológicos, ecogenética e produtividade.

Os ecossistemas terrestres são mais influenciados por organismos e sujeitos a flutuações ambientais muito mais amplas do que os ecossistemas aquáticos. Esses últimos são mais afetados pelas condições da água e possuem resistência a variáveis ambientais como temperatura. Por ser o ambiente físico tão importante no controle dos ecossistemas aquáticos, dá-se muita atenção às características físicas do ecossistema como as correntes e a composição química da água. Por convenção, a ecologia aquática, denominada limnologia, limita-se à ecologia de cursos d'água, que estuda a vida em águas correntes, e à ecologia dos lagos, que se detém sobre a vida em águas relativamente estáveis. A vida em mar aberto e estuários é objeto da ecologia marinha.

Outras abordagens ecológicas se concentram em áreas especializadas. O estudo da distribuição geográfica das plantas e animais denomina-se geografia ecológica animal e vegetal. Crescimento populacional, mortalidade, natalidade, competição e relação predador-presa são abordados na ecologia populacional. O estudo da genética e a ecologia das raças locais e espécies distintas é a ecologia genética. As reações comportamentais dos animais a seu ambiente, e as interações sociais que afetam a dinâmica das populações são estudadas pela ecologia comportamental. As investigações de interações entre o meio ambiente físico e o organismo se incluem na ecoclimatologia e na ecologia fisiológica.

A parte da ecologia que analisa e estuda a estrutura e a função dos ecossistemas pelo uso da matemática aplicada, modelos matemáticos e análise de sistemas é a ecologia dos sistemas. A análise de dados e resultados, feita pela ecologia dos sistemas, incentivou o rápido desenvolvimento da ecologia aplicada, que se ocupa da aplicação de princípios ecológicos ao manejo dos recursos naturais, produção agrícola, e problemas de poluição ambiental.

Movimento ecológico. A intervenção do homem no meio ambiente ao longo da história, principalmente após a revolução industrial, foi sempre no sentido de agredir e destruir o equilíbrio ecológico, não raro com conseqüências desastrosas. A ação das queimadas, por exemplo, provoca o desequilíbrio da fauna e da flora e modifica o clima. Várias espécies de animais foram extintas ou se encontram em risco de extinção em decorrência das atividades do homem.

Já no século XIX se podia detectar a existência de graves problemas ambientais, como mostram os relatos sobre poluição e insalubridade nas fábricas e bairros operários. Encontram-se raciocínios claros da vertente que mais tarde se definiria como ecologia social na obra de economistas como Thomas Malthus, Karl Marx e John Stuart Mill, e de geógrafos como Friedrich Ratzel e George P. Marsh. Mesmo entre os socialistas, porém, predominava a crença nas possibilidades do industrialismo e a ausência de preocupação com os limites naturais. Também contribuiu o fato de a economia industrial não ter ainda revelado as contradições ecológicas inerentes a seu funcionamento, evidenciadas no século XX.

De fato, a maioria das teorias econômicas recentes traduz essa atitude e raciocina como se a economia estivesse acima da natureza. A economia, no entanto, pode até mesmo ser considerada apenas um capítulo da ecologia, uma vez que se refere somente à ação material e à demanda de uma espécie, o homem, enquanto a ecologia examina a ação de todas as espécies, seus relacionamentos e interdependências.

A radicalização do impacto destrutivo do homem sobre a natureza, provocada pelo desenvolvimento do industrialismo, inspirou, especialmente ao longo do século XX, uma série de iniciativas. A mais antiga delas é o conservacionismo, que é a luta pela conservação do ambiente natural ou de partes e aspectos dele, contra as pressões destrutivas das sociedades humanas. Denúncias feitas em congressos internacionais geraram uma campanha em favor da criação de reservas de vida selvagem, que ajudaram a garantir a sobrevivência de muitas espécies ameaçadas.

Existem basicamente três tipos de recursos naturais: os renováveis, como os animais e vegetais; os não-renováveis, como os minerais e fósseis; e os recursos livres, como o ar, a água, a luz solar e outros elementos que existem

em grande abundância. O movimento ecológico reconhece os recursos naturais como a base da sobrevivência das espécies e defende garantias de reprodução dos recursos renováveis e de preservação das reservas de recursos não-renováveis.

No Brasil, o movimento conservacionista está razoavelmente estabelecido. Em 1934, foi realizada no Museu Nacional, no Rio de Janeiro, a I Conferência Brasileira de Proteção à Natureza. Três anos mais tarde criou-se o primeiro parque nacional brasileiro, na região de Itatiaia RJ. Além dos grupos conservacionistas, surgiu no movimento ecológico um novo tipo de grupo, o dos chamados ecologistas. A linha divisória entre eles nem sempre está bem demarcada, pois muitas vezes os dois tipos de grupos se confundem em alguma luta específica comum. Os ecologistas, porém, apesar de mais recentes, têm peso político cada vez maior. Vertente do movimento ecológico que propõe mudanças globais nas estruturas sociais, econômicas e culturais, esse grupo nasceu da percepção de que a atual crise ecológica é consequência direta de um modelo de civilização insustentável. Embora seja também conservacionista, o ecologismo caracteriza-se por defender não só a sobrevivência da espécie humana, como também a construção de formas sociais e culturais que garantam essa sobrevivência.

Um marco nessa tendência foi a realização, em Estocolmo, da Conferência das Nações Unidas sobre o Ambiente Humano, em 1972, que oficializou o surgimento da preocupação ecológica internacional. Seguiram-se relatórios sobre esgotamento das reservas minerais, aumento da população etc., que tiveram grande impacto na opinião pública, nos meios acadêmicos e nas agências governamentais.

Em 1992, 178 países participaram da Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e o desenvolvimento, realizada no Rio de Janeiro. Embora com resultados muito aquém das expectativas dos ecologistas, foi mais um passo para a ampliação da consciência ecológica mundial. Aprovou documentos importantes para a conservação da natureza, como a Convenção da Biodiversidade e a do Clima, a Declaração de Princípios das Florestas e a Agenda 21.

A Agenda 21 é talvez o mais polêmico desses documentos. Tenta unir ecologia e progresso num ambicioso modelo de desenvolvimento sustentável, ou seja,

compatível com a capacidade de sustentação do crescimento econômico, sem exaustão dos recursos naturais. Prega a união de todos os países com vistas à melhoria global da qualidade de vida.