

Algo além do número de espécies

Aliny Patrícia Flauzino Pires,
Adriano Caliman Ferreira da Silva e Vinícius Fortes Farjalla

Departamento de Ecologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro

A principal característica do planeta Terra é a existência de vida e, sem dúvida, a característica mais intrigante da vida é a variedade de seres vivos. Essa diversidade biológica – ou biodiversidade – é definida como o conjunto de diferenças genéticas, taxonômicas e ecológicas entre os seres vivos. A biodiversidade intriga os cientistas há muito tempo e, mais recentemente, tornou-se também alvo da curiosidade pública. Entretanto, se nos perguntarmos a respeito do nosso atual conhecimento sobre as causas e conseqüências da biodiversidade no nosso planeta, veremos que existem duas respostas aparentemente paradoxais.

Podemos afirmar que conhecemos muito pouco da biodiversidade da Terra, já que estimativas atuais prevêm que o número de espécies conhecidas provavelmente não chega a 1% do total existente. Por outro lado, certamente conhecemos o bastante para afirmar que a sociedade humana depende diretamente de serviços ecológicos, como fertilidade do solo, purificação da água, qualidade do ar e outros, os quais são mantidos pela biodiversidade dos ecossistemas. Isso nos leva a concluir que a redução da biodiversidade tem implicações imediatas sobre a nossa sociedade.

Atualmente a Terra atravessa seu sexto e maior evento de extinção em massa, mas este, ao contrário dos anteriores, é causado unicamente pela ação destrutiva da humanidade sobre os ecossistemas. Atividades como fragmentação e destruição de habitats, introdução de espécies exóticas, contaminação ambiental por substâncias tóxicas, caça predatória, tráfico de animais silvestres e

outras vêm impiedosamente exaurindo a biosfera. Com base nisso, cientistas de todo o mundo buscam avaliar como e por que a alarmante perda de espécies presenciada atualmente põe em risco o equilíbrio dos ecossistemas e, em conseqüência, o bem-estar da sociedade.

Menos ou mais espécies?

Muitas pessoas, sobretudo as que vivem em áreas rurais, já ouviram falar em rotação de culturas (método que consiste em alternar espécies vegetais na mesma área agrícola para otimizar a capacidade produtiva do solo) sem desconfiar que esse processo se baseia em mecanismos hoje usados para explicar os efeitos da biodiversidade no funcionamento dos ecossistemas. Ou seja, para esclarecer por que um ambiente com um número maior de espécies pode ser mais produtivo que um com quantidade menor. O naturalista inglês Charles Darwin (1809-1882) já havia vislumbrado essa questão em seu livro *A origem das espécies*. Nele, Darwin revela ter observado, em seus experimentos, que gramíneas cresciam mais em canteiros que continham um número maior de espécies de plantas.

A diversidade de espécies pode ter dois efeitos principais sobre o funcionamento e o equilíbrio dos ecossistemas. O primeiro, conhecido como ‘efeito de complementari-



Figura 2. Imagine que a tela em branco é um processo biológico que acontece rotineiramente nos ecossistemas – por exemplo, a utilização dos nutrientes disponíveis no solo pelas plantas

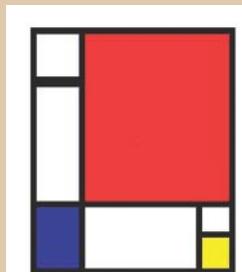


Figura 1. *Boardwalk*, também conhecida como composição em vermelho, amarelo e azul, pintada em 1921 por Piet Mondrian

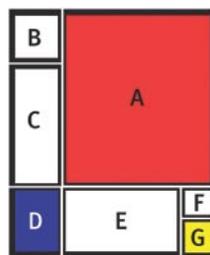


Figura 3. Imagine que cada componente na tela seja uma espécie de planta e a área de cada um representa a capacidade de absorção de nutrientes do solo pela planta – portanto, as figuras maiores seriam plantas mais eficazes na absorção de nutrientes

dade’, pode ser identificado a partir de dois mecanismos. O mais importante e mais observado nos estudos é o de ‘diferenciação de nicho’. De modo simplificado, nicho é o conjunto de condições do ambiente no qual uma espécie pode sobreviver e se reproduzir. Portanto, cada espécie ocuparia um espaço (um nicho) no ambiente e teria um papel na manutenção dos processos ecossistêmicos. Por isso, a presença de maior número de espécies potencializaria o uso dos recursos disponíveis em um ambiente, à medida que ocupassem os ‘espaços vagos’ existentes. Já o mecanismo de ‘facilitação’ estabelece que a presença de uma espécie pode prover recursos ou gerar condições favoráveis para outra, sem prejuízo para a primeira. Assim, a segunda poderia usar recursos que, antes da chegada da espécie facilitadora, não estavam acessíveis. A ação isolada ou conjunta desses mecanismos faz com que comunidades mais ricas em espécies sejam mais eficientes no uso da totalidade de recursos, o que pode resultar no aumento da eficiência também dos processos e serviços de um ecossistema.

O segundo efeito da diversidade sobre os ecossistemas é o ‘efeito de seleção’. Esse efeito ocorre porque, se o número de espécies cresce em um ambiente, também aumenta a probabilidade de que exista uma espécie com habilidade superior às demais, e a presença de espécies mais hábeis maximiza uma determinada função do ecossistema. Embora esse efeito se baseie em um princípio matemático, tem conseqüências ecológicas relevantes.

Arte abstrata e natureza

Para ilustrar os principais mecanismos de atuação da biodiversidade sobre o funcionamento dos ecossistemas, podemos usar a arte do pintor holandês Piet Mondrian (1872-1944), que criou o neoplasticismo no século passado. A idéia central desse movimento artístico era a de promover uma limpeza espacial na pintura, a partir de elementos mínimos e cores básicas. Mondrian pretendia reduzir a variedade e multiplicidade da natureza a uma configuração plástica abstrata, e podemos aproveitar uma de suas telas – *Boardwalk*, uma composição em vermelho, amarelo e azul, de 1921 (figura 1) – para explicar os efeitos da biodiversidade nos ecossistemas.

Imagine que uma tela em branco (figura 2) representa um processo biológico que ocorre rotineiramente nos ecossistemas – por exemplo, a utilização dos nutrientes disponíveis no ambiente pelas plantas. Agora imagine que, na pintura de Mondrian, cada componente geométrico (figura 3) é uma espécie de planta e que o tamanho do espaço que ocupa indica sua capacidade de absorção de nutrientes (ou seja, figuras maiores seriam plantas mais eficazes nesse processo). A partir dessa situação inicial, é possível

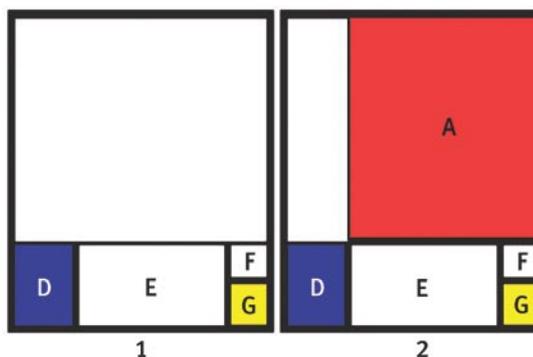


Figura 4. No mecanismo de diferenciação de nicho, a adição da espécie A, ausente em um primeiro momento, implica uma ocupação mais ampla do ambiente, ou seja, uma maior absorção dos nutrientes disponíveis no solo

compreender os principais mecanismos de atuação da biodiversidade.

O efeito de complementaridade, como já foi dito, inclui dois mecanismos principais.

No mecanismo de diferenciação de nicho, o aumento do número de espécies no ecossistema levaria a um melhor uso dos recursos disponíveis, já que elas têm habilidades distintas na absorção de nutrientes. No exemplo ilustrado pela tela de Mondrian (figura 4), a adição da espécie A, ausente em um primeiro momento, implica uma ocupação maior do ambiente, ou seja, uma maior absorção dos nutrientes. No caso do mecanismo de facilitação, o uso dos recursos por uma comunidade com duas espécies, A e G (figura 5), tem um limite, mas a presença de mais uma espécie, E, gera – juntamente com a espécie A – condições favoráveis à ampliação da absorção de recursos pela espécie G (o aumento da área amarela). Com isso, aumenta o uso dos nutrientes pelo conjunto da comunidade.

No caso do efeito de seleção, podemos, em nosso exemplo, imaginar um ambiente inicial com duas espécies (F e G) de baixa capacidade de absorção de nutrientes, o que implica utilização reduzida dos

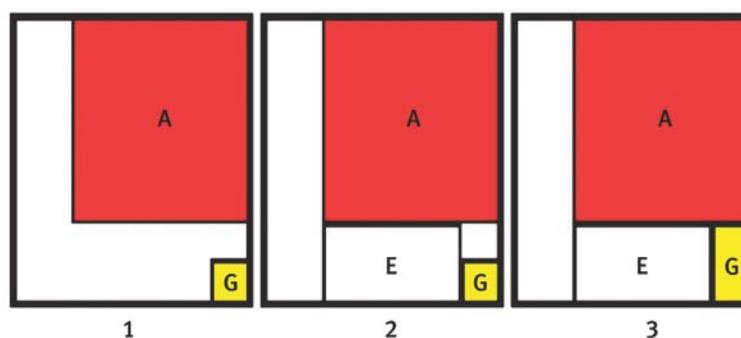


Figura 5. No mecanismo de facilitação, o uso dos nutrientes é limitado se a comunidade só tem duas espécies, A e G, mas a adição da espécie E gera, juntamente com A, condições favoráveis à maior absorção de nutrientes por G (como mostra a área amarela ampliada) e, em conseqüência, pelo conjunto da comunidade

