

Síntese do Conhecimento Atual da Biodiversidade Brasileira



Capítulo

1

Síntese do Conhecimento Atual da Biodiversidade Brasileira

Thomas Michael Lewinsohn¹
Paulo Inácio Prado²

APRESENTAÇÃO

O texto da presente Síntese foi elaborado a partir de dois componentes. Em primeiro lugar, utilizamos os resultados obtidos em conjunto com o grupo de consultores responsáveis pela elaboração de estudos detalhados sobre temas específicos, para compor um quadro geral do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira. Mais especificamente, utilizamos os conjuntos de respostas dadas por especialistas a um questionário para produzir tabelas e gráficos sintéticos, que são apresentados e discutidos para depreender tendências gerais para além dos quadros já identificados em cada grupo.

Em segundo lugar, utilizamos levantamentos de outras fontes, para examinar aspectos complementares não elucidados no levantamento geral de dados obtidos por meio do questionário respondido pelos especialistas. Para estes aspectos, utilizamos extensamente levantamentos em diretórios de especialistas e em bases bibliográficas como o Biological Abstracts e Zoological Record.

Desta forma, a presente Síntese não é um resumo combinado das análises setoriais produzidas para este estudo, mas propõe-se a estender e complementar estas últimas, além de descrever o processo de realização do estudo no todo.

É importante destacar que **este estudo não visou à catalogação exaustiva de pesquisadores, instituições, coleções e produção científica** referentes à diversidade biológica brasileira. Nosso objetivo principal foi a compilação crítica de informações suficientes para compor um perfil do nosso conhecimento e capacitação atual sobre biodiversidade.

As relações bibliográficas, de especialistas e institucionais, que serviram de base às análises são, portanto representativas, mas não completas. Não tivemos a intenção de gerar diretórios. A inclusão ou exclusão de pessoas ou instituições dependeram dos métodos utilizados para obtenção de dados e não representam um juízo de valor. Isto se aplica também aos estudos setoriais que complementam o presente texto.

Inevitavelmente, a informação que coligimos para táxons distintos foi bastante desigual. A grosso modo, esta desigualdade já é um indicador do estado de conhecimento dos táxons; mas há exceções que, em geral, dizem respeito a grupos por vezes bastante estudados, porém cuja informação está

¹ Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia e Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais, UNICAMP. thomasi@unicamp.br

² Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais, UNICAMP e Departamento de Ciências Ambientais, PUC-SP. prado@unicamp.br

bastante dispersa. Este é o caso de parasitos em geral (platelmintos, protozoários e outros), de diversas subdivisões de artrópodos, fungos e algas, entre outros. Esperamos que tais omissões sejam compreendidas e aceitas como quase inevitáveis num empreendimento complexo como este, visto que não se devem a qualquer depreciação destes táxons. Contamos que as lacunas de informação possam ser supridas em estudos futuros.

Este estudo tem também lacunas temáticas. Em parte, estas decorrem de opções iniciais, devido à inviabilidade de cobrirmos adequadamente todos os temas ligados à biodiversidade. Outras lacunas foram involuntárias, por não termos obtido fontes ou dados suficientes para tratá-las. Dentre as lacunas temáticas mais substanciais incluem-se a diversidade de maior escala – diversidade de ecossistemas, biogeográfica, e de paisagens, para as quais falta ainda um referencial unificador; a etnobiologia de forma geral; a diversidade cultural; a bioprospecção e outras formas de aplicação e apropriação do conhecimento da biodiversidade. Estas exclusões tampouco representam um juízo sobre a importância destes temas, mas apenas refletem os objetivos mais restritos propostos e as condições de realização do presente trabalho.

Esperamos, por fim, que esta síntese, se retratar adequadamente nossa condição atual, se torne útil para a definição e planejamento de iniciativas em todos os âmbitos – do local ao nacional, do acadêmico às ONGs, dos programas de pós-graduação aos convênios internacionais – que têm papéis importantes na melhora do conhecimento, conservação e uso da diversidade biológica do Brasil.

Agradecimentos

O maior agradecimento, sem dúvida, cabe a todos os especialistas que nos ajudaram principalmente pela resposta ao questionário base deste estudo, mas também com listas extensas de bibliografia, sugestões e críticas.

Agradecemos aos consultores responsáveis pelos estudos setoriais, autores dos demais capítulos deste volume que, junto com seus colaboradores, levaram a termo esta empreitada, com todas as dificuldades inerentes.

Agradecemos ao Dr. Braulio Ferreira de Souza Dias, aos integrantes da Secretaria de Biodiversidade e Florestas do Ministério do Meio Ambiente que nos deram apoio continuado para que este trabalho fosse concluído, tanto no suporte material como na crítica técnica aos relatórios produzidos e ao PNUD, que financiou este trabalho como parte da Estratégia Nacional de Diversidade (Projeto BRA/97/G31). Somos também gratos à Conservação Internacional do Brasil (em especial) Luiz Paulo Pinto e Roberto Cavalcanti pelo apoio à publicação e divulgação da primeira versão desta síntese (Lewinsohn & Prado, 2002).

Agradecemos a nossos colaboradores diretos, dos quais destacamos Adriana M. de Almeida, que ajudou muito na revisão dos dados consolidados e na compilação de bases bibliográficas, e Diuliana da Cunha França, que apoiou a organização dos dados.

Agradecemos à Unicamp (ao NEPAM e ao Instituto de Biologia) o apoio institucional; aos colegas da Coordenação do Programa BIOTA/FAPESP em sua fase de planejamento, com quem discutimos repetidamente o presente trabalho.

Durante a realização deste estudo, Thomas Lewinsohn recebeu Bolsa de Produtividade do CNPq e, durante quatro meses, foi também pesquisador residente do National Center for Ecological Analysis and Synthesis na Universidade da Califórnia em Santa Bárbara, com recursos da National Science Foundation dos Estados Unidos.

Agradecemos, por fim, a todos os colegas, orientandos, familiares e ao Zebu Trifásico, sustentáculo de diversidade cultural.

INTRODUÇÃO

Entre os países chamados de megadiversos, devido à diversidade biológica excepcionalmente rica, o Brasil pertence a uma minoria que se distingue pelo seu nível de desenvolvimento de pesquisa científica, com um sistema acadêmico e de instituições de pesquisa bastante extenso e consolidado. Nem por isto, porém, estes países têm hoje capacidade autônoma para o conhecimento de sua diversidade de espécies. Há limitações importantes para este conhecimento, mas o Brasil tem, em princípio, condições de superar parte destas limitações e promover um avanço substancial na extensão, organização e uso de informação sobre sua biodiversidade. Para isto é necessária, em primeiro lugar, uma apreciação do estado de conhecimento atual, das lacunas neste conhecimento e de suas razões e dificuldades para superá-las; em seguida, formular e implementar um projeto coerente para superar deficiências críticas e aproveitar os pontos fortes da capacitação e conhecimento existentes.

O que é diversidade biológica

O termo biodiversidade tornou-se conhecido a partir, principalmente, do livro organizado por Wilson & Peter (1988) que foi adotado com rapidez e desde então sua presença na literatura científica cresceu de forma quase contínua (Figura 1). Esta incorporação veloz também aconteceu na imprensa, já a partir da preparação da Conferência Rio-92. Desde então, "biodiversidade" e "diversidade biológica", expressões sinônimas, estão incorporadas ao idioma comum.

Curiosamente, esta ampla adoção do termo se deu sem o estabelecimento consensual de seu significado. Há dúvidas em torno do sentido exato e dos limites do conceito, e algumas delas não são triviais (Gaston, 1996).

Em seu Artigo 2, a Convenção sobre Diversidade Biológica define diversidade biológica como "a variabilidade entre organismos vivos de qualquer origem incluindo, entre outros, ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos, e os complexos ecológicos de que fazem parte; isto inclui diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas" (grifo nosso).

A diversidade dentro de espécies abrange toda a variação entre indivíduos de uma população, bem como entre populações espacialmente distintas da mesma espécie. Na prática, esta diversidade tem sido tratada como equivalente à diversidade genética (embora possa incluir diversidade morfológica, de comportamento etc., sem ater-se estritamente à base genética de tais diferenças).

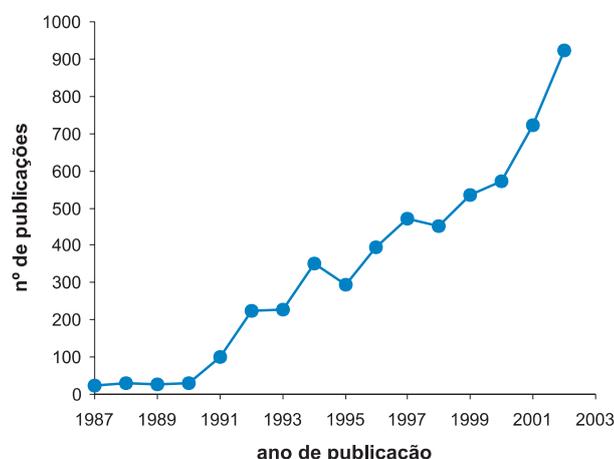


Figura 1. Aumento de número de referências à biodiversidade no Zoological Record, por ano de publicação. Foram computadas referências com o termo "biodiversity" ou "biological diversity" no título ou palavra-chave. Como há uma defasagem média de 1,5 anos, o valor para 2002 foi estimado incluindo referências ainda não indexadas até 2004 (Fonte: Zoological Record online, levantamento próprio).

A *diversidade entre espécies*, por sua vez, corresponde ao que se chama de *diversidade de espécies*: a variedade de espécies existentes em algum tipo de ambiente ou em uma região definida, de tamanho maior ou menor.

A *diversidade de ecossistemas* é mais ambígua que as outras duas categorias destacadas na definição da Convenção sobre Diversidade Biológica. Ecossistemas são essencialmente sistemas funcionais, caracterizados por sua dinâmica. Porém, usar a dinâmica como base para avaliar, inventariar ou monitorar a diversidade de ecossistemas é pouco praticável (embora não impossível). De todo modo, em termos práticos a diversidade de ecossistemas tem sido tratada como correlacionada com a diversidade de fisionomias de vegetação, de paisagens ou de biomas, mas isto não resolve por completo a questão.

De maneira geral, diferentes conceitos de diversidade enfatizam aspectos distintos dos conjuntos de organismos que compõem a biosfera. Noss (1990) definiu três aspectos distintos para aferir biodiversidade: composição – de que elementos consiste a unidade biológica; estrutura – como estes elementos se organizam fisicamente; e função – que processos ecológicos ou evolutivos mantêm ou são produzidos pela unidade biológica considerada. Segundo este esquema, conjuntos de organismos podem ser definidos por um critério composicional (como grupos de espécies ou níveis taxonômicos superiores), estrutural (como estratos de vegetação) ou funcional (por exemplo, níveis tróficos). Desnecessário dizer que estes atributos se sobrepõem: estrutura e composição decorrem parcialmente de funções ecológicas e, por sua vez, são diretamente implicados nas mesmas funções.

Assim, mais de um dilema se interpõe para a adoção de uma definição simples e unificadora de biodiversidade. Em primeiro lugar, a opção entre ressaltar o número e a variedade de tipos de elementos que compõem uma entidade biológica, ou enfatizar os processos funcionais que organizam entidades biológicas. Não é difícil depreender que as próprias “entidades biológicas” consideradas não são predeterminadas, mas decorrem elas mesmas desta escolha.

Uma segunda opção a fazer é entre o rigor conceitual e a possibilidade de delimitação e medição. Para ilustrar o problema: conceitualmente, ecossistemas são entidades bem definidas, mas sua delimitação espacial é problemática, dado que sua definição é essencialmente funcional, e que as funções ecossistêmicas permeiam unidades espaciais distintas. Parece inevitável que a praticidade de reconhecimento e mensuração sacrifique o rigor conceitual e vice-versa.

Por fim, há que se destacar ainda que, na cena social e política, biodiversidade assumiu outros significados que extrapolam as questões essencialmente científicas. Em suma, não existe nem pode existir uma definição e uma medida unificada para biodiversidade. Como fenômeno intrinsecamente complexo, a organização da vida terá sempre que ser descrita e aferida por uma série de definições e medidas distintas (Gaston, 1996).

Pré-requisitos para o estudo da diversidade de espécies

A principal ciência para conhecimento da diversidade biológica é a Taxonomia – ciência que cuida da classificação e identificação dos seres vivos (a Sistemática, que se propõe a criar e desenvolver sistemas de classificação de seres vivos, é uma atividade muito próxima e às vezes usada como sinônimo da Taxonomia).

A Taxonomia formalizou-se cientificamente a partir das atividades de Lineu no século XVIII. Lineu criou um sistema de classificação hierarquizado (com

entidades de diferentes níveis, desde espécie até filo e reino) e um conjunto de regras formais para nomear estas entidades e descrevê-las. Este conjunto de regras persiste, tendo evoluído para os atuais Códigos de Nomenclatura Biológica (há cinco em vigor: Zoologia, Botânica, Bactérias, Vírus, e Plantas Cultivadas).

O conceito de espécie que prevaleceu na Taxonomia até este século era tipológico: cada espécie corresponde a um tipo biológico, e indivíduos da espécie são mais ou menos parecidos com o tipo ideal desta espécie. Taxonomistas descrevem este tipo ideal – a descrição da espécie – e designam um espécime, depositado em coleção científica reconhecida, como o holótipo (literalmente, o “tipo integral”) da espécie; o holótipo deve ser um espécime completo, bem preservado e é escolhido como o indivíduo que mais se aproxima do tipo ideal da espécie. Outros espécimes podem ser designados parte de uma “série-tipo”.

Com o desenvolvimento da evolução, da genética e da ecologia de populações, o conceito tipológico de espécie está superado. Toda população é variável e, por isto, descartou-se a noção de uma norma para a espécie. No entanto, formalmente, mantém-se a exigência da designação de um holótipo para cada espécie descrita, mesmo que hoje este tenha o sentido de espécime de referência, e não representante da norma ideal, para aquela espécie. A série-tipo, hoje em dia, ganha importância, por indicar a abrangência de variação morfológica e geográfica que o/a autor/a da espécie tinham em mente quando criaram aquele táxon³.

Portanto, mesmo com uma modificação radical do conceito de espécie (e também dos níveis hierárquicos superiores), formalmente a taxonomia de cada grupo biológico compreende um acervo de descrições de táxons e os respectivos espécimes-tipo. As descrições, por serem publicadas, podem ser reimpressas ou reproduzidas. Os espécimes-tipo são únicos, no caso de animais, de modo que uma única instituição deterá o holótipo de cada espécie descrita. Em plantas superiores, cujos espécimes são usualmente ramos reprodutivos (com flores, frutos ou esporos) secos e prensados, é comum que seja coletado e preparado mais de um ramo do mesmo indivíduo. Assim, o espécime-tipo pode ser desdobrado em vários “materiais” que podem ser distribuídos em mais de uma instituição. No entanto, isto depende de a coleta original conter mais de um ramo provenientes do mesmo indivíduo, o que é exceção em coletas mais antigas.

Em microrganismos, mantêm-se hoje coleções vivas em cultura ou congeladas; aí, também, é possível ter cópias das culturas de referência em diferentes instituições e países. Além disto, o conceito de espécie em microrganismos, em razão de suas características de morfologia e ciclo de vida, é bastante distinto do de organismos maiores.

O trabalho taxonômico em um determinado grupo exige, portanto, três componentes:

- Biblioteca de referência, contendo as descrições publicadas de todas as espécies e táxons superiores pertinentes ao grupo.
- Coleção extensa e organizada de espécimes do grupo.
- Capacitação do/da taxonomista.

³ *táxon*: entidade de classificação de organismos, pertencente ao esquema de níveis taxonômicos formais hierarquizados, empregados pela Taxonomia. Do grego *taxon*, plural *taxa*. O Novo Dicionário Aurélio (3ª edição, 1999) grafa *táxon*, com plural *táxons*, diferentemente de edições precedentes (*taxa*).

Estes três componentes são indispensáveis, em conjunto, para desenvolvimento da atividade taxonômica completa. Cada um deles merece um breve comentário próprio.

Biblioteca de referência

Este, em princípio, deveria ser o problema mais simples de resolver, porque descrições são publicadas em livros ou periódicos, com tiragem de centenas ou milhares de exemplares. Assim, uma biblioteca de referência pode conter cópias das publicações pertinentes. Na prática, porém, a literatura referente a qualquer táxon encontra-se dispersa em muitas fontes distintas, das quais uma parte importante é antiga e rara. Bibliotecas de referência de boa qualidade são muito escassas em países em desenvolvimento. No Brasil, podem ser contadas nos dedos e, mesmo assim, todas elas apresentam lacunas que, para quase todos os táxons, exigem recorrer a bibliotecas no exterior para obter trabalhos indispensáveis. Não raro, especialistas de um grupo, no decorrer de décadas de atividade conseguem obter os textos importantes para aquele grupo, de modo que suas bibliotecas particulares são mais completas para o táxon que estudam do que qualquer biblioteca institucional no país.

Microfilmes e, principalmente, xerocópias abriram alternativas até então impensáveis, substituindo a necessidade de recorrer a colegas no exterior ou de visitar bibliotecas para obter acesso a obras mais raras. Em princípio, a literatura de referência para um grupo taxonômico pode ser copiada ou então, hoje em dia, digitalizada. Em alguns casos, obras extensas e importantes, hoje esgotadas ou oferecidas em edições fac-similadas muito caras, poderiam ser tornadas disponíveis em muitas instituições mais recentes ou desprovidas de boas bibliotecas. Um caso exemplar seria a *Flora Brasiliensis*, coleção de 40 tomos, que é referência obrigatória para todo estudo de plantas vasculares no Brasil⁴.

