



INSTITUTO SOCIOAMBIENTAL
data _____
cod. NOD 00 102

BIODIVERSIDADE, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

MIGUEL SEREDIUK MILANO
Engenheiro Florestal, MSc, Dr.
Universidade Federal do Paraná
Fundação O Boticário de Proteção à Natureza

versão original

BIODIVERSIDADE, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Miguel Serediuk Milano
Eng. Florestal, MSc, Dr.
Universidade Federal do Paraná
Fundação O Boticário de Proteção à Natureza

1. INTRODUÇÃO

Embora seja objetivo do desenvolvimento, como pensamento comum, proporcionar bem-estar social e econômico, sua efetivação tem se dado de forma tão agressiva que, ao suprimir as bases de sua auto-sustentação, tem negado sua própria expressão. Na busca de desenvolvimento, duas características têm distinguido os tempos atuais: a capacidade humana quase ilimitada para criar e construir e sua contrapartida de poderes equivalentes para destruir e aniquilar (UICN, 1984).

Ao passo que a criatividade humana tem levado a empreendimentos tão ambiciosos como a clonagem animal, a produção comercial dos polêmicos transgênicos e, mesmo, o grandioso mapeamento do genoma humano, o dia-a-dia das ações do homem tem se caracterizado pela agressiva supressão das bases de sustentação do seu próprio desenvolvimento, fato que tem se verificado por processos destrutivos que afetam a estabilidade natural do ambiente, interferem negativamente nos processos ecológicos essenciais e, diretamente ou como consequência, reduzem a biodiversidade.

Dentro deste contexto, que tem facetas sociais econômicas e ecológicas, alguns aspectos que precisam ser devidamente considerados referem-se às relações intrínsecas entre os conceitos de biodiversidade e recurso. O primeiro termo, biodiversidade, diz respeito à variedade total de formas de vida, considerada do nível genético ao de ecossistemas; o segundo, recurso, diz respeito a tudo que é ou pode ser útil a alguma finalidade humana, sendo fundamental considerar-se sua condição dinâmica e sua função como meio de desenvolvimento. Assim, toma-se irracional não considerar a biodiversidade como um dos mais preciosos recursos da humanidade. Por decorrência, também torna-se irracional não definir estratégias efetivas para sua manutenção.

Para Cain et alii. (1970) a busca de produtos químicos e medicinais entre milhares de espécies de fauna e flora selvagem permitirá, ainda, importantes descobertas; mas para isso é necessário que ecossistemas representativos de todas as índoles sejam protegidos e evite-se, assim, que substâncias tão ou mais importantes que a penicilina ou o piretro desapareçam da terra antes que sejam descobertas. Ressalte-se que essa consideração, à época, não era apenas uma suposição ou uma declaração de boa vontade para com a conservação da natureza, mas sim uma postura visionária embasada no conhecimento científico. Bem pode identificar a dimensão dos valores da biodiversidade o conjunto de atividades econômicas associadas à reação em cadeia polimerase, desenvolvidas a partir de uma enzima encontrada na bactéria *Thermus aquaticus*, encontrada em fontes termais do Yellowstone National Park, que, conforme Lovejoy (1997), estão ao nível de bilhões de dólares anualmente.

Todavia, o ganho geral de conhecimento sobre a prodigiosa biodiversidade do planeta tem ocorrido de maneira muito lenta nos últimos 250 anos e, de acordo com Raven & Wilson (1994), se não fosse por duas forçosas circunstâncias, poder-se-ia postergar a atenção maior que o assunto requer para deleite das futuras gerações. Para referidos autores, de forma positiva, a biodiversidade representa uma potencial fonte de bem estar social na forma de novas colheitas, novos produtos farmacêuticos e, entre outras coisas, substitutos para o petróleo; se usadas criteriosamente e prudentemente, as espécies silvestres também continuarão a prover serviços ecossistêmicos essenciais que vão da manutenção de ciclos hidrológicos à nitrificação dos solos. De uma forma negativa, a biodiversidade está desaparecendo à taxas muito aceleradas, em especial pela destruição de habitats; só o desmatamento das florestas tropicais, por exemplo, está reduzindo o número de espécies desse rico ambiente a taxas anuais de meio por cento estimadas pelos conservadores modelos de biogeografia de ilhas, sendo que essa quantia poderá ser ampliada muitas vezes quando da avaliação dos efeitos da poluição e da introdução de espécies exóticas. Os recifes de corais, equivalentes marinhos das florestas tropicais úmidas em magnitude de diversidade estão, também, enfrentando problemas crescentes.

É objetivo deste trabalho apresentar para reflexão algumas considerações filosóficas e políticas sobre aspectos científicos e tecnológicos relacionados à biodiversidade, seja esta tratada como recurso ou pelos seus valores intrínsecos.

2. ASPECTOS CONCEITUAIS BÁSICOS RELATIVOS À BIODIVERSIDADE

Em ecologia, designa-se com o termo diversidade a riqueza em espécies de uma biocenose (Dajoz, 1978); uma noção antiga, adotada pelos naturalistas, que sempre reconheceram e distinguiram comunidades naturais em pobres e ricas quanto ao número de espécies e abundância relativa das mesmas (Margalef, 1974).

Na natureza existem poucas espécies amplamente distribuídas e representadas por muitos indivíduos, porém um número crescente de espécies mais localizadas, que requerem condições de vida mais estreitamente definidas, e representadas por menor número de indivíduos. A diversidade é também uma expressão da estrutura que resulta das formas de interação entre os elementos dos sistemas ecológicos. Sendo assim, uma maior diversidade se traduz imediatamente em um maior número de relações de alimentação, parasitismo, simbiose e inúmeras outras formas possíveis de interações ecológicas (Margalef, 1974).

Dessa forma, em conservação da natureza, o termo biodiversidade, pode ser melhor entendido como a expressão da variedade total de genótipos, espécies, populações, comunidades, ecossistemas e processos ecológicos de uma determinada região (FUNATURA, 1989) e, por conseguinte, também de toda a terra, considerada como um grande sistema.

Ainda que assumam não existir uma única forma ou medida correta de avaliá-la e sim várias possibilidades de realizá-la, Meffe & Carroll (1994) consideram a biodiversidade em quatro níveis básicos: diversidade genética; diversidade intra-específica; riqueza ou diversidade de espécies; e riqueza de taxa superiores. Última fonte de biodiversidade em todos os níveis, a diversidade genética é entendida como o material básico sobre o

qual agem as forças de evolução das espécies. Mesmo com um pequeno número médio de alelos por gene, o possível número de combinações é muito maior que o número de indivíduos presentes na espécie, mas o número de genes encontrados nos organismos varia em ordens de magnitude, ainda que nem todos eles determinem alguma característica final. Como diversidade intra-específica é considerada a variação genética dentro de populações e entre populações. Nesse nível deve ser considerado que o potencial de mudança evolutiva dentro de cada população é proporcional à variabilidade genética disponível nas mesmas e que populações localmente adaptadas de espécies de ampla distribuição podem contar com genes ou combinações genéticas críticas para viabilizá-las às condições locais, portanto diferindo bastante de outras. Riqueza de espécies é o terceiro nível de biodiversidade considerado e refere-se ao número de espécies de organismos existentes em uma dada área; vinculada à riqueza, a diversidade de espécies é mensurada através de índices específicos relacionados à abundância, produtividade ou tamanho, bastante úteis em estudos ecológicos e de conservação. As estimativas correntes do número de espécies vivas no planeta variam de 10 a 50 milhões ou mais (May, 1988¹; Wilson, 1992²). Por fim, ao nível de riqueza de taxa superiores, é considerada a distinção de linhagens envolvidas e as categorias taxonômicas superiores da classificação biológica (ordens, classe e phyla); por essa medida, por exemplo, a diversidade marinha é muito superior que a terrestre, ainda que conte com muito menor número de espécies.

De acordo com Noss (1994), uma abordagem compreensiva para conservação da biodiversidade deve tratar de múltiplos níveis de organização e várias diferentes escalas espaciais e temporais. A maioria das definições de biodiversidade reconhece uma estrutura hierárquica que abrange os níveis genético, espécie-população, comunidade-ecossistemas, e paisagem; cada um desses níveis pode ser então dividido em elementos de composição, estruturais e funcionais. A composição abrange a constituição genética de populações, a identidade e relativa abundância de espécies em uma comunidade natural e os tipos de habitats e comunidades distribuídos através da paisagem. A estrutura inclui a seqüência de poços e corredeiras em um riacho, emaranhados de galhos e troncos caídos em uma floresta, e a estrutura vertical e padrão de distribuição horizontal da vegetação. A função inclui os processos climáticos, geológicos, hidrológicos, ecológicos e evolucionários que geram biodiversidade e mantêm a dinâmica.

3. A BIODIVERSIDADE EM TERMOS GEOGRÁFICOS

De uma maneira geral, a diversidade tanto das comunidades aquáticas como terrestres aumenta dos pólos ao equador, constituindo esse efeito latitudinal uma conseqüência da estabilidade ambiental e do grau em que se processa a sucessão, sendo ainda a estabilidade função de uma rede de dependências mútuas muito complicada (Margalef, 1974). Alguns exemplos são: cerca de 100 espécies de tunicados ocorrem nas águas árticas, 400 nas águas temperadas e mais de 600 nos mares tropicais; são 56 espécies de aves na Groenlândia, 105 em Nova Iorque, 469 na Guatemala e 1.395 na Colômbia; ou ainda, o número de espécies de formigas sobe de apenas dez a 60° de latitude Norte para mais de duas mil ao nível do Equador (Meffe & Carroll, 1994). Além disso, conforme Gentry (1986), não somente as comunidades florestais tropicais têm muito

¹ MAY, R. M. How many species are there on Earth? *Science* 241: 1441-49. (1988)

² WILSON, E. O. *The diversity of life*. Cambridge, Belknap Press / Harvard University Press, 1992.

mais diversidade de espécies que aquelas de regiões temperadas, mas têm também número muito maior de espécies localmente endêmicas, além de maior especialização de habitats.

Após considerar que existem melhores informações para plantas que para animais, Myers (1986) diz que as florestas tropicais úmidas contêm pelo menos 90 mil das 250 mil espécies de plantas superiores identificadas e que outras 30 mil bem podem ainda ser descobertas, sendo que os vastos territórios da América do Norte e da Eurásia inteiros contam com apenas cerca de 50 mil espécies. Ainda segundo referido autor: um único grande bloco de floresta Amazônica pode conter mais de 30 mil espécies de plantas, o que é três vezes mais que todas as cerca de 10 mil espécies de todas as florestas temperadas da América do Sul; a Colômbia, um país com o tamanho dos estados americanos do Texas e Novo México somados, possui cerca de 25 mil espécies de plantas, o que corresponde a pelo menos 5 mil espécies mais que os Estados Unidos como um todo; o Equador conta com mais de 20 mil espécies enquanto a Europa inteira, uma superfície 31 vezes maior, com apenas 13 mil; e a Costa Rica comporta cerca de 8 mil espécies em 52 mil km² enquanto a Grã Bretanha apenas 1.443 espécies em cerca de 244 mil km².

Biogeógrafos reconhecem dezoito áreas de incomum ocorrência de endemismos, que são conhecidas como "hot-spots". Essas áreas contêm cerca de 50.000 espécies de plantas endêmicas em apenas 746.400 km², ou seja, cerca de 20% das espécies de vegetais da terra em apenas cerca de 0,5% da superfície emersa do planeta. Essas mesmas áreas são também ricas em endemismos de outros taxa. Apenas quatro desses focos de endemismos ocorrem em biomas mediterrâneos, sendo um na Califórnia, um na região central do Chile, um na região do Cabo, na África do Sul, e outro no sudoeste da Austrália. Os outros quatorze ocorrem em florestas tropicais: Madagascar, Floresta Atlântica brasileira, Equador ocidental, Chocó colombiano, terras altas da Amazônia ocidental, região oriental do Himalaia, Malásia peninsular, Filipinas, região norte de Bornéu, Nova Caledônia, Costa do Marfim, Tanzânia e Ghats ocidental na Índia e sudoeste do Sri Lanka (Meffe & Carroll, 1994).

As florestas tropicais, são os ecossistemas mais antigos do mundo e contêm mais de 50% do total de espécies em somente 7% da superfície terrestre (Wilson, 1988). De acordo com Meffe & Carroll (1994), de uma conservadora estimativa de dez milhões de espécies, cerca de 90% são consideradas ser terrestres e dessas, acredita-se, cerca de 80% ou 7,2 milhões de espécies vivem nas regiões tropicais; destas, cerca de dois terços ocorrem em florestas que vão de muito úmidas a muito secas. A Amazônia, em particular, uma enorme área natural que se caracteriza tanto pela sua grande complexidade como pela alta fragilidade de seu equilíbrio, pode ser considerada como uma das regiões geográficas mais ricas do mundo em biodiversidade e valor ecológico: estima-se em mais de 60.000 o número de plantas superiores e pelo menos igual número de espécies de fungos ali encontrados; os rios da bacia amazônica contam com mais de 3.000 espécies de peixes, mais que toda a fauna aquática do Atlântico Sul e 10 vezes o número de espécies de todos os rios da Europa; e as aves da região, por sua vez, alcançam um quinto de todas as espécies existentes na terra. De acordo com Poore & Sayer (1987), em regiões como a Amazônia e o sudeste da Ásia, não mais do que um terço dessas espécies foram descritas pelos cientistas e, entretanto, aproximadamente 15.000 espécies de plantas já encontram há algum tempo uso corrente não-madeireiro (farmacêutico, alimentar, banco de germoplasma para

melhoramento genético de culturas diversas, entre outros) por parte das populações dessas regiões.

De acordo com Gentry (1986), parece claro que de uma perspectiva mundial as florestas tropicais merecem mais atenção que os ecossistemas das zonas temperadas, não apenas por causa da sua maior riqueza de espécies mas também por sua maior concentração de endemismos locais.

4. BIODIVERSIDADE, CIÊNCIA E TECNOLOGIA

Como já visto, para Raven & Wilson (1994), a biodiversidade representa uma potencial fonte de bem estar social na forma de novas colheitas, novos produtos farmacêuticos e, entre outras coisas, substitutos para o petróleo. Esta é uma questão essencialmente científica e tecnológica uma vez que, para deixar a condição de potencial e passar à condição efetiva ou real, é necessário o desenvolvimento de pesquisas científicas em diversos campos, níveis e intensidades. Assim, voltando à mais importante das questões inicialmente apresentadas, deve-se esclarecer que biodiversidade só é recurso quando útil a alguma finalidade humana, fato essencialmente dependente do desenvolvimento científico e tecnológico.

É por isso mesmo que a menção do termo biodiversidade nos Estados Unidos e em países europeus leva imediatamente à idéia a imagem de densas florestas tropicais e informações que indicam altas taxas de extinção de espécies não conhecidas mas de grande potencial para diferentes fins. A mesma palavra, biodiversidade, em países em desenvolvimento traz a lembrança questões relacionadas a biotecnologia, imperialismo genético, corporações multinacionais e difíceis discussões nas rodadas do GATT – Acordo Geral de Tarifas e Comércio (Reid, 1992). Associadas a essas percepções estão as questões do recurso potencial (países em desenvolvimento) e da tecnologia disponível ou a desenvolver bem como dos direitos propriedade intelectual (países desenvolvidos) sobre variedades agrícolas desenvolvidas através de melhoramento genético ou de produtos farmacêuticos desenvolvidos a partir de componentes botânicos ou animais.

Como cerca de 90% da produção agrícola na Austrália, nos países do Mediterrâneo e norte da Europa, no norte da Ásia, bem como nos Estados Unidos e Canadá tem sua origem em espécies introduzidas (Reid, 1992), a diversidade genética de tais espécies nos países de origem das mesmas ou onde estas sejam cultivadas é considerada de importância estratégica e, portanto, de valor econômico. Todavia, de uma maneira geral, as variedades e cultivares altamente produtivos utilizadas por tais países também são altamente dependentes de insumos agrícolas (fertilizantes, pesticidas, irrigação) desenvolvidos e produzidos pela forte indústria desses mesmos países desenvolvidos; fator que é considerado sempre um risco de dependência na relação entre países em desenvolvimento e desenvolvidos. Num mundo crescentemente dominado por mais e mais tecnologia, há alguns países, notadamente industrializados, que acreditam que os países em desenvolvimento estão tirando vantagem de políticas liberais de patentes internas que lhes permite copiar e exportar bens e mercadorias que são protegidas nos países de origem; o que constitui violação dos direitos dos inventores ou companhias que aplicaram no desenvolvimento de inovações tecnológicas. Tais questões têm sido conduzidas no âmbito do GATT (Acharya, 1992).

Estas questões são particularmente importantes para recursos genéticos e produtos farmacêuticos oriundos de bioprospecção por parte dos países desenvolvidos em países tropicais em desenvolvimento, detentores de alta biodiversidade mas tanto com baixa capacidade tecnológica como com baixa capacidade financeira de investimento para tal fim; também são questões importantes para ambos grupos de países. Para os desenvolvidos porque necessitam ou têm interesse em recursos que freqüentemente encontram-se ameaçados naqueles em desenvolvimento por processos de ocupação desordenada, deficiências tecnológicas e elevado crescimento populacional; para estes últimos, porque acreditam ser detentores, e isso é em parte correto, de um valioso produto de barganha, capaz de mudar a realidade sócio-econômica em que se encontram.

Não cabe aqui, entretanto, discutir inquestionáveis potenciais e interesses tecnológicos, econômicos e sociais ou humanitários relacionados à biodiversidade, como é o caso da polimerase e da bactéria *Thermus aquaticus* já apresentado (Lovejoy, 1997), ou então do taxol, importante princípio ativo para cura de câncer da mama, descoberto a partir de pesquisas bioquímicas com árvores de *Taxodium*, mas sim tratar de aspectos técnicos, legais e políticos que se associam ao complexo emaranhado de interesses relacionados à biodiversidade; em particular aqueles que tratam da sua conservação e, assim, possibilitam, que evolua do potencial intangível ao fato real e tangível como recurso.

5. EFEITOS DAS AÇÕES HUMANAS SOBRE A BIODIVERSIDADE

Como é sabido, as ações humanas na busca de desenvolvimento não têm encontrado limites, gerando sempre, entre outras conseqüências negativas, a redução da biodiversidade, seja através da exploração dos recursos naturais, do uso de pesticidas ou de diferentes formas de poluição. Na década de setenta já era um exemplo dessa situação a condição de muitos lagos de água doce, ambientes particularmente vulneráveis à chuva ácida. Em milhares deles, na Escandinávia, no nordeste dos EUA e no sudeste do Canadá, algumas espécies de peixes já haviam desaparecido completamente. Levantamento realizado em 1976 em 217 lagos das Montanhas Adirondack, no Estado de Nova York, indicou que 51% deles encontravam-se muito ácidos e que a vida havia desaparecido de 90% deles (Margalef, 1974).

Nos tempos recentes, a devastação dos importantes ecossistemas tropicais não é menos crítica. Ao contrário, conforme o Plano de Ação Florestal Tropical preparado pela FAO e divulgado em 1980, foram removidos dos trópicos, a cada ano durante a década anterior, cerca de 7,5 milhões de hectares de florestas densas e 3,8 milhões de hectares de florestas abertas, tendo como principais causas diagnosticadas a pobreza, a injusta distribuição de terras, a baixa produtividade agrícola, as políticas indevidas de uso da terra, os projetos inadequados de desenvolvimento, a debilidade das instituições e o rápido crescimento populacional. Na Amazônia legal brasileira, de uma área alterada estimada em 0,57% em 1975, passou-se para estimados 12% em 1988, devastação em geral relacionada a projetos agropecuários e de colonização que, sem uma política de ação previamente definida e ao custo de grandes alterações ambientais, constitui um grande contra-senso; especialmente considerando-se a defesa de estudiosos e especialistas de que a vocação natural da região é a atividade florestal (FUNATURA, 1989). Junto com essas florestas, desapareceu também uma parte da biodiversidade, muitas vezes ainda desconhecida.

Ricas em espécies endêmicas, como já visto, as regiões tropicais estão se tornando ricas também em relictos de endemismos de espécies que já contaram com ampla ocorrência natural recente, fato particularmente devido à intervenção e destruição massiva de habitats pelo homem. Especialmente impressionantes nesse sentido são alguns exemplos vindos do Equador, como é o caso da caoba (*Persea theobromifolia*), outrora uma das mais importantes árvores madeiráveis da região do Rio Palenque e atualmente reduzida a menos que uma dúzia de árvores maduras; situação semelhante àquela em que encontram *Aspidosperma jaunechense*, *Annona hystricoides* e *Inga jaunechensis*, espécies que embora outrora abundantes na floresta úmida da costa central e sul do Equador estão agora restritas a não mais que uma dúzia de indivíduos na região de Jauneche, último pequeno remanescente desse tipo florestal (Gentry, 1986). Conforme Hoyt (1992), a caoba, agora *Caryodaphnopsis (Persea) theobromifolia*, é uma parente silvestre do abacate que, por ser resistente à queima, constitui espécie de grande importância para o melhoramento genético das variedades cultivadas de *Persea gratissima*, particularmente para os plantios da Califórnia. Todavia, como pode-se ver, para que se possa contar com esse recurso genético será necessário primeiro protegê-lo e tratar de multiplicá-lo o mais rapidamente possível.

Outros fatores preocupantes na Amazônia brasileira estão relacionados à exploração mineral, à caça ilegal para contrabando e ao aproveitamento hidrelétrico dos rios. Estima-se que 250 toneladas de mercúrio foram disseminadas nas águas e solo da maioria dos quase trezentos centros de garimpagem do médio-Tapajós no período de 1983 a 1987 (1,3 kg de mercúrio/1 kg ouro), com níveis de contaminação da fauna aquática e populações humanas acima do dobro do aceitável. A caça ilegal, por sua vez, tem determinado forte redução populacional de inúmeras espécies, em particular do Jacaré-açú (*Melanosuchus niger*), da ariranha (*Pteroneura brasiliensis*), do jaguar (*Panthera onca*) e do peixe-boi (*Trichechus inunguis*) (FUNATURA, 1989).

Embora as florestas tropicais contenham de longe maior diversidade que quaisquer outros biomas, com talvez a metade de todas as espécies em cerca de apenas 7% da superfície do planeta, lamentavelmente elas também constituem o bioma que está sendo mais destruído de todo o planeta. Se a tendência de destruição e sobreexploração de tais áreas persistir, a última consequência será que milhões de espécies certamente serão extintas, o que, considerado o número de espécies e a escala de tempo do "fenômeno", poderá ser o maior desastre biológico do planeta em qualquer tempo desde o surgimento da vida na terra (Myers, 1986). Corrobora essa indicação a posição de Meffe & Carroll (1994) para quem o grau de ameaças e a concretização de extinções vêm se agravando a tal ponto que parece não haver antecedentes que rivalizem com a situação atual. Definindo extinção em massa como um processo de declínio da biodiversidade que é substancial em tamanho, global em extensão e que afeta uma ampla gama de grupos taxonômicos em um curto período de tempo, referidos autores afirmam que há forte evidência que o planeta está vivenciando o início de uma fase de extinção em massa de espécies e que a amplitude do fenômeno poderá rivalizar e até ultrapassar os maiores episódios de extinção em massa do passado pré-histórico.

Como pode ser visto, há problemas de perdas e ameaça sobre a biodiversidade nos seus diferentes níveis, ou seja: genética, diversidade intra-específica, diversidade de espécies, comunidades e ecossistemas. Um novo tema, entretanto, começa a chamar atenção e poderá constituir um novo e importante paradigma para a conservação da biodiversidade: os fenômenos biológicos ameaçados. De acordo com Brower (1994), um fenômeno ameaçado é um espetacular aspecto da história de vida de uma espécie

de animal ou planta envolvendo um grande número de indivíduos que é ameaçado com empobrecimento ou morte; sendo assim, não são as espécies em si que estão em perigo e sim o fenômeno, fato este que poderá ameaçá-las. Alguns fenômenos ameaçados que bem exemplificam essa situação, todos associados à destruição, fragmentação e ocupação de habitats, incluem a diversidade de manifestações associadas às enchentes naturais dos rios, às floradas sincrônicas dos bambus na Índia e das taquaras no Brasil, as migrações de aves como as andorinhas e os maçaricos entre o hemisfério Norte e o hemisfério Sul, as piracemas nos rios, as migrações sazonais dos gnus africanos e dos caribus norte americanos, ou ainda as movimentações sazonais das baleias.

6. CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

Como não é dado prever quais as espécies que algum dia poderão ser úteis como recursos, a preservação da diversidade genética e biológica é antes de tudo um investimento seguro e necessário para manter e melhorar a produção agrícola, florestal e pesqueira, para manter válidas as opções futuras, para haver proteção contra as mudanças ambientais perniciosas e para dispor de matéria-prima para inúmeras inovações científicas e industriais. A conservação dos recursos vivos é, portanto, apenas uma das muitas condições requeridas para a sobrevivência e bem-estar dos homens (UICN, 1984).

A manutenção da biodiversidade pode se verificar, basicamente, "*in situ*" (unidades de conservação) ou "*ex situ*" (jardins botânicos, arboretos, jardins zoológicos, bancos de germoplasma, etc). Entretanto, sabe-se que o empenho para preservar espécies isoladas, ameaçadas, será inócuo se não for combinado com esforços destinados a salvar ecossistemas inteiros (Brown, 1980). Por sua vez, torna-se também necessário impedir que a perda de espécies cause danos ao funcionamento eficaz dos processos ecológicos. Daí as principais estratégias estarem concentradas em técnicas de conservação "*in situ*" e, dessa forma, ocorrer através de unidades de conservação.

Definidas as unidades de conservação como porções territoriais com características naturais de relevante valor, de domínio público ou propriedade privada, legalmente instituídas, com objetivos e limites definidos, às quais aplicam-se regimes especiais de administração e garantias de proteção e os sistemas como os conjuntos de unidades de diferentes categorias de manejo que, devidamente planejadas e manejadas como um todo, são capazes de atender da forma mais ampla possível os objetivos nacionais de conservação (FUNATURA, 1989; Milano, 1993), e tendo em vista que entre os objetivos nacionais de conservação incluem-se genericamente a manutenção da biodiversidade, a proteção de espécies raras ou ameaçadas, a proteção e restauração de amostras representativas de ecossistemas, a proteção de recursos hídricos, a educação ambiental e o incentivo ao uso sustentável dos recursos naturais está claramente identificada a relação entre ambas questões. Por conseguinte, os objetivos de conservação que embasam a definição de categorias de manejo e também a formulação de sistemas de unidades de conservação, quando estes existem formalmente, tanto direta como indiretamente buscam garantir a manutenção da biodiversidade.

Mesmo sendo sabidamente a conservação "*in situ*" a mais eficaz e segura para a manutenção da biodiversidade e as unidades de conservação o pilar central desse

processo, deficiências operacionais e institucionais cujas origens são comumente políticas e econômicas, têm dificultado ou impedido que estas cumpram os fins para os quais são concebidas e estabelecidas.

Deve-se acrescentar aqui que as unidades de conservação, quer pela própria natureza, quer pelos objetivos de manejo estabelecidos, constituem os espaços naturais mais seguros e apropriados ao desenvolvimento de pesquisas científicas em ecologia e em todas as demais ciências correlatas, além do monitoramento do ambiente para fins comparativos. Pesquisa científica e monitoramento ambiental, entretanto, constituem apenas dois entre vários outros objetivos de manejo que devem ser alcançados conjuntamente de forma plenamente compatível, decorrendo daí a necessidade do estabelecimento de políticas e normas próprias para o desenvolvimento dessas atividades em unidades de conservação.

A instituição de unidades de conservação, independentemente da sua eficiência na proteção da biodiversidade e como base para pesquisas associadas, tem sido prática corrente a cada dia mais adotada. Informações disponíveis a partir da III Conferência Mundial sobre Parques Nacionais, realizada em Bali, em 1982, indicaram a existência de 2.671 unidades de conservação distribuídas por 120 países diferentes que totalizavam 3.966,073,5 km² de área protegida; mais ainda, estes dados indicavam um crescimento de 47% no número de unidades e de 82% na área total protegida em nível mundial num período de dez anos, compreendido entre 1972 e 1982 (Miller, 1984). Dados do *World Resources Institute* citados por Miller (1997), indica que cerca de uma década mais tarde, em 1994, já existiam 9.766 áreas protegidas, distribuídas por 149 diferentes países, que somavam uma área total protegida de 8.695.540 km² ou aproximadamente 7% da superfície do planeta; tais dados indicavam a proteção de 4,9% da África, 8,9% da Europa, 10,2% da América do Norte e Central conjuntamente, 6,3% da América do Sul, 4,4% da Ásia e 11,7% da Oceania.

Sobre estas informações, cuja precisão pode ser questionada em diferentes aspectos e por diferentes motivos, pelo menos três aspectos podem ser destacados para consideração e análise: certamente o número de unidades de conservação e a área total oficial ou legalmente protegida em nível mundial são maiores; a efetiva condição de implementação, manejo e proteção de cada uma das áreas desse grande conjunto é tão diversa quanto são diversas as condições sociais, econômicas, culturais e políticas dos diferentes países; e, ainda que muitos problemas práticos dificultem uma mais ampla e eficaz utilização de tais áreas, o uso destas para proteção da biodiversidade é uma estratégia internacionalmente adotada sobre a qual não pesam dúvidas em termos de importância e eficácia

Entretanto, sobre a questão genérica da conservação da biodiversidade através da proteção de áreas como unidades de conservação, devem ser considerados alguns aspectos mais relevantes que a veracidade das informações disponíveis em nível mundial. Usando-se figuras de linguagens que podem ser consideradas pouco técnicas mas que bem traduzem os fatos, um dos aspectos mais cruciais do momento relativo a essa questão é a desigualdade das forças em confronto: de um lado as parcas forças conservacionistas e do outro o poderoso exército da devastação. Como se não bastasse a própria desigualdade das forças em si, este último ainda luta encoberto com a camuflagem do desenvolvimento sustentável. Nesse sentido, citados por Shafer

(1990), Raven (1980)³ pessimistamente diz que as últimas oportunidades realistas de seleção de áreas para proteção da natureza nos trópicos, onde é maior a biodiversidade, não ultrapassarão os anos noventa, enquanto Frankel & Soulé (1981)⁴ sugerem que tais opções, considerados adequados tamanhos, localizações e organizações das unidades de conservação, encerrar-se-ão com o próprio século. Além disso, segundo o próprio Shafer (1990), separar áreas de parques e reservas em si não significa conseguir a preservação e o fim das preocupações; é necessário separar muito mais áreas de reserva e cuidadosamente analisar a capacidade daquelas já estabelecidas para fornecer proteção em perpetuidade.

Dada a multiplicidade de objetivos de conservação, há que se considerar também a existência de tipos distintos ou categorias de manejo de unidades de conservação, cada uma das quais atendendo prioritariamente determinados objetivos que poderão ter maior ou menor significado para a preservação da biodiversidade e dos sistemas naturais (FUNATURA, 1989). Ainda que possa se considerar que é apenas através de conjuntos de unidades das diferentes categorias de manejo que será possível alcançar mais completamente os objetivos gerais de conservação, é reconhecido que são aquelas categorias de uso indireto dos recursos, mais restritivas, aquelas que garantem maior proteção às espécies raras, endêmicas ou ameaçadas e à integridade das amostras de ecossistemas nelas incluídas. Por sua vez, são as unidades de conservação dessas categorias as menos entendidas pelas comunidades leigas, administradores públicos e políticos e, conseqüentemente, as menos aceitas e mais ameaçadas. De outra forma, são as categorias de manejo de uso direto, garantindo apenas proteção parcial aos recursos objeto de conservação, aquelas mais aceitas e menos ameaçadas. Particularmente pelo fato de gerarem produtos e serviços de fácil qualificação econômica, ao contrário das demais.

Assim, categorias de manejo como Reservas Biológicas, Estações Ecológicas, Parques Nacionais, Monumentos Naturais e Refúgios da Vida Silvestre em geral são preteridas em benefício das Florestas Nacionais, Reservas Extrativistas e Áreas de Proteção Ambiental; todavia em prejuízo da proteção da biodiversidade. Informações disponíveis em 1998 indicavam a existência no Brasil de mais de 39 milhões de hectares em unidades de conservação federais e de 23,7 milhões de hectares em unidades estaduais, correspondendo a 8,13% do território protegido (MMA, 1998). Confirmando o exposto anteriormente, 5,52% desse total corresponde à unidades de conservação de uso direto e proteção apenas parcial dos recursos e apenas 2,61% de unidades de conservação de uso indireto e proteção integral dos recursos, onde a biodiversidade pode ser efetivamente conservada.

Obviamente, deve-se considerar que tem havido um crescimento constante no número de unidades criadas e mais ainda na superfície total de área oficialmente protegida (Ormazabal 1988). Entretanto, para constituir amostra representativa dos ecossistemas da Terra, a expansão total das áreas protegidas precisa ser pelo menos triplicada (WECD, 1987). Também deve ser considerado até quando será possível a ampliação dos sistemas de unidades de conservação. Concorre para estas preocupações o fato já bem conhecido de que a maior concentração de biodiversidade encontra-se nos

³ RAVEN, P. H. (chairman). **Research priorities in the tropical biology**. Washington, DC, ational Academy of Sciences, 1980. (Proceedings)

⁴ FRANKEL, O. H. & WILSON, E. O. **Conservation and evolution**. London, Cambridge University Press, 1981.

trópicos, em países de baixa renda, sem políticas conservacionistas consistentes e com graves deficiências institucionais e operacionais no campo da conservação da natureza. Além disso, é nesses países que se processam atualmente as devastações e agressões mais preocupantes dos ecossistemas potenciais para expansão das áreas protegidas, quando não no interior das próprias unidades de conservação. Por tais razões, estudos diversos indicam que, mantidas as políticas e procedimentos atuais, os próximos dez anos são o tempo que resta para quaisquer iniciativas de ampliação com algum sucesso das áreas protegidas. De outro lado, os países desenvolvidos, com economias fortes, populações estáveis, alta qualidade de vida (habitação, alimentação, saúde e educação) apresentam-se, via de regra, como o exemplo a ser seguido, inclusive quanto ao planejamento, manejo e administração de unidades de conservação. Ainda assim, com conhecimento científico-tecnológico, recursos humanos altamente qualificados e disponibilidade de recursos econômicos, contam com problemas como poluição, chuva ácida e super-exploração dos recursos naturais, entre outros, que concorrem negativamente com as possibilidades de manutenção da biodiversidade.

Dentro desse contexto, tem sido considerado importante inserir-se as propostas de conservação da biodiversidade no âmbito do desenvolvimento sócio-econômico, sendo que o não entendimento da conservação dentro desse pressuposto sugere a negação dos seus próprios objetivos, além da sua inviabilidade. Ora, se num contexto global as áreas de maior significância em biodiversidade estão nos trópicos, em países em desenvolvimento, devem ser definidas estratégias internacionais de conservação que beneficiem social e economicamente as nações que contam com diretrizes de ação concretas para esse fim. Essa questão deve ser entendida de forma ampla e integrada, uma vez que não diz respeito à simples transferência de recursos dos países ricos para os pobres para causas conservacionistas e nem, tampouco, a boicotes isolados a produtos originários de florestas tropicais, como forma de viabilização da conservação da biodiversidade. Além disso, não é aceitável que os países pobres financiem sozinhos a manutenção da biodiversidade global e nem que os procedimentos de conservação impliquem restrições insuportáveis ao necessário desenvolvimento econômico-social dos povos. Portanto, quaisquer estratégias nesse sentido devem contemplar benefícios mútuos à conservação e à sociedade. É fundamental, então, que o entendimento conservacionista ultrapasse o horizonte do mundo acadêmico e passe a fundamentar as decisões políticas e econômicas.

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS: BIODIVERSIDADE E ÉTICA

Podem ser atribuídos aos processos de conservação valores de sustentação da vida, valores recreativos, valores econômicos, valores científicos, valores educativos, valores culturais-simbólicos, valores estéticos, valores religiosos e ainda valores intrínsecos.

Associados aos valores de sustentação da vida está a consideração de que o homem apesar de ser capaz de construir seu próprio ambiente não consegue libertar-se da natureza; tais valores estão, assim, associados tanto à proteção da diversidade biológica (inclusive genética) e da evolução das formas de vida, como da qualidade do ar, da água e do solo, funções naturais essenciais às condições de vida humana no planeta. Valores científicos podem estar associados tanto à natureza como matéria prima para o entendimento de processos, novos conhecimentos e descobertas, como para o desenvolvimento e produção de fármacos ou ainda como fonte de genes para o

melhoramento genético de plantas cultivadas e animais domésticos. A natureza, ao apresentar oportunidades que vão do desafio da superação pessoal na conquista de montanhas à simples contemplação do vôo das aves, apresenta também valores recreativos, estando estes associados quer ao simples sentido das oportunidades propiciadas quer aos diversos aspectos da formação do caráter humano; podem ainda assumir funções terapêuticas, associados ao tempo de lazer humano. Também, valores econômicos intrínsecos à própria natureza não manipulada pelo homem ou ainda valores de produtos comerciais, resultantes de processos extrativos (vegetais, pesca e caça) ou atividades turísticas, têm sido identificados. Podem ser ainda considerados valores estéticos, educativos, culturais e simbólicos e, mesmo, dialéticos (Rolston III, 1988; Wallace, 1997).

A este conjunto de valores também deve ser acrescido um outro, de caráter mais amplo e que associa praticamente todos os demais já referidos: a herança natural e cultural que, bem ou mal as gerações passadas legaram às presentes e estas têm a obrigação de resguardar para as futuras. Para Bernardes (1997) o ser humano tem lidado de tal forma com o patrimônio que constitui essa herança que uma das poucas garantias para sua proteção passa a ser o efetivo estabelecimento de unidades de conservação. Além dessas considerações, a manutenção da diversidade é igualmente um princípio moral e, eticamente, deve-se levar à motivação de não causar, conscientemente, a extinção de quaisquer espécies, sejam elas quais forem (UICN, 1984).

Assim, como considerar a situação do Parque Nacional do Iguaçu (PR), única unidade de conservação do Brasil reconhecida pela UNESCO como Sítio do Patrimônio Natural Mundial, invadido e ilegalmente ocupado a mais de dois anos mesmo com decisões judiciais que determinam sua desocupação? Se à falta de consciência das autoridades políticas para com o valor da vida e a herança natural do país e do mundo, fato comprovado pela absoluta falta de atitude em cumprir a lei, se agrega ainda a impotência da justiça em fazer-se respeitar, o que pode-se esperar do futuro?

Defender tais pontos de vista pode representar o questionamento das políticas presentes, em particular das políticas daqueles que as fazem e operam em benefício próprio e já tiveram suprimidas suas necessidades básicas. Em especial, por que é necessário decidir quem pagará o preço da falta de conservação.

Essa questão extrapola o local, o regional e o nacional; pois reservar extensas áreas silvestres sob a forma de unidades de conservação destinadas à manutenção da biodiversidade tem colocado os países mais pobres como financiadores das iniciativas destinadas a preservar a integridade biótica da terra (Brown, 1980). A conservação da biodiversidade se insere, pois, tanto no contexto da ética, seja individual ou coletivamente considerada, como no contexto das relações internacionais, neste caso com enfoque essencialmente econômico.

Dourojeanni (1997), analisando os problemas antigos, os novos e as tendências das políticas e do manejo de unidades de conservação, considera ser essencial voltar a equilibrar as justificativas da humanidade para conservar a natureza. Segundo ele, a proteção da natureza não deve ser motivada apenas para garantir a sobrevivência humana e, tampouco, para lucrar com os negócios que ela pode proporcionar, mas também deve ser vista como uma necessidade moral essencial, parte da identidade do ser humano como habitante da Terra.

O conjunto de informações apresentadas e discutidas permite concluir que, mais que a definição de novas estratégias, os tempos atuais exigem maior concentração de esforços nas estratégias já existentes, algumas como originalmente formuladas, outras com reformulações operacionais, porém mantidos os objetivos que as definiram. As unidades de conservação criadas precisam ser efetivamente implantadas e manejadas segundo a técnica e a legislação. Essencialmente, ainda, é necessário que a lei seja cumprida.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARCHARYA, R. **Intellectual property, biotechnology and trade**. Nairobi, ACTS/Acts Press, 1992. 27p. (Biopolicy International Series, nº. 4).
- BERNARDES, A.T. Valores sócio-culturais de unidades de conservação: herança natural e cultural do homem. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, Curitiba, IAP/UNILIVRE/RNPUC, 1997. **Anais**, vol.1, p. 22-32.
- BROWN, L.R. **O vigésimo nono dia**. Rio de Janeiro, Ed. FGV, 1980.
- BROWER, L.P. A new paradigm in conservation of biodiversity: endangered biological phenomena. In: MEFFE, G.K. & CARROLL, C.R. **Principles of conservation biology**. Sunderland-MASS, Sinauer Ass.Inc., 1994. 600p. Essay 4d; pp. 104-106.
- CAIN, A. SOKOLOV, V. e SMITH, F. La préservation des régions et des écosystèmes naturels: la protection des espèces rares et menacées. In: **Utilization et conservation de la biosphere**. Paris, Unesco, 1970.
- DAJOZ, R. **Ecologia geral**. Petrópolis, RJ, Ed. Vozes, 1978.
- DOUROJEANNI, M.J. Áreas protegidas, problemas antiguos y nuevos, nuevos rumbos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, Curitiba, IAP/UNILIVRE/RNPUC, 1997. **Anais**, vol.1, p. 69-109.
- FUNDAÇÃO PRÓ-NATUREZA – FUNATURA. **Sistema nacional de unidades de conservação (SNUC): aspectos conceituais e legais**. Brasília, IBAMA/FUNATURA, 1989. 82p.
- GENTRY, A.H. Endemism in tropical versus temperate plant communities. In: SOULÉ, M.E. (Ed.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland, MASS, 1986. 584p. p.153-181.
- HOYT, E. **Conservação dos parentes silvestres das plantas cultivadas**. (Tradução CORADIN, L.). Delaware, Addison-Wesley Iberoamericana, 1992. 52p. (Apoio IBPGR, IUCN, WWF e EMBRAPA/CENARGEN).
- LOVEJOY, T. Compromissos globais e multilaterais para conservação da biodiversidade: o papel do Brasil e a importância das unidades de conservação brasileiras. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. Curitiba, IAP/UNILIVRE/RNPUC, 1997. **Anais**, vol.1, p. 33-38.
- MARGALEF, R. **Ecologia**. Barcelona, Ediciones Omega, 1974.
- MEFFE, G.K. & CARROLL, C.R. **Principles of conservation biology**. Sunderland-MASS, Sinauer Ass.Inc., 1994. 600p.

- MILANO, M.S. Unidades de conservação: conceitos básicos e princípios gerais de planejamento, manejo e administração. In: **Manejo de áreas naturais protegidas**. Curitiba, Unilivre, 1993. Apostila, p.1-62.
- MILLER, K.R. Evolução do conceito de áreas protegidas: oportunidades para o século XXI. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO. Curitiba, IAP/UNILIVRE/RNPUC, 1997. **Anais**, vol.1, p. 03-21.
- MILLER, K.R. The natural protected areas of the world. In: WORLD CONGRESS ON NATIONAL PARKS, 3 (Bali, Indonesia, 1982). Washington, DC, IUCN/Smithsonian Institution Press, 1984. **Anais**; p.20-23.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE, DOS RECURSOS HÍDRICOS E DA AMAZÔNIA LEGAL (MMA). Relatório brasileiro para a convenção da diversidade biológica. Brasília, MMA, 1988.
- MYERS, N. Tropical deforestation and megaextinction spasm. In: SOULÉ, M.E. (Ed.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland, MASS, 1986. 584p. p.394-409.
- NOSS, R.F. Hierarchical indicators for monitoring changes in biodiversity. In: MEFFE, G.K. & CARROLL, C.R. **Principles of conservation biology**. Sunderland, MASS, Sinauer Ass.Inc., 1994. 600p. Essay 4A.; pp 79-80.
- ORMAZÁBAL, C. **Sistemas nacionales de areas silvestres protegidas en America Latina**. Santiago, FAO/PNUMA, 1988. p.205.
- POORE, D. & SAYER, J. **The management of tropical moist forest lands: ecological guidelines**. Gland, Switzerland, IUCN/Tropical Forests Program, 1987.
- RAVEN, P.H. & WILSON, E.O. A 50-year plan for biodiversity surveys. In: MEFFE, G.K. & CARROLL, C.R. **Principles of conservation biology**. Sunderland, MASS, Sinauer Ass. Inc., 1994. 600 p. Essay 4B, pp. 83-84.
- REID, W.V. **Genetic resources and sustainable agriculture: creating incentives for local innovation and adaptation**. Nairobi, ACTS/Acts Press, 1992. 31p. (Biopolicy International Series, n^o. 2).
- ROLSTON III, H. **Environmental ethics: duties to and values in the natural world**. Philadelphia, Temple University Press, 1988. 391p.
- SHAFER, C. **Nature reserves: island theory and conservation practice**. Washington, DC, Smithsonian Institution Press, 1999. 189p.
- UNIÃO INTERNACIONAL PARA A CONSERVAÇÃO DA NATUREZA – UICN. **Estratégia para a conservação**. São Paulo, CESP, 1984.
- WALLACE, G.N. Turismo ecológico en unidades de conservación: cual es el limite? In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, Curitiba, IAP/UNILIVRE/RNPUC, 1997. **Anais**, vol.1, p. 139-149.
- WILSON, E.O. The current state of biological diversity. In: WILSON, E.O. & PETER, F.M. (Eds). **Biodiversity**. Washington, DC, National Academy Press, 1988. p.03-18.
- WORLD COMISSION ON ENVIRONMENT AND DEVELOPMENT (WCED). **Our common future**. Oxford, Oxford University Press, 1987.