

BASES PARA A GESTÃO DA BIODIVERSIDADE E O PAPEL DO GESTOR AMBIENTAL

Fábio Souto Almeida^{1,3}
André Barbosa Vargas²

A partir das pinturas rupestres e de outros registros arqueológicos que descrevem observações do homem sobre a natureza, pode-se notar que, desde a sua origem, o ser humano observou e interagiu com a mesma, reconhecendo uma vasta biodiversidade (ALMEIDA et al., 2012). A habilidade de reconhecer diferentes espécies, certamente, sempre foi de extrema importância, pois desse modo era possível, por exemplo, distinguir espécies que poderiam ser utilizadas na alimentação daquelas que ofereciam riscos. Já naquela época, o homem distinguia as espécies por suas características morfológicas observáveis. Atualmente, todas as populações humanas possuem palavras (nomes vulgares ou vernaculares) para designar os seres vivos que conhecem, os quais são muitas vezes organizados em uma classificação popular, chamada de etnoclassificação (JENSEN, 1988).

Aristóteles (Grécia, 384 a.C.), Plínio (Roma, 23-79 d.C.) e Santo Agostinho (Argélia, sec. IV) estiveram entre aqueles que estudaram e propuseram classificações para os seres vivos. Mas foi Carolus Linnaeus (Suécia, 1707) que elaborou o sistema de classificação que é utilizado até os dias atuais, embora com algumas mudanças (LEWINSOHN, 2001). Lineu estabeleceu com o *Systema Naturae* (1735) um sistema hierárquico para a classificação dos seres vivos, iniciando pelos reinos animal e vegetal (BONITA et al., 2011). Também propôs a utilização da nomenclatura binomial, onde o nome de cada espécie é representado pelo nome do gênero acrescido do epíteto específico (uma palavra que designa a espécie). Além disso, os nomes dados às espécies devem ser escritos em latim (língua “morta” e que, portanto, não sofre grandes mudanças) (SILVA, 2012). Lineu teve o mérito de conseguir padronizar a classificação dos seres vivos e, a partir do seu trabalho, os nomes das espécies passaram a ser fixos. Esta proposta foi extremamente útil para o avanço do conhecimento sobre a biodiversidade global, evidenciando a riqueza e a distribuição geográfica das espécies.

Assim, o esforço de Lineu, acrescido ao de outros estudiosos do que hoje chamamos de *Ciências Biológicas*, impulsionou o crescimento do conhecimento sobre a biodiversidade. Atualmente, o número total de espécies descritas pode estar próximo de 1,8 milhões (LEWINSOHN; PRADO, 2005). Esse número é cerca de trezentas vezes maior que o observado para o ano de 1758, pois somente 5.897 espécies constavam no *Systema Naturae* (LEWINSOHN, 2001).

Todavia, o número de espécies conhecidas pode ser considerado pequeno perto do número de espécies vivas no planeta. Estimativas já contabilizaram a existência de 8,7 milhões de espécies eucariontes (MORA et al., 2011), o que demonstra a dimensão da nossa ignorância em relação à biodiversidade do planeta. No Brasil, reconhecidamente um país “megadiverso”, podem ser descritas aproximadamente 1.500 espécies a cada ano (LEWINSOHN; PRADO, 2002 Apud

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto Três Rios, Departamento de Ciências do Meio Ambiente, Avenida Prefeito Alberto Lavinias, 1847, Centro, 25802-100, Três Rios, RJ, Brasil; ² UniFOA – Centro Universitário de Volta Redonda; ³ Autor de correspondência: fbio_almeida@yahoo.com.br

LEWINSOHN; PRADO, 2005) e o trabalho está longe de acabar quando se volta à descrição da biodiversidade no mundo.

Na contramão do conhecimento da biodiversidade está a degradação dos ecossistemas naturais, ocasionada pela forte pressão de ações antrópicas. Atualmente, as atividades humanas são as principais causas de extinção de espécies e estima-se que a taxa de extinção corrente pode estar até 1000 vezes acima do normal (PIMM et al., 2014). Pode-se supor, com grande grau de certeza, que muitas espécies são extintas por atividades humanas antes mesmo de serem descritas pela ciência.

Em função desse cenário de acelerada perda de espécies, diversos profissionais têm se dedicado a atividades em prol da conservação da diversidade biológica. Entre esses destacam-se os Gestores Ambientais. Sua formação multidisciplinar proporciona a estes profissionais a capacidade de compreender a importância e a necessidade de aliar as diferentes demandas da sociedade aos processos essenciais a conservação e preservação da biodiversidade. Assim, neste capítulo reunimos informações úteis para a gestão da biodiversidade e discutimos o papel do Gestor Ambiental na preservação e conservação da diversidade biológica.

Biodiversidade

O termo biodiversidade se tornou bastante conhecido, tendo inclusive se difundido para além do meio acadêmico. Atualmente, pode-se dizer que é um dos termos científicos mais conhecidos pelas pessoas em geral, porém sem compreender exatamente o seu significado. Na verdade, mesmo entre os estudiosos do assunto não existe um consenso do exato significado da palavra.

Antes de discutir o significado do termo, vejamos qual foi a sua origem. A expressão *biological diversity*, ou seja, diversidade biológica, está presente no livro *A Different Kind of Country* de 1968, de Raymond Frederick Dasmann (FRANCO, 2013). Além disso, sabe-se que em 1980 o biólogo norte-americano Thomas Lovejoy utilizava a expressão diversidade biológica, auxiliando na sua difusão no meio científico (FRANCO, 2013). Mas foi em 1985 que a palavra biodiversidade (*biodiversity*) surgiu, criada por Walter G. Rosen como a forma contraída da expressão utilizada por Raymond F. Dasmann e Thomas Lovejoy (CAMPOS, 2009). A palavra foi utilizada por Rosen no *National Forum on Biological Diversity* daquele ano. O termo se tornou conhecido a partir da sua primeira publicação, que ocorreu em 1988, por obra do biólogo e entomologista norte-americano Edward O. Wilson (LEWINSOHN, 2001).

Para Dobson (1996) Apud Rocha (2010) biodiversidade pode ser entendida como “a soma de todos os diferentes tipos de organismos que habitam uma região, tal como o planeta inteiro, o continente africano, a bacia amazônica, ou nossos quintais”. Assim, essa definição deixa a entender que a diversidade biológica está relacionada somente ao número de espécies. Entretanto, diversos autores incluem outros componentes na definição de biodiversidade, além do número de espécies. Pode-se dizer que tais definições são mais complexas que a de Dobson (1996). Uma dessas definições foi criada por Wilson (1992) Apud Kawasaki e Oliveira (2003), sob a ótica de que biodiversidade significa:

"a variedade de organismos considerada em todos os níveis, desde variações genéticas pertencentes à mesma espécie até as diversas séries de espécies, gêneros, famílias e outros níveis taxonômicos superiores. Inclui variedade de ecossistemas, que abrange tanto comunidades de organismos em um ou mais

habitats quanto às condições físicas sob as quais elas vivem" (WILSON, 1992 Apud KAWASAKI; OLIVEIRA, 2003).

Essa definição já inclui a variabilidade de táxons, genética e de ecossistemas como componentes da biodiversidade. A definição presente na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) é importante, pois o tratado conta com 196 países-parte. No Brasil, a CDB foi promulgada pelo Decreto Federal 2.519 de 1998. No Artigo 2 da CDB é apresentada a seguinte definição:

"diversidade biológica significa 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" (BRASIL, 1998).

Essa é uma definição bastante complexa e apresenta a biodiversidade constituída por vários componentes, incluindo o número de espécies, a variabilidade genética, mesmo entre indivíduos da mesma espécie, e de ecossistemas. A definição inclui ainda os complexos ecológicos, que podem ser entendidos como processos ecológicos (LEWINSOHN, 2001).

A distribuição da biodiversidade

Lewinsohn e Prado (2005) estimaram que o número total de espécies catalogadas é de até aproximadamente 1,8 milhões. No que tange a distribuição do número de espécies por táxons, 263.800 a 279.400 são espécies de plantas e 1.279.300 a 1.359.400 são animais. Dentre os animais, os insetos são a grande maioria, com cerca de 950.000 espécies descritas. Assim, apesar das pessoas se preocuparem, principalmente, com a conservação de grandes mamíferos e outras espécies carismáticas, os insetos constituem o principal componente da diversidade biológica global (PURVIS; HECTOR, 2000). Vale ainda ressaltar o ecletismo de funções e interações ecológicas desempenhadas por esse grupo.

A biodiversidade não está distribuída homoganeamente pelo planeta. O número de espécies tende a aumentar em direção às menores latitudes. Em geral, os trópicos apresentam maior riqueza de espécies que as regiões temperadas e os polos norte e sul (PERONI; HERNANDEZ, 2011). Entre os ambientes terrestres, as florestas tropicais apresentam a maior concentração de espécies, já no mar, são os recifes de corais os pontos focais de diversidade biológica (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

O fator apontado como a principal causa do aumento do número de espécies na direção dos trópicos é a incidência de radiação solar, maior nas menores latitudes. A incidência de radiação solar está relacionada com a produção primária, que seria maior nos trópicos (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Contudo, existem regiões que estão localizadas em baixas latitudes, mas possuem baixa biodiversidade em comparação com as florestas tropicais. Isso decorre por influência de outros fatores, como a pouca disponibilidade de água, como nos grandes desertos (BROWN; DAVIDSON, 1977). Fatores históricos também são importantes, pois áreas geologicamente mais antigas podem apresentar maior riqueza de espécies que áreas mais recentes (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Além de fatores naturais,

logicamente, o histórico da colonização humana e a exploração dos recursos naturais exercem forte influência na distribuição geográfica da biodiversidade.