Em outros casos, a literatura taxonômica de um grupo encontra-se reunida numa instituição internacional com tradição e forte atividade presente neste táxon. Como exemplo, Jonathan Coddington, aracnologista do US National Museum (Smithsonian Institution, Washington, DC) comentou ter toda a literatura taxonômica de aranhas disponível em sua instituição e seu gabinete e que, em princípio, seria plenamente viável digitalizar este acervo em uns poucos CD-ROMs, com possibilidade de transcrição por meio de leitura óptica de caracteres (OCR). Afora a questão de direitos autorais (que não afeta a literatura mais antiga e mais crítica para esta empreitada), a viabilização deste processo envolve a permissão das bibliotecas e o custeio do serviço, que teria que ser feito comercialmente, dado o volume de publicações envolvido.

Coleções taxonômicas

Como já foi indicado, este problema é mais espinhoso, e o espinho mais notório são os espécimes-tipo. A grande explosão da taxonomia, do século XVIII até início do século XX, foi feita com coletas obtidas em todo o mundo, porém acumuladas principalmente em algumas grandes instituições que se tornaram centros de referência internacional. A maioria dos países tropicais teve sua biota descrita com base em acervos acumulados nos países que os colonizaram. Não é o caso do Brasil, dado o pouco entusiasmo da Coroa e das instituições de saber de Portugal com a ciência e a História Natural em particular, até meados do século XVIII. Algumas coleções importantes, como as de Frei Velloso, que apesar disto foram mantidas em Portugal, acabaram sendo

⁴ Uma iniciativa neste sentido vem sendo proposta por instituições acadêmicas brasileiras e norte-americanas.

saqueadas, por encomenda expressa de cientistas franceses, quando da tomada do país por Napoleão.

As maiores coletas no Brasil foram feitas por expedições de naturalistas europeus e norte-americanos, que as destinaram principalmente a instituições na Inglaterra, França, Alemanha, Rússia e Estados Unidos. Por isto, para quase todos os grupos taxonômicos ocorrentes no Brasil, os tipos das espécies brasileiras, especialmente as mais antigas, descritas a partir de material colecionado nos últimos dois séculos, encontram-se dispersos em diferentes coleções e em grande parte nas maiores instituições de Europa e Estados Unidos.

Nos muitos casos em que as descrições das espécies mais antigas são incompletas, a verificação da identidade de um espécime é impossível sem a comparação com o(s) tipo(s). Do mesmo modo, quando um taxonomista faz a revisão (um reestudo completo) de um táxon, com frequência descobrirá que o que era tido como uma só espécie é uma mistura de duas ou mais espécies parecidas; então, só a comparação direta com o tipo permitirá decidir qual dessas corresponde à espécie original e quais outras serão nomeadas e descritas como novas.

Embora haja discussões sobre a possível repatriação de coleções, há uma série de entraves e problemas que não cabe explorar aqui em detalhe, mas que tornam esta iniciativa muito pouco praticável e provável. Entre as alternativas mais importantes, destaca-se a formação de coleções de referência bem organizadas, com acervos identificados por especialistas por comparação direta com os espécimes-tipo. Como exemplo bem sucedido deste tipo, pode ser citada a família Cerambycidae (besouros serra-pau), na qual quase todas as espécies brasileiras estão representadas em coleções de várias instituições no país. As espécies mais antigas foram identificadas por pesquisadores brasileiros por comparação com os tipos, durante visitas ou estágios nas instituições que os detêm. Isto, junto com a aquisição da literatura do grupo, permitiu um extraordinário esforço taxonômico para este grupo. A maioria das espécies recentes descritas do Brasil têm seus tipos depositados em coleções brasileiras.

Um apoio importante para a identificação, na falta de acesso aos espécimes-tipo, são fotografias de boa qualidade. Há táxons, por exemplo borboletas, em que fotografias são suficientes para identificação rotineira de muitas espécies bem conhecidas. Em muitos outros, porém, fotografias podem apoiar, mas são insuficientes para identificação e há táxons importantes em que são quase inúteis.

Capacitação de taxonomistas

O último, e principal, requisito para o trabalho taxonômico é a capacitação de taxonomistas. Há dois aspectos neste componente: o aprendizado do ofício, incluindo a base teórica e métodos sistemáticos, que pode ser feito em um dado grupo taxonômico cuja fundamentação genérica valerá para qualquer outro táxon. Porém, além disto, é necessário considerável experiência com um grupo qualquer antes de trabalhar eficientemente nele. Isto envolve conhecimento extenso da literatura, do material de coleções importantes e de séries de espécimes de diferentes regiões, para se ter noção, por exemplo, da coocorrência de espécies aparentemente distintas; de variação em populações naturais; de variação geográfica etc. Esta experiência no grupo é acumulada gradualmente e geralmente leva anos de trabalho antes que o taxonomista tenha segurança para tomar decisões sobre um táxon.

O contato direto e, se possível, pessoal com um especialista mais experiente no grupo é um dos melhores modos de acelerar a formação do taxonomista para o grupo. Em muitos táxons, inclusive alguns grandes e importantes, não

há quase especialistas em atividade, no Brasil ou mesmo no mundo. Com o desestímulo institucional à taxonomia que se prolongou por várias décadas, houve uma ruptura na transmissão de experiências, que reflete em táxons para os quais só restam as descrições publicadas e as coleções em que o/a especialista trabalhou, em outros tempos. Infelizmente, com alguma frequência as instituições descuidam das coleções inativas e, por isto, o trabalho anterior terá que ser em grande parte refeito, se o táxon voltar a ser estudado por alguém.

Por que este estudo?

Informação publicada sobre diversidade brasileira

Desde a preparação da Conferência Rio-92 houve intensos esforços de compilação de conhecimento e informações de diversidade biológica, da escala local até a global. O documento central que reuniu estas informações (Groombridge, 1992) foi produzido pelo World Conservation Monitoring Centre em conjunto com o Natural History Museum de Londres, a União Mundial de Conservação (IUCN), o Programa das Nações Unidas para o Ambiente (UNEP), o Fundo Mundial para a Natureza (WWF) e o World Resources Institute (WRI).

A Tabela 1 resume a informação constante em Groombridge (1992) sobre a diversidade biológica brasileira. A informação é de fato bastante escassa. Previsivelmente, encontramos estimativas da diversidade conhecida de espécies para os vertebrados terrestres e plantas superiores. Para invertebrados, aparecem estimativas de diversidade de bem poucos grupos, alguns inesperados, como os pseudo-escorpiões; por outro lado, chama atenção a ausência de qualquer dado sobre grupos razoavelmente conhecidos, como borboletas. A ausência de qualquer dado sobre grupos de vida aquática, com exceção de peixes amazônicos, explica-se pela falta de tabelas de organismos marinhos e dulciaquícolas por país, em Groombridge (1992).

Tabela 1. Números de espécies conhecidas ou estimadas para o Brasil, apresentados em "Global Biodiversity" (Groombridge, 1992). Na ausência de estimativa para o Brasil, apresenta-se a melhor aproximação disponível neste trabalho; s/d = sem dado.

Táxon	Região	Total de espécies	Total mundial	Espécies endêmicas
VERTEBRADOS				
Mamíferos	Brasil	394	4.327	40
Aves	Brasil	1.573	9.672	191
Répteis	Brasil	468	6.550	172
Anfíbios	Brasil	502	4.000	294
Peixes de água doce	Amazonas ¹	2.000	8.400	1.800
INVERTEBRADOS				
Pseudoescorpiões (solo)	Brasil	40	3.000	s/d
Opiliões (solo)	América do Sul	581	3.500	s/d
Isoptera (solo)	América do Sul	500	2.000	s/d
Formicidae	Reg. Neotropical	2.233	10.000	s/d
Carabidae	Reg. Neotropical	5.000	40.000	s/d
PLANTAS				
Angiospermas	Brasil	55.000	250.000	s/d

¹ O valor é apresentado para a bacia do rio Amazonas, mas o mesmo número é citado para a região Amazônica. São também dadas estimativas para as bacias do Madeira, Negro e outros rios cujas bacias se estendem por diversos países.

Estimativas de espécies endêmicas são só apresentadas para as classes de vertebrados (Tabela 1). Não há sequer estimativa de endemismos para plantas superiores mas, para estas, Groombridge (1992) incluiu uma relação de Centros de Diversidade, listados por país. Os centros brasileiros apresentados são bastante incompletos e inconsistentes (Tabela 2).

Tabela 2. Centros de diversidade de plantas no Brasil citados em "Global Biodiversity" (Groombridge, 1992). Os erros de grafia são do original. Dados omissos são indicados por —.

Localidade	Flora	Vegetação
Mata Atlântica	—	floresta úmida
Distrito Federal	2500	cerrado
Padre Bernardo	—	floresta decídua / semidecídua sobre calcário
Serra do Espinhaço	3000	campo rupestre

A reprodução destes dados sobre o Brasil não se destina a criticar a compilação do World Conservation Monitoring Centre, que foi produzida num prazo muito curto para estar disponível na Conferência Rio-92 e na qual teve um papel importante. O ponto importante é que esta continua sendo uma das fontes de referência mais difundidas sobre biodiversidade mundial cujos dados apresentados sobre o Brasil estão muito aquém da informação existente, quando não incorretos.

Mais recentemente, foi publicado um estudo extenso sobre os países com maior biodiversidade, inclusive o Brasil, que contém dados mais extensos e atualizados sobre vertebrados, plantas superiores e alguns poucos grupos de invertebrados (Mittermeier *et al.*, 1997). Seguiu-se uma compilação referente aos biomas altamente diversos e mais fortemente ameaçados no planeta, na qual constam dados sobre a Mata Atlântica e o Cerrado (Mittermeier *et al.*, 1999). Outras publicações impressas e eletrônicas com temas específicos (por exemplo, catálogos de áreas de conservação ou de espécies ameaçadas de extinção) contêm informações mais detalhadas e atualizadas sobre estes assuntos, referentes ao Brasil.

Ainda assim, não há como discutir que a informação de fato existente não se encontra disponível de forma adequada. Muitos dados ou estimativas jamais foram publicados e a informação publicada encontra-se pulverizada em trabalhos de natureza a mais diversa.

Estudos precedentes no Brasil

Em várias ocasiões anteriores foram feitos levantamentos institucionais e pessoais de sistemática no Brasil. Para a preparação do Projeto Flora e do Projeto Fauna, ambos promovidos pelo CNPq na década de 1970, foram feitos estudos e listagens de coleções e especialistas. O Projeto Flora chegou a ser parcialmente implementado, numa primeira tentativa de informatizar herbários brasileiros; o Projeto Fauna nunca saiu realmente do papel.

Entre outros levantamentos mais recentes, deve-se lembrar as listas de sócios de algumas sociedades (como a Sociedade Brasileira de Zoologia) que, em alguns casos, foram estendidos para produzir diretórios mais abrangentes. Por exemplo, a Sociedade Brasileira de Entomologia e(ou) Sociedade Entomológica do Brasil, com base em um questionário amplamente distribuído, produziram nos anos 1980 um "Quem é Quem na Entomologia". Este, posteriormente, foi atualizado e incorporado no diretório "Quem é Quem na Biodiversidade".

A primeira iniciativa de realizar um balanço abrangente sobre a biodiversidade brasileira, embora com um viés para métodos de estudo, foi o workshop sobre "Métodos para avaliação de biodiversidade em plantas e animais", que ocorreu em Campos do Jordão, SP, em maio de 1996, com apoio do CNPq. Os trabalhos apresentados neste encontro foram publicados no mesmo ano (Bicudo & Menezes, 1996).

Seguiu-se outro workshop com o tema "Biodiversidade: perspectivas e oportunidades tecnológicas", realizado em 1997 para a FINEP/PADCT em Campinas, SP. Uma série de estudos acompanharam esta reunião, dentre os quais alguns trataram de coleções zoológicas (Oliveira & Petry, 1997), botânicas (Siqueira & Joly, 1997) e de microrganismos (Canhos, 1997). Nestes estudos, foi feito um balanço de coleções biológicas no Brasil e foram apresentadas listagens, mais ou menos completas, destas coleções. Subseqüentemente, a Organização dos Estados Americanos (OEA) encomendou um estudo de coleções zoológicas no Brasil, cujo relatório também inclui uma lista de coleções e de seus acervos (Brandão *et al.*, 1998).

Ainda em 1997, um grupo de pesquisadores de instituições paulistas articulou a preparação de um programa de pesquisas abrangente sobre diversidade biológica para o Estado de São Paulo. Este programa especial foi lançado pela FAPESP em 1999, como Programa BIOTA-FAPESP e, entre suas atividades iniciais, foi produzida uma série de estudos que situam o estado de conhecimento e capacitação de grupos taxonômicos. Estes estudos foram publicados em sete volumes (Joly & Bicudo, 1998-1999): Vertebrados, Plantas, Invertebrados Terrestres, Invertebrados Marinhos, Invertebrados de Água Doce, Micróbios e Infra-estrutura; este último trata de coleções e instituições de pesquisa.

O que caracteriza este trabalho

Os levantamentos, estudos e relatórios acima citados fornecem elementos essenciais para o estudo atual. No entanto, não são suficientes para os propósitos a que nos propusemos. A principal razão para isto está no fato de que aqueles estudos, em geral, visaram avaliar as condições para desenvolvimento de atividades taxonômicas *per se*. Isto significa, em essência, arrolar especialistas em diferentes grupos taxonômicos, as coleções sistemáticas, e as condições institucionais em que tanto uns quanto outros se encontram.

No contexto da Convenção sobre Diversidade Biológica, a atividade taxonômica enquadra-se numa perspectiva maior, que tem outras finalidades, além da produção de conhecimento sistemático sobre os organismos do planeta. Conseqüentemente, precisamos examinar não apenas a existência de pessoas e instituições dedicadas à sistemática biológica, mas também as condições de aplicação do conhecimento que produzem para a solução de problemas para a conservação, uso sustentável e apropriação justa dos benefícios da biodiversidade.

Devido às dificuldades conceituais e empíricas que a avaliação de diversidade de ecossistemas oferece, o presente trabalho concentra-se em conhecimento de diversidade biológica no âmbito da diversidade de espécies e diversidade genética.

MÉTODOS E FONTES PARA O TRABALHO

Objetivos específicos do trabalho

Os objetivos iniciais do estudo foram definidos como:

- produzir uma avaliação do estado do conhecimento sobre diversidade biológica no Brasil, considerada nos diferentes níveis definidos pela Convenção sobre Diversidade Biológica;
- identificar pontos fortes e lacunas no conhecimento existente, como subsídio para a elaboração da Estratégia Nacional de Biodiversidade;
- estruturar uma base de dados com estas informações, que pudesse ser ampliada e atualizada.

Equipe

Este trabalho foi inicialmente idealizado no âmbito do Grupo de Trabalho de Biodiversidade, um grupo constituído por profissionais vinculados a diversas universidades e ONGs ambientais que, em 1996 foi designado pela Presidência do CNPq como uma assessoria independente. A realização de um Diagnóstico do Estado do Conhecimento da Biodiversidade no Brasil foi contratada pelo então COBIO (Coordenadoria Geral de Biodiversidade) do Ministério do Meio Ambiente, com recursos do PNUD, para ser desenvolvida de novembro de 1997 a abril de 1998, tendo posteriormente sido prorrogada até 1999.

O trabalho foi dividido em estudos detalhados. A opção convencional seria subdividir os trabalhos detalhados por critérios exclusivamente taxonômicos. Entretanto, preferimos dividir os consultores por um critério híbrido, atribuindo grupos taxonômicos conforme as facilidades de contato entre especialistas que trabalham em táxons e(ou) ambientes afins (Tabela 3). Com isto, buscamos seguir os grupamentos "naturais" de especialistas que se congregam em sociedades e reuniões científicas especiais e têm publicações próprias, como por exemplo biologia marinha e limnologia.

Além de aproveitar as "redes de contato" existentes, este recorte não estritamente taxonômico serviu para enfatizar os componentes do conhecimento de biodiversidade que vão além da atividade taxonômica em si; procuramos, assim, consultar especialistas familiarizados com inventários e levantamentos em diferentes biomas e *habitats*. Por outro lado, com essa opção de subdivisão, vários grupos de invertebrados, microrganismos e algas, que são comuns a mais de um ambiente, constaram (ou deveriam constar) em mais de um relatório detalhado. Não encaramos estas entradas múltiplas de determinados grupos como redundância, uma vez que o estado de conhecimento e capacitação de um mesmo táxon por vezes é dramaticamente distinto entre ambientes diferentes.

Tabela 3. Composição da equipe principal que realizou o estudo.

Nome	Atribuição	Instituição
<i>Coordenação</i>		
Thomas M. Lewinsohn	Metodologia, Base de dados e Síntese	Nepam e Dept ^o . Zoologia, Unicamp
<i>Consultores</i>		
Louis Bernard Klaczko	Diversidade genética	Dept ^o . Genética, IB, Unicamp
Gilson P. Manfio	Diversidade microbiana	Fundação André Tosello, Campinas
Álvaro Migotto	Invertebrados marinhos	Centro de Biologia Marinha, USP
Carlos Roberto F. Brandão	Invertebrados terrestres	Museu de Zoologia, USP
Odete Rocha	Invertebrados e plantas de água doce	Dept ^o . Ecologia, U.F. São Carlos
José Sabino	Vertebrados	Museu de História Natural, Unicamp
George J. Shepherd	Plantas vasculares terrestres	Dept ^o . Botânica, IB, Unicamp
<i>Colaboradores principais</i>		
Paulo Inácio K. L. Prado	Vertebrados e Síntese	Nepam, Unicamp
Eliana M. Cancellato	Invertebrados terrestres	Museu de Zoologia, USP
Christiane I. Yamamoto	Invertebrados terrestres	Museu de Zoologia, USP
Adriana M. Almeida	Síntese	Dept ^o . Zoologia, Unicamp

O diagnóstico propôs-se a abranger a diversidade de espécies e a diversidade genética, mas não a diversidade de ecossistemas, embora avance alguns pontos conceituais em relação a esta última.

