

# BIODIVERSIDADE: A IMPORTÂNCIA DA PRESERVAÇÃO AMBIENTAL PARA MANUTENÇÃO DA RIQUEZA E EQUILÍBRIO DOS ECOSISTEMAS

*Cleverson V. Andreoli*  
*Fabiana de Nadai Andreoli*  
*Cristiane Piccinini*  
*Andrea da Luz Sanches*  
*Izabella Andrade Brito*

## INTRODUÇÃO

A idade estimada do planeta Terra é de 4,5 bilhões de anos<sup>1</sup>. Durante todo esse período, inúmeras interações vêm ocorrendo entre os seres vivos e o meio físico-químico, que em seu princípio, embora de maneira muito arcaica e basal, produziram condições e ambientes propícios à proliferação de milhares e complexas expressões de vida no planeta. Logo, toda essa derivação ocorrida desde o início do planeta produziu a biodiversidade ou diversidade de vida (em toda a sua compreensão) como uma característica muito peculiar da Terra, que a difere dos demais planetas conhecidos por não terem vida ou ambientes habitáveis, pelo menos, sob a ótica do homem.

A vida na Terra também é antiga. Até pouco tempo, estimava-se que os mais antigos fósseis conhecidos tinham cerca de 3,5 bilhões de anos. Para se ter uma ideia, os dinossauros tiveram seu início há 250 milhões de anos. (MARSHALL, 2016). Mas a cada dia, com o aperfeiçoamento de técnicas e o avanço nas pesquisas científicas, surgem novas descobertas que retratam um pouco mais sobre a

nossa história. A exemplo disso, pesquisadores descobriram recentemente o que parecem ser micróbios fossilizados que remontam a 3,7 bilhões de anos! Chamados de estromatólitos, esses indícios de vida são agora um dos mais antigos fósseis conhecidos da Terra e foram encontrados em um afloramento de rochas na Groenlândia.

Assim, o planeta com as atuais características foi desenvolvido por um complexo processo evolutivo que sofreu profundas transformações por milhões de anos e produziu cada ecossistema existente hoje, construído por interações e coevoluções, gerando um sistema totalmente equilibrado com milhões de espécies interagindo entre si e com o meio físico-químico, e contribuindo para a saúde e estabilidade desse complexo sistema. Durante todo esse processo de evolução, o planeta enfrentou uma série de influências ambientais, como aumentos e reduções de temperatura, precipitações atmosféricas, raios e ventos, quedas de meteoros, movimentos tectônicos e magmáticos, glaciações etc. Em resposta a essas influências, foram estabelecidas determinadas condições ambientais que permitiram que as espécies e ecossistemas se adequassem às condições existentes, em uma complexa dinâmica de extinção ou especiação (DARWIN, 1859; MAYR, 1963; PRICE, 2007), moldando condições que determinam a existência do chamado equilíbrio ecológico, caracterizado como uma tênue resultante dos diferentes impactos, que apresenta condições extremamente variáveis com o passar do tempo. Assim, todos esses fenômenos e experimentações ocorridos no planeta criou um conjunto de ‘aprendizagem comum’ que alguns cientistas chamam de ‘biblioteca da vida’. (VÄLIVERRONEN; HELLSTEN, 2002).

De fato, a intervenção humana sobre o planeta tornou-se tão profunda que a comunidade científica definiu essa nova era com o termo ‘Antropoceno’<sup>2</sup> (CRUTZEN; STOERMER, 2000), indicando o atual período geológico da Terra, o qual começou há aproximadamente 10 mil anos com o fim da última glaciação. Isso se deve à tamanha alteração que o homem vem provocando no planeta de forma a causar interferência nos processos atmosféricos, geológicos e hidrológicos da biosfera. Assim, os lançamentos de gases de efeito estufa, de efluentes domésticos e industriais não tratados em cursos hídricos, o desmatamento de grandes áreas florestadas, têm apresentado evidências globais de que estamos alterando ou acelerando os ciclos naturais da Terra (como exemplos o aquecimento global e as extinções em massa das espécies), atualmente conhecida como a 6.<sup>a</sup> grande extinção. (BARNOSKY *et al.*, 2011).

## BIODIVERSIDADE E SEUS CONCEITOS

Embora esse tema seja bastante discutido e muito atual, ainda assim é um conceito muito recente. O termo ‘diversidade biológica’ foi primeiramente utilizado pelo cientista Raymond Dasmann em seu livro intitulado **A different kind of country**. Contudo, o tema só foi amplamente adotado depois da publicação do livro **Conservation biology** na década de 1980, o qual teve seu prefácio escrito

por Thomas Lovejoy, importante biólogo conservacionista, que apresentou o termo à comunidade científica e o popularizou na sociedade. Entretanto, foi somente em 1989 que a International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN) contemporizou o conceito de biodiversidade para ‘o grau de variedade da natureza’, incluindo tanto o número como a frequência dos ecossistemas, espécies ou genes em determinada assembleia<sup>3</sup>, considerado em três níveis diferentes: diversidade genética (variedade de genes em uma espécie), diversidade de espécies (variedade e riqueza de e entre as espécies) e diversidade de ecossistemas (variedade em maior nível de complexidade e compreendendo todos os níveis de variação).

Concomitantemente à crescente popularização do tema, sobretudo pela comunidade científica, a problemática em relação à degradação dos ecossistemas também se tornava assunto relevante na sociedade, a qual experimentava um período de grande avanço tecnológico. Nesse contexto mundial, foi realizado em 1992, no Rio de Janeiro, a Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, também conhecida por Rio-92, Eco-92 ou Cúpula da Terra. Nesse evento foi aprovado o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB), o qual representou um marco extremamente significativo, pois trouxe à luz a necessidade de preservação da biodiversidade e definiu uma política relacionada às ações necessárias em nível global. (MMA, 2018). Assim, o artigo 2.º da Convenção sobre Diversidade Biológica (1992) consolidou biodiversidade ou diversidade biológica como “a variabilidade de organismos ‘vivos’ de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas ‘terrestres’, ‘marinhos’ e outros ‘ecossistemas aquáticos’, e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas”. (CDB, 2006).

## Níveis de diversidade

Diversidade genética é o conjunto de genes presentes na população. Isso porque indivíduos de uma mesma população são diferentes geneticamente, com exceção dos clones<sup>4</sup> (exemplo: plantação de cana-de-açúcar, mandioca ou florestas plantadas para produção de celulose). Assim, quanto maior a variabilidade genética, maiores são as recombinações e as chances de a população se adaptar às variações ambientais e serem menos vulneráveis às extinções. A variação genética é muito benéfica à economia também, pois permite o melhoramento genético de espécies úteis ao homem (que incluem animais domésticos e plantas cultivadas), tornando-as resistentes às pragas e doenças e/ou com maior produtividade.

A diversidade de espécies incluiu todos os organismos da Terra, desde as bactérias unicelulares até os animais mais complexos. Para entendermos melhor, dentro do conceito biológico, espécies são membros de populações que se inter cruzam ou têm potencial para cruzar naturalmente, gerando descendentes férteis. Ainda assim, existem muitos conceitos para espécies.

## Diversidade de ecossistemas (paisagem)

A comunidade biológica de uma localidade e as suas interações entre si e entre o meio físico-químico é chamada de ecossistema. Dessa forma, ainda que bastante discutido pela Ecologia de Comunidades, entende-se que em ambientes que apresentam maior diversidade de espécies e *habitat* possa haver maior estabilidade do ecossistema diante de impactos ambientais naturais (ou distúrbios), como exemplo, incêndios florestais, extensos períodos de seca ou chuvas e/ou de impactos ambientais causados pelo homem (antropogênicos), como o desmatamento ou o lançamento de efluentes não tratados em rios. Entende-se que ambientes com maior diversidade são mais complexos e, portanto, poderiam se recuperar mais facilmente ao serem afetados por uma perturbação, diferentemente de pequenas populações, as quais poderiam ser extintas. (LACY *et al.*, 2005).

A biodiversidade pode ser interpretada do ponto de vista da variação intraespecífica, como por exemplo, subpopulações geneticamente distintas (BATISTA, 2006) e incluir, em maior escala, a variedade de tipos de comunidades ou ecossistemas de uma região, tais como desertos, florestas, mares, lagos, entre outros. (BEGON *et al.*, 1996). Portanto, de acordo com a escala utilizada, a diversidade pode se diferenciar em três tipos: alfa ( $\alpha$ ), beta ( $\beta$ ) e gama ( $\gamma$ ). (WHITTAKER, 1972).

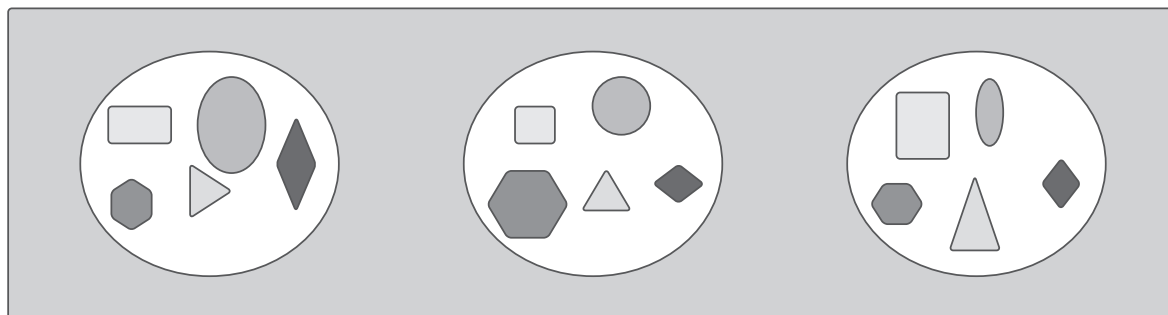
Índices matemáticos de biodiversidade têm sido desenvolvidos para descrever a diversidade das espécies em escalas geográficas diferentes, sobretudo para implementação de políticas preservacionistas e criação de áreas de conservação, principalmente em áreas que detenham alta diversidade. Assim, a diversidade dentro de um *habitat* não deve ser confundida com a de uma região a qual contém vários *habitat*.

Para que possamos entender as escalas da biodiversidade, tem-se por ‘diversidade alfa’ ( $\alpha$ ) ou ‘diversidade local’ o número total de espécies em um *habitat* ou em uma única comunidade (Figuras 1 e 2), de forma que pode ser considerada como a riqueza das espécies para fins de comparação entre ecossistemas e é bastante sensível à definição de *habitat* e à área e intensidade da amostragem. Por exemplo, a diversidade de organismos identificados em uma mata de galeria.

A ‘diversidade gama’ ( $\gamma$ ) ou ‘diversidade regional’ é o número total de espécies observado em ‘todos os *habitat* dentro de uma área geográfica’ (Figuras 1 e 2), que não inclui fronteiras significativas para a dispersão de organismos, como um bioma, um continente, uma ilha. Por exemplo, a diversidade de organismos do Cerrado.

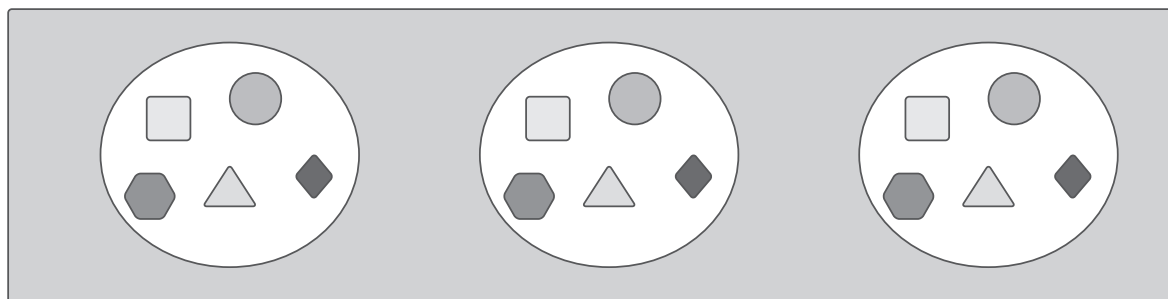
Já a ‘diversidade beta’ ( $\beta$ ) é a mudança de espécies ao longo de um gradiente ambiental (Figuras 1 e 2). Assim, a diversidade  $\beta$  corresponde à diversidade entre *habitat* ou outra variação ambiental qualquer, isto é, mede o quanto a composição de espécies varia de um lugar para outro. Ela abrange grandes áreas de ecossistemas e sua caracterização depende também da diversidade de relevos, solos e fitofisionomias em um território.

**Figura 1** – A área cinza representa uma Comunidade X (paisagem) hipotética. Os círculos representam a diversidade alfa ( $\alpha$ ), que é igual a 5, pois tenho 5 espécies em cada local. A diversidade gama ( $\gamma$ ) é representada por todas as diferentes espécies na região, sendo igual a 15 ( $5 + 5 + 5$ ). Já a diversidade beta ( $\beta$ ) é igual a 3, pois tenho diferentes composições em três áreas.



**Fonte** – Adaptado de Baselga, 2010.

**Figura 2** – A área cinza representa uma Comunidade Y (paisagem) hipotética. Os círculos representam a diversidade alfa ( $\alpha$ ), que é igual a 5, pois tenho 5 espécies em cada local. A diversidade gama ( $\gamma$ ) também é igual a 5, visto que temos a mesma composição de espécies nos locais. Assim, a diversidade beta ( $\beta$ ) é igual a 1, pois embora os locais sejam geograficamente distintos, o conjunto de espécies é o mesmo.



**Fonte** – Adaptado de Baselga, 2010.

Assim, pode-se avaliar a biodiversidade de determinada área com base em dois parâmetros:

1. riqueza de espécies: número de espécies existentes na comunidade;
2. equitabilidade: abundância de cada espécie, ou seja, a proporção de indivíduos de cada espécie que existe na região.

Quanto maior o número da riqueza de espécies e quanto maior a equitabilidade entre elas, maior a biodiversidade. O que poucos sabem é que a diversidade é a principal característica que determina a capacidade de sobrevivência de um sistema durante e após um período de adversidade. A grande

diversidade de espécies foi o que permitiu a recuperação da vida em nosso planeta após as várias crises pelas quais ele passou, como mudanças climáticas globais, movimentos de continentes, erupções vulcânicas, choques de meteoros, entre outros fatores que alteraram e ainda alteram drasticamente a vida sobre a Terra. (SALGADO-LABORIAU, 1994).

Durante todo o processo de equilíbrio do planeta ocorreram transformações, ou seja, toda energia que entra em um sistema é processada em nova energia, seja ela térmica, seja cinética, potencial etc. A natureza mantém o equilíbrio por meio da reserva de energia por parte de alguns organismos, que apresentam a capacidade de reter em si parte da energia de alta entropia que sugam da natureza. Isso quer dizer que tais organismos agem de modo a colaborar para o equilíbrio ecológico. Porém, quando a capacidade desses organismos é superada, a desorganização do meio ambiente vem à tona por meio de entropia negativa (desequilíbrio). Quando isso acontece, alguns alertas são possíveis de serem observados, como a extinção de determinadas espécies ou o desequilíbrio entre épocas de chuvas e secas. (MORALEZ; DINIZ, 2008).

O meio ambiente pode se harmonizar em um sistema aberto por meio da homeostase, ou seja, pela autorregulação. Conforme exemplo descrito por Moralez e Diniz (2008), a visita excessiva de turistas em uma ilha pode causar a degradação do sistema presente, no caso, a beleza intocada da natureza. O controle quanto ao número de visitantes, como ocorre na Ilha do Mel, em Pontal do Paraná-PR, mantendo o baixo fluxo de pessoas, contribui para a homeostase local.

Mesmo sabendo-se da importância de se estudar a diversidade da vida em todos seus níveis, a diversidade de espécies é certamente o item mais conhecido e estudado.

O conceito de espécie biológica vem sofrendo influência pela ampliação do conhecimento genético atual, assim como pela evolução dos organismos. Atualmente, acredita-se que a capacidade de intercruzamento ou da troca de combinação genética entre indivíduos, em condições normais, é a principal característica de separação entre espécies.

Esse conceito reconhece que indivíduos ou populações podem variar quanto à aparência e até mesmo ser de raças distintas (por exemplo, as raças de cães) e ainda corresponderem à mesma espécie, desde que possam se reproduzir livremente originando filhotes férteis.

Contudo, essa determinação de ‘espécie’ não se aplica para os microrganismos e algumas plantas, pois podem apresentar sistemas reprodutivos especiais ou diferentes entre os indivíduos, ou seja, o conceito de espécie biológica baseado na capacidade de intercruzamento não funciona para esses organismos. Sendo assim, atualmente, o conceito de espécie baseia-se principalmente em diferenças genéticas ou de aparência, desde que consideradas suficientemente significativas, em vez da sua separação reprodutiva.

Para se caracterizar a diversidade de espécies de determinado local, a maneira mais simples é contar ou listar as espécies existentes. Essa contagem é chamada de ‘riqueza de espécies’. Porém, para algumas plantas e microrganismos o que contamos são formas distintas e não exatamente espécies biológicas. Portanto, a diversidade de espécies apresenta significados diferentes para animais, plantas e microrganismos.

# Biodiversidade atual

O conhecimento do homem sobre quantas são as espécies que coexistem na Terra é ainda muito incipiente. As estimativas científicas sobre o número de espécies variam de 2 a 100 milhões, contudo, a maioria dos estudos aceita o número de 10 milhões como o mais próximo da realidade. Dessas, menos de 1,8 milhão foi devidamente classificada e descrita cientificamente.

Em 2011, a revista **PLOS Biology** publicou um artigo no qual os cientistas calculavam que o número de espécies estimadas para a Terra seria de 8,7 milhões. Embora exista uma grande margem de erro, esse é o cálculo mais preciso já feito sobre a presença de vida no planeta. De acordo com os cientistas, dos 8,7 milhões, 6,5 milhões são espécies terrestres e 2,5 milhões, marinhas. (MORA *et al.*, 2011).

A Conservation International (CI) denomina como ‘País de Megadiversidade’, os países mais ricos em biodiversidade do mundo. Os critérios avaliados são o número de espécies de plantas endêmicas e o número total de espécies de mamíferos, aves, répteis e anfíbios. Assim, o Brasil apresenta-se como campeão absoluto de biodiversidade, reunindo 13,1% da biota mundial (com intervalo de confiança igual a 95%), de acordo com Lewinsohn e Prado (2005). Aqui, conforme pode ser observado na Tabela 1, concentram-se 55 mil espécies de plantas superiores (22% do total mundial), muitas delas endêmicas; 524 espécies de mamíferos; mais de 3 mil espécies de peixes de água doce; entre 10 e 15 milhões de insetos (a grande maioria ainda por ser descrita) e mais de 70 espécies de psitacídeos: araras, papagaios e periquitos. (COSTA, 2010; LEWINSOHN; PRADO, 2005). Isso ocorre devido ao fato do país apresentar regiões com diferentes zonas climáticas, variando entre trópico úmido, semiárido e áreas temperadas, gerando diversas zonas biogeográficas, tais como a Floresta Amazônica, Pantanal, Cerrado, Caatinga, Campos Sulinos e a Mata Atlântica.

**Quadro 1** – Número de espécies descritas no Brasil e no mundo.

Reino/Filo ou subdivisão	Brasil	Mundo
VÍRUS	310 – 410	3.600
MONERA (bactérias e algas verde-azuladas)	800 – 900	4.300
FUNGOS	13.090 – 14.510	70.600 – 72.000
PROTISTAS	7.650 – 10.320	76.100 – 81.300
Protozoários	3.600 – 4.140	36.000
Algas	4.180 – 5.770	37.700 – 42.900
PLANTAS	43.020 – 49.520	263.800 – 279.400
Musgos (briófitas)	1.800 – 3.100	14.000 – 16.600
Samambaias (pteridófitas)	1.200 – 1.400	9.000 – 12.000

Reino/Filo ou subdivisão	Brasil	Mundo
Coníferas – pinheiros (gimnospermas)	15	806
Plantas de flor com ovário (angiospermas)	40.000 – 45.000	240.000 – 250.000
<b>ANIMAIS</b>	103.780 – 136.990	1.279.300 – 1.359.400
<b>Invertebrados</b>	96.660 – 129.840	1.218.500 – 1.298.600
Esponjas (poríferos)	300 – 400	6.000 – 7.000
Corais e águas-vivas (cnidários)	470	7.000 – 11.000
Vermes achatados (platelmintos)	1.040 – 2.300	12.200
Vermes redondos (nematódeos)	1.280 – 2.880	15.000 – 25.000
Minhocas e poliquetas (anelídeos)	1.000 – 1.100	12.000 – 15.000
Moluscos	2.400 – 3.000	70.000 – 100.000
Estrelas-do-mar, ouriços (equinodermas)	329	6.000 – 7.000
Artrópodes	88.790 – 118.290	1.077.200 – 1.097.400
Insetos	80.750 – 109.250	950.000
Centopeias e gongolos (miriápodes)	400 – 500	11.000 – 15.100
Aranhas e ácaros (aracnídeos)	5.600 – 6.500	80.000 – 93.000
Crustáceos	2.040	36.200 – 39.300
<b>Cordados</b> (vertebrados e outros)	7.120 – 7.150	60.800
Tubarões e raias (condrictes)	155	960
Peixes (com osso – osteíctes)	3.261	27.400
Anfíbios	687	5.504
Répteis	633	8.163
Aves	1.696	9.900
Mamíferos	541	5.023
<b>TOTAL</b>	<b>168.640 – 212.650</b>	<b>1.697.600 – 1.798.500</b>

**Fonte** – Lewinsihn; Prado, 2005.

O Brasil é reconhecido por ter a maior diversidade biológica do mundo, de forma que temos, portanto, muitas áreas que são consideradas prioritárias para conservação, conhecidas por *hotspots*, termo

apresentado pela primeira vez pelo cientista Norman Myers (1988). A Conservação Internacional (CI) adotou o conceito de que, para uma região ser qualificada como *hotspots*, deve preencher pelo menos dois critérios: abrigar no mínimo 1.500 espécies de plantas vasculares endêmicas e ter 30% ou menos da sua vegetação original. Assim, a Conservação Internacional Brasil colaborou com o Projeto de Ações Prioritárias para a Conservação da Biodiversidade dos Biomas Brasileiros, do Ministério do Meio Ambiente. Centenas de especialistas e representantes de várias instituições trabalharam juntos para identificar áreas prioritárias para a conservação, como o Cerrado e a Mata Atlântica. (SCARANO; CEOTTO, 2015).

Essas pesquisas recentes apontam o tamanho do nosso desconhecimento em relação à biodiversidade, uma vez que a maioria das espécies ainda não foi classificada ou mesmo descoberta, o que tem gerado uma grande preocupação dos especialistas, visto que muitas delas estão desaparecendo antes mesmo que saibamos da sua existência ou da sua importância dentro do nicho ou do ecossistema. Dessa forma, as ações humanas estão queimando a nossa imensa ‘biblioteca da vida’.

## AMEAÇAS À BIODIVERSIDADE

Nas últimas décadas, dados apontam que o homem devastou mais áreas naturais do que toda a humanidade em milhões de anos da existência do planeta. A ação humana sobre os ecossistemas tem afetado cada vez mais espécies da fauna e flora do planeta.

A diminuição do endemismo de determinada espécie é uma forte ameaça à biodiversidade. Nesse caso, o nosso país se destaca negativamente, pois diversas espécies, tanto de animais quanto de plantas, originárias de ambientes endêmicos, como a Mata Atlântica e o Cerrado, estão seriamente ameaçadas de extinção. (SANTOS, 2010).

Segundo Mendonça *et al.* (2009), a consequência mais nefasta das ameaças à biodiversidade é, sem sombra de dúvida, a extinção de uma espécie. Quando isso acontece perde-se o patrimônio genético, podendo afetar a dinâmica das relações tróficas entre os seres vivos que compõem a teia alimentar em que a espécie se insere.

Cabe lembrarmos que a extinção de espécies faz parte do processo evolutivo. Estima-se que de 99% de todas as espécies que já existiram estão hoje extintas. Trata-se de um evento lento causado por fatores como surgimento de competidores mais eficientes e catástrofes naturais, como a extinção dos dinossauros. Acredita-se que os dinossauros entraram em extinção em função da mudança climática em decorrência da queda de um meteorito, há cerca de 65 milhões de anos. Conforme mencionado anteriormente, a principal ameaça às espécies e, conseqüentemente, à biodiversidade é o impacto planetário causado pelo ser humano. A degradação dos ecossistemas do planeta acelerou o desaparecimento de animais e plantas, um processo que deveria ocorrer lentamente. Para ser ter uma ideia, registros fósseis mostram que os níveis de extinção atuais são cerca de mil vezes maiores do que a taxa natural prévia. (PIMM *et al.*, 2014). Os anfíbios são particularmente mais sensíveis às mudanças ambientais, com taxas de extinção estimadas em até 45 mil vezes a sua velocidade natural. Vale lembrar

que a maioria dessas extinções nem mesmo são registradas, de forma que nem sabemos o quanto estamos perdendo sistematicamente.

A principal causa da degradação ambiental é a ação humana por meio do uso desequilibrado dos recursos naturais, desregulando os ecossistemas, seja pela morte de espécies, nichos, *habitat*, seja pela perda da função ecossistêmica. As principais causas da perda de espécies são

1. Degradação e fragmentação de ambientes naturais causados, principalmente, pelo desmatamento proveniente da expansão das cidades, infraestrutura e das atividades rurais como pastagens (como a pecuária extensiva) e agricultura (por exemplo, abertura de fronteira agrícola em área de Amazônia Legal). A formação de lagos para hidrelétricas causa fragmentação nos fluxos hídricos e acaba por isolar espécies. A mineração também elimina, muitas vezes de forma irreversível, *habitat*. Esses fatores reduzem o total de *habitat* disponíveis às espécies e aumentam o grau de isolamento entre suas populações, diminuindo o fluxo gênico entre elas, o que pode acarretar perdas de variabilidade genética e, eventualmente, a extinção de espécies.
2. Superexploração como a caça e a sobrepesca, por exemplo, são ações responsáveis pela pressão e consequente diminuição do número de indivíduos de várias espécies anualmente (por exemplo, atum-azul, jacaré-de-papo-amarelo, rinoceronte-branco), bem como a retirada ilegal de madeira (como o mogno-brasileiro, árvore nativa da Amazônia) e a exploração de plantas de interesse especial ao homem (tais como o xaxim e o palmito, nativos da Mata Atlântica), de forma que as espécies não conseguem repor o estoque natural, devido à grande exploração comercial que sofrem. Adicionalmente, o tráfico de animais e plantas silvestres também é um facilitador da diminuição de organismos, pois alimenta um comércio internacional cruel, porém muito lucrativo, tendo como exemplo as aves brasileiras, especialmente da família *Psittacidae*, representada por periquitos, papagaios e araras.
3. Introdução de espécies exóticas, ou seja, aquelas que não são nativas de uma região (também conhecidas por espécies alienígenas), pois são encontradas fora da sua área de abrangência natural (espécies endêmicas). Essas apresentam vantagens competitivas, por exemplo, a ausência de predadores ao se instalarem. Alguns estudos indicam que ambientes degradados favorecem a dispersão dessas espécies por apresentarem características mais rústicas. Com o aumento do comércio internacional (por exemplo, maior fluxo de tráfego de navios), muitas vezes indivíduos são translocados para áreas onde não encontram filtros ambientais (doenças, predadores, competidores) ou ainda apresentam maior eficiência que as espécies nativas no uso dos recursos (como as tilápias). Dessa forma, multiplicam-se rapidamente, ocasionando o empobrecimento dos ambientes, simplificação dos ecossistemas e a extinção de espécies nativas. (VITULE; PRODOCIMO, 2012).
4. Poluição da água, ar e solo. Muitas espécies não conseguem sobreviver a esses ambientes, seja pelo uso indiscriminado de pesticidas, que leva à morte ou ao surgimento de doenças, seja pelo desequilíbrio da cadeia alimentar e pela perda de espécies (como as abelhas polinizadoras).

5. Mudanças climáticas. Embora não haja consenso na comunidade científica, muitos estudos apontam o desaparecimento de espécies, em especial de anfíbios. Um estudo publicado em 2011, por meio da análise e compilação de vários outros estudos, concluiu que 10 a 14% das espécies serão extintas. (MACLEAN; WILSON, 2011). O aumento da temperatura dos oceanos tem causado eventos globais de branqueamento e morte de corais. É importante lembrar que os corais são organismos-base da cadeia alimentar marinha, que sustentam os demais níveis tróficos representados por crustáceos, peixes e mamíferos marinhos.

Dentre as ameaças à biodiversidade, um tema bastante comentado atualmente é a mortandade das abelhas. Esses animais exercem um serviço ecossistêmico essencial à sobrevivência humana (MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT, 2005), sendo responsáveis por 70% da polinização das principais culturas produzidas no mundo (RICKETTS *et al.*, 2008), destacando a produção de culturas alimentícias nos países tropicais que dependem da polinização por abelhas, tais como a produção de maçãs, açaí, acerola, maracujá, castanha, café, canola, soja, morango, tomate, entre outros.

Em alguns casos, essa interação entre o polinizador e a planta não é obrigatória, ou seja, existem outros agentes polinizadores que transferem o pólen, contudo, pesquisas demonstram que culturas polinizadas por abelhas selvagens apresentam melhores resultados na produtividade e na qualidade. Os frutos, por exemplo, apresentam mais sementes, melhor aparência, valor nutritivo, peso e até longevidade. (JUNQUEIRA; AUGUSTO, 2016; NUNES-SILVA *et al.*, 2013). Entende-se, portanto, que ao refletirem melhor qualidade e estabilidade nas colheitas, as abelhas polinizadoras também promovem melhores rendimentos aos agricultores.

Os serviços prestados pelos ecossistemas são incalculáveis, assim como o de polinização promovido pelas abelhas e demais polinizadores, quando falamos em manutenção da diversidade de vida na Terra. Muitos especialistas têm se dedicado a valorar economicamente o serviço da polinização. De acordo com a Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, 2016), os cálculos apontam que a polinização e produção de alimentos podem ser estimadas entre US\$ 235 bilhões e US\$ 577 bilhões. No Brasil, a polinização tem um valor anual de US\$ 12 bilhões apenas para a renda agrícola das culturas dependentes. A safra de soja representa US\$ 22 bilhões de receita anual, sendo que US\$ 5,7 bilhões é contribuição das culturas polinizadas por abelhas e demais.

As abelhas apresentam relevante papel econômico, sobretudo no Brasil em que o PIB tem sua maior contribuição proveniente da agricultura. Além disso, deve-se destacar que os polinizadores apresentam imprescindível papel na manutenção dos sistemas naturais. A polinização é um serviço ecossistêmico de ‘regulação’, ‘provisão’ e ‘suporte’, sendo responsável pela produção de muitas variedades de alimentos, além de contribuírem com o fluxo gênico entre as espécies, pois quando uma abelha visita uma flor masculina e transfere o pólen para a flor feminina, promove a fertilização e mistura de material genético entre as espécies, fato essencial para a manutenção da biodiversidade genética. Esse fator contribui de forma significativa para a regeneração de áreas vegetadas e mais resilientes aos impactos do que áreas

mais homogêneas. Além do mais, a polinização por abelhas promove a restauração de ecossistemas naturais, manutenção e qualidade dos solos, tão importantes para a manutenção da produção de alimentos. Pesquisas apontam que das espécies silvestres que atuam na polinização agrícola, apenas 2% são responsáveis por 80% dos serviços de polinização. (KLEIJN *et al.*, 2015).

O papel desses polinizadores não é somente dedicado à transferência de pólen entre as flores dos indivíduos; as abelhas selvagens aumentam a quantidade total de pólen depositada nos estigmas das flores, elevando as probabilidades de fecundação e, por consequência, aumentam a quantidade e qualidade de culturas. (NRC, 2007). Sem contabilizar os valores intrínsecos de coevolução das relações específicas entre polinizador-planta, o valor de existência das espécies e todo o conhecimento e potencial embutido nesses processos. O que não sabemos é como seria a vida no mundo se as abelhas tivessem suas populações reduzidas ou mesmo se desaparecessem.

Atualmente, a expansão das fronteiras agrícolas para produção de alimentos para uma população mundial que cresce de forma exponencial tornou-se a principal ameaça à biodiversidade. A intensificação agrícola e a conversão de terras, antes cobertas por florestas, em solos produtivos e na maioria por monoculturas, provocam uma série de alterações, as quais têm contribuído para o desaparecimento das abelhas.

Com o aumento de áreas agricultáveis, há perdas substanciais de *habitat* naturais que interrompem as comunidades de polinizadores. Assim, inicia-se um efeito cascata, no qual o ecossistema perde a estabilidade, espécies entram em extinção local e o serviço ecossistêmico é perdido. Perde-se o equilíbrio ecológico, juntamente ao controle natural de pragas, o qual existe pela coexistência de predadores *versus* presas e competidores. Quando se perde esse equilíbrio na cadeia trófica, perde-se a capacidade de resiliência dos ecossistemas, de decomposição da matéria orgânica, da ciclagem de nutrientes e da alteração dos ciclos biogeoquímicos, ou seja, o processo deixa de ser autorregulado.

Cabe destacar que o desaparecimento das abelhas tem se dado por um efeito sinérgico em função das profundas alterações ambientais causadas pelo homem ao planeta, tais como poluição, grande número de produtos presentes na vida moderna (fármacos, nanopartículas), que acabam armazenados em algum compartimento ambiental, seja na água, seja no solo, no ar ou em sedimentos. As mudanças climáticas têm um papel importante no declínio das abelhas, uma vez que alteram épocas de florações, por exemplo. Contudo, a comunidade científica internacional tem relatado que a principal causa do desaparecimento dos polinizadores se deve ao uso abusivo de pesticidas nas lavouras, principalmente o fipronil e os neonicotinoides. (THE GUARDIAN, 2013; BONMATIN *et al.*, 2007).

Além de causarem efeitos letais nas abelhas, os pesticidas são levados para dentro das colmeias e acabam contaminando a prole, o que tem causado o desaparecimento em massa delas em certas regiões. Como já discutido anteriormente, polinização pode ser muito específica para certas culturas, e essa relação tão estreita entre polinizador-planta tem causado inúmeros prejuízos na agricultura, que passa a ser menos produtiva e precisa utilizar dispersores de sementes não naturais, aumentando os custos do processo, os quais acabam sendo repassados ao consumidor final.

O tema sobre o desaparecimento das abelhas é bastante polêmico, mas real e muito bem relatado. Essa dependência humana dos serviços prestados pelo ecossistema deveria ser mais bem valorada, sobretudo respeitada para que continuemos a usufruir e coexistir.

## Extinção de espécies

Durante toda a história da vida na Terra os organismos foram expostos a variações climáticas, responsáveis em grande parte pelos padrões atuais de diversidade, distribuição e abundância das espécies. (NAVAS; CRUZ-NETO, 2008). Acredita-se que se as condições climáticas mudam, podem ocorrer diferentes tipos de ajustes à nova condição, ocasionando até mesmo extinção local ou total das espécies.

Anteriormente, comentamos que grandes extinções em massa foram possivelmente causadas por mudanças climáticas que aconteceram no passado, tratando-se de um processo natural. Destaca-se que o processo natural não significa desejável, pois naturais são as erupções vulcânicas, os impactos de asteroides sobre a Terra, entre outros. E, ainda, fenômenos biológicos decorrentes da ação antrópica (causados pelo homem) não são considerados naturais.

O grande e recente crescimento demográfico das cidades reduziu expressivamente a cobertura vegetal do país, formando, geralmente, pequenos e isolados fragmentos florestal.

Para várias espécies, muitos desses fragmentos podem não disponibilizar a área e/ou condições mínimas necessárias para sua reprodução (CUTLER, 1991; GILPIN; SOULÉ, 1986), ou a fragmentação é avançada a ponto de não permitir a dispersão de espécies entre os fragmentos, o que leva a desaparecimentos locais. (LIMA; ROPER, 2009; SEKERCIOGLU, 2002). Porém, essas áreas podem disponibilizar abrigo e alimento a muitas espécies nativas e esses efeitos podem até ser favoráveis a algumas populações de caráter generalista, por oferecer, por exemplo, novas fontes de alimento ou outros recursos importantes para reprodução. (BOTKIN, 1990).

A Floresta Atlântica é considerada o tipo de formação mais ameaçada do Brasil e uma das principais do mundo. Além de ter o maior índice de endemismos do país, apresenta também a maior taxa de espécies nas categorias ameaçadas de extinção. (MMA, 2019).

Segundo Barbosa e Viana (2014), uma espécie ameaçada de extinção é aquela cuja população está decrescendo a ponto de colocá-la em alto risco de desaparecimento na natureza em futuro próximo. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2014), por meio das Portarias n.ºs 443, 444 e 445, no Brasil existem 3.286 espécies incluídas em alguma categoria de ameaça ou extinção adotada pelo meio científico<sup>5</sup>, dos quais 1.173 são animais e 2.113 são plantas.

Apesar de ainda não sabermos com precisão quantos organismos habitam a biosfera, nossa capacidade em promover a erosão genética tem sido notável. A taxa de extinção de espécies nos últimos 50 anos é considerada equivalente àquela que ocorreu há 1.950 anos, configurando o chamado sexto evento de extinção em massa. O tamanho da biodiversidade global é estimado hoje entre 30 e 50 milhões de espécie, das quais mais da metade são insetos.

As florestas brasileiras, por exemplo, representam uma importante fonte de riquezas, tanto de forma direta, de matéria-prima para diversos setores estratégicos, como também pelas suas influências ambientais positivas na manutenção da biodiversidade, no equilíbrio de gases atmosféricos, no ciclo hidrológico e no controle da erosão.

Durante os últimos 18 anos, a riqueza medida pelo Produto Interno Bruto (PIB) *per capita* aumentou 34%. No mesmo período, o capital natural (a soma de todos os recursos naturais, de florestas a combustíveis fósseis) caiu 46%, como revela o Indicador Inclusivo de Riqueza (IIR), criado experimentalmente para rebater ao PIB e avaliar o progresso de uma nação. O que queremos mostrar é que o Brasil retirou mais recursos da natureza do que cresceu economicamente. Caso o capital natural, o humano e os produtos manufaturados fossem avaliados em conjunto, o crescimento no país seria de apenas 3%.

A Mata Atlântica é um bom exemplo de como os recursos naturais vêm diminuindo com o passar dos anos. Essa formação vegetal cobria 1.300.000 km<sup>2</sup>, ou cerca de 15% do território nacional, inclusive o Paraguai e a Argentina, e atualmente existe cerca de 7,9% da área original (92,1% do que havia já foi devastado), ou seja, cerca de 1% do território brasileiro. Segundo o Ministério do Meio Ambiente, nos anos de 2008 e 2009 o desmatamento na Mata Atlântica reduziu. O bioma mais ameaçado do país perdeu nesse período 248 km<sup>2</sup> da cobertura vegetal. Esse número é inferior à média anual do período de 2002 a 2008, que era de 457 km<sup>2</sup>.

Em relação à fauna brasileira, o tráfico de animais silvestres é uma das maiores atividades predatórias. Das florestas brasileiras são retiradas em média 12 milhões de animais a cada ano. De acordo com essa estatística, para cada animal vendido nove morrem. O tráfico de animais só perde para o tráfico de drogas e de armas na escala dos mais rentáveis. O tráfico de animais tem sobrevivido da miséria humana, explorando pessoas simples que fazem da venda de animais um meio trágico de obter dinheiro, causando enormes e irreparáveis danos à natureza.

## FORMAS DE PRESERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Há diversos motivos e razões para se preservar a biodiversidade, por exemplo:

- motivos éticos – o ser humano tem o dever de proteger outras formas de vida;
- motivos estéticos – deve-se proteger a natureza, uma vez que as pessoas apreciam e gostam de observar seres (animais e plantas) no seu estado selvagem;
- motivos econômicos – devemos lembrar que cerca de 40% da economia mundial dependem de recursos biológicos. A preservação da biodiversidade apresenta razões econômicas quando pensamos que a diminuição de espécies animais e vegetais pode prejudicar atividades já existentes, como a pesca podendo comprometer seu uso no futuro também (como a produção de medicamentos);

- motivos funcionais da natureza – a redução da biodiversidade ocasionará perdas ambientais, ou seja, as espécies compõem uma cadeia interligada por mecanismos naturais com importantes funções, como regulação do clima; purificação do ar; proteção dos solos e das bacias hidrográficas contra a erosão; controle de pragas; entre outros.

## **Fatores que influenciam a qualidade da preservação**

Para preservar e proteger a riqueza existente em nosso país, o Brasil segue a tendência mundial de criar áreas naturais protegidas legalmente instituídas, como parques e reservas, onde não é permitida a presença humana e o uso dos recursos naturais é restrito.

O termo ‘floresta’ pode ser definido como entidade biológica formada por um conjunto complexo de formas biológicas interdependentes, que se dispõem em camadas, e cujo elemento dominante é a árvore. Esse conceito demonstra a importância da organização da estrutura vertical dos organismos arbóreos. Diferentemente, área verde é uma região com cobertura vegetal de porte arbustivo-arbóreo que visa contribuir para a melhoria da qualidade de vida urbana, permitindo seu uso para atividades de lazer, podendo ou não cumprir uma função ecológica, ter a estrutura de uma floresta. Dentro das áreas verdes urbanas estão compreendidos os parques. Estes são áreas delimitadas, dotadas de atributos naturais, objeto de conservação permanente, submetidas à condição de inalienabilidade e indisponibilidade em seu todo, destinadas a fins científicos, culturais, educativos e recreativos. São áreas criadas e administradas pelo Governo Federal, Estadual e Municipal, visando principalmente à conservação dos ecossistemas naturais englobados.

Normalmente, um processo de urbanização de uma região elimina grande parte da cobertura vegetal, porém também cria ‘áreas’ de conservação. A influência positiva da cobertura vegetal em relação à dinâmica do ambiente urbano tem sido referenciada por inúmeros autores (HENKE-OLIVEIRA, 1996), enfatizando a sua importância para o controle climático, da poluição do ar e acústica, a melhoria da qualidade estética, os efeitos sobre a saúde mental e física da população, o aumento do conforto ambiental, a valorização de áreas para convívio social, a valorização econômica das propriedades e a formação de uma memória e de um patrimônio cultural.

Os parques e manchas verdes em áreas urbanas podem reter até 85% do material particulado, e as ruas arborizadas são responsáveis pela redução de 70% da poeira em suspensão. Muitos gases são também filtrados, uma vez que aderem ao material particulado. De acordo com Guzzo (1999), uma barreira com 30 metros de vegetação entre uma área industrial e uma residencial promove uma interceptação total do material particulado e uma redução significativa de poluentes gasosos.

Em se tratando de impactos da urbanização sobre as plantas, Lima (1993) aponta os principais problemas prejudiciais: poluição do ar, pavimentação e falta ou excesso de água no solo, além de pouca ou nenhuma disponibilidade de nutrientes, pH mais elevado do que em condições naturais em prejuízo de vida microbiana e excesso de reflexão de energia por casas e pavimentos.

## Áreas protegidas por Lei

Para garantir a existência de espaços naturais, a legislação define critérios para orientar o uso do solo, mantendo áreas conservadas, denominadas de preservação permanente e reserva legal.

Áreas de preservação permanente: são as margens de rios, cursos d’água, lagos, lagoas e reservatórios, topos de morros e encostas com declividade elevada, cobertas ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica, a biodiversidade, o fluxo gênico de fauna e flora, e de proteger o solo e assegurar o bem-estar da população humana. (BRASIL, 2012).

Esse conceito foi dado pela Lei Federal n.º 4.771/1965 e suas alterações, e permanece no atual Código Florestal (Lei Federal n.º 12.651/2012 e alterações). São consideradas áreas mais sensíveis e sofrem riscos de erosão do solo, enchentes e deslizamentos (BRASIL, 2012; SOS Florestas, 2011), possuindo grande relevância no que concerne a funções voltadas ao equilíbrio ecossistêmico e à preservação e conservação dos recursos naturais. (TAMANINI, 2012).

Considera-se área de preservação permanente (APP) as faixas marginais de qualquer curso d’água natural, desde a borda da calha do leito regular. A delimitação das áreas de preservação permanentes em relação à largura do rio, segundo a Lei n.º 12.651/2012 (Novo Código Florestal) é apresentada na Tabela 2, a seguir:

**Tabela 2** – Área de preservação permanente em relação à largura do rio.

Largura máxima do rio (metro)	APP (metro)
Menor que 10 (dez)	30 (trinta)
De 10 (dez) a 50 (cinquenta)	50 (cinquenta)
De 50 (cinquenta) a 200 (duzentos)	100 (cem)
De 200 (duzentos) a 600 (seiscentos)	200 (duzentos)
Maior que 600 (seiscentos)	500 (quinhentos)

Fonte – Brasil, 2012.

Também são consideradas áreas de preservação permanentes as áreas no entorno dos lagos e lagoas naturais; as áreas no entorno dos reservatórios d’água artificiais; as áreas no entorno das nascentes e dos olhos d’água perenes; as encostas ou partes destas com declividade superior a 45º; as restingas, como fixadoras de dunas ou estabilizadoras de mangues; os manguezais; as bordas dos tabuleiros ou chapadas; o topo de morros; as áreas em altitude superior a 1.800 metros e a faixa marginal de veredas.

Além da área de preservação permanente também foi instituída por legislação a Reserva Legal. Essa lei foi criada com a finalidade de assegurar a preservação da biodiversidade e dos recursos naturais existentes em propriedades rurais:

Reserva Legal: área localizada no interior da propriedade ou posse rural com a função de assegurar o uso econômico sustentável dos recursos naturais, proporcionar a conservação e a reabilitação dos processos ecológicos, promover a conservação da biodiversidade, abrigar e proteger a fauna silvestre e a flora nativa. (BRASIL, 2012).

O tamanho da área varia de acordo com a região onde a propriedade está localizada. Na Amazônia é de 80% (Artigo 12, Inciso I, Alínea 'a'), e no Cerrado é de 35% (Artigo 12, Inciso I, Alínea 'b'). Nas demais regiões do país, a reserva legal é de 20% (Artigo 12, Inciso II). (BRASIL, 2012; SOS FLORESTAS, 2011; BECK, 2012; GANEM, 2009).

Apesar de no atual Código Florestal (2012) os percentuais permanecerem os mesmos, a isenção de recuperação dos passivos relacionados à Reserva Legal depende do tamanho do imóvel rural, restringindo essa isenção para pequenas propriedades, sendo elas imóveis com área de até quatro módulos fiscais (Artigo 67). (IPEA, 2011; BECK, 2012). Viana destacou em seu Parecer (sobre o Projeto de lei que culminou no Código Florestal) (BRASIL, 2011) que a nova Lei busca orientar a exploração sustentável da vegetação da reserva legal, estabelecendo condicionantes para o uso e compensação e o tratamento diferenciado para a regularização das pequenas propriedades e posses rurais quanto à reserva legal (Artigo 66). (TAMANINI, 2012).

Além da conservação nas propriedades, o Estado em seus diferentes níveis (federal, estadual e municipal), e, em algumas situações, a iniciativa privada instituíram as chamadas Unidades de Conservação (UCs), que são espaços territoriais com características naturais relevantes, com limites e objetivos definidos, com regimes específicos de manejo e administração. As UCs têm a finalidade de assegurar a representatividade de amostras significativas e ecologicamente viáveis das diferentes populações, *habitat* e ecossistemas do território nacional e das águas jurisdicionais, preservando o patrimônio biológico existente.

De forma a regularizar a questão das UCs, foi instituído, há dez anos, o Sistema Nacional de Conservação da Natureza (SNUC), a partir da Lei n.º 9.985, de 18 de julho de 2000. A Lei do SNUC representou inúmeros avanços à criação e gestão das UCs, pois possibilitou uma visão sistêmica das áreas naturais a serem preservadas e conservadas, além de estabelecer mecanismos que regulamentam a participação da sociedade na gestão das UCs, potencializando a relação entre o Estado, os cidadãos e o meio ambiente. O SNUC separa as unidades de conservação em dois grupos.

- I) Unidades de Proteção Integral: a proteção da natureza é o objetivo principal dessas unidades, com regras e normas mais restritivas. É permitido apenas o uso indireto dos recursos naturais, ou seja, aqueles que não envolvem consumo, coleta ou dano aos recursos naturais. As categorias de proteção integral são: Estação Ecológica, Reserva Biológica, Parque, Monumento Natural e Refúgio de Vida Silvestre.

- Estação Ecológica: área destinada à preservação da natureza e à realização de pesquisas científicas, podendo ser visitada apenas com o objetivo educacional.
  - Reserva Biológica: área destinada à preservação da diversidade biológica, na qual são realizadas medidas de recuperação dos ecossistemas alterados para recuperar o equilíbrio natural e preservar a diversidade biológica, podendo ser visitada apenas com objetivo educacional.
  - Parque Nacional: área destinada à preservação dos ecossistemas naturais e sítios de beleza cênica. O parque é a categoria que possibilita uma maior interação entre o visitante e a natureza, pois permite o desenvolvimento de atividades recreativas, educativas e de interpretação ambiental, além da realização de pesquisas científicas.
  - Monumento Natural: área destinada à preservação de lugares singulares, raros e de grande beleza cênica, permitindo diversas atividades de visitação. Essa categoria de UC pode ser constituída de áreas particulares, desde que as atividades realizadas nessas áreas sejam compatíveis com os objetivos da UC.
  - Refúgio da Vida Silvestre: área destinada à proteção de ambientes naturais, na qual se objetiva assegurar condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna. Permite diversas atividades de visitação e a existência de áreas particulares, assim como no monumento natural.
- II) Unidades de Uso Sustentável: são áreas que visam conciliar a conservação da natureza com o uso sustentável dos recursos naturais. As atividades que envolvem coleta e uso dos recursos naturais são permitidas, mas devem ser praticadas de uma forma sustentável, visando à sustentabilidade dos recursos envolvidos. As categorias de uso sustentável são Área de Relevante Interesse Ecológico, Floresta Nacional, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável, Reserva Extrativista, Área de Proteção Ambiental (APA) e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).
- Área de Proteção Ambiental: área dotada de atributos naturais, estéticos e culturais importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. Geralmente, é uma área extensa, com o objetivo de proteger a diversidade biológica, ordenar o processo de ocupação humana e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. É constituída por terras públicas e privada.
  - Área de Relevante Interesse Ecológico: área com o objetivo de preservar os ecossistemas naturais de importância regional ou local. Geralmente, é uma área de pequena extensão, com pouca ou nenhuma ocupação humana e com características naturais singulares. É constituída por terras públicas e privada.
  - Floresta Nacional: área com cobertura florestal onde predominam espécies nativas, visando ao uso sustentável e diversificado dos recursos florestais e à pesquisa científica. É admitida a permanência de populações tradicionais que a habitam desde sua criação.

- Reserva Extrativista: área natural utilizada por populações extrativistas tradicionais, onde exercem suas atividades baseadas no extrativismo, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, assegurando o uso sustentável dos recursos naturais existentes. Permite visitação pública e pesquisa científica.
- Reserva de Fauna: área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas; adequada para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos.
- Reserva de Desenvolvimento Sustentável: área natural onde vivem populações tradicionais que se baseiam em sistemas sustentáveis de exploração de recursos naturais. Permite visitação pública e pesquisa científica.
- Reserva Particular do Patrimônio Natural: área privada com o objetivo de conservar a diversidade biológica, na qual é permitida a pesquisa científica e a visitação turística, recreativa e educacional. É criada por iniciativa do proprietário, que pode ser apoiado por órgãos integrantes do SNUC na gestão da UC.

Conforme estabelecido pelo Ministério do Meio Ambiente, sob um olhar econômico e socioambiental, de acordo com o tipo de atividade econômica permitida em cada categoria, a classificação das UCs pode ser analisada da seguinte maneira.

**Tabela 3** – Categorias e classificação das Unidades de Conservação do Brasil de acordo com a Lei Federal n.º 9.985/2000 (SNUC).

Classe	Principais usos – Lei n.º 9.985/2000	Categoria de manejo
Classe 1 – Pesquisa científica e educação ambiental.	Desenvolvimento de pesquisa científica e de educação ambiental.	Reserva biológica; Estação ecológica.
Classe 2 – Pesquisa científica, educação ambiental e visitação.	Turismo em contato com a natureza.	Parques nacionais e estaduais; reservas particulares do patrimônio natural.
Classe 3 – Produção florestal, pesquisa científica e visitação.	Produção florestal.	Florestas nacionais e estaduais.
Classe 4 – Extrativismo, pesquisa científica e visitação.	Extrativismo por populações tradicionais.	Reservas extrativistas.
Classe 5 – Agricultura de baixo impacto, pesquisa científica, visitação, produção florestal e extrativismo.	Áreas públicas e privadas onde a produção agrícola e pecuária são compatibilizadas com os objetivos da UC.	Reserva de desenvolvimento sustentável; refúgio de vida silvestre; monumento natural.
Classe 6 – Agropecuária, atividade industrial, núcleo populacional urbano e rural.	Terras públicas e particulares com possibilidade de usos variados, visando ao ordenamento territorial sustentável.	Área de proteção ambiental; área de relevante interesse ecológico.

**Fonte** – DAP/SBF/MMA, 2012.

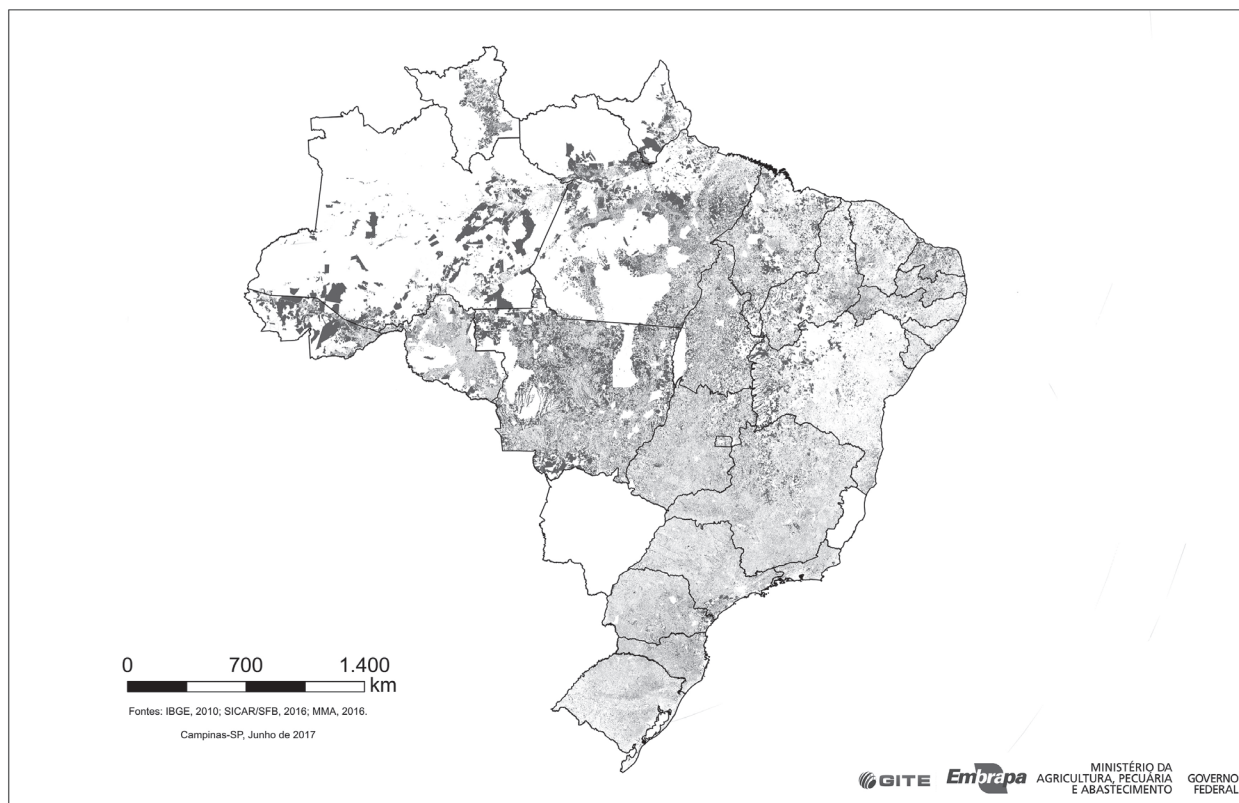
De acordo com o Cadastro Nacional de Unidade de Conservação (CNUC, 2018), o Brasil tem 2.180 Unidades de Conservação (UCs) nas esferas federal, estadual e municipal. Desse total, 684 enquadram-se na categoria de Proteção Integral (PI) e 1.496 de Uso Sustentável (US), totalizando uma área de 2.498.165 km<sup>2</sup>. Desse total, 1.582.511 km<sup>2</sup> são representados por UCs em área continental e equivalem a 18,6% do território nacional continental. Já as UCs marinhas correspondem a 962.407 Km<sup>2</sup> e representam 26,4% do mar territorial brasileiro.

Embora com áreas bastante representativas, o Brasil encontra-se em 37º lugar no *ranking* mundial em porcentagem de áreas protegidas, conforme os dados do Banco Mundial (World Database on Protected Areas – WDPA, 2018). Ainda de acordo com a pesquisa, dados indicam que apenas 14,8% de todo o planeta encontram-se sob algum *status* de conservação, representando uma parcela muito pequena e não homogênea da distribuição dessas áreas. A Nova Caledônia, um arquipélago localizado na Oceania, lidera o *ranking* do país com a maior porcentagem de áreas protegidas do planeta, representando 54,4% de seu território. Contudo, a Venezuela é o país que apresenta a maior porcentagem territorial de área protegida, com 54,14%.

As Unidades de Conservação têm um papel fundamental na manutenção dos serviços ecossistêmicos que, por sua vez, são essenciais ao desenvolvimento econômico do país. De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Desenvolvimento, em 2018 o agronegócio foi responsável por 5,7% do PIB brasileiro, correspondendo a aproximadamente 93,94 bilhões de reais. Essa alta produtividade deve-se, principalmente, à disponibilidade de recursos naturais do país, como solos férteis, água doce superficial, recursos florestais, recursos minerais e clima favorável associado à adoção de avançados padrões tecnológicos mundialmente reconhecidos. Contudo, para manutenção e equilíbrio desse sistema, que é limitado, necessita-se de uma boa gestão para garantir que a produção dessas riquezas seja mantida numa visão em longo prazo, pois o agricultor é o principal beneficiado pela adoção de bases sustentáveis de produção.

Dessa forma, podemos entender que o Brasil tem dado importantes passos na busca desse desenvolvimento sustentável. O país dispõe do equivalente a 170 milhões de hectares de vegetação nativa preservada dentro dos imóveis rurais cadastrados no Sistema Nacional de Cadastro Ambiental Rural (SICAR). Essas áreas protegidas, conhecidas por Reserva Legal (RL) e Área de Preservação Permanente (APP), são constituídas por áreas florestadas e/ou de vegetação nativa, as quais têm seus usos bastante limitados dentro das propriedades rurais, cujo principal objetivo é a conservação em atendimento à preservação em Lei Federal n.º 12.651/2012 (Código Florestal). Essa preservação e declaração ao CAR de RL e APP por parte do agricultor é de extrema importância para que se possa garantir a produtividade e a qualidade ambiental no campo e, consequentemente, a funcionalidade dos ecossistemas e manutenção dos serviços de polinização, decomposição de matéria, ciclagem de nutrientes essenciais à vida. Estima-se que essas áreas representem mais de 20% do território brasileiro (Embrapa, 2017), conforme pode ser observado na Figura 3. Esses dados demonstram que os produtores rurais têm um relevante papel na conservação dos recursos naturais e importância da consolidação do nosso Código Florestal.

**Figura 3** – Áreas mapeadas de vegetação preservada nos imóveis rurais cadastrados no SICAR até dezembro de 2016.



**Fonte** – EMBRAPA, 2017.

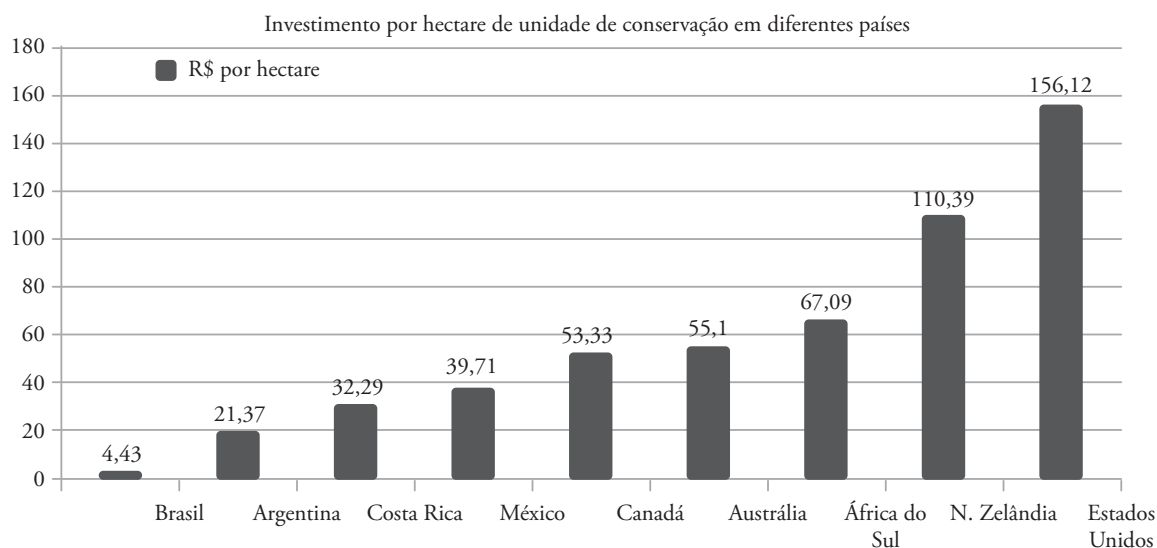
A melhor maneira de proteger a biodiversidade é manter as florestas preservadas em áreas que permitam sua resiliência, promoção de fluxo gênico e manutenção de bancos de sementes. Contudo, a maior ameaça à biodiversidade no nosso país advém do desmatamento ilegal, praticado, sobretudo, para a expansão da pecuária em estados que constituem a Amazônia Legal. O Brasil é o campeão de desmatamento mundial e estima-se que a pecuária é responsável por 80% desse índice. De acordo com o Imazon, em outubro de 2018, o desmatamento ocorreu principalmente no Pará (60%), em Mato Grosso (12%), em Rondônia (9%), no Acre (8%), no Amazonas (6%) e em Roraima (5%). Parte desse desmatamento ocorreu em Unidades de Conservação (8%) e Terras Indígenas (3%).

Diante desse contexto, o Brasil lida com um desafio, pois detemos a maior biodiversidade e floresta tropical do mundo, de forma que é urgente alinhar toda essa riqueza com o uso sustentável. O Brasil precisa atender seu papel na agenda mundial e propor um novo paradigma para a conservação, o qual não é evitar o uso do recurso e impedir o crescimento econômico. Hoje, conservar significa utilizar-se de todas essas riquezas com gerenciamento e boas práticas, mantendo áreas de reservas

florestais nas propriedades rurais, cumprindo as leis ambientais e melhorando a utilização de recursos florestais subexplorados, como castanhas, mandioca, açaí, além de todo potencial farmacêutico, de forma a sistematizarmos a ideia de que a floresta ‘de pé’ é mais valiosa que a floresta ‘deitada’, como se acredita a maioria dos brasileiros. O Brasil é soberano em relação à utilização do próprio território, mas não é uma forma inteligente utilizar a sua soberania para depredar tão importante patrimônio natural.

Apesar de estarmos na direção, ainda nos falta governança, pois ainda se investe muito pouco em pesquisa e gestão de UCs, por exemplo. Para se entender a questão, a Organização das Nações Unidas informou que o Brasil é um dos países que menos investe na preservação de cada hectare de suas florestas, desembolsando em média R\$ 4,43/ha, enquanto os Estados Unidos investem R\$ 156,12/ha (IPEA, 2011), ou seja, vivemos um paradoxo: instituímos grandes áreas do nosso território como unidades de conservação, contudo não fazemos os necessários investimentos para elaborar e implantar os Planos de Manejo que deveriam nortear a forma de aproveitar os benefícios ambientais, sociais e econômicos das áreas especialmente protegidas.

**Figura 4** – Investimento por hectare de unidade de conservação em diferentes países.



Fonte – Adaptado de Medeiros *et al.*, 2011.

## BIODIVERSIDADE NO AGROECOSSISTEMA

Na definição de Odum (1989), os agroecossistemas são ecossistemas semidomesticados que se encontram entre ecossistemas que sofrem um mínimo de impacto humano e aqueles que sofrem profundas intervenções humanas, como as cidades. O autor apresenta, ainda, as principais características dos agroecossistemas: (a) necessitam de fontes auxiliares de energia, como a humana, animal e de combustíveis, a fim de aumentar a produtividade de organismos em particular; (b) a diversidade

geralmente é bem reduzida em comparação com ecossistemas naturais; (c) os animais e as plantas dominantes estão mais sob seleção artificial do que natural; (d) os controles dos sistemas são na maioria das vezes externos e não internos.

Os agroecossistemas, por serem mais simplificados biologicamente do que os ecossistemas naturais, apresentam uma redução na homeostase. Esse termo é formado pelos radicais *homeo*, que significa ‘igual’, e *stasis*, que é definido como ‘estado’. A homeostase é a característica de um ecossistema em manter a sua estabilidade ecológica e a resistência ao desequilíbrio que é fortemente influenciada por duas características principais: a quantidade de espécies que o compõe (biodiversidade) e pela capacidade em reaproveitar a água e os nutrientes (ciclagem).

A implantação de um agroecossistema promove uma grande alteração na estrutura ecológica original, aumentando a população de poucas espécies, que são os cultivos agrícolas, de pastagens ou ainda de florestas comerciais. Os insetos fitófagos (que se alimentam de produtos vegetais), assim como micro-organismos fitopatogênicos, têm uma tendência em aumentar a sua população pela grande oferta de alimento. O crescimento anormal das populações de insetos ou agentes fitopatogênicos são considerados surtos de pragas ou doenças na agricultura. Da mesma forma, plantas espontâneas, representadas por estrategistas R (estratégia ecológica de espécies pioneiras, que investem muita energia na reprodução e dispersão) tendem a se desenvolver com muita velocidade, competindo com as espécies cultivadas.

A agroecologia entende que esses surtos são mecanismos normais da natureza para voltar ao seu equilíbrio original, mas que, no entanto, representam perdas econômicas para os produtores. A forma convencional para solucionar esse problema é o uso de agrotóxicos, especialmente inseticidas, fungicidas e herbicidas, para controlar os surtos populacionais. No entanto, como os agrotóxicos são potentes biocidas, podem causar outros efeitos ambientais indesejáveis, na qual se destacam a ressurgência, a resistência, a transformação de pragas secundárias em primárias e, sobretudo, a contaminação e os efeitos adversos no ecossistema.

Os agrotóxicos são agentes muito potentes para o controle de determinadas espécies, mas atingem também uma grande quantidade de outros organismos existentes no agroecossistema, sendo muitos deles inimigos naturais que poderiam ter uma ação muito importante no controle natural desses surtos populacionais. Dessa forma, a redução do número de organismos existentes tem uma influência direta na homeostase, tornando o agroecossistema ainda mais simplificado e conseqüentemente instável, portanto, mais suscetível à ocorrência de novos surtos populacionais. Esse processo desencadeia a ressurgência, definida como o recrescimento mais intenso de determinada população, decorrente da redução do número de organismos de diferentes espécies (denominado de vácuo biótico), causado pela ação de um biocida em um agroecossistema. Por essa razão é que quanto mais cedo se faz a primeira aplicação de agrotóxicos, provavelmente será necessário um número maior de aplicações.

Outro importante efeito ecológico do uso de agrotóxicos é o aumento da resistência dos insetos fitófagos ao princípio ativo utilizado. Geralmente, os agrotóxicos são aplicados para o controle de grandes populações de insetos fitófagos enquanto ainda não se desencadeou o crescimento das

populações dos inimigos naturais, que é estimulado pelo aumento do seu nível trófico, pois os insetos fitófagos são alimentos dos inimigos naturais. Como a resistência geralmente é determinada por características hereditárias, a aplicação dos biocidas em grandes populações seleciona aqueles indivíduos que apresentam previamente fatores genéticos de resistência, aumentando a frequência desses genes na população e elevando gradativamente a resistência ao princípio ativo das populações descendentes.

As chamadas pragas secundárias são aquelas que raramente representam fatores significativos de perdas nas lavouras. Como o uso de agrotóxicos simplifica ainda mais o agroecossistema, muitas vezes reduzindo as populações de organismos competidores e inimigos naturais, algumas pragas consideradas secundárias encontram condições ecológicas favoráveis para o seu crescimento populacional, desencadeando um surto capaz de gerar prejuízos na produção agrícola.

Pelas razões apresentadas, o uso de agrotóxicos não deve ser considerado uma prática agrícola convencional. A condução do processo de produção deve adotar medidas preventivas sempre que possível, utilizando os conhecimentos da ecologia, para reduzir os riscos de surtos de pragas e doenças. Trata-se de medidas capazes de aumentar a complexidade e a estabilidade do agroecossistema, que devem ser aplicadas em conjunto. Dentre as medidas possíveis, podemos destacar: rotação de culturas, uso de espécies resistentes, manejo de matéria orgânica do solo, observação do equilíbrio entre os nutrientes do solo, não usar grandes áreas contínuas com monoculturas, cultivo em faixas, sistemas integrados de lavoura/pastagem/floresta, uso de espécies resistentes, ajuste na época de plantio, manutenção da vegetação nativa nas reservas legais e áreas de proteção permanente (matas ciliares de rios e lagos, declividades mais fortes e topos de morro), adubação verde, plantio direto, uso de inimigos naturais, medidas culturais e mecânicas para o controle de pragas, uso e manejo adequado do solo.

Nos casos em que as medidas preventivas não sejam eficazes, deve-se adotar os conceitos de Manejo Integrado de Pragas (MIP), que considera o uso de agrotóxicos dentro de determinados conceitos que reduzem os seus riscos inerentes.

## CORREDORES DE BIODIVERSIDADE

A fragmentação de *habitat* representa a maior ameaça para a biodiversidade do planeta. (TABARELLI; GASCON, 2005). Como principais consequências, acarreta o isolamento das formações e populações remanescentes, alterações nos fluxos gênicos, a intensificação das competições, alterações da estrutura e qualidade de *habitat*, extinções de espécies e perda de biodiversidade. (CAMPOS; AGOSTINHO, 1997; METZGER, 1998; BIERREGAARD *et al.*, 1992; PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

No estado do Paraná, o processo de ocupação territorial desordenado resulta em significativas perdas de biodiversidade. Estima-se que de um número aproximado de 7.000 espécies vegetais ocorrentes no Estado, cerca de 70% (5.000) têm hoje seus ambientes alterados a ponto de colocar em risco os processos de interação dos ecossistemas. A **Lista Vermelha de Plantas Ameaçadas de Extinção no Estado do Paraná** relaciona 593 dessas espécies consideradas em situação crítica.

(PARANÁ, 1995). O estudo realizado para o **Livro Vermelho da Fauna Ameaçada no Estado do Paraná** (MIKICH; BERNILS, 2004) diagnosticou 344 espécies da fauna paranaense, destas 163 são consideradas ameaçadas de extinção.

O planejamento do uso do solo, considerando a distribuição espacial dos remanescentes florestais, tornou-se uma importante ferramenta para propostas que visam à minimização dos impactos causados pela fragmentação de *habitat*. Considerando os limitados recursos humanos e financeiros disponíveis para aplicação na área ambiental, há necessidade de esforços para otimizar as ações de proteção à biodiversidade. Portanto, o planejamento do uso do solo deve primar pela adequação técnica, que assegure a conservação das áreas de maior fragilidade, a estabilidade e a manutenção das funcionalidades de cada ambiente.

Quando o conceito de Corredores Ecológicos surgiu na década de 1990, defendia a minimização do impacto provocado pela fragmentação desses locais. Nos fragmentos florestais isolados, observa-se um empobrecimento contínuo de populações e espécies, que atinge todo o funcionamento do sistema. O estabelecimento de corredores é uma estratégia baseada na necessidade de se conectar fragmentos florestais, permitindo maior fluxo gênico entre as populações e aumentando a área para sobrevivência das espécies.

Corredores de Biodiversidade são, conforme Lei Federal n.º 9985/2000, que institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), áreas que abrangem porções de ecossistemas naturais ou seminaturais que interligam Unidades de Conservação a outras áreas naturais, possibilitando o fluxo de genes e o movimento da biota entre elas, facilitando a dispersão de espécies, a recolonização de áreas degradadas, a preservação das espécies raras e a manutenção de populações que necessitam, para sua sobrevivência, de áreas maiores do que as disponíveis nas Unidades de Conservação.

O estabelecimento dos corredores ecológicos não é suficiente para promover a conservação da biodiversidade. Nas últimas décadas uma nova modalidade da ciência tem tratado dessa questão, a Ecologia da Paisagem. Vários outros aspectos devem ser levados em consideração, como, o tamanho do fragmento e da faixa a ser conectada, a matriz da paisagem, o tipo de ameaças humanas, entre muitos outros, que inclusive variam consideravelmente de acordo com o ecossistema.

Outro aspecto de fundamental importância é o nível de alteração dos fragmentos. Os mais bem conservados são a fonte da biodiversidade de muitos grupos de animais e plantas e, conseqüentemente, de processos funcionais. Os processos de restauração e da promoção do estabelecimento de corredores não serão bem sucedidos se esses fragmentos não forem conservados. Além de serem fontes de propágulos para a restauração dos ecossistemas, qualquer tipo de alteração acarreta perdas de biodiversidade, na maior parte das vezes irreversíveis. (FERRETTI; BRITZ, 2006).

Em paisagens fragmentadas, a manutenção da biodiversidade depende, dentre outros fatores, da conectividade dos fragmentos. As conexões podem ser feitas por meio de corredores contínuos ou por pequenas áreas situadas entre os fragmentos, os chamados *stepping stones* ou pontos de conexão. As florestas ciliares podem formar conexões naturais entre *habitat* isolados, além de prestar importantes

serviços ambientais. Quando bem conservadas, funcionam como corredores eficientes para muitos grupos de animais, fornecendo-lhes abrigo e alimento, além de uma área de passagem.

Os Corredores de Biodiversidade representam uma das estratégias mais promissoras para o planejamento eficaz de conservação e preservação de flora e fauna, como citados anteriormente. A ligação dos remanescentes isolados por corredores de vegetação é uma estratégia para mitigar os efeitos da ação antrópica e garantir a biodiversidade nos mesmos. Todos os corredores a serem propostos visam oferecer um direcionamento da fauna para os cursos hídricos, conforme proposta da função dos corredores.

Os corredores são implantados em regiões que têm grande importância ecológica. Basicamente, para a construção dos corredores são utilizados instrumentos como as Áreas de Preservação Permanente, especialmente ao longo dos rios, reserva legal, além da implantação de pequenos fragmentos de vegetação que permitem o trânsito de espécies, conhecidos como ilhas de vegetação. Existe uma interação muito grande entre a vegetação e a fauna, sendo que a maioria das espécies arbóreas tropicais é polinizada por insetos e aves e suas sementes disseminadas por uma diversidade grande de animais. Assim, a fragmentação de uma área de vegetação natural cria barreiras para a dispersão dos organismos entre os fragmentos, já que o movimento de algumas espécies depende da habilidade de dispersão e do comportamento migratório das mesmas.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral, o conceito de biodiversidade compreende não apenas as espécies de animais e plantas, mas todas as diferentes populações e variações genéticas existentes dentro de cada espécie.

A biodiversidade é ameaçada principalmente pelas modificações ambientais, como a fragmentação e/ou o desmatamento de florestas que acabam eliminando ambientes propícios para o desenvolvimento de espécies. As mudanças climáticas em escala global e regional estão ocorrendo rapidamente, e esse conjunto de mudanças vem limitando as possibilidades de respostas da natureza e acelerando a taxa de extinção das linhagens biológicas.

Nunca se viveu um período onde a quantidade de espécies ameaçadas de extinção foi tão grande como a que estamos vivenciando num curto período de tempo. Uma vez extinta, essa espécie não será mais encontrada na natureza e, conseqüentemente, poderá afetar diretamente a cadeia alimentar. Pode-se dizer que a maior parte da ameaça de extinção das espécies é substancialmente decorrente da atividade humana.

Para reverter essa situação, é necessária uma mudança fundamental no modo em que as sociedades funcionam e como os indivíduos vivem. Essa mudança precisa envolver o sistema econômico, sistema de valor de indivíduos e de sociedade, convicções religiosas, direitos humanos e as rotinas diárias de indivíduos. Será difícil parar o avanço da extinção e reverter o declínio das populações de espécies ameaçadas. Nas próximas décadas os processos atuais continuarão intensificando e uma grande parte da diversidade biológica da Terra será perdida.

De acordo com Gould,

Grandes extinções de espécies não são novidade na história do planeta, mas pela primeira vez uma grande extinção de espécies é causada por uma espécie que se orgulha de sua inteligência, racionalidade e ética! Essa espécie, bem o sabemos, é a *Homo sapiens*. (1995 *apud* SANTOS, 2010).

A mudança está em nossas mãos, reflita!

## BIBLIOGRAFIA

- BARBIERI, E. **Biodiversidade**: a variedade de vida no planeta Terra. São Paulo: Instituto de Pesca; Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios; Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, 2010. 16 p.
- BARBOSA, R. P.; VIANA, V. J. **Recursos naturais e biodiversidade**: preservação e conservação dos ecossistemas. São Paulo: Érica, 2014.
- BARNOSKY, A. D. *et al.* Has the Earth's sixth mass extinction already arrived? **Nature**, n. 471, 2011. p. 51-57.
- BASELGA, A. Partitioning the turnover and nestedness components of beta diversity. **Global Ecology and Biogeography**. Oxford, v. 19, p. 134-143, 2010.
- BATISTA, J. S. Estimativa da variabilidade genética intraespecíficas da dourada – *Brachyplatystoma rousseauxii* Castelnau 1855 (Pimelodidae – Siluriformes) no sistema Estuário-Amazonas-Solimões. **Biota Neotrop.**, Campinas, v. 6, n. 1, 2006. Disponível em: [http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1676-06032006000100019&In=en&nrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032006000100019&In=en&nrm=iso). Acesso em: 9 nov. 2019.
- BECK, C. **O mais importante do Novo Código Florestal**. [Curitiba]: FAEP, 2012. (Nota técnica) Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP, p. 9, Nota técnica publicada em 28 de maio de 2012.
- BEGON, M.; HARPER, J.; TOWNSEND, C. **Ecology**. New York: Blackwell, 1996.
- BIERREGAARD, R. O. *et al.* The biological dynamics of tropical rain forest fragments. **Bioscience**, v. 42, p. 859-866, 1992.
- BONMATIN, J. M.; MARCHAND, P. A.; COTTE, J. F.; AAJOU, A.; CASABIANCA, H.; GOUTAILLER, G.; COURTIADÉ, M. Bees and systemic insecticides (imidacloprid, fipronil) in pollen: subnano-quantification by HPLC/MS/MS and GC/MS. Environmental fate and ecological effects of pesticides, **Research Gate**, p.827-824, May 2007.
- BOTKIN, D. E. **Discordant harmonies**: a new ecology for the twenty-first century. Oxford: Oxford University Press, 1990.
- BOTKIN, D. B.; KELLER, E. A. **Environmental Science**: Earth as a living planet. New York: Wiley, 1995.
- BRAGAGNOLO, N.; ALTAGA, J. C. A. E. Programa de desenvolvimento rural do Paraná – subprograma de manejo e conservação de solo e controle da poluição. In: CONGRESSO SUL AMERICANO DE BACIAS HIDROGRÁFICAS, Chile, 1990. **Anais**. [Santiago], 1990

BRASIL. Câmara dos Deputados. **Parecer sobre Projeto de Lei**, n.º 1.876/99 e apensados. Que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa, altera as Leis n.º 6.938/1981, 9.393/1996 e 11.428/2006; revoga as Leis n.ºs 4.771/1965, e 7.754/1989, e a Medida Provisória n.º 2.166-67/2001; e dá outras providências. Relator Deputado Federal Aldo Rebelo. Sala das Sessões da Câmara dos Deputados. Brasília, DF, 08 jun. 2010. p. 270.

BRASIL. Código Florestal Brasileiro: Lei n.º 12.651 de 25 de maio de 2012. Brasília, DF, 2012. (Código Florestal revogado)

BRASIL. **Decreto n.º 2.519**, de 16 de março de 1998. Promulga a Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada no Rio de Janeiro, em 05 de junho de 1992. Presidência da República Federativa do Brasil.

BRASIL. Decreto Legislativo n.º 2, de 03 de fevereiro de 1994. Aprova o texto da Convenção sobre Diversidade Biológica, assinada durante a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento realizada na Cidade do Rio de Janeiro, no período de 5 a 14 de junho de 1992. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 4 fev. 1994.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA**, n.º 43 de 31 de janeiro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. Brasília. p. 13.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA**, n.º 443 de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Flora Ameaçadas de Extinção. Brasília, 2014. p. 13.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA**, n.º 444 de 17 de dezembro de 2014. Lista Nacional Oficial de Espécies da Fauna Ameaçadas de Extinção. Brasília, 2014. p. 13.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Portaria MMA n.º 445**, de 17 de dezembro de 2014. Lista nacional de espécies de peixes e invertebrados aquáticos da fauna brasileira ameaçadas de extinção. Brasília, 2014. p. 9. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/biodiversidade/especies-ameacadas-de-extincao/atualizacao-das-listas-de-especies-ameacadas>. Acesso em: 26 dez. 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Bioma Mata Atlântica**. [s.d.]. Disponível em: [https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica\\_emdesenvolvimento.html](https://www.mma.gov.br/biomas/mata-atlantica_emdesenvolvimento.html). Acesso em: 6 jan. 2019.

CAMPOS, J. B.; AGOSTINHO, A. A. Corredor de fluxo de Biodiversidade do Rio Paraná: uma proposta para a proteção ambiental de ecossistemas ameaçados. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. **Anais**. Curitiba, 1997.

CI – CONSERVATION INTERNACIONAL. **Biodiversity hotspots**. Disponível em: <https://www.conservation.org/priorities/biodiversity-hotspots>. Acesso em: 9 nov. 2019.

CDB – CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. O papel fundamental da Biodiversidade. **Panorama da Biodiversidade Global 2**, Montreal, 2006. p. 81.

COSTA, L. M. da. Sociobiodiversidade e os biomas brasileiros: sociobiodiversidade brasileira. In: BRASIL. Ministério da Educação. Secretária de Educação à Distância. **Educação na Biodiversidade**. [Brasília]: TV/Salto para Futuro, 2010. p.19-30.

CRUTZEN, P. J.; STOERMER, E. F. The anthropocene. **Global Change Newsletter**, v. 41, p. 17-18, 2000.

CUTLER, A. Nested faunas and extinction in fragmented habitats. **Conservation Biology**, v. 5, p. 496-505, 1991.

DARWIN, C. **On the origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life**. London: John Murray, 1859.

DASMANN, R. F. **A Different kind of country**. New York: MacMillan Company, 1968.

DINIZ, E. M. Rio +10 results. **Revista do Departamento de Geografia**, n. 15, p. 31-35, 2002.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Atribuição das Terras do Brasil**. Grupo de Inteligência Territorial Estratégica), 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/gite/projetos/atribuicao/index.html>. Acesso em: 9 nov. 2019.

FAUTH, J. E. *et al.* 1996. Simplifying the jargon of community ecology: a conceptual approach. **The American Naturalist**, v. 147, p. 282-286, 1996. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1086/285850>. Acesso em: 9 nov. 2019.

FERRETTI, A. R.; BRITZ, R. M. Ecological restoration, carbon sequestration and biodiversity conservation: the experience of the Society for Wildlife Research and Environmental Education (SPVS) in the Atlantic Rain Forest of Southern Brazil. **Journal of Nature Conservation**, v. 14, p. 249-259, 2006.

GANEM, R. S. Cálculo da Reserva Legal em Função das Diferentes Fitofisionomias da Amazônia Legal. Consultor Legislativo da Área XI Meio Ambiente e Direito Ambiental, Desenvolvimento Urbano e Regional. Câmara dos Deputados, Praça 3 Poderes, Consultoria Legislativa, Anexo III – Térreo, Brasília – DF. Biblioteca Digital da Câmara dos Deputados – Centro de Educação e Informação, 2009. p. 8.

GIANNINI, T. C. *et al.* The dependence of crops for pollinators and the economic value of pollination in Brazil. **Journal of Economic Entomology**, p.1-9, 2015.

GILPIN, M. E.; SOULÉ, M. E. Minimum viable populations: processes of species extinction. In: SOULÉ, M. E. (Ed.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sinauer: Sunderland, 1986.

GOULD, S. J. Conseguiremos concluir a revolução darwiniana? In: GOULD, S. J. **Dinossauro no palheiro**. São Paulo: Companhia das Letras, 1995.

GUZZO, P. **Estudo dos espaços livres de uso público da cidade de Ribeirão Preto/SP, com detalhamento da cobertura vegetal e áreas verdes de dois setores urbanos**. Dissertação. (Mestrado em Geociências e Meio Ambiente). Unesp – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 1999, p. 125.

HAUFF, S. N. **Planificação do sistema estadual de unidades de conservação do estado do Paraná**. Instituto Ambiental do Paraná. Documento não publicado. Curitiba, 1998.

HECHT, S. B. A evolução do pensamento agroecológico. In: ALTIERE, M. A. (org.). **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa**. 2 ed. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. p. 35-41.

HENKE-OLIVEIRA, C. **Planejamento ambiental na Cidade de São Carlos (SP) com ênfase nas áreas públicas e áreas verdes: diagnósticos e propostas**. 1996. Dissertação. (Mestrado em Ecologia e Recursos Naturais). Universidade Federal de São Carlos – UFSCar, São Carlos, 1996.

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA – IPEA. **Código Florestal: Implicações do PL 1876/99 nas Áreas de Reserva Legal**. Comunicados do IPEA n.º 96. IPEA – Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada. Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República. 23p. Il. 08/06/2011.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS – INPE. **Levantamento da evolução do desmatamento na Amazônia**. Brasil, 1998.

JUNQUEIRA, C. N.; AUGUSTO, S. C. Bigger and sweeter passion fruits: effect of pollinator enhancement on fruit production and quality. **Apidologie**, 2016.

KLEIJN, D. *et al.* Delivery of crop pollination services is an insufficient argument for wild pollinator conservation. **Nature Commun**, n. 6, p. 7.414, 2015.

LACY, R. C.; BORBAT, M.; POLLAK, J. P. **Vortex**: a stochastic simulation of the extinction process. Version 9.50. Brookfield: Chicago Zoological Society, 2005.

LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. **Biodiversidade brasileira**: síntese do estado atual de conhecimento. Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conservation International do Brasil. São Paulo: Contexto, 2002.

LEWINSOHN, T. M.; PARDO, P. I. Quantas espécies há no Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, v. 1, n. 1, p. 36-42, 2005.

LIMA, A. M. L. **Análise da arborização viária na área central e em seu entorno**. Piracicaba. 238 p. Tese. (Doutorado em Agronomia). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 1993.

LIMA, A. M. X.; ROPPER, J. J. Population dynamics of the Black-cheeked Gnateater 134 (*Conopophaga melanops*, Conopophagidae) in southern Brazil. **Journal of Tropical Ecology**, v. 25, p. 605-613, 2009.

MACLEAN, I. M.; WILSON, R. J. Recent ecological responses to climate change support predictions of high extinction risk. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 108, p. 12.337-12.342, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1017352108>. Acesso em: 9 nov. 2019.

MARSHALL, M. **The secret of how life on earth began**. BBC, 31 de outubro de 2016. Disponível em: <http://www.bbc.com/earth/story/20161026-the-secret-of-how-life-on-earth-began>. Acesso em: 9 nov. 2019.

MAYR, E. **Animal species and evolution**. Massachusetts: Harvard University Press, 1963.

MCNEELY, J. A. *et al.* **Conserving the World's Biological Diversity**: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN). Gland, Switzerland, Washington, D.C.: WRI; CI; WWF-US; WB, 1990.

MEDEIROS, R. *et al.* **Contribuição das unidades de conservação brasileiras para a economia nacional**: Sumário Executivo. Brasília: UNEP-WCMC, 2011. p. 44.

MENDONÇA, L. B.; LOPES, E. V.; ANJOS, L. On the possible extinction of Bird species in the Upper Paraná River floodplain. **Brazil. Braz. J. Biol.**, São Carlos, v. 69, n. 2, jun. 2009.

METZGER, J. P. Estrutura da paisagem e fragmentação: análise bibliográfica. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, v. 71, n. 3-1, p. 445-462, 1999.

MIKICH, S. B.; BÉRNILS, R. S. **Livro vermelho da fauna ameaçada no Estado do Paraná**. [Curitiba]: Governo do Paraná, 2004.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-Being**: Synthesis. Washington: Island Press, 2005.

MILLS, L. S.; SOULE, M. E.; DOAK, D. F. The keystone-species concept in ecology and conservation. **BioScience**, v. 43, n. 4, p. 219, 1993.

- MORA, C. *et al.* How many species are there on earth and in the ocean? **PLOS Biology**, 23 ago. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001127>. Acesso em: 9 nov. 2019.
- MORALEZ, R. D. S.; DINIZ, J. F. Valoração do capital natural, homeostase e resiliência: perspectivas para uma reflexão sobre a economia ambiental. In: ENCONTRO NACIONAL DA ASSOCIAÇÃO DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO EM AMBIENTE E SOCIEDADE, 5. Brasília, 2008. **Anais**. Brasília, 2008.
- MYERS, N. Threatened biotas: “hot spots” in tropical forests. **The Environmentalist**, Oxford, v.8, n.3, p. 187-208, 1988.
- MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. **Nature** **403**, p. 853-858, 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Status of Pollinators in North America**. Washington: National Academies Press, 2007.
- NUNES-SILVA, P. *et al.* Stingless bees, *Melipona fasciculata*, as efficient pollinators of eggplant (*Solanum melongena*) in greenhouses. **Apidologie**, n. 44, p. 537-546, 2013.
- NUTMAN, A. P. *et al.* Rapid emergence of life shown by discovery of 3,700-million-year-old microbial structures. **Nature**, v. 537, n. 7.621, p. 535-538, 2016.
- ODUM, E. Properties of agroecosystems. In: LOWRANCE *et al.* **Agricultural ecosystems**. New York: Wiley and sons, 1984.
- OLFF, H. E.; RITCHIE, M. E. Fragmented nature: consequence for biodiversity. **Landscape and Urban Planning**, v. 58, p. 83-92, 2002.
- PARANÁ. Governo do Estado. **Lista vermelha de plantas ameaçadas de extinção no estado do Paraná. Procedimento Operacional Padrão-POP 005-lista oficial das espécies ameaçadas de extinção**. [Curitiba], 1995.
- PATTERSON, C. Age of meteorites and the Earth. **Geochim et Cosmochim Acta**, v. 10, p. 230-237, 1956.
- PIMM, S. L. *et al.* The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. **Science**, v. 344, n. 6.187, maio 2014.
- POTTS, S. G. *et al.* (ed.). Summary for policymakers of the assessment report of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services on pollinators, pollination and food production. Report. **Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services** – IPBES. Bonn, Alemanha, p. 36. 2016.
- PRICE, T. D. **Speciation in birds**. Woodbury: Roberts and Company, 2007.
- PRIMACK, R. B.; RODRIGUES, E. **Biologia da Conservação**. Londrina: Planta, 2001. p. 327.
- RAVEN, P. Natureza e valor da biodiversidade. In: WRI; UICN; PNUMA. **A estratégia global da biodiversidade**. [S.l.]: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza. Brasil, 1992.
- RICKETTS, T. H. *et al.* Landscape effects on crop pollination services: are there general patterns? **Ecology Letters**, v. 11, p. 499-515, 2008.
- RICKLEFS, R. E. **Economia da Natureza**. 5. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2003.
- SALGADO-LABORIAU, M. L. **História ecológica da Terra**. São Paulo: Edgard Blücher, 1994.

- SANTOS, F. S. A importância da biodiversidade. **Revista Científica de Educação a Distância**; p. 17, dez. 2010.
- SBPC – Sociedade Brasileira para o progresso da ciência. **Revista Ciência Hoje**. v. 4. jan./fev. 1986.
- SCARANO, F. R.; CEOTTO, P. Brazilian Atlantic forest: impact, vulnerability, and adaptation to climate change. **Biodiversity and Conservation**, v. 24. p. 2319-2331, 2015.
- SEKERCIOGLU, C. Forest fragmentation hits insectivorous birds hard. **Directions in science**, v. 1, p. 62-64, 2002.
- SOS MATA ATLÂNTICA. **Atlas da evolução dos remanescentes florestais e ecossistemas associados no domínio da mata atlântica**. São Paulo, 1998.
- SOS FLORESTAS. **Código Florestal**: entenda o que está em jogo com a reforma da nossa legislação ambiental, 2011. Realização SOS Florestas e apoio WWF-Brasil. p. 20. Disponível em: [http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/cartilha\\_codigoflorestal\\_20012011.pdf](http://d3nehc6yl9qzo4.cloudfront.net/downloads/cartilha_codigoflorestal_20012011.pdf). Acesso em: 9 nov. 2019.
- SILVEIRA, C. B. L.; FERREIRA, B. P.; COXEY, M. S. Variação temporal nos recifes de corais de Maragogi, APA Costa dos Corais (2010-2013). **Tropical Oceanography**, v. 42, n. 2, p. 208-225, 2014.
- TABARELLI, M; GASCON, C. Lições da pesquisa sobre fragmentação: aperfeiçoando políticas e diretrizes de manejo para a conservação da biodiversidade. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 181-188, 2005.
- TAMANINI, C. R. **Análise crítica do Código Florestal Brasileiro**. Monografia. Unesp – Universidade Estadual Paulista. Ourinhos-SP, 2012. p. 183.
- VÄLIVERONEN, E.; HELLSTEN, I. From “Burning Library” to “Green Medicine” the role of metaphors in communicating biodiversity. **Science Communication**, v. 24. p. 229-245, 2002.
- VITULE, J. R. S.; PRODOCIMO, V. Introdução de espécies não nativas e invasões biológicas. **Estud. Biol., Ambiente Divers.**, v. 34, n. 83, p. 225-237, jul./dez. 2012.
- VOISIN, A. **Adubos**: novas leis científicas de sua aplicação. São Paulo: Mestre Jou, 1982.
- WEBBER, H. J. The Citrus Experiment Station and the Graduate School of Tropical Agriculture. **University of California Chron**, v. 20, n. 4, p. 487-502, 1918.
- WILSON, E. O. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1997.
- WHITTAKER, R. H. **Taxon**, v. 21. n. 2-3, p. 213-251, maio 1972.
- WWF. **The importance of biological diversity**. WWF: Gland, Switzerland. 1989.

## NOTAS EXPLICATIVAS

- 1 O cientista pioneiro Clair Cameron Patterson conseguiu, em 1956, estimar a idade do nosso planeta estudando os meteoritos da Terra. Ele calculou a quantidade de urânio (U) e chumbo (Pb) presentes nessas rochas utilizando uma técnica conhecida por ‘meia-vida’. O urânio é um elemento químico radioativo que

ao se decompor produz o chumbo. Assim, com o tempo, a quantidade dos núcleos do urânio se reduz até chegar à metade na amostra (conceito de meia-vida). O cientista, então, analisou a relação existente entre Pb/U nos meteoritos e conhecendo a meia-vida do U estimou a idade da Terra para cerca de 4,56 bilhões de anos. Esse é o conceito básico e utilizado até hoje para datação por meio do urânio.

- 2 O radical *anthropo* significa ‘humano’ e o sufixo *cene* significa ‘época’ ou ‘era’ no tempo geológico.
- 3 Segundo Fauth *et al.* (1996), assembleia significa grupo de espécies filogeneticamente relacionadas em uma mesma comunidade.
- 4 Clones são organismos originários de uma única célula, sendo idênticos à célula-mãe e entre si. O conceito foi inicialmente introduzido pelo botânico Webber em 1903 e publicado em 1918. Contudo, o tema tornou-se muito popular em 1997, com o nascimento da ovelha Dolly, primeiro mamífero a ser clonado com base em uma célula adulta. (BBC, 1997).
- 5 Categorias de ameaças ‘*status*’ de conservação ou que se enquadrem nas diversas categorias de ameaças de extinção, segundo o **Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção** (MMA, 2008), sendo: extinto na natureza (EW), criticamente em perigo (CR), em perigo (EM) e vulnerável (VU).

## ***LINKS***

### **Conferência de Curitiba decepciona ambientalistas.**

Disponível em: <http://www.dw-world.de/dw/article/0,2144,1951367,00.html>. Acesso em: 9 nov. 2019.

### **Dolly the sheep is cloned.**

Disponível em: [http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/february/22/newsid\\_4245000/4245877.stm](http://news.bbc.co.uk/onthisday/hi/dates/stories/february/22/newsid_4245000/4245877.stm). Acesso em: 9 nov. 2019.

### **Estados e municípios.**

Disponível em: [http://www.rbma.org.br/anuario/mata\\_02\\_estados.asp](http://www.rbma.org.br/anuario/mata_02_estados.asp). Acesso em: 10 nov. 2019.

### **Fipronil named as fourth insecticide to pose risk to honeybees.**

Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2013/may/28/fipronil-fourth-insecticide-risk-honeybees>. Acesso em: 5 jul. 2019.

### **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada.**

Disponível em: <http://www.ipea.gov.br/portal>. Acesso em: 9 nov. 2019.

### **Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (Imazon).**

Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/o-combate-ao-desmatamento-na-maior-floresta-tropical-do-mundo>. Acesso em: 9 nov. 2019.

### **500 anos de destruição.**

Disponível em: [http://www.rbma.org.br/anuario/mata\\_03\\_anosdestituicao.asp](http://www.rbma.org.br/anuario/mata_03_anosdestituicao.asp). Acesso em: 9 nov. 2019.

**Produção Florestal da Atividade Madeireira na Amazônia.**

Disponível em: [http://ambientes.ambientebrasil.com.br/amazonia/floresta\\_amazonica/producao\\_florestal\\_da\\_atividade\\_madeira\\_na\\_amazonia.html](http://ambientes.ambientebrasil.com.br/amazonia/floresta_amazonica/producao_florestal_da_atividade_madeira_na_amazonia.html). Acesso em: 9 nov. 2019.

**SOS Mata Atlântica.**

Disponível em: <http://www.sosma.org.br/index.php?section=press&action=listData>. Acesso em: 9 nov. 2019.