

Nº 78

Série

Eixos do Desenvolvimento Brasileiro

Comunicados do Ipea

**Sustentabilidade Ambiental no Brasil:
biodiversidade, economia e
bem-estar humano**

Biodiversidade

17 de fevereiro de 2011

Governo Federal
Secretaria de Assuntos Estratégicos da
Presidência da República
Ministro Wellington Moreira Franco

Fundação pública vinculada à Secretaria de Assuntos Estratégicos da Presidência da República, o Ipea fornece suporte técnico e institucional às ações governamentais – possibilitando a formulação de inúmeras políticas públicas e programas de desenvolvimento brasileiro – e disponibiliza, para a sociedade, pesquisas e estudos realizados por seus técnicos.

Presidente
Marcio Pochmann

Diretor de Desenvolvimento Institucional
Fernando Ferreira

Diretor de Estudos e Relações Econômicas e Políticas Internacionais
Mário Lisboa Theodoro

Diretor de Estudos e Políticas do Estado, das Instituições e da Democracia
José Celso Pereira Cardoso Júnior

Diretor de Estudos e Políticas Macroeconômicas
João Sicsú

Diretora de Estudos e Políticas Regionais, Urbanas e Ambientais
Liana Maria da Frota Carleial

Diretor de Estudos e Políticas Setoriais de Inovação, Regulação e Infraestrutura
Marcio Wohlers de Almeida

Diretor de Estudos e Políticas Sociais
Jorge Abrahão de Castro

Chefe de Gabinete
Pérsio Marco Antonio Davison

Assessor-chefe de Imprensa e Comunicação
Daniel Castro

URL: <http://www.ipea.gov.br>
Ouvidoria: <http://www.ipea.gov.br/ouvidoria>

Comunicados do Ipea

Os *Comunicados do Ipea* têm por objetivo antecipar estudos e pesquisas mais amplas conduzidas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, com uma comunicação sintética e objetiva e sem a pretensão de encerrar o debate sobre os temas que aborda, mas motivá-lo. Em geral, são sucedidos por notas técnicas, textos para discussão, livros e demais publicações.

Os *Comunicados* são elaborados pela assessoria técnica da Presidência do Instituto e por técnicos de planejamento e pesquisa de todas as diretorias do Ipea. Desde 2007, mais de cem técnicos participaram da produção e divulgação de tais documentos, sob os mais variados temas. A partir do número 40, eles deixam de ser *Comunicados da Presidência* e passam a se chamar *Comunicados do Ipea*. A nova denominação sintetiza todo o processo produtivo desses estudos e sua institucionalização em todas as diretorias e áreas técnicas do Ipea.

Este Comunicado faz parte de um conjunto amplo de estudos sobre o que tem sido chamado, dentro da instituição, de *Eixos do Desenvolvimento Brasileiro*: Inserção internacional soberana; Macroeconomia para o desenvolvimento; Fortalecimento do Estado, das instituições e da democracia; Infraestrutura econômica, social e urbana; Estrutura tecnoprodutiva integrada e regionalmente articulada; Proteção social, garantia de direitos e geração de oportunidades; e Sustentabilidade ambiental.

Esta série de Comunicados sobre Sustentabilidade ambiental nasceu de um grande projeto denominado *Perspectivas do Desenvolvimento Brasileiro*, que busca servir como plataforma de sistematização e reflexão sobre os desafios e as oportunidades do desenvolvimento nacional, de forma a fornecer ao Brasil o conhecimento crítico necessário à tomada de posição frente aos desafios da contemporaneidade mundial.

Os documentos sobre os eixos do desenvolvimento brasileiro trazem um diagnóstico de cada campo temático, com uma análise das transformações dos setores específicos e de suas consequências para o País; a identificação das interfaces das políticas públicas com as questões diagnosticadas; e a apresentação das perspectivas que o setor deve enfrentar nos próximos anos, indicando diretrizes para (re) organizar a orientação e a ação governamental federal.

A coleção *Perspectivas do Desenvolvimento Brasileiro* é formada por 10 livros, que somam 15 volumes. Estiveram envolvidas no esforço de produção dos livros cerca de 230 pessoas, 113 do próprio Ipea e outras pertencentes a mais de 50 diferentes instituições, entre universidades, centros de pesquisa e órgãos de governo, entre outras.

O livro no qual o presente Comunicado se insere é intitulado *Sustentabilidade Ambiental no Brasil: biodiversidade, economia e bem-estar humano*. Em 2010, o Ipea divulgou uma série de Comunicados com base no livro *Infraestrutura econômica no Brasil: diagnósticos e perspectivas para 2025*.

O ESTADO DA BIODIVERSIDADE – PARTE 1: GENES E ESPÉCIES*

1 INTRODUÇÃO

Conhecer a biodiversidade brasileira é uma condição fundamental para a elaboração e o aperfeiçoamento de políticas públicas voltadas ao desenvolvimento sustentável de nosso país. Ao se abordar a temática da biodiversidade, faz-se necessária uma breve definição do termo.

Diversidade biológica, ou biodiversidade, termo sinônimo mais comumente utilizado e adotado no presente livro, é definida no Art. 2º da Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) como “a variabilidade entre organismos vivos de todas as origens, incluindo, entre outros, ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; isto inclui a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas” (SECRETARIADO..., 2003). A relevância desse tema se traduz na decisão, pela Assembleia-Geral da Organização das Nações Unidas (ONU), de declarar 2010 como o Ano Internacional da Biodiversidade, com o objetivo precípua de aumentar a consciência sobre a importância da preservação da biodiversidade em todo o mundo, assim como destacar sua influência na qualidade de vida humana e dinamizar iniciativas de redução da sua perda. O Brasil ocupa posição de destaque na proteção à biodiversidade e, nesse sentido, tem desenvolvido “uma das mais fortes capacidades do mundo em ciência da conservação”, capital humano fundamental para contrapor-se à acelerada degradação de ambientes naturais (LOVEJOY, 2005).

A diversidade *dentro de espécies* abrange toda a variação de indivíduos de uma população, bem como entre populações distintas de uma mesma espécie. Embora essa definição pudesse incluir outros aspectos, tais como diversidade morfológica e comportamental, entre outras, na prática, vem sendo tratada como equivalente à diversidade genética, segundo apontam Lewinsohn e Prado (2006). A diversidade *entre espécies*, por sua vez, refere-se usualmente ao número de espécies (riqueza) presentes em determinado tipo de ambiente ou região de interesse – por exemplo, o Brasil. Ainda como apontado por esses autores, a diversidade de ecossistemas é mais ambígua que as outras categorias relacionadas na CDB e, em termos práticos, vem sendo abordada como a diversidade de fisiologias de vegetação, de paisagens ou de biomas.

Embora a biodiversidade refira-se ao conjunto dos três níveis, por questões didáticas esses são apresentados em dois capítulos. O presente capítulo refere-se aos níveis de genes e espécies, enquanto no capítulo 2 é fornecida uma visão geral dos seis biomas continentais brasileiros (Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal) e também do bioma Zona Costeira e Marinha.

2 O NÍVEL GENÉTICO

A diversidade genética está na base dos processos ecológico-evolutivos, que determinam, em última instância, a constituição dos níveis superiores (espécies e ecossistemas). A manutenção da composição intraespecífica de alelos (diferentes versões de um mesmo gene) é tão importante quanto a conservação de espécies ou ecossistemas. Essa composição pode variar muito entre os indivíduos de uma mesma população ou entre populações diferentes de uma mesma espécie. Isso significa que em uma população com 100 irmãos ou primos espera-se encontrar menos biodiversidade do que em uma com indivíduos não aparentados.

Conservar a variabilidade intraespecífica é importante dos pontos de vista ético e estético, mas também por motivos mais pragmáticos. A sobrevivência de uma espécie depende de populações minimamente viáveis (BRITO; FONSECA, 2006; SOULÉ, 1986). A baixa diversidade genética compromete a viabilidade de populações em longo prazo, pois diminui sua capacidade de adaptação a mudanças ambientais e sua resiliência¹ a estresses bióticos ou abióticos – como ataques de patógenos ou períodos muito quentes. Uma população geneticamente homogênea, ainda que grande, sempre possui maior risco de extinção, pois pode ter todos os seus indivíduos dizimados por uma mesma doença, por exemplo.

A perda de variabilidade genética, denominada erosão genética, implica maior fragilidade populacional e menor competitividade contra espécies invasoras (OUBORG; TREUREN; DAMME, 1991). As maiores causas de erosão

* Este comunicado contou com a participação de João Paulo Viana, Júlio César Roma, Nilo Luiz Saccharo Júnior e Habib Jorge Fraxe Neto.

1. Conceito oriundo da Física, originalmente usado para denotar a propriedade de um material retornar à forma ou à posição original, uma vez cessada a pressão sobre este. Em ecologia, significa a capacidade de retorno de um sistema biológico às condições iniciais, anteriores ao estresse ambiental.

genética são a destruição e a fragmentação de habitats, além da caça e da superexploração, no caso de espécies de interesse econômico. A diminuição do número de indivíduos pode levar, por si só, a uma redução no número de alelos. A fragmentação isola populações pequenas, com uma quantidade menor de recursos (KAGEYAMA; GANDARA; SOUZA, 1998). Este isolamento aumenta os níveis de endogamia (cruzamento entre indivíduos aparentados), o que resulta em aumento da expressão de alelos deletérios (CHARLESWORTH; CHARLESWORTH, 1987), baixas taxas de fecundidade e alta mortalidade juvenil, efeitos conjuntamente conhecidos como depressão endogâmica (RALLS; BALLOU; TEMPLETON, 1988). Em populações pequenas a deriva genética² torna-se um fenômeno capaz de reduzir ainda mais rapidamente o número de alelos, pois eventos estocásticos podem influenciar drasticamente a frequência alélica populacional.

A preocupação com a diversidade genética intraespecífica, portanto, é essencial para qualquer esforço de conservação, já que a restauração de ecossistemas visa restabelecer condições para que estes se mantenham por si (SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE; POLICY WORKING GROUP, 2004). A obtenção de dados genético-ecológicos em larga escala – para biomas inteiros, por exemplo – sobre a perda de variabilidade é importante, porém difícil. No Brasil, ainda que existam diversos estudos pontuais, principalmente sobre espécies vegetais (BOTREL; CARVALHO, 2004; KAGEYAMA *et al.*, 2003), raramente são realizadas amostragens representativas das comunidades como um todo, ficando as análises focadas normalmente sobre uma única espécie (KAGEYAMA; LEPSCH-CUNHA, 2001).

Em um levantamento não exaustivo, realizado no âmbito do projeto Estratégia Nacional de Biodiversidade, do Ministério do Meio Ambiente (MMA), Grativol (2006) procurou por pesquisas relacionadas a algum tipo de análise genética em espécies brasileiras. O trabalho foi realizado por meio de questionários enviados a órgãos de pesquisa e buscas textuais em bases de dados científicas. Foram encontradas iniciativas de pesquisa para 22% das espécies de mamíferos ameaçadas de extinção segundo a Instrução Normativa (IN) nº 3/2003, do MMA. Para aves e répteis ameaçados esse valor foi de 3% e 15%, respectivamente, e não foram encontrados estudos para espécies ameaçadas de anfíbios. Segundo a autora, entre todas as pesquisas encontradas, poucas tinham por objetivo uma amostragem populacional suficiente para a caracterização da estrutura genética populacional e da variabilidade intraespecífica. Além disso, foram realizadas a partir de abordagens metodológicas distintas, refletindo interesses e conhecimentos específicos de cada grupo de pesquisa. Isso dificulta a comparação necessária a qualquer estratégia de monitoramento. Ainda segundo a autora, há poucos estudos de longo prazo. A maioria leva em consideração apenas a escala espacial, e não a temporal, o que é um obstáculo a estimativas de diminuição de diversidade genética ao longo do tempo. Outro viés apontado foi que a grande maioria das iniciativas de pesquisa relaciona-se a espécies da Amazônia e da Mata Atlântica, em detrimento dos outros biomas.

A limitação em sua generalidade, entretanto, não diminui o valor das conclusões e recomendações que possam advir das pesquisas existentes, ao contrário, é necessário incentivar seu crescimento e articulação. A incerteza é um elemento intrínseco à determinação de parâmetros e processos em ecologia, mas é de senso comum a urgência da demanda por conhecimentos ecológicos que orientem a formulação de políticas públicas para a conservação da natureza no Brasil. Nesse contexto, uma estratégia de gerenciamento adaptativo pode ser adequada, em que as decisões são tomadas com o objetivo explícito de aprender sobre os processos que governam o sistema e esse aprendizado é utilizado em futuras decisões (LUDWIG; MANGEL; HADDAD, 2001; SHEA; NCEAS WORKING GROUP ON POPULATION MANAGEMENT, 1998).

Grativol (2006) sugere que a melhor forma de monitorar a diversidade genética brasileira seria por meio de iniciativas coordenadas, com diversos centros de pesquisa trabalhando conjuntamente para um mesmo objetivo. Ressalta que já existe infraestrutura disponível para a geração dos dados, bem como pesquisadores altamente qualificados. Os projetos deveriam focar o longo prazo, com padronização da metodologia e amostragens espaciais e temporais. Iniciativas coordenadas têm dado bons resultados, como mostra,

2. Oscilações aleatórias na frequência alélica, ou seja, sem atuação da seleção natural (KIMURA; OHTA, 1971).

por exemplo, a Rede Genoma Brasileiro. Nela, cerca de 30 laboratórios de biologia molecular trabalharam conjuntamente, com o financiamento de órgãos de fomento federais e estaduais, tanto para a produção e análise de dados quanto para a formação de recursos humanos especializados.

Alguns projetos que tentam uma análise de dados global já começam a surgir. É o caso do Dendrogene, projeto coordenado pela Embrapa Amazônia Oriental, em Belém (PA), elaborado e executado no período 2000-2004. A meta geral do projeto foi o uso sustentável e a conservação dos recursos genéticos das florestas tropicais úmidas da Amazônia brasileira, a partir da promoção do manejo florestal sustentável. A ideia central foi conectar a pesquisa aos gerentes de floresta, disponibilizando, de forma efetiva, dados e análises àqueles que tomam as decisões. Especificamente em relação à diversidade genética, a Dendrobase, uma base de dados de sistemas genéticos para espécies arbóreas tropicais, foi uma das áreas estratégicas. Seus dados permitiram realizar modelagens genéticas, ou seja, predições sobre variação na quantidade de diversidade em regiões, levando-se em conta diversas variáveis ambientais, com o auxílio de ferramentas computacionais, como o programa Eco-Gene, possibilitando a gestores simular e prever o resultado de suas decisões sobre a floresta (KANASHIRO *et al.*, 2002).

A título de exemplo, pode-se ainda citar dois projetos que vêm sendo desenvolvidos pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ), da Universidade de São Paulo (USP), em cooperação com a Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen), intitulados *Conservação de Recursos Genéticos Vegetais e Estratégias e Parâmetros para a Conservação Genética in situ da Floresta Tropical Brasileira*. O primeiro é realizado na Mata Atlântica semidecídua no Parque Estadual do Rio Doce, em Timóteo (MG), e o segundo, na Estação Ecológica Ferreira Pena, em Caxiuanã (PA). Ambos partem do princípio de que com alta diversidade de espécies em florestas tropicais é impossível estudar geneticamente todas elas. Dessa forma, busca-se o entendimento de padrões que possam ser extrapolados para espécies com características semelhantes. A amostragem de espécies-modelo de diferentes grupos sucessionais em ecossistemas semelhantes poderia levar ao avanço na compreensão da dinâmica genética de populações naturais (GRATIVOL, 2006).

Uma vez que a perda de habitats e a fragmentação são as maiores responsáveis pela redução da diversidade genética, investir no desenvolvimento de técnicas de manejo em paisagens fragmentadas reveste-se de uma importância evidente. Sabe-se, por exemplo, que a persistência de populações em paisagens fragmentadas é criticamente dependente da manutenção da conectividade entre fragmentos, o que diminui o isolamento. Corredores ecológicos interligando fragmentos têm se mostrado uma alternativa muito útil, muitas vezes a única capaz de conservar plantas cujos polinizadores e dispersores de sementes não atravessam as regiões entre fragmentos isolados (KAGEYAMA; GANDARA; SOUZA, 1998; ver também o capítulo 2). Pesquisas sobre a ecologia e a genética de populações mostram-se fundamentais, pois o desconhecimento do poder de dispersão das espécies de interesse, assim como da sua estrutura genética populacional antes da fragmentação, pode ser um sério empecilho à sua conservação. Estudos com anfíbios e aves mostram que a erosão genética não ocorre imediatamente após o processo de fragmentação. Assim, a preservação de fragmentos onde a deriva genética e a endogamia ainda não são pronunciadas pode ser crítica para a manutenção da diversidade genética e viabilidade das populações em uma determinada região. Apesar de poucos projetos terem abordado efeitos temporais da fragmentação, os resultados indicam que diferentes estratégias devem ser adotadas de acordo com a idade dos fragmentos. Por exemplo, para a herpetofauna do Cerrado, em se tratando de fragmentos antrópicos recentes, é preferível preservar grandes áreas; no caso de fragmentos naturais antigos na periferia do Cerrado, é preferível privilegiar um grande número de áreas (COLLI *et al.*, 2003). Ainda, devido ao longo tempo de isolamento, fragmentos naturais podem abrigar espécies endêmicas, devendo ser considerados como de alta prioridade para a conservação (BIERREGAARD *et al.*, 2001).

A erosão genética também afeta plantas de interesse agrícola, pela substituição de cultivares domésticos e raças locais por cultivares melhorados, que possuem diversidade genética mais restrita (VILLALOBOS; FERREIRA; MORA, 1991). A homogeneização gerada pela disseminação de um ou de poucos cultivares, embora possa levar a ganhos imediatos de produtividade, em longo prazo pode aumentar a fragilidade a patógenos e a condições climáticas adversas, comprometendo a segurança alimentar. A preocupação com a manutenção da agrobiodiversidade fez surgir a ideia de conservação *on farm*, defi-

nida por Maxted *et al.* (1997) como “manejo sustentável da diversidade genética de variedades agrícolas tradicionais localmente desenvolvidas, associadas a formas e parentes selvagens e desenvolvidas por agricultores em um sistema de cultivo agrícola, hortícola ou agroflorestal tradicional”. Para que a conservação *on farm* ocorra é necessário que haja interesse econômico dos agricultores. Para isso, as políticas públicas devem se orientar no sentido de valorizar mercados locais tradicionais. O mercado Ver-O-Peso, em Belém do Pará, por exemplo, estimula indiretamente o manejo e a conservação de muitas espécies e variedades locais, como a bacabinha (*Oenocarpus mapora*) ou o buriti (*Mauritia flexuosa*), simplesmente por oferecer tais produtos aos consumidores (CLEMENT *et al.*, 2007).

Além da conservação *in situ*, aquela em que os indivíduos permanecem em seu ambiente natural, como no caso das unidades de conservação, existe também a chamada conservação *ex situ*, em que se tenta preservar a biodiversidade artificialmente, sob cuidado intensivo. A conservação *ex situ* se dá em zoológicos, viveiros, coleções de plantas no campo, bancos de sementes, cultivo de células *in vitro* e, mais recentemente, por meio de criogenia e de bancos de DNA (CGIAR, 1993; FAO, 1998). Isso requer razoável grau de investimento, já que muitas espécies precisam de uma adequada simulação das condições naturais a que estão adaptadas para sobreviver. Além disso, a maioria das espécies animais ameaçadas de extinção mostra dificuldades para se reproduzir em cativeiro. A indisponibilidade de espaço físico, na maioria das vezes, é um problema enfrentado por zoológicos e criadouros, pois impossibilita a manutenção de uma grande quantidade de indivíduos de uma mesma espécie. Apenas pequena parte das populações mantidas em zoológicos conseguiria ser autossustentável, principalmente no caso de grandes mamíferos, uma vez que poucas têm tamanho suficiente e, conseqüentemente, um grau razoável de variabilidade genética para evitar a depressão endogâmica. No caso de espécies vegetais, as sementes são a forma mais comum de conservação *ex situ*. Muitas produzem sementes que podem ser desidratadas para aproximadamente 5% do teor de umidade inicial e armazenadas a aproximadamente -18° C, tendo sua viabilidade prolongada por muitas décadas de maneira previsível (ROBERTS, 1973). Em contraste, sementes de numerosas espécies arbóreas e arbustivas, nativas de regiões tropicais e subtropicais, e mesmo muitas espécies cultivadas de importância econômica, como o dendê (*Elaeis oleifera*) e o cacau (*Theobroma cacao*), são danificadas e perdem a viabilidade quando armazenadas nas mesmas condições (SANTOS, 2000). Além disso, há espécies que se propagam apenas vegetativamente, ou seja, não produzem sementes viáveis, como a mandioca (*Manihot esculenta*), por exemplo. Nesses casos, são necessários métodos alternativos para conservação, como bancos de campo e bancos de germoplasma *in vitro*. Outra alternativa, relativamente recente, é a criopreservação, definida como a conservação de material biológico em nitrogênio líquido a -196°C, ou em sua fase de vapor a -150°C. Esta tem-se mostrado uma abordagem eficaz na conservação de células e tecidos vegetais e animais, bem como de microorganismos, com baixo custo relativo (KARTHA, 1985).

O advento das modernas técnicas de biologia molecular tornou possível também a criação de bancos de DNA. Estes bancos podem ser compostos por DNA genômico purificado ou simplesmente por material biológico de onde o DNA possa ser posteriormente extraído. Nestes, diferentemente dos bancos criogênicos, não há necessariamente a preocupação em manter intacta a estrutura e a viabilidade celulares, mas apenas a informação contida nas moléculas de DNA. Dada a grande estabilidade dessa molécula quando comparada a outras estruturas biológicas, os bancos de DNA levam vantagem quanto ao número de amostras, pois independem da coleta de material vivo e podem utilizar partes do organismo geralmente descartadas por experimentos que trabalham com inventários e amostragem da biodiversidade. Embora até o momento não seja possível recuperar populações ou indivíduos a partir do material genético armazenado, este tem sido útil para estudos populacionais e investigações epidemiológicas, entre outras pesquisas (EGITO *et al.*, 2005). Além disso, teoricamente haveria a possibilidade futura de genes ou alelos de interesse biotecnológico serem descobertos em exemplares de populações já extintas, sendo utilizados para fins farmacológicos, formação de animais transgênicos ou mesmo inserção de novos alelos em populações geneticamente erodidas (EGITO *et al.*, 2000).

As grandes dificuldades enfrentadas para frear o desmatamento, bem como para promover programas de conservação das espécies em seu hábitat natural, têm levado a um maior destaque das técnicas de

conservação *ex situ* como alternativa para conservação da diversidade genética. Porém, apesar dessas técnicas se desenvolverem cada vez mais, ninguém duvida que a melhor estratégia de preservação ainda seja a *in situ*. Mesmo com todas as metodologias existentes, seria difícil preservar desta maneira amostras de um indivíduo de cada uma das espécies sob risco de extinção e praticamente impossível obter e conservar amostras representativas de toda a variabilidade intraespecífica. Devido à destruição de ecossistemas, muitas espécies que poderiam ter grande utilidade – médica, farmacológica, agronômica, entre outras – estão se extinguindo sem que se tenha tempo de ao menos conhecê-las. Além disso, a perda de habitats significa também o fim de serviços ambientais importantes, como depuração de resíduos e regulação climática, que a conservação *ex situ* não pode promover. Esta estratégia, portanto, deve ser vista como complementar à estratégia *in situ*, ou, em último caso, como uma forma emergencial de salvar pequena parte da biodiversidade fortemente ameaçada.

A complementaridade *in situ/ex situ*, abordagem mais efetiva, consiste no aproveitamento das vantagens de uma metodologia para compensar as desvantagens da outra. No que diz respeito ao manejo da diversidade genética, as técnicas de conservação *ex situ* podem ter um interessante papel, na medida em que bancos de germoplasma ou populações mantidas em cativeiro possam ser utilizados como repositório genético para populações naturais (NIJMAN, 2006). Com o uso de técnicas da biologia molecular é possível visualizar, utilizando marcadores genéticos, a estrutura e a dinâmica do fluxo gênico populacional. Conhecendo a estrutura genética de uma população ameaçada pela erosão genética, consegue-se intervir ativamente inserindo novos indivíduos, previamente selecionados de acordo com seus genes.

Em todo o mundo, a conservação de raças locais, cultivares domésticos e parentes silvestres de espécies agrícolas, para o manejo da variabilidade, tem sido uma das mais importantes áreas de pesquisa na Agronomia, dado o grande interesse econômico envolvido. A agrobiodiversidade realmente possui grande importância, principalmente na questão da segurança alimentar, tornando a preocupação com espécies agrícolas totalmente necessária. Porém, embora as metodologias *ex situ* possam ser interessantes ferramentas na preservação tanto de espécies domesticadas quanto selvagens, o que se nota, com raras exceções, é que são utilizadas prioritariamente para melhoramento genético e manutenção de variabilidade de espécies de interesse agropecuário (EGITO *et al.*, 2005). Já no caso da conservação de espécies que não possuem um valor agrícola ou econômico imediato, como é o caso da imensa maioria das espécies brasileiras, as iniciativas são notavelmente mais raras, restringindo-se a algumas espécies, notadamente mamíferos, devido ao apelo maior que estes têm junto ao público e, portanto, à maior facilidade na obtenção de financiamento.

Um exemplo emblemático, a fim de ilustrar o manejo genético de espécies selvagens, é o trabalho que a Associação Mico-Leão-Dourado (AMCD) tem realizado na preservação deste primata em fragmentos de Mata Atlântica. A meta da associação foi estabelecida em 1997 para ser alcançada até o ano 2025: 2 mil indivíduos vivendo livremente em 25 mil hectares de habitat protegido e conectado funcionalmente na unidade da paisagem. Estes números representam uma população viável que teria 95% de probabilidade de sobreviver durante 100 anos, mantendo 98% da sua diversidade genética. A composição genética da maioria das populações de micos-leões-dourados (*Leontopithecus rosalia*) vivendo na natureza está sendo estudada desde 1997 e os conhecimentos adquiridos têm sido a base para seu manejo genético. A reintrodução, que é a inserção de animais de uma população em cativeiro para o ambiente natural, é utilizada para estabelecer novas populações, bem como para incrementar o universo genético de populações naturais. A chamada translocação, que é a captura de indivíduos de uma população natural e sua inserção em outra, também tem dado bons resultados na manutenção do fluxo gênico. Essas estratégias permitem selecionar indivíduos, considerando-se os perfis comportamental, de saúde e genético, de forma a otimizar o impacto que teriam na diversidade genética e na fecundidade, minimizando também a possibilidade de introdução de doenças. Além disso, a criação de corredores ecológicos entre os fragmentos de mata também tem sido importante na manutenção do fluxo gênico (OLIVEIRA; GRATI-VOL; RUIZ-MIRANDA, 2008). Cabe ressaltar que iniciativas como essa têm altos custos e exigem especialistas experientes para analisar os animais, bem como a manutenção de uma infraestrutura adequada de manejo e monitoramento das populações envolvidas. Mas há também uma grande vantagem: embora a princípio programas de conservação, como o exemplificado, estejam focados em uma ou poucas espécies-alvo, acabam por contribuir para

a conservação de ecossistemas como um todo, uma vez que para salvar uma espécie também é necessário conservar e proteger grande parte da biodiversidade de seu hábitat.

3 O NÍVEL DE ESPÉCIES

3.1 Estado do conhecimento

A diversidade é um dos aspectos mais fascinantes do mundo vivo. Nos últimos 300 anos, a partir das viagens de exploração – a mais célebre certamente foi a de Darwin a bordo do *Beagle* – o conhecimento sobre a diversidade da vida cresceu exponencialmente. Fundamentais à sua consolidação foram as teorias sobre a definição biológica de espécie. Ainda que não seja um consenso, já que atualmente há diversas definições para a espécie, o conceito proposto por Mayr (1999) fundamenta-se em três premissas: *i*) a espécie é um grupo de populações naturais reprodutivamente isolado de outros grupos semelhantes; *ii*) considerando seu isolamento reprodutivo, todos os processos evolutivos que ocorram em uma determinada espécie restringem-se a ela e a seus descendentes: a espécie seria a moeda da evolução biológica; e *iii*) a espécie é também a unidade básica em ecologia e nenhum ecossistema será compreendido de forma plena sem que se conheçam as espécies que o integram e suas respectivas interações. Dessa maneira, a diversidade – ou riqueza – de espécies traduz-se em inestimável patrimônio sob os pontos de vista evolutivo, ecológico e econômico.

A tarefa de apresentar um diagnóstico do estado da biodiversidade brasileira em nível de espécies é gigantesca, considerando sua acentuada riqueza e, ao mesmo tempo, a magnitude daquilo que ainda falta ser conhecido. O estudo mais abrangente até o momento, no que se refere à síntese do conhecimento atual, foi realizado no âmbito do projeto Estratégia Nacional da Biodiversidade, do MMA. A partir de informações obtidas de especialistas nos grupos taxonômicos mais bem conhecidos e catalogados, estimou-se que o país teria, em média, cerca de 13% do total mundial desses grupos, algo entre 168.640 e 212.650 espécies. Aplicada aos grandes grupos taxonômicos, essa proporção resulta em um número total de espécies que varia entre 1.383.600 e 2.394.700 (tabela 1). Com base nessa estimativa, o Brasil posiciona-se como o campeão mundial em biodiversidade, com cerca de 1,8 milhão de espécies, em torno de dez vezes o número atual de espécies conhecidas no país, que é de 200 mil. Essa estimativa pode ser ainda maior, considerando que os números para grupos como insetos, bactérias, vírus, fungos e nematóides alcançam níveis elevados de incerteza: a diversidade ainda não conhecida para esses grupos seria muito superior ao número de espécies atualmente conhecido (LEWINSOHN; PRADO, 2005).

TABELA 1

Número total de espécies em grandes grupos taxonômicos no mundo e no Brasil
(Em milhares de espécies)

Grupo	Mundo	Brasil		
		Média	Limite inferior	Limite superior
Vírus	400	52,6	40,1	70,4
Bactérias e afins	1.000	131,4	100,2	175,9
Fungos	1.500	197,1	150,3	263,9
Protozoários	200	26,3	20,0	35,2
Algas	400	52,6	40,1	70,4
Plantas	320	51,5	48,5	54,5
Nematóides	400	52,6	40,1	70,4
Crustáceos	150	19,7	15,0	26,4
Aranhas e afins	750	98,5	75,2	132,0
Insetos	8.000	1.051,0	801,8	1.407,6
Moluscos	200	26,3	20,0	35,2
Vertebrados e afins	20	7,9	7,2	8,8
Outros	250	32,8	25,1	44,0
Total	13.620	1.800,3	1.383,6	2.394,7

Fonte: Lewinsohn e Prado (2005).

Essa riqueza em biodiversidade vem acompanhada de outro importante atributo biológico: o elevado grau de endemismo, ou seja, de espécies que ocorrem apenas no território nacional. É o caso, por exemplo,

das espécies brasileiras de vertebrados e de plantas superiores. A combinação entre riqueza de espécies e elevado grau de endemismo coloca o Brasil na lista dos 17 países megadiversos do mundo (MITTERMEIER *et al.*, 1997), conforme indica a tabela 2.

Enquanto para organismos maiores da biota vegetal e animal a aplicação dos métodos tradicionais de classificação possibilita a identificação da espécie, para os microrganismos é comum que a caracterização taxonômica seja feita apenas em nível de gênero, o que traz restrições às estimativas de riqueza de espécies para a microbiota. Sob o aspecto de estudo da diversidade, há ainda limitações associadas à grande variabilidade genética registrada em microrganismos em ambiente natural (não cultivados em laboratório). Dessa maneira, antes da abordagem sobre o estado de conhecimento da flora e da fauna, apresentam-se aspectos singulares acerca da diversidade e da conservação da microbiota.

Microrganismos são seres vivos unicelulares microscópicos, incluindo bactérias, arqueas,³ fungos, protozoários e vírus. Sua importância ecológica e econômica é fundamental: toda a cadeia da vida no planeta, assim como parte significativa das atividades econômicas, depende dos processos por eles realizados, destacando-se atividades de fotossíntese, ciclagem de nutrientes, manutenção da fertilidade e estrutura de solos e processos industriais em diversos setores, destacando-se os de química, papel e celulose, alimentos e bebidas. Além disso, microrganismos desempenham papel fundamental no tratamento de efluentes industriais, esgotos e resíduos sólidos. O isolamento e o cultivo de microrganismos em laboratório respondem também por considerável parcela das inovações nas áreas médica, biotecnológica e ambiental. A despeito de sua importância, há uma significativa defasagem no conhecimento de sua diversidade em relação a outros grupos, tais como animais e plantas superiores. Em nível mundial, estima-se que tenham sido descritos cerca de 5% das espécies estimadas de fungos, 0,1% a 12% dos procariotos (arqueas e bactérias), 31% dos protozoários e 4% dos vírus. Como o conhecimento sobre a diversidade desses grupos no Brasil é ainda incipiente, presume-se que também há um vasto campo propício à descoberta de novas espécies. Finalmente, não há uma compilação recente dos microrganismos brasileiros e as espécies descritas limitam-se, em geral, às de interesse para a medicina e a agricultura (MANFIO, 2006).

TABELA 2

Estimativas do total de número de espécies de vertebrados e de plantas superiores nos 17 países megadiversos do mundo – número de espécies endêmicas mostrado entre parênteses

País	Mamíferos	Aves	Répteis	Anfíbios	Vertebrados ¹	Peixes de água doce ²	Plantas superiores
Brasil	524 (131)	1.622 (>191)	468 (172)	517 (294)	3.131 (788)	> 3.000	~50.000-56.000 (~16.500-18.500?)
Indonésia	515 (201)	1.531 (397)	511 (150)	270 (100)	2.827 (848)	1.400	~37.000? (14.800-18.500)
Colômbia	456 (28)	1.815 (>142)	520 (97)	583 (367)	3.374 (634)	>1.500	45.000-51.000 (15.000-17.000)
México	450 (140)	1.050 (125)	717 (368)	284 (169)	2.501 (802)	468	18.000-30.000 (10.000-15.000)
Austrália	282 (210)	751 (355)	755 (616)	196 (169)	1.984 (1.350)	183	15.638 (14.458)
Madagascar	105 (77)	253 (103)	300 (274)	178 (176)	836 (630)	75	11.000-12.000 (8.800-9.600)
China	499 (77)	1.244 (99)	387 (133)	274 (175)	2.404 (484)	1.010	27.100-30.000 (~10.000)
Filipinas	201 (116)	556 (183)	193 (131)	63 (44)	1.013 (474)	330	8.000-12.000 (3.800-6.000)
Índia	350 (44)	1.258 (52)	408 (187)	206 (110)	2.222 (393)	750	>17.000 (7.025-7.875)
Peru	344 (46)	1.703 (109)	298 (98)	241 (>89)	2.586 (342)	855	18.000-20.000 (5.356)
Papua Nova Guiné	242 (57)	762 (85)	305 (79)	200 (134)	1.509 (355)	282	15.000-21.000 (10.500-16.000)
Equador	271 (21)	1.559 (37)	374 (114)	402 (138)	2.606 (310)	>44	17.600-21.100 (4.000-5.000)
Estados Unidos	428 (101)	768 (71)	261 (90)	194 (126)	1.651 (388)	790	18.956 (4.036)
Venezuela	288 (11)	1.360 (45)	293 (57)	204 (76)	2.145 (189)	1.250	15.000-21.070 (5.000-8.000)
Malásia	286 (27)	738 (11)	268 (68)	158 (57)	1.450 (163)	600	15.000 (6.500-8.000)
África do Sul	247 (27)	774 (7)	299 (76)	95 (36)	1.415 (146)	153	23.420 (16.500)
Congo	415 (28)	1.094 (23)	268 (33)	80 (53)	1.857 (137)	962	11.000 (3.200)

Fonte: Mittermeier *et al.* (1997).

Notas: ¹ Exceto peixes de água doce.

² Não há dados para peixes endêmicos.

3. Microrganismos procarióticos distintos, sob o aspecto evolutivo, incluídos no grupo das bactérias. Estes microrganismos costumam ser encontrados em ambientes de extremas temperatura e salinidade.

O Brasil possui aproximadamente 19% das espécies de plantas hoje conhecidas na Terra e, portanto, detém a mais rica flora mundial (tabela 2). Com o advento das explorações de história natural, realizadas do século XVI até o final do século XIX, essa riqueza foi registrada e depositada principalmente em herbários europeus. Ainda hoje, a obra mais completa sobre as plantas brasileiras é a *Flora brasiliensis*,⁴ escrita por Karl von Martius e colaboradores entre 1840 e 1906, na qual foram contabilizadas 22.767 espécies – 5.939 nunca antes descritas pela ciência. Estimativas atuais, mesmo sem a inclusão de fungos e líquens, apontam que existam em nosso país cerca de 539 espécies de algas marinhas, 2 mil de algas aquáticas dulcícolas, 3.100 de briófitas, 1.200-1.300 de pteridófitas, 5-10 de gimnospermas e 55.000-60.000 de angiospermas.⁵ No grupo das angiospermas, 45% das espécies de monocotiledôneas⁶ são endêmicas, com algumas famílias registrando índices de que chegam a 98% de endemismo (GIULIETTI *et al.*, 2005). Diante da importância em atualizar e sistematizar essa biodiversidade vegetal, a Lista de Espécies da Flora do Brasil encontra-se em elaboração pelo Jardim Botânico do Rio de Janeiro, com a cooperação de aproximadamente 300 pesquisadores de instituições nacionais e internacionais e previsão de conclusão em 2010 (FORZZA; LEITMAN, 2009).

Levantamentos recentes corroboram a crescente riqueza da flora brasileira e, nesse sentido, 2.875 novas espécies de angiospermas foram descritas nos últimos 16 anos (SOBRAL; STEHMANN, 2009). Outro indicador dessa diversidade foi o registro de 458 espécies de plantas lenhosas – 44,1% endêmicas à Mata Atlântica – em um único hectare, na Reserva Biológica do Una, no sul da Bahia (THOMAS *et al.*, 2001).

No que se refere à fauna, a descrição sobre o atual conhecimento da biodiversidade pode ser dividida em dois grandes grupos: invertebrados (marinhos e terrestres) e vertebrados (peixes, anfíbios, répteis, aves e mamíferos). A maior parte dos filos de invertebrados vive exclusiva ou parcialmente em mares e oceanos. O crescente registro de novas espécies de invertebrados marinhos indica o pouco conhecimento existente sobre sua diversidade e, nesse sentido, a fauna da costa sul-americana banhada pelo Atlântico é uma das menos conhecidas mundialmente. Isso se dá em razão da extensão e da complexidade dos ambientes encontrados na costa brasileira, assim como devido às restrições enfrentadas pelos taxonomistas que têm como objeto de estudo esses animais. De maneira geral, mesmo guias simples – como listas de fauna e chaves de identificação – estão ausentes ou são incompletos. E nos casos em que há farto material coletado a partir de pesquisas de exploração oceanográfica, perduram por se realizar as tarefas de triagem e identificação, que possibilitariam a identificação das espécies coletadas. A diversidade de invertebrados marinhos no Brasil alcança uma média de 10% das espécies descritas na Terra, com alguns grupos atingindo proporções de até 50% do total mundial de espécies registradas. Estima-se que esses números possam atingir o dobro e até o triplo do quadro atual, caso se inventariem regiões pouco estudadas – como ambientes marinhos profundos e a plataforma continental – ou se realizem coletas mais intensas de animais que compõem o plâncton⁷ oceânico (MIGOTTO; MARQUES, 2006). O conhecimento dos invertebrados marinhos bentônicos⁸ ilustra as dificuldades e o potencial em se estimar a diversidade desse grupo: alguns filos nunca foram registrados na costa brasileira e, mesmo em regiões com extensa porção estuarina – e abundância de lagoas costeiras e manguezais, a exemplo das costas do Norte e do Nordeste –, a fauna bentônica é pouquíssimo conhecida (AMARAL; JABLONSKI, 2005).

Os invertebrados respondem por 95% das espécies animais hoje viventes e o número de espécimes tombados em coleção brasileiras é quase oito vezes maior que o total de vertebrados. Ainda que a maioria dos filos seja total ou parcialmente marinha, os invertebrados terrestres destacam-se pela sua riqueza e

4. Escrita como coleção em 40 tomos, essa obra ainda é a mais importante referência para o estudo de plantas vasculares brasileiras.

5. Briófitas são plantas de pequeno porte, a exemplo dos musgos, que não têm vasos condutores de seiva nem estruturas de sustentação como raízes e caules. Pteridófitas, tais como avencas e samambaias, são plantas vasculares (têm vasos condutores) e com tecidos de sustentação. Gimnospermas: plantas vasculares com semente nua (sem formação de frutos) que podem alcançar elevado porte, a exemplo das araucárias. As angiospermas representam a maior parte das plantas de valor econômico que conhecemos: gramíneas, cereais, árvores frutíferas e plantas lenhosas incluem-se nesse grupo.

6. Monocotiledôneas incluem espécies vegetais de destacado valor econômico, a título de exemplo: cana-de-açúcar, trigo, arroz, milho e palmeiras – tais como açaí e babaçu.

7. Do grego *planktos* (errante), define organismos com baixo poder de locomoção, que flutuam passivamente na coluna de água e são arrastados pelas correntes oceânicas. O plâncton integra a base da cadeia alimentar em ecossistemas marinhos.

8. Referente ao ambiente localizado no fundo de águas continentais ou oceânicas.

suas importâncias ecológica e econômica. Há filos numerosos, como o Arthropoda,⁹ que inclui aproximadamente 1,5 milhão de espécies já descritas e estudos recentes estimam que esse total pode alcançar até quarenta vezes o número atualmente conhecido.

Invertebrados terrestres podem impactar atividades agrícolas e florestais – como no caso de cupins, ácaros e formigas –, atuar como vetores de patógenos ou parasitas humanos, polinizar culturas, melhorar a estrutura de solos, indicar impactos ambientais e, entre uma miríade de influências sobre a atividade econômica, podem também possibilitar o desenvolvimento de fármacos, como no caso de aranhas e de escorpiões. Em comparação à diversidade conhecida na região neotropical¹⁰ para alguns grupos que se destacam pela sua importância, o Brasil registra as seguintes frações: oligoquetos (79%), que incluem dos animais fundamentais à estruturação e à fertilidade de solos, as minhocas e aranhas (63%) e os escorpiões (60%) (BRANDÃO *et al.*, 2006).

O Brasil ocupa também a primeira posição em relação à riqueza de espécies de vertebrados (tabela 2). Das cerca de 57 mil espécies conhecidas na Terra, em torno de 7 mil estão no país. Além disso, para alguns grupos, as taxas de endemismo alcançam níveis elevados, a exemplo do descrito para peixes cartilagosos (23%), peixes ósseos (10%), anfíbios (57%), répteis (37%), aves (11%) e mamíferos (25%). Como as campanhas conservacionistas costumam adotar espécies-símbolo que evoquem a empatia do público, animais como o mico-leão-dourado, a arara-azul, o tamanduá-bandeira e as tartarugas marinhas representam a força dessa riqueza na popularização dos esforços de conservação e destacam a importância desse grupo no campo da biodiversidade brasileira. Apesar desses números, as extensas porções do território nacional nunca inventariadas e o elevado grau de endemismo registrado sinalizam um crescente número de novas espécies descritas (SABINO; PRADO, 2006).

Os vertebrados têm importância econômica em amplos setores, desde seu papel como fonte alimentar – com destaque para diversas espécies de peixes – até sua aplicação na descoberta de fármacos – como no caso de anfíbios e répteis. Em relação a peixes de água doce, há aproximadamente 2.100 espécies descritas e o número estimado seria de até 4 mil: a maior riqueza desse grupo no mundo, em especial decorrente da grande heterogeneidade dos ambientes aquáticos brasileiros. Para anfíbios e répteis, grupos com elevado endemismo, de 1978 a 1995, houve crescimento expressivo na sua diversidade conhecida em, respectivamente, 17% e 11%. Para aves e mamíferos, que em geral estão representados por animais maiores e conspícuos, a taxa de novas descobertas é menor (SABINO; PRADO, 2006).

Avaliado de forma resumida o estado de conhecimento da biodiversidade, busca-se a seguir apresentar o nível de proteção – e por consequência de ameaça – a que estão sujeitas as espécies brasileiras.

3.2 Estado da conservação da flora e da fauna

A primeira lista oficial brasileira das espécies de plantas ameaçadas de extinção data de 1968, tendo sido identificadas 13 espécies de plantas, sendo que metade era de orquídeas. Em 1980, houve a segunda atualização, com o acréscimo de apenas uma espécie. A terceira atualização veio após 12 anos, em janeiro de 1992; poucos meses depois, em abril, ocorreu a quarta atualização, com o acréscimo de apenas uma planta. A partir daquele ano, incluíram-se nessa lista espécies de biomas diversos à Mata Atlântica, refletindo o processo de ocupação dos estados da Amazônia e dos cerrados do Centro-Oeste. Desde então, a quantidade de espécies ameaçadas praticamente aumentou dez vezes. Apenas recentemente, em 2008, a lista de plantas superiores foi novamente atualizada, listando 472 espécies ameaçadas de extinção e 1.079 com deficiência de dados (tabela 3).

9. Artrópodes são representados, entre outros animais, por aranhas e afins, miriápodes e insetos – incluindo libélulas, vespas, abelhas, cupins, borboletas, moscas e besouros.

10. Região biogeográfica que abrange as ilhas do Caribe e as Américas Central e do Sul.

TABELA 3
Listas oficiais de espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção

Instrumento legal	Número de espécies
Portaria IBDF ¹ nº 303/1968	13
Portaria IBDF nº 93/1980-P/1980	14
Portaria Ibama nº 6-N/1992	107
Portaria Ibama nº 37-N/1992	108
IN MMA nº 6/2008	472 ameaçadas de extinção e 1.079 com deficiência de dados

Fonte: MMA.

Nota:¹ Com a criação do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF) foi extinto.

A primeira lista oficial brasileira das espécies da fauna ameaçadas de extinção também data de 1968, contendo 45 espécies. Seguiram-se mais quatro atualizações, a última em 2004, e uma instrução normativa do MMA em 2005, com correções referentes à lista de invertebrados aquáticos e peixes, publicada no ano anterior (tabela 4). Considerando a IN MMA nº 3/2003 – que trata de invertebrados terrestres e vertebrados, exceto peixes – e a IN MMA nº 5/2004 – que trata de invertebrados aquáticos e peixes –, atualizada pela IN MMA nº 52/2005, existem no Brasil 627 espécies da fauna e de peixes e invertebrados aquáticos ameaçadas de extinção.

TABELA 4
Listas oficiais de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção

Instrumento legal	Número de espécies
Portaria IBDF nº 303/1968	45
Portaria IBDF nº 3481-DN/1973	86
Portaria Ibama nº 1522/1989	207
IN MMA nº 3/2003 (invertebrados terrestres e vertebrados, exceto peixes)	395 ⁽¹⁾
IN MMA nº 5/2004 (invertebrados aquáticos e peixes) atualizada pela IN MMA nº 52/2005	232 ⁽¹⁾

Fonte: MMA.

Nota: ⁽¹⁾ O total de espécies da fauna brasileira ameaçadas de extinção é de 627.

A Portaria conjunta do MMA e do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICM-Bio) nº 316/2009, definiu os seguintes instrumentos de implementação da Política Nacional da Biodiversidade voltados para a conservação e recuperação de espécies ameaçadas de extinção: *i*) Listas Nacionais Oficiais de Espécies Ameaçadas de Extinção, com a finalidade de reconhecer as espécies ameaçadas de extinção no território nacional, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva brasileira, para efeitos de restrição de uso, priorização de ações de conservação e recuperação de populações; *ii*) Livros Vermelhos das Espécies Brasileiras Ameaçadas de Extinção, contendo, entre outros, caracterização, distribuição geográfica, estado de conservação e principais fatores de ameaça à conservação das espécies integrantes das Listas Nacionais Oficiais de Espécies Ameaçadas de Extinção; e *iii*) Planos de Ação Nacionais para a Conservação de Espécies Ameaçadas de Extinção, elaborados com a finalidade de definir ações *in situ* e *ex situ* para conservação e recuperação de espécies ameaçadas. Essa portaria considera ainda a necessidade de que a elaboração e a atualização das Listas Nacionais Oficiais de Espécies Ameaçadas de Extinção deverão observar as listas estaduais, regionais e globais, devendo as listas nacionais serem atualizadas continuamente, com uma revisão completa no prazo máximo de dez anos.

Por meio do programa Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade e dos Recursos Genéticos e outros programas e ações afins, o MMA, o ICMBio e o Ibama vêm desenvolvendo esforços conjuntos no sentido de elaborar planos e definir medidas de manejo para promover a conservação e reduzir o número de espécies da flora e da fauna brasileiras ameaçadas de extinção. O indicador do programa corresponde à relação percen-

tual entre o total de espécies ameaçadas que são objeto de medidas de manejo e o total de espécies classificadas como ameaçadas de extinção. Até 2009, cerca de 25% das espécies da flora e da fauna ameaçadas de extinção – 273 das 1.099 – eram objeto de medidas de manejo. Alguns grupos de animais ameaçados têm todas as suas espécies sob manejo, como é o caso dos répteis e anfíbios. Outros grupos não possuem animais sob manejo ou apresentam apenas um pequeno percentual de espécies manejadas, como é o caso respectivamente dos invertebrados aquáticos e dos peixes. Situação semelhante é observada em relação às espécies da flora brasileira ameaçadas de extinção (tabela 5). Estratégias de conservação *in situ* e *ex situ* vêm sendo adotadas com medidas de manejo para a recuperação de espécies ameaçadas, é o caso do mico-leão-dourado, descrito na seção anterior, e a criação de unidades de conservação (ver capítulo 2).

TABELA 5
Percentual de espécies ameaçadas da fauna e da flora sob medidas de manejo por grupo

Instrução normativa	Grupo	Espécies ameaçadas	Espécies com medidas de manejo	Espécies ameaçadas sob medidas de manejo (%)
IN MMA nº 3/2003	Mamíferos	69	59	85,5
	Aves	160	94	58,8
	Répteis	20	20	100,0
	Anfíbios	16	16	100,0
	Invertebrados terrestres	130	60	46,2
	Total	395	249	63,0
IN MMA nº 5/2004 IN MMA nº 52/2005	Peixes	154	6	3,9
	Invertebrados aquáticos	78	–	–
	Total	232	6	2,6
IN MMA nº 6/2008	Flora	472	18	3,8
	Total IN nº 6/2008	472	18	3,8
	Total geral	1.099	273	24,8

Fonte: MMA.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Nos dois primeiros níveis considerados pela Convenção sobre Diversidade Biológica – isto é, genes e espécies – o Brasil apresenta patamares elevados de biodiversidade, acima da média mundial. Isso representa um enorme diferencial em termos de capital natural, que pode ser utilizado para o desenvolvimento do país de forma sustentável. A título de exemplo do valor econômico da biodiversidade, estima-se que cerca de 30% dos fármacos hoje disponíveis no mundo derivam de fontes naturais. De mais complexa avaliação é o potencial de descoberta de novos medicamentos, inclusive a partir de espécies ainda não identificadas (LEVIN; PACALA, 2003). De qualquer maneira, ainda que a ciência da valoração da biodiversidade encontre-se em seus primórdios, o país deveria ter no conhecimento e na conservação da biodiversidade uma de suas estratégias para o desenvolvimento, de modo a realizar esse potencial de forma plena.

No que diz respeito à diversidade genética, o conhecimento é, certamente, o mais incipiente e a pesquisa em exemplares da biodiversidade brasileira encontra-se no início. Se a maioria das espécies nativas é desconhecida, menos ainda se sabe acerca de seus genomas. Grande parte dessa informação está sendo irremediavelmente perdida, à medida que espécies se extinguem ou que, nelas, diferentes alelos deixam de existir. Entre essas perdas podem estar as chaves para a cura de doenças, o aumento da produção de alimentos e a resolução de muitos outros problemas que a humanidade já enfrenta ou enfrentará. Daí a necessidade de se estimular iniciativas de valorização, pesquisa e conservação desse patrimônio. Para tanto, a abordagem mais frutífera é a articulação entre o fomento governamental e o capital privado, na criação de infraestrutura e na formação de recursos humanos regionais.

Um primeiro passo nesse sentido foi a criação do Programa Brasileiro de Ecologia Molecular para o Uso Sustentável da Biodiversidade (Probem), um esforço conjunto da comunidade científica, do setor privado, do governo federal e dos governos estaduais da região amazônica, a fim de contribuir para o desenvolvimento da bioindústria regional e nacional. Com a ampliação e o fortalecimento de iniciativas como essa será possível manter, entender e utilizar o potencial da biodiversidade em seu nível mais fundamental.

Com relação à conservação da diversidade de espécies existe, sem dúvida, uma maior base de conhecimento. Entre os países megadiversos, o Brasil integra uma minoria que se destaca pelo nível de desenvolvimento e consolidação do sistema acadêmico e dos institutos de pesquisa. Contudo, existe uma grande lacuna entre a diversidade conhecida e a estimada e, para superá-la, será necessário enfrentar problemas, tais como: *i*) baixo número de taxonomistas: o país precisaria formar no mínimo o triplo do contingente atual de especialistas responsáveis pelo levantamento, processamento e identificação de espécies; *ii*) infraestrutura deficiente das coleções biológicas, destacando-se a carência de curadores efetivos e a importância de se incorporarem técnicas e equipamentos de identificação molecular; e *iii*) forte concentração de recursos humanos e materiais: 80% das coleções e pesquisadores estão nas regiões Sul e Sudeste (LEWINSOHN; PRADO, 2006).

Considerando as estimativas de espécies não conhecidas e as perspectivas de fomento às atividades taxonômicas, o país tem significativo potencial para descoberta de novas espécies, seja por meio da revisão do material já depositado em coleções no Brasil e no exterior, seja pela realização de inventários em regiões pouco amostradas. O conhecimento atual e estimado de espécies da microbiota, da flora e da fauna brasileiras corrobora essa tendência.

Existem no Brasil diversos centros de pesquisa dedicados ao estudo de microrganismos em variadas aplicações, com destaque para microbiologia médica, virologia e microbiologias agrícola, ambiental e industrial. Alguns exemplos são a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), a Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz), o Instituto de Medicina Tropical (IMT) da USP, o Instituto Adolfo Lutz (IAL) e o Instituto Evandro Chagas (IEC). Entretanto, a infraestrutura e a formação de pessoal para caracterização da diversidade da microbiota encontram-se em estágio embrionário, o que é um entrave à exploração tecnológica de microrganismos no Brasil. Isso torna-se particularmente relevante ante a crescente importância econômica da biotecnologia, inclusive sob o ponto de vista estratégico em ciência (CANHOS; MANFIO, 2001). Como exemplo, devido às limitações mencionadas, boa parte dos fungos coletados e de suas “linhagens-referência associadas a descrições taxonômicas” é enviada para depósito em coleções no exterior (BRANDÃO *et al.*, 2006).

Além disso, é preciso que as políticas públicas façam amplo uso de ferramentas e informações que vêm sendo desenvolvidas pela ciência. O país tem elaborado com certa regularidade listas de espécies ameaçadas, o que é, sem dúvida, um caminho importante rumo à proteção destas. Nesse sentido, a Lista Vermelha das Espécies Ameaçadas, produzida pela União Mundial para a Conservação da Natureza (International Union for Conservation of Nature – IUCN), estabelece inclusive nove diferentes graus de ameaça para as espécies.¹¹ Por outro lado, as listas brasileiras não adotam tais categorias e, sob o aspecto normativo, essa é uma de suas fraquezas.

Do ponto de vista econômico, espécies mais raras – ou mais ameaçadas – costumam ter maior valor financeiro no mercado de animais e plantas silvestres, seja no mercado regulado ou no âmbito do tráfico ilegal. A título de ilustração, se a Lei de Crimes Ambientais (Lei nº 9.605/1998) representou um avanço na tipificação de crimes contra o meio ambiente, a ausência dessa gradação coloca em pé de igualdade todas as espécies ameaçadas em relação ao aumento da pena imposta ao infrator. Portanto, no caso de medidas penais para aumentar a efetiva conservação da biodiversidade brasileira, o estabelecimento de graus de ameaça a partir de critérios científicos subsidiaria o legislador no estabelecimento de penas associadas à respectiva vulnerabilidade da espécie objeto do crime contra a fauna ou contra a flora.

Além da importância de se incorporarem dados científicos às políticas públicas, conferindo-lhes maior

11. As categorias estabelecidas pela IUCN, em gradação do nível de ameaça: não avaliada; dados insuficientes; segura ou pouco preocupante; quase ameaçada; vulnerável; em perigo; em perigo crítico; extinta na natureza; e extinta.

robustez, existem sérias restrições orçamentárias à efetiva execução das previsões normativas, mesmo para as espécies sob maior risco de desaparecimento. O fato é que aproximadamente 75% das espécies da fauna e da flora ameaçadas de extinção não são objeto de quaisquer medidas de manejo (tabela 3), a despeito das exigências contidas em normas específicas. Nesse sentido, a IN MMA nº 5/2004 determina o desenvolvimento de planos de recuperação para espécies de invertebrados aquáticos e de peixes ameaçados de extinção, no prazo máximo de cinco anos a partir da edição dessa norma. E, para as espécies desses grupos que estejam sobre-explotadas ou ameaçadas de sobre-exploração, exigem-se planos de gestão para recuperação de estoques e sustentabilidade da pesca. A IN MMA nº 6/2008 estabelece medidas semelhantes para a flora, ao exigir planos de ação com vista à futura retirada de espécies da lista de plantas ameaçadas de extinção.

Para o efetivo cumprimento de medidas de conservação, faz-se necessário aporte adequado de recursos materiais e humanos, o que ainda é uma questão limitante no âmbito do orçamento público dirigido a tais políticas. Análise da dotação e execução orçamentária do MMA – principal executor das políticas públicas nesse tema – indica que o órgão recebeu 0,12% do orçamento previsto na Lei Orçamentária Anual (LOA) de 2006. Naquele ano, o MMA figurou entre os seis ministérios com menor volume de recursos na LOA, situação que se repete ao longo dos últimos anos, ainda que tenham aumentado suas responsabilidades como órgão central do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) à medida que a questão ambiental cresce em relevância. Em 2006, o maior aporte de recursos vincula-se às compensações financeiras previstas no Art. 50, § 2º, inciso II, da Lei nº 9.478/1997 (Lei do Petróleo). Contudo, boa parte da dotação orçamentária oriunda dessa e de outras fontes é destinada à reserva de contingência,¹² ou seja, são recursos indisponibilizados. Esse contingenciamento, além de limitações burocráticas à realização da despesa prevista, resultou na execução de apenas 54% dos programas previstos pelo MMA em 2006, o que prejudica sobremaneira programas de conservação da biodiversidade (DUTRA; OLIVEIRA; PRADO, 2006).

No próximo capítulo, essas restrições orçamentárias serão avaliadas sob o enfoque de consolidação do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC), um dos pilares da política conservacionista para proteção dos biomas brasileiros.

REFERÊNCIAS

- AMARAL, A.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 43-51, 2005.
- BIERREGAARD, R. O. *et al.* (Org.). **Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest**. New Haven: Yale University Press, 2001.
- BOTREL, M. C. G.; CARVALHO, D. Variabilidade isoenzimática em populações naturais de jacarandá paulista (*Machaerium villosum vog.*). **Revista Brasileira de Botânica**, v. 27, n. 4, p. 621-627, 2004.
- BRANDÃO, C. *et al.* Invertebrados terrestres. In: LEWINSOHN, T. (Org.). Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. **Biodiversidade**, Brasília, MMA, v. 1, n.15, p. 205-259, 2006.
- BRITO, D.; FONSECA, G. A. B. Evaluation of minimum viable population size and conservation status of the long-furred woolly mouse opossum *Micoureus paraguayanus*: an endemic marsupial of the Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**, v. 15, p. 1713-1728, 2006.
- CANHOS, V.; MANFIO, G. **Recursos microbiológicos para biotecnologia**. Brasília: MCT, 2001.
- CONSULTATIVE GROUP ON INTERNATIONAL RESEARCH (CGIAR). **People and plants: the development agenda**. Roma: IBPGR, 1993.
- CHARLESWORTH, D.; CHARLESWORTH, B. Inbreeding Depression and its Evolutionary Consequences. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 18, n. 1, p. 237-268, 1987.

12. Quando o Executivo retarda ou inexecuta parte do orçamento previsto na LOA para cobrir despesas que poderão ou não ocorrer, em virtude de condições imprevistas ou inesperadas.

- CLEMENT, C. R. *et al.* Conservação on farm. *In*: NASS, L. L. (Org.). **Recursos genéticos vegetais**. p. 511-544. Brasília: Cenargen, 2007.
- COLLI, G. R. *et al.* A fragmentação dos ecossistemas e a biodiversidade brasileira: uma síntese. *In*: RAMBALDI, D. M.; OLIVEIRA, D. A. S. (Org.). Fragmentação de ecossistemas: causas, efeitos sobre a biodiversidade e recomendações de políticas públicas. **Biodiversidade**, Brasília, Secretaria de Biodiversidade e Florestas/MMA, n. 6, p.317-324, 2003.
- DUTRA, R.; OLIVEIRA, A.; PRADO, C. G. Análise do orçamento do Ministério do Meio Ambiente para o ano 2006. **Política Ambiental**, Belo Horizonte, Conservação Internacional, v. 1, 2006.
- EGITO, A. A. *et al.* DNA Banking: another option on conservation strategy. *In*: FIFTH GLOBAL CONFERENCE IN CONSERVATION OF ANIMAL GENETIC RESOURCES. Brasília: Cenargen, 2000.
- _____. Situação atual do banco de DNA de recursos genéticos animais no Brasil. **Archivos de Zootecnia**, v. 54, n. 206-207, p. 283-288, 2005.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Secondary guidelines for development of national farm animal genetic resources management plans**: Management of small populations at risk. Roma, 1998.
- FORZZA, R.; LEITMAN, P. A elaboração da lista do Brasil: metodologia e resultados parciais. *In*: CONGRESSO NACIONAL DE BOTÂNICA, 60. Botânica brasileira: futuros e compromissos. Feira de Santana, 2009.
- GIULIETTI, A. *et al.* Biodiversidade e conservação das plantas no Brasil. **Megadiversidade**, Belo Horizonte, Conservação Internacional, v. 1, n. 1, p. 52-61, 2005.
- GRATIVOL, A. D. **Perda de diversidade genética nos ecossistemas brasileiros, com ênfase em espécies ameaçadas e espécies de interesse econômico**. Relatório final. Brasília: Secretaria de Biodiversidade e Florestas/MMA, 2006.
- KAGEYAMA, P. Y.; GANDARA, F. B.; SOUZA, L. M. I. **Conseqüências genéticas da fragmentação sobre populações de espécies arbóreas**, v. 12, n. 32, p. 65-70, 1998 (Série Técnica do Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais – IPEF).
- KAGEYAMA, P. Y. *et al.* Diversidade genética em espécies arbóreas tropicais de diferentes estágios sucessionais por marcadores genéticos. **Scientia Forestalis**, v. 64, p. 93-107, 2003.
- KAGEYAMA, P. Y.; LEPSCH-CUNHA, N. M. Singularidade da biodiversidade nos trópicos. *In*: GARAY, I.; DIAS, B. (Org.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**: avanços conceituais e revisão de novas metodologias de avaliação e monitoramento. Petrópolis: Vozes, 2001, p. 199-214.
- KANASHIRO, M. *et al.* Improving conservation values of managed forests: the Dendrogene Project in the Brazilian Amazon. **Unasylva**, v. 53, n. 209, p. 25-33, 2002.
- KARTHA, K. K. Meristem culture and germplasm preservation. *In*: _____. (Org.). **Cryopreservation of plant cells and organs**. Florida: CRC Press, 1985, p. 115-135.
- KIMURA, M.; OHTA, T. **Theoretical aspects of population genetics, monographs in population biology**. Princeton: Princeton University Press, 1971. v. 4.
- LEVIN, S.; PACALA, S. Ecosystem dynamics. *In*: MALER, K.; VINCENT, J. (Org.). **Handbook of environmental economics**. Elsevier Science B.V., v. 1, p. 62-90, 2003.
- LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Quantas espécies há no Brasil? **Megadiversidade**, v. 1, n.1, p. 36-42, 2005.
- _____. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira. *In*: LEWINSOHN, T. M. (Org.). Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. **Biodiversidade**. Brasília, MMA, v. 1, p. 21-109, 2006.
- LOVEJOY, T. O Brasil em foco. **Megadiversidade**, v. 1, n.1, p. 5-6, 2005.

LUDWIG, D.; MANGEL, M.; HADDAD, B. Ecology, conservation, and public policy. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 32, n. 1, p. 481-517, 2001.

MANFIO, G. Microbiota. *In*: LEWINSOHN, T. (Org.). Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. **Biodiversidade**. Brasília, MMA, v. 1, p. 113-145, 2006.

MAXTED, N. *et al.* A practical model for in situ genetic conservation. *In*: MAXTED, N.; FORD-LLOYD, B. V.; HAWKES, J. G. (Org.). **Plant genetic conservation: the *in situ* approach**. London: Chapman & Hall, 1997, p. 339-367.

MAYR, E. (Org.). **Systematics and the origin of species from the Viewpoint of a Zoologist**. Cambridge: Harvard University Press, 1999.

MIGOTTO, A.; MARQUES, A. Invertebrados marinhos. *In*: LEWINSOHN, T. (Org.). Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. **Biodiversidade**, Ministério do Meio Ambiente, v. 1, n. 15, p. 149-202, 2006.

MITTERMEIER, R. *et al.* **Megadiversidad: los países biológicamente más ricos del mundo**. 1. ed. México: Cementos Mexicanos, 1997.

NIJMAN, V. In-situ and ex-situ status of the Javan Gibbon and the role of zoos in conservation of the species. **Contributions to Zoology**, v. 75, n. 3/4, p. 161-168, 2006.

OLIVEIRA, P. P.; GRATIVOL, A. D.; RUIZ-MIRANDA, C. R. **Conservação do mico-leão-dourado: enfrentando os desafios de uma paisagem fragmentada**. Ciências Ambientais. Campos dos Goytacazes: UENF, 2008. v. 3.

OUBORG, N. J.; TREUREN, R.; DAMME, J. M. M. The significance of genetic erosion in the process of extinction. **Oecologia**, v. 86, n. 3, p. 359-367, 1991.

RALLS, K.; BALLOU, J. D.; TEMPLETON, A. Estimates of lethal equivalents and the cost of inbreeding in mammals. **Conservation Biology**, v. 2, n. 2, p. 185-193, 1988.

ROBERTS, E. H. Predicting the storage life of seeds. **Seed Science and Technology**, v. 1, p. 499-514, 1973.

SABINO, J.; PRADO, P. I. Vertebrados. *In*: LEWINSOHN, T. (Org.). Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. **Biodiversidade**, MMA, v. 2, n. 15, p. 55-143, 2006.

SANTOS, I. R. I. Criopreservação: potencial e perspectivas para a conservação de germoplasma vegetal. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, p. 70-84, 2000. v. 12. Edição especial.

SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. **Handbook of the Convention on Biological Diversity**. 2. ed. Canadá, 2003.

SHEA, K.; NCEAS WORKING GROUP ON POPULATION MANAGEMENT. Management of populations in conservation, harvesting and control. **Trends in Ecology & Evolution**, v. 13, n. 9, p. 371-375, 1998.

SOBRAL, M.; STEHMANN, A. A. M. V. An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990-2006). **Taxon**, v. 58, n. 1, p. 227-232, 2009.

SOCIETY FOR ECOLOGICAL RESTORATION INTERNATIONAL SCIENCE; POLICY WORKING GROUP. **The SER international primer on ecological restoration**. Society for Ecological Restoration International, 2004. Disponível em: <www.ser.org>. Acesso em: 22 Abr. 2010.

SOULÉ, M. E. **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates, 1986.

THOMAS, W. *et al.* Plant endemism in two forests in southern Bahia, Brazil. **Conservation Biology**, v. 15, p. 1488-1489, 2001.

VILLALOBOS, V. M.; FERREIRA, P.; MORA, A. The use of biotechnology in the conservation of tropical germplasm. **Biotechnology Advances**, v. 9, n. 2, p. 197-215, 1991.

O ESTADO DA BIODIVERSIDADE – PARTE 2: BIOMAS BRASILEIROS

1 INTRODUÇÃO

Como mencionado no capítulo anterior, a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) define biodiversidade como “a variabilidade entre organismos vivos de todas as origens, incluindo, entre outros, ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos dos quais fazem parte; isto inclui a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas” (SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA, 2003).

No capítulo 1, descreveu-se uma visão geral dos atuais estados de conhecimento e conservação em nível de genes e espécies brasileiras. No presente capítulo, apresenta-se uma visão da terceira categoria relacionada na CDB, a qual, como apontado por Lewinsohn e Prado (2006), vem sendo abordada como a diversidade de fisionomias de vegetação, de paisagens ou de biomas. Assim, o nível ecossistêmico é aqui substituído pela escala mais abrangente dos biomas, adotada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) para a definição e implementação de políticas públicas de conservação, uso sustentável e repartição de benefícios da biodiversidade brasileira.

2 BIOMAS BRASILEIROS

A definição dos limites dos biomas brasileiros surgiu de uma cooperação institucional entre o MMA e o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), da qual resultou o *Mapa de biomas do Brasil: primeira aproximação* (IBGE, 2004a). Publicado em escala 1:5.000.000, definiu cada bioma como “um conjunto de vida – vegetal e animal – constituído pelo agrupamento de tipos de vegetação contíguos e identificáveis em escala regional, com condições geoclimáticas similares e história compartilhada de mudanças, resultando em uma diversidade biológica própria”. Como referência para sua elaboração, foi utilizado o *Mapa de vegetação do Brasil* em escala 1:5.000.000 (IBGE, 2004b). Além disso, cada bioma foi mapeado como grandes áreas contínuas, observadas suas condições de mapeabilidade na escala utilizada, sendo que as disjunções vegetacionais existentes foram incorporadas ao bioma dominante e as áreas de contato anexadas a um dos biomas limítrofes, utilizando-se como critério de decisão a tipologia vegetal de cada contato (IBGE, 2004a).

Dados os critérios escolhidos para a definição dos biomas, baseados na distribuição contígua da vegetação, foram mapeados apenas os seis biomas continentais do território brasileiro, denominados Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica, Pampa e Pantanal. Os ambientes costeiros, impossíveis de representar na escala de mapeamento adotada nessa “primeira aproximação” – em que 1 cm no mapa representa 50 km do território brasileiro –, foram segmentados e anexados ao bioma adjacente mais próximo. Além de representar cartograficamente a abrangência dos seis biomas continentais brasileiros, o mapa dos biomas traz informações sobre a área aproximada de cada um, suas descrições e a proporção de suas presenças nas 27 unidades da Federação. Também estão indicadas no mapa as áreas de antropismo, isto é, alteradas por ações humanas.

A partir de sua publicação em 2004, o mapa dos biomas (mapa 1) passou a ser utilizado como um instrumento bastante importante na formulação, no aprimoramento e na execução de políticas públicas, algumas das quais tratadas no presente capítulo. Uma das críticas que recebeu, porém, refere-se à ausência de um bioma que contemplasse a extensa área marinha sob domínio brasileiro. Dessa forma, frequentemente os órgãos governamentais – sobretudo o MMA e suas instituições vinculadas – levam em consideração um “sétimo bioma”, denominado Zona Costeira e Marinha (ZCM). Como mencionado anteriormente, esse fato origina-se do principal critério utilizado na definição dos limites dos biomas, que foi o embasamento na distribuição da vegetação, não havendo um critério diferencial para a inclusão do ambiente marinho.

MAPA 1

Mapa dos biomas brasileiros – primeira aproximação



Fonte: IBGE (2004a).

A partir do recorte de biomas definido pelo IBGE, o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio), do MMA selecionou por meio de editais e apoiou financeiramente seis subprojetos de pesquisa – um para cada bioma, que realizaram um amplo mapeamento da cobertura vegetal brasileira. Antes desse esforço, a única grande iniciativa de mapeamento da vegetação em nível nacional havia sido a do projeto RadamBrasil – em escala de trabalho 1:250.000 e escala de publicação 1:1.000.000 –, executado entre os anos 1970 e 1985 com base em imagens de radar e vasto trabalho de campo. Os trabalhos de mapeamento apoiados pelo Probio, por sua vez, basearam-se em imagens de satélite Landsat, obtidas principalmente em 2002.¹

A principal estratégia para a conservação da biodiversidade, em todos os biomas, é o estabelecimento de unidades de conservação (UCs), visto que estas protegem não apenas a diversidade de espécies e seus genes, mas também os ecossistemas e seus serviços ambientais. As UCs são definidas pela Lei nº 9.985/2000 – que instituiu o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC) –, como espaços territoriais e seus recursos ambientais, com características naturais relevantes, legalmente instituídos pelo poder público, com objetivos de conservação e de limites definidos, sob regime especial de administração, ao qual se aplicam garantias adequadas de proteção. As unidades de conservação dividem-se em dois grupos: proteção integral (PI) e uso sustentável (US). O objetivo básico das UCs de proteção integral é preservar a natureza, sendo admitido apenas o uso indireto dos seus recursos naturais, com exceção dos casos previstos em lei. Este grupo consiste de cinco categorias de UCs: a estação ecológica, a reserva biológica, o parque nacional, o monumento natural e o refúgio de vida silvestre. Por outro lado, o objetivo básico das UCs de uso sustentável é compatibilizar a conservação da natureza com o uso sustentável

1. Os produtos resultantes da execução dos subprojetos de mapeamento da cobertura vegetal dos biomas brasileiros – mapas em escala 1:250.000, bases temáticas, cartas-imagem, mapas-síntese e relatórios técnicos. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/portallbio>.

de parcela dos seus recursos naturais. Este grupo é subdividido em sete categorias: Área de Proteção Ambiental (APA), Área de Relevante Interesse Ecológico (Arie), Floresta Nacional, Reserva Extrativista, Reserva de Fauna, Reserva de Desenvolvimento Sustentável e Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN).

A seguir, apresenta-se uma breve síntese do estado de conhecimento e de conservação dos biomas continentais brasileiros, conforme delimitados pelo IBGE, bem como do bioma Zona Costeira e Marinha, tal como considerado pelo MMA. É importante destacar que existem diferentes níveis de conhecimento sobre os biomas, sendo alguns mais – por exemplo, a Mata Atlântica – e outros menos estudados – o Pampa. Entretanto, o presente capítulo buscou descrever, de forma padronizada, informações consideradas relevantes sobre cada bioma, a fim de permitir uma avaliação sobre o estado de conhecimento disponível e viabilizar comparações entre suas principais características biológicas e seu estado de conservação, além dos principais problemas ambientais enfrentados e das ações governamentais em andamento. A existência de áreas de endemismo de espécies é enfatizada, pois deveria ser considerada pelos órgãos públicos quando do estabelecimento de ações governamentais e de políticas públicas que impactem direta ou indiretamente a biodiversidade, o que raramente ocorre.

No que diz respeito ao estado de conservação, a opção foi aprofundar em uma ação governamental comum a todos os biomas, que é a criação de UCs, oferecendo um histórico do processo e o atual nível de proteção. São abordados também aspectos relacionados à qualidade das UCs, ou seja, à capacidade de conservarem a biodiversidade. Os dados utilizados são oriundos do Cadastro Nacional de Unidades de Conservação mantido pelo MMA (CNUC/MMA), que contém informações sobre UCs federais e estaduais. Atualmente o cadastro não apresenta informações sobre RPPN e UCs municipais.

A área e o nível de fragmentação da vegetação nativa são também indicativos do estado de conservação dos biomas, na medida em que a vegetação define a existência ou não de habitats para as espécies, a manutenção dos serviços ambientais ou mesmo o fornecimento de bens essenciais à sobrevivência de populações humanas. Assim sendo, é dada ênfase à porcentagem de cobertura vegetal nativa remanescente e ao grau de fragmentação de cada bioma continental.

3 AMAZÔNIA

Com uma área de 4.196.943 km² (IBGE, 2004a), ou 49% do território nacional, a Amazônia é o maior bioma continental brasileiro (mapa 1), estando presente nos estados do Acre, Amapá, Amazonas, Maranhão, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima e Tocantins. Desse total, 3.595.212 km² (85%) encontram-se cobertos por vegetação nativa em 2002 (BRASIL, 2007; SANTOS, 2007), em sua maioria – 3.416.391 km² ou 81% da área total do bioma – correspondendo a florestas nativas. Isto equivale a aproximadamente 2,6 vezes o total de florestas da República Democrática do Congo, país com a segunda maior área de florestas tropicais do mundo (FAO, 2006).

Além de ser a maior, a Amazônia brasileira é também a floresta tropical com maior biodiversidade do mundo (SILVA; RYLANDS; DA FONSECA, 2005). Considerando-se a bacia amazônica como um todo, que se estende por 6.110.000 km² em sete países e da qual 63% encontram-se em território brasileiro (ANA, 2010), ocorrem na região pelo menos 40 mil espécies de plantas, 425 de mamíferos, 1.300 de aves, 371 de répteis e 427 de anfíbios (MITTERMEIER *et al.*, 2003). O número de espécies de peixes de água doce conhecidas está em torno de 2.500, e estima-se que existam cerca de mil espécies ainda por serem descritas (JUNK; MOTA; BAYLEY, 2007).

Uma porção considerável dessa biodiversidade é endêmica, ou seja, refere-se a espécies que ocorrem exclusivamente na Amazônia ou, como é mais frequente, apenas em partes desta. Dos totais de espécies antes mencionados para o bioma, os endemismos correspondem a 30 mil espécies de plantas, 172 de mamíferos, 263 de aves, 260 de répteis e 366 de anfíbios, que equivalem a impressionantes taxas de endemismo de 75% (plantas), 40% (mamíferos), 20% (aves), 70% (répteis) e 86% (anfíbios) (MITTERMEIER *et al.*, 2003). No caso dos peixes, não existem informações precisas sobre o grau de endemismo, mas acredita-se que este seja também muito elevado. Por exemplo, as calhas dos principais rios da Amazônia e as planícies de inundação adjacente compartilham, talvez, metade das espécies de peixes, enquanto que a outra metade estaria distribuída nos tributários (MENEZES, 1996).

O conhecimento científico sobre a biodiversidade amazônica está ainda apenas em seus primórdios. Um indicador disso é o conhecimento sobre as aves, grupo que é considerado o mais bem conhecido entre os vertebrados sul-americanos. Estudo realizado por Oren e Albuquerque (1991) revelou haver áreas de milhares de quilômetros quadrados na Amazônia brasileira que jamais haviam sido estudadas, e ainda que muitas dessas áreas, consideradas prioritárias para novas investigações ornitológicas, estavam passando por rápidas alterações devido a desmatamentos e degradação florestal.

É sabido que a biodiversidade não se distribui de forma homogênea. Considerando-se a distribuição de vertebrados terrestres, a região é um mosaico de oito áreas de endemismo (tabela 1 e mapa 2) separadas pelos principais rios, cada qual com suas próprias biotas e relações evolutivas (SILVA; RYLANDS; DA FONSECA, 2005). Este é um fato extremamente relevante e que deve ser observado quando da análise de empreendimentos voltados para o desenvolvimento regional, pois impactos ambientais gerados em uma determinada área de endemismo amazônica não serão compensados, por exemplo, por meio do estabelecimento de UCs em outras áreas de endemismo, o que poderá resultar em perda de variabilidade genética ou mesmo na extinção de espécies.

TABELA 1
Áreas de endemismo de vertebrados terrestres na Amazônia brasileira

Nome da área	Tamanho (km ²)	Área no Brasil (%)	Desmatamento da área no Brasil (%)
Napo	508.104	13,9	2,00
Imeri	679.867	44,2	2,69
Guiana	1.700.532	50,8	4,06
Inambari	1.326.684	67,5	5,10
Rondônia	675.454	96,1	12,56
Tapajós	648.862	100,0	9,32
Xingu	392.468	100,0	26,75
Belém	199.211	100,0	67,48

Fonte: Silva, Rylands e Da Fonseca (2005).

MAPA 2
Áreas de endemismo nas terras baixas da Amazônia, baseadas na distribuição de vertebrados terrestres

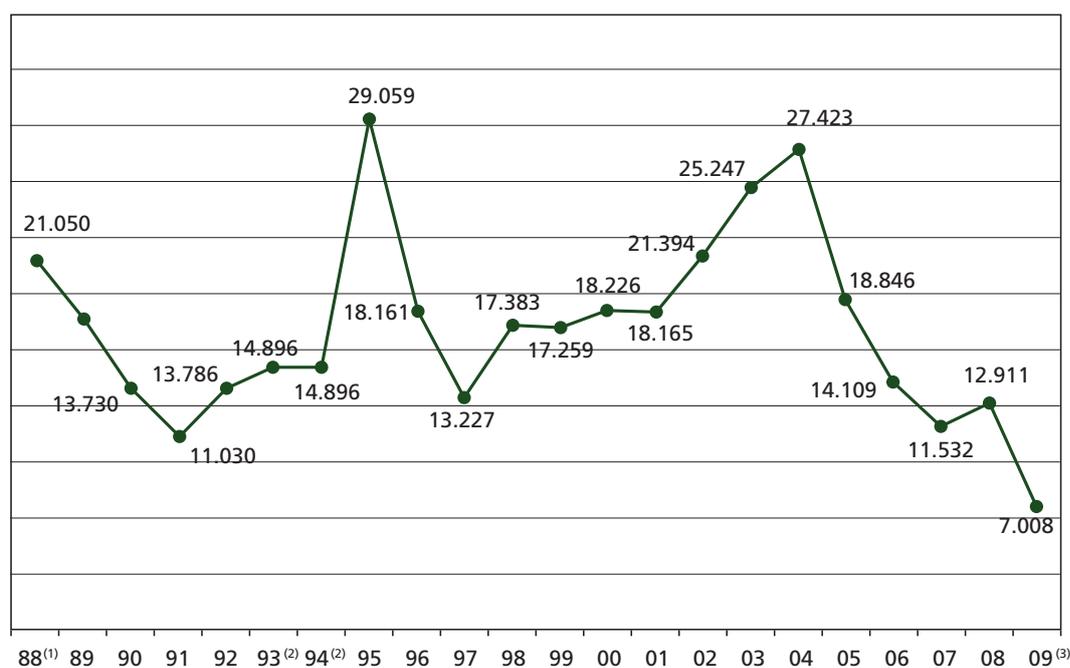


Fonte: Silva, Rylands e Da Fonseca (2005).

Os desmatamentos, principal ameaça à manutenção da biodiversidade amazônica, são monitorados anualmente desde 1988, quando da implementação do Programa de Cálculo do Desflorestamento da Amazônia (Prodes), pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (Inpe). O Prodes contabiliza áreas superiores a 6,25 hectares (ha) nas quais a vegetação florestal sofreu corte raso – isto é, supressão total de vegetação – entre os meses de agosto de um ano e julho do ano subsequente.

Nesses mais de 20 anos do Prodes, foram revelados dados alarmantes sobre os desmatamentos da Amazônia (gráfico 1). A média da área desmatada anualmente no período 1988-2009 foi de 17.141 km², com dois picos em 1995 (29.059 km²) e 2004 (27.423 km²). Em 2009 a área desmatada atingiu o valor mais baixo de todo o período monitorado, com 7.008 km². Como mencionado anteriormente, porém, o Prodes só é capaz de identificar áreas onde a floresta sofreu corte raso, mas não onde houve extração seletiva de madeira ou uma degradação progressiva, resultante da eliminação dos estratos inferiores da floresta para o estabelecimento de pastagens. Assim, para gerar dados relativos a estes usos da terra, o Inpe tem implementado outros sistemas de monitoramento da cobertura florestal da Amazônia, como o Sistema de Detecção de Desmatamento em Tempo Real (Deter), em 2004, e o Sistema de Mapeamento da Degradação Florestal (DEGRAD), em 2008 (INPE, 2008a). Este sistema revelou a degradação de 15.987 km² de florestas em 2007 e 27.417 km² em 2008, valores bastante superiores à área que sofreu corte raso no mesmo período (INPE, 2008b), embora esses dados não venham recebendo a mesma atenção que aqueles relativos à área que sofreu corte raso.

GRÁFICO 1
Área desmatada na Amazônia Legal brasileira – 1988-2009



Fonte: Inpe (2009).

Notas: ⁽¹⁾ Média entre 1977 e 1988.

⁽²⁾ Média entre 1993 e 1994.

⁽³⁾ Taxa estimada.

A diminuição da área desflorestada anualmente pode ser atribuída, em grande medida, às ações empreendidas desde 2004 pelo governo brasileiro, no âmbito do Plano de Ação para a Prevenção e o Controle do Desmatamento na Amazônia Legal (PPCDAM). Ainda assim, a área desmatada anualmente na Amazônia permanece demasiadamente alta. Corresponde à perda, em um único ano, de uma área de florestas equivalente ao Distrito Federal e ao município do Rio de Janeiro, somados.

Os desmatamentos amazônicos concentram-se principalmente ao longo dos limites sul e leste da região, formando um “arco de desmatamento” que se estende, em sentido leste – oeste, desde o sudeste do Mara-

nhão, passando pelo norte do Tocantins, sul do Pará, norte do Mato Grosso, de Rondônia, sul do Amazonas e o sudeste do Acre (FERREIRA; VENTICINQUE; ALMEIDA, 2005). Isto faz com que a distribuição dos desmatamentos pelas áreas de endemismo ocorra de maneira heterogênea, sendo a área Belém, da qual resta menos de um terço de suas florestas originais, a mais desmatada entre as oito áreas de endemismo amazônicas (SILVA; RYLANDS; DA FONSECA, 2005, tabela 1). Como consequência, a área de endemismo em Belém concentra grande número de espécies de animais e plantas ameaçadas de extinção.² Para essa área de endemismo, especialistas concluíram que seria importante proteger todos os remanescentes florestais e desenvolver estudos posteriores, para avaliar a viabilidade da persistência das espécies nessa região fragmentada (ALBERNAZ; AVILA-PIRES, 2009).

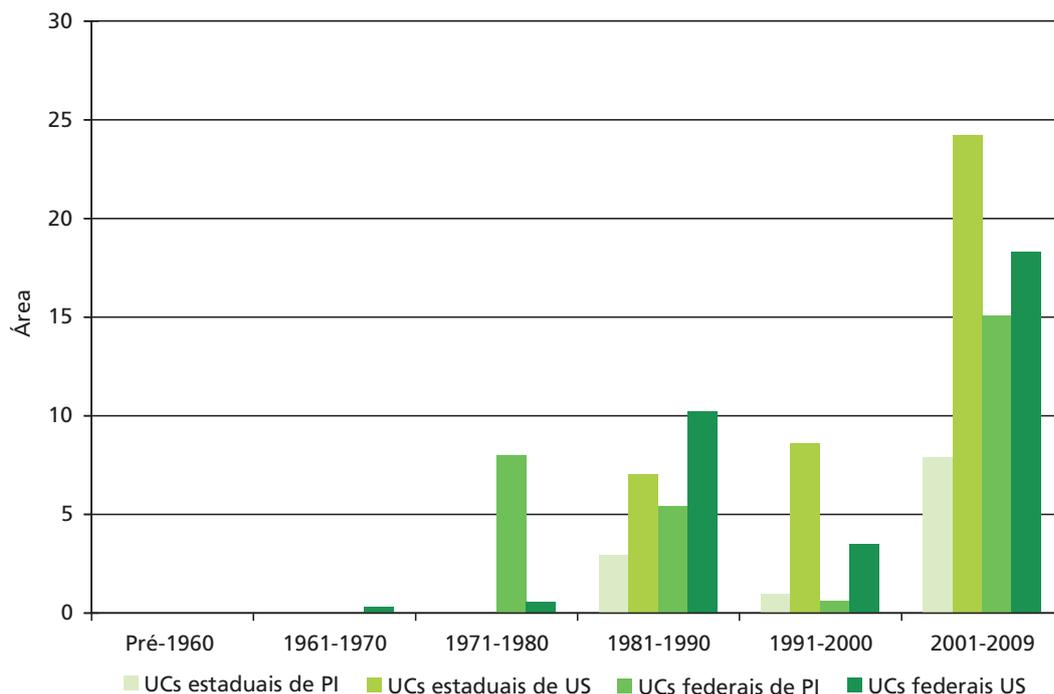
Segundo dados do CNUC/MMA (BRASIL, 2009), o bioma Amazônia é aquele que possui a maior proporção de sua área protegida por UCs (27%). São 78 UCs federais e estaduais de proteção integral (40 milhões de ha) e 173 UCs de uso sustentável (72 milhões de ha).

A primeira área protegida criada no bioma foi a Floresta Nacional de Caxiuanã, em 1961, seguindo-se mais 10 na década 1970. A partir dos anos 1980 o processo de criação de UCs ganhou ímpeto, mas é na atual década que o esforço dos governos estaduais e federal na conservação do bioma se materializou por meio desse instrumento, pois quase 60% de sua área protegida por UCs foram constituídos a partir de 2001, 65,4 milhões de ha (gráfico 2).

GRÁFICO 2

Quantidade de área protegida por UCs de proteção integral e de uso sustentável criadas pelos governos estaduais e federal no bioma Amazônia, por décadas

(Em milhões de ha)



Fonte: Brasil (2009).

A implementação do Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa),³ a partir de 2002 teve grande

2. A lista de espécies ameaçadas do estado do Pará encontra-se disponível no *site* da Secretaria de Meio Ambiente daquele estado. Disponível em: <http://www.sectam.pa.gov.br/relacao_especies.htm>.

3. O Programa ARPA, em sua primeira fase, foi coordenado pelo MMA, com a parceria do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama), do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), dos governos estaduais da Amazônia, do Banco de Desenvolvimento Alemão (KfW), da Agência de Cooperação Técnica Alemã (GTZ), do Banco Mundial (BIRD), do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF), do World Wildlife Fund (WWF-Brasil) e do Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (Funbio).

importância para o incremento do número e da área de UCs do bioma. O Arpa tinha como meta inicial a proteção de 37,5 milhões de ha. Durante a sua primeira fase, encerrada em 2009, foram investidos US\$ 30 milhões, tendo o programa apoiado a criação de 43 UCs, totalizando 24 milhões de ha, sendo 13 UCs de proteção integral (13,2 milhões de ha) e 30 UCs de uso sustentável (10,8 milhões de ha). Atualmente o programa encontra-se na fase de planejamento e negociação da sua segunda fase, cujos investimentos serão da ordem de US\$ 100 milhões (BRASIL, 2009a).

Outro fator importante para o aumento da proteção do bioma foi a estratégia do governo de fazer uso de UCs para criar uma barreira ao avanço de frentes de desmatamento. Esse é o caso do mosaico constituído por oito UCs federais criadas na região da BR-163 – Cuiabá-Santarém – no oeste do Pará em 2006, perfazendo uma área de 6,5 milhões de ha. Essa estratégia também foi utilizada na região da BR-319 – Manaus-Porto Velho –, com a criação de cinco UCs federais em 2008 e seis estaduais em 2009, ao longo do traçado da rodovia, no estado do Amazonas, totalizando 7,8 milhões de ha.

Entretanto, o esforço aplicado em criar UCs ainda não tem uma contrapartida satisfatória quando se trata da implementação destas. A gestão das UCs brasileiras enfrenta graves deficiências decorrentes da falta de pessoal e de orçamento, e consequentemente de infraestrutura e de logística. Um diagnóstico realizado em 2008 pelo ICMBio identificou que das então 299 UCs federais, 82 não possuíam um administrador, 173 não contavam com fiscais e mais de 200 não possuíam plano de manejo (ICMBIO, 2009). A essas deficiências se somam problemas relacionados à regularização fundiária das UCs e questões associadas, como é o caso da sobreposição entre terras indígenas e UCs, territórios quilombolas e atividades de mineração (ICMBIO, 2010; RICARDO, 2004; ROLLA; RICARDO, 2006). No caso de atividades de mineração em UCs, Rolla e Ricardo (2006) identificaram 406 processos minerários válidos, em fase de pesquisa ou em exploração, em 32 UCs de proteção integral e em 23 reservas extrativistas na Amazônia, que de acordo com a legislação não admitem este tipo de uso.

4 CAATINGA

A Caatinga é o quarto bioma continental brasileiro em extensão e o único com distribuição totalmente restrita ao território nacional (mapa 1). Abrange uma área de 844.453 km², que inclui partes dos territórios de Alagoas, da Bahia, do Ceará, de Minas Gerais, da Paraíba, de Pernambuco, do Piauí, do Rio Grande do Norte e de Sergipe (IBGE, 2004a).

Fisionomicamente, a Caatinga é um mosaico de arbustos espinhosos e florestas sazonalmente secas, sendo delimitada a oeste e a leste pelos biomas Amazônia e Mata Atlântica, respectivamente, e ao sul pelo Cerrado (LEAL *et al.*, 2005). O conhecimento a respeito da biodiversidade do bioma ainda é limitado. Levantamentos recentes registraram 932 espécies de plantas, das quais 318 endêmicas (GIULIETTI *et al.*, 2003); 143 espécies de mamíferos, sendo 19 endêmicas (OLIVEIRA; GONÇALVES; BONVICINO, 2003); 510 espécies de aves (SILVA *et al.*, 2003), sendo pelo menos 15 espécies e 45 subespécies endêmicas (PACHECO *et al.*, 2003); 167 espécies de répteis e anfíbios, sendo 27 endêmicas (RODRIGUES, 2003) e 240 espécies de peixes, sendo 136 possivelmente endêmicas (ROSA *et al.*, 2003).

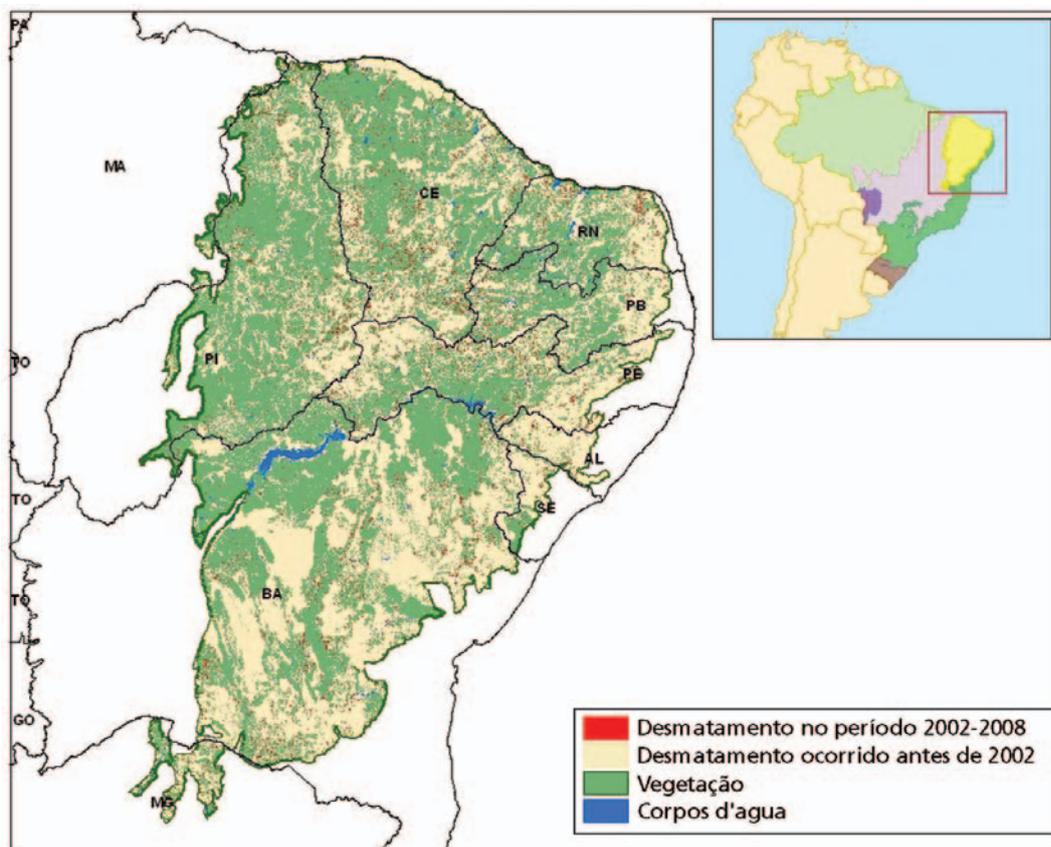
O clima seco da região, com chuvas concentradas em apenas três meses no começo do ano, define a paisagem constituída pela vegetação xerofítica⁴ da Caatinga (NIMER, 1972; RODAL; BARBOSA; THOMAS, 2008). Porém, há uma diversidade de paisagens no bioma, desde campos de altitude até a Caatinga arbórea (GIULIETTI *et al.*, 2003). De fato, a Caatinga arbórea pode ter sido muito mais comum e ter coberto maior extensão do bioma no passado, tendo desaparecido ainda nos primórdios da colonização do Brasil, para fornecer material para construção e dar espaço à pecuária (COIMBRA-FILHO; CÂMARA, 1996).

Segundo dados do monitoramento da cobertura vegetal da Caatinga, realizado pelo Centro do Sensoriamento Remoto do Ibama em parceria com o MMA e o Programa das Nações Unidas para

4. Composta por plantas com adaptações para resistir às secas.

o Desenvolvimento (PNUD), 460.063 km² do bioma⁵ (55,7%) encontravam-se cobertos por vegetação nativa em 2002. Em 2008, porém, esta área havia sido reduzida para 443.121 km² (53,6%, mapa 3), o que indica o desmatamento de 16.576 km² (2% do bioma)⁶ no período entre 2002 e 2008, uma média de 2.763 km² (0,33%) ao ano (CSR/IBAMA, 2010, p. 58).

MAPA 3
Distribuição do desmatamento do bioma Caatinga – 2008



Fonte: CSR/IBAMA (2010).

Na Caatinga está a população mais pobre do Nordeste e uma das mais pobres do Brasil. As condições sociais tendem a ser piores nas áreas mais secas, que são também aquelas com menos capacidade de manter atividades econômicas sustentáveis (SAMPAIO; BATISTA, 2003). Esse quadro social leva a uma dependência muito grande em relação aos recursos naturais. A lenha é uma importante fonte de energia para a população nordestina, obtida da vegetação nativa, e que também é utilizada para a produção de carvão vegetal, invariavelmente sem reposição florestal, embora esta seja prevista na legislação (DRUMOND *et al.*, 2003; GIULIETTI *et al.*, 2003). Praticamente a totalidade do desmatamento na Caatinga é atribuída a esses usos da vegetação nativa (CAVALCANTI; ARAÚJO, 2008). A caça, ligada ao consumo de subsistência, à tradição regional de manter animais silvestres em cativeiro e ao tráfico, é outra atividade que impõe pressão sobre os recursos naturais da Caatinga. Cerca de 40% das apreensões de animais silvestres por operações de fiscalização entre 1992 e 2000 ocorreram na região Nordeste (RENTAS, 2001).

A condição climática caracterizada pelo déficit hídrico e a exploração insustentável dos recursos naturais da Caatinga contribuem para o processo de degradação ambiental que se observa no bioma. Segundo Nogueira

5. Estes dados consideraram a área total da caatinga como sendo de 826.411 km², que é um pouco inferior àquela divulgada pelo IBGE (2004a), de 844.453 km². Isto se deve, provavelmente, a diferenças na escala de mapeamento considerada em ambos os estudos.

6. Os restantes 366 km², reduzidos da área de cobertura vegetal de 2002, correspondem ao aumento da área do bioma coberto por água no período entre 2002 e 2008.

(2006), uma área de 15 mil km² da região Nordeste já está comprometida pelo processo de desertificação, abrangendo partes do território dos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, de Pernambuco e da Paraíba. A essa situação crítica, soma-se a deficiência das medidas adotadas para a conservação do bioma.

OCNUC/MMA registra 67 UCs no bioma, sendo 29 de proteção integral – 17 federais e 12 estaduais, somando 0,9 milhão de ha – e 38 UCs de uso sustentável – 12 federais e 26 estaduais, somando 5,3 milhões de ha. A área constituída por UCs corresponde, portanto, a 7,4% da área do bioma. Entretanto, UCs da categoria APA representam 98,4% da área de UCs de uso sustentável.

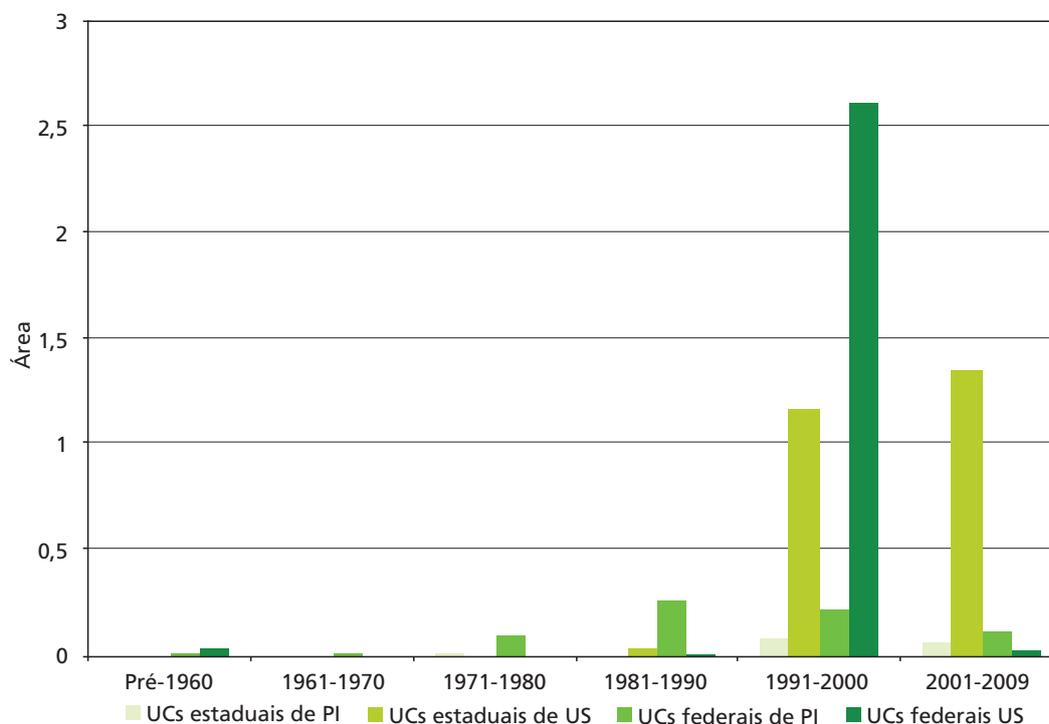
De acordo com a Lei nº 9.985/2000, APA é definida como uma área em geral extensa, com certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas. As APAs têm por objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais. Podem ser constituídas por terras públicas ou privadas e, respeitados os limites constitucionais, é possível o estabelecimento de normas e restrições para a utilização da propriedade privada localizada em seu interior. Comparada com as demais categorias de UCs de uso sustentável definidas pelo SNUC, as APAs possuem menores restrições quanto aos tipos de utilização. A APA do Lago Paranoá, por exemplo, inclui parte da área urbana de Brasília. Se a área das APAs existentes no bioma Caatinga for desconsiderada, a proporção do bioma protegido por UCs cai para apenas 1,1%, o que atesta a deficiência apontada em relação à efetividade das medidas de conservação da Caatinga por intermédio de criação de UCs.

A primeira área protegida criada no bioma foi a Floresta Nacional do Araripe-Apodi, no estado do Ceará, em 1946. A década de 1990 foi a que apresentou o maior incremento em área de UCs, mas esse incremento se deveu praticamente à criação de apenas três APAs: dunas e veredas do baixo-médio São Francisco (1 milhão de ha), pelo governo do estado da Bahia e Chapada do Araripe (0,9 milhão de ha) e Serra do Ibiapaba (1,6 milhão de ha), pelo governo federal. Na atual década a Bahia criou mais uma APA de grande extensão, a do Lago de Sobradinho (1,2 milhão de ha) (gráfico 3). A maior unidade de conservação de proteção integral do bioma Caatinga é o Parque Nacional da Chapada Diamantina, no estado da Bahia, com cerca de 150 mil ha. Das 67 UCs do bioma, 20 têm área entre 10.001 e 100.000 ha, 21 têm área entre 1.001 e 10.000 ha e 19 têm área menor do que 1.000 ha.

GRÁFICO 3

Quantidade de área protegida por UCs de proteção integral e de uso sustentável, criadas pelos governos estaduais e federal no bioma Caatinga, por décadas

(Em milhões de ha)



Fonte: Brasil (2009).

5 CERRADO

O Cerrado ocupa uma posição central em nosso país e faz contato com todos os demais biomas brasileiros, à exceção do Pampa (mapa 1). Seus 2.036.448 km² em território nacional⁷ encontram-se distribuídos pelos estados da Bahia, de Goiás, do Maranhão, do Mato Grosso, do Mato Grosso do Sul, de Minas Gerais, do Paraná, do Piauí, de Rondônia, de São Paulo e do Tocantins, além do Distrito Federal (IBGE, 2004a).

Suas paisagens são bastante variadas, constituídas por diferentes fisionomias de vegetação, devido sobretudo a fatores relacionados aos solos, tais como a composição química, a profundidade, o tipo de drenagem e as alterações locais de relevo. Ribeiro e Walter (1998), por exemplo, subdividem as fisionomias vegetais em 11 tipos principais, agrupadas em três grandes grupos de formações, a saber: florestais – mata ciliar, mata de galeria, mata seca e cerradão –, savânicas – cerrado sentido restrito, parque de cerrado, palmeiral e vereda – e campestres – campo sujo, campo limpo e campo rupestre.

Ao contrário do que se pensava há algum tempo, os dados disponíveis indicam que a biodiversidade do bioma é elevada. Até o momento, foram contabilizadas para o bioma 12.356 espécies de plantas vasculares (MENDONÇA *et al.*, 2008), 191 de mamíferos (MARINHO-FILHO; RODRIGUES; JUAREZ, 2002), 837 de aves (SILVA, 1995), 184 de répteis e 113 de anfíbios (COLLI; BASTOS; ARAUJO, 2002). Além dessa expressiva riqueza de espécies de grupos variados, o Cerrado apresenta também um significativo número de endemismos para vários grupos de animais e, principalmente, plantas. De modo geral, estima-se que 44% das plantas do Cerrado sejam endêmicas (MYERS *et al.*, 2000), número que pode ser superior a 70% em alguns grupos, como espécies da família *Velloziaceae* associadas aos campos rupestres (FILGUEIRAS, 2002). No caso dos répteis, o nível de endemismo pode chegar a 38% do total de espécies (COLLI; BASTOS; ARAUJO, 2002).

7. Quando considerado o domínio do Cerrado, o bioma pode ser encontrado, além do Brasil, em pequenas porções do nordeste do Paraguai e leste da Bolívia.

Apesar do número elevado de espécies já registradas para o bioma, a biodiversidade do Cerrado ainda permanece, em sua maioria, pouco conhecida. Isto se evidencia, por exemplo, no elevado número de espécies de vertebrados descritas pela ciência ao longo das últimas duas décadas. Entre 1988 e 2008, 222 espécies de peixes, 40 espécies de anfíbios, 57 espécies de répteis, 20 espécies de mamíferos e 1 espécie de ave foram descritas, totalizando 340 novas espécies de vertebrados, o que representa pouco mais de um quarto das aproximadamente 1.300 espécies de vertebrados descritas em todo Brasil durante o mesmo período (MACHADO *et al.*, 2008).

Adicionalmente, há enormes lacunas de conhecimento sobre a distribuição das espécies, mesmo para os grupos mais bem estudados dos vertebrados, como as aves. Considerando como intensamente amostradas aquelas localidades em que haviam sido capturados mais de 80 espécimes ou registradas mais de 100 espécies de aves, Silva (1995) concluiu que cerca de 70% do bioma sequer foram amostrados adequadamente para este grupo animal.

Uma exceção a este padrão geral é o conhecimento sobre a flora que, quando comparada a outros biomas, pode ser considerada relativamente bem conhecida. Isto se deve ao fato de as tentativas de compilação da flora do bioma terem se iniciado em meados do século passado, a partir das listagens pioneiras elaboradas por Warming em 1892 para a região de lagoa santa, Minas Gerais (MENDONÇA *et al.*, 2008).

A ocupação em larga escala do Cerrado foi iniciada a partir da década de 1950, com a construção de Brasília e sua posterior inauguração em 1960. Até então, os impactos da ocupação humana não indígena do Cerrado limitaram-se basicamente às atividades de garimpo, extrativismo vegetal e animal, pecuária extensiva, além do extermínio dos ameríndios que habitavam a região (DIAS, 2008). A partir da construção da nova capital do país e de toda a infraestrutura associada – cidades, rede de estradas pavimentadas –, a população da região Centro-Oeste sofreu grande incremento, não apenas em função do crescimento vegetativo, mais principalmente devido a intensos fluxos migratórios. A população de Brasília, por exemplo, cresceu aproximadamente 35% entre 1996 e 2007, quando atingiu a marca de 2.455.903 habitantes (IBGE, 2010). Esse processo de ocupação da região Centro-Oeste causou importantes impactos ambientais, entre os quais se destacam desmatamentos, descaracterização de paisagens e da biota nativa pela expansão de áreas ocupadas com plantas e animais exóticos (DIAS, 2008).

Como consequência desse rápido processo de ocupação humana em larga escala, em 2002 o Cerrado apresentava aproximadamente 60,5% (1.236.771 km²) de cobertura vegetal nativa. Há que se considerar, ainda, que aproximadamente 14% da área total do Cerrado (280.000 km²), contabilizados como vegetação nativa, correspondiam a áreas identificadas no Censo Agropecuário de 1995-1996 como “pastagens nativas”, já que, segundo o critério definido pelo MMA para o estudo em questão, áreas com cobertura vegetal natural foram definidas como aquelas que apresentavam vegetação original, independentemente da existência ou não de algum tipo de uso antrópico (BRASIL, 2007; SANO, 2007). A distribuição dos remanescentes de vegetação nativa ao longo do bioma é também bastante heterogênea. As áreas mais extensas de vegetação nativa são encontradas na porção norte do Cerrado, mais especificamente no oeste do Tocantins, sul do Maranhão e do Piauí, enquanto as áreas com maior índice de antropização concentram-se no sul de Goiás, no Triângulo Mineiro, em São Paulo e em Mato Grosso do Sul (SANO, 2007) (ver mapa 4).

federais e 70 estaduais, somando 10,7 milhões de ha). Considerando esse conjunto de UCs, 8,1% do bioma estão cobertos por áreas protegidas. Entretanto, assim como no caso do bioma Caatinga, a quase totalidade da área de UCs de uso sustentável (98%) é constituída por APAs, categoria que admite uma ampla gama de usos. Se a área constituída por APAs for desconsiderada (10,6 milhões de ha), a proporção do bioma protegido por UCs cai para apenas 3%.

A primeira unidade de conservação do bioma foi a Floresta Estadual Bebedouro, criada pelo estado de São Paulo em 1937. Na década de 1940 foram criadas mais duas UCs, a Floresta Estadual de Avaré, também pelo estado de São Paulo e a Floresta Nacional de Silvânia, pelo governo federal, no estado de Goiás. Até 1960 nove UCs existiam no bioma, sendo sete de uso sustentável e duas de proteção integral. A maior destas, criada em 1959, era o Parque Nacional do Araguaia, que abrangia toda a Ilha do Bananal – aproximadamente 2 milhões de ha. Em 1971 os limites foram redefinidos, devido à criação da Terra Indígena do Parque do Araguaia. Mais recentemente, a criação da Terra Indígena Ináwébohona se sobrepôs em 377.113 ha à área remanescente do Parque Nacional do Araguaia, que é de cerca de 550 mil ha. Ao mesmo tempo, o Decreto de 18 de abril de 2006, que homologou a demarcação administrativa desta terra indígena, estabeleceu o Parque Nacional do Araguaia como bem público da União submetido a regime jurídico de dupla afetação, destinado à preservação do meio ambiente e à realização dos direitos constitucionais dos índios, passando este a ser administrado em conjunto pela Fundação Nacional do Índio (Funai), pelo Ibama⁹ e pelas Comunidades Indígenas Javaé, Karajá e Avá-Canoeiro. Outra unidade de conservação do Cerrado que teve os limites drasticamente reduzidos foi o Parque Nacional Chapada dos Veadeiros, em Goiás. Criado originalmente em 1961 como Parque Nacional do Tocantins, com aproximadamente 600 mil ha, hoje o parque conta com aproximadamente 10% da área original.

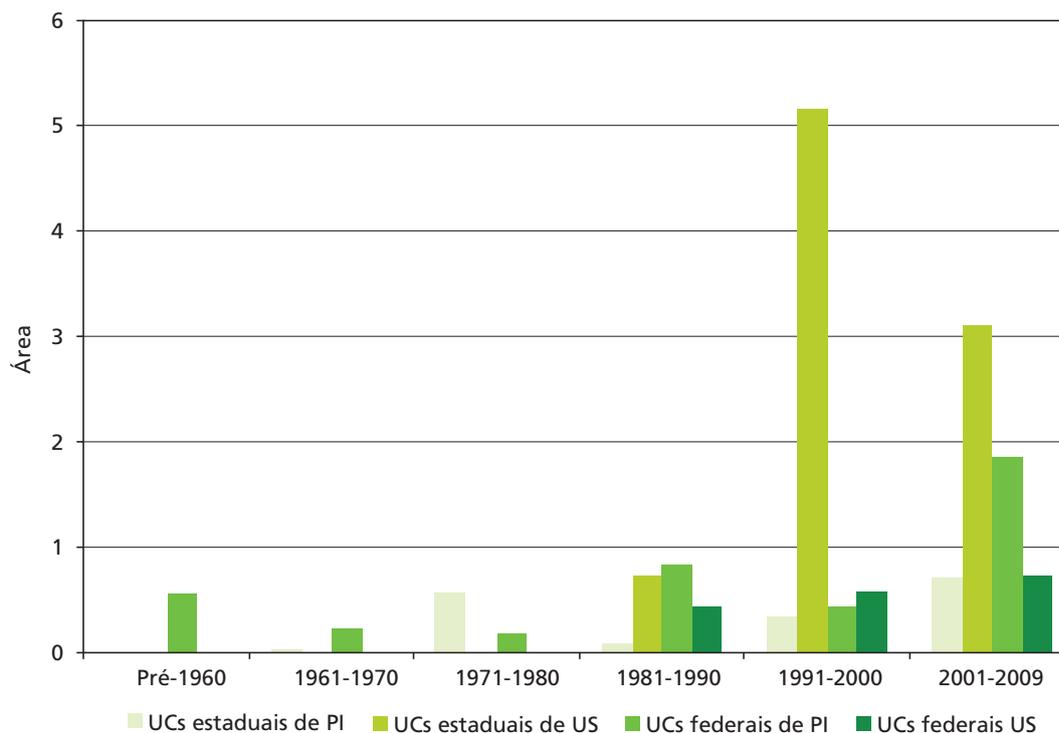
Considerando o regime jurídico de dupla afetação, o Parque Nacional do Araguaia é atualmente a terceira maior unidade de conservação de proteção integral do Cerrado, suplantado apenas pelo Parque Nacional Nascentes do Rio Parnaíba – criado em 2002, com cerca de 730 mil ha – e pela Estação Ecológica Serra Geral do Tocantins – criada em 2001, com cerca de 715 mil ha. Outras 14 UCs de proteção integral – 10 federais e quatro estaduais – possuem área superior a 100 mil ha, e a estas se somam 20 UCs de uso sustentável – todas APAs. Das demais 161 UCs do bioma, 63 têm área entre 10.001 e 100.000 ha, 47 têm área entre 1.001 e 10.000 ha, e 51 têm área menor do que 1.000 ha. Ao longo desta década houve um esforço significativo para a criação de UCs do bioma Cerrado e, assim, aproximadamente 40% da área protegida por UCs de proteção integral existentes no Cerrado foram constituídas desde 2001, correspondendo a aproximadamente 2,6 milhões de ha – 1,9 milhão em seis UCs federais e 0,7 milhão em 32 UCs estaduais (gráfico 4).

9. Atualmente esta atribuição pertence ao ICMBio.

GRÁFICO 4

Quantidade de área protegida por UCs de proteção integral e de uso sustentável, criadas pelos governos estaduais e federal no bioma Cerrado, por décadas

(Em milhões de ha)



Fonte: Brasil (2009).

6 MATA ATLÂNTICA

Com uma área de 1.110.182 km², o bioma Mata Atlântica¹⁰ é um complexo ambiental que incorpora cadeias de montanhas, platôs, vales e planícies ao longo de toda a faixa continental atlântica brasileira, avançando em direção ao interior do Brasil nas regiões sudeste e sul (mapa 1). O bioma está presente nos estados de Alagoas, da Bahia, do Espírito Santo, de Goiás, do Mato Grosso do Sul, de Minas Gerais, da Paraíba, do Paraná, de Pernambuco, do Rio de Janeiro, do Rio Grande do Norte, do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina, de São Paulo e de Sergipe (IBGE, 2004a).

O bioma apresenta níveis extremamente elevados de biodiversidade, na qual estão incluídas 20 mil espécies de plantas, 263 de mamíferos, 936 de aves, 306 de répteis, 475 de anfíbios e 350 de peixes de água doce. Há também um elevado número de endemismos, que correspondem a aproximadamente 8 mil espécies de plantas (40%), 71 de mamíferos (27%), 148 de aves (16%), 94 de répteis (31%), 286 de anfíbios (60%) e 133 de peixes de água doce (38%) (FONSECA *et al.*, 2004).

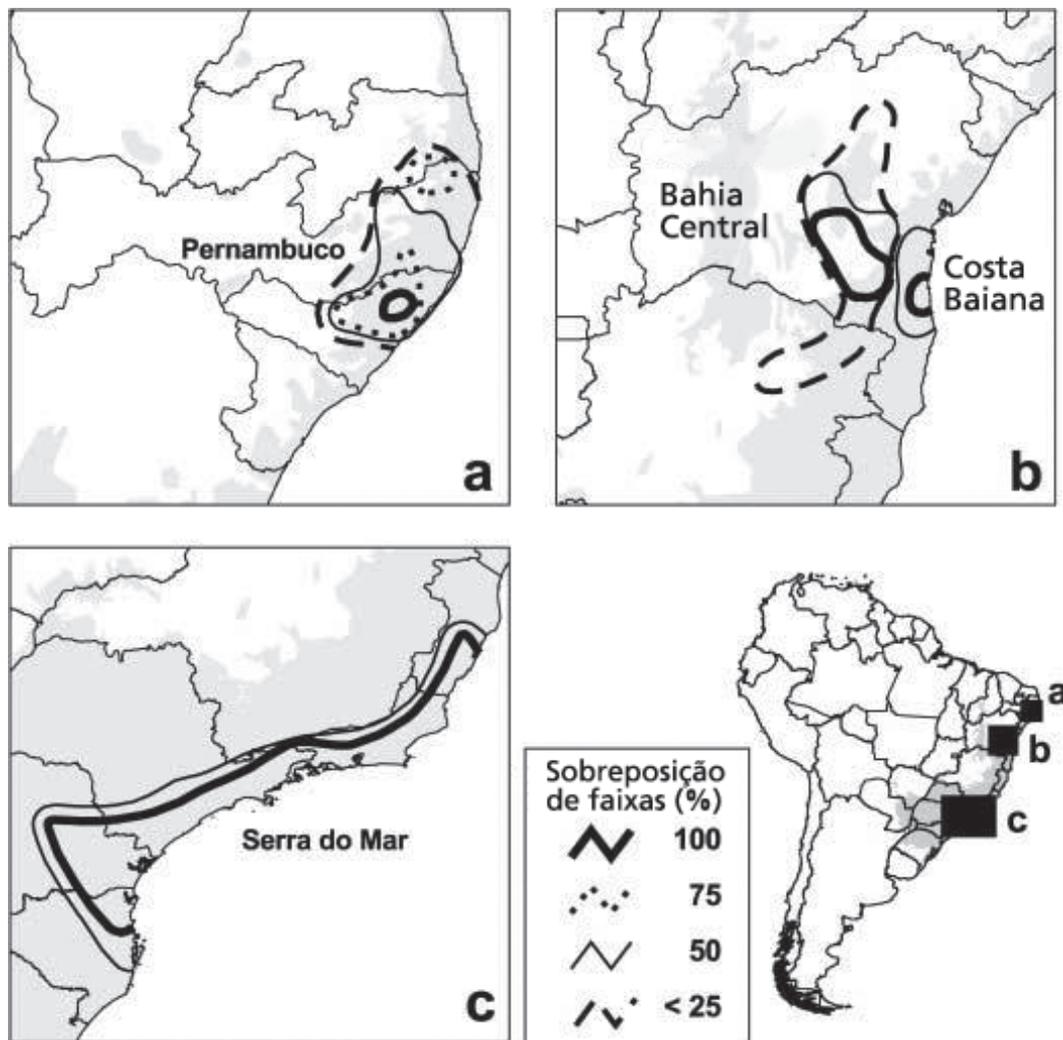
Assim como ocorre em outros biomas, as espécies endêmicas da Mata Atlântica não se distribuem homogeneamente ao longo de sua extensão. Analisando padrões de distribuição de 140 espécies de aves endêmicas da Mata Atlântica, Silva, Sousa e Casteleti (2004) identificaram a existência de quatro áreas de endemismo: Pernambuco, Bahia central, Costa baiana e Serra do Mar (mapa 5). Embora haja algumas variações, estas áreas são consistentes, também, como aquelas identificadas para outros grupos de organismos, tais como plantas lenhosas, besouros arbóreos, bambus e borboletas. Dessa forma, a Mata Atlântica não pode ser tratada como uma unidade homogênea quando da defi-

10. A área do bioma Mata Atlântica (IBGE, 2004a) é diferente da área de abrangência do chamado "domínio da Mata Atlântica", que além da costa brasileira e dos estados interioranos mencionados anteriormente, atinge também o leste do Paraguai e o nordeste da Argentina. Originalmente, o Domínio da Mata Atlântica estendia-se por mais de 1,5 milhão de km², 92% dos quais no Brasil (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009; GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005).

nição de estratégias de conservação da biodiversidade, devendo-se levar em consideração também as suas diferentes sub-regiões biogeográficas (SILVA; CASTELETTI, 2005).

MAPA 5

Limites das quatro áreas de endemismo resultantes da análise da distribuição de espécies de aves endêmicas da Mata Atlântica¹



Fonte: Silva, Sousa e Casteleti (2004).

Nota: ¹ Os limites são baseados na porcentagem de sobreposição entre as distribuições das espécies de aves endêmicas.

Essa enorme biodiversidade é resultado, em grande parte, da ampla gama de latitudes pela qual a Mata Atlântica se distribui (27° de 3°S a 30°S), das grandes variações em altitude (desde o nível do mar até 2.700 m, nas montanhas da Mantiqueira e Caparaó, nos estados de São Paulo, Minas Gerais, do Rio de Janeiro e do Espírito Santo) e dos regimes climáticos diversos presentes ao longo de sua extensão – desde regimes subúmidos e estações secas no Nordeste até áreas que atingem 4 mil mm/ano de pluviosidade, nas montanhas da Serra do Mar. Outro fator que influenciou a biodiversidade do bioma foi a sua história geológica e climática, o que proporcionou uma grande diversidade de condições ecológicas e sucessivos processos de fragmentação e expansão das formações florestais (CÂMARA, 2005).

O grande número de espécies novas descritas para o bioma em curto período de tempo é um indicativo de que a biodiversidade da Mata Atlântica ainda é pobremente conhecida, apesar de séculos de investigação científica (SILVA; CASTELETTI, 2005). Entre as 2.875 espécies de angiospermas descobertas para o Brasil no período de 1990 a 2006, por exemplo, 1.194 são da Mata Atlântica (41,5%) (SOBRAL; STEHMANN, 2009).

Como indicam os autores deste estudo, isso se deve em grande parte, aos seguintes fatores: *i*) mais interesse da comunidade científica no bioma, por sua elevada biodiversidade e nível de ameaça, resultante da intensa destruição causada por atividades antrópicas; *ii*) mais capacidade científica instalada no bioma, que concentra 64% de todos os herbários e 67% dos espécimes vegetais depositados no Brasil, principalmente nos estados do sul e sudeste do país; e *iii*) mais volume de financiamentos destinados à pesquisa científica para estados da região Sudeste, que receberam o equivalente a 71% de todos os recursos investidos em pesquisa pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes) em todo o Brasil, no período de 1997 a 2002.

Em mais de cinco séculos de ocupação, a Mata Atlântica passou por diversos ciclos econômicos relacionados a *commodities*, tais como pau-brasil, cana-de-açúcar, gado, ouro e café (CÂMARA, 2005; DEAN, 1996; YOUNG, 2005), que promoveram a exploração insustentável de seus recursos naturais e causaram sérios danos à biodiversidade do bioma. O processo de ocupação da Mata Atlântica resultou também em elevada concentração de populações humanas. Segundo a última contagem populacional realizada pelo IBGE, em 2007 aproximadamente 61% da população brasileira estavam localizadas na Mata Atlântica,¹¹ o que equivale a 112 milhões de pessoas, distribuídas em 3.222 municípios (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009). Lá estão presentes também os dois municípios que apresentam as maiores populações do Brasil: São Paulo e Rio de Janeiro, respectivamente, com 10.886.518 e 6.093.472 de habitantes em 2007 (IBGE, 2010).

A cobertura vegetal da Mata Atlântica começou a ser mapeada¹² utilizando-se a análise de imagens de satélite no início da década de 1990, em um trabalho conjunto entre a organização não governamental SOS Mata Atlântica e o Inpe. Desde então, as duas instituições têm publicado regularmente um atlas contendo informações sobre a dinâmica da vegetação da Mata Atlântica – desmatamentos, fragmentação e, mais recentemente, regeneração. A quinta e última edição, correspondente ao período 2005-2008, foi lançada em 2009. Esta indica que restam 7,9% de cobertura vegetal nativa da Mata Atlântica, considerando-se fragmentos florestais maiores que 100 ha, ou 11,4%, se considerados todos os fragmentos com área igual ou superior a 3 ha (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009).

Como mencionado anteriormente, a partir de 2004 o MMA selecionou e apoiou financeiramente a realização de um mapeamento da cobertura vegetal para cada bioma brasileiro, com base no recorte de biomas definido pelo IBGE (2004a). Os resultados indicaram que restaram 26,9% de cobertura vegetal nativa para o bioma, sendo 21,8% relativos a vegetações florestais e 5,1% a fitofisionomias não florestais (CRUZ; VICENS, 2007; BRASIL, 2007). Ainda segundo este estudo, as maiores áreas remanescentes de floresta localizam-se nos litorais de São Paulo e Paraná, principalmente nas escarpas e nos reversos da Serra do Mar e no Planalto de Paranapiacaba e nas serras do leste catarinense. Nessas áreas, além das condições topográficas desfavoráveis à ocupação antrópica, importantes UCs estaduais e federais contribuem para a conservação das fisionomias de Mata Atlântica (CRUZ; VICENS, 2007).

Comparações entre estes números e aqueles apresentados no atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009) devem ser feitas com cautela, dado que: *i*) há diferenças nos limites do bioma adotados nos dois trabalhos; *ii*) as escalas de mapeamento são diferentes; e *iii*) as tipologias de vegetação computadas nos dois estudos são distintas (CRUZ; VICENS, 2007; BRASIL, 2007). A partir de 2009, os desmatamentos na Mata Atlântica também passaram a ser monitorados regularmente pelo MMA em parceria com o Ibama e o PNUD, o que certamente aumentará o conhecimento sobre a dinâmica da cobertura vegetal do bioma. Entretanto, os resultados do primeiro período de monitoramento (2002-2008) ainda não estão disponíveis.

A Mata Atlântica é o bioma que possui o maior número de UCs. São 346 áreas especialmente protegidas, sendo 191 de proteção integral – 17 federais e 144 estaduais, somando 2,4 milhões de ha – e 155 UCs de uso sustentável – 41 federais e 114 estaduais, somando 7,3 milhões de ha. A cobertura de áreas protegidas no bioma considerando todas as UCs é de 8,7%, mas esta diminui para apenas 2,3% se as APAs – que representam 97,9% da área de UCs de uso sustentável – forem desconsideradas.

11. Estes dados levam em consideração a área do domínio da Mata Atlântica, e não propriamente do bioma no recorte definido pelo IBGE (2004a).

12. Um histórico das iniciativas de mapeamento do bioma Mata Atlântica pode ser obtido em Cruz e Vicens (2007).

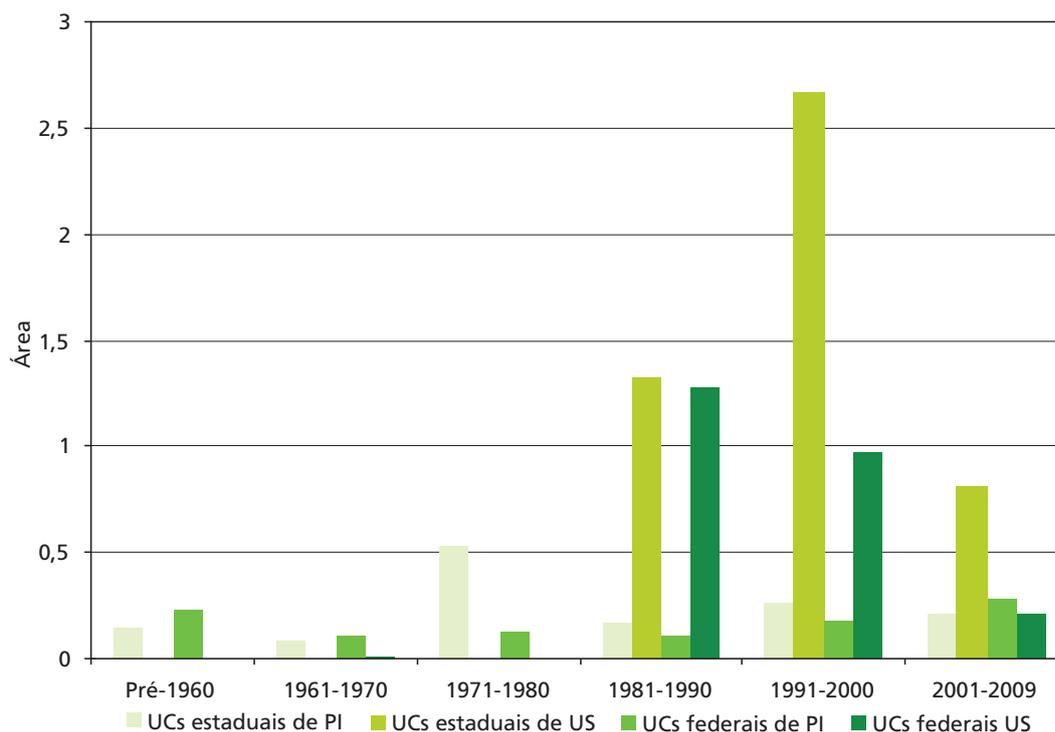
As primeiras UCs brasileiras foram criadas na Mata Atlântica, na década de 1930. A unidade de conservação mais antiga é a Floresta Nacional de Lorena, no estado de São Paulo. Denominada inicialmente como Estação Florestal Experimental Dr. Eptácio Santiago, foi criada em 1934, com uma área de pouco mais de 200 ha. Já a UC de proteção integral mais antiga do Brasil é o Parque Nacional do Itatiaia, criado em 1937 na divisa dos estados do Rio de Janeiro e São Paulo. Sua área atual é de 30 mil ha, após ter sido ampliado em mais de 50% da área original, em 1982. Outros dois parques nacionais, Serra dos Órgãos (RJ) e Foz do Iguaçu (PR), foram igualmente criados na década de 1930. Foz do Iguaçu é, ainda nos dias de hoje, a segunda maior UC de proteção integral do bioma.

Nos anos 1940, os estados de São Paulo, Minas Gerais e Rio Grande do Sul deram início ao processo de criação de UCs. Até o final dos anos 1950 já existiam 20 UCs no bioma, cobrindo uma área de 375.500 ha, sendo 18 de proteção integral. Durante os anos 1960 e 1970 mais 57 UCs foram criadas, destacando-se o Parque Estadual da Serra do Mar, criado pelo estado de São Paulo em 1977. Com pouco mais de 300 mil ha, trata-se da maior UC de proteção integral do bioma. Na década de 1970, houve também o maior incremento em área de UCs de proteção integral, com a constituição de 656 mil ha em três UCs federais e 25 estaduais que, somados à área das UCs de proteção integral criadas até então, correspondem a pouco mais da metade da área do bioma atualmente conservada por essa modalidade de área protegida. A presente década é a que apresenta o maior aumento em área de UCs de proteção integral federais, com a criação de 15 UCs, que correspondem a 278 mil ha (gráfico 5).

GRÁFICO 5

Quantidade de área protegida por UCs de proteção integral e de uso sustentável, criadas pelos governos estaduais e federal no bioma Mata Atlântica, por décadas

(Em milhões de ha)



Fonte: Brasil (2009).

Das 346 UCs do bioma, 24 são maiores que 100.000 ha (21 APAs), 90 têm área entre 10.001 e 100.000 ha, 125 têm área entre 1.001 e 10.000 ha e 107 têm área menor do que 1.000 ha. Assim, cerca de um terço das UCs do bioma são relativamente pequenas, condição que é um importante obstáculo para assegurar a conservação da biodiversidade das florestas tropicais e, em particular, do bioma Mata Atlântica (CHIARELLO, 1999, 2000; LAURANCE, 1999; MARSDEN *et al.*, 2005; SILVA; TABARELLI, 2000).

Unidades de conservação podem ser consideradas como fragmentos de habitat natural em um bioma altamente modificado pela ação humana, como é o caso da Mata Atlântica – mas também de outros biomas já bastante desflorestados e alterados, como a Caatinga e o Cerrado. A descontinuidade que existe entre as UCs, preenchida por uma paisagem antropizada constituída por áreas urbanas, industriais e rurais, áreas degradadas e em regeneração, bem como as características dos remanescentes da paisagem natural (por exemplo, tamanho, perímetro e grau de isolamento – distância – em relação a fragmentos adjacentes) têm implicações importantes em relação à capacidade desses fragmentos conservarem a biodiversidade (LOVEJOY *et al.*, 1986; RIBEIRO *et al.*, 2009; TERBORGH *et al.*, 2001). Por outro lado, as características das espécies que ocorrem por lá são também fundamentais, como o tamanho, comportamento, grau de especialização em relação ao tipo de ambiente requerido e a dieta, entre outras, que por sua vez repercutem sobre as necessidades de espaço e qualidade do ambiente protegido necessárias para manter populações minimamente viáveis em longo prazo (GILPIN; SOULÉ, 1986).

A grande redução na área da Mata Atlântica, que ocasionou a perda de habitats para espécies nativas do bioma resultou, portanto, em uma paisagem extremamente fragmentada. São 232.939 fragmentos com área igual ou superior a 3 ha, e mais de 22 mil destes apresentam área inferior a 5 ha (FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INPE, 2009). Vários estudos têm demonstrado que populações de certas espécies de plantas e animais da Mata Atlântica, a princípio protegidas em UCs, não conseguem manter-se ou estariam fadadas a desaparecer devido à falta de capacidade da unidade de conservação em sustentar processos ecológicos fundamentais, resultando na preservação a médio e longo prazo de apenas um subconjunto das espécies originais (LAURANCE, 1999; SILVA; TABARELLI, 2000). Apenas UCs com área em torno de 200 mil ha ou mais, por exemplo, teriam a capacidade de assegurar a manutenção de toda – ou de quase toda – a avifauna original (MARSDEN *et al.*, 2005). Para manter populações viáveis de grandes felinos, como a onça pintada, seriam necessárias extensões superiores a 2 milhões de ha (LEITE *et al.*, 2002). Apenas o bioma Amazônia possui UCs de proteção integral dessa escala.

Outra consideração importante é que as UCs existentes na Mata Atlântica e a sua distribuição ainda não seriam suficientes para assegurar a conservação de certas espécies. Apenas 47 entre 104 espécies de vertebrados terrestres endêmicos e ameaçados de extinção do bioma que foram estudados por Paglia *et al.* (2004) estavam efetivamente protegidas por UCs. Provavelmente, uma situação semelhante ocorre nos demais biomas, mas na Mata Atlântica o problema é certamente mais grave, devido ao elevado grau de antropização. Essas lacunas de cobertura geográfica em áreas protegidas podem levar a extinções locais, no caso de espécies de ampla distribuição, ou mesmo a extinções globais – isto é, em toda a área de ocorrência das espécies –, no caso de espécies com distribuições muito restritas. Claramente existe a necessidade de expandir a área destinada à conservação do bioma e adotar estratégias para incrementar a capacidade de conservação das áreas protegidas já existentes, buscando a integração dessas com a paisagem antropizada do entorno.

Como consequência, a Mata Atlântica apresenta os maiores índices de espécies ameaçadas de extinção entre todos os biomas brasileiros. Do total de 627 espécies ameaçadas no Brasil – ver capítulo anterior sobre o estado da conservação da flora e da fauna –, 380 são da Mata Atlântica (60,6%). Além disso, acredita-se que aproximadamente 8,5% das espécies de vertebrados terrestres do bioma e cerca de um quarto de suas espécies endêmicas encontram-se atualmente ameaçadas de extinção (PAGLIA; DA FONSECA; SILVA, 2008). Dessa forma, a Mata Atlântica é o mais ameaçado dos biomas brasileiros. E, recentemente, foi classificada como o ecossistema mais devastado e ameaçado do planeta (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2005). À semelhança do bioma Cerrado, a Mata Atlântica é considerada um dos 34 *hotspots* mundiais de biodiversidade (MITTERMEIER *et al.*, 2004).

Iniciativas vêm sendo desenvolvidas com a finalidade de melhorar a capacidade de conservação da biodiversidade na Mata Atlântica e em outros biomas. Várias estratégias estão sendo adotadas, como a criação e operacionalização de mosaicos de UCs, ou seja, a gestão integrada de unidades de conservação de diferentes categorias localizadas próximas, adjacentes ou mesmo sobrepostas umas às outras. Mosaicos de UCs permitem não apenas a expansão da área total sob regime especial de conservação e manejo, mas também o incremento na qualidade do ambiente protegido e, conseqüentemente, da biota conservada. Outras estratégias importantes incluem o incentivo à participação de pessoas

físicas no processo de conservação da biodiversidade, por meio da criação de UCs em propriedades privadas – as reservas particulares do patrimônio natural (RPPNs) –, e a conexão de fragmentos isolados. Essas estratégias para melhorar a eficiência e a efetividade da conservação podem ocorrer de maneira isolada, mas têm o potencial de alcançar melhores resultados quando integradas umas às outras. Há várias experiências de adoção dessas estratégias de integração em andamento na Mata Atlântica. Talvez a mais conhecida e precursora seja o Projeto Corredores Ecológicos (PCE)¹³ (BRASIL, 2009b).

7 PAMPA

Com uma área de 176.496 km², o bioma Pampa está presente no Brasil¹⁴ somente na porção sul do Rio Grande do Sul (abaixo do paralelo 30°), onde ocupa 53% do estado (IBGE, 2004a). A área corresponde aos campos da metade sul e das missões do Rio Grande do Sul, enquanto o restante do estado é ocupado pelo bioma Mata Atlântica, localizado ao norte (mapa 1).

Quando comparado aos demais biomas continentais brasileiros, há relativamente poucos dados disponíveis sobre o bioma Pampa, utilizando-se o recorte definido pelo IBGE (2004a). Uma das razões é que, sob o ponto de vista da pesquisa biológica, este geralmente é tratado como parte de uma área mais abrangente de vegetação campestre do sul do Brasil, os chamados “Campos Sulinos”. Além de todo o bioma Pampa, os Campos Sulinos incluem também áreas localizadas no Planalto Sul-Brasileiro, os quais formam mosaicos com as florestas na metade norte do Rio Grande do Sul e nos estados de Santa Catarina e Paraná. Estes campos do Planalto Sul-Brasileiro, porém, estão inseridos no bioma Mata Atlântica, na definição do IBGE (2004a). Outra razão é um certo “desinteresse histórico” em relação à conservação dos campos do sul do Brasil (OVERBECK *et al.*, 2009), o que pode ser constatado também pelo tamanho modesto de sua área protegida por meio de UCs, conforme assunto adiante. Os dados apresentados para o Pampa, portanto, referem-se àqueles disponíveis para os Campos Sulinos, particularmente para o estado do Rio Grande do Sul, onde se encontram 75% destes.

A vegetação predominante no Pampa é a campestre, com muitas espécies herbáceas, arbustivas e de arvoretas coexistindo em uma matriz de gramíneas (OVERBECK *et al.*, 2009). Os campos já existiam naturalmente quando da chegada dos primeiros grupos humanos à região, há aproximadamente 12 mil anos, conforme evidenciado pela análise de pólen e de partículas de carvão e sedimentos (BEHLING *et al.*, 2004). A pecuária de corte foi iniciada no século XVII, quando missionários jesuítas introduziram cavalos e gado na região. Desde então, a vegetação campestre tem sido um dos pontos principais a sustentar uma economia baseada na criação de gado. Durante as três últimas décadas uma grande porção de áreas com vegetação de campo foi convertida em cultivo agrícola. Às vezes, as culturas são estabelecidas em bases rotacionais, havendo períodos de descanso, em que a terra é utilizada apenas como pastagem para o gado (PILLAR; QUADROS, 1997).

A criação de gado de forma extensiva, por sua vez, é a principal atividade econômica dos campos do sul do Brasil, e o fogo é utilizado como ferramenta de manejo ao final do inverno (PILLAR; QUADROS, 1997). Juntos, o pastejo do gado e o fogo são considerados os principais fatores que definem a vegetação campestre. Por outro lado, o pastejo excessivo resulta em diminuição na cobertura do solo e em riscos de erosão, além de substituição de espécies forrageiras produtivas por espécies menos produtivas e de menor qualidade, ou até na perda completa das boas espécies forrageiras (OVERBECK *et al.*, 2009).

Pelas razões expostas anteriormente, o conhecimento sobre a biodiversidade do Pampa é ainda mais incompleto do que aquele disponível sobre os outros biomas. Estima-se a existência de 3 mil espécies de plantas campestres no Rio Grande do Sul (BOLDRINI, 1997; OVERBECK *et al.*, 2009), além de 150 espécies de peixes – 12 endêmicas –, 476 de aves – 2 endêmicas – e 102 de mamíferos – 2 endêmicas –, não havendo estimativas sobre o número total de anfíbios e répteis (SABINO; PRADO, 2006).

13. O PCE vem sendo executado pelo MMA desde 2002, com recursos nacionais – US\$ 8,6 milhões – e externos – US\$ 27,3 milhões.

14. Além do Brasil, o Pampa está presente também no Uruguai e na Argentina.

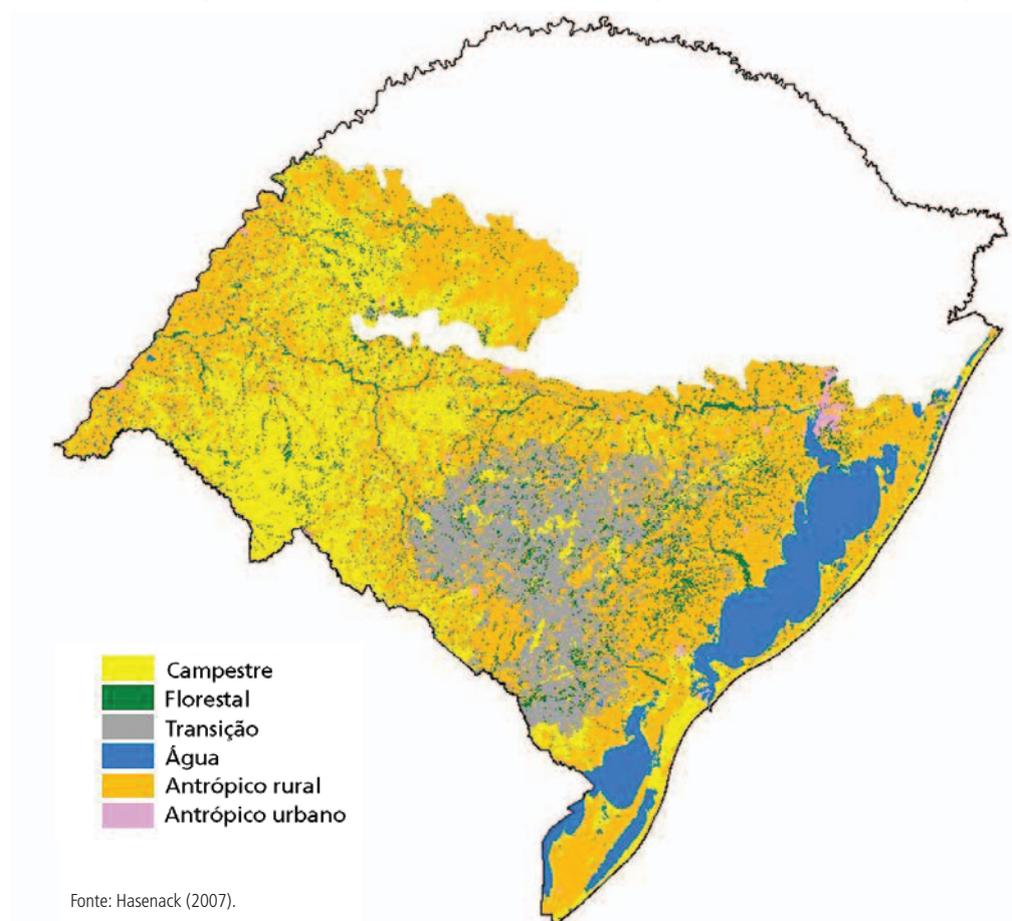
Assim como os demais biomas, o Pampa teve sua vegetação mapeada em escala 1:250.000, utilizando a interpretação de imagens de satélite Landsat obtidas em 2002.¹⁵ As imagens foram interpretadas buscando-se identificar categorias que indicassem um domínio fisionômico florestal ou campestre e que dessem ideia do grau de pressão antrópica sobre a formação. Áreas com algum uso, mais que tenham mantido aspectos fisionômicos similares à condição original – por exemplo, os campos com utilização para pecuária extensiva – foram consideradas como remanescentes. Entretanto, áreas urbanizadas, campestres com uso agropecuário intensivo ou com sinais de terem sido utilizadas em passado recente para atividade agrícola foram consideradas não remanescentes (HASENACK, 2007).

Segundo esses critérios, 41,3% da área total do Pampa apresentam cobertura vegetal remanescente, divididos em três tipos de formações vegetais: a campestre, que representa 23%; a florestal, que representa 5,4% e a área de transição,¹⁶ com 12,9% do total do bioma. As classes de uso antrópico foram divididas em rural e urbana, representando 47,9 e 0,8% da área total do bioma, respectivamente. Os restantes 10% da área total do Pampa correspondem a áreas ocupadas por água (HASENACK, 2007; BRASIL, 2007) (mapa 6).

Porém, as áreas campestres ou florestais do bioma sem qualquer uso antrópico são bastante reduzidas, correspondendo a 20.855,66 km² ou 11,7% do Pampa. Mesmo UCs com predomínio de formações campestres como a reserva biológica do Ibirapuitã e o Parque Estadual do Espinilho apresentam algum tipo de pressão antrópica, especialmente por pecuária (HASENACK, 2007).

MAPA 6

Cobertura vegetal natural campestre, florestal e de transição bem como superfícies de água e usos antrópicos



15. O mapeamento da cobertura vegetal do Pampa foi realizado por pesquisadores da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Embrapa Clima Temperado e Embrapa Pecuária Sul, com recursos do MMA. Os dados estão disponíveis em: <<http://www.mma.gov.br/portalbio>>.

16. Áreas com presença de formação herbáceo-arbustiva nativa com uso pecuário e floresta nativa.

Os principais usos da terra e fatores de transformação dos campos do sul do Brasil, portanto, que impactam a biodiversidade nativa, refere-se à expansão da produção agrícola, da silvicultura e de pastagens cultivadas. A expansão da produção agrícola levou a uma redução de 25% na área de campos naturais no sul do Brasil,¹⁷ nos últimos 30 anos (OVERBECK *et al.*, 2009). No Rio Grande do Sul, sete milhões de ha (um quarto da área total do estado) foram usados para a produção de soja em 2000 e 2001 (BISOTTO; FARIAS, 2001; OVERBECK *et al.*, 2009). Os três estados do sul do Brasil produzem atualmente 60% do arroz brasileiro, sendo 50% apenas no Rio Grande do Sul, totalizando 6,5 milhões de ha em área (OVERBECK *et al.*, 2009, citando dados da Embrapa). No sul do Rio Grande do Sul, plantações de *Eucalyptus* sp. – e, em menor extensão, de *Acacia* sp. – estão aumentando em área rapidamente para fins de abastecimento de indústrias de papel e celulose, levando também à perda de espécies campestres (PILLAR; BOLDRINI; LANGE, 2002). Porém, como ressaltam Overbeck *et al.* (2009), não existem dados específicos do impacto causado por essas plantações sobre a fauna e a flora do sul do Brasil, bem como inexitem dados recentes e confiáveis sobre a expansão da plantação de árvores naquela região.

A intensificação da produção pecuária tem levado ao aumento da área de pastagens cultivadas. Em 1996, sete milhões de ha na região Sul do Brasil eram destinados a tal uso, principalmente com espécies exóticas (OVERBECK *et al.*, 2009). Algumas dessas espécies tornaram-se invasoras, isto é, espalharam-se rapidamente pela região, impactando ainda mais a biodiversidade nativa. Um exemplo emblemático é o capim-annoni (*Eragrostis plana*), espécie africana que apresenta baixa palatabilidade e não satisfaz as demandas nutricionais do gado. Introduzida acidentalmente nos anos 1950 e com sementes comercializadas no início dos anos 1970, estima-se que mais de um milhão de ha no estado do Rio Grande do Sul já tenham sido invadidos pela espécie (MEDEIROS; FOCHT, 2007; MEDEIROS; SAIBRO; FOCHT, 2009). Atualmente o capim-annoni é considerado uma espécie invasora de extrema agressividade e difícil controle, apresentando impactos negativos na diversidade dos campos e ocasionando baixa produtividade das pastagens (REIS, 1993). Esta última, por sua vez, resulta no sobrepastejo durante o inverno, facilitando a degradação do solo em regiões com condições de solos vulneráveis. Um dos exemplos mais extremos dessa situação localiza-se no sudoeste do Rio Grande do Sul, onde houve erosão severa e formação de extensas manchas de areia, em um processo de desertificação que afeta uma área total de 37 km² (SUERTEGARAY; GUASSELLI; VERDUM, 2001).

Como mencionado anteriormente, o bioma Pampa é um dos que goza de menos proteção por UCs, ficando atrás apenas do Pantanal. Segundo dados do CNUC/MMA (BRASIL, 2009), são 15 áreas protegidas, sendo quatro federais – duas de proteção integral e duas de uso sustentável, que somam 463 mil ha – e 11 estaduais – 10 de proteção integral e uma de uso sustentável, que somam 149 mil ha. As UCs existentes cobrem uma área que corresponde a 3,4% do bioma, mas esta cobertura diminui para apenas 1,1% se as APAs forem desconsideradas – APAs constituem 99,3% da área das UCs de uso sustentável.

As primeiras UCs do Pampa foram criadas na década de 1970, quando o governo do Rio Grande do Sul constituiu seis UCs de proteção integral, com área correspondente a pouco mais de 42.700 ha. A maior dessas é o Parque Estadual do Delta do Jacuí, com pouco mais de 14 mil ha, até hoje a maior unidade de conservação estadual de proteção integral do bioma. Na década seguinte foi criada, pela União, a maior unidade de conservação de proteção integral do Pampa, a Estação Ecológica do Taim, com 111 mil ha. Nos anos 1990, também por iniciativa do governo federal, foi criada a APA do Ibirapuitã, com aproximadamente 316 mil ha. Apenas duas UCs foram constituídas na presente década, ambas estaduais e de proteção integral, que juntas somam uma área de apenas 3.700 ha.

8 PANTANAL

Com uma área total de 150.355 km², o bioma Pantanal está inserido na Bacia do Alto Paraguai e abrange no Brasil parte dos estados de Mato Grosso e Mato Grosso do Sul¹⁸ (mapa 1). Seus limites coincidem com

17. Essa redução considera toda a área de ocorrência dos “Campos Sulinos”, e não apenas os campos localizados no bioma Pampa.

18. Além do Brasil, o Pantanal está presente também em uma pequena faixa no Paraguai e na Bolívia.

a chamada “Planície do Pantanal” ou “Pantanal Mato-grossense”, que representa a parte mais baixa da bacia hidrográfica e é também a maior superfície interiorana inundável do mundo (IBGE, 2004a).

As grandes inundações, que a cada ano ocupam cerca de 80% do Pantanal durante o primeiro semestre, constituem a característica mais marcante do bioma. Estas modificam profundamente o meio físico, o cotidiano das populações locais e os habitats das espécies (ALHO, 2008; IBGE, 2004a), sendo essenciais para a manutenção das condições ecológicas lá existentes. Por outro lado, como ressaltam Silva *et al.* (2006), a manutenção da cobertura vegetal nessa extensa planície é condição básica para garantir a continuidade dos pulsos de inundação e, conseqüentemente, da vida silvestre.

Considerando-se sua reduzida área em relação aos demais biomas brasileiros, a riqueza de espécies do Pantanal pode ser considerada elevada, embora haja na região um baixo número de endemismos. Apenas para mencionar alguns grupos de organismos, ocorrem no bioma aproximadamente 1.900 espécies de plantas superiores (ALHO, 2008; POTT; POTT, 1994), 263 de peixes (ALHO, 2008; BRITSKI; SILIMON; LOPES, 2007), 41 de anfíbios (SABINO; PRADO, 2006; STRUSSMANN *et al.*, 2000), 113 de répteis – 5 endêmicas (BRASIL, 2002), – 463 de aves (TUBELIS; TOMAS, 2003) e 132 de mamíferos – 2 endêmicas (BRASIL, 2002). À exceção de peixes, que apresentam bons níveis de coleta e sobre os quais há um bom nível de conhecimento, todos os demais grupos de vertebrados apresentam baixos níveis de coleta e são insuficientemente conhecidos no bioma Pantanal (SABINO; PRADO, 2006). Dessa forma, os números de espécies desses grupos presentes no bioma podem ser muito maiores do que os atuais.

A principal atividade econômica no Pantanal é a pecuária bovina de corte, realizada de forma extensiva em pastagens naturais. O gado foi introduzido em fazendas no Pantanal a partir de 1740, o que foi favorecido por extensas áreas de campo nativo. Porém, foi somente a partir de 1914, com a criação da Estrada de Ferro Noroeste do Brasil – de Bauru a Corumbá –, que a pecuária entrou no circuito nacional. Nas últimas três décadas, porém, a atividade se expandiu, deixando de ocupar apenas áreas com pastagens naturais e passando a alterar áreas com vegetação arbórea original em todas as quatro regiões fitoecológicas – Mata Decídua, Mata Semidecídua, Cerrado e Chaco – presentes no bioma (ABDON, 2004; ABDON *et al.*, 2007).

As primeiras iniciativas de mapeamento regional da cobertura vegetal ou de desmatamento do Pantanal datam do final da década de 1970.¹⁹ O mais recente mapeamento da cobertura vegetal do Pantanal foi executado entre 2004 e 2006, utilizando os limites para o bioma definidos pelo IBGE (2004a) e imagens de satélite obtidas em 2002.²⁰ Os resultados do estudo indicaram que a área antropizada até 2002 no Pantanal era de 17.439,9 km², o que equivalia a pouco menos de 12% da área total do bioma (ABDON *et al.*, 2007; BRASIL, 2007; SILVA, 2007). Portanto, o Pantanal é o menos antropizado entre todos os biomas continentais brasileiros.

Do total desmatado, 52,3% estavam localizados no Mato Grosso e 47,7% no Mato Grosso do Sul, o que corresponde à supressão de 14,7% da área do bioma originalmente presente no Mato Grosso e de 8,9% no Mato Grosso do Sul. Os desmatamentos foram realizados, sobretudo, para o estabelecimento de pastagens plantadas. Este tipo de uso do solo correspondeu a 98,1% da área desmatada, enquanto as atividades agrícolas, áreas urbanas e áreas degradadas por mineração, somadas, corresponderam a aproximadamente 1,9% do total da área desmatada no bioma Pantanal até 2002 (ABDON *et al.*, 2007). Os desmatamentos estão localizados principalmente nas áreas periféricas do Pantanal, em seus limites com a Amazônia (região norte) e com o Cerrado (norte e leste, mapa 7).

19. Revisão das iniciativas em Silva (2007) e Silva *et al.* (2006).

20. O mapeamento da cobertura vegetal do Pantanal foi realizado pela Embrapa Informática Agropecuária, em parceria com o Inpe, a Embrapa Gado de Corte e o Instituto de Meio Ambiente Pantanal (IMAP) da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA) do MS, a partir de um projeto de pesquisa apoiado pelo MMA.

MAPA 7

Distribuição das áreas desmatadas até 2002 nos municípios que compõem a área do bioma Pantanal

Fonte: Abdon *et al.* (2007).

Por se tratar de um bioma altamente influenciado pelo regime hídrico, qualquer intervenção humana que altere os ciclos hidrológicos naturais poderá colocar em risco a biodiversidade, as populações humanas e as atividades econômicas estabelecidas na região. Nesse sentido, as maiores ameaças ao bioma referem-se à execução de dragagens, à construção de diques e barragens ao longo da planície do Pantanal, ou mesmo no planalto adjacente, pertencente à Bacia do Alto Paraguai, onde estão localizadas as cabeceiras de diversos rios que compõem a bacia pantaneira.

Dois conjuntos de ações destacam-se pelos impactos que poderiam causar ao bioma como um todo. O primeiro refere-se ao projeto da chamada Hidrovia Paraguai-Paraná, que tinha por objetivo tornar esse sistema fluvial navegável durante o ano inteiro, de Nova Palmira, no Uruguai, até Cáceres, no Brasil. Embora a hidrovia já exista naturalmente e seja utilizada pelas populações locais desde antes da colonização europeia na

América do Sul, há limitações em relação ao tamanho dos navios que podem transitar por ela, especialmente durante a estação seca. Assim, um conjunto de obras de engenharia, que incluía dragagens, expansão de curvas, remoção de rochas ou aprofundamento de fundo rochoso, alargamento do leito em vários trechos e balizamento, tornaria viável o trânsito de grandes comboios de carga, reduzindo o percurso e o custo de transporte de produtos dos cinco países da Bacia do Prata, isto é, Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai. Porém, fortes controvérsias, baseadas em estudos que questionavam os relatórios oficiais e indicavam sérios impactos ambientais e sociais, diretos e indiretos, a serem causados pela ampliação da hidrovia,²¹ além de questionamentos quanto à sua viabilidade econômico-financeira,²² levaram à não implementação do projeto.

O segundo conjunto refere-se à instalação de usinas hidrelétricas, tema debatido por especialistas durante o *workshop* Influência de Usinas Hidrelétricas no Funcionamento Hidro-Ecológico do Pantanal, Brasil, realizado como parte da programação da VIII Conferência Internacional de Áreas Úmidas (International Wetlands Conference – Intecol) – Cuiabá, 20 a 25 de julho de 2008. Segundo o documento resultante do evento (CALHEIROS *et al.*, 2009), aproximadamente 70% da água do sistema Bacia do Alto Paraguai/Pantanal tem origem na parte norte da bacia, e o rio Cuiabá, com aproximadamente 40% da água do sistema, é o principal afluente formador do Pantanal.²³ Além disso, 75% dos 115 projetos de barramento previstos para a bacia do Alto Paraguai (BAP) estão localizados na região Norte, no Mato Grosso,²⁴ e os principais tributários do rio Cuiabá já apresentam barramentos de grande porte. Embora 73% dos empreendimentos refiram-se a pequenas centrais hidrelétricas (PCHs), estas se encontram localizadas e/ou previstas para um mesmo rio, resultando em um impacto conjunto significativo. Dessa forma, o cenário para o bioma, representado pelo conjunto de empreendimentos previstos para a bacia do Alto Paraguai, é preocupante (CALHEIROS *et al.*, 2009), devido ao elevado potencial de alteração do regime de inundações sazonais e interanuais de toda a planície pantaneira (GIRARD, 2002) e, particularmente do Parque Nacional do Pantanal Matogrossense, sua principal unidade de conservação. O documento apresenta, também, um conjunto de 27 recomendações voltadas para a conservação do bioma, resultantes do *workshop* de Cuiabá.

O bioma Pantanal conta com apenas cinco UCs, o menor número e o que proporcionalmente tem a menor cobertura por UCs entre os biomas continentais brasileiros. São duas UCs federais e três estaduais, todas de proteção integral, cuja área total soma aproximadamente 440 mil ha, o que corresponde a 2,9% da área do bioma. As duas UCs federais, o Parque Nacional do Pantanal Matogrossense (135.600 ha) e a Estação Ecológica do Taíamã (14.300 ha), foram criadas em 1981. Em 2000 o Mato Grosso do Sul criou o Parque Estadual do Pantanal do Rio Negro (77 mil ha) e na década atual o Mato Grosso constituiu suas duas unidades, o Parque Estadual do Guirá (103 mil ha) e o Monumento Natural Estadual Morro de Santo Antônio (258 ha).

9 ZONA COSTEIRA E MARINHA

Conforme mencionado, a Zona Costeira e Marinha tem sido tratada como um “sétimo bioma” brasileiro no âmbito das políticas governamentais, especialmente as ambientais, embora a definição oficial de bioma, baseada na distribuição contígua da vegetação, não lhe seja aplicável. A Zona Costeira e Marinha é a fusão de conceitos, ações e políticas relacionadas à gestão e do ordenamento territorial, e ao reconhecimento da soberania nacional sobre recursos econômicos marinhos.

A Constituição Federal de 1988 reconhece a zona costeira como patrimônio nacional e estabelece que sua utilização deve se dar em condições que assegurem a preservação do meio ambiente, inclusive quanto ao uso dos recursos naturais. A legislação infraconstitucional que trata da zona costeira a define como o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo os seus recursos renováveis ou não renováveis. A faixa marítima da zona costeira estende-se por 12 milhas náuticas medidas a partir da linha de costa – o Mar Territorial. A faixa terrestre corresponde ao espaço compreendido entre a linha de costa e os limites internos dos municípios que sofrem influência direta dos fenômenos que ocorrem

21. Ver, por exemplo, Dunne *et al.* (1997) e Huszar *et al.* (1999).

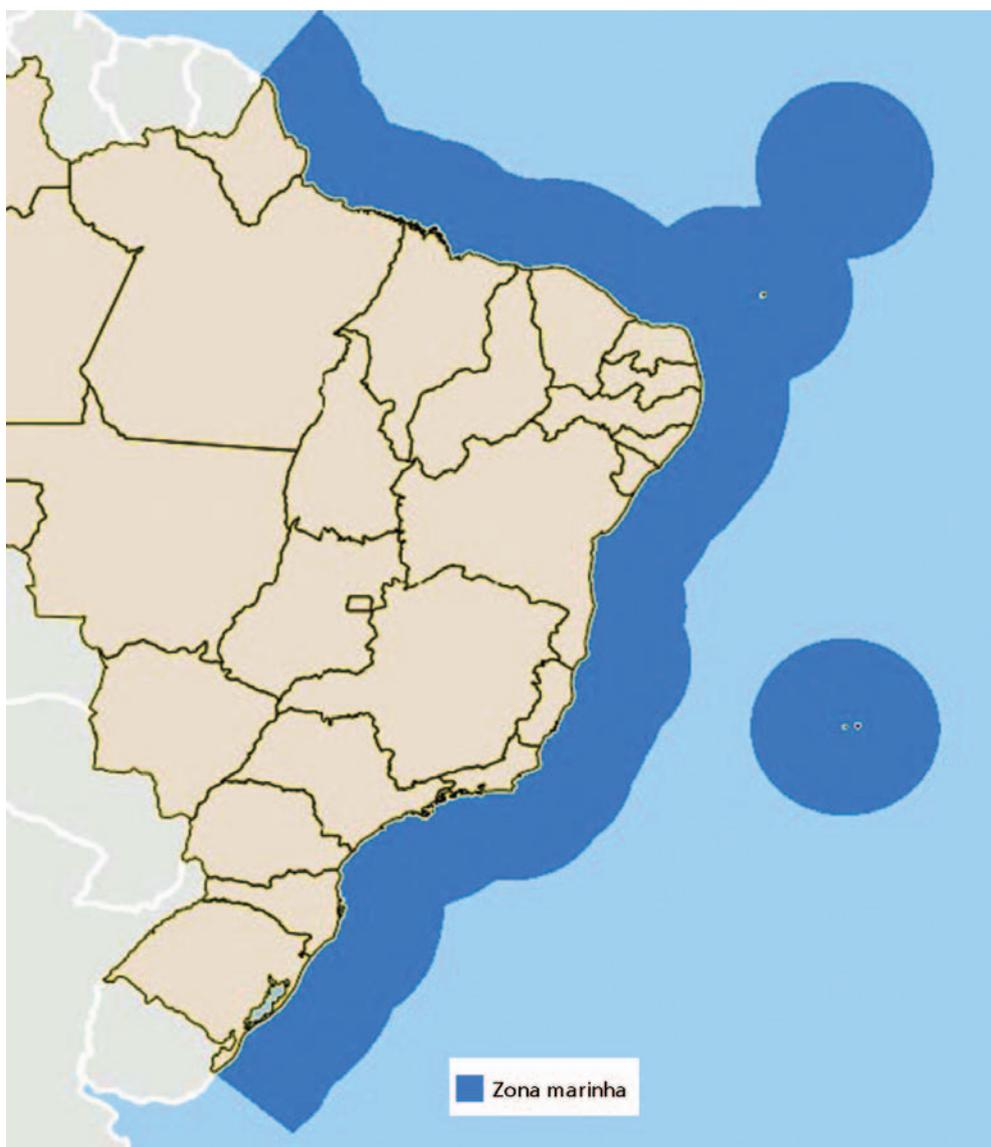
22. Ver, por exemplo, CEBRAC *et al.* (1994).

23. Dados de Brasil (1997).

24. Dados da Aneel (2009) *apud* Calheiros *et al.* (2009, p. 7). Disponível em: <<http://www.aneel.gov.br>>.

na zona costeira – ver Lei nº 7.661/1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro, e o Decreto nº 5.300/2004, que a regulamenta. A zona costeira possui uma área de aproximadamente 514 mil km², dos quais 324 mil km² correspondem ao território de 395 municípios distribuídos em 17 estados litorâneos (BRASIL, 2008). Já a zona marinha compreende, além do Mar Territorial: *i*) a região conhecida como zona econômica exclusiva, que se estende a partir de 12 e até 200 milhas náuticas, o que corresponde a aproximadamente 3,5 milhões de km²; e *ii*) a plataforma continental, definida de acordo com a Convenção das Nações Unidas sobre o Direito do Mar (mapa 8). Em maio de 2007, a Organização das Nações Unidas aprovou o pleito brasileiro para incorporação de mais 712 mil km² de extensão da plataforma continental para além das 200 milhas náuticas (BRASIL, 2008).

MAPA 8
Limites da zona marinha



Fonte: I3Geo²⁵/MMA.

A Zona Costeira e Marinha (ZCM) acompanha os mais de 8 mil quilômetros da costa brasileira e abriga uma grande diversidade de ambientes, como estuários, praias, dunas, os únicos recifes de coral de todo o

25. Software disponível em: <<http://mapas.mma.gov.br/i3geo/aplicmap/geral.htm>>.

Atlântico Sul e a maior extensão contínua de manguezais do planeta. Cinco dos seis biomas continentais brasileiros possuem interface com a ZCM (BRASIL, 2008). Considerando aspectos físicos e biológicos, estima-se que existam entre três e nove grandes regiões marinhas no Brasil. O Programa Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (REVIZEE), por exemplo, subdividiu a zona econômica exclusiva em quatro regiões – norte, nordeste, central e sul – com base em características oceanográficas, biológicas e tipo de substrato dominante (BRASIL, 2006).

Sherman (1991) utilizou similaridades nos regimes hidrográficos, de topografia submarina, produtividade biológica e relações tróficas²⁶ de dependência entre populações de organismos para definir grandes ecossistemas marinhos. Para Sherman e Hempel (2009), a costa brasileira incluiria três dos 64 grandes ecossistemas marinhos do mundo, as plataformas norte, leste e sul do Brasil. Já Spalding *et al.* (2007), a partir de uma análise que considera características físicas, mas principalmente aspectos relacionados ao padrão de distribuição de espécies, propõem a existência no Brasil de nove ecorregiões²⁷ marinhas, de um total de 232 identificadas no mundo. Esses estudos poderão, no futuro, subsidiar a definição de biomas marinhos a partir de critérios físicos e biológicos.

A biodiversidade marinha da costa brasileira é ainda relativamente pouco conhecida. No caso de invertebrados bentônicos, já foram registradas pouco mais de 1.300 espécies na costa sudeste do Brasil, com elevado grau de endemismo, mas muitas regiões e ambientes ainda precisam ser adequadamente inventariados. Para grupos mais bem conhecidos, os peixes somam aproximadamente 750 espécies, cuja diversidade é relativamente uniforme ao longo da costa e de baixo grau de endemismo (AMARAL; JABLONSKI, 2005). O litoral brasileiro abriga ainda aproximadamente 50 espécies de mamíferos, 111 espécies de aves e cinco das sete espécies de tartarugas marinhas conhecidas no mundo (ROSSI-WONGTSCHOWSKI *et al.*, 2006). O avanço das pesquisas brasileiras demonstra que as áreas mais profundas podem trazer grandes descobertas, conforme descrito no capítulo anterior. Enquanto nas águas rasas brasileiras encontram-se apenas 18 das mais de 350 espécies de corais existentes no planeta, das quais oito são endêmicas, em águas profundas já foram registradas mais de 41 espécies de corais (PRATES, 2008).

Aproximadamente 22% da população do país, 43 milhões de pessoas, vivem na zona costeira, sendo que 16 das 28 regiões metropolitanas brasileiras, com uma população de mais de 35 milhões de pessoas, estão localizadas no litoral (BRASIL, 2008). Na ZCM se concentram as principais atividades econômicas do país, com destaque para as industriais, o extrativismo mineral – principalmente a exploração de petróleo –, as atividades portuárias, o extrativismo pesqueiro, a maricultura e o turismo, entre outras, responsáveis por 70% do produto interno bruto nacional (BRASIL, 2008; SCHERER; SANCHES; NEGREIROS, 2009). A grande população e a intensidade das atividades econômicas geram problemas ambientais, destacando-se o desmatamento dos poucos remanescentes da vegetação nativa, a ocupação e o uso desordenado do solo, e a poluição química e orgânica, levando ao comprometimento da qualidade do meio ambiente, especialmente nas grandes cidades e no seu entorno, impactos ambientais que se propagam para o ambiente marinho (BRASIL, 2008; SCHERER; SANCHES; NEGREIROS, 2009).

O nível de proteção do ambiente marinho por UCs é o mais baixo comparado aos biomas continentais brasileiros. Apenas 1,5% da zona marinha é coberta por UCs e esta porcentagem cai para meros 0,3% caso a área de APAs não seja contabilizada. São ao todo 40 UCs, 22 federais e 18 estaduais, que somam 5,4 milhões de ha. Entretanto, excluindo-se as APAs – que representam 89,4% da área de UCs de uso sustentável –, a área protegida por UCs é de um milhão de ha.

Com área de 35 mil ha, a unidade de conservação mais antiga da zona costeira é a Reserva Biológica do Atol das Rocas, no litoral do Rio Grande do Norte, de 1979. Em 1980 foi criado também o Parque Nacional de Cabo Orange, no extremo norte do Amapá – bioma Amazônia –, com uma área de pouco mais de 600 mil ha, dos quais aproximadamente 200 mil ha correspondem a ambientes marinhos, trecho que constitui a

26. Relações tróficas dizem respeito à transferência de energia entre seres vivos, por meio da alimentação.

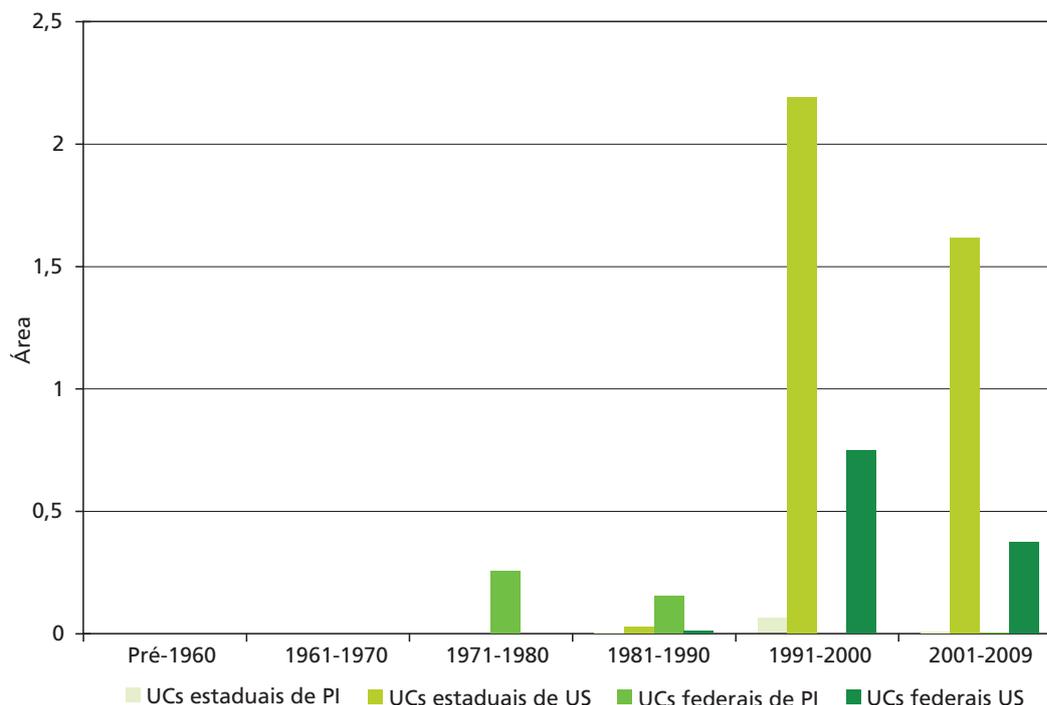
27. Áreas de composição de espécies relativamente homogêneas, claramente distintas de sistemas adjacentes. A composição de espécies pode ser determinada pela predominância de um número pequeno de ecossistemas ou uma suite distinta de feições oceanográficas ou topográficas. Os agentes biogeográficos dominantes e determinantes definidores das ecorregiões variam, mas podem incluir isolamento, ressurgência, aporte de nutrientes, aporte de água doce, regime de temperatura, exposição, sedimentação, correntes, batimetria ou complexidade costeira (SPALDING *et al.*, 2007).

maior área contínua de unidade de conservação de proteção integral existente na zona marinha. Na década seguinte, mais cinco UCs federais de proteção integral exclusivas à zona marinha foram criadas, com destaque para as duas maiores, o Parque Nacional Marinho de Abrolhos (aproximadamente 90 mil ha) e o de Fernando de Noronha (aproximadamente 11mil ha). A maior UC estadual de proteção integral é o Parque do Parcel de Manuel Luiz, no Maranhão, criado em 1991, com 50 mil ha. Nas últimas duas décadas, apenas duas pequenas UCs de proteção integral foram criadas, ambas pelo estado de São Paulo, cobrindo uma área de pouco mais de 5 mil ha. Assim como nos biomas terrestres, a ênfase tem sido dada à criação de unidades de proteção de uso sustentável, que totalizam 11 APAs (2,5 milhões de ha) e nove reservas extrativistas marinhas (500 mil ha) (gráfico 6).

GRÁFICO 6

Quantidade de área protegida por UCs de proteção integral e de uso sustentável, criadas pelos governos estaduais e federal na zona marinha, por décadas

(Em milhões de ha)



Fonte: Brasil (2009).

10 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O conhecimento e a conservação dos biomas brasileiros têm avançado bastante nos últimos anos. Um exemplo foi o aprimoramento do monitoramento dos desmatamentos da Amazônia, por meio da criação de outros sistemas além do Prodes, e a extensão do monitoramento oficial dos desmatamentos a todos os biomas extra-amazônicos, conforme relatado ao longo do capítulo. Iniciado há menos de dois anos, o projeto resultante da parceria entre o MMA, Ibama e o PNUD já começa a trazer resultados positivos, como os primeiros números oficiais sobre o desmatamento do Cerrado e da Caatinga, algo inédito até então. Essa iniciativa é essencial para o cumprimento das metas de redução de emissões de gases de efeito estufa oriundas do desmatamento, assumidas pelo governo brasileiro por meio da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC) – Lei Federal nº 12.187/2009. Porém, a execução do projeto depende de recursos externos e da contratação de consultores,²⁸ o que revela um descompasso entre a importância estratégica do tema para o Estado brasileiro e a prioridade que efetivamente vem sendo dedicada a este em nível governamental.

28. No primeiro período de execução do Projeto Monitoramento do Desmatamento nos Biomas Brasileiros por Satélite, relativo ao exercício de 2009, foram investidos pouco mais de R\$ 1 milhão pelo PNUD, utilizado sobretudo na contratação de 25 consultores.

Outro avanço foi o estabelecimento das metas nacionais de biodiversidade para 2010, pela Comissão Nacional de Biodiversidade (Conabio).²⁹ A Conabio tem várias atribuições relacionadas à implementação da Política Nacional de Biodiversidade e da CDB em nosso país, e conta entre seus membros com a participação de ministérios e outros órgãos governamentais, de entidades representativas da comunidade científica e da sociedade civil, sendo presidida pelo MMA. As metas nacionais, portanto, são o resultado de negociações entre diversos setores governamentais e da sociedade civil organizada. Em relação aos biomas, a meta é que pelo menos 30% da Amazônia e 10% dos demais biomas e da Zona Costeira e Marinha sejam efetivamente conservados por unidades de conservação do SNUC. Para a Amazônia e Mata Atlântica a meta está próxima de ser alcançada, mais provavelmente não será atingida em 2010. Adicionalmente, a distribuição das UCs pelos biomas brasileiros é bastante desigual, como evidenciado no presente capítulo e já ressaltado por Roma e Viana (2009), fato que torna a meta de conservação de 10% mais distante de ser cumprida em alguns biomas. Há que se considerar, ainda, que parte significativa da área total de UCs corresponde a APAs, categoria com baixos níveis de restrição de uso, o que gera dúvidas quanto à efetividade do sistema de UCs que está sendo constituído, particularmente para a Caatinga, o Pampa e a Zona Costeira e Marinha.

O aumento do número de áreas protegidas e das exigências de conservação dos biomas nacionais tem como um de seus grandes limitantes a baixa prioridade orçamentária do MMA no Executivo federal. Por exemplo, as despesas do órgão em relação ao número de hectares de unidades de conservação sob sua administração passaram de R\$ 42,51/ha, em 2000, para R\$ 25,19/ha, em 2006, considerando-se os valores contingenciados. O programa Parques do Brasil é um dos que melhor refletem essa limitação orçamentária: de 2002 a 2005 a média de empenho dos recursos foi de apenas 56%. É patente que se devem priorizar medidas para fortalecer o insuficiente orçamento e sua baixa execução (DUTRA; OLIVEIRA; PRADO, 2006).

Além disso, em relação a recursos humanos, no plano federal o Instituto Chico Mendes tinha em 2009 aproximadamente 2 mil servidores para atender aos serviços exigidos em 304 UCs, 11 centros de pesquisa especializados e na administração central do instituto, um corpo de agentes responsável por 78 milhões de ha – 8,5% do território nacional – que abrigam aproximadamente 630 espécies ameaçadas. Quanto ao grau de consolidação das UCs sob gestão do instituto, com base em dados de 2008, de um total de 299 unidades, “210 não possuíam plano de manejo e 184 careciam de conselhos gestores”, instrumentos fundamentais para o adequado funcionamento de uma UC. Seriam necessários aproximadamente R\$ 700 milhões para consolidar todas as UCs federais, além dos recursos para sua contínua manutenção, estimados em no mínimo R\$ 139 milhões ao ano, sem considerar despesas com pessoal. Importantes fontes de recursos poderiam advir da execução da compensação ambiental prevista na Lei nº 9.985/2000 – Lei do SNUC –, assim como da regulamentação do Art. 33 dessa lei, que trata da “exploração comercial de produtos, subprodutos ou serviços biológicos, cênicos, culturais ou da imagem de uma UC”. Finalmente, há poucos estudos sobre situação financeira, demanda por investimento e potencial de geração de receitas próprias pelas UCs, os quais poderiam balizar políticas públicas para superar as restrições ora apresentadas (MUANIS; SERRÃO; GELUDA, 2009).

De fato, o conhecimento sobre os benefícios econômicos proporcionados pela biodiversidade, nos três níveis considerados pela CDB e também pela Política Nacional de Biodiversidade, é particularmente escasso. Considerando-se o nível dos biomas brasileiros, Camphora e May (2006) avaliaram 11 estudos de valoração ambiental realizados entre 1994 e 2003 em unidades de conservação da Mata Atlântica, com o objetivo de propor aprimoramentos no uso de ferramentas econômicas para valoração dos seus serviços ecossistêmicos. Os autores defendem, inclusive, que estimar tais valores pode fundamentar cálculos para a compensação ambiental prevista no Art. 36 da Lei do SNUC, no caso do licenciamento de empreendimentos com significativo impacto ambiental. O valor máximo atribuído anualmente para cada hectare entre as 11 UCs investigadas chegou a aproximadamente US\$ 708 Contudo ressalva-se a complexidade associada aos cenários de análise, dada a distinção das categorias de UCs, assim como a heterogênea percepção dos usos diretos e indiretos por populações humanas, no caso de questionários aplicados. Um dos maiores benefícios indiretos associados à proteção da biodiversidade proporcionada por uma UC talvez seja o caso dos recursos hídricos. Nesse sentido, o capítulo do presente livro denominado

29. Resolução do Conabio nº 3/2006. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/conabio>>.

O Pagamento pelo Consumo de Água Proveniente de Unidades de Conservação: o caso do Distrito Federal, toma como base o volume captado pela concessionária de água distrital no interior do Parque Nacional de Brasília e estima um valor mensal de até R\$ 162.000,00 como contribuição financeira à proteção proporcionada pela UC ao recurso hídrico utilizado, segundo o Art. 47 da Lei do SNUC. Porém, como este artigo ainda não foi regulamentado pelo Executivo,³⁰ a proteção dos recursos hídricos não se converte em receitas para o parque.

Esses estudos ilustram como os benefícios associados à proteção da biodiversidade contida em uma UC poderiam ser traduzidos em valores econômicos, que seriam utilizados para o fortalecimento do SNUC. Entretanto, na prática não existe ainda no Brasil a geração de receitas a partir desses benefícios e, de fato, a estratégia de conservação baseada em UCs é, conforme já apontado, objeto de graves restrições orçamentárias.

O recorte geográfico dos biomas, tal como proposto pelo IBGE (2004a), adequa-se ao planejamento e à execução de ações e políticas públicas que tenham impactos, direta ou indiretamente, sobre a biodiversidade brasileira. Uma maneira de mediar interesses distintos e buscar a conciliação das necessidades de desenvolvimento econômico e de sustentabilidade ambiental é por meio da elaboração de zoneamentos ecológico econômicos (ZEEs). O ZEE é um instrumento que objetiva integrar aspectos naturais e socioeconômicos na gestão do território, cuja origem remonta à Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, realizada em Estocolmo em 1972. Desde então, tem havido tensão latente entre as necessidades de proteção ambiental e de desenvolvimento econômico, que ganhou escala a partir da proliferação e do fortalecimento de órgãos ambientais e de entidades de defesa do meio ambiente, após a Rio 92.

Atualmente o ZEE Brasil é um dos programas que integram o Plano Plurianual (PPA) do governo federal. Sua instância superior é a Comissão Coordenadora do ZEE (CCZEE), composta por diversos ministérios e coordenada pelo MMA. Para a execução do programa, o MMA trabalha em parceria com o consórcio ZEE Brasil, que reúne instituições federais de notória especialização em suas respectivas áreas de atuação. O objetivo do consórcio, que conta com a participação do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (Ipea), é desenvolver metodologias e executar projetos para aperfeiçoar o ZEE, adequando-o às necessidades da gestão territorial do país (BRASIL, 2010). No momento atual, em que o Brasil goza de estabilidade econômica e caminha rumo a uma trajetória de forte crescimento, zoneamentos ecológico-econômicos ganham relevância na conservação e no uso sustentável dos biomas brasileiros.

Ao longo do presente capítulo foram abordadas particularidades sobre os biomas, entre as quais aspectos de riqueza e áreas de endemismo de espécies. Essas são características biológicas únicas, que levaram milhares ou mesmo milhões de anos para se desenvolverem da forma como são hoje, de modo que é impossível recriá-las. Considerando-se o amplo desconhecimento sobre a biodiversidade brasileira e de seus benefícios para a humanidade, e ainda a larga taxa de alteração que os biomas vêm sofrendo ao longo dos últimos anos, é bastante provável que parte considerável do capital natural brasileiro esteja sendo eliminada antes mesmo de ser conhecida pela ciência. Isso pode representar o desperdício de uma grande vantagem competitiva de nosso país, que é o uso sustentável desse patrimônio. Fica aqui a ênfase, portanto, para que o potencial de perda da biodiversidade seja considerado, efetivamente, no âmbito decisório quando da implementação de políticas e ações, nas esferas públicas e privadas, de forma a evitá-lo ou mitigá-lo. Merecem destaque as obras de infraestrutura e o uso do solo para as chamadas atividades produtivas, por serem importantes vetores associados a essa perda.

REFERÊNCIAS

ABDON, M. M. **Os impactos ambientais no meio físico: erosão e assoreamento na bacia hidrográfica do rio Taquari, MS, em decorrência da pecuária**. São Carlos: EESC/USP, 2004.

ABDON, M. M. *et al.* Desmatamento no bioma Pantanal até o ano 2002: relações com a fitofisionomia e limites municipais. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 59, n. 1, p. 17-24, 2007.

30. A despeito de o Decreto nº 4.340/2002, que regulamentou artigos da Lei do SNUC, listar o Art. 47 como objeto da norma, não há no conteúdo do decreto a efetiva regulamentação da contribuição financeira pelo uso de água captada no interior de uma UC.

AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS (ANA). **Região hidrográfica amazônica**. Agência Nacional de Águas, 2010. Disponível em: <<http://www.ana.gov.br/mapainicial/pgMapaA.asp>> Acesso em: 10 fev. 2010.

ALBERNAZ, A. L. K. M.; AVILA-PIRES, T. C. S. (Org.). **Espécies ameaçadas de extinção e áreas críticas para a biodiversidade no Pará**. Belém, 2009.

ALHO, C. J. R. Biodiversity of the Pantanal: response to seasonal flooding regime and to environmental degradation. **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, n. 4, p. 957-966, 2008. Supplement.

AMARAL, A.; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, n. 1, p. 43-51, 2005.

BEHLING, H. *et al.* Late Quaternary Araucaria forest, grassland (campos), fire and climate dynamics, studied by high-resolution pollen, charcoal and multivariate analysis of the Cambará do Sul core in southern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 203, p. 277-297, 2004.

BISOTTO, V.; FARIAS, A. D. Algumas considerações sobre a cultura da soja. *In*: REUNIÃO DE PESQUISA DA SOJA NA REGIÃO SUL: INDICAÇÕES TÉCNICAS PARA A CULTURA DA SOJA NO RIO GRANDE DO SUL E EM SANTA CATARINA 2001/2002, 29. Porto Alegre: Fepagro, 2001, p. 7-17.

BOLDRINI, I. I. Campos do Rio Grande do Sul: caracterização fisionômica e problemática ocupacional. **Boletim do Instituto de Biociências**, UFRGS, v. 56, p. 1-39, 1997.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA). **Plano de Conservação da Bacia do Alto Paraguai (Pantanal) – PCBAP**: análise integrada e prognóstico da bacia do Alto Paraguai. Brasília: PNMA/Secretaria de Coordenação dos Assuntos de Meio Ambiente/MMA, Ministério dos Recursos Hídricos e da Amazônia Legal, 1997.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Biodiversidade brasileira**: avaliação e identificação de áreas e ações prioritárias para conservação, utilização sustentável e repartição dos benefícios da biodiversidade nos biomas brasileiros, biodiversidade. Brasília, 2002.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Relatório Executivo do Programa REVIZEE**. Brasília, 2006.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Mapas de cobertura vegetal dos biomas brasileiros**. Brasília, 2007.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha do Brasil**. Brasília, 2008.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC)**. Brasília, 2009.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Programa Áreas Protegidas da Amazônia (Arpa)**: fase II. Brasília, 2009a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/sbf_arpa2008/_arquivos/docgoverno_arpa_versoiconsultapublica_154.pdf>. Acesso em: 5 mar. 2010.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Projeto Corredores Ecológicos**. Relatório de conclusão de projeto com recursos do Raiforest Trust Fund. Brasília, 2009b.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Programa Zoneamento Ecológico/Econômico (ZEE)**. Brasília: Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/>>. Acesso em: 30 abr. 2010.

BRITSKI, H. A.; SILIMON, K. Z. S.; LOPES, B. S. **Peixes do Pantanal**: manual de identificação. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

CALHEIROS, D. F. *et al.* Influências de usinas hidrelétricas no funcionamento hidro-ecológico do Pantanal Mato-Grossense: recomendações. **Documentos**, n. 102, p. 1-19, 2009.

CÂMARA, I. G. Breve história da conservação da Mata Atlântica. *In*: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Org.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**, State of the Hotspots. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica e Conservação Internacional, p. 31-42. 2005.

CAMPORA, A.; MAY, P. A valoração ambiental como ferramenta de gestão em unidades de conservação: há convergência de valores para o bioma Mata Atlântica? **Megadiversidade**, v. 2, n. 1-2, p. 24-38, 2006.

CAVALCANTI, E.; ARAÚJO, N. **O uso da energia de biomassa no bioma Caatinga**. Fundação Joaquim Nabuco, 2008. Disponível em: <http://www.fundaj.gov.br/geral/VSMA/VSMA2008_2302.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2010.

CENTRO DE SENSORIAMENTO REMOTO DO INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (CSR/IBAMA). **Relatório técnico de monitoramento do desmatamento no bioma Cerrado, 2002 a 2008**. Dados revisados. Brasília: CSR/IBAMA, 2009, p. 67. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/portallbio>>. Acesso em: 15 mar 2010.

_____. **Monitoramento do bioma Caatinga 2002 a 2008, monitoramento do desmatamento nos biomas brasileiros por satélite: acordo de cooperação técnica MMA/IBAMA**. Brasília, 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/portallbio>>. Acesso em: 21 abr. 2010.

CHIARELLO, A. Effects of fragmentation of the Atlantic forest on mammal communities in south-eastern Brazil. **Biological Conservation**, v. 89, p. 71-82, 1999.

_____. Density and population size of mammals in remnants of Brazilian Atlantic forest. **Conservation Biology**, v. 14, p. 1649-1657, 2000.

COIMBRA-FILHO, A.; CÂMARA, I. G. **Os limites originais do bioma Mata Atlântica na região Nordeste do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação Brasileira para Conservação da Natureza, 1996.

COLLI, G. R.; BASTOS, R. P.; ARAUJO, A. F. B. The character and dynamics of the cerrado herpetofauna. *In*: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Org.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002, p. 223-241.

CRUZ, C. B. M.; VICENS, R. S. **Levantamento da cobertura vegetal nativa do bioma Mata Atlântica**. Relatório final. Rio de Janeiro, 2007, p. 84. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/sigepro/arquivos/_6/relatorio_final_M_Atla_4.pdf>. Acesso em: 22 mar. 2010.

DEAN, W. **A ferro e fogo: a história e a devastação da Mata Atlântica brasileira**. São Paulo: Companhia das Letras, 1996.

DIAS, B. F. S. Conservação da biodiversidade no bioma Cerrado: histórico dos impactos antrópicos no bioma Cerrado. *In*: FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A. L. (Org.). **Savanas: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.

DRUMOND, M. *et al.* Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga. *In*: SILVA, J.; *et al.* (Org.). **Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga**. Brasília: MMA, 2003, p. 329-340.

DUNNE, T. *et al.* **O projeto de navegação da Hidrovia Paraguai-Paraná: relatório de uma análise independente**. Nova Iorque: EDF; Brasília: CEBRAC, 1997, p. 230.

DUTRA, R.; OLIVEIRA, A. B.; PRADO, C. G. Execução orçamentária do Ministério do Meio Ambiente entre 2000 e 2005. **Política Ambiental: conservação internacional**, Belo Horizonte, v. 2, 2006.

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

FILGUEIRAS, T. S. Herbaceous plant communities. *In*: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Org.). **The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna**. New York: Columbia University Press, 2002, p. 122-139.

FONSECA, G. A. B. *et al.* Atlantic Forest. *In*: MITTERMEIER, R. A. *et al.* (Org.). **Hotspots revisited: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions**. 2. ed. Cidade do México: CEMEX, 2004, p. 84-92.

FUNDAÇÃO CENTRO BRASILEIRO DE REFERÊNCIA E APOIO CULTURAL (CEBRAC); FUNDO MUNDIAL PARA A NATUREZA (WWF); INSTITUTO CENTRO DE VIDA (ICV). **Hidrovia Paraguai-Paraná: quem paga a conta?** Brasília: CEBRAC, WWF, 1994.

FUNDAÇÃO SOS MATA ATLÂNTICA; INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPACIAIS (INPE). **Atlas dos remanescentes florestais da Mata Atlântica, período 2005-2008**: Relatório parcial. São Paulo, 2009, p. 156. Disponível em: <http://mapas.sosma.org.br/site_media/download/atlas%20mata%20atlantica-relatorio2005-2008.pdf>. Acesso em: 19 mar. 2010.

GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. *Status do hotspot* Mata Atlântica: uma síntese. *In*: _____ (Org.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas, State of the Hotspots**. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica e Conservação Internacional, 2005, p. 3-11.

GILPIN, M. E.; SOULÉ, M. E. Minimum viable populations: the processes of species extinctions. *In*: SOULÉ M. E. (Org.). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland, Massachusetts, EUA: Sinauer Associates, 1986, p. 13-34.

GIRARD, P. **Efeito cumulativo das barragens no Pantanal**. Campo Grande: Instituto Centro Vida, 2002, p. 28.

GIULIETTI, A. *et al.* Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. *In*: SILVA, J.; *et al.* (Org.). **Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação**. Brasília: MMA, 2003, p. 48-90.

HASENACK, H. **Remanescentes de vegetação dos Campos Sulinos (bioma Pampa)**. Relatório final. Porto Alegre: UFRGS, 2007.

HUSZAR, P. *et al.* **Realidade ou ficção: uma revisão dos estudos oficiais da Hidrovia Paraguai-Paraná**. Toronto, Canadá: WWF, 1999, p. 46.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Mapa dos biomas do Brasil: primeira aproximação**. 2004a. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 fev. 2010.

_____. **Mapa de vegetação do Brasil**. 2004b. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 5 fev. 2010.

_____. **Contagem da população 2007**. 2010. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/contagem2007/default.shtm>>. Acesso em: 12 mar. 2010.

INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE (ICMBIO). **Relatório de Gestão 2008**, 2009. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/ChicoMendes/Download/RelatorioGestaoICMBio.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2010.

_____. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/ascom_boletins/_arquivos/07082008_apresentacao_icmbio.pdf>. Acesso em: 10 mar. 2010.

INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS ESPECIAIS (INPE). **Monitoramento da cobertura florestal da Amazônia por satélites: sistemas Prodes, Deter, DEGRAD e queimadas 2007-2008**. São José dos Campos: Coordenação-Geral de Observação da Terra/INPE, 2008a, p. 47. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/Relatorio_Prodes2008.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2010.

_____. **Mapeamento da degradação florestal na Amazônia brasileira (DEGRAD)**. 2008b. Disponível em: <<http://www.obt.inpe.br/degrad/>>. Acesso em: 17 abr. 2010.

_____. **Taxas anuais de desflorestamento da Amazônia Legal brasileira**. Projeto prodes, 2009. Disponível em: <http://www.obt.inpe.br/prodes/prodes_1988_2009.htm>. Acesso em: 4 mar. 2010.

- JUNK, W.; MOTA, M.; BAYLEY, P. Freshwater fishes of the Amazon River basin: their biodiversity, fisheries, and habitats. **Aquatic Ecosystem Health & Management**, v. 10, n. 2, p. 153-173, 2007.
- LAURANCE, W. F. Introduction and synthesis. **Biological Conservation**, v. 91, p. 101-107, 1999.
- LEAL, I. R. *et al.* Mudando o curso da conservação da biodiversidade na Caatinga do nordeste do Brasil. **Megadiversidade**, v. 1, p. 139-146, 2005.
- LEITE, M. R. *et al.* Ecología y conservación del jaguar en los bosques atlánticos costeros de Brasil. *In*: MEDELLIN, R. A. *et al.* (Org.). **El Jaguar en el nuevo milênio**: una evaluación de su estado, detección de prioridades y recomendaciones para la conservación de los jaguares en América. México: Universidad Nacional Autónoma de México/Wildlife Conservation Society, 2002, p. 25-42.
- LEWINSOHN, T. M.; PRADO, P. I. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira. *In*: LEWINSOHN, T. M. (Org.). **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira, biodiversidade**, MMA, v. 1, p. 21-109. 2006.
- LOVEJOY, T. E. *et al.* Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. *In*: SOULÉ, M. E. (Org.). **Conservation Biology**: The Science of Scarcity and Diversity. Sunderland, Massachusetts, EUA: Sinauer Associates, 1986, p. 257-285.
- MACHADO, R. B. *et al.* Caracterização da fauna e flora do Cerrado. *In*: FALEIRO, F. G.; FARIAS, A.; NETO, L. (Org.). **Savanas**: desafios e estratégias para o equilíbrio entre sociedade, agronegócio e recursos naturais. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2008.
- MARINHO-FILHO, J.; RODRIGUES, F. H. G.; JUAREZ, K. M. The Cerrado Mammals: diversity, ecology, and natural history. *In*: OLIVEIRA, P. S.; MARQUIS, R. J. (Org.). **The Cerrados of Brazil**: ecology and natural history of a neotropical savanna. New York: Columbia University Press, 2002, p. 266-284.
- MARSDEN, S. *et al.* How well will Brazil's system of Atlantic forest reserves maintain viable bird populations? **Biodiversity and Conservation**, v. 14, p. 2835-2853, 2005.
- MEDEIROS, R. B.; FOCHT, T. Invasão, prevenção, controle e utilização do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Revista Agropecuária Gaúcha**, v. 13, n. 1-2, p. 105-114, 2007.
- MEDEIROS, R. B.; SAIBRO, J. C.; FOCHT, T. Invasão de capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) no bioma Pampa do Rio Grande do Sul. *In*: PILLAR, V. P.; *et al.* (Org.). **Campos Sulinos**: conservação e uso sustentável da biodiversidade. Brasília: MMA, 2009, p. 317-330.
- MENDONÇA, R. C. *et al.* Flora vascular do bioma Cerrado: *checklist* com 12.356 espécies. *In*: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P.; RIBEIRO, J. F. (Org.). **Cerrado**: ecologia e flora. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 1279, 2008. v. 2.
- MENEZES, N. Methods for assessing freshwater fish diversity. *In*: BICUDO, C. E. M.; MENEZES, N. A. (Org.). Proceedings of the Workshop Methods for the Assessment of biodiversity in Plants and Animal. **Anais**. Campos do Jordão: 1996, p. 289-296.
- MITTERMEIER, R. A. *et al.* Wilderness and biodiversity conservation. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 100, n. 18, p. 10309-10313, 2003.
- _____. **Hotspots revisited**: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. 2. ed. Cidade do México: CEMEX, 2004.
- MUANIS, M.; SERRÃO, M.; GELUDA, L. **Quanto custa uma unidade de conservação federal?** uma visão estratégica para o financiamento do Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC). Rio de Janeiro: Funbio, 2009.

MYERS, N. *et al.* Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NIMER, E. Climatologia da região Nordeste do Brasil: introdução à climatologia dinâmica. *Revista Brasileira de Geografia*, v. 34, p. 3-51, 1972.

NOGUEIRA, L. Desertificação e a questão energética no semi-árido brasileiro: desafios e oportunidades para as energias renováveis. *In: KUSTER, A.; MELCHERS, I.; MARTÍ, J. (Org.). Tecnologias apropriadas para terras secas*. Fortaleza: Fundação Konrad Adenauer, GTZ, 2006, p. 21-49.

OLIVEIRA, J. A.; GONÇALVES, P. R.; BONVICINO, C. R. Mamíferos da Caatinga. *In: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). Ecologia e conservação da Caatinga*. Recife: Editora Universitária, 2003, p. 275-333.

OREN, D. C.; ALBUQUERQUE, H. G. D. Priority Areas for New Avian Collections in Brazilian Amazonia. *Goeldiana Zoologia*, v. 6, 1991.

ORGANIZAÇÃO DAS NAÇÕES UNIDAS PARA AGRICULTURA E ALIMENTAÇÃO (FAO). *Global Forest Resources Assessment 2005*. Roma, 2006 (FAO Forestry Paper, v. 147).

OVERBECK, G. E. *et al.* Os Campos Sulinos: um bioma negligenciado. *In: PILLAR, V. D. et al. (Org.). Campos Sulinos: conservação e uso sustentável da biodiversidade*. Brasília: MMA, 2009, p. 26-41.

PACHECO, J. *et al.* Aves: áreas e ações prioritárias para a conservação da Caatinga. *In: SILVA, J. et al. (Org.). Biodiversidade da Caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*. Brasília: MMA, 2003, p. 251-262.

PAGLIA, A. P.; DA FONSECA, G. A. B.; SILVA, J. M. C. A fauna brasileira ameaçada de extinção: síntese taxonômica e geográfica. *In: MACHADO, A. B. M.; DRUMMOND, G. M.; PAGLIA, A. P. (Org.). Livro vermelho da fauna brasileira ameaçada de extinção, biodiversidade*, Brasília, v. 1, p. 63-70, 2008.

PAGLIA, A. P. *et al.* Lacunas de conservação e áreas insubstituíveis para vertebrados ameaçados da Mata Atlântica. *In: CONGRESSO BRASILEIRO DE UNIDADES DE CONSERVAÇÃO, 4. Anais*. Curitiba: Fundação o Boticário de Proteção à Natureza e Rede Nacional Pró Unidades de Conservação, 2004, p. 39-50. v. 2. Seminários.

PILLAR, V. D.; BOLDRINI, I. I.; LANGE, O. Padrões de distribuição espacial de comunidades campestres sob plantio de eucalipto. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, p. 753-761, 2002.

PILLAR, V. P.; QUADROS, F. L. F. Grassland-forest boundaries in southern Brazil. *Coenoses*, v. 12, p. 119-126, 1997.

POTT, A.; POTT, V. J. *Plantas do Pantanal*. 1. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 1994.

PRATES, A. E o mar? o que se pode resumir da vasta biodiversidade marinha. *In: BENSUSAN, N. (Org.). Seria melhor mandar ladrilhar? biodiversidade: como, para quê e por quê*. 2. ed. São Paulo: Peirópolis; Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2008, p. 117-141.

REDE NACIONAL DE COMBATE AO TRÁFICO DE ANIMAIS SILVESTRES (RENCTAS). *1º Relatório Nacional sobre o Tráfico de Fauna Silvestre*, 2001.

REIS, J. C. L. Capimannoni 2: origem, morfologia, características, disseminação. *In: REUNIÃO REGIONAL DE AVALIAÇÃO DE PESQUISA COM ANNONI-2. Anais*. Bagé: Embrapa-CPPSUL, 1993, p. 5-23.

RIBEIRO, J. F.; WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. (Org.). Cerrado: ambiente e flora*. Planaltina: Embrapa-CPAC, 1998, p. 87-166.

RIBEIRO, M. *et al.* The Brazilian Atlantic Forest: How much is left, and how is the remaining forest distributed? implications for conservation. *Biological Conservation*, v. 142, p. 1141-1153, 2009.

- RICARDO, F. **Terras indígenas e unidades de conservação**: o desafio das sobreposições. São Paulo: Editora Instituto Socioambiental, 2004.
- RODAL, M.; BARBOSA, M.; THOMAS, W. Do the seasonal forests in northeastern Brazil represent a single floristic unit? **Brazilian Journal of Biology**, v. 68, p. 467-475, 2008.
- RODRIGUES, M. Herpetofauna da caatinga. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. (Org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, p. 181-236, 2003.
- ROLLA, A.; RICARDO, F. **Mineração em unidades de conservação na Amazônia brasileira**. São Paulo: Editora Instituto Socioambiental, 2006.
- ROMA, J. C.; VIANA, J. P. Conservação desbalanceada entre os biomas. **Desafios do desenvolvimento**, n. 55, p. 50, 2009.
- ROSA, R. *et al.* Diversidade, padrões de distribuição e conservação dos peixes da Caatinga. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. (Org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, p. 135-180, 2003.
- ROSSI-WONGTSCHOWSKI, C. *et al.* Ambiente marinho. *In*: **Programa Revizee**: relatório executivo. Brasília: MMA, p. 21-76, 2006.
- SABINO, J.; PRADO, P. I. Vertebrados. *In*: LEWINSOHN, T. (Org.). **Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira, biodiversidade**, MMA, v. 2, p. 55-143, 2006.
- SAMPAIO, Y.; BATISTA, J. Desenvolvimento regional e pressões antrópicas no bioma Caatinga. *In*: SILVA, J. *et al.* (Org.). **Biodiversidade da Caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação. Brasília: MMA, p. 311-324, 2003.
- SANO, E. E. **Mapeamento de cobertura vegetal do bioma Cerrado**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/sigepro/pub/display_bibliografias.php?vId_Gerenciamento=1421&Destaque=7>. Acesso em: 15 mar. 2010.
- SANTOS, C. P. F. **Uso e cobertura da terra na floresta Amazônica**. São José dos Campos: Funcate, 2007. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/sigepro/arquivos/_6/Relatorio_PROBIO_V2.pdf>. Acesso em: 4 mar. 2010.
- SCHERER, M.; SANCHES, M.; NEGREIROS, D. H. **Gestão das zonas costeiras e as políticas públicas no Brasil**: um diagnóstico. Red Iberoamericana de manejo costero e agência brasileira de gerenciamento costeiro, 2009. Disponível em: <<http://www.uca.es/gruposinv/HUM117/ibermar/Resultados%20y%20descargas/publicaciones/brasil>>. Acesso em: 8 mar. 2010.
- SECRETARIADO DA CONVENÇÃO SOBRE DIVERSIDADE BIOLÓGICA. **Handbook of the Convention on Biological Diversity**. 2. ed. Montreal, Canadá: Secretariado da CDB, 2003.
- SHERMAN, K. The Large Marine Ecosystem Concept: Research and Management Strategy for Living Marine Resources. **Ecological Applications**, v. 1, p. 349-360, 1991.
- SHERMAN, K.; HEMPEL, G. **The UNEP Large Marine Ecosystems Report**. UNEP Regional Seas Report and Studies. Nairóbi: Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas, 2009. Disponível em: <<http://www.iwlearn.net/publications/regional-seas-reports/unep-regional-seas-reports-and-studies-no-182>>. Acesso em: 8 mar. 2010.
- SILVA, J. M. C. Birds of the Cerrado Region, South America. **Steenstrupia**, v. 21, p. 69-92, 1995.
- SILVA, J. S. V. **Levantamento e mapeamento dos remanescentes da cobertura vegetal do bioma Pantanal, período de 2002 na escala de 1:250.000**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, 2007, p. 45. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/sigepro/arquivos/_6/RelatorioTecnico_BiomaPantanal.pdf>. Acesso em: 29 mar. 2010.

- SILVA, J. M. C.; BATES, J. M. Biogeographic patterns and conservation in the South American Cerrado: a tropical savanna hotspot. **BioScience**, v. 52, p. 225-233, 2002.
- SILVA, J. M. C.; CASTELETTI, C. H. M. Estado da biodiversidade da Mata Atlântica brasileira. *In*: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Org.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**, State of the Hotspots. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica e Conservação Internacional, p. 43-59, 2005.
- SILVA, J. M. C. *et al.* Aves da Caatinga: *status*, uso do habitat e sensibilidade. *In*: LEAL, I. R.; TABARELLI, M.; SILVA, J. M. C. (Org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Editora Universitária, p. 237-274, 2003.
- SILVA, J. M. C.; RYLANDS, A.; DA FONSECA, G. A. B. O destino das áreas de endemismo da Amazônia. **Megadiversidade**, v. 1, n.1, p. 124-131, 2005.
- SILVA, J. M. C.; SOUSA, M. C.; CASTELETTI, C. H. M. Areas of endemism for passerine birds in the Atlantic forest, South America. **Global Ecology and Biogeography**, v. 13, p. 85-92, 2004.
- SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M. Tree species impoverishment and the future flora of the Atlantic forest of northeast Brazil. **Nature**, v. 404, p. 72-74, 2000.
- SILVA, J. S. V. *et al.* Estado da arte do mapeamento da vegetação no Pantanal brasileiro. *In*: SEMINÁRIO DE ATUALIZAÇÃO EM SENSORIAMENTO REMOTO E SISTEMAS DE INFORMAÇÕES GEOGRÁFICAS APLICADOS À ENGENHARIA FLORESTAL, 7., Curitiba, 17-19 out. 2006. Curitiba: FUFPEF, 2006, p. 65-70. 1 CD-ROM.
- SOBRAL, M.; STEHMANN, A. A. M. V. An analysis of new angiosperm species discoveries in Brazil (1990-2006). **Taxon**, v. 58, n. 1, p. 227-232, 2009.
- SPALDING, M. *et al.* Marine Ecoregions of the World: A Bioregionalization of Coastal and Shelf Areas. **BioScience**, v. 57, n. 7, p. 573-583, 2007.
- STRUSSMANN, C. *et al.* Levantamento de anfíbios e répteis de localidades selecionadas na porção sul da planície alagável do Pantanal e Cerrado do entorno, Mato Grosso do Sul, Brasil. *In*: WILLINK, P. W. *et al.* (Org.). **Uma avaliação biológica dos ecossistemas aquáticos do Pantanal, Mato Grosso do Sul, Brasil**, RAP Boletim de avaliação biológica. Washington: Conservation International, p. 219-223, 2000.
- SUERTEGARAY, D. M. A.; GUASSELLI, L. A.; VERDUM, R. (Org.). **Atlas da arenização: sudoeste do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Coordenação e Planejamento do Governo do Estado do Rio Grande do Sul, 2001.
- TERBORGH, J. *et al.* Ecological Meltdown in Predator-Free Forest Fragments. **Science**, v. 294, p. 1923-1926, 2001.
- TUBELIS, D. P.; TOMAS, W. M. **Bird species of the Pantanal wetland, Brazil**. Ararajuba, v. 11, n. 1, p. 5-37, 2003.
- YOUNG, C. E. F. Causas socioeconômicas do desmatamento da Mata Atlântica brasileira. *In*: GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. (Org.). **Mata Atlântica: biodiversidade, ameaças e perspectivas**, State of the Hotspots. Belo Horizonte: Fundação SOS Mata Atlântica e Conservação Internacional, p. 103-118, 2005.

Ipea – Instituto de Pesquisa
Econômica Aplicada

Secretaria de Assuntos Estratégicos da
Presidência da República