O grupo de consultores principais foi formado com base em diferentes critérios. Prevaleram a atividade atual dos consultores; a facilidade de contato com colegas por intermédio de projetos em andamento, sociedades e encontros; o conhecimento geral do campo sob sua responsabilidade; a proximidade – todos os consultores são do Estado de São Paulo, o que facilitou reuniões da equipe e contato informal.

Sem dúvida, em um estudo de âmbito nacional seria interessante compor uma equipe de várias regiões do país, mas prevaleceram as razões práticas. Note-se, no entanto, que os informadores contatados pelos consultores e as fontes de informação de modo algum privilegiam pessoas ou instituições paulistas. Assim, buscamos evitar qualquer viés geográfico na obtenção ou interpretação dos dados com que trabalhamos.

Dados utilizados e suas fontes

Empregamos diferentes fontes de dados para compor este trabalho. Devido à heterogeneidade da própria informação sobre diferentes grupos taxonômicos e de disponibilidade e modo de organização desta informação, não foi possível uniformizar as fontes e a maneira de aproveitá-las para todas as áreas.

Não fixamos um nível taxonômico (filo, classe, etc.) para servir de entidade de referência neste estudo. Em vez disto, buscamos organizar os grupos taxonômicos aproximadamente conforme as próprias especialidades. Em organismos aquáticos, o pesquisador especializa-se freqüentemente em um filo (ou vários filios menores) ou então em uma classe. Nos vertebrados, as classes ou ordens são unidades comuns de trabalho, enquanto entomólogos costumam se especializar em uma ordem ou uma só família. Botânicos também tendem a se especializar em uma, ou em algumas, famílias de plantas superiores.

As coleções sistemáticas freqüentemente espelham a atuação de especialistas que trabalharam por períodos mais extensos na instituição; assim, os mesmos grupos – de família até filo – em que cada taxonomista se concentrou geralmente estarão mais bem representados ou, ao menos, mais bem estruturados. Por estas razões, as unidades taxonômicas para os quais coligimos informações variaram de família a filo.

A seguir, serão descritas as principais fontes que foram empregadas em todo o estudo e de que forma as informações usadas foram aproveitadas.

Questionário do estudo e sua aplicação

A principal fonte de informações foi um questionário, em formato de formulário, distribuído pelos consultores principais e seus co-autores ou auxiliares a especialistas de diferentes grupos taxonômicos, áreas de conhecimento e instituições. O teor deste formulário já foi brevemente comentado na introdução e será apresentado em maior detalhe adiante.

O questionário que empregamos foi experimentado preliminarmente, durante a fase de preparação do programa BIOTA-FAPESP, em 1996-97. Este questionário foi concebido por Thomas Lewinsohn e utilizado, em conjunto com Carlos Roberto F. Brandão, no levantamento do conhecimento atual de artrópodos terrestres do Estado de São Paulo. Para o presente estudo, o questionário preliminar foi tornado mais abrangente, incorporando alterações propostas pelos consultores. A versão empregada para levantamento de informações junto aos especialistas consultados no presente estudo é apresentada integralmente no Anexo A.

A estrutura do questionário e os pontos mais importantes cobertos são resumidos na Tabela 4. No Anexo B, comentamos as dificuldades na aplicação deste questionário, bem como na compilação de outros dados e sua análise, para o estudo como um todo.

Descartamos desde o início qualquer tentativa de um levantamento exaustivo que visasse consultar todo o conjunto de taxonomistas ativos no Brasil. Desenvolvemos um questionário-base a ser respondido por ao menos um especialista de cada grupo em atividade no Brasil. O maior esforço foi voltado para engajar esta rede de especialistas representativos, cujas informações fossem suficientes para traçar um panorama do estado atual de conhecimento e capacitação no Brasil. Este quadro, como já explicado na Introdução, foi traçado em linhas gerais, não sendo nem exaustivo nem detalhado na versão que estamos produzindo. No entanto, o questionário foi distribuído amplamente e o estudo foi aberto a contribuições espontâneas.

Em relação à diversidade de espécies, o estudo visou produzir um mapa abrangente, mas não exaustivo, do nosso estado de conhecimento: quais grupos estão mais bem conhecidos, em que regiões geográficas e *habitats*, e mais bem representados em coleções e na literatura; por outro lado, quais grupos taxonômicos, regiões ou *habitats* representam as lacunas mais graves para o conhecimento atual. As estimativas de diversidade biológica representam apenas um elemento deste perfil.

Tabela 4. Informações solicitadas no questionário para compor o perfil geral de conhecimento e capacitação sobre biodiversidade brasileira (veja no Anexo A o formulário completo utilizado).

<p>1. Capacidade taxonômica:</p> <ul style="list-style-type: none">a. a existência de profissionais em atividade com conhecimento taxonômico de organismos brasileiros no país (ou no exterior);b. a existência de coleções e literatura suficientemente abrangentes e organizadas para permitir o trabalho taxonômico no grupo.
<p>2. Condição da taxonomia do grupo:</p> <ul style="list-style-type: none">a. a taxonomia do grupo está bem estabelecida ou está precária: em especial, se as famílias e gêneros ocorrentes no Brasil estão adequadamente estabelecidos, ou se precisam ser revistos;b. existência de literatura de referência para as espécies ocorrentes no Brasil, como revisões, guias ou chaves de identificação;c. facilidade de reconhecer espécies neste grupo, mesmo sem identificá-las ou descrevê-las, separando "morfo-espécies" em trabalhos de inventário ou monitoramento.
<p>3. Abrangência de coleções:</p> <ul style="list-style-type: none">a. proporção das espécies brasileiras representada em coleções no país;b. grau de representação de regiões geográficas, diferentes ecorregiões brasileiras, e diferentes <i>habitats</i> em coleções existentes.
<p>4. Importância do grupo para:</p> <ul style="list-style-type: none">a. pesquisa básica, por exemplo, investigação de processos evolutivos;b. pesquisa aplicada, por exemplo, prospecção de fármacos;c. uso econômico, como produção de resinas, artesanato;d. indicadores de qualidade, riscos ou impactos ambientais;e. outros usos, como importância cultural.
<p>5. Estudos genéticos:</p> <ul style="list-style-type: none">a. se há estudos sobre, ou grupos de pesquisa investigando, a estrutura ou a variação genética, e por quais métodos;b. se há estudos abrangentes de todo o grupo, ou de alguma subdivisão ou determinadas espécies;c. se há coleções mantidas ou destinadas especificamente a estudos de diversidade genética.
<p>6. Estado do conhecimento do grupo no Brasil e no mundo:</p> <ul style="list-style-type: none">a. tamanho do grupo taxonômico, em número de espécies, para todo o mundo, para a região neotropical (ou para a América do Sul) e para o Brasil, caso haja listagens ou estimativas;b. número total de espécies suposto (incluindo as ainda não descritas ou desconhecidas para a região) para as mesmas regiões geográficas, caso seja possível estimá-lo.
<p>7. Necessidades e prioridades para avançar o conhecimento do grupo:</p> <ul style="list-style-type: none">a. principais dificuldades em relação ao trabalho taxonômico no grupo: falta de coleções; organização de coleções existentes; falta de acesso a literatura primária; etc.b. se é possível hoje formar especialista para o grupo no Brasil, ou só no exterior; qual o tempo esperado de formação neste grupo.c. se há possibilidade de produção de revisões e(ou) guias para este grupo.d. possibilidade de formar técnicos proficientes na identificação ou separação de espécies mais comuns deste grupo, para lidar com rotinas de inventários ou monitoramento.

Diretórios de especialistas e produção

Examinamos diversos diretórios de especialistas, alguns já mencionados anteriormente. A Tabela 5 resume diretórios de acesso público que foram avaliados, com observações sobre seu conteúdo e adequação para extrair informações relevantes para o presente trabalho.

De forma geral, julgamos que estes diretórios não se prestam facilmente para obtenção de estatísticas de pesquisadores e instituições em diferentes linhas de atuação e publicações. Destacamos algumas razões para isto:

- *dificuldades práticas de consulta*: muitas bases *on-line* são voltadas para localizar ou fornecer informações sobre pesquisadores ou instituições individuais. Para obtenção de estatísticas mais abrangentes, é necessário abrir e verificar as informações em cada registro. Palavras-chave, áreas de conhecimento e outros campos básicos muitas vezes são insuficientemente padronizados para permitir a separação necessária ou consultas eficientes.
- *inclusão por adesão espontânea*: exige, novamente, uma filtração para separar indivíduos com experiência genuína daqueles iniciantes bem-intencionados, mas ainda não capacitados, e dos “generalistas” que se enquadram em tudo. Para perfis gerais, estas bases são problemáticas porque, naturalmente, constam mais pessoas em regiões com maior facilidade de acesso (este problema tende a desaparecer à medida que o acesso à Internet se tornou quase universal, ao menos em instituições acadêmicas e de pesquisa); além disto, há uma tendência aglutinadora à medida que círculos de conhecidos se registram em bloco (por exemplo, os alunos de um determinado curso de pós-graduação), tornando a representação de grupos e instituições exageradamente desigual.
- *atualização desigual*: para bases produzidas em datas determinadas, poder-se-ia produzir um perfil para a data de fechamento. Com atualização muito desigual, mas contínua, isto é impossível.

Por estas razões, estes diretórios de pesquisadores e instituições não foram utilizados para gerar estatísticas para o presente perfil. Entretanto, foram fontes importantes para verificação de informação coligida de outras formas (inclusive pelo questionário do estudo) e para fornecer outros indicadores potenciais.

Devemos também ressaltar o importante potencial destas bases. Neste sentido, merece atenção o Sistema Lattes do CNPq, que representa um importante avanço e que também incorpora uma versão melhorada do Diretório de Grupos de Pesquisa do Brasil. Outra base com potencial é “Quem-é-Quem em Biodiversidade no Brasil”, mas que demandaria uma recompilação completa, por estar inteiramente defasada⁵. Tais bases de dados de acesso público aumentarão bastante sua utilidade se oferecerem alternativas de consultas totalizadoras ou, ao menos, facilitarem o *downloading* de listagem de resultados de buscas.

⁵ Atualmente esta base encontra-se desativada.

Tabela 5. Diretórios de pesquisadores e grupos de pesquisa examinados para o presente trabalho no período de 1999-2000.

Nome e referência (<i>link</i>) à época do estudo	Origem	Observações	Situação em 2004/2005
<p>Quem é Quem em Biodiversidade do Brasil http://www.binbr.org.br/quem</p>	<p>Base de Dados Tropical (Fundação André Tosello, Campinas); questionário <i>on-line</i>.</p>	<p>Base de dados implementada como parte da Rede de Informações de Biodiversidade (BINBR), vinculada à rede internacional (BIN). Preenchida espontaneamente, sem mediação (não há controle da informação). Em fev. 2000 com menos de 300 nomes incorporados.</p>	<p>Desativada, com aviso de possível reativação futura pelo Ministério do Meio Ambiente.</p>
<p>Prossiga / Lattes http://www.prossiga.cnpq.br</p>	<p>CNPq (associado a outras agências financiadoras)</p>	<p>Consulta às informações da Plataforma LATTES, base de dados do CNPq. Em 2000, constavam cerca de 21.000 currículos, porém incluindo técnicos de apoio, não necessariamente especializados; somente 40% foram atualizados. Não há facilidades para listagem. Problemas com buscas mais elaboradas. Em fev. 2000, havia 225 currículos com palavra-chave "taxonomia", 68 para "biodiversidade".</p>	<p>Em maio de 2005, o Lattes continha 4.520 currículos com menção a biodiversidade; destes, 2.225 têm nível de doutorado. A base Lattes incorporou os dados originais do PROSSIGA (http://lattes.cnpq.br/pl/) O PROSSIGA tornou-se um diretório de bases de dados sobre C&T do IBICT no Ministério de Ciência e Tecnologia. (http://prossiga.ibict.br/).</p>
<p>Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil http://www.cnpq.br/apesa3/infodir3.htm</p>	<p>CNPq</p>	<p>Com resultados do período 95-97. Busca textual dava acesso a informações de 33.675 pessoas (bolsistas de diferentes níveis no CNPq) e sua produção. Há inconsistências na associação de linhas de pesquisa e produtividade com pessoas, o que dificulta a obtenção de estatísticas confiáveis sem verificação individual de dados.</p>	<p>Em maio de 2005, a consulta por "biodiversidade" retornou 352 grupos de pesquisa, porém muitos destes não têm vínculo verificável com o tema.</p>
<p>Quem é quem na Entomologia http://www.bdt.org.br/quem-e-quem/entomologia</p>	<p>Soc. Entomológica do Brasil e Soc. Bras. de Entomologia</p>	<p>Questionário circulado em 1994 entre associados das duas Sociedades, aberto a não-membros; atualização esporádica e irregular desde então. Em fev.2000 continha 448 registros, incluindo entradas duplicadas.</p>	<p>Não foi atualizada.</p>
<p>Quem é Quem em Mastozoologia http://www.bdt.org.br/quem-e-quem/mastozoologia</p>	<p>Soc. Brasileira de Mastozoologia</p>	<p>Base de dados de membros da SBMZ, em fev.2000 com 257 registros; muitos incompletos e bastante desatualizados.</p>	<p>Página retirada.</p>
<p>Quem é Quem em Botânica http://www.bdt.org.br/quem-e-quem/botanica</p>	<p>Sociedade Botânica do Brasil</p>	<p>Base de dados de membros da SBB, em fev.2000 com 733 registros; defasagem de cerca de 5-6 anos</p>	<p>Não foi atualizada.</p>

Bases bibliográficas

Diferentes bases de dados, impressas ou eletrônicas, foram experimentadas como fonte de informação bibliográfica para a composição do perfil de conhecimento de biodiversidade brasileira. A Tabela 6 resume estas bases, destacando as características que as tornam mais ou menos adequadas para nossos fins.

As conclusões sobre a utilidade destes diretórios acompanham parcialmente os comentários acima, sobre os diretórios de pesquisadores.

Tabela 6. Bases de literatura científica examinadas em 1999-2000 para buscas sobre diversidade biológica no Brasil; as primeiras três foram usadas para levantamentos e estatísticas.

Nome e referência	Origem	Observações
Biological Abstracts CD-ROM (também publicado em papel e na Internet por assinatura)	BIOSIS (informações em http://www.york.biosis.org)	Em CD ROMS desde 1985, atualmente semestrais. Literatura brasileira razoavelmente representada. Contém resumos em inglês (se houver no trabalho) e endereços institucionais. Títulos traduzidos para inglês. Cobertura mais fraca para anais, livros e outras publicações. Diversas mudanças em códigos e conteúdo dos campos ao longo dos anos; por isto exige atenção para buscas mais longas. Utilizamos de 1985-99 para levantamentos gerais, e os cinco anos de 94 a 98 inclusive para estatísticas detalhadas.
Zoological Record CD-ROM (também publicado em papel e na Internet por assinatura)	BIOSIS	Cobertura extensa da literatura zoológica publicada no e sobre o Brasil. Detalha espécies novas, sinonímias, novas combinações e chaves; distribuição geográfica quando consta. Cobre todos os tipos de publicação. Não tem resumos. Utilizamos consultas em CD-ROM nominalmente de 1978-95 e, em parte, de 1995-99.
ASFA (Aquatic Sciences Fisheries Abstracts) CD-ROM, Internet por assinatura	Consórcio de orgs. da ONU (FAO, IOC, etc.) e acadêmicas	Cobertura extensa de literatura de limnologia, biologia marinha e oceanografia, inclusive recursos físicos. Cobertura parcial de teses, relatórios, anais e resumos de congressos. Utilizamos levantamentos de 1988 até parte de 1999.
VAST http://mobot.mobot.org/Pick/Search/vbib.html (acesso aberto)	Missouri Botanical Garden, USA – projeto TROPICOS	Base de literatura do projeto de Flora neotropical do MBG. Há 899 entradas para o Brasil (fev. 2000). Palavras-chave para países, mas não para <i>habitats</i> . Cobertura irregular; parece mais completa para táxons pesquisados na instituição.
GeoRef CD-ROM	American Geological Institute	Cobre literatura mundial desde 1933. Contém algumas referências relevantes sobre ecologia da paisagem, sistemas geográficos de informação.
Web-of-Science http://webofscience.fapesp.br (acesso restrito, via instituições autorizadas)	ISI (Institute for Scientific Information)	Base do Science Citation Index com <i>links</i> para referências citadas. Somente periódicos filiados ao ISI (pagantes) são incluídos. Periódicos brasileiros muito mal representados; nenhuma revista de botânica, zoologia ou limnologia.
PROSSIGA http://www.prossiga.cnpq.br	CNPq	Inclui publicações informadas pelos próprios pesquisadores. Estrutura de campos melhor que no Diretório de Grupos de Pesquisa, mas preenchimento irregular. Ver comentários sobre buscas em diretórios de pesquisadores na tabela precedente.
Bibliografias de referência do estudo	Pesquisadores consultados para o estudo	Alguns dos relatórios especializados reuniram bibliografia detalhada de seus táxons, especialmente os de Água Doce, Invertebrados Terrestres e Invertebrados Marinhos. O conjunto das referências foi usado para investigar tendências de origem institucional, geográfica e forma de publicação.

Base de dados do estudo

O questionário encaminhado a especialistas foi o ponto de partida para a base de dados do estudo. Assim, a estrutura "visível" da base de dados seguiu o mais de perto possível o questionário (Anexo A), para facilitar a transposição dos dados obtidos junto aos especialistas. Internamente, porém, foi necessário realizar uma série de adaptações, com uma estrutura de dados mais flexível do que a empregada no questionário, para poder capturar dados mais heterogêneos sem perda de informação.

A Figura 2 mostra uma representação simplificada da estrutura relacional da base de dados. A estrutura real da base foi mais complexa, uma vez que, por exemplo, a classificação taxonômica compreende uma seqüência de tabelas hierarquicamente encadeadas.

Buscamos, quando possível, seguir padrões existentes. Neste sentido, para a classificação taxonômica adotamos o esquema de "cinco reinos" (Whittaker, 1959; Margulis & Schwartz, 1998); outros autores recentes reconhecem seis, ou mais, reinos. Para plantas, seguimos grosso modo a classificação de Cronquist, hoje a mais amplamente adotada no Brasil. Para animais, não há um único esquema consensual equivalente. Decidimos seguir a classificação utilizada pelo *Zoological Record* volume 134, por se tratar de uma fonte amplamente disponível (a classificação pode ser consultada inclusive pela Internet) e baseada na prática prevalente de muitos, senão a maioria, dos especialistas em atividade.

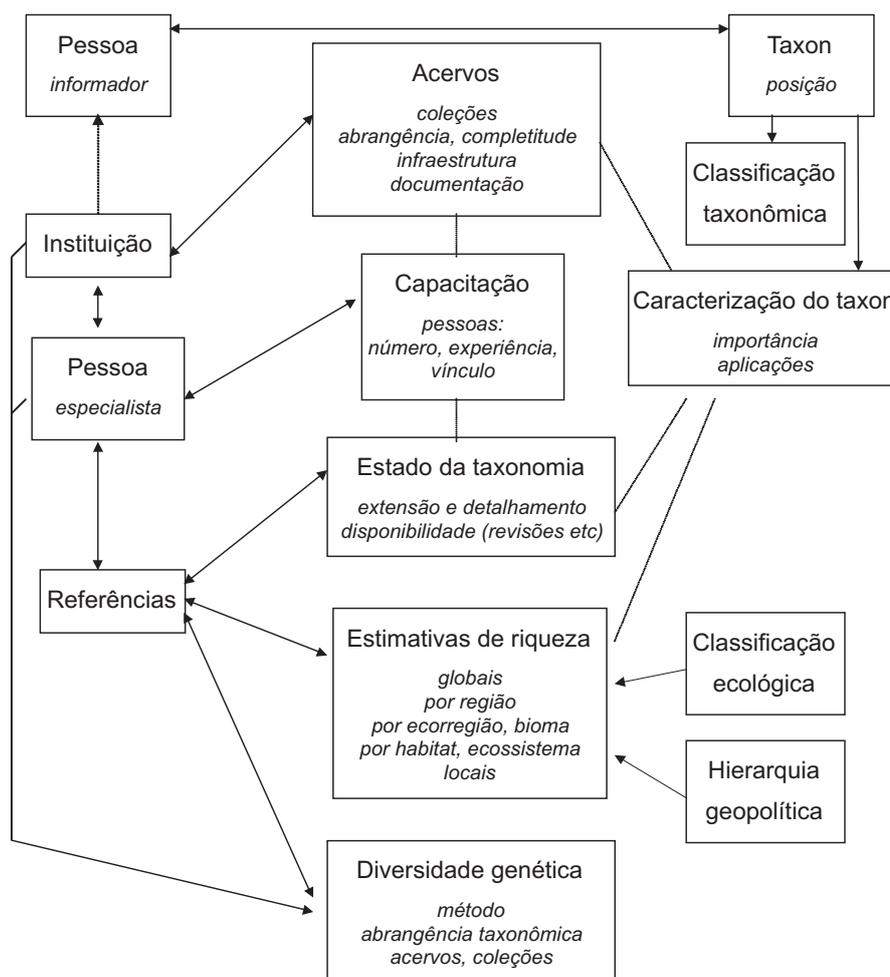


Figura 2. Esquema simplificado da estrutura da base de dados. Para maior clareza, os objetos representados não correspondem estritamente aos objetos da base. As setas contínuas mostram as relações formais entre tabelas, e as linhas tracejadas representam interligações adicionais entre informações na base.

A classificação biogeográfica e de ambientes ofereceu mais dificuldades. Pretendíamos, a princípio, seguir onde possível a classificação de regiões adotada pelo IBGE; mas notamos discrepâncias, embora menores, até mesmo em versões recentes desta mesma fonte (i.e., Mapa de Vegetação do Brasil, 1988; Anuário Estatístico do Brasil, 1992). O trabalho de Rizzini *et al.* (1988) oferece uma versão simplificada e prática, mas também insuficiente para nossos propósitos. Adotamos então uma classificação genérica e híbrida, mas suficiente para os propósitos do trabalho.

As referências bibliográficas seguiram uma estrutura de campos equivalente à de gerenciadores bibliográficos e formatos-padrão em bases bibliográficas (como Med-Line, empregado por Biological Abstracts e Current Contents em CD-ROM).

CAPACITAÇÃO E RECURSOS INSTITUCIONAIS

Suficiência e demanda de especialistas

Para resumir as condições de investigação e identificação taxonômica, no âmbito dos grupos considerados neste trabalho, examinamos três itens agregados:

- número de especialistas ativos no país;
- número e conteúdo das coleções científicas;
- suficiência da documentação (essencialmente bibliográfica) para cada táxon.

Deve-se lembrar que as avaliações prestadas por especialistas são circunscritas a determinados ambientes. O mesmo táxon, em ambientes distintos, pode ter avaliações divergentes; como exemplo, os ácaros terrestres, especialmente os fitófagos, têm um grupo ativo embora reduzido de especialistas, com boas coleções e documentação; já para ácaros aquáticos, tanto de água doce quanto marinhos, não consta nenhum pesquisador, tampouco qualquer coleção representativa.

O número de especialistas no país foi informado como mínimo ou nulo para a maioria dos táxons sobre os quais foi dada resposta (76%, Tabela 7, Figura 3). Esta proporção, apesar de alta, deve ainda estar subestimada visto que, na maioria dos grupos para os quais não foi obtida qualquer informação, é também improvável haver um contingente substancial de especialistas.

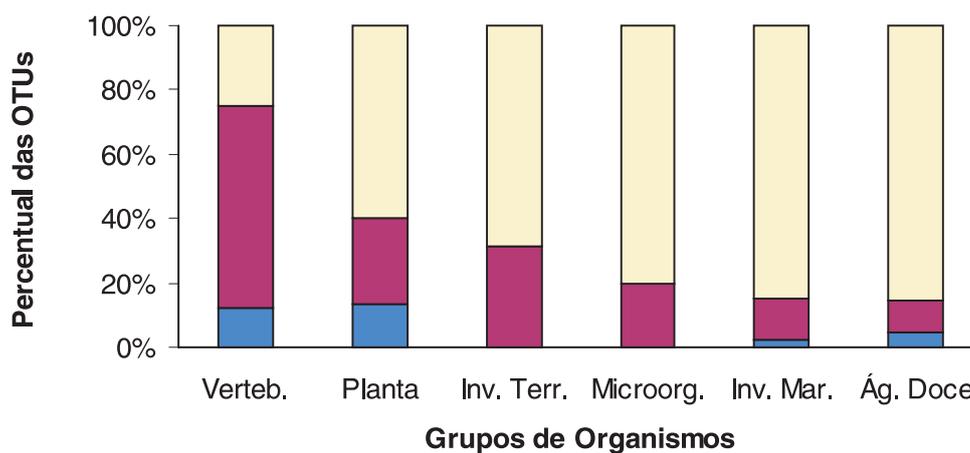
A avaliação pedida aos especialistas foi bastante complexa: o número considerado adequado de especialistas varia conforme se enfatize o trabalho taxonômico original (especialmente importante em grupos de alta diversidade e ainda pouco conhecidos) ou a demanda de especialistas para identificação de espécies, extensamente descritas, em inventários ou estudos de monitoramento ou impacto (de maneira geral, isto se aplica a plantas terrestres e vertebrados terrestres). Tal ambigüidade, talvez explique porque muitos especialistas não propuseram um número mínimo de taxonomistas necessários no Brasil, para os táxons que avaliaram (vide Anexo A, Ficha de Prioridades para o Táxon, item "Formação de Pessoal").

Ainda assim, foram coligidas estimativas para um conjunto representativo de táxons, e sua comparação com o número de especialistas em atividade sugere que o número de taxonomistas no Brasil deveria ser praticamente triplicado; ou, considerando-se o elevado número de taxonomistas vegetais necessários, mais que decuplicado. Agregando-se todos os táxons informados,

os especialistas em atividade citados somam pouco mais de 40% do número mínimo considerado necessário (Tabela 8). Note-se, ainda, que essa proporção é inferior a um terço para 23 táxons, dos 49 citados (46%), que incluem grupos importantes e diversificados como Moluscos e Nematódeos marinhos, e Ácaros terrestres (Tabela 8). Para apenas nove táxons (18%) foram citados especialistas em número igual ou superior ao mínimo necessário (Tabela 8) e estes, de modo geral, são táxons de tamanho muito pequeno ou moderado.

Tabela 7. Suficiência de especialistas no país: número de táxons enquadrados em diferentes categorias, desde "nulo" (nenhum especialista conhecido no país) até "suficiente". NR = não respondido; mínimo = "reduzidíssimo" no questionário. Fonte: questionários.

Grupo	NR	Suficiente	Insuficiente	Mínimo	Nulo	Total
Orgs. água doce	0	2	4	24	11	41
Invs. marinhos	1	1	6	20	19	47
Invs. terrestres	1	0	5	10	1	17
Microrganismos	6	0	1	4	0	11
Plantas	0	2	4	9	0	15
Vertebrados	1	1	5	2	0	9
Total	9	6	25	69	31	140



N de especialistas no Brasil: ■ Suficiente ■ Insuficiente □ Reduz./Nulo

Figura 3. Percentual das unidades taxonômicas ("OTUs" ou unidades taxonômicas operacionais) em cada grupo quanto à suficiência de número de especialistas no país. Fonte: questionários. Ver também Tabela 7.

Tabela 8. Número de taxonomistas citados em atividade no Brasil, número mínimo considerado necessário, e número de citados como percentual do número mínimo, para cada táxon. Fonte: questionários. Estes itens foram respondidos para 48 dos 140 táxons informados.

Grupo	Táxon	Nº Citados	Nº Mínimo	Citados (% min)
Ág. Doce	Aeglidae	1	2	50
Ág. Doce	Bivalves	3	10	30
Ág. Doce	Chlorophyceae	1	10	10
Ág. Doce	Copepoda	4	15	27
Ág. Doce	Cyanophyceae	4	20	20

(continua)

Tabela 8 (continuação)

Grupo	Táxon	Nº Citados	Nº Mínimo	Citados (% min)
Ág. Doce	Gastrotricha	1	4	25
Ág. Doce	Mollusca	1	10	10
Ág. Doce	Palaemonidae	4	4	100
Ág. Doce	Protozoa	2	6	33
Ág. Doce	Pseudothelphusidae	2	1	200
Ág. Doce	Pyralidae	0	1	0
Ág. Doce	Rotifera	10	10	100
Ág. Doce	Trichodactylidae	1	2	50
Inv. Mar.	Ascidacea	3	5	60
Inv. Mar.	Brachyura	2	8	25
Inv. Mar.	Bryozoa	0	3	0
Inv. Mar.	Chaetognatha	2	2	100
Inv. Mar.	Cirripedia	1	1	100
Inv. Mar.	Copepoda	3	10	30
Inv. Mar.	Demospongiae	4	10	40
Inv. Mar.	Dendrobranchiata	1	4	25
Inv. Mar.	Echinodermata	1	10	10
Inv. Mar.	Gastrotricha	1	4	25
Inv. Mar.	Hydrozoa	6	4	150
Inv. Mar.	Kinorhyncha	0	1	0
Inv. Mar.	Lernaeidae	1	5	20
Inv. Mar.	Mollusca	1	20	5
Inv. Mar.	Nematoda	2	20	10
Inv. Mar.	Octocorallia	1	5	20
Inv. Mar.	Phoronida	1	1	100
Inv. Mar.	Poecilostomatoida	2	10	20
Inv. Mar.	Polychaeta	7	10	70
Inv. Mar.	Scleractinia	5	5	100
Inv. Mar.	Scyphozoa e Cubozoa	2	5	40
Inv. Mar.	Siphonostomatoida	1	10	10
Inv. Mar.	Zoanthidae	1	4	25
Inv. Terr.	Acari	4	10	40
Inv. Terr.	Elateridae	2	4	50
Inv. Terr.	Hymenoptera	10	30	33
Inv. Terr.	Isoptera	3	10	30
Inv. Terr.	Oligochaeta	2	5	40
Inv. Terr.	Opiliones	2	5	40
Plantas	Briófitas	15	30	50
Plantas	Pteridófitas	15	25	60
Plantas	Angiospermas	220	6000	4
Vertebr.	Anura	18	25	72
Vertebr.	Bagres cavernícolas	4	6	67
Vertebr.	Peixes ósseos de água doce	39	69	57
Vertebr.	Peixes marinhos	19	19	100
	Percentual dos totais dos grupos			8,2

Assim, apesar da margem de variação devido a julgamentos pessoais, não há dúvida quanto à grande deficiência de taxonomistas para estudos de biodiversidade no país. Para muitos grupos importantes, não foi identificado nenhum taxonomista ativo no Brasil, principalmente entre invertebrados (Figura 3). Assim, entre os grupos marinhos, há doze filos que não contam hoje com nenhum especialista em atividade. Portanto, se considerarmos estes táxons, o *deficit* total de formação de especialistas será muitas vezes maior.

O problema pode ser resolvido com a formação de mais taxonomistas e a contratação dos já formados. Os questionários indicam que as duas soluções podem ser implementadas em pouco tempo, e predominantemente com a competência técnica já existente no país.

Os questionários freqüentemente indicaram taxonomistas que não estão exercendo sua especialidade, e que poderiam ser absorvidos por instituições de pesquisa. Para cerca de 30% dos táxons informados, há profissionais nessas condições (Tabela 9); apenas para microorganismos essa proporção está abaixo dos 25% (Figura 4).

A maior parte das citações de profissionais não contratados é para táxons cujo número de especialistas foi considerado insuficiente ou reduzidíssimo (Tabela 9), de modo que se estes especialistas forem empregados em suas áreas de competência, haverá um ganho apreciável de capacitação para estes táxons. Por outro lado, dos 31 táxons citados como não tendo nenhum especialista em atividade no Brasil, apenas um teve indicação de taxonomistas disponíveis para contratação (Tabela 9). Além disto, o número de profissionais disponíveis citados não é suficiente para saldar o *deficit* de especialistas em nenhum dos táxons. Dessa maneira, a falta de taxonomistas, verificada para a maioria dos táxons informados, só poderá ser completamente sanada com a formação de novos especialistas, ou então com a contratação de profissionais do exterior.

De acordo com os especialistas consultados, a formação de novos profissionais para a maioria dos táxons pode ser feita em nosso país e em curto prazo. Para 93% dos táxons operacionais informados, taxonomistas podem ser formados no Brasil, com orientação no país (63%), ou do exterior (21%, Tabela 10). Deve-se notar, entretanto, que organismos de água doce, invertebrados marinhos e microorganismos tiveram uma grande proporção de táxons (40-70%) para os quais a formação de especialistas só foi considerada possível fora do país, ou com orientação do exterior (Tabela 10, Figura 5). Uma proporção semelhante deve ser esperada para invertebrados terrestres, uma vez que se acrescentem também os diversos táxons para os quais não foi obtida informação por meio dos questionários.

Tabela 9. Suficiência de especialistas no país: Número de unidades taxonômicas por classe de suficiência de especialistas e percentual desses táxons que possuem especialistas disponíveis para contratação. Fonte: questionários.

Quantidade de Especialistas	Nº de unidades taxonômicas	% Entidades c/ especialistas disponíveis
Suficiente	6	33.3
Insuficiente	25	60.0
Reduzidíssimo	69	26.1
Nulo	31	3.2
Total	131	28.2

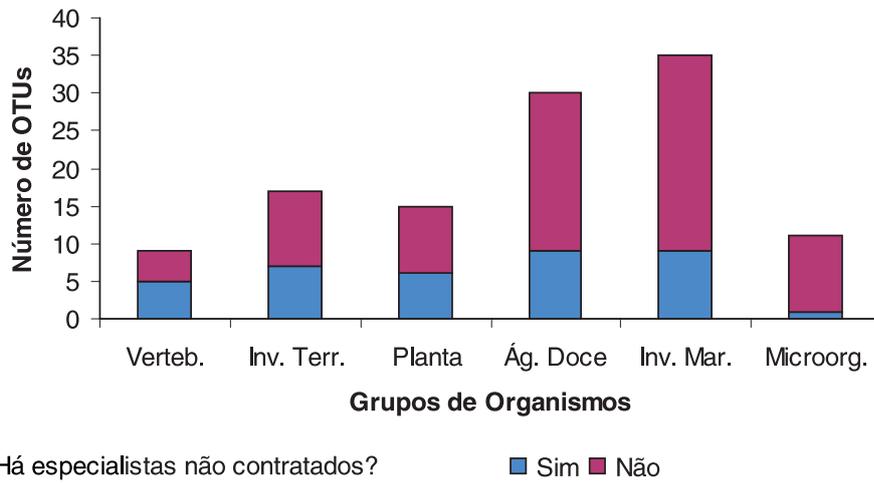


Figura 4. Número de unidades taxonômicas informadas, em cada grupo de organismos, com e sem taxonomistas que não estão contratados em sua especialidade. Fonte: questionários. Ver também Tabela 9.

Tabela 10. Formação de pessoal: número de unidades taxonômicas, em cada grupo de organismos, para os quais especialistas podem ser formados no Brasil; no Brasil, porém com orientação do exterior; ou apenas fora do país. NR = Não respondido. Fonte: questionários. Ver também Figura 5.

Grupo	NR	No Brasil	No Brasil, c/orientação de fora	Só no exterior	Total
Orgs. água doce	5	15	8	1	29
Invs. Marinhos	2	19	8	5	34
Invs. Terrestres	0	11	2	0	13
Microrganismos	1	1	2	1	5
Plantas	1	12	1	0	14
Vertebrados	1	7	1	0	9
Total	9	65	22	7	104

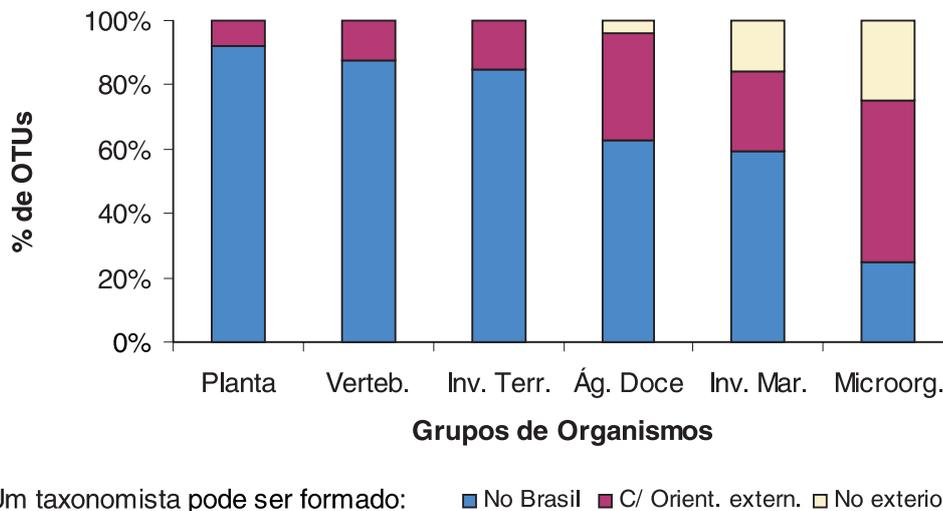


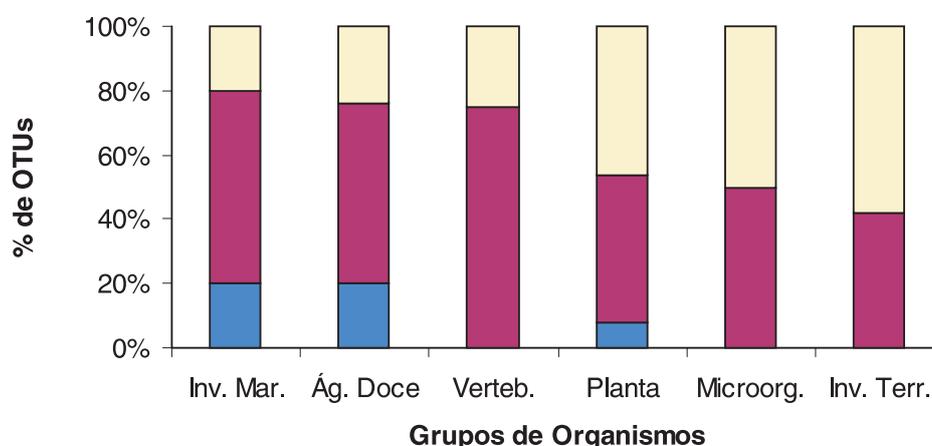
Figura 5. Percentual de unidades taxonômicas para os quais um taxonomista pode ser formado no Brasil, no Brasil com orientação do exterior, ou apenas fora do Brasil. Fonte: questionários. Ver também Tabela 10.

Em cerca de 60% dos táxons considerados, especialistas podem ser formados em quatro anos ou menos, fração que chegou a cerca de 80% para organismos de água doce, invertebrados marinhos e vertebrados (Tabela 11, Figura 6). Os informadores não reconheceram nenhum táxon operacional cujos especialistas levassem mais de dez anos para serem formados (Tabela 11). Por outro lado, apenas 12% dos táxons que foram avaliados podem ter especialistas formados em um a dois anos. Logo, considerando-se que a formação do taxonomista ocorra totalmente ou predominantemente em sua pós-graduação, apenas cursos de especialização e mestrado são insuficientes para capacitar plenamente especialistas para a maioria dos táxons informados.

Outra ressalva a se fazer é que o tempo relativamente curto apontado pelos informadores para formar novos taxonomistas presume a existência de todas as condições objetivas para implementar essa formação. Pelo diagnóstico feito pelos próprios informadores, muitas vezes tais condições não existem, principalmente pela escassez de especialistas já formados (e, portanto, de orientadores), e também pela insuficiência das coleções. Além disto, especialistas e coleções estão fortemente concentrados em poucas instituições, principalmente no sul e sudeste do país (como veremos adiante), o que limita a criação de novos cursos de pós-graduação.

Tabela 11. Formação de pessoal: número de unidades taxonômicas, em cada grupo de organismos, para os quais especialistas podem ser formados nos prazos de: 1 a 2 anos, 2 a 4 anos, 4 a 10 anos, mais de 10 anos. NR = Não respondido. Fonte: questionários. Ver também Figura 6.

Grupo	NR	1-2 anos	2-4 anos	4-10 anos	> 10 anos	Total
Orgs. água doce	4	5	14	6	0	34
Invs. marinhos	4	6	18	6	0	13
Invs. terrestres	1	0	5	7	0	5
Microorganismos	1	0	2	2	0	14
Plantas	1	1	6	6	0	9
Vertebrados	1	0	6	2	0	104
Total	12	12	51	29	0	179



Um taxonomista pode ser formado em : ■ 1-2 anos ■ 2-4 anos □ 4-10 anos

Figura 6. Percentual das unidades taxonômicas para os quais um taxonomista pode ser formado em 1 a 2 anos, 2 a 4 anos, ou 4 a 10 anos. A classe "mais de 10 anos" constava no questionário, mas não foi assinalada para nenhum táxon avaliado (Tabela 11). Fonte: questionários.

Coleções e bibliotecas científicas

Em comparação com a grande carência de especialistas, o diagnóstico das coleções científicas é um pouco mais encorajador: em geral, foram consideradas ao menos parcialmente adequadas (Tabela 12). Ainda assim, as coleções foram consideradas suficientes, ou quase, para o estudo de apenas 25% dos táxons avaliados, ao passo que em 27% foram tidas como totalmente inadequadas (Figura 7). Os problemas são agravados pela distribuição desigual das coleções no país; esta questão será retomada adiante.

Um problema crítico para as coleções brasileiras é a falta de curadores efetivos. O número de profissionais empregados para exercer a curadoria está muito aquém do necessário, mesmo nas instituições mais bem estruturadas. A curadoria dos acervos, em muitos casos, depende do trabalho de professores ou pesquisadores que têm outros encargos e da colaboração voluntária de estagiários, pesquisadores aposentados, pós-graduandos e outras pessoas sem qualquer vínculo formal. Por isto, o risco de degradação ou abandono de acervos importantes é constante.

Outros estudos forneceram um diagnóstico detalhado das coleções biológicas no Brasil (por exemplo, Brandão *et al.*, 1998; Siqueira & Joly, 1997). Além de apontarem os problemas que destacamos acima, ressaltam também as condições inadequadas de infra-estrutura (ausência de climatização, armários apropriados, etc.) e a falta de pessoal e material para as rotinas de manutenção (como troca periódica de líquidos fixadores ou expurgo de pragas).

As bibliotecas de literatura taxonômica tiveram uma avaliação similar, a maioria sendo considerada parcialmente adequada para o estudo dos táxons sobre os quais foi dada resposta, mas houve poucos casos em que a literatura pudesse ser considerada completa e adequadamente disponível (Tabela 13, Figura 8).

Parte das lacunas dos acervos bibliográficos deve-se à inexistência de literatura de identificação, como guias e chaves. Não há qualquer publicação desse tipo acessível para 35% dos táxons informados (Tabela 14). Invertebrados marinhos e terrestres são os grupos que têm essa carência mais acentuada (Figura 9). Quando existentes, os guias foram, na maioria, classificados como parcialmente adequados, ou ainda em preparação (Tabela 15, Figura 9). Segundo os informadores, há no Brasil especialistas capazes de produzir guias de identificação para 68% dos táxons informados, percentual que chega a 97% se estabelecidas colaborações com pesquisadores de outros países (Tabela 15). Invertebrados marinhos e microorganismos possuem a maior proporção de táxons para os quais é necessária colaboração estrangeira para produzir guias (Tabela 15, Figura 10). Para a maioria dos táxons operacionais informados (75%), guias e chaves de identificação podem ser produzidos no máximo em quatro anos (Tabela 16). Para mais da metade dos táxons de invertebrados terrestres e microorganismos, todavia, a produção desta literatura levaria mais de quatro anos (Figura 11).

Tabela 12. Suficiência de coleções no país para estudo de diferentes táxons: número de táxons enquadrados em diferentes categorias de auto-suficiência, desde “não” (nenhuma) até “totalmente” (completa). NR = não respondido Fonte: questionários.

Grupo	NR	Totalmente	Gde. parte	Em parte	Não	Total
Orgs. água doce	2	2	8	11	7	30
Invs. marinhos	2	0	2	19	11	34
Invs. terrestres	2	1	4	8	2	17
Microrganismos	3	0	1	1	3	8
Plantas	2	1	2	9	1	15
Vertebrados	0	1	3	0	4	8
Total	11	5	20	48	28	112

Tabela 13. Adequação do acervo bibliográfico: número de táxons enquadrados em diferentes graus de suficiência da bibliografia disponível em bibliotecas institucionais brasileiras. NR = não respondido. Fonte: questionários.

Grupo	NR	Sim	Em parte	Não	Total
Orgs. água doce	1	12	11	6	30
Invs. marinhos	2	18	13	1	34
Invs. terrestres	3	9	5	0	17
Microrganismos	3	0	5	0	8
Plantas	2	3	9	1	15
Vertebrados	0	6	3	0	9
Total	11	48	46	8	113

Tabela 14. Adequação do acervo bibliográfico: número de táxons para os quais há guias de identificação acessíveis, e em que condições, para cada grupo de organismo. NR = não respondido. Fonte: questionários.

Grupo	NR	Sim	Em parte	Em prepar.	Não	Desnec.	Total
Orgs. água doce	3	5	7	10	4	1	30
Invs. marinhos	2	6	7	3	16	0	34
Invs. terrestres	4	3	3	0	7	0	17
Microrganismos	6	0	0	0	2	0	8
Plantas	2	4	4	2	3	0	15
Vertebrados	0	2	5	0	2	0	9
Total	17	20	26	15	34	1	113

Tabela 15. Número de táxons, em cada grupo de organismos, para os quais há pesquisadores no Brasil capazes de produzir guias de identificação, com e sem colaboração de pesquisadores do exterior. NR = não respondido. Fonte: questionários.

Grupo	NR	Sim	Em colab.	Não	Total
Orgs. água doce	3	21	6	0	30
Invs. marinhos	4	16	11	3	34
Invs. terrestres	6	8	3	0	17
Microrganismos	4	1	3	0	8
Plantas	2	11	2	0	15
Vertebrados	2	5	1	0	8
Total	21	62	26	3	112

Tabela 16. Número de táxons, em cada grupo de organismos, por classes de tempo necessário para a produção de guias de identificação. Fonte: questionários.

Grupo	1-2 anos	2-4 anos	4-6 anos	>6 anos	Total
Orgs. água doce	6	10	3	0	19
Invs. marinhos	13	7	3	2	25
Invs. terrestres	2	6	2	0	10
Microorganismos	0	4	1	0	5
Plantas	0	2	2	1	5
Vertebrados	0	2	3	0	5
Total	21	31	14	3	69

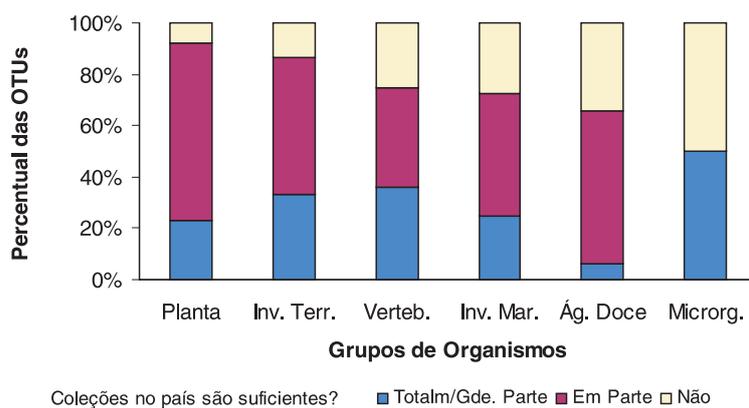


Figura 7. Percentual das unidades taxonômicas (“OTUs”) qualificadas quanto ao número e conteúdo das coleções no país, em relação ao necessário para pesquisa e identificação de espécies. Fonte: questionários. Ver também Tabela 12.

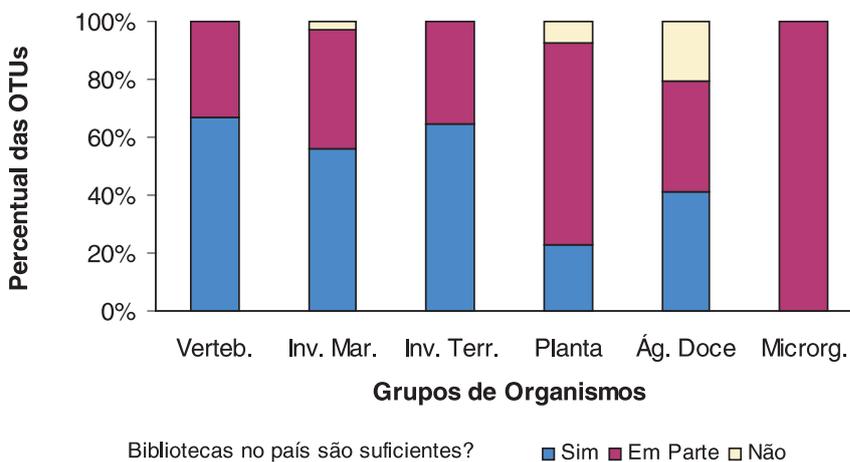


Figura 8. Adequação de bibliotecas científicas, em número e conteúdo, para estudo das unidades taxonômicas (“OTUs”) avaliadas em cada grupo. Fonte: questionários. Ver também Tabela 13.

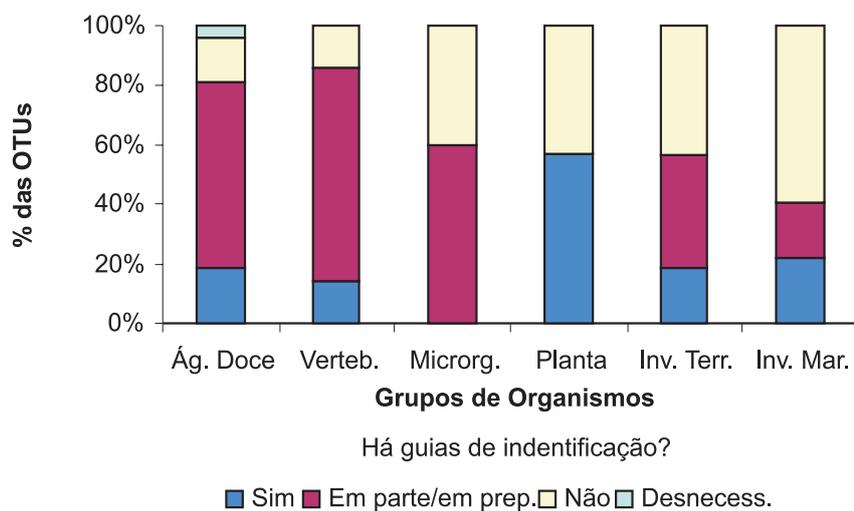


Figura 9. Percentual de unidades taxonômicas ("OTUs") em cada grupo para os quais existem guias e chaves de identificação acessíveis. Fonte: questionários. Ver também Tabela 14.

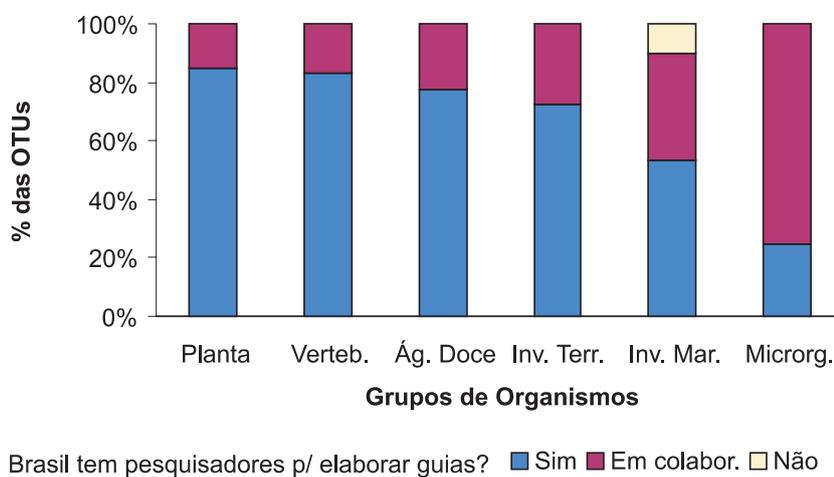


Figura 10. Percentual de unidades taxonômicas ("OTUs") em cada grupo para os quais há pesquisadores no Brasil capazes de elaborar guias de identificação, com e sem colaboração com pesquisadores do exterior. Fonte: questionários. Ver Tabela 15.

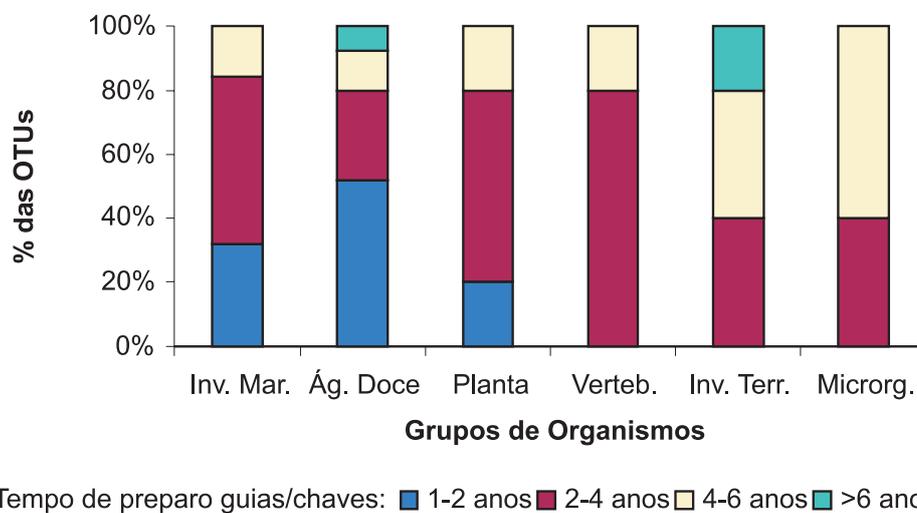


Figura 11. Percentual das unidades taxonômicas em cada grupo de organismos, por classe de tempo necessário para a produção de guias e chaves de identificação. Fonte: questionários. Ver também Tabela 16.

Distribuição regional de especialistas e instituições

Os recursos humanos e materiais para o estudo da diversidade estão fortemente concentrados nas regiões Sul e Sudeste do Brasil, que agregam cerca de 80% das coleções (Tabela 17, Figura 12) e dos pesquisadores (Figura 13) do país.

Além de concentradas regionalmente, as coleções biológicas também estão concentradas institucionalmente. As 354 coleções indicadas como representativas estão distribuídas em 54 instituições, predominantemente universidades públicas, ou museus ligados a estas (Tabela 18). As sete instituições com mais indicações agregam metade das coleções (Tabela 18), sendo duas do Estado de São Paulo (Museu de Zoologia da USP, e Universidade de São Paulo), duas do Rio de Janeiro (Museu Nacional e Jardim Botânico do Rio de Janeiro), uma do Amazonas (Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia), uma do Pará (Museu Paraense Emílio Goeldi) e uma do Rio Grande do Sul (Fundação Zoobotânica). Nenhuma instituição possui coleções de todos os grupos de organismos (Tabela 18), principalmente devido à separação tradicional entre museus zoológicos e herbários e também pelo surgimento mais recente de coleções microbianas, que tendem a se instalar em instituições próprias.

Tabela 17. Número de coleções no país indicadas como mais importantes para cada grupo de organismos, por região geográfica do Brasil. Regiões: N – Norte, NE – Nordeste, CO – Centro-Oeste, SE – Sudeste, S – Sul. Fonte: questionários. Ver também Figura 12.

Grupo	N	NE	CO	SE	S	Total
Orgs. água doce	10	2	0	44	15	71
Invs. marinhos	1	12	0	56	13	82
Invs. terrestres	14	0	3	38	13	68
Microrganismos	0	0	0	11	2	13
Plantas	3	3	1	34	4	45
Vertebrados	12	8	6	34	16	76
Total	40	25	10	217	63	355

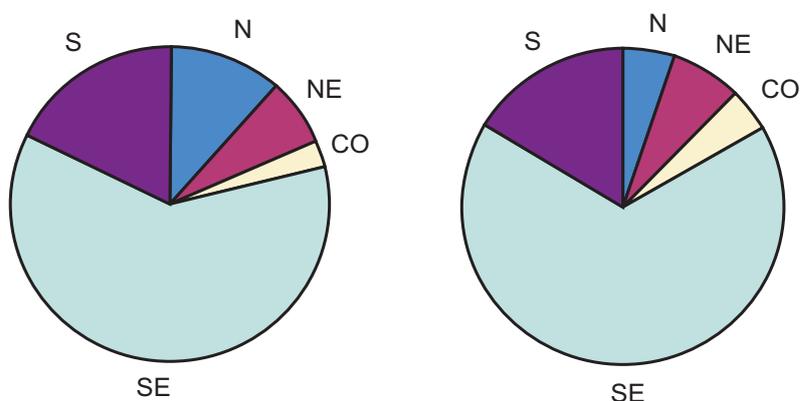


Figura 12 (à esquerda). Distribuição das coleções destacadas como importantes do Brasil, por região geográfica do país. Cada coleção citada foi considerada, independentemente das instituições; para estas, ver a Tabela 18. Regiões: N – Norte, NE – Nordeste, CO – Centro-Oeste, SE – Sudeste, S – Sul. Fonte: questionários. Ver também Tabela 17.

Figura 13 (à direita). Distribuição de especialistas representativos no Brasil, citados por região geográfica do país. Fonte: questionários.

Tabela 18. Número de coleções representativas indicadas pelos informadores, por grupo e por Instituição que as abrigam.

Instituição	Água Doce	Inverts. Marinhos	Inverts. Terrestres	Microorganismos	Plantas	Vertebrados	Total	Nº Grupos
MZUSP	12	12	14	0	0	6	44	4
MNRJ	11	16	7	0	0	6	40	4
USP	3	18	1	0	4	0	26	4
INPA	8	1	6	0	2	5	22	5
MPEG	2	0	8	0	0	6	16	3
MCNZ	8	4	4	0	0	0	16	3
RB	1	0	0	0	13	0	14	2
UFSCar	6	2	3	0	0	1	12	4
IB	4	0	8	0	0	0	12	2
UFPR	3	2	6	0	0	0	11	3
IBt	3	0	0	0	8	0	11	2
UNICAMP	0	1	0	0	4	5	10	3
UFPE	2	7	0	0	0	0	9	2
UFRJ	0	3	1	3	0	1	8	4
FURG	0	5	0	0	0	2	7	2
UFPB	0	3	0	0	0	3	6	2
MHNCI	0	0	2	0	0	4	6	2
UnB	0	0	1	0	0	4	5	2
UNESP-SJRP	1	1	0	0	0	2	4	3
UNESP-BOTU	1	0	1	0	1	1	4	4
UFRRJ	0	0	2	0	0	2	4	2
UFRGS	3	0	0	0	0	1	4	2
UFMG	0	0	0	3	0	1	4	2
PUCRS	0	0	1	0	0	3	4	2
MBM	0	0	0	0	4	0	4	1
FAT	0	0	0	4	0	0	4	1
UFSC	0	0	0	2	0	1	3	2
UFC	0	0	0	0	0	3	3	1
UFBA	0	2	0	0	0	1	3	2
MCN	0	0	0	0	0	3	3	1
MBML	0	0	0	0	0	3	3	1
FIOCRUZ	2	1	0	0	0	0	3	2
CEPLAC	0	0	0	0	2	1	3	2
UNESP-RC	0	0	0	1	0	1	2	2
UEM	1	0	0	0	0	1	2	2
PUCGO	0	0	0	0	0	2	2	1
IBGE	0	0	2	0	0	0	2	1
CETESB	0	2	0	0	0	0	2	1
USU	0	0	0	0	1	0	1	1
UFV	0	0	1	0	0	0	1	1

(continua)

Tabela 18 (continuação)

Instituição	Água Doce	Inverts. Marinhos	Inverts. Terrestres	Microrganismos	Plantas	Vertebrados	Total	Nº Grupos
UENF	0	0	0	0	0	1	1	1
UEL	0	0	0	0	0	1	1	1
UEFS	0	0	0	0	1	0	1	1
Col.Rolf Grantsau	0	0	0	0	0	1	1	1
IMTM	0	0	0	0	0	1	1	1
IBSP	0	0	0	0	0	1	1	1
IAN	0	0	0	0	1	0	1	1
HB	0	0	0	0	1	0	1	1
Col.H.Alvarenga	0	0	0	0	0	1	1	1
FFCLRP	0	0	0	0	0	1	1	1
FCAB	0	0	0	0	1	0	1	1
ESALQ	0	0	0	0	1	0	1	1
CENARGEN	0	0	0	0	1	0	1	1
CEM	0	1	0	0	0	0	1	1
TOTAL	71	81	68	13	45	76	354	-
Nº Instituições	17	17	17	5	15	33	54	-

Formas de publicação

Na Figura 14, examinamos o modo de divulgação de trabalhos recentes (de 1978 a 1998) citados nas bibliografias de referência fornecidas pelos especialistas consultados. Esta figura mostra, claramente, que uma fração considerável da literatura julgada importante pelos próprios especialistas vem sendo publicada de forma inadequada: 38% das referências são em formatos de publicação com circulação bastante restrita. O problema pode ser ainda maior do que parece, caso parte dos especialistas consultados tenha excluído tais publicações em suas listagens.

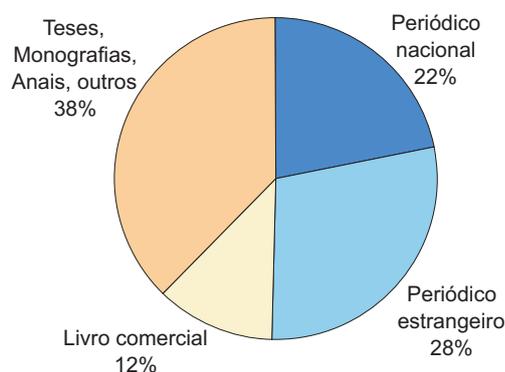


Figura 14. Proporções de diferentes tipos de publicações recentes (posteriores a 1978) citadas nas bibliografias de referência fornecidas pelos especialistas consultados. Foram utilizadas as referências dos relatórios de organismos de água doce, invertebrados marinhos e terrestres e microrganismos. A categoria "Teses etc." inclui relatórios e livros com distribuição restrita; "livro comercial" é qualquer livro (e seus capítulos) livremente distribuído, i.e. que pode ser adquirido por meio de livrarias, incluindo-se os da maioria das editoras universitárias. Foram compiladas 779 referências, já excluídas 205 anteriores a 1978 (há uma pequena redundância entre as diferentes bibliografias fornecidas).

Se examinarmos separadamente os grupamentos de organismos verificamos que a proporção de publicações fora de periódicos é maior na literatura aquática (marinha e água doce) e pequena na de microrganismos. As referências para invertebrados terrestres – principalmente os artrópodes – são relativamente concentradas em periódicos nacionais. Embora não tenham sido tabuladas, avaliando as bibliografias disponíveis dos especialistas consultados e outras fontes, podemos presumir que a proporção de publicações fora de periódicos é maior na literatura de plantas e muito menor na de vertebrados.

Há dois problemas com esta situação. Em primeiro lugar, muitas dessas publicações (teses, relatórios, resumos de congressos etc.) não são aceitas como válidas para a taxonomia formal. Portanto, a descrição de novas espécies ou qualquer alteração taxonômica, como estabelecimento de sinônimas etc., não é reconhecida enquanto não for incorporada em periódicos aceitos ou outras formas de publicação válida.

A segunda questão é que estes trabalhos são de difícil acesso e circulação, não estando muitas vezes disponíveis em bibliotecas institucionais, mesmo nas de boa qualidade. Do ponto de vista da garantia de acesso amplo, a publicação em periódicos regulares e bem estabelecidos é, de longe, preferível a qualquer outra. Livros, inclusive os de distribuição comercial, são menos eficientes, porque as verbas de aquisição de livros em bibliotecas de instituições acadêmicas são ainda mais inconstantes que as de assinaturas; além disto, livros são bem menos indexados do que periódicos, o que por sua vez restringe o conhecimento, acesso e uso destas publicações.

A publicação eletrônica – primeiro, em CD-ROMs e cada vez mais em páginas acessíveis pela Internet – já representa, sem dúvida, uma revolução na divulgação e acesso de informação. Este ponto será retomado nas “Recomendações finais”. Entretanto, embora a publicação de periódicos convencionais, da forma como a conhecemos, possa estar com seus dias contados, esta substituição não se dará instantaneamente; há muitas questões técnicas, formais e legais ainda a resolver.

CONHECIMENTO DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA

Conhecimento taxonômico atual e taxas de novas descrições

Para os grupos mais diversificados e menos conhecidos, como insetos, ácaros e nematódeos, há estimativas (moderadas) de que existam no Brasil de três a dez vezes mais espécies do que as descritas atualmente. Examinaremos esta questão mais adiante.

Apenas no período de 1978 a 1995, foram descritas 7.302 espécies de animais metazoários para o Brasil (Tabela 19), principalmente de insetos (69%), aracnídeos (11%), e peixes ósseos (5%). Em média, essas descrições representaram um acréscimo de 6% nas espécies brasileiras, valor que deve chegar a pelo menos 10%, se acrescentarmos também os novos registros de ocorrência, no Brasil, de espécies já descritas. Mantida esta taxa, podemos estimar, muito moderadamente, que o total de espécies brasileiras de animais reconhecidas aumenta em torno de 700 por ano. Presumindo que no Brasil haja pelo menos 850 mil espécies de animais ainda por descrever (nossa estimativa mais conservadora; ver a seção “Estimativas de biodiversidade brasileira”, adiante), essa taxa projetaria pelo menos 12 séculos de trabalho para que todas as espécies fossem conhecidas. Pelo menos nos grupos mais diversificados, o principal limitante do número de espécies descritas ao ano é o

número de especialistas em atividade, que é reduzidíssimo até para processar os grandes volumes de material já coletado e depositado nas coleções.

A pesquisa taxonômica não se restringe à descrição de espécies, o que torna maior o trabalho ainda por se fazer no Brasil. Na opinião dos especialistas que responderam aos questionários, as famílias de metade dos táxons que ocorrem no Brasil necessitam de revisão (Tabela 20). Os vertebrados possuem a menor proporção de táxons nessa situação (20%) e os microrganismos, a maior (90%; Figura 15). A fração de táxons cujos gêneros necessitam de revisão é ainda maior (70%), podendo chegar a mais de 90%, como no caso de invertebrados terrestres (Tabela 21, Figura 15).

Associada a essas lacunas na taxonomia da maioria dos grupos está a dificuldade de identificação. Segundo os questionários, em cerca de dois terços dos táxons não é possível para um não-taxonomista identificar espécies, uma fração que chega a 95% no caso dos invertebrados terrestres (Tabela 22, Figura 16). Em cerca de 30% dos táxons, a identificação não pode ser feita nem até gênero (Tabela 8), sendo os microrganismos o grupo mais problemático a esse respeito (54% dos táxons, Figura 16).

Tabela 19. Número de espécies de metazoários registradas atualmente no Brasil por grande grupo taxonômico, número de espécies descritas para o Brasil no período de 1978 a 1995, e percentual destas em relação ao número de espécies hoje conhecidas para o país. Fonte: Zoological Record.

Táxon	Nº espécies conhecidas no Brasil atualmente ^a	Nº espécies descritas 1978-1995	% Descritas / atuais no Brasil
Porifera	350	34	9,7
Cnidaria	470	9	1,9
Ctenophora	2	0	0,0
Platyhelminthes	1.670	214	12,8
Nemertina	43	0	0,0
Nematoda	2.080	127	6,1
Nematomorpha	12	0	0,0
Acanthocephala	40	7	17,5
Rotifera	457	14	3,1
Kinorhyncha	1	0	0,0
Priapulida	1	0	0,0
Gastrotricha	69	28	40,6
Entoprocta	10	0	0,0
Annelida	1.050	106	10,1
Sipuncula	30	2	6,7
Echiura	9	0	0,0
Pogonophora	1	0	0,0
Mollusca	2.700	111	4,1
Tardigrada	67	1	1,5
Onychophora	4	0	0
Bryozoa	284	11	3,9
Brachiopoda	4	0	0,0
Phoronida	2	0	0,0
Chaetognatha	18	0	0,0
Hemichordata	7	0	0,0

(continua)

Tabela 19 (continuação)

Táxon	Nº espécies conhecidas no Brasil atualmente ^a	Nº espécies descritas 1978-1995	% Descritas / atuais no Brasil
Echinodermata	329	2	0,6
Insecta	95.000	5.071	5,3
Myriapoda	450	27	6,0
Arachnida	6.050	807	13,3
Crustacea	2.040	190	9,3
Urochordata	155	1	0,6
Cephalochordata	2	1	50,0
Agnatha	4	1	25
Chondrichthyes	155	2	1,3
Osteichthyes	3.261	330	10,1
Amphibia	687	115	16,7
Reptilia	633	63	10,0
Aves	1.696	10	0,6
Mammalia	541	18	3,3
TOTAL^b	120.384	7.302	6,1

^a Estimativas conforme Tabela 34, exceto pelos valores apresentados em intervalos, que foram substituídos por seu ponto médio.

^b Total e percentual total: somas de todos os grupos em que constam estimativas de espécies conhecidas no Brasil, não apenas os detalhados nesta Tabela.

Tabela 20. Número de táxons cujas famílias foram consideradas bem estabelecidas, por grupo. NR = não respondido. Fonte: questionários.

Grupo	NR	SIM	NÃO	TOTAL
Orgs. água doce	2	14	14	30
Invs. marinhos	5	22	8	35
Invs. terrestres	4	8	5	17
Microrganismos	10	1	0	11
Plantas	5	6	4	15
Vertebrados	2	8	0	10
Total	28	59	31	118

Tabela 21. Número de táxons cujos gêneros foram considerados bem estabelecidos, por grupo. NR = não respondido. Fonte: questionários. Ver também Figura 15.

Grupo	NR	SIM	NÃO	TOTAL
Orgs. água doce	4	9	17	30
Invs. marinhos	7	17	11	35
Invs. terrestres	3	1	13	17
Microrganismos	6	0	5	11
Plantas	1	2	12	15
Vertebrados	3	3	4	10
Total	24	32	62	118

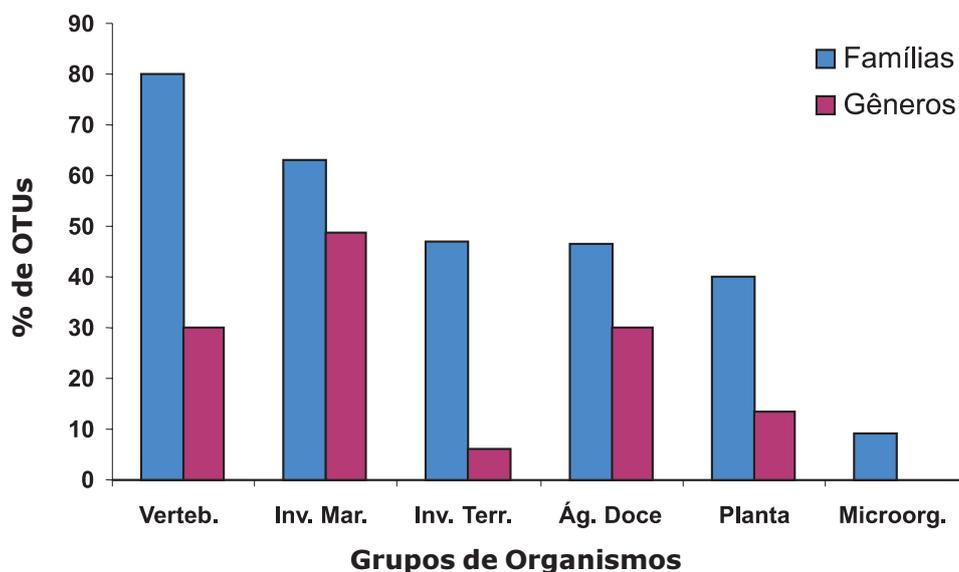


Figura 15. Percentual das unidades taxonômicas de cada grupo cujas famílias e gêneros foram considerados bem estabelecidos. Fonte: questionários. Ver também Tabela 21.

Tabela 22. Número de táxons cuja identificação foi considerada viável até espécie, gênero, ou apenas até níveis taxonômicos acima de gênero ("supragen."). Fonte: questionários. Ver também Figura 16.

Grupo	Supragen.	Gênero	Espécie	Total
Orgs. água doce	10	9	11	30
Invs. marinhos	13	12	10	35
Invs. terrestres	4	12	1	17
Microrganismos	6	2	3	11
Plantas	3	6	6	15
Vertebrados	1	4	4	9
Total	37	45	34	117

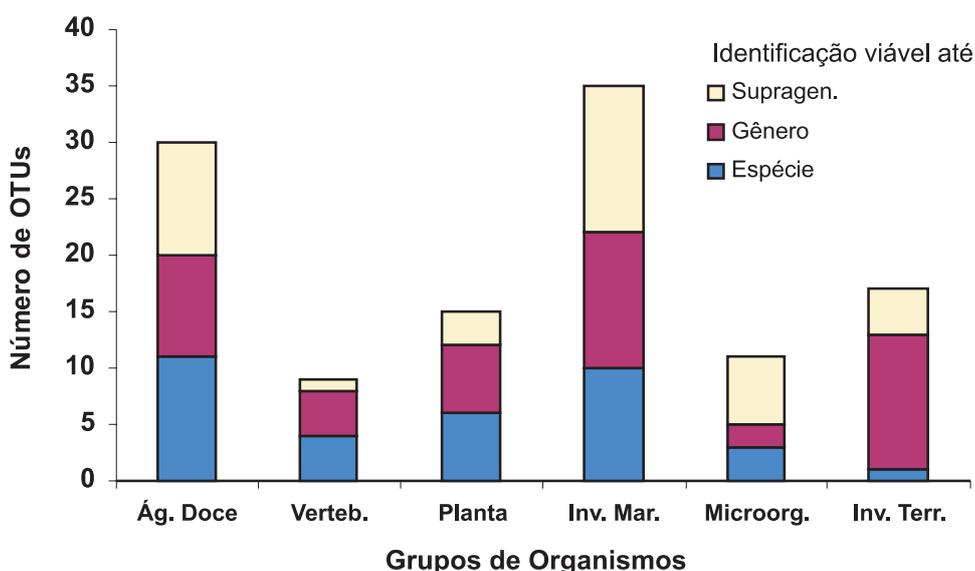


Figura 16. Número de unidades taxonômicas em cada grupo, e sua viabilidade de identificação por não especialistas até espécie, gênero, ou categoria acima de gênero ("supragen"). Fonte: questionários. Ver também Tabela 22.

Para uma avaliação do esforço necessário para coletar e descrever a fração ainda desconhecida da biodiversidade brasileira, é preciso também considerar que esse esforço aumenta com o passar do tempo, pois as espécies mais conspícuas e familiares são as primeiras a serem encontradas e descritas (Gaston, 1991). Por exemplo, três quartos dos mamíferos brasileiros e 60% dos peixes do Pantanal foram descritos até o fim do século XIX (Figura 17 A-B), enquanto a maioria das espécies de grupos menos evidentes e de menor interesse econômico foi descrita no século XIX (Figura 17 C-F). Mesmo nos grupos mais conhecidos, há uma clara tendência a descrever primeiramente as espécies maiores (Figura 18). Embora os dois casos ilustrativos apresentados sejam de vertebrados, a mesma tendência existe em outros grupos de animais mais estudados. Entretanto, há que se ressaltar que, em biomas ou grandes regiões pouco estudadas, existem espécies inéditas de todas as classes de tamanho.

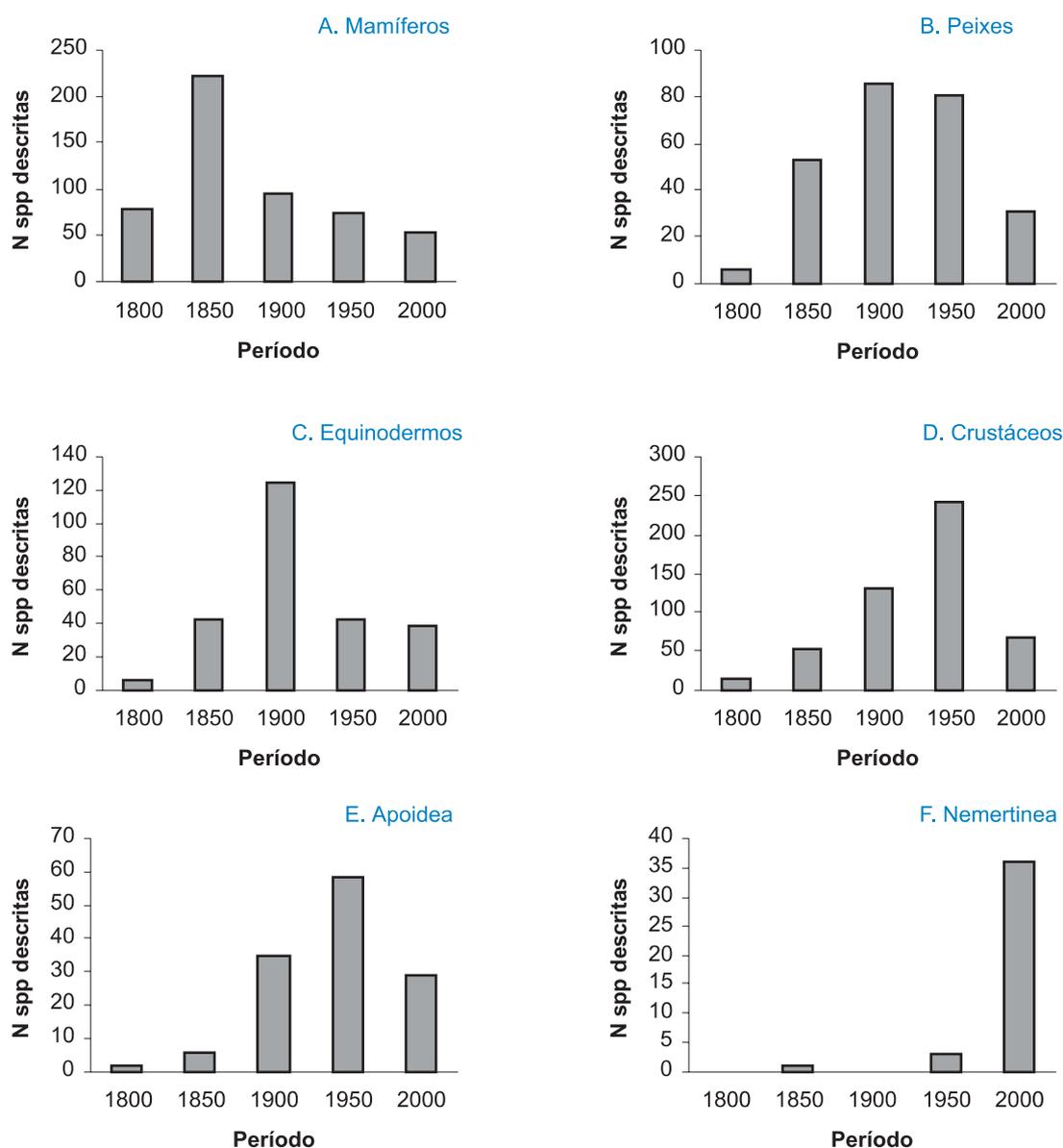


Figura 17. Número de espécies descritas nos últimos dois séculos em períodos de 50 anos (os eixos indicam o ano do final do período) para: (A) Mamíferos brasileiros (dados de Fonseca *et al.*, 1996); (B) Peixes da planície do Pantanal (Britski *et al.*, 1999); (C) Equinodermos brasileiros (Tommasi 1999); (D) Apoidea do Estado de São Paulo (Pedro & Camargo, 1999); (E) Microcrustáceos de água doce do Estado de São Paulo (Rocha & Güntzel, 1999; Matsumura-Tundisi & Silva, 1999; Rocha, 1999); (F) Nemertíneos do Brasil (Santos, 1999).

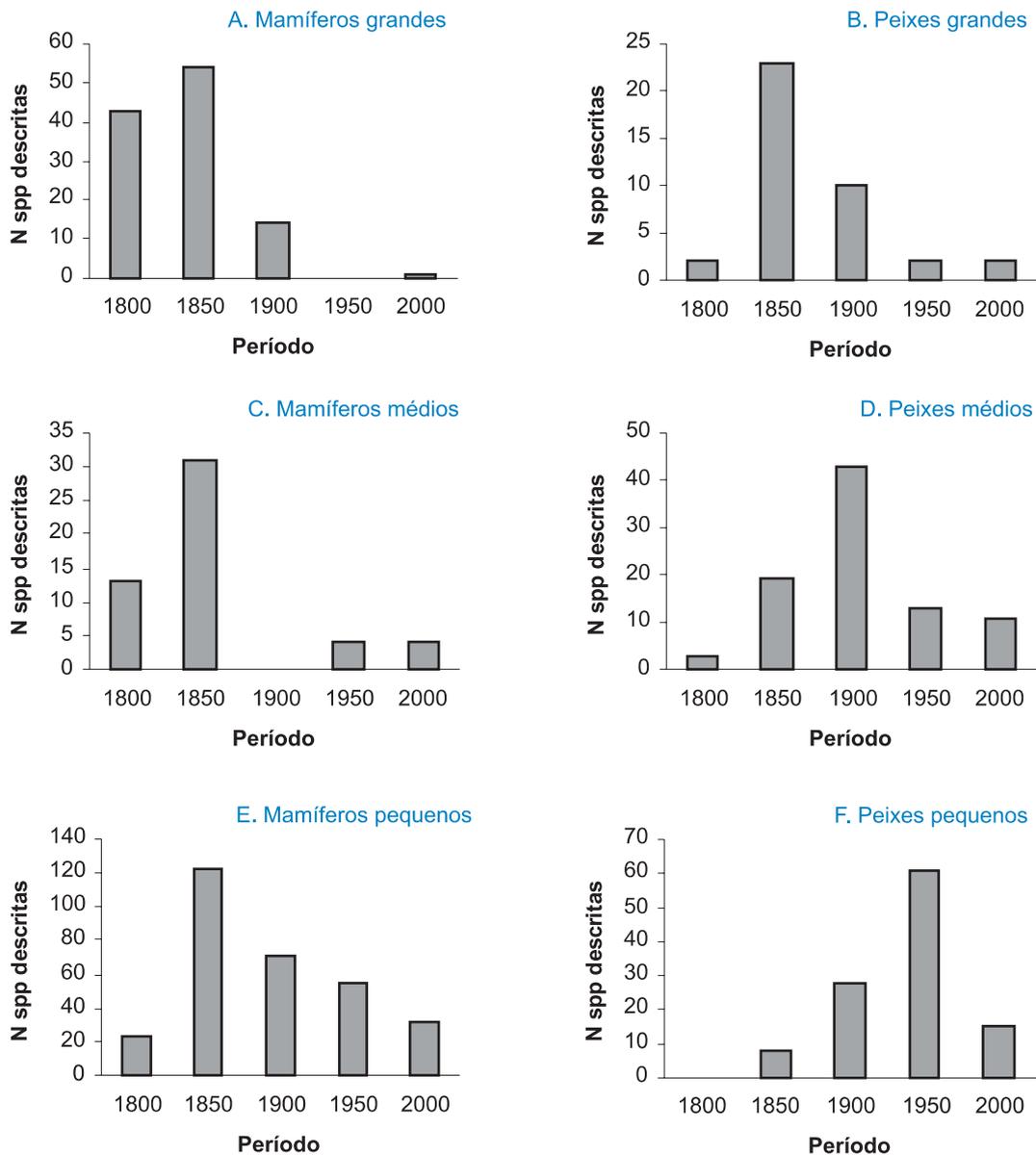


Figura 18. Número de espécies descritas por períodos de 50 anos (os eixos indicam o ano do final do período) para: **A, C, E:** mamíferos grandes (acima de 2kg), médios (entre 2kg e 450g) e pequenos (abaixo de 450g), respectivamente (a partir dos dados de Fonseca *et al.*, 1996); **B, D, F:** Peixes da planície do Pantanal grandes (acima de 30cm de comprimento), médios (entre 10 e 30cm), e pequenos (abaixo de 10cm), respectivamente (dados de Britski *et al.*, 1999).

Coleta e conhecimento de diferentes biomas e ecossistemas

A distribuição das coletas acumuladas em coleções científicas é extremamente irregular. Como se esperaria, a maior parte dos acervos advém de regiões mais habitadas e desenvolvidas; em determinadas rotas e nos seus pontos tradicionais de parada (como Belém, Santarém e Manaus); em locais que ofereceram condições especiais de acesso ou estada; em áreas de especial beleza cênica (Itatiaia, Campos do Jordão); ou, mesmo localidades de residência de um único naturalista muito ativo (como Nova Teutônia, SC, onde viveu Fritz Plaumann, que coletou comercialmente para instituições e colecionadores particulares durante décadas).

A distribuição geográfica e ecológica dos organismos que constam em acervos brasileiros será bastante difícil de avaliar de forma abrangente, enquanto a catalogação informatizada das coleções mais importantes não for completada

e disponibilizada. Aqui, utilizamos dois procedimentos distintos cujos resultados se complementam: a avaliação individual pelos especialistas consultados (nesta seção) e a análise de publicações indexadas recentes quanto à proveniência geográfica e ecológica de inventários bióticos realizados no Brasil (na próxima seção).

A taxa de respostas dos especialistas consultados foi baixa, refletindo principalmente a dificuldade de formular um julgamento, em muitos casos. No questionário, separamos *grau de coleta* de *grau de conhecimento*, para a eventualidade de que em algum grupo se indicasse a existência de coletas suficientes, mas que ainda não tivessem sido triadas ou estudadas. Entretanto, o teor das respostas indicou a possibilidade de confusão entre os dois aspectos. Além disso, como se esperaria, o enquadramento em “coleta” foi altamente correlacionado com o de “conhecimento”.

Os especialistas que deram respostas indicam que o conhecimento da diversidade nos grandes biomas ainda é inadequado, para a maioria dos grupos de organismos e biomas. O *ranking* médio dos graus atribuídos à coleta e conhecimento da diversidade de todos os grupos em todos os biomas foi abaixo de regular (Tabela 23 e Tabela 24). Apenas plantas superiores na Mata Atlântica tiveram um grau médio “bom”. De maneira geral, o bioma mais bem conhecido e amostrado é a Mata Atlântica, e os menos são Pantanal e Caatinga, embora haja lacunas importantes de coleta e conhecimento em todos os outros biomas (Tabela 23 e Tabela 24).

Os grupos mais bem conhecidos e amostrados são os de plantas superiores e vertebrados. Microrganismos são tidos como *mal* a até quase *não amostrados* em todos os biomas, seguidos dos invertebrados terrestres e organismos de água doce (Tabela 23 e Tabela 24).

Tabela 23. Valores médios dos graus de coleta (0 = nenhum, 1 = ruim, 2 = bom, 3 = excelente) atribuídos aos táxons de cada grupo, por bioma brasileiro. Valores que indicam coletas no mínimo razoáveis (acima de 1,50) são destacados em negrito. Fonte: questionários.

Grupo	Amazônia	Caatinga	Campos	Cerrado	M.Atlânt	Pantanal	Geral
Orgs. água doce	1,20	0,57	1,29	1,00	1,38	0,93	1,06
Invs. terrestres	1,25	0,33	0,78	1,10	1,67	0,89	1,00
Microrganismos	1,00	0,25	0,25	0,50	1,00	0,25	0,54
Plantas	1,36	1,22	1,89	1,83	2,00	1,29	1,60
Vertebrados	1,00	1,20	1,20	1,00	1,60	1,20	1,20
Total	1,22	0,74	1,18	1,24	1,65	0,98	1,17

Tabela 24. Valores médios dos graus de conhecimento (mesma escala da Tabela 23) atribuídos aos táxons de cada grupo, por bioma brasileiro. Valores que indicam coletas no mínimo razoáveis (acima de 1,50) são destacados em negrito. Fonte: questionários.

Grupo	Amazônia	Caatinga	Campos	Cerrado	M.Atlânt	Pantanal	Geral
Orgs. água doce	1,30	0,67	1,29	1,14	1,38	1,00	1,13
Invs. terrestres	1,25	0,33	0,89	1,20	1,67	1,00	1,06
Microrganismos	0,25	0,25	0,25	0,50	1,00	0,25	0,42
Plantas	1,36	1,11	1,82	1,39	2,08	1,27	1,50
Vertebrados	1,20	1,20	1,80	1,20	1,80	1,20	1,40
Total	1,20	0,73	1,31	1,20	1,69	1,03	1,19

Conquanto esta avaliação seja limitada pela escala qualitativa adotada, o quadro geral que emerge é bastante consistente e confirma o que estudos anteriores apontaram: primeiro, a acentuada diferença de conhecimento entre plantas e vertebrados, por um lado, e os demais grupos de organismos, por outro; segundo, o fato indiscutível de que, dos grandes biomas brasileiros, a Caatinga ainda é a menos conhecida e que há lacunas substanciais de conhecimento em relação ao Cerrado e Pantanal.

O questionário do estudo também listou as regiões geopolíticas do Brasil para a mesma avaliação (graus de coleta ou conhecimento). As avaliações por região, quando feitas, tiveram ampla sobreposição com os graus atribuídos aos mesmos grupos nos biomas mais característicos de cada região: Amazônia para a Região Norte, Caatinga para o Nordeste, Pantanal e Cerrado no Centro-Oeste, Mata Atlântica no Sudeste e no Sul, no qual se acrescentam os Campos.

Solicitamos, quando possível, informações enquadradas por tipo de ambiente, ecossistema, ou *habitat*. Para organismos terrestres não houve um número aproveitável de respostas, mas para invertebrados marinhos, os especialistas forneceram dados suficientes para traçar um quadro geral (Tabela 25). De modo geral, os ambientes marinhos têm graus de coleta e conhecimento ruins, comparáveis aos dos biomas terrestres menos conhecidos e coletados (Tabela 25). Como salientaram os especialistas em invertebrados marinhos, a facilidade de acesso é o principal determinante do conhecimento da biota marinha. Este fato é atestado pelos níveis ordinais (*rankings*) mais elevados da coleta e conhecimento de ambientes rasos e(ou) próximos da costa, como estuários, mangues, e região entremarés (Tabela 25).

Tabela 25. Valores médios dos graus de conhecimento (mesma escala da Tabela 23) atribuídos aos táxons de Invertebrados Marinhos, por *habitat* ou ambiente marinho. Fonte: questionários.

<i>Habitat</i> / Ambiente	Grau de coleta	Grau de conhecimento
Região entremarés - substrato inconsolidado	1,35	1,24
Estuários	1,28	1,17
Região entremarés - substrato consolidado	1,26	1,11
Manguezal	1,16	1,05
Plataforma continental	1,08	1,00
Infralitoral - substrato inconsolidado	1,00	0,87
Recife de coral	1,00	0,9
Infralitoral - substrato consolidado	0,96	0,87
Ilhas continentais	0,95	0,95
Pelágico nerítico	0,94	1,00
Pelágico oceânico	0,88	0,69
Marisma	0,77	0,77
Ilhas oceânicas	0,74	0,74
Talude continental	0,65	0,61
Geral	1,00	0,92

Inventários de diversidade

Examinamos anteriormente o perfil do conhecimento de diferentes táxons e biomas, com base nas informações e julgamento dos especialistas que prestaram informações ao presente estudo. Para complementar este quadro, avaliamos também os inventários de diferentes táxons realizados no Brasil. Para esta finalidade, as indicações retornadas por meio dos formulários mostraram-se bastante desiguais. Supomos que isto foi determinado pelo tempo que cada especialista pôde alocar a esta tarefa e pela disponibilidade de listagens bibliográficas pré-compiladas.

Para evitar comparações distorcidas devido a tais desigualdades de informação, avaliamos os inventários de biodiversidade brasileira com base nas publicações referidas em índices internacionais. Baseamo-nos principalmente no *Zoological Record* e no *Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts*, recorrendo a outras fontes adicionais (Tabela 6).

Inventários de diferentes táxons

Identificamos 535 trabalhos contendo inventários de grupos de animais metazoários ou de protozoários (Tabela 26) realizados no Brasil, publicados num período de 15 anos (aproximadamente de 1985 ao início de 1999; a imprecisão de limitação do período considerado se deve à defasagem entre as datas de publicação e sua indexação no *Zoological Record*). Um terço destes trabalhos enfoca táxons vertebrados (Figura 19) e dois terços se refere a invertebrados (Figura 20).

Entre os vertebrados, há uma forte concentração de inventários de aves e mamíferos, que somam 80% dos trabalhos publicados (Figura 19 e Tabela 26). Os demais 20% abrangem inventários de répteis, anfíbios e peixes (especialmente os teleósteos), grupos cujas taxas recentes de descrição de novas espécies são muito superiores às de aves e mamíferos (Tabela 19) e, presumivelmente, são bem menos conhecidos do que estas duas classes. Entende-se que inventários não se destinam exclusivamente a coletar espécies inéditas – o reconhecimento de faunas, floras e microbiotas locais e regionais é uma tarefa igualmente essencial. Entretanto, é claro que a perspectiva do reconhecimento completo da fauna vertebrada brasileira será mais lento exatamente nos grupos ainda menos conhecidos, à medida que o esforço de inventários justamente nestes grupos é restrito e presumivelmente insuficiente.

O quadro dos estudos de invertebrados é mais complexo (Figura 20 e Tabela 26). Como podemos presumir que os grupos de invertebrados, de modo geral, contêm grandes contingentes de espécies, não só inéditas, mas nunca coletadas ou mal representadas em coleções, o número de inventários publicados é um indicador aproximado do esforço de detecção de novas espécies. Do total de 357 publicações consideradas, 70% se concentram em Arthropoda e, destes, quase 90% enfocam Insecta (Tabela 26). Isto sinaliza um esforço relativamente tímido nos demais Arthropoda, com exceção de Crustacea (6% dos inventários publicados no filo). Os Arachnida, ao todo, correspondem a outros 6% do total de inventários de Arthropoda publicados; destacam-se as aranhas, nas quais se nota uma tendência recente de aumento, e os ácaros, cujos inventários são quase todos dirigidos a grupos de interesse médico-veterinário ou fitopatogênico. A vasta fauna de ácaros de solo, portanto, continua atualmente sem atenção.

Entre os insetos, quase 80% dos inventários publicados enfocam as quatro maiores ordens: Coleoptera, Diptera, Hymenoptera e Lepidoptera (Figura 20). Do número desproporcionalmente alto de inventários de dípteros a maioria, como é de se supor, é dirigida para grupos de importância médico-veterinária

ou de pragas agrícolas. Portanto, também nos insetos, o esforço recente de inventários não reflete diretamente o pleno potencial de aproveitamento dos estudos de diferentes grupos.

Tabela 26. Inventários de animais no Brasil, por região geográfica. Fonte: *Zoological Record*, vols. 122 a 135 (publicados aproximadamente entre 1985 e o início de 1999). Inventários de parasitos são assinalados ("paras."), embora o táxon possa também conter espécies de vida livre; em alguns casos, os hospedeiros foram considerados separadamente como também inventariados.

Táxon	Região Geográfica						BRASIL (não def.)	Total
	N	NE	SE	S	CO			
Protozoa (paras.)	4	3	7	0	0	3	17	
Protozoa	2	0	2	1	0	0	5	
Porifera	0	0	1	0	0	0	1	
Cnidaria	0	1	2	0	0	0	3	
Helminthes (paras.)	1	0	7	2	0	1	11	
Rotifera	3	2	1	0	2	0	8	
Nematoda	1	2	7	5	2	10	27	
Mollusca	3	1	15	5	1	5	30	
Annelida	2	1	2	0	0	0	5	
Arachnida	5	0	0	1	0	1	7	
Acari	2	1	1	2	0	2	8	
Crustacea	3	3	4	1	1	3	15	
Insecta indefinido	3	0	7	7	0	0	17	
Collembola	0	0	0	0	0	1	1	
Odonata	1	0	2	0	0	0	3	
Orthoptera	1	0	1	0	0	0	2	
Isoptera	1	0	0	0	1	1	3	
Dermaptera	0	0	0	0	0	1	1	
Mallophaga (paras.)	1	0	0	0	0	0	1	
Thysanoptera	0	0	1	1	0	0	2	
Hemiptera (incl. Homoptera)	3	0	4	5	2	3	17	
Coleoptera	3	0	4	11	2	3	23	
Trichoptera	1	0	0	0	1	0	2	
Lepidoptera	2	2	10	3	0	8	25	
Diptera	21	7	34	10	3	7	82	
Hymenoptera	5	4	20	6	2	3	40	
Echinodermata	0	0	1	0	0	0	1	
Vertebrata indefinido	0	0	2	1	0	0	3	
Pisces	7	4	5	6	1	6	29	
Amphibia	2	0	2	1	0	0	5	
Reptilia	7	0	2	3	3	2	17	
Aves	14	9	21	12	4	7	67	
Mammalia	4	5	8	3	3	1	24	
Rodentia	0	0	0	1	0	1	2	
Carnivora	0	0	0	0	1	0	1	
Chiroptera	0	0	8	1	2	1	12	
Primates	4	2	3	3	0	6	18	
Total	106	47	184	91	31	76	535	

Três grupos se destacam entre os demais invertebrados (Figura 20), mas destes, somente os moluscos têm sido inventariado de forma mais abrangente. Quanto aos nematódeos e protozoários, a grande maioria dos estudos é novamente voltada para as espécies zooparasitas ou fitoparasitas, com pouca ou nenhuma atenção aos grandes táxons de vida livre, no solo ou na água.

A base de referências do *Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts*, para um período recente mais curto, confirma de modo geral as tendências apontadas acima, para organismos marinhos (Figura 21); aqui, foram também computados estudos referentes à Região Atlântica Sudoeste, mesmo sem citar explicitamente material brasileiro, pela sua relevância direta para o conhecimento da biota marinha do Brasil. Neste conjunto de publicações, os crustáceos ascendem ao segundo grupo mais inventariado; a diferença em relação ao Zoological Record (Figura 20) pode ser devida ao menor período considerado, aos universos distintos de publicações abrangidas e(ou) à inclusão de publicações da Região Atlântica Sudoeste.

Outros táxons com maior esforço de inventariação em ambientes marinhos, além dos já destacados anteriormente, incluem *Cnidaria*, *Porifera* e *Annelida* (estes, quase todos enfocando *Polychaeta*).

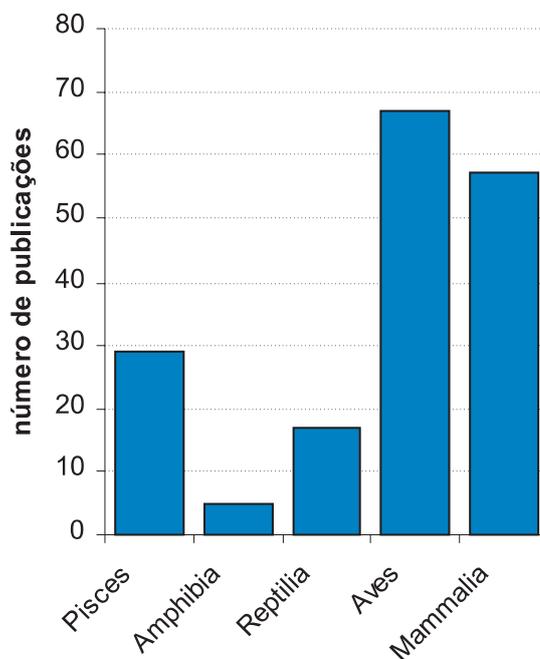


Figura 19. Números de inventários de vertebrados realizados no Brasil, publicados de 1985 a início de 1999, conforme o Zoological Record (ver Tabela 26 para detalhes). Foram consideradas 175 publicações. Inventários de “Peixes” incluem de uma a três das classes em que o grupo é hoje subdividido, além de alguns estudos sobre ictiofaunas fósseis.

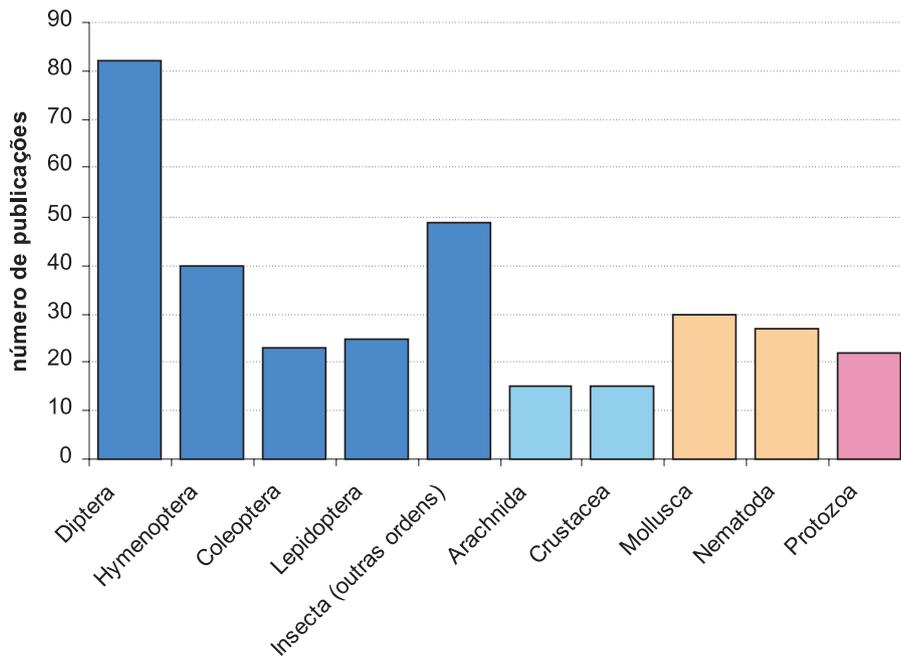


Figura 20. Principais grupos de invertebrados com inventários realizados no Brasil, publicados de 1985 a início de 1999, conforme o Zoological Record (ver Tabela 26 para detalhes). Total de publicações consideradas: 357 (o gráfico exclui 29 publicações referentes a outros grupos de invertebrados).

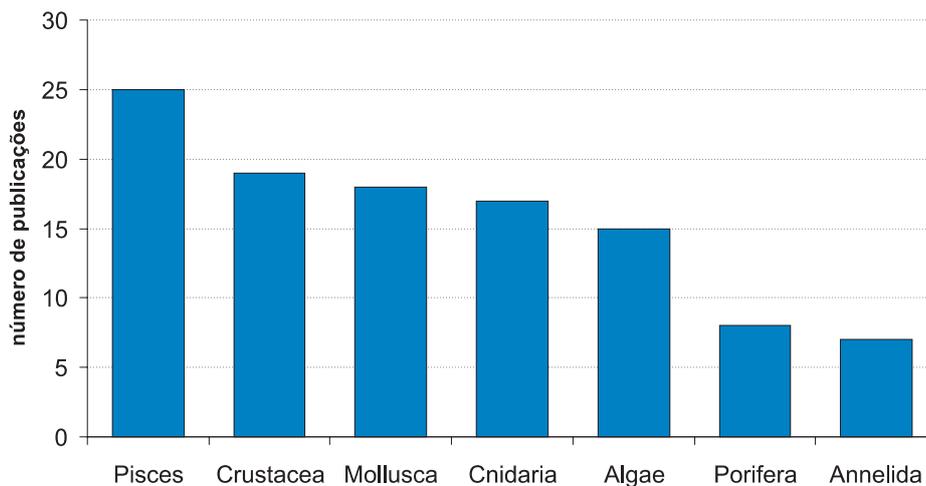


Figura 21. Principais táxons investigados em inventários marinhos recentes, com o número de publicações referidas ao Brasil ou à Região Sudoeste do Oceano Atlântico, aproximadamente de 1996 a 1999. Fonte: Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts (01/1997 a 09/1999). Total de publicações: 109 (excluídas 18 referentes a outros táxons).

Repartição geográfica dos inventários

A distribuição geográfica dos inventários faunísticos publicados reflete as tendências regionais apontadas em outras seções deste estudo. Note-se, a propósito, que a concentração de pesquisadores e instituições nas regiões Sudeste e Sul não obriga a uma mesma concentração dos estudos realizados. Muitos especialistas atuam em diversas regiões, quando não em todo o país ou fora dele; as maiores coleções têm também âmbito nacional, não se restringindo à região onde estão sediadas.

Ainda assim, as diferenças inter-regionais são marcantes (Figura 22, Tabela 26): 60% dos inventários publicados concentram-se nas regiões Sudeste e

Sul, onde também está a maioria dos pesquisadores e das instituições. A exceção a destacar é a Região Norte, enfocada por um quarto dos inventários, em decorrência do grande interