

## Apontamentos sobre a biologia da conservação\*

Maria Cecília Wey de Brito\*\*

\*Texto originalmente publicado em: 'Terras Indígenas e Unidades de Conservação: o desafio das sobreposições'. Fany Ricardo (org.). São Paulo: Instituto Socioambiental, 2004. (687 pp.)

\*\* *Maria Cecília é engenheira agrônoma e mestre em Ciência Ambiental (Procam/USP). Foi diretora-executiva da Fundação Florestal e diretora-geral do Instituto Florestal de SP, membro da coordenação do Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade (Biota/Fapesp) e atualmente é Secretária de Biodiversidade e Florestas (SBF) do Ministério do Meio Ambiente, desde 2008, tendo uma consolidada atuação na esfera acadêmica e de políticas públicas na área de conservação e gestão do conhecimento da biodiversidade.*

### ALGUNS CONCEITOS BÁSICOS QUE FUNDAMENTAM A CRIAÇÃO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO.

A biologia da conservação pode ser considerada uma ciência multidisciplinar ou uma área de investigação que funde teoria e pesquisa voltadas para o entendimento e minimização dos fatores que contribuem para a perda da biodiversidade. Seus objetivos podem ser sintetizados como: a) entender os efeitos da atividade humana nas espécies, comunidades e ecossistemas e b) reintegrar espécies ameaçadas ao seu ecossistema funcional. Incorpora disciplinas como a biologia populacional, taxonomia, ecologia e genética, agregando áreas não biológicas como legislação, política e ética ambiental, antropologia, sociologia e geografia. Assim, a biologia da conservação busca determinar as melhores estratégias para proteger espécies raras, conceber reservas naturais (Unidades de Conservação em sentido estrito), iniciar programas de reprodução para manter a variabilidade genética e harmonizar as preocupações conservacionistas com as necessidades do povo e governos locais (Primack e Rodrigues, 2001).

Os primeiros esforços em biologia da conservação no Brasil se deram nos anos 1960, mas apenas a partir na década de 1980 é que se encontram as primeiras tentativas realmente ancoradas em premissas oriundas da ecologia e das ciências naturais, que definiram uma agenda estruturada de pesquisa e aplicação. (Fonseca e Aguiar, 1995).

Soulé (1985)<sup>1</sup>, aponta os pressupostos nos quais se fundamenta biologia da conservação. Estes delineiam temas relevantes para esta área de investigação e definem muitas das abordagens teóricas e práticas que afetam as Unidades de Conservação (UCs):

- A diversidade de organismos é positiva;
- A extinção prematura de populações e espécies é negativa;
- A complexidade ecológica é positiva;

---

<sup>1</sup> Citado por Primack e Rodrigues (2001).

- A evolução é positiva;
- A diversidade biológica tem valor em si.

## **Biodiversidade**

Biodiversidade é um termo científico conhecido em todo o mundo, mas ainda não é bem compreendido, possuindo diversos enunciados (Lewinsohn, 2001):

- "A totalidade de gens, espécies e ecossistemas de uma região e do mundo" (Estratégia Global de Biodiversidade).
- "A variedade total de vida na Terra. Inclui todos os genes, espécies, e ecossistemas, e os processos ecológicos de que são parte" (ICBP - Conselho Internacional para a Proteção das Aves).
- "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" (Convenção sobre Diversidade Biológica, Artigo 2).

Biodiversidade refere-se ao número de diferentes categorias biológicas (riqueza), à abundância relativa dessas categorias (equitabilidade) e inclui: a variabilidade ao nível local (diversidade alfa), a complementaridade biológica entre habitats (diversidade beta) e variabilidade entre paisagens (diversidade gama).

A biodiversidade se manifesta em todos os níveis de organização dos seres vivos (das células aos ecossistemas) e diz respeito a todas as espécies (vegetais, animais e microrganismos). Portanto, não há um nível considerado "correto" para se medir a biodiversidade.

Uma alta diversidade se traduz imediatamente em maior número de relações de alimentação, parasitismo, simbiose e inúmeras outras formas possíveis de interações ecológicas. A diversidade é fundamental para que se possam enfrentar as modificações ambientais, pois quanto maior a diversidade, maior a opção de respostas da natureza a estas modificações (Milano, 2001).

Em 7% do planeta Terra, estão aproximadamente 50% das diferentes formas de vida (Myers, 1984 *apud* Laurence e Bierregard, 1997). A distribuição dos seres vivos no planeta não é homogênea nem estática. Também não o são a forma e composição da Terra. Ao longo do tempo o planeta sofreu alterações que resultaram no desenho dos continentes, mares e oceanos que hoje conhecemos. Os organismos, por sua vez, se movimentaram na superfície da Terra expandindo ou contraindo sua área de distribuição, substituindo ou sendo substituídos (Ross, 1998).

O clima também não foi sempre constante no planeta. Há cerca de 2 milhões de anos ocorreram os períodos glaciários e interglaciários, que fizeram a temperatura média da Terra cair, expandindo as geleiras polares e as das montanhas por importantes espaços do

globo e, posteriormente, voltar a subir, fazendo estas mesmas geleiras se retraírem novamente e voltarem aos seus limites anteriores.

Essas circunstâncias provocaram a expansão e retração de florestas a pequenos núcleos mais ou menos isolados, obrigando os organismos que dependiam destas florestas a se refugiarem nestas “ilhas” ou “refúgios”. As regiões da Terra mais distantes do Equador (zonas temperadas e frias) sofreram mais com o avanço e recuo das geleiras, enquanto as zonas tropicais guardaram condições climáticas tais que permitiram a existência destas ilhas, ou refúgios, por longos períodos de tempo. Estas regiões são as mais ricas em biodiversidade no planeta.

A evolução das espécies define a variedade e pluralidade de seres vivos que encontramos hoje. Sabemos que por meio desse processo os atributos dos seres vivos mudam ao longo do tempo. Todos os seres vivos da Terra descendem de um número muito menor de espécies que existiu em algum tempo remoto no passado. O processo pelo qual as espécies proliferam, a especiação, decorre do isolamento de “sub-populações” originadas de uma única população e de suas mudanças evolutivas independentes. As diferenças geradas pela separação das sub-populações evoluem a tal ponto que os indivíduos sejam impedidos de procriar-se com sucesso com a espécie original se estas se reencontrarem (Ricklefs, 1996). A repetição deste processo gerou um enorme número de seres vivos. Estima-se existirem na Terra de 10 a 50 milhões de espécies, das quais conhecemos apenas 1,5 milhão.

Entretanto, a história da Terra não registra apenas o surgimento de novas espécies, registra também a extinção. Considera-se que o planeta já sofreu cinco grandes eventos de extinção em massa, além de, em menor grau, incontáveis outros episódios locais e regionais de extinção. Mas, a cada declínio de espécies, o planeta recuperou seu nível original de diversidade num período estimado de dezenas de milhões de anos (Wilson, 1994).

Hoje, diferentemente dos cinco eventos naturais registrados antes, a ação da espécie humana sobre os seres vivos do planeta acelerou o ritmo e intensidade do processo de desaparecimento de espécies, que para alguns pesquisadores tem sido da ordem de uma espécie por ano (Raup & Sepkoski, 1984 *apud* Brito *et al.* 1999).

Autores como Pimm e Gilpin (*apud* Varela, Fontes e Rocha, 1999) indicam quatro causas principais da perda de espécies e empobrecimento da biodiversidade:

1. Destruição e fragmentação de habitats, poluição e degradação (a fragmentação de habitats colabora com o retardamento de respostas evolucionárias das espécies às alterações ambientais, e acelera a extinção de populações);
2. Eliminação exagerada de plantas e animais pelo homem;
3. Efeitos secundários de extinções;
4. Introdução de animais e plantas alienígenas.

Além destas causas, McNeely aponta que

a perda da biodiversidade é devida, sobretudo, a fatores econômicos, especialmente aos baixos valores econômicos dados à biodiversidade e às suas

funções ecológicas – como a proteção de bacias hidrográficas, ciclagem de nutrientes, controle da poluição, formação dos solos, fotossíntese, e evolução – do que depende o bem estar da humanidade. Portanto, virtualmente todos os setores da sociedade humana têm interesse na conservação da diversidade biológica e no uso sustentável de seus recursos biológicos (1994:8).

### **Biogeografia e biogeografia de ilhas**

A biodiversidade reflete um amplo conjunto de processos locais, regionais e históricos, bem como eventos que operam uma hierarquia de escalas espaciais e temporais. Deste modo, a compreensão de padrões de diversidade de espécies requer a consideração da história de uma região e a interação do estudo ecológico com as disciplinas relacionadas da sistemática, biogeografia e paleontologia. O desafio de integrar tempo e espaço é uma necessidade fundamental sem a qual a compreensão da herança atual é incompleta. É isso o que busca fazer a biogeografia (Ricklefs, 1996). A biogeografia se preocupa com o tempo profundo e com grandes espaços geográficos, já a ecologia observa as transformações da vida no planeta no tempo recente e espaço menores (Ross, 1998).

As constantes alterações que sofre a Terra proporcionam um cenário de eterna mudança para o desenvolvimento de sistemas biológicos. Estas mudanças influenciam o curso da evolução e diversificação de organismos e das comunidades biológicas. A consequência mais óbvia desta história é a distribuição não-uniforme das formas de vida sobre a superfície da Terra. A história biológica levanta dois problemas: a) que a estrutura e funcionamento dos organismos podem ser influenciados tanto pela ancestralidade como pelo ambiente local, efeitos que refletem a inércia da evolução; e b) que a história e a biogeografia também afetam a diversificação das espécies. Por essa razão o estudo das bases desta disciplina mostra-se de cabal importância para a análise das UCs, especialmente no que concerne à sua localização e desenho, fatores que, dentre outros, poderão resultar em melhor ou pior efetividade para a conservação da biodiversidade.

Estudos sobre comunidades de ilhas levaram a princípios gerais sobre a distribuição da biodiversidade como o modelo de biogeografia de ilhas desenvolvido por MacArthur e Wilson na década de 1960. A relação espécie-área é parte importante deste modelo, que tem sido usado para prever o número de espécies que se tornarão extintas se os habitats forem destruídos (Simberloff, 1986 *apud* Primack e Rodrigues, 2001).

As ilhas são divididas em dois tipos de acordo com sua origem: as oceânicas e as continentais. As ilhas oceânicas situam-se fora das plataformas continentais e jamais foram conectadas com os continentes. Já as ilhas continentais foram parte do continente no passado e se tornaram isoladas em decorrência de amplas variações do nível do mar ao longo do tempo geológico (Fernandez, 2000). Duas ilhas nunca são exatamente iguais, mas guardam características comuns, tais como área reduzida, isolamento geográfico, e idade recente.

Hoje, em decorrência dos processos humanos de substituição de ecossistemas naturais e fragmentação, indica-se também a existência de ilhas ambientais ou antropogênicas. A

principal diferença entre ilhas nos continentes e no oceano está no tipo de barreira que limita a distribuição das espécies.

A biogeografia explica as relações espécie-área e indica que há correlação positiva entre o número de espécies de uma ilha e sua área (quanto maior a ilha, menores as taxas de extinção e maiores as chances de ser localizada por colonizadores). Por outro lado, esta teoria indica uma correlação negativa entre o número de espécies na ilha e seu isolamento (menos espécies devem chegar numa ilha, quanto mais distante das fontes colonizadoras ela estiver). Mas é de grande importância saber que estas correlações têm influências diferentes. A correlação negativa com o isolamento é mais fraca que a correlação positiva com a área.

A premissa desta teoria é que a redução da área de uma ilha (por desmatamento, por exemplo) resultaria na redução da capacidade desta ilha em tolerar o mesmo número original de espécies. Ao contrário, ela toleraria apenas um número de espécies correspondente àquele de uma ilha menor. Este modelo tem sido aplicado às Unidades de Conservação e prediz que quando 50% de uma ilha é destruída, aproximadamente 10% das espécies que se encontram nesta ilha serão eliminadas.

Dos preceitos da relação espécie-área decorre a teoria do equilíbrio, segundo a qual o número de espécies existentes numa ilha chegará a um equilíbrio quando a extinção for balanceada pela imigração, e sua base decorre de observações e modelos matemáticos. Sabe-se que no início do processo de colonização de uma ilha, a taxa de colonização é alta, mas com o passar do tempo ela decai. Em contraposição, a taxa de extinção, que inicialmente é pequena, aumenta. Esta teoria prediz que, no ponto de equilíbrio o número de espécies nas ilhas deve ser constante, apesar de ocorrerem mudanças das espécies componentes.

Uma das grandes aplicações práticas decorrentes da biogeografia de ilhas tem sido dar as bases para o desenho de UCs, dado que se pode aplicar uma visão de equilíbrio da diversidade para os biomas continentais tão bem quanto para as ilhas. No entanto, várias críticas têm sido feitas não somente à aplicação desses conhecimentos em “ilhas ambientais”, como também à própria teoria da biogeografia, quando aplicada a ilhas verdadeiras. A analogia feita a “ilhas ambientais” tem sido criticada, principalmente devido à grande diferença na natureza das barreiras.

### **Ecologia de Paisagens**

A ecologia de paisagens investiga os padrões de tipos de habitats e sua influência na distribuição das espécies e os processos de ecossistemas (Urban *et al* 1987; Hansson *et al* 1995 *apud* Primack e Rodrigues, 2001). Metzger acrescenta que

a ecologia da paisagem é uma área nova dentro da ecologia, marcada pela existência de duas principais abordagens: uma geográfica que privilegia o estudo da influência do homem sobre a paisagem e a gestão do território; e outra ecológica, que enfatiza a importância do contexto espacial sobre os processos ecológicos, e a importância destas relações em termos de conservação biológica (2001:1).

Pode-se dizer que a abordagem geográfica se preocupa com o planejamento da ocupação territorial por meio do conhecimento dos limites e potencialidades do uso econômico de cada unidade da paisagem. Esta abordagem foca as paisagens modificadas pelo homem (paisagens “culturais”), e amplas áreas espaciais em macro-escala (espaciais e temporais). Já a abordagem ecológica busca adaptar a teoria da biogeografia de ilhas ao planejamento de áreas naturais em ambientes continentais e estudar os efeitos da estrutura espacial da paisagem sobre os processos ecológicos.

Para poder conjugar as duas abordagens, Metzger (2001) desenvolveu um conceito integrador de paisagem: “mosaicos heterogêneos formados por unidades interativas, sendo esta heterogeneidade existente para pelo menos um fator, segundo um observador e numa determinada escala de observação”. Esta definição, indica que o “mosaico heterogêneo” é visto pelos olhos do homem quando da abordagem geográfica, e pelo “olhar” das espécies ou comunidades estudadas quando da abordagem ecológica.

Autores que trabalham com ecologia de paisagens sugerem que a estrutura da paisagem pode ser definida pela área, forma e disposição espacial de fragmentos existentes. A partir dos anos 1970, as relações entre a estrutura da paisagem e a diversidade de comunidades foram estudadas por meio de ilhas. Mais recentemente, a influência da estrutura da paisagem sobre a dinâmica de populações fragmentadas (como as que poderemos achar em muitas UCs) foi tratada pela teoria de metapopulações. Metapopulação é um conjunto de sub-populações isoladas no espaço em diferentes fragmentos de habitats, mas unidas por fluxos de indivíduos, sementes e grãos de pólen (Metzger, 1998:446).

Alguns dos parâmetros da estrutura das paisagens que são estudados na ecologia de paisagens e que estão associados à fragmentação são: área e isolamento de fragmentos, conectividade dos habitats e complexidade do mosaico da paisagem.

A área do fragmento é, de modo geral, o parâmetro mais importante para explicar a riqueza de espécies, já o isolamento dos fragmentos explica tão somente uma pequena parte da variância da riqueza de espécies, embora esta relação seja em geral significativa.

A conectividade, que é a capacidade da paisagem de facilitar os fluxos biológicos, de organismos e grãos de pólen, sugere que a sensibilidade das espécies à fragmentação varia em função da proporção da área ocupada pelo habitat na paisagem. A perda de diversidade num fragmento estaria também ligada à posição do fragmento em relação a outros fragmentos do mesmo tipo, e às características das outras unidades vizinhas (Andrén, 1994 *apud* Metzger, 1999).

Além desses parâmetros mais comuns, deve-se apontar que hoje existem mais de sessenta índices que podem quantificar padrões da paisagem e uma combinação de diferentes medidas é necessária para a descrição da abundância e dos padrões espaciais e cobertura.

Para Dramstad *et al* (1996) usar a ecologia de paisagens pode levar a desenhos e planos mais integrados para as regiões, que tendem a diminuir a fragmentação e a degradação.

## A fragmentação de habitats

A fragmentação de habitats tem dois componentes: (1) redução da quantidade total de um certo tipo de habitat, ou talvez de todo o habitat natural, em uma paisagem; e (2) divisão do habitat remanescente em partes menores e isoladas (Harris, 1984; Wilcove *et al.*, 1986; Saunders *et al.*, 1991).

As espécies mais vulneráveis tipicamente requerem grandes áreas de habitat contíguo, ou habitats específicos. A fragmentação causa mudanças no balanço competitivo entre as espécies, exacerbando as ameaças à sua diversidade. Considera-se que a sobrevivência de boa parte da biota tropical dependerá de sua habilidade de persistir em ambientes altamente modificados e da nossa capacidade de manejá-los.

Várias técnicas de manejo de paisagens fragmentadas vêm sendo desenvolvidas e suas origens estão relacionadas à necessidade de recuperação de funções de ecossistemas degradados (Gilbert e Anderson, 1998 *apud* Primack e Rodrigues, 2001). Mas, em geral, essas técnicas só alcançam a produção de ecossistemas simplificados ou comunidades que não podem se manter. É, portanto, vital a manutenção de ecossistemas originais. O papel das UCs fica claro neste contexto.

Estudo de Silva e Tabarelli (2000) realizado em fragmentos de Mata Atlântica do Nordeste usou a característica das espécies de plantas e seus dispersores aéreos e a distribuição dos fragmentos na paisagem ao invés de usar a relação espécies-área para definir taxas de extinção. Sua conclusão é que 33% das espécies de árvores nesta região serão extintas na escala regional. Eles assumem que a criação de UCs isoladas nesta região, onde a Mata Atlântica sofreu um dos mais severos processos de degradação, não é suficiente. Acrescentam a estas estratégias a elevação das aves que consomem sementes grandes à categoria de “guarda-chuvas, porque estas poderiam indicar a área mínima requerida para manter processos ecológicos chave, responsáveis pela manutenção e regeneração das florestas”.

Uma das estratégias mundialmente aceita para a conservação da biodiversidade é a criação de Unidades de Conservação. Elas são consideradas o pilar central para o desenvolvimento de estratégias nacionais para a conservação deste patrimônio (Fonseca *et al.*, 1998). Cerca de 8.695.540 km<sup>2</sup>, ou 7% da superfície da Terra, estão cobertos por UCs (Ormazabal, 1988 *apud* Milano, 2001).

A perda de espécies em UCs é uma consequência esperada das relações espécies-área decorrente da teoria da biogeografia de ilhas. Mantidas como as únicas áreas onde ecossistemas naturais permanecem pouco alterados, mas isoladas entre si, as UCs se comportarão como ilhas e sofrerão os problemas da fragmentação.

O desafio é encontrar padrões de distribuição de habitats na paisagem que assegurem conexões para as espécies, de forma a minimizar os efeitos da fragmentação, e outras ferramentas e estratégias que façam inserir as UCs em outro nível de preocupação da sociedade nacional. Pode-se concluir também que são urgentes as ações que visem a

criação de novas Unidades de Conservação e se que recuperem as já existentes, garantindo o manejo efetivo das mesmas.

### **Referências Bibliográficas**

BRASIL. *SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza, Lei nº 9.985 de julho de 2.000*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, Diretoria do Programa Nacional de Áreas Protegidas, 2000.

BRASIL. *Primeiro Relatório Nacional para a Convenção sobre Diversidade Biológica*. Brasília, Ministério do Meio Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Coordenação Geral de Diversidade Biológica, 1998.

BRITO, M.C.W.; JOLY, C.A.. “Infra-estrutura para Conservação da Biodiversidade” In: JOLY C. A; BICUDO, C. E. M. (orgs) *Biodiversidade no Estado de São Paulo, Brasil – Síntese do conhecimento no final do século XX*. São Paulo, Fapesp, v. 7, 1999.

DRAMSTAD, W.E.; OLSON, J.D.; FORMAN, R.T.T. *Landscape Ecology. Principles in Landscape Architecture and Land-Use Planning*. Washington, Island Press, 1996.

FERNANDEZ, Fernando. *O Poema Imperfeito*. Curitiba, Editora da UFPR, 2000.

FONSECA, Gustavo A.B; AGUIAR, Ludmila M. de S. “Enfoques Interdisciplinares para a Conservação de Biodiversidade. A experiência do Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre da UFMG.” In: FONSECA, Gustavo A.B; SCHMINK, Marianne; PINTO, Luiz Paulo S.; BRITO, Fausto (eds.) *Abordagens Interdisciplinares para a Conservação da Biodiversidade e Dinâmica do Uso da Terra no Novo Mundo*. Belo Horizonte, Conservation International do Brasil, 1995.

FONSECA, Gustavo A.B; SCHMINK, Marianne; PINTO, Luiz Paulo S.; BRITO, Fausto (eds.). *Abordagens Interdisciplinares para a Conservação da Biodiversidade e Dinâmica do Uso da Terra no Novo Mundo*. Belo Horizonte, Conservation International do Brasil, 1995.

FONSECA, Gustavo A.B, et al.. *Relatório do grupo de trabalho temático: Contribuição para estratégia de conservação in situ no Brasil*. Brasília, Ministério do Meio



- Ambiente, dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, Programa Nacional de Diversidade Biológica, 1998.
- LEWINSOHN Thomas Michael. “A evolução do conceito de biodiversidade”. <http://www.comciencia.br>. Atualizado em 10/06/2001.
- MCNEELY, J.A (1994) “Critical Issues in the Implementation of the Convention on Biological Diversity”. In: KRATTIGER, A.F.; MCNEELY, J.; LESSER, W.H.; MILLER, K.R.; HILL, Y.; SENANAYAKE, R. (eds.). *Widening Perspectives on Biodiversity*. Gland, The World Conservation Union and International Academy of Environment, 1994.
- METZGER, Jean Paul. “Estrutura da Paisagem e Fragmentação: Análise Bibliográfica”. In: Anais da Academia Brasileira de Ciências. Departamento de Ecologia Geral, Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo, 1998.
- METZGER, Jean Paul (2001) **O que é Ecologia da Paisagem**. São Paulo: Biota Neotropica, Vol 1 números 1 e 2.
- MILANO, Miguel S. “Unidades de Conservação – Técnica, Lei e Ética para a Conservação da Biodiversidade”. In: BENJAMIN, Antônio Herman (org.) *Direito Ambiental das Áreas Protegidas – o regime jurídico das Unidades de Conservação*. São Paulo, Editora Forense Universitária, 2001.
- PRIMACK, Richard B.; RODRIGUES, Efraim. *Biologia da Conservação*. Londrina, Gráfica Editora Midiograf, 2001.
- RICKLEFS, Robert E. *A Economia da Natureza*. Rio de Janeiro, Editora Guanabara Koogan, 3ª ed., 1996.
- ROSS Jurandir L.S. (org.). *Geografia do Brasil*. São Paulo, Editora da Universidade de São Paulo, 1998.
- SILVA, José Maria Cardoso da; TABARELLI, Marcelo. “Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic Forest of northeast Brazil”. In: *Nature*, Vol 4, março 2000.
- VARELLA, M.D.; FONTES, E.; ROCHA, F.G. *Biossegurança e Biodiversidade*. Belo Horizonte, Livraria Del Rey Editora, 1999.
- WILSON, Eduard O. *A diversidade da Vida*. São Paulo, Companhia das Letras, 1994.