Atualmente, a destruição e fragmentação dos ecossistemas naturais tem sido a principal causa de extinção de espécies (MYERS et al., 2000). Essas alterações modificam condições microclimáticas e/ou até mesmo macroclimáticas, levando à simplificação de ecossistemas, outro fator que afeta a biodiversidade. Ambientes mais heterogêneos geralmente possuem mais espécies que ambientes mais homogêneos (PIANKA, 1994). Tal heterogeneidade pode ser gerada pelo meio físico, mas também pela biota, como as plantas e os corais. Áreas que possuem uma topografia complexa com rios, lagos e cavernas tendem a possuir mais espécies que áreas mais simplificadas, pois apresentam maior diversidade de habitats. Além disso, o isolamento geográfico, que é mais comum em ambientes heterogêneos, pode ocasionar a especiação alopátrica, gerando com o processo o aumento do número de espécies. Sobre a heterogeneidade gerada pelos seres vivos, cientistas têm observado que ambientes com a estrutura da vegetação mais complexa geralmente possuem mais espécies de formigas do que áreas com estrutura da vegetação mais simplificada (MARTINS et al., 2011; GOMES et al., 2013). Também já foi constatado que o número de camadas da vegetação de uma floresta estratificada verticalmente influencia positivamente o número de espécies de aves (PERONI; HERNANDEZ, 2011).

Cabe ainda mencionar que o tamanho do habitat e o seu nível de isolamento podem influenciar a sua biodiversidade. Ilhas oceânicas grandes e pouco isoladas geralmente possuem maior número de espécies que ilhas pequenas e muito isoladas (MACARTHUR; WILSON, 1963). Essa variação no número de espécies está relacionada com as taxas de extinção, maiores em ilhas pequenas, e a colonização ou recolonização das ilhas, que é mais provável de ocorrer nas ilhas grandes e menos isoladas. Assim como nas ilhas, o tamanho e o nível de isolamento dos fragmentos de florestas continentais podem afetar o número de espécies que neles habitam (LAURANCE; VASCONCELOS, 2009, ALMEIDA et al., 2011).

Como mencionado anteriormente, o conhecimento atual sobre o número de espécies existentes no nosso planeta é reduzido. Além disso, faltam informações sobre a distribuição geográfica das espécies. Muitos ecossistemas ainda são pouco estudados, por estarem em áreas de difícil acesso. Faltam ainda pesquisadores para alguns grupos de organismos e os recursos financeiros para as pesquisas sobre biodiversidade são escassos, na maioria dos países. A escassez de informação sobre a distribuição da diversidade biológica dificulta o trabalho dos profissionais dedicados à sua conservação, como os Gestores Ambientais, pois esse conhecimento é crucial na escolha de áreas prioritárias para a manutenção da biodiversidade.

A importância da biodiversidade

Para algumas pessoas, a diversidade biológica tem valor em si, tais pessoas possuem admiração pela natureza e pelas espécies que a compõem e acreditam que as espécies devem continuar livremente a sua evolução e, somente com base nessa percepção, contribuem para a preservação da biodiversidade. Por outro lado, muitas pessoas percebem a natureza apenas como um recurso a ser explorado ou como um obstáculo. Essas só se convencem da necessidade de conservar a biodiversidade quando percebem que com a perda das espécies estarão também perdendo benefícios.

A qualidade de vida das populações humanas e suas atividades econômicas dependem da biodiversidade e das relações entre seus atores, usufruindo desta forma

dos chamados “serviços ecossistêmicos” (ANDRADE; ROMEIRO, 2009). O homem cultiva um grande número de espécies de plantas e cria diversos animais, para variados fins. Também retira diretamente dos ecossistemas animais e plantas que são utilizados em larga escala como alimento, medicamentos ou matéria-prima em geral. Somente no Brasil, dados indicam que 153 espécies marinhas são pescadas e, quando consideramos todo o mundo, estima-se que pessoas capturem, aproximadamente, 200 milhões de toneladas de pescado por ano (MUSEU NACIONAL DO MAR, 2013). Além disso, muitas novas biotecnologias vêm sendo criadas para solucionar problemas da humanidade, inclusive o aumento da demanda de alimentos (RAMALHO; FURTINI, 2009).

Outro exemplo de extrativismo é a retirada de madeira das florestas nativas, para ser utilizada como matéria-prima para diversos fins. Somente no Brasil, a produção primária florestal obtida da extração vegetal somou R\$ 4,2 bilhões em 2012 (IBGE, 2013). A extração de madeira é ainda mais significativa, pois esses dados não incluem a extração ilegal de madeira. O número de pessoas que fazem uso de plantas medicinais também é bastante expressivo, pois cerca de 80% da população humana utiliza tal recurso e aproximadamente 2.000 espécies são utilizadas na Bacia Amazônica (SCUDELLER et al., 2009).

Além disso, a biodiversidade da flora, principalmente nas florestas, favorece a regulação da oferta de água, pois colabora para amenizar os picos de vazão e para a perenidade dos cursos d'água. A vegetação cria condições para que ocorra uma maior infiltração da água no solo e, conseqüentemente, diminui o escoamento superficial e a rápida chegada da água das chuvas na calha dos rios. Assim, pode diminuir a ocorrência de enchentes, recarregar o lençol freático e permitir a perenidade de cursos d'água. Cabe ressaltar que alguns dos componentes da fauna do solo também podem contribuir para o aumento da infiltração da água no solo. Foi constatado, por exemplo, o aumento da infiltração da água no solo como resultado das atividades de formigas que constroem seus ninhos no solo formando túneis e câmaras (ELDRIDGE, 1993; LOBRY DE BRUYN; CONACHER, 1994).

A vegetação também pode ajudar a manter ou melhorar a qualidade da água, pois diminui a erosão do solo e o posterior transporte de partículas para os rios e lagos, o que prejudica a qualidade da água, além de causar o assoreamento dos cursos d'água. Ao diminuir a erosão, a vegetação ainda contribui para evitar a perda de solo e de nutrientes, mantendo a capacidade produtiva do solo. A biota também participa da própria formação do solo, agindo em conjunto com o intemperismo, e da regulação de gases, podendo se destacar a produção de oxigênio pelos organismos fotossintetizantes.

Muitos organismos, incluindo animais, bactérias e fungos, participam da decomposição de matéria orgânica e da ciclagem de nutrientes no solo, o que é um processo ecológico essencial para os ecossistemas naturais e também é importante para os agroecossistemas. Outro processo importante para a agricultura é a fixação biológica de nitrogênio (FBN), que é vital para a vida no planeta. A FBN é realizada por bactérias que possuem a enzima nitrogenase e que transformam o nitrogênio atmosférico em uma forma na qual as plantas podem metabolizá-lo.

Outro processo que possui elevada importância ecológica e econômica é a polinização, na qual o pólen advindo da antera é levado até a parte feminina da flor, mais precisamente o estigma. Esse processo pode ser realizado por animais (mamíferos, aves e artrópodes). Inclusive, existe um grande número de espécies de plantas que somente são polinizadas por animais. Entre essas espécies estão diversas

plantas cultivadas. Gallai et al. (2009) estimaram em 153 bilhões de euros/ano o valor dos serviços dos insetos polinizadores para a agricultura.

A regulação climática realizada pelas florestas também pode ser considerada como um benefício da biodiversidade. A floresta amazônica é um bom exemplo, pois através da transpiração das plantas propicia uma expressiva parte da precipitação da região onde ocorre. Além disso, o desmatamento da floresta amazônica pode alterar e/ou influenciar o clima de outras regiões do Brasil (FEARNSIDE, 2006). Outra importância está na decomposição dos resíduos lançados por atividades humanas no ambiente, dentre eles, uma série de poluentes, incluindo pesticidas, fertilizantes, efluentes industriais e esgoto doméstico. Parte desses poluentes é degradada por organismos vivos, especialmente bactérias, protistas e fungos que decompõem estes resíduos, melhorando o ambiente. Na agricultura, bactérias, insetos e outros organismos são utilizados no controle de pragas. Isso permite que grandes quantidades de inseticidas deixem de ser utilizados, contribuindo para a manutenção da qualidade dos recursos naturais.

A biodiversidade também é útil na prática de exercícios físicos e para incentivar o turismo. Existem pessoas que gostam de realizar atividades em meio à natureza. O número de pessoas interessadas no ecoturismo tem, inclusive, aumentado no Brasil. Dados do ICMBio indicam que, nas unidades de conservação federais, o número de visitantes cresceu 52% em cinco anos, sendo superior a 4,8 milhões de pessoas em 2011 (ICMBIO, 2012). Além disso, diversas culturas praticam rituais religiosos em contato com a biodiversidade, assim possuem também importância religiosa. Por fim, a diversidade biológica ainda serve de inspiração para a arte, visto que o ser humano criou inúmeras obras de arte inspiradas nos seres vivos.

Desse modo, são inúmeros os benefícios proporcionados pela biodiversidade. Todavia, muitos destes não são percebidos pelas pessoas em geral. Cabe aos profissionais engajados na conservação da diversidade biológica auxiliar na disseminação dessas informações, que podem ser utilizadas inclusive em atividades de educação ambiental.

Medindo a biodiversidade

Diversidade alfa, beta e gama

A definição presente na Convenção sobre Diversidade Biológica apresenta a biodiversidade como sendo composta por diferentes níveis, porém a riqueza de espécies (número de espécies) e a diversidade de espécies (atualmente entendida como uma medida do número de espécies e da proporção da abundância de cada espécie) são as medidas mais utilizadas para avaliar a biodiversidade de um local. Isso ocorre em função da dificuldade de se analisar a variabilidade genética, de complexos ecológicos ou de ecossistemas.

O Índice de Shannon (H') é um dos mais utilizados e considera a uniformidade ou equitabilidade, que diz respeito à repartição do número de indivíduos total entre as espécies. Quanto mais similar for a abundância das espécies da comunidade, maior tende a ser o índice. Além disso, logicamente, o índice também está relacionado positivamente com o número de espécies. A fórmula para o cálculo do Índice de Diversidade de Shannon (H') é apresentada abaixo (ODUM, 1986):

$$H' = -\sum P_i \cdot \log P_i$$

$$P_i = n_i/N$$

Onde:

n_i = número de indivíduos de uma espécie

N = número total de indivíduos

OBS: no cálculo do índice pode ser utilizado \log_2 , \log_{10} ou \ln .

A biodiversidade pode ser medida em escalas geográficas diferentes, o que é útil no planejamento da sua conservação. Em uma escala local, podemos chama-la de diversidade alfa. Por outro lado, quando é medida em uma escala geográfica maior que a alfa, pode ser denominada de diversidade gama (Figura 1). No exemplo, podemos observar que a diversidade alfa, nos três locais avaliados, variou de uma a quatro espécies. A diversidade gama é aquela encontrada em uma escala geográfica maior, ou seja, cinco espécies.

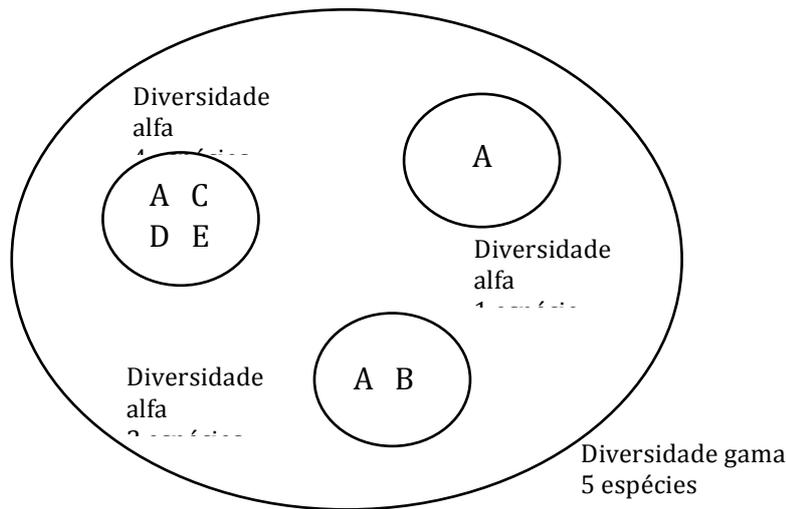


Figura 1 - Esquema ilustrativo, exemplificando a diferença entre diversidade alfa e diversidade gama. As letras representam espécies e os círculos representam as áreas estudadas.

Ainda podemos calcular a diversidade beta, que está relacionada com a variação na composição das comunidades bióticas. Pode-se dizer que é uma medida da dissimilaridade entre duas comunidades, o que é exemplificado na Figura 2. Pode-se observar que existe uma elevada similaridade entre as comunidades dos ambientes 1 e 2. Por outro lado, a similaridade entre as comunidades dos ambientes 1 e 3 é menor. Como a diversidade beta pode ser considerada o oposto da similaridade, podemos concluir que a diversidade beta é maior entre os ambientes 1 e 3 que entre os ambientes 1 e 2.

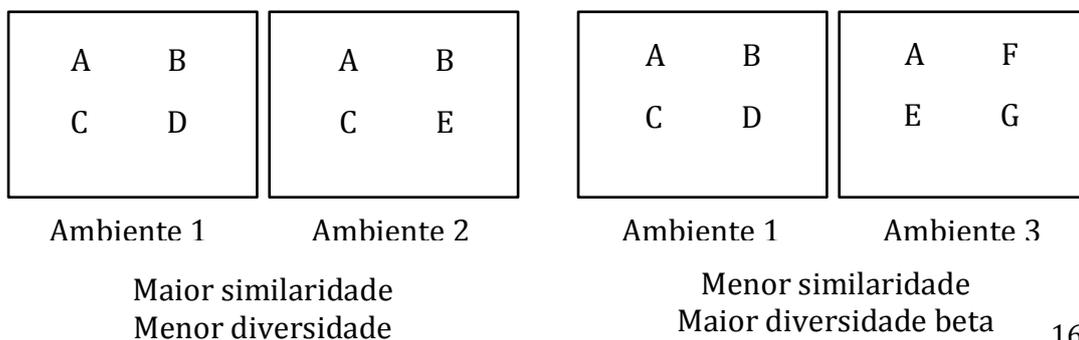


Figura 2 - Esquema ilustrativo da variação da diversidade beta entre ambientes. As letras representam espécies.

O índice (ou coeficiente) de similaridade de Jaccard (S_j) (ver PERONI; HERNANDEZ, 2011) é um dos mais utilizados para avaliar a similaridade das comunidades. Com base nesse índice podemos obter a diversidade beta como:

$$S_j = a/(a+b+c)$$

Onde:

a = número de espécies em comum, ao seja que existem em ambas as comunidades analisadas (1 e 2);

b = número de espécies que existem na comunidade 1 e que não existem na 2;

c = número de espécies que existem na comunidade 2 e que não existem na 1.

$$\text{Diversidade beta} = 1 - S_j$$

Através da obtenção da diversidade alfa, beta e gama pode-se traçar uma estratégia para a conservação da biodiversidade de uma região. Inicialmente podemos proteger as áreas que apresentam maior diversidade alfa e, posteriormente, proteger outras áreas em razão da diversidade beta, devendo-se escolher áreas que possuam uma maior diversidade beta quando contrastadas com as áreas já protegidas (RAMOS, 2010). Assim, preservaremos uma maior diversidade gama. Na prática, a utilização dessa estratégia é dificultada pela falta de informação sobre a distribuição geográfica das espécies. Contudo, levantamentos de espécies podem ser realizados em áreas pré-determinadas e possibilitar a utilização da estratégia. Outras informações úteis para a escolha de áreas para a proteção de espécies incluem a presença de espécies ameaçadas de extinção ou raras e os índices de endemismo. Também podemos delimitar áreas para a conservação através da observação das características da paisagem, o que será discutido adiante.

Dificuldades encontradas

Nesse ponto, cabe ressaltar que, apesar do número de espécies ser a variável mais utilizada para estudar a diversidade biológica de um local, também existem dificuldades para obter tal informação. As espécies de muitos grupos taxonômicos possuem características morfológicas bastante semelhantes, o que torna difícil a identificação. Outra questão importante é que, para muitos grupos taxonômicos, não existem chaves de identificação. Outras vezes, as chaves são de difícil entendimento ou os caracteres utilizados para separar as espécies são de difícil visualização. Todavia, esse problema seria amenizado se houvesse um número suficiente de profissionais especializados na identificação de espécies. Mas o número de taxônomos especializados é insuficiente para grande parte dos grupos taxonômicos (BRANDÃO et al., 2000). Além disso, outra dificuldade está no fato de que muitas espécies são difíceis de ser coletadas, pois habitam locais de difícil acesso ao ser humano, como o fundo do oceano ou o alto da copa de grandes árvores. Assim, dificilmente, são capturadas pelas técnicas de amostragem utilizadas que, por mais

que sejam eficientes e adaptadas ao micro-habitat, apresentam tendências a amostrar determinados segmentos da biota, coletando casualmente espécies que se locomovem por pequenas distâncias e/ou aquelas que apresentam comportamento críptico.

Como se não bastassem tais dificuldades, os pesquisadores ainda precisam enfrentar uma questão crucial, que é o conceito utilizado para definir uma espécie. Existem vários conceitos utilizados para explicar o que é uma espécie e o cômputo do número de espécies de um local, pode variar em função do conceito adotado. Como exemplo, pode-se citar o estudo de Mayden (1997), o qual identificou 22 diferentes conceitos para o termo “espécie”. Dillon e Fjeldsa (2005) estudaram a avifauna de uma região da África e concluíram que o número de espécies era de 1572, considerando-se o conceito biológico de espécie e de 2.098 pelo conceito filogenético de espécie. Na prática, devemos considerar como espécies válidas, aquelas que foram descritas através de uma publicação científica e possuem um nome válido atualmente. Essas são algumas das dificuldades que devem ser enfrentadas por Gestores Ambientais e outros profissionais ao trabalhar medindo a biodiversidade.

Técnicas para avaliar e medir a biodiversidade

As técnicas utilizadas para se avaliar a diversidade biológica variam em função do grupo taxonômico, esforço amostral, espaço e tempo. A maioria das técnicas de coleta podem ser utilizadas para a amostragem de vários táxons e aplicadas a diferentes ambientes. A padronização das metodologias e esforço amostral é aconselhável para permitir comparações futuras. Além disso, também é interessante agregar às informações dos táxons informações do ambiente (variáveis ambientais), pois auxiliarão na compreensão dos padrões de distribuição das espécies e podem direcionar análises futuras.

Para uma avaliação das comunidades de plantas, as técnicas mais recomendadas e utilizadas são as seguintes: demarcação de parcelas, transectos e a técnica do ponto-quadrante. As parcelas podem ter diferentes formas, sendo geralmente quadradas ou retangulares. Os transectos possuem tamanho variado, mas geralmente são retângulos com grande comprimento e que podem ser divididos em parcelas menores. São úteis para estudar gradientes de transição de comunidades bióticas. Na técnica do ponto-quadrante são avaliados os indivíduos mais próximos do ponto de amostragem em quatro quadrantes (norte, sul, leste e oeste), assim são amostrados quatro indivíduos em cada ponto (GORENSTEIN, 2002). Essa técnica possui a vantagem de não demandar a demarcação de uma área e pode gerar economia de tempo.

As parcelas também podem ser empregadas na amostragem de animais, principalmente os sésseis ou que se locomovem lentamente. Também são úteis para o levantamento de ninhos e de vestígios dos animais, como fezes, pegadas, penas, etc.

No levantamento da avifauna, pode-se utilizar o contato visual, que pode ser realizado com o uso de binóculos, câmeras ou mesmo a olho nu. O levantamento também é realizado pelo reconhecimento das vocalizações (com pontos de escuta) das aves com ou sem a ajuda de equipamentos. Outra técnica são as redes ornitológicas - redes esticadas no local da amostragem e vistoriadas em um intervalo de tempo que pode variar de minutos a horas. Nesta técnica, as aves que ficam presas, são coletadas e identificadas. Os pesquisadores também podem, caso seja necessário para o estudo, marcar as aves e obter suas medidas morfométricas (VON MATTER et al., 2010).

Listas de Mackinnon é um método proposto por John Mackinnon (MACKINNON, 1991), sendo utilizado em inventários faunísticos rápidos

acompanhando uma curva de acumulação de espécies, que permite comparações confiáveis entre áreas ou entre diferentes períodos do ano (RIBON, 2010). Consiste na elaboração de listas de 10 espécies, onde são registradas todas as espécies observadas/escutadas. Independentemente do número de indivíduos observados, cada espécie é apenas registrada uma vez em cada lista. Ao se completar 10 espécies diferentes, uma nova lista é iniciada. Na segunda lista e nas demais é possível registrar novos indivíduos de qualquer das 10 espécies da lista anterior, desde que se tenha certeza de que não se trata do mesmo indivíduo registrado na lista anterior (RIBON, 2010).

Para o levantamento da herpetofauna pode-se utilizar a busca limitada por tempo (ZANI; VITT, 1995). Esta técnica cobre um terreno significativamente grande, permitindo que o pesquisador explore visualmente diversas áreas, observando especialmente possíveis abrigos utilizados pelos animais. Também podem ser utilizadas armadilhas de interceptação e queda (*pitfalls* associados com *drift-fences*) (PEREIRA; SERRA, 2012). Tais armadilhas são recipientes enterrados no solo e associados a cercas que guiam os animais na direção dos recipientes, onde devem cair e ficar presos, para posterior avaliação dos pesquisadores (ver CORN, 1994). Este é um método amplamente utilizado em levantamentos e monitoramentos de anfíbios e répteis (HEYER et al., 1994), tendo a vantagem de amostrar animais que dificilmente são encontrados pelo método de procura visual (CORN, 1994).

Para a mastofauna é utilizada a busca por vestígios das espécies, como pegadas, fezes e pelos. A existência de uma espécie em uma área também pode ser constatada por meio de carcaças. Além disso, as vocalizações e registros visuais são utilizados na amostragem. Uma forma de se realizar a amostragem de forma padronizada é a utilização de armadilhas, como os modelos Tomahawk e Sherman e as armadilhas fotográficas. Também são utilizadas as armadilhas de interceptação e queda para animais de pequeno porte, como o modelo utilizado para herpetofauna. No caso da amostragem de morcegos, as redes de neblina são bastante utilizadas (processo semelhante ao adotado na amostragem de aves) (PEREIRA; SERRA, 2012).

O levantamento da ictiofauna é realizado com redes, linhas de espera, peneiras, puçá, armadilhas do tipo covo e mesmo através do contato visual durante o mergulho. Para a amostragem de espécies de invertebrados existe uma grande variedade de técnicas que podem ser utilizadas e vão variar em função do grupo de animais que se deseja estudar. A coleta manual é grandemente utilizada e, geralmente, representa uma forma fácil e rápida de se realizar a amostragem. As armadilhas de queda tipo *pitfall*, as armadilhas luminosas e o extrator de Winkler são exemplos de equipamentos largamente utilizados para a coleta, principalmente, de insetos. Para invertebrados aquáticos móveis pode-se usar o puçá e para os ninhos e animais sésseis, como alguns cnidários e poliquetas, pode-se utilizar a demarcação de parcelas.

Seja qual for o grupo zoológico avaliado e a(s) técnica(s) empregada(s), o profissional deve escolher previamente o melhor desenho amostral, visando otimizar custos e tempo, como também permitir o maior sucesso na amostragem da biodiversidade. Além disso, cabe ressaltar que deve-se garantir a segurança das pessoas envolvidas nos trabalhos de campo e de laboratório, o que inclui, por exemplo, o uso de equipamentos de segurança, quando necessários.

Problemas para a Gestão da Biodiversidade

A principal dificuldade para qualquer gestor da biodiversidade é aliar a preservação e conservação da natureza aos diversos interesses da sociedade. Atividades humanas que causem a destruição e fragmentação de habitats, a superexploração das espécies e a introdução de espécies exóticas podem provocar a perda de biodiversidade (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). A perda de habitat é considerada como uma das principais ameaças à biodiversidade, especialmente de espécies endêmicas (BROOKS et al., 2002). Muitas vezes, o habitat não é totalmente destruído, mas é dividido em partes menores, o que também é bastante prejudicial, pois além de diminuir o habitat total, também isola as populações e aumenta o risco de extinção.

Tomando como exemplo o Bioma Mata Atlântica, dados de Ribeiro et al. (2009) indicam que a sua extensão original foi reduzida para apenas 11,4% a 16%. Os autores mencionam, ainda, que a cobertura florestal é formada por fragmentos com diferentes níveis de isolamento e de diversos tamanhos, com mais de 80% dos fragmentos florestais tendo menos que 50 ha. A fragmentação florestal também ocasiona o aumento do efeito de borda. A borda dos remanescentes florestais apresenta características ambientais, como a ciclagem de nutrientes, evapotranspiração, radiação e vento, diferentes do interior da floresta e algumas espécies não estão adaptadas para viver no habitat de borda (SAUNDERS et al., 1991).

A destruição e fragmentação das florestas tropicais têm sido atribuídas principalmente à conversão de áreas para a agropecuária (SCHELHAS; GREENBERG, 1996). Contudo, as queimadas, a extração ilegal de madeira e a expansão das cidades também são causas importantes da destruição dos habitats e da sua fragmentação.

A fragmentação dos habitats ocasiona a diminuição do fluxo gênico entre populações e pode dividir uma população biótica em duas ou mais populações menores. Isso pode causar o declínio de populações de diversos organismos. Sabe-se que as pequenas populações estão mais sujeitas a extinção por serem mais susceptíveis à depressão endogâmica, à perda de diversidade genética e flutuações ambientais (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Outra consequência negativa da fragmentação dos habitats é a sua influência sobre interações ecológicas, como a polinização e a dispersão de sementes de plantas, que podem ser importantes para a sobrevivência das espécies (GUIMARÃES; COGNI, 2002; PAUW, 2007; KOLB, 2008; ANDREAZZI et al., 2009; ALMEIDA et al., 2013).

A superexploração pode ser definida como a utilização excessiva dos componentes do meio ambiente, de modo que os recursos naturais renováveis são restituídos em uma velocidade inferior à que são explorados. Muitas espécies vegetais são coletadas pelo ser humano nos ecossistemas naturais e diversas espécies de animais são caçadas para consumo. Apesar de populações tradicionais, em diversos casos, fazerem uso sustentável dos recursos naturais, a superexploração é apontada como a causadora da extinção de um grande número de espécies (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

A introdução de espécies em um ambiente pode provocar a extinção das espécies nativas pela predação excessiva, o que pode ocorrer no caso da espécie introduzida ser um predador, ou por competição, com as espécies nativas sofrendo diminuição do tamanho populacional e posteriormente sendo extintas (GONÇALVES et al., 2011). Como exemplo, pode ser citado o caso da espécie de formiga *Solenopsis invicta* Buren (formiga-lava-pé), que é nativa do Brasil, mas foi introduzida em vários

outros países onde tem sido apontada como causadora da redução da diversidade de artrópodes nos ambientes invadidos, além de causar danos a outras espécies, por ser uma voraz predadora (WOJCIK et al., 2001; GOTELLI; ARNETT, 2000; JETTER et al., 2002; MORRISON, 2002; PARRIS et al., 2002). Outro caso é o das espécies de moscas do gênero *Chrysomya*, que foram introduzidas no Brasil e são apontadas como causadoras do deslocamento de espécies nativas, como *Cochliomyia macellaria* (Fabricius, 1775), que era tida como muito abundante em alguns ambientes e tornou-se rara após a introdução das espécies de *Chrysomya* (GONÇALVES et al., 2011).

A degradação dos habitats a partir, por exemplo, da poluição com substâncias químicas, vem chamando a atenção dos conservacionistas nas últimas décadas como uma importante ameaça à biodiversidade. Isso decorre dos grandes desastres ambientais ocorridos, gerando a mortandade de animais e plantas, principalmente em habitats aquáticos.

Além das atividades antrópicas citadas, existem outros entraves para a adequada gestão da diversidade biológica. Como podemos fazer a correta gestão de algo que não conhecemos? Essa certamente é a principal questão que devemos responder para realizar a gestão da biodiversidade. O conhecimento sobre as espécies que existem no mundo e sobre a sua distribuição geográfica ainda é bastante restrito. Alguns dos motivos para que isso ocorra inclusive já foram citados. Muitos grupos taxonômicos são pouco estudados, por não apresentarem importância econômica, e não existem chaves para identificação. Cabe ressaltar que existe uma expressiva escassez de taxônomos interessados em estudar alguns grupos de organismos. Outras vezes, os organismos são difíceis de ser coletados, o que vale, por exemplo, para organismos que vivem em grandes profundidades aquáticas, no solo ou no alto das grandes árvores de uma floresta. Além disso, um forte entrave é a falta de investimento em pesquisas e na formação de taxônomos, principalmente, em países em desenvolvimento.

Estratégias para a conservação da biodiversidade

As estratégias para a conservação da diversidade biológica podem ser divididas em dois tipos: estratégias *in situ* e *ex situ*. As estratégias *in situ* objetivam preservar as comunidades bióticas no seu habitat natural. Geralmente, são áreas demarcadas com a finalidade de conservar as espécies e os ecossistemas. As unidades de conservação da natureza se encaixam nessa estratégia. Além delas, também podemos considerar as Áreas de Preservação Permanente (APP) e as Reservas Legais, instituídas pelo Código Florestal (Lei Federal Nº 12.651 de 2012), Territórios Quilombolas e as Terras Indígenas, como ferramentas institucionais, de nível nacional, para a conservação *in situ* da diversidade biológica (MEDEIROS, 2006). O objetivo deve ser manter populações com elevado número de indivíduos e, assim, conservar as espécies e sua diversidade genética. Em seu habitat natural, as espécies podem seguir o processo natural de especiação, em um ambiente em constante mudança, o que contribui para corroborar a utilização desta estratégia de conservação como prioritária.

Alguns processos de intervenção nas populações de animais e plantas, com vista à conservação ambiental, podem ser efetuados como, por exemplo, a reintrodução – que envolve a soltura ou plantio de indivíduos em um habitat onde a espécie foi extinta - e o acréscimo – que trata da soltura ou plantio de novos indivíduos onde a espécie já existe, visando aumentar o tamanho da população e a sua

variabilidade genética (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Adiante, voltaremos a tratar da conservação *in situ*.

Contudo, por vezes, não é possível garantir a conservação das espécies em seu habitat natural, seja porque o seu habitat foi destruído ou está expressivamente degradado ou por restarem poucos indivíduos da espécie. Nessas situações, os indivíduos podem ser mantidos em condições artificiais controladas pelo ser humano, numa tentativa de garantir que se mantenham saudáveis e possam gerar o máximo de prole possível. Nesse caso, trata-se de conservação *ex situ*. Essa estratégia deve ser utilizada quando se chegar à conclusão de determinada espécie expressivamente ameaçadas de extinção pode ter maior probabilidade de continuar existindo, se submetida à supervisão humana. Para os animais, os zoológicos, os grandes aquários públicos e centros de triagem de animais são exemplos de instalações que servem para a preservação *ex situ*. As plantas podem ser mantidas em jardins botânicos e a sua diversidade genética também é preservada em bancos de sementes. As estratégias *ex situ* são importantes para a conservação *in situ*, pois os animais e plantas mantidos inicialmente fora do seu habitat natural podem ser reintroduzidos ou acrescidos à populações presentes no ambiente natural (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Além disso, os animais e plantas mantidos em instalações *ex situ* podem ser utilizados para a pesquisa e educação ambiental.

Unidades de conservação da natureza

No Brasil, a Lei Federal Nº 9.985 de 2000 instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC). Dentre os objetivos do SNUC estão a conservação da biodiversidade e dos demais recursos naturais, a proteção de paisagens naturais de elevada beleza cênica, a manutenção dos recursos naturais essenciais para a subsistência de populações tradicionais e a promoção do desenvolvimento sustentável. A lei possui critérios e normas para a criação e gestão das unidades de conservação. No inciso I do Art. 2º, unidade de conservação (UC) é definida como “espaço territorial e seus recursos ambientais, incluindo as águas jurisdicionais, com características naturais relevantes, legalmente instituído pelo Poder Público, com objetivos de conservação e limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção”. Essas áreas protegidas são eficazes para a conservação de espécies ameaçadas de extinção, ecossistemas, áreas de elevada beleza cênica e do modo de vida de populações tradicionais (BRAZ; CAVALCANTI, 2001; ALMEIDA et al., 2011). Ferreira et al. (2005), por exemplo, constataram que o desmatamento nas unidades de conservação é até 10 vezes menor que em áreas não protegidas.

As unidades de conservação são divididas no SNUC (Lei Federal Nº 9.985 de 2000) em dois grupos: Unidades de Proteção Integral, onde somente é permitido o uso indireto dos recursos naturais, embora existam exceções; e Unidades de Uso Sustentável, que visam conciliar o uso sustentável dos recursos naturais com a conservação da natureza (BRASIL, 2000). Cinco categorias de unidades de conservação compõem o grupo das Unidades de Proteção Integral, são elas a Estação Ecológica (ESEC), a Reserva Biológica (REBIO), o Parque Nacional (PARNA), o Monumento Natural (MONA) e o Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) (BRASIL, 2000). No grupo das Unidades de Uso Sustentável encontramos sete categorias: Área de Proteção Ambiental (APA); Área de Relevante Interesse Ecológico (ARIE); Floresta Nacional (FLONA); Reserva Extrativista (RESEX); Reserva de Fauna (REFAU); Reserva de Desenvolvimento Sustentável (RDS); e Reserva Particular do

Patrimônio Natural (RPPN) (BRASIL, 2000). Somente as RPPNs são unidades de conservação privadas, embora várias categorias admitam propriedades particulares em seu interior.

O objetivo de cada categoria de unidade de conservação segue abaixo, conforme consta no SNUC (Lei Federal Nº 9.985 de 2000):

ESEC – “a preservação da natureza e a realização de pesquisas científicas”;

REBIO – “a preservação integral da biota e demais atributos naturais existentes em seus limites, sem interferência humana direta ou modificações ambientais, excetuando-se as medidas de recuperação de seus ecossistemas alterados e as ações de manejo necessárias para recuperar e preservar o equilíbrio natural, a diversidade biológica e os processos ecológicos naturais”;

PARNA – “a preservação de ecossistemas naturais de grande relevância ecológica e beleza cênica, possibilitando a realização de pesquisas científicas e o desenvolvimento de atividades de educação e interpretação ambiental, de recreação em contato com a natureza e de turismo ecológico”;

MONA - “preservar sítios naturais raros, singulares ou de grande beleza cênica”;

REVIS – “proteger ambientes naturais onde se asseguram condições para a existência ou reprodução de espécies ou comunidades da flora local e da fauna residente ou migratória”;

APA – “proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais”;

ARIE – “manter os ecossistemas naturais de importância regional ou local e regular o uso admissível dessas áreas, de modo a compatibilizá-lo com os objetivos de conservação da natureza”;

FLONA – “o uso múltiplo sustentável dos recursos florestais e a pesquisa científica, com ênfase em métodos para exploração sustentável de florestas nativas”;

RESEX – “uma área utilizada por populações extrativistas tradicionais, cuja subsistência baseia-se no extrativismo e, complementarmente, na agricultura de subsistência e na criação de animais de pequeno porte, e tem como objetivos básicos proteger os meios de vida e a cultura dessas populações, e assegurar o uso sustentável dos recursos naturais da unidade”;

REFAU – “área natural com populações animais de espécies nativas, terrestres ou aquáticas, residentes ou migratórias, adequadas para estudos técnico-científicos sobre o manejo econômico sustentável de recursos faunísticos”;

RDS – “preservar a natureza e, ao mesmo tempo, assegurar as condições e os meios necessários para a reprodução e a melhoria dos modos e da qualidade de vida e exploração dos

recursos naturais das populações tradicionais, bem como valorizar, conservar e aperfeiçoar o conhecimento e as técnicas de manejo do ambiente, desenvolvido por estas populações”;
RPPN – “conservar a diversidade biológica” (BRASIL, 2000).

Vários fatores devem ser levados em consideração na escolha de um local para criação de uma unidade de conservação e para a sua delimitação (ALMEIDA et al., 2011). Já foi mencionado que a diversidade alfa, beta e gama e a presença de espécies endêmicas, raras e ameaças de extinção podem ser utilizadas para a escolha de áreas prioritárias para a conservação. Mas essas informações nem sempre estão disponíveis. Todavia, através da análise da paisagem também podemos tirar conclusões sobre quais seriam as áreas mais promissoras para proteger a diversidade biológica e qual seria a melhor forma da unidade de conservação.

A demarcação de áreas para a conservação da biodiversidade deve levar em consideração a possibilidade de se proteger o maior número possível de espécies e manter populações viáveis, ou seja, com o número de indivíduos necessário para que persistam por longo tempo. Quanto maior a área de uma unidade de conservação, mais espécies serão preservadas, pois áreas maiores tendem a possuir maior variabilidade de habitats, populações maiores e menos propícias à extinção, tendendo, assim, a uma maior riqueza de espécies (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). As unidades de conservação maiores também possuem, proporcionalmente, menor área de borda. As condições microclimáticas na borda das florestas são diferentes das condições do interior e determinadas espécies somente estão adaptadas à habitar o interior das florestas. Além disso, nas unidades de conservação maiores os indivíduos tendem a estar distribuídos por uma área maior, desse modo, caso algum evento catastrófico ocorra em uma parte da área, não eliminará todos os indivíduos e a espécie vai persistir.

O nível de isolamento também deve ser levado em conta quando da demarcação de áreas para a conservação da biodiversidade. Sempre que for possível, deve-se escolher áreas com habitats pouco isolados e, preferencialmente, próximos de outras unidades de conservação. O isolamento dificulta o fluxo gênico e pode gerar a perda de variabilidade genética e de flexibilidade evolucionária. Também pode aumentar a endogamia e facilitar que genes recessivos deletérios se expressem (PRIMACK; RODRIGUES, 2001).

Quanto ao formato, as formas mais circulares devem ser preferidas em detrimento das formas quadradas e, principalmente, retangulares. Áreas com formatos alongados possuem proporcionalmente mais área de habitat de borda que áreas com formato circular, sendo também mais susceptíveis à fatores externos (ALMEIDA et al., 2011). Em termos de paisagem, a criação de uma unidade de conservação em uma região com paisagem dominada por ecossistemas bem preservados é vantajosa em comparação com a criação de uma unidade de conservação em uma paisagem dominada por áreas degradadas.

Uma área que tenha habitats diversificados, como a presença de lagos, rios, montanhas, cavernas e várias fitofisionomias, acaba por possuir também mais espécies. Assim, áreas com diversos tipos de habitats e ambientes heterogêneos podem ser preferidas para a demarcação de unidades de conservação (PRIMACK; RODRIGUES, 2001; MARTINS et al., 2011).

Muitas vezes, unidades de conservação são criadas para proteger determinadas espécies, geralmente espécies carismáticas. Nesses casos, a demarcação da unidade de conservação deve ser feita visando garantir a manutenção de pelo menos uma população viável mínima da espécie e incluir na área protegida todos os recursos necessários para a continuidade da população ou populações, como água, alimento e refúgios.

Para a criação de uma unidade de conservação é necessária a consulta pública, com exceção das Estações Ecológicas e das Reversas Biológicas, em que a consulta pública não é obrigatória. Desse modo, além de realizar a análise da demarcação com base nos fatores mencionados acima, também se deve considerar a opinião dos moradores da região e demais interessados.

Plano de manejo de unidades de conservação

Consta no SNUC, em seu Art. 27, que todas as unidades de conservação devem possuir um plano de manejo. O plano de manejo é definido no Art. 2º do SNUC como “documento técnico mediante o qual, com fundamento nos objetivos gerais de uma unidade de conservação, se estabelece o seu zoneamento e as normas que devem presidir o uso da área e o manejo dos recursos naturais, inclusive a implantação das estruturas físicas necessárias à gestão da unidade”. Assim, é o documento que norteia a gestão da área protegida e que propicia que a unidade de conservação atinja os objetivos estabelecidos na sua criação. É importante observar que no Art. 27 consta que “o plano de manejo de uma unidade de conservação deve ser elaborado no prazo de cinco anos a partir da data de sua criação”, porém a partir da criação da unidade de conservação os gestores devem garantir a proteção da área. Outra questão importante é que o plano de manejo não se resume a área da unidade de conservação, também deve incluir a zona de amortecimento, os corredores ecológicos e abordar medidas que visem integrar a área protegida com as comunidades vizinhas, como é observado no primeiro parágrafo do Art. 27 do SNUC.

O Decreto Nº 4.340 de 2002 regulamenta alguns aspectos do SNUC referentes aos planos de manejo em seu Capítulo IV. No Art. 12 consta que o Plano de Manejo deve ser confeccionado pelo órgão gestor da unidade de conservação ou pelo proprietário, no caso de uma RPPN. Para a confecção do documento, devem ser utilizados roteiros metodológicos, que podem ser obtidos no site institucional do ICMBio (ICMBIO, 2013).

Problemas para a gestão de unidades de conservação

Nesse ponto, serão brevemente discutidos cinco dos mais sérios problemas que o gestor pode enfrentar quando administra uma unidade de conservação: perda e fragmentação de habitat; caça e extração ilegal de material vegetal; superexploração; incêndios; e a falta de recursos financeiros.

Apesar de o desmatamento ser menor dentro das unidades de conservação, eles ainda ocorrem (FERREIRA et al., 2005), podendo levar populações de animais e plantas ao declínio, principalmente populações de animais que precisam de grandes áreas para sobreviver e espécies mais susceptíveis à distúrbios. A perda de habitat pode estar acompanhada da fragmentação do habitat, isolando populações, dificultando o fluxo gênico, e aumentando o efeito de borda. Não é incomum, por exemplo, a construção de estradas dentro de unidades de conservação que, além de gerar a fragmentação do habitat, também podem aumentar o desmatamento (FERREIRA et al., 2005). A perda e a fragmentação do habitat devem ser evitadas

pelos gestores das áreas protegidas, através da fiscalização e planejamento. No caso da unidade de conservação já ter sido criada com habitats fragmentados, a recuperação das áreas degradadas, com reflorestamentos, por exemplo, pode ser uma alternativa interessante para tornar a área mais propícia para a manutenção das espécies. A formação de corredores ecológicos ligando habitats isolados pode aumentar o fluxo gênico.

A caça e a extração ilegal de material vegetal são problemas enfrentados por grande parte dos gestores de unidades de conservação. Araújo et al. (2008) encontraram evidências da caça ilegal na REBIO União e na REBIO de Poço das Antas. Os resultados dos autores indicam que a caça é uma prática comum nessas unidades de conservação, colocando em risco, principalmente, as espécies de mamíferos.

Além disso, a superexploração dos recursos naturais também pode ser um problema, nas Unidades de Uso Sustentável. Muitas vezes carecemos de estudos que avaliem a sustentabilidade da utilização de recursos naturais em unidades de conservação. Para suprir parte dessa demanda, Pereira (2010) avaliou a sustentabilidade do extrativismo do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) na Reserva Extrativista do Mandira, São Paulo, segunda atividade produtiva mais importante na reserva. A produção comercial anual média foi de 6,7 toneladas e o índice de abundância do caranguejo apresentou aumento significativo no período analisado pelo autor, assim o extrativismo do caranguejo na RESEX mostrou-se sustentável.

Infelizmente, a ocorrência de incêndios em unidades de conservação é bastante frequente, sendo consideradas graves ameaças, principalmente para áreas pequenas e ecossistemas que sejam especialmente sensíveis ao fogo (MEDEIROS; FIEDLER, 2004). No Parque Nacional da Serra do Cipó, Minas Gerais, um incêndio ocorrido em outubro de 2012 afetou uma área superior a 6 mil hectares (AGÊNCIA BRASIL, 2012). Koproski et al. (2004) constataram que ocorreram 52 incêndios no Parque Nacional de Ilha Grande, Rio de Janeiro, no período de 1999 a 2003. A área atingida foi de 124.854,5ha, nos cinco anos avaliados, com a média 24.970,9 ha por ano. Os autores chamam a atenção para o fato da área total da unidade de conservação ser de 78.875ha, menos que a soma das áreas queimadas nos anos avaliados.

Assim, a prevenção de incêndios e o seu combate nas unidades de conservação devem estar entre as prioridades dos gestores. A formação de brigadas de combate a incêndios é fundamental e os membros da brigada devem ser mantidos de prontidão especialmente nas épocas que os incêndios são mais frequentes. Para evitar a propagação dos incêndios, uma prática bastante utilizada é a construção de aceiros, que podem ser criados pela supressão de uma faixa de vegetação. Os aceiros podem ser criados prioritariamente ao longo das divisas da área protegida, de estradas e de áreas cultivadas (UOV, 2013). Com o monitoramento dos incêndios que ocorrem na unidade de conservação ou nas suas proximidades, é possível, após alguns anos, determinar zonas especialmente propícias à ocorrência de incêndios. Caso essas áreas sejam identificadas, podem ser criados aceiros para evitar a propagação dos incêndios, além de intensificar a capacidade de detecção de incêndios logo após se iniciem nessas áreas.

Para diminuir os danos causados pelos incêndios, também, é extremamente útil a adoção de um sistema de detecção e comunicação eficaz. Tal sistema deve incluir os períodos diurno e noturno, utilizando torres de observação, guaritas, veículos para rondas constantes, GPS e aparelhos para a rápida comunicação da ocorrência e da localização do foco de incêndio (MEDEIROS; FIEDLER, 2004;

UOV, 2013). No site do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe) podemos observar os focos de incêndio nas unidades de conservação e obter informações que auxiliam no planejamento do combate aos incêndios, como o histórico de ocorrência de focos de calor em cada mês do ano (INPE, 2013).

Os índices de perigo de incêndio também são ferramentas que são utilizadas na prevenção de incêndios. Tais índices indicam a probabilidade da ocorrência de um incêndio e a sua facilidade de propagação, sendo baseados em condições atmosféricas. O Índice de Angstron (B) e a Fórmula de Monte Alegre estão entre os mais usados. Com base nesses índices podem ser intensificadas ou atenuadas as medidas preventivas e advertir os funcionários e visitantes da unidade de conservação sobre a chance de ocorrer um incêndio (UOV, 2013).

Muitos incêndios florestais que atingem unidades de conservação são causados pelo ser humano e são propositais (MEDEIROS; FIEDLER, 2004). Existem pessoas que sentem satisfação em criar incêndios. Além disso, é comum a prática da queimada para limpeza de pasto ou de áreas agrícolas e o fogo pode se alastrar para a área protegida. Os incêndios também podem ser causados de forma involuntária, iniciando com um cigarro aceso que é lançado na mata ou com uma faísca saída de uma fogueira, por exemplo, ou ainda com balões. Assim, a prática da educação ambiental é bastante útil para evitar os incêndios e deve ser direcionada principalmente para as pessoas que habitam no entorno da unidade de conservação. Contudo, os visitantes das áreas protegidas também devem ser orientados para evitar a ocorrência dos incêndios.

A implementação dos planos de manejo nas unidades de conservação depende da disponibilidade de recursos financeiros, e sendo estes, na maioria das vezes, escassos, consistem em um grande desafio para que a UC alcance um nível satisfatório de manejo (LIMA et al., 2005). Dados do ano de 2011 indicam que as unidades de conservação recebiam cerca de R\$ 450 milhões/ano, o que seria aproximadamente a metade do valor mínimo necessário para o funcionamento dessas áreas e o montante para o seu completo aproveitamento seria de R\$ 1,8 bilhão/ano (LOURENÇO, 2011). A obtenção de recursos financeiros para as unidades de conservação pode se dar por: doações; comercialização de produtos, serviços ou da imagem das UCs; compensação ambiental; repasse do ICMS Ecológico; contribuições advindas dos responsáveis por gerar e distribuir energia elétrica ou que utilize recursos hídricos que recebam proteção de uma UC (ver Lei Federal N° 9.985 de 2000 - SNUC).

O papel dos Gestores Ambientais na conservação da biodiversidade

No atual contexto de acelerada perda de habitat e degradação dos ecossistemas naturais, acompanhado de altas taxas de extinção, falta de conhecimento acerca da distribuição das espécies e pouca preocupação por parte de autoridades e da população em geral, a conservação da biodiversidade torna-se um desafio. Inúmeras políticas públicas são cunhadas em todo o mundo para buscar o desenvolvimento das sociedades. Contudo, esse desenvolvimento raramente é realizado em bases sustentáveis. Existe, desse modo, um conflito entre os interesses da população humana e as necessidades de muitas espécies. Diante desse cenário, são necessários profissionais com conhecimentos e habilidades diversos, capazes de tomar as melhores decisões buscando conciliar o desenvolvimento com a conservação da biodiversidade. Esse é um dos papéis do Gestor Ambiental: “o bacharel em Gestão Ambiental busca a consolidação do desenvolvimento sustentável, através da melhor

integração entre as ações de conservação dos sistemas naturais, da harmonia entre as sociedades e as atividades humanas” (PPC GESTÃO AMBIENTAL, 2013).

Os Gestores Ambientais são profissionais que possuem uma formação multidisciplinar e diversas atribuições que colaboram para a proteção das espécies. Fonseca et al. (2013) tratam das atribuições presentes no Projeto de Lei 2.664 de 2011 que irá regulamentar a profissão de Gestor Ambiental e citam a educação ambiental, a gestão de resíduos, o gerenciamento e implantação de Sistemas de Gestão Ambiental, a avaliação de impactos ambientais, a recuperação de áreas degradadas e a elaboração de projetos de desenvolvimento sustentável.

O Gestor Ambiental atua em diferentes esferas da sociedade, solucionando problemas ambientais, os quais põem em risco a biodiversidade. Esse profissional pode trabalhar em órgãos públicos, empresas privadas e ONGs. Podem atuar na educação ambiental, conscientizando pessoas sobre os impactos ambientais negativos gerados por suas atividades e da importância da conservação da biodiversidade. Também podem atuar na implantação e administração de Sistemas de Gestão Ambiental, quando auxiliam as empresas, por exemplo, a diminuir a emissão de poluentes, protegendo a biodiversidade. No setor público, o Gestor Ambiental pode elaborar e/ou implementar políticas públicas que visem a conservação da diversidade biológica ou avaliar Estudos de Impacto Ambiental e as medidas que visem mitigar impactos sobre a fauna e flora. Quanto aos Estudos de Impacto Ambiental, o Gestor Ambiental também pode fazer parte das equipes multidisciplinares que confeccionam tais estudos, avaliando a biodiversidade da área que será impactada pelo empreendimento proposto e sugerindo medidas para minimizar os impactos negativos advindos do empreendimento. A atuação de Gestores Ambientais na fiscalização de inconformidades legais e/ou através da auditora ambiental nas empresas colabora indiretamente para a proteção da biodiversidade, pois evita, por exemplo, que acidentes ambientais ocorram ou que as empresas lancem poluentes em quantidades acima do permitido por lei. A recuperação de áreas degradadas é uma atribuição dos Gestores Ambientais que é de sua importância para reverter o quadro atual de redução dos habitats naturais. Na criação de projetos pelo desenvolvimento sustentável esses profissionais buscam compatibilizar as necessidades da sociedade atual com a manutenção dos recursos naturais.

Na gestão de uma unidade de conservação, sua formação multidisciplinar permite que possa realizar a gestão de funcionários, realizar cálculos orçamentários e distribuir os recursos de forma eficiente, planejar o zoneamento e uso solo, dialogar com comunidades tradicionais e/ou outras pessoas que residem da UC ou em sua zona de amortecimento. Além disso, podem utilizar o conhecimento adquirido sobre ciências biológicas para realizar o manejo da biota e da paisagem com fins conservacionistas ou preservacionistas. Profissionais com outras formações geralmente são especializados em realizar uma ou algumas poucas dessas funções, tendo dificuldades para exercer todas essas funções com maestria. Os Gestores Ambientais estão aptos inclusive para criar planos de manejo para as unidades de conservação. Diante do exposto, pode-se comprovar que os Gestores Ambientais, no exercício de sua profissão, colaboram direta e indiretamente para a conservação da biodiversidade.

Referências bibliográficas

AGÊNCIA BRASIL. Vento forte dificulta combate a incêndio que afeta unidade de conservação em Minas há uma semana. Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/noticia/2012-10-11/vento-forte-dificulta-combate-incendio-que-afeta-unidade-de-conservacao-em-minas-ha-uma-semana>>. Acesso em: 20 out. 2012.

Diversidade e Gestão 1(1): 10-32. 2017.
Volume Especial
Gestão Ambiental: Perspectivas, Conceitos e Casos

ALMEIDA, V.J.M.; ETCHEBEHERE, M.L.C.; SAAD, A.R.; RAMPANELLI, A.M. O registro da fauna nas pinturas rupestres do Parque Nacional Serra da Capivara (PI) e seus prováveis indicadores paleoambientais. *Revista UnG – Geociências* 11(1): 19-58, 2012.

ALMEIDA, F.S.; GOMES, D.S.; QUEIROZ, J.M. Estratégias para a conservação da biodiversidade biológica em florestas fragmentadas. *Ambiência* 7(2): 367-382, 2011.

ALMEIDA, F.S.; MAYHE-NUNES, A.J.; QUEIROZ, J.M. The importance of poneromorph ants for seed dispersal in altered environments. *Sociobiology* 60(3): 229-235, 2013.

ANDRADE, D.C.; ROMEIRO, A.R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e bem-estar humano. Texto para discussão. IE/UNICAMP, n.155, 2009.

ANDREAZZI, C.S.; PIRES, A.S.; FERNANDEZ, A.S. Mamíferos e palmeiras neotropicais: interações em paisagens fragmentadas. *Oecologia Brasiliensis* 13: 554-574, 2009.

ARAÚJO, M. A. R. Unidades de Conservação no Brasil: da república à gestão de classe mundial. Belo Horizonte : SEGRAC, 2007.

ARAÚJO, R.M.; SOUZA, M.B.; RUIZ-MIRANDA, C.R. Densidade e tamanho populacional de mamíferos cinegéticos em duas Unidades de Conservação do Estado do Rio de Janeiro, Brasil. *Iheringia, Sér. Zoologia* 98: 391-396, 2008.

BONITA, R.; BRANDSTROM, A.; MALMBERG, G. Linnaeus: alive and well. *Global Health Action* 4: 57-60, 2011.

BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M.; YAMAMOTO, C.I. Avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil – Invertebrados terrestres. São Paulo: Ministério do Meio Ambiente, 2000.

BRASIL, DECRETO Nº 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. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/D2519.htm>. Acesso em: 20 ago. 2015.

BRASIL, LEI Nº 12.651, DE 25 DE MAIO DE 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/12651.htm>. Acesso em: 20 ago. 2015.

BRASIL, LEI Nº 9.985, DE 18 DE JULHO DE 2000. Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/CCivil_03/leis/L9985.htm>. Acesso em: 20 ago. 2015.

BRASIL, DECRETO Nº 4.340, DE 22 DE AGOSTO DE 2002. Regulamenta artigos da Lei no 9.985, de 18 de julho de 2000, que dispõe sobre o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza - SNUC, e dá outras providências. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/2002/d4340.htm>. Acesso em: 20 ago. 2015.

BRAZ, V.S.; CAVALCANTI, R.B. A representatividade de áreas protegidas do Distrito federal na conservação da avifauna do Cerrado. *Ararajuba* 9: 61-69, 2001.

BROOKS, T.M.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; FONSECA, G.A.B.; RYLANDS, A.B.; KONSTANT, W.R.; FLICK, P.; PILGRIM, J.; OLDFIELD, S.; MAGIN, G.; HILTON-TAYLOR, C. Habitat loss and extinction in the hotspots of biodiversity. *Conservation Biology* 16(4): 909-923, 2002.

BROWN, J.H.; DAVIDSON, D.W. Competition between seed-eating rodents and ants in desert ecosystems. *Science* 196(4292): 880-882, 1977.

CAMPOS, N.F. Análise das dimensões da biodiversidade presentes em materiais didático-culturais produzidos e/ou utilizados pelos museus de ciências. Faculdade de Educação: Universidade de São Paulo, 2009. 62p.

CORN, P.S. Straight-line drift fences and pitfall traps. In: HEYER, W.R.; DONNELLY, M.A.; MCDIARMID, R.W.; HAYEK, L.A.C.; FOSTER, M.S. Measuring and monitoring biological diversity: Standard methods for amphibians. Washington: Smithsonian Institution Press, 1994. p. 109-117.

DILLON, S.; FJELDSA, J. The implications of different species concepts for describing biodiversity patterns and assessing conservation needs for African birds. *Ecography* 28: 682-692, 2005.

DOBSON, A.P. Conservation and Biodiversity. New York: Scientific American Library, 1996 Apud ROCHA, L.K. Um estudo crítico sobre a proteção dos conhecimentos associados à biodiversidade. *Brasileira de Direito Ambiental* 6(24): 93-133, 2010.

ELDRIDGE, D.J. Effect of ants on sandy soils in semi-arid eastern Australia – local distribution of nest entrances and their effect on infiltration water. *Australian Journal of Soil Research* 31: 509-518, 1993.

FEARNSIDE, P.M. Desmatamento na Amazônia: dinâmica, impactos e controle. *Acta Amazonica* 36(3): 395-400, 2006.

FERREIRA, L.V.; VENTICINQUE, E.; ALMEIDA, S. O desmatamento na Amazônia e a importância das áreas protegidas. *Estudos Avançados* 53(19): 157-166, 2005.

Diversidade e Gestão 1(1): 10-32. 2017.
Volume Especial
Gestão Ambiental: Perspectivas, Conceitos e Casos

FONSECA, R.; VECCHI, I.; OLIVEIRA, D.N.; ALMEIDA, A.C.R.; ALMEIDA, F.S. O Gestor Ambiental e as Implicações na Regulamentação: Estudo sobre o Projeto de Lei 2664/2011 para Regulamentação da Profissão. Anais do IV Encontro de Iniciativas Ambientais Internas e Externas à UNIRIO – EIA. Centro de Ciência e Tecnologia da Universidade Federal do Estado do Rio de Janeiro – UNIRIO, 2013.

FRANCO, J.L.A. O conceito de biodiversidade e a história da biologia da conservação: da preservação da *wilderness* à conservação da biodiversidade. *História* 32(2): 21-48, 2013.

GALLAI, N.; SALLES, J.M.; SETTELE, J.; VAISSIERE, B.E. Economic valuation of the vulnerability of world agriculture confronted with pollinator decline. *Ecological Economics* 68: 810-821, 2009.

GOMES, D.S.; ALMEIDA, F.S.; VARGAS, A.B.; QUEIROZ, J.M. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-herpíllia a um gradiente de alteração ambiental. *Iheringia, Série Zoologia* 103(2): 104-109, 2013.

GONÇALVES, L.; DIAS, A.; ESPINDOLA, C.B.; ALMEIDA, F.S. Inventário de Calliphoridae (Diptera) em manguezal e fragmento de Mata Atlântica na região de Barra de Guaratiba, Rio de Janeiro, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 9(1): 50-55, 2011.

GORENSTEIN, M.R. Métodos de amostragem no levantamento da comunidade arbórea em Floresta Estacional Semidecidual. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2002.

GOTELLI, N.J.; ARNETT, A.E. Biogeographic effects of red fire ant invasion. *Ecology Letters* 3: 257-261, 2000.

GUIMARÃES, P.R.; COGNI, R. Seed cleaning of *Cupania vernalis* (Sapindaceae) by ants: edge effect in a highland forest in south-east Brazil. *Journal of Tropical Ecology* 18: 303-307, 2002.

HEYER, W.R.; DONNELLY, M.A.; MCDIARMID, R.W.; HAYEK, L.C.; OSTER, M.S. Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for amphibians. Smithsonian Institution Press: Washington D.C, 1994.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2013) EVS 2012: silvicultura e extrativismo produzem R\$ 18,4 bilhões. Disponível em: <<http://saladeimprensa.ibge.gov.br/noticias?view=noticia&id=1&busca=1&idnoticia=2533>>. Acesso em: 27 dez. 2013.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2012) Visitação nas unidades de conservação cresceu 17 % em 2011. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/comunicacao/noticias/20-geral/2518-visitacao-nas-unidades-de-conservacao-cresceu-17-em-2011>>. Acesso em: 27 dez. 2013.

ICMBIO – Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2013) Roteiros Metodológicos. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/unidades-de-conservacao/roteiros-metodologicos.html>>. Acesso em: 27 dez. 2013.

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2013) Queimadas: monitoramento de focos. Disponível em: <<http://www.dpi.inpe.br/proarco/bdqueimadas/bduc.php?LANGUAGE=PT>>. Acesso em: 27 dez. 2013.

JENSEN, A.A. Sistemas indígenas de classificação de aves: aspectos comparativos, ecológicos e evolutivos. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1988.

JETTER, K.M.; HAMILTON, J.; KLOTZ, J.H. Red imported fire ants threaten agriculture wildlife and homes. *California Agriculture* 56(1): 26-34, 2002.

KOLB, A. Habitat fragmentation reduces plant fitness by disturbing pollination and modifying response to herbivory. *Biological Conservation* 141: 2540-2549, 2008.

KOPROSKI, L.P.; BATISTA, A.C.; SOARES, R.V. Ocorrências de incêndios florestais no Parque Nacional de Ilha Grande – Brasil. *Floresta* 32(2): 193-197, 2004.

LAURANCE, W.F.; VASCONCELOS, H.L. Consequências ecológicas da fragmentação florestal na Amazônia. *Oecologia Brasiliensis* 13: 434-451, 2009.

LEWINSOHN, T.M. (2001) A evolução do conceito de biodiversidade. Disponível em: <<http://www.comciencia.br/reportagens/biodiversidade/bio09.htm>>. Acesso em: 10 out. 2013.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. São Paulo: Editora Contexto, 2002. Apud LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. Quantas espécies há no Brasil? *Megadiversidade* 1(1): 36-42, 2005.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. Quantas espécies há no Brasil? *Megadiversidade* 1(1): 36-42, 2005.

LIMA, G.S.; RIBEIRO, G.A.; GONÇALVES, W. Avaliação da efetividade de manejo das Unidades de Conservação de Proteção Integral em Minas Gerais. *Revista Árvore* 29(4): 647-653, 2005.

LOBRY DE BRUYN, L.A.; CONACHER, A.J. The effect of ant biopores on water infiltration in soils in undisturbed bushland and in farmland in a semi-arid environment. *Pedobiologia* 38: 193-207, 1994.

Diversidade e Gestão 1(1): 10-32. 2017.
Volume Especial
Gestão Ambiental: Perspectivas, Conceitos e Casos

- LOURENÇO, L. (2011) Unidades de Conservação podem render cerca de R\$ 6 bilhões por ano. Disponível em: <<http://memoria.ebc.com.br/agenciabrasil/noticia/2011-06-07/unidades-de-conservacao-podem-render-cerca-de-r-6-bilhoes-por-ano>>. Acesso em: 12 jan. 2015.
- MACARTHUR, R.H.; WILSON, E.O. An equilibrium theory of insular zoogeography. *Evolution* 4(17): 373-387, 1963.
- MACKINNON, J. Field guide to the birds of Java and Bali. Bulaksumur: Gadjah Mada University Press, 1991.
- MARTINS, L.; ALMEIDA, F.S.; MAYHE-NUNES, A.J.; VARGAS, A.B. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências* 9(2): 174-179, 2011.
- MEDEIROS, R. Evolução das tipologias e categorias de áreas protegidas no Brasil. *Ambiente & Sociedade* 9(1): 41-64, 2006.
- MEDEIROS, M.B.; FIEDLER, N.C. Incêndios florestais no Parque Nacional da Serra da Canastra: desafios para a conservação da biodiversidade. *Ciência Florestal* 14: 157-168, 2004.
- MORA, C.; TITTENSOR, D.P.; ADL, S.; SIMPSON, A.G.B.; WORM, B. How many species are there on Earth and in the ocean? *PloSBiology* 9(8): 1-8, 2011.
- MORRISON, L.W. Long-term impacts of an arthropod-community invasion by the imported fire ant, *Solenopsis invicta*. *Ecology* 83(8): 2337-2345, 2002.
- MUSEU NACIONAL DO MAR. Sala da Pesca Industrial. Disponível em: <http://www.museunacionaldomar.com.br/estrutura/pesca_industrial.htm>. Acesso em: 27 dez. 2013.
- ODUM, E.P. *Ecologia*. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan, 1986.
- PARRIS, L.B.; LAMONT, M.M.; CARTHY, R.R. Increased incidence of red imported fire ant (Hymenoptera: Formicidae) presence in loggerhead sea turtle (Testudines: Cheloniidae) nests and observations of hatchling mortality. *Florida Entomologist* 85(3): 514-517, 2002.
- PAUW, A. Collapse of a pollination web in small conservation areas. *Ecology* 88: 1759-1769, 2007.
- PEREIRA, A.L.C. Estrutura populacional do Caranguejo-uçá, *Ucides cordatus*, (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Brachyura, Ocypodidae) e sustentabilidade do extrativismo na Reserva Extrativista do Mandira, Cananéia, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos. São Carlos, 2010.
- PEREIRA, A.C.; SERRA, J.C.V. Dispositivos e equipamentos de monitoramento de herpetofauna, mastofauna e avifauna utilizados em pequenas centrais hidrelétricas (PCHs) no Estado do Tocantins. *Engenharia Ambiental* 9(3): 249-263, 2012.
- PERONI, N.; HERNANDEZ, M.I.M. *Ecologia de populações e comunidades*. Florianópolis: CCB/EAD/UFSC, 2011.
- PIMM, S.L.; JENKINS, C.N.; ABELL, R.; BROOKS, T.M.; GITTLEMAN, J.L.; JOPPA, L.N.; RAVEN, P.H.; ROBERTS, C.M.; SEXTON, J.O. The biodiversity of species and their rates of extinction, distribution, and protection. *Science* 344(6187) DOI: 10.1126/science.1246752, 2014.
- PPC - Projeto Pedagógico do Curso de Gestão Ambiental do Instituto Três Rios da UFRRJ (2013) Disponível em: <<http://www.itr.ufrrj.br/portal/cursos/gestao-ambiental/projeto-pedagogico/>>. Acesso em: 13 jan. 2015.
- PRIMACK, R.B.; RODRIGUES, E. *Biologia da conservação*. Londrina: Editora Rodrigues, 2001.
- PURVIS, A.; HECTOR, A. Getting the measure of biodiversity. *Nature* 405: 212-219, 2000.
- RAMALHO, M.A.P.; FURTINI, I.V. Técnicas biotecnológicas aplicadas ao melhoramento vegetal: alcance e limites. *Ceres* 56(4): 473-479, 2009.
- RAMOS, J.A. (2010) *Biologia da Conservação*. Programa da Disciplina de Biologia da Conservação da Licenciatura em Biologia da Universidade de Coimbra. Disponível em: <https://estudogeral.sib.uc.pt/bitstream/10316/13283/1/Biologia%20Conserva%C3%A7%C3%A3o_disciplina.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2015.
- RIBEIRO, M.C.; METZGER, J.P.; MARTENSEN, A.C.; PONZONI, F.J.; HIROTA, M.M. The Brazilian Atlantic Forest: how much is left, and how is the remaining forest distributed? Implications for conservation. *Biological Conservation* 142: 1141-1153, 2009.
- RIBON, R. Amostragem de aves pelo método de listas de Mackinnon. In: STRAUBE, F.C.; PIACENTINI, V.Q.; ACCORDI, I.A.; CANDIDO-JR., F. (Eds). *Ornitologia e Conservação: Ciência Aplicada, Técnicas de Pesquisa e Levantamento*. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.
- SAUNDERS, D.A.; HOBBS, R.J.; MARGULES, C.R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. *Conservation Biology* 5: 18-32, 1991.
- SCHELHAS, J.; GREENBERG, R. *Forest patches in tropical landscapes*. Washington: Island Press, 1996.

Diversidade e Gestão 1(1): 10-32. 2017.
Volume Especial
Gestão Ambiental: Perspectivas, Conceitos e Casos

SILVA, M.F. Aprendizagem significativa em botânica em nível do ensino médio no município de Gado Bravo-PB. Universidade Estadual da Paraíba: Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, Campina Grande-PB, 2012.

SCUDELLER, V.V.; VEIGA, J.B.; ARAUJO-JORGE, L.H. Etnoconhecimento de plantas de uso medicinal nas comunidades São João do Tupé e Central (Reserva de Desenvolvimento Sustentável do Tupé). In: SANTOS-SILVA, E.N.; SCUDELLER, V.V. (Eds.) Biotupé: Meio Físico, Diversidade Biológica e Sociocultural do Baixo Rio Negro, Amazônia Central. Manaus: UEA Edições. p.185–199, 2009.

UOV – Universidade On-line de Viçosa. (2013) Formação e Treinamento de Brigada de Incêndio Florestal Disponível: <http://www.defesacivil.mg.gov.br/conteudo/arquivos/manuais/Manuais-de-Defesa-Civil/ApostilabrigadadeincendioFlorestal.pdf>. Acesso em 26 de dezembro, 2013. WILSON, E.O. Diversidade da vida. São Paulo: Companhia das Letras, 1992. Apud KAWASAKI, C.S.; OLIVEIRA, L.B. Biodiversidade e educação: as concepções de biodiversidade dos formadores de professores de biologia. IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências. 13p. 2003.

WOJCIK, D.P.; ALLEN, C.R.; BRENNER, R.J.; FORYS, E.A.; JOUVENAZ, D.P.; LUTZ, R.S. Red imported fire ants: impact on biodiversity. *American Entomologist* 47(1): 6-23, 2001.

VON MATTER, S.; STRAUBE, F.C.; ACCORDI, I.A.; PIACENTINI, V.Q.; CANDIDO-JR., J.F. (Org.) Ornitologia e conservação: ciência aplicada, técnicas de pesquisa e levantamento. Rio de Janeiro: Technical Books, 2010.

ZANI, P.A.; VITT, L.J. Techniques for capturing arboreal lizards. *Herpetological Review* 26: 136-137, 1995.

Revisora: Dra. Danielle Calandino da Silva