

ECOLOGIA: CONCEITOS BÁSICOS USADOS NA CIÊNCIA DAS INTERAÇÕES

Tarcísio Viana de Lima¹

RESUMO

Apesar de ser considerada recente, a Ecologia, antes compreendida como ciência dos devaneios, vem se destacando profundamente desde o século passado por razões óbvias: as profundas mudanças ambientais estabelecidas por várias atividades antrópicas que subjugaram as estruturas bióticas e abióticas dos mais diversos ecossistemas ao longo de vários anos. Apesar dessas alterações ambientais serem ainda intensas, o patamar atingido pela Ecologia vem alertando e conscientizando a sociedade de que os recursos naturais precisam ser conservados para a manutenção do equilíbrio da biosfera. Portanto, o objetivo desse manuscrito é expandir e consolidar ainda mais determinados conceitos ecológicos que precisam ser disseminados para melhor entendimento da importância dessa ciência para todos os segmentos sociais.

Palavras-chave: Ecologia Moderna; Coorte; Metapopulação; Alelobiose; Ecobiose.

1. INTRODUÇÃO

Desde os primórdios, no período em que o homem mantinha uma vida itinerante sobre a Terra em busca da alimentação oriunda da caça, da coleta de frutos e ervas que supriam suas necessidades; dos locais como cavernas para se proteger das tempestades e dos ataques dos animais [...], a prática ecológica já existia nessas atividades. No entanto, na concepção teórica, havia um desconhecimento total das noções ecológicas, uma vez que o homem não tinha ainda o mínimo conhecimento lógico sobre o processo interativo dos seres vivos entre si e desses com o ambiente. Por muito tempo perduraram tais comportamentos.

No Século IV a.C., Theophrastus fez a primeira descrição sobre as interações ocorrentes entre os organismos e desses com o meio. Por esse motivo ficou conhecido como o primeiro ecologista.

O desenvolvimento da ecologia ao longo dos anos vem mostrando um progresso gradual que busca cada vez mais atingir um objetivo bem definido que possa caracterizá-la como uma ciência de aspecto puramente interdisciplinar para a qual várias outras ciências, por meio de informações particulares, contribuem na sua estruturação.

Os trabalhos de Zoologia, Botânica e de estudos demográficos, essencialmente qualitativos, a partir do instante que interagiram com os conhecimentos oriundos da Física, Química e Fisiologia; possibilitaram responder tanto a determinadas questões elementares sobre o ambiente quanto a quantificar essas interações.

Foram nas regiões temperadas que se originou a conceituação ecológica mais abrangente em decorrência de problemas ligados à ecologia aquática que, por sua vez, forjaram o conceito mais dinâmico de relações entre seres vivos - ambiente, produção e biomassa. Entre os vários trabalhos que demonstraram claramente essa dinâmica interativa verificada numa comunidade foi o do naturalista Sthepen Alfred Forbes, intitulado de *The lake as a microcosm*, publicado em 1887.

A evolução e introdução de técnicas de análise automatizada, o aumento substancial de informações relacionadas aos tipos e formas de interação dentro da biocenose, bem como sobre o ambiente, fazem da área ecológica um campo de extrema complexidade.

¹ Professor do Departamento de Ciência Florestal da Universidade Federal Rural de Pernambuco.

Nas regiões tropicais, apesar da sistematização dos estudos visando eliminar problemas práticos vinculados às áreas agrárias e de saúde, as informações ecológicas ainda são por demais escassas, isso, obviamente, exige uma urgência em se desenvolver trabalhos básicos que favoreçam o acasalamento entre conceitos bem delineados e conhecimentos, permitindo desse modo, à formação de fundamentos teóricos mais consistentes para o avanço da Ecologia nessas regiões.

2. DESENVOLVIMENTO

A origem da Ecologia Moderna

Embora a ecologia enquanto ciência seja considerada bastante recente, conforme ver-se-á mais adiante, todo o seu processo evolutivo se iniciou no Século IV antes de Cristo, como já citado, pois vários registros históricos elaborados e atestados por expressivos vultos, que se destacaram principalmente no contexto filosófico e do naturalismo, constatam que Aristóteles juntamente com o seu discípulo Theophrastus expuseram seus ensaios sobre a organização do conhecimento relacionado aos animais existentes da época e a primeira descrição da inter-relação de seres vivos versus ambiente, respectivamente.

Evidentemente que esses dois grandes pensadores da humanidade precursores das incipientes, mas não menos importantes análises diretamente relacionadas as interações dos seres vivos, foram seguidos por tantos outros que dedicaram a sua vida a compreender e transmitir continuadamente, a cada descoberta, não só os intrincados e relevantes processos que determinam a funcionalidade dos seres vivos, mas a sua sutileza na estrutura ambiental.

Entretanto, o conceito moderno da ecologia passou a ser adotado, efetivamente, em 1838, a partir dos estudos relacionados ao processo da interação ocorrente entre as comunidades de plantas e animais, baseados nas pesquisas do botânico alemão August Grisebach.

Já, em 1887, a ecologia moderna ascendeu com Stephen Alfred Forbes, pesquisador americano fundador da ciência do ecossistema aquático, ao descrever a comunidade dos lagos como microcosmo.

Em 1895, Eugenius Warmin, botânico dinamarquês, realizou importantes estudos ligados à unidade de comunidades vegetais. Inúmeros outros pesquisadores deram prosseguimento e desenvolveram trabalhos de extrema relevância vinculados às questões ecológicas envolvendo comunidades e meios. Entre esses, podemos citar o de Victor Ernest Shelford, que tornou público o seu estudo sobre animais de zona temperada da América, em 1913, e Charles Elton que, em 1927, divulgou o seu importante estudo sobre a dinâmica comunitária.

Apesar dos primeiros estudos deixarem evidenciados de que a comunidade total é uma unidade biótica e não duas - uma da flora e outra da fauna - como podemos deduzir, tal fato foi modernamente bem enfocado nos trabalhos de Frederic Edward Clements, com a obra *Research Methods in Ecology*, de 1905; e Victor Ernest Shelford, sobretudo na sua clássica obra *Bio-Ecology*, publicada em 1939.

Portanto, a comunidade ecológica, de uma forma geral, ao considerar as participações e as irrefutáveis contribuições desses estudos, bem como de outros não mencionados, mas indubitavelmente relevantes colaboradores; admite que a consolidação da Ecologia Moderna remonta a 1930, quando se formou o consenso da definitiva importância dessa ciência para a sociedade mundial.

No caso específico do Brasil, a Ecologia, inicialmente, desenvolveu-se visando atender às necessidades das áreas agrícolas e de saúde, no sentido de se resolver os problemas que afligiam esses dois segmentos.

Sob o ponto de vista de estudos aplicados, inúmeros trabalhos foram feitos procurando descrever à respeito da biologia de espécies e ciclos de vida e suas inter-relações com o meio. Já na área básica, pesquisas de natureza fisiológica, mas realizadas com o apoio de dados ambientais, foram feitas durante a década de 1940, na antiga Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo (USP). Também vários estudos sobre o cerrado se desenvolveram com a forte participação de informações ecológicas, que permitiram caracterizar as comunidades vegetais bem como o seu funcionamento nesse domínio morfoclimático. Por outro lado, vários núcleos de pesquisas foram desenvolvidos no sentido de se dar maior enfoque às questões ecológicas nas áreas oceanográficas, geográficas, geomorfológicas e na ordenação paisagística.

Atualmente no Brasil, a Ecologia encontra-se enquadrada em três núcleos de desenvolvimento que estão intimamente ligados:

- a. *Ecologia de Ecossistemas*: preocupa-se em desenvolver estudos integrados de sistemas terrestres e hídricos (marítimos e lacustres).
- b. *Ecologia Teórica*: tem por preocupação englobar inúmeros aspectos da Ecologia Evolutiva, Ecologia Geográfica e Ecologia Quantitativa e Funcional.
- c. *Ecologia Aplicada*: nessa modalidade procura-se desenvolver estudos ligados às questões da poluição e saneamento, planejamento ambiental, ordenação paisagística e, por fim, conservação de recursos naturais.

Conceitos de Ecologia

Considerando-se os pormenores ligados à história do desenvolvimento da Ecologia, é fácil perceber que há uma abundância de conceitos e de definições que procuram situá-la cada vez mais como uma ciência bem discernida. No entanto, nunca é demais lembrar que, na realidade, a Ecologia é uma ciência de interface, conforme será evidenciado.

Todo o processo evolutivo da Ecologia ocorreu em função da multiplicidade de métodos de abordagem resultante da necessidade premente de descrever a paisagem, quantificar tanto os seres vivos quanto as associações bióticas, bem como de tentar resolver problemas de natureza prática ligados à Agricultura e a Epidemiologia. Acrescente-se a essa necessidade os inúmeros estudos evolutivos que, por outro lado, permitiram gerar questões como: Por que determinadas espécies são encontradas em certas regiões e em outras não? - e a busca de respostas que relacionam a evolução dos seres vivos com as pressões ambientais e bióticas, tais como: a coevolução, relações entre predadores e presas, entre parasitas e hospedeiros.

A palavra ecologia foi proposta em 1855, pelo zoólogo alemão Reiter, e deriva-se do grego *Oikos* que significa casa ou habitação, meio, ambiente, biótopo; e *logos*, que significa estudo. Portanto, literalmente a Ecologia significa o estudo da casa, ou seja, do meio onde os seres vivos habitam.

Agora, a Ecologia como ciência foi definida pela primeira vez pelo biólogo alemão Ernst Haeckel, em 1866, com sendo o “*conhecimento da soma das relações dos seres vivos com o mundo ao seu redor, incluindo todas as condições orgânicas e inorgânicas da existência*”. Tomando-se por base essa definição, é fácil perceber que essa ciência tem por finalidade averiguar o grau de relacionamento tanto no nível de organismos como entre esses componentes e o seu biótopo.

A Ecologia – uma ciência multidisciplinar

Ao longo dos anos, um grande número de autores, inclusive Charles Joseph Krebs, em 1972, considerou a Ecologia como sendo o produto total resultante das interfaces entre Genética, Evolução, Comportamento e Fisiologia (Figura 1), enquanto outros,

consideraram as interfaces da Ecologia com outras ciências ambientais, tais como: Hidrologia, Geologia, Meteorologia e as ciências da vida como: Genética, Evolução, Etologia, e Fisiologia (Figura 2)

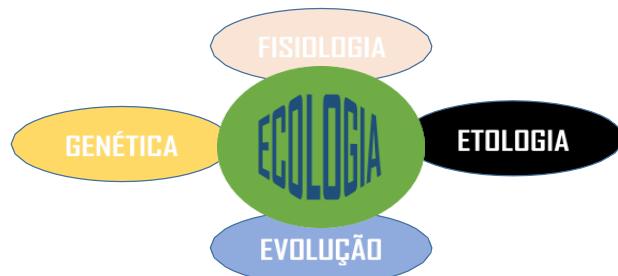


Figura 1. Ecologia e suas interfaces com genética, fisiologia, etologia e evolução segundo Krebs (1972).

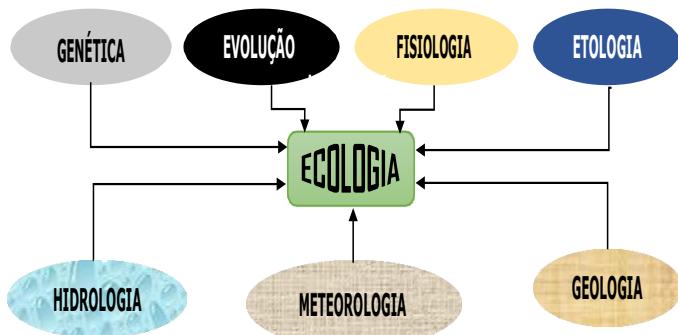


Figura 2. Interface da Ecologia com a Hidrologia, Meteorologia, Geologia, além da Genética, Evolução, Fisiologia e Etologia.

Delimitação da Ecologia

Conforme Eugene Pleasants Odum, considerado o mais relevante pesquisador americano do Século XX na área da ecologia de ecossistemas, em seu livro Fundamentos de Ecologia, de 1988, provavelmente a melhor maneira de se delimitar a Ecologia moderna possa ser por meio da hierarquia dos **níveis de organização**, sendo visualizados na forma de “espectro biológico” (Figuras 3).

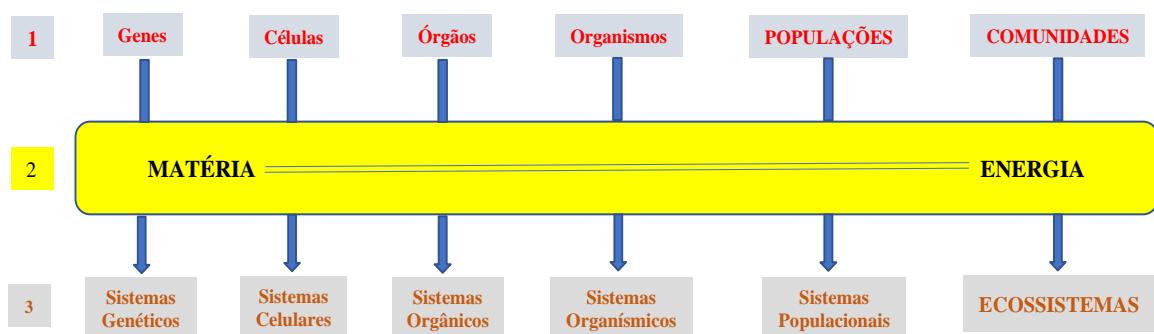


Figura 3. Espectro dos níveis de organização segundo Odum (1986): a Ecologia enfoca a parte direita do espectro, ou seja, os níveis de organização desde organismos até os ecossistemas.

De acordo com a Figura 3, facilmente percebe-se que, dentro dos níveis organizacionais, a Ecologia se preocupa apenas com as estruturas que compõem o lado direito do espectro biológico, ou seja, populações, comunidades e ecossistemas.

Uma outra maneira de demonstrar os níveis de organização de vida e as subdisciplinas da Biologia, encontra-se esquematizado no Quadro 1. Nota-se que a Biologia procura definir e explicar os padrões entre e dentre os organismos em diversos níveis hierárquicos de organização. Já a Ecologia, por sua vez, procura explicar a correspondência entre a estrutura e a função dos seres vivos com o meio. A Ecologia tem uma grande afinidade com a Botânica, que compreende quatro campos, a saber: Morfologia, Fisiologia, Taxionomia/Sistemática e Genética. Ora, cada um campo desse pode ser desenvolvido sem levar em consideração o ambiente do vegetal. No entanto, quando os estudos consideram o meio, esses, sistematicamente, passam a ser de caráter da Ecologia.

Quadro 1. Níveis de organização de vida - subdisciplinas da Biologia.

ECOSISTEMAS COMUNIDADES POPULAÇÕES	ECOLOGIA
ORGANISMOS SISTEMAS DE ÓRGÃOS (APARELHOS)	BOTÂNICA, ZOOLOGIA ANATOMIA, FISIOLOGIA
TECIDOS CÉLULAS	HISTOLOGIA BIOLOGIA CELULAR
MOLÉCULAS ÁTOMOS ENERGIA	BIOFÍSICA BIOQUÍMICA
PROCURA: <ul style="list-style-type: none"> . AVALIAR COMO OS ORGANISMOS AFETAM E SÃO AFETADOS PELO AMBIENTE . INVESTIGAR A PRESENÇA OU AUSÊNCIA DE DETERMINADAS ESPÉCIES . ANALISAR A ABUNDÂNCIA OU RARIDADE, TENDÊNCIAS E FLUTUAÇÕES NO NÚMERO DAS ESPÉCIES 	

Dentre as estruturas que fazem parte do Quadro 1, é importante deixar bem elucidado alguns conceitos, pois são preponderantes nas análises dos diversos ecossistemas encontrados na biosfera. Portanto, nesse sentido, chama-se a atenção para a concepção de que cada espécie é constituída por organismos (espécimes, indivíduos, seres vivos...), cujas características morfofisiológicas são comuns. Entretanto, na natureza, é crucial dividi-los em **unitários** - quando apresentam morfologia geral e desenvolvimento ontogenético previsíveis e determinados, ou seja, suas características estruturais intrínsecas são mantidas durante todo o seu ciclo de vida, logo, enquadram-se no grupo: aves, répteis, mamíferos e insetos (Figura 4); e **modulares** – indivíduos que crescem pela produção repetida de módulos e geralmente formam estruturas ramificadas peculiares não previsíveis, sendo representados, portanto, pelas árvores, arbustos, ervas, corais, fungos, entre outros (Figura 5).



Figura 4. Exemplos de alguns organismos unitários encontrados na natureza e que fazem parte da fauna. A – exemplar de miríápode diplópode (vulgarmente conhecido por piolho-de-cobra). B – exemplar de ortóptero (gafanhoto sobre a serapilheira florestal).

Autor das imagens: Tarcísio Viana de Lima



Figura 5. Exemplos de alguns organismos modulares encontrados na natureza, tais como: A - vegetais de hábitos arbóreo, arbustivo e herbáceo; B – fungos encontrados em florestas ombrófilas tropicais.

Autor das imagens: Tarcísio Viana de Lima

Outro conceito bastante usado na Ecologia é o de população ou coorte que, por sua vez, corresponde ao conjunto de indivíduos de uma mesma espécie (Figura 6).

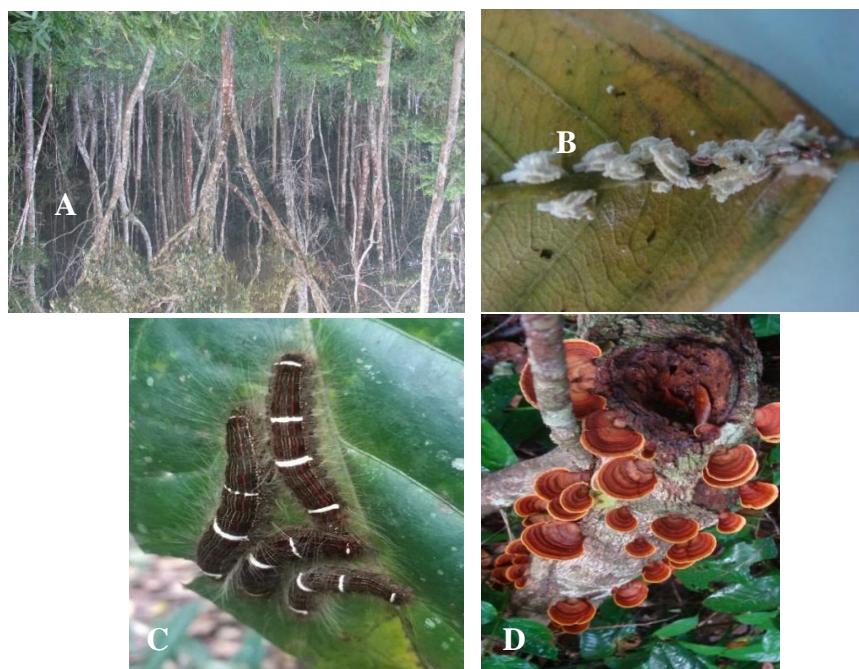


Figura 6. A – coorte de indivíduos de espécie florestal formando pequena reboleira ou agrupamento no interior de mata serrana, em Serra dos Cavalos, Caruaru, Pernambuco; B - pequena população de cochonilhas absorvendo seiva em folha; C - lagartas sobre folha; D – coorte do fungo orelha-de-pau distribuída sobre resto de tronco de uma árvore em floresta ombrófila densa de terras baixas, do Estado de Pernambuco.

Autor das imagens: Tarcísio Viana de Lima

As intensas interferências antrópicas verificadas historicamente nos biomas, sobretudo nos tropicais, têm possibilitados as fragmentações dos diferentes ecossistemas, principalmente aqueles que compõem as florestas ombrófilas das baixas latitudes. Essas investidas, contínuas ou intermitentes, vêm consolidando o conceito de metapopulação.

As metapopulações funcionam como perspectivas que permitem diferenciar a extinção local, ou seja, quando uma dada população desaparece de um sítio; da extinção regional, caracterizada pelas perdas de todas as populações de uma certa região.

Face a essa importância, a metapopulação (Figura 7) pode ser descrita como uma rede de populações formada por subpopulações estruturadas em grupos nos espaços geográficos onde se verificam indivíduos se reproduzindo localmente e se conectando por migração (imigração e emigração), influenciando dessa forma na dinâmica local e no fluxo gênico da região, além de possibilitar a população se restabelecer após o processo de extinção local.

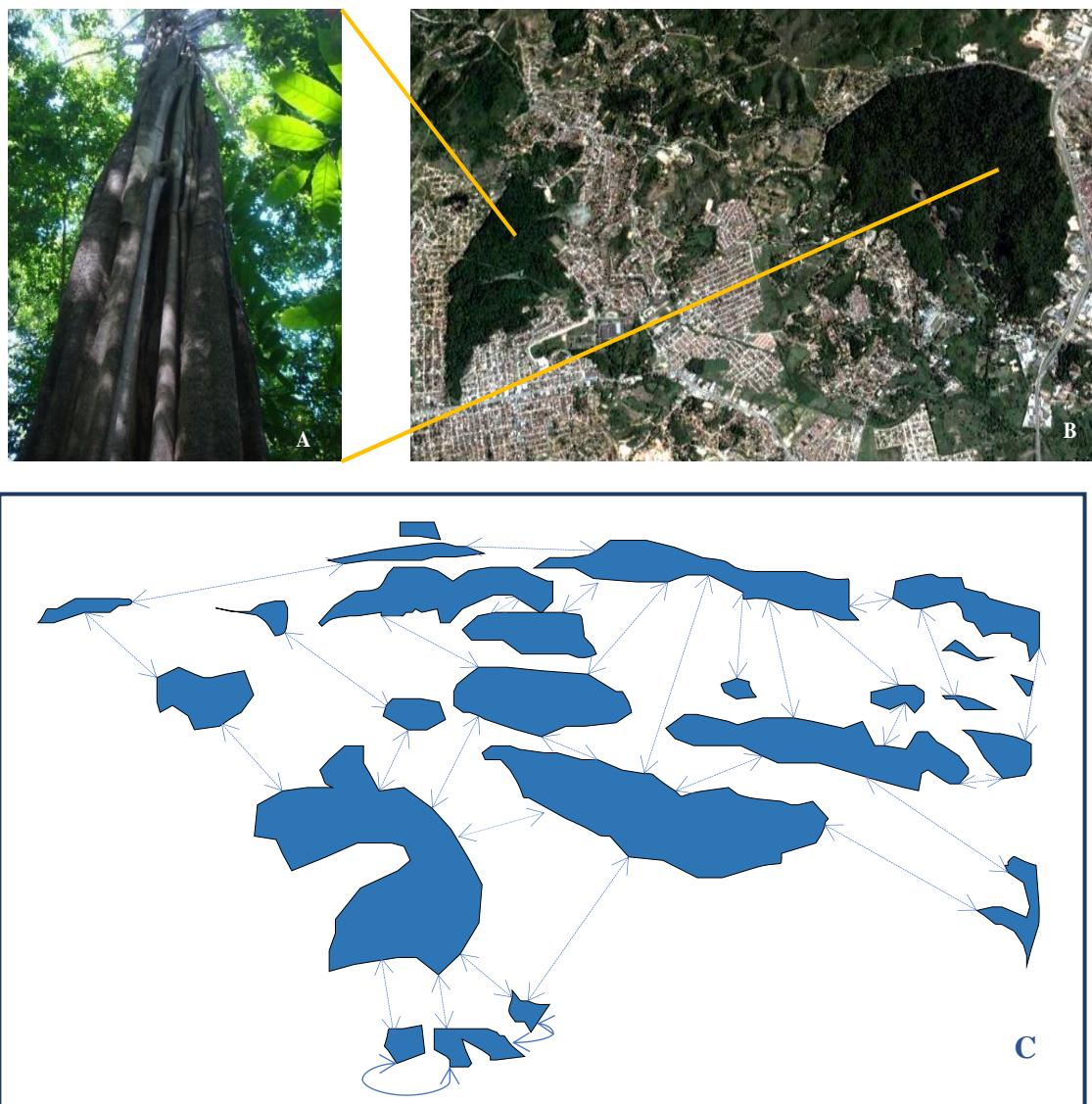


Figura 7. A - espécime de cabo-de-machado (*Aspidosperma discolor* A. DC.), cujo conjunto de indivíduos forma reboleiras no interior de fragmentos do bioma Mata Atlântica na Região Metropolitana de Recife (B); C – representação esquemática de fragmentos metapopulacionais mostrando possíveis conexões denominadas dentro da Ecologia como corredores ecológicos.

Autor das imagens: Tarcísio Viana de Lima

Divisões da Ecologia

A ecologia encontra-se dividida em:

- Alelobiose – quando propõe estudar as interações dos seres vivos entre si. Nesse caso, verificam-se as possibilidades de se avaliar os relacionamentos entre indivíduos da mesma espécie, a cenobiose (Figura 8 A); e dos seres vivos de espécies diferentes, a aloiobiose (Figura 8 B).



Figura 8. A alelobiose: do tipo cenobiose – indivíduos de cana-de-açúcar se relacionando por competição intraespecífica numa formação canavieira na zona da mata do Estado de Pernambuco (A); do tipo aloiobiose - cochonilhas se alimentando de seiva de folha (B).

Autor das imagens: Tarcísio Viana de Lima

- Ecobiose - diz respeito a estudo do relacionamento dos seres vivos com o ambiente (Figura 9).



Figura 9. Ecobiose – relações verificadas entre seres vivos e o ambiente. A – rocha condicionando liquens; B – *Ipomea pes-caprae* instalada sobre solos arenosos de praia.

Autor das imagens: Tarcísio Viana de Lima

Subdivisões da Ecologia

Pela complexidade da Ecologia, o cientista Schröter propôs em 1896, para esta ciência, a primeira subdivisão denominada de **Autoecologia** hoje conhecida também como **Ecofisiologia** ou **Ecologia de Espécies**. Essa tem por preocupação estudar as relações dos seres vivos de uma espécie com o seu ambiente. Portanto, procura estabelecer o grau de preferência e de tolerância dos organismos constituintes da espécie pelos mais variados fatores ambientais, ao mesmo tempo em que examina os efeitos causados por esses fatores nos aspectos morfológicos, fisiológicos etológicos e, obviamente, sobre a distribuição espacial ou geográfica desses organismos (Figura 10)



Figura 10. Exemplos de autoecologia, ecofisiologia ou ecologia de espécies: A – plântulas de cabo-de-machado (*Aspidosperma discolor* A. DC.); B – indivíduos de cupins arbóreos (*Nasutitermes sp*) em ninho construído no interior de Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas no Estado de Pernambuco.

Autor das imagens: Tarcísio Viana de Lima

Posteriormente, em 1902, Schröter lançou a segunda subdivisão da Ecologia denominada de **Sinecologia** que, por sua vez, preocupa-se em estudar as inter-relações entre os seres vivos de duas ou mais espécies, bem como as relações desses com o meio, procurando também estabelecer o grau de preferência e de tolerância desses seres vivos pelos mais variados fatores ambientais.

Nesses processos interativos, além de examinar os efeitos causados por esses fatores ambientais nos aspectos morfológicos, fisiológicos, etológicos e de distribuição espacial; também se avaliam os processos de dispersão, adaptação e de competição dos organismos dessas mesmas espécies. Dessa forma, pode- se concluir que, na realidade, a Sinecologia compreende os estudos ecológicos pertinentes a populações, comunidades e ecossistemas. Assim, por exemplo, levantamentos fitossociológicos realizados em ecossistemas florestais, cujo objetivo é detalhar e informar sobre as estruturas horizontal e vertical da vegetação são atividades de natureza sinecológica.

Nas avaliações sinecológica, levam-se em consideração dois aspectos: o **estático** (Sinecologia Descritiva) e o **dinâmico** (Sinecologia Funcional).

A Sinecologia Descritiva procura descrever o conjunto de organismos de diferentes espécies ocorrentes em um determinado meio, ou dentro de meios diversificados. Dessa maneira, é possível obter conhecimentos exatos a respeito da composição específica, número de indivíduos amostrados, constância, densidade/frequência/dominância (área basal) absolutas e relativas, índice de valor de importância e distribuição espacial das espécies envolvidas na comunidade.

Já a Sinecologia Funcional, por sua vez, descreve o aspecto evolutivo dos conjuntos de seres vivos das mais variadas espécies, mas também procura examinar os elementos influenciadores que são responsáveis pelo processo sucessório dentro de um lugar determinado ou em meios diversos. Além do mais, permite estudar o deslocamento da matéria e o fluxo de energia entre os integrantes do(s) ecossistema(s), possibilitando, portanto, que se conheça a cadeia alimentar, as pirâmides de número, de biomassa e de energia; da produtividade e do rendimento; constituindo assim, a **Sinecologia Quantitativa**.

Considerando-se a natureza do meio, a Ecologia pode também ser subdividida em: Marítima(talassociclo), Terrestre (epinociclo) e Límnica (limnociclo).

As linhas de abordagens da Ecologia

A Ecologia atual apresenta várias linhas de abordagens, entre essas, podemos

observar que as mais comuns e frequentemente usuais em pesquisas são:

-*Ecologia de Ecossistemas*: procura envolver a síntese das interações operacionais dos organismos com o ambiente e a complexidade dessas interações. De acordo com essa conceituação, o ecossistema passa a ser considerado a **unidade operacional básica em Ecologia**, sendo, portanto, definido como unidade de processamento de energia. O ecossistema é detentor de mecanismos de domínio e passa por um estágio contínuo de evolução norteada por alterações nos processos interativos entre os seus componentes. Logo, é fácil perceber que no ecossistema ocorrem os seguintes tipos de operações: circuito de energia, redes tróficas, padrões de diversidade no tempo e no espaço, ciclos biogeoquímicos, desenvolvimento e evolução das interações entre os componentes bióticos e abióticos.

-*Ecologia Evolutiva*: procura esclarecer como evoluíram os mecanismos de operação dos seres vivos entre si e destes com o meio, bem como explicar quais as causas responsáveis pela ocorrência dessa evolução. Portanto, as questões relacionadas com a coevolução, relações entre predadores e presas e inúmeras ocorrências interativas entre os organismos, incluindo também as pressões ambientais, são objeto de estudo na Ecologia Evolutiva.

-*Ecologia Trófica*: procura abordar as relações alimentares entre os seres vivos, as quais são responsáveis no processo de regulagem dos ciclos de matéria e fluxo de energia dentro do sistema. As informações advindas dos estudos das relações tróficas são por demais importantes para a Ecologia uma vez que podemos caracterizar as comunidades tanto sob o ponto de vista qualitativo quanto quantitativo, por meio das interações de alimentação e da situação dos seres vivos em diversos níveis alimentares. Esse tipo de estudo permite ainda averiguar a pressão exercida pelos predadores sobre suas presas nos diferentes níveis tróficos em determinadas populações tanto em ecossistemas terrestres quanto aquáticos.

-*Ecologia Aplicada*: atualmente tem sido discernida da Ecologia pura ou básica. No entanto, como em qualquer ciência, essa diferenciação é até certo ponto bastante difícil de ficar evidenciada, pois as aplicações práticas têm uma forte dependência dos conhecimentos teóricos e do campo básico das informações adquiridas. Portanto, a Ecologia Aplicada procura abordar temas de relevância, tais como: problemas agrários ligados aos ciclos de nutrição e crescimento de culturas silvícolas e agrícolas, controle integrado de pragas, avaliação dos recursos hídricos e poluição, conservação de recursos, planejamento ambiental e exploração racional de sistemas ecológicos e Ecologia Humana.

-*Ecologia Descritiva*: tida como o agrupamento de todas as informações que possam ser obtidas de um sistema ecológico qualquer e que favoreça descrever a sua estrutura, sem no entanto, procurar enfatizar os aspectos quantitativos do mesmo. Podemos citar como exemplos a descrição de modelos de redes alimentares, ou dos padrões estacionais de ciclos de precipitação e temperatura, etc.

-*Ecologia Quantitativa e Funcional*: quando procura-se orientar a pesquisa no sentido de direcioná-la visando medir as inter-relações como também quantificar os processos responsáveis pela dinâmica dos sistemas ecológicos.

A junção entre as duas últimas abordagens (descritiva e a funcional) é de fundamental importância no sentido de se elaborar estruturalmente o ecossistema e, também, na quantificação de processos nos níveis de sistema ecológico, comunidades ou populações.

-*Ecologia Geográfica*: tipo de abordagem que procura investigar a influência da

distribuição dos organismos, em épocas passadas, procurando averiguar a importância dos mesmos sobre as características de um ecossistema atual qualquer e os problemas de distribuição geográfica dos organismos resultantes das interações entre as espécies e as características morfológicas e fisiológicas de cada espécie, que lhes possibilitam viver em um determinado meio.

Logo, em qualquer uma das abordagens em Ecologia descritas acima, há determinadas técnicas elementares que devem ser levadas em consideração para obter-se bons resultados. Essas técnicas envolvem:

- a. Métodos de campo- caracterizam-se pela avaliação descritiva e funcional do ecossistema, a descrição das comunidades e interações dos organismos ou a quantificação do fluxo de energia. Portanto, é feita por meio de métodos experimentais e de coleta de campo.
- b. Métodos no laboratório- o acompanhamento dos aspectos funcionais e descritivos do ecossistema ou das interações de determinados componentes da comunidade pode ser feito no laboratório. Esse acompanhamento é considerado como um dos métodos mais acurado de controle de fatores limitantes e reguladores.
- c. Métodos Matemáticos- nesse caso, realizam-se abstrações e síntese dos estudos ecológicos e descreve-se o sistema do ponto de vista quantitativo e preditivo.

A importância da Ecologia Moderna

A Ecologia Moderna, cuja origem remonta a 1930, é uma ciência de extrema importância nos dias atuais uma vez que, efetivamente, atua nos seguintes aspectos:

➤ Proteção da natureza:

A proteção da natureza é, em outras palavras, a proteção do próprio ser humano. Logo a aplicação dos conhecimentos adquiridos por meio dos estudos ecológicos permite evitar a ocorrência de:

. Destrução dos recursos naturais

O aumento incessante, incontrolado e explosivo da população humana promove cada vez mais a deficiência em algumas áreas e a falta em outras do alimento, principal responsável pela manutenção da humanidade. Esse aspecto, portanto, põe em risco os recursos naturais que, em decorrência de um melhor direcionamento, poderão chegar ao total esgotamento.

As grandes áreas tidas como improdutivas do globo (desertos) associadas às explorações irracionais dos recursos naturais pelo homem nos mostram como consequências desastrosas, portanto infelizes, os problemas vinculados à erosão, ao dessecamento do solo em função da destruição da cobertura vegetal e secamento das áreas alagadas, provocando o esgotamento do lençol freático; bem como da pesca e caça incontrolada, levando, obviamente, a destruição das reservas naturais disponíveis.

➤ Poluição da biosfera

Entre as causas da poluição da biosfera (ecosfera), podemos citar:

Pesticidas

As aplicações exacerbadas dos pesticidas, visando controlar pragas incidentes nas culturas agrícolas, sem dúvida alguma são uma das principais razões de destruição de espécies úteis e indiferentes, tornando evidentemente os ecossistemas mais empobrecidos

e desequilibrados, provocando, portanto, o surgimento de raças resistentes, além de acumularem-se nos ecossistemas onde futuramente vão causar intoxicações em animais e no próprio homem.

.Radiações

Extremamente perigosas. E entre as causas que provocam essa periculosidade, podemos citar o período de ação de cada elemento, o qual denominamos de meia vida. Entre as radiações mais importantes, vamos encontrar a β e γ . Por outro lado, o Estrôncio 90 cuja meia vida é de 28 anos, é considerado atualmente como o elemento mais perigoso que ocorre na natureza em forma de precipitação radiativa e que facilmente se acumula no organismo humano.

.Detritos industriais

Encontrados tanto no ar (CO_2 , CO , NO_2 , Pb da gasolina, produtos à base de enxofre, entre outros que tingem o firmamento de cor cinza) quanto na água (uso de detergentes não biodegradáveis, sobretudo, em décadas passada; restilos, resíduos químicos, entre outros), cujo grau de poluição é mensurado por meio da demanda bioquímica de oxigênio (DBO) absorvido por um volume de água dado em cinco dias na temperatura de 18°C .

➤ Destrução das espécies e dos ecossistemas

O desaparecimento de inúmeras espécies de animais e de vegetais tem como causa principal a ação perniciosa do homem sobre os mais diversificados ecossistemas que integram à biosfera, principalmente àqueles de complexidade mais acentuada, tendo em vista que qualquer alteração que possa ocorrer quebrando a continuidade da cadeia alimentar nesses sistemas ecológicos fatalmente levará a eliminação das espécies que fazem parte da estrutura trófica desses ecossistemas.

➤ Manutenção de estações de refúgio

Tem por finalidade básica dois aspectos:

- a. criar inimigos naturais que, por sua vez, possam controlar a incidência de alguma praga num determinado meio, e
- b. criar também, polinizadores no sentido de que os mesmos favoreçam o continuum reprodutivo de inúmeras espécies vegetais que contribuirão na manutenção do equilíbrio ecológico de um dado ecossistema.

➤ Controle biológico

A ecologia exerce uma grande importância no que diz respeito ao uso do controle biológico, uma vez que por intermédio das informações transmitidas por essa ciência, é possível manusear com maior segurança as técnicas que permitem o desenvolvimento e aplicação do controle biológico no sentido de se combater pragas e ervas daninhas no contexto dos ecossistemas antrópicos silviculturais e agrícolas.

Para se controlar plantas invasoras em determinadas situações, pode-se usar insetos como alternativa, pois, como é de amplo conhecimento, um dos casos bem-sucedidos foi o do controle da invasão de um determinado cactus do gênero *Opuntia*, na Austrália, feito

pela introdução da mariposa argentina *Cactoblastis cactorum* Berg. que, em 3 anos, conseguiu reduzir a densidade populacional desse gênero, mantendo-o controlado.

Portanto, o controle biológico é uma prática fundamental e essencial para o combate de pragas, pois, além de não deixar resíduos, é mais específico, duradouro e não provoca desequilíbrio ao ambiente.

Os principais agentes usados no controle biológico de pragas são microbianos (fungos, bactérias e vírus), insetos entomófagos, parasitos e/ou predadores.

➤ Controle integrado

Inicialmente, o conceito dado para esse tipo de controle se caracterizava pelo uso da combinação e integração de agentes biológicos e substâncias químicas no sentido de se dominar um determinado tipo de praga. Com inúmeros resultados extremamente negativos decorrentes desse modelo de controle, onde os produtos químicos adicionados eram potencialmente danosos, tanto para o ambiente quanto para as estruturas bióticas, o controle integrado passou a ser recomendado para ser praticado por meio de métodos ecologicamente corretos e adequados, capazes de manter a integridade estrutural e funcional dos componentes dos ecossistemas.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao fechamos este manuscrito, deixamos evidente que as parcas informações aqui contidas, apesar de fundamentais, são apenas norteadoras, portanto, devem ser usadas como subsídios que permitam aos interessados aprofundar-se nas numerosas e importantes bibliografias pertinentes à temas ecológicos.

Nossa singela intenção foi apenas reunir determinadas informações teóricas que, muitas vezes, encontram-se dispersas na miscelânea de publicações sobre questões na área da ecologia.

Logo, esperamos que esses tópicos básicos possam servir de ferramentas e, na medida do possível, ajudem na compreensão da escalada e do processo evolutivo da Ecologia enquanto ciência.

4. BIBLIOGRAFIAS COMPLEMENTARES

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R.; HARPER, J. L. **Ecologia: de indivíduos a ecossistemas.** 4^a ed. Porto Alegre: Artmed. 2007. 752 p.

COELHO, R. M. P. **Fundamentos em Ecologia.** 2^a ed. Porto Alegre: Artmed. 2006. 252 p.

GOTELLI, N. J. **Ecologia.** 1^a ed. Londrina: Planta. 2007. 260 p.

GUREVITCH, J.; SCHEINER, S. M.; GORDON, A. F. **Ecologia vegetal.** 2 ed. Porto Alegre: Artmed. 2009. 592 p

LARCHER, W. **Ecofisiologia Vegetal.** São Paulo: Rima Artes e Textos. São Carlos, São Paulo. 2000. 531 p.

MORAN, E F.; OSTROM, E. **Ecossistemas florestais:** interação homem-ambiente São Paulo: Senac. Edusp. 2009. 544 p.

ODUM, E.P. **Fundamentos de Ecologia.** 7^a ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian. 2004. 930 p.

- RICKLEFS, R. E. **A economia da natureza**. 5^a ed. Guanabara/Koogan. 2003. 503 p.
- SEBASTIÃO, L. Ecologia.: princípios e métodos. Rio de Janeiro: Vozes Ltda. 1995. 198p.
- SILVEIRA NETO, S.; NAKANO, O.; BARDIN, D.; NOVA, N. A. V. **Manual de ecologia dos insetos**. São Paulo: Agronômica Ceres. 1976. 419p.
- TOWNSEND, C. R.; BEGON, M. HARPE, J. L. Fundamentos em ecologia. 2^aed. Porto Alegre: Artmed. 2006. 592p.