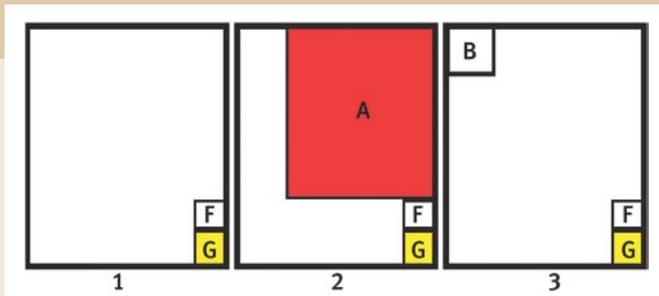


Figura 6. No efeito de seleção, a utilização dos recursos do solo é reduzida em um ambiente inicial com duas espécies (F e G) com baixa capacidade de absorção de nutrientes, mas à medida que cresce o número de espécies aumenta a probabilidade da presença de alguma que tenha alta capacidade de absorção de nutrientes (A, em vermelho). Podem surgir espécies (como B) com capacidade semelhante à das que já existiam ali, mas à medida que cresce o número destas aumenta a chance de que apareça uma mais eficiente em relação às demais, melhorando o funcionamento do ecossistema como um todo

recursos do solo (figura 6). Entretanto, assim como em um jogo de tentativa e erro, à medida que o número de espécies cresce, aumenta a probabilidade da presença de alguma espécie com alta capacidade de uso dos recursos (como A, em vermelho). Pode ocorrer de uma terceira espécie ter habilidade semelhante à das demais (B), mas a probabilidade da presença de uma espécie que seja mais eficiente em relação às demais aumenta à medida que cresce o número de espécies no ambiente, e isso determina que ecossistemas com maior número de espécies sejam mais eficientes em suas funções ecológicas.

Apesar do caráter matemático e de certa forma complexo do neoplasticismo, a natureza é muito mais diversa em suas formas e nos padrões de ocupação pelas espécies. Em nosso exemplo, não consideramos a sobreposição de nicho entre as espécies – a possibilidade de figuras geométricas distintas dividirem uma fração do mesmo espaço na tela, embora na natureza isso seja bastante comum. A existência dessa redundância funcional entre as espécies, em ecossistemas mais ricos, reduz a probabilidade de que a perda de uma delas afete de modo drástico o uso dos recursos pela comunidade, o que manteria os processos e serviços dos ecossistemas relativamente inalterados.

Na biosfera, cada componente desempenha papel fundamental. Os roedores, por exemplo, contribuem, por meio da dispersão de sementes, para a manutenção de florestas inteiras. Já os microrganismos processam a matéria orgânica morta, em

diversos ambientes, disponibilizando os nutrientes ali contidos para as comunidades. Nas restingas, o vegetal *Clusia hilariana* é fundamental para o estabelecimento de outras espécies nesses ambientes (figura 7).

Para os neoplasticistas, a arte abstrata não se opõe à natureza. Piet Mondrian dizia que “a beleza universal não surge do caráter particular da forma, mas sim do ritmo dinâmico das relações mútuas das formas”. Exatamente como ocorre na interação entre as espécies e destas com o ambiente.

Manter serviços ecológicos

Os estudos sobre efeitos e mecanismos da diversidade biológica consideraram essa diversidade como sendo o número de espécies presentes no ambiente (ou seja, sua riqueza). Entretanto, os próprios mecanismos revelam que diferenças funcionais entre as espécies seriam mais relevantes que o número de espécies por si. O termo ‘grupo funcional’ diferencia as espécies quanto a seu efeito sobre determinada função do ecossistema. Assim, espécies que têm nichos similares se enquadram no mesmo grupo funcional. Se, em um dado ambiente, 10 espécies desempenham funções similares, a perda de algumas supostamente não seria tão prejudicial ao funcionamento do ecossistema. Já em um ambiente também com 10 espécies, mas de diferentes grupos funcionais, a perda de qualquer delas – como acontece em uma máquina quando perde engrenagens – afetaria a eficiência do ecossistema.

Esses resultados decorrem, em geral, de estudos com comunidades vegetais terrestres. Entre os principais grupos de pesquisa desse tema, destaca-se o do ecólogo norte-americano David Tilman, que há mais de 20 anos avalia o efeito da diversidade de plantas em vários processos ambientais. Seus resultados têm se repetido em estudos de outros pesquisadores ao redor do mundo, em uma ampla variedade de ecossistemas e comunidades, demonstrando que o papel essencial da biodiversidade no funcionamento dos ecossistemas é provavelmente uma propriedade que evoluiu em conjunto com a formação dos diferentes tipos de ecossistemas na biosfera.

A preservação das espécies, além do aspecto ético, é fundamental para manter a capacidade de os ecossistemas proverem serviços ecológicos imprescindíveis à humanidade. O Brasil, como um país com elevada diversidade, tem muito a contribuir no conhecimento dessa questão, fortalecendo e subsidiando a argumentação a favor de políticas de conservação que garantam a soberania e os serviços ecológicos de nossos ecossistemas. ■



Figura 7. No Parque Nacional da Restinga de Jurubatiba (RJ), a espécie *Clusia hilariana* gera uma vegetação disposta em moitas, criando condições que permitem o estabelecimento de outras espécies vegetais ao seu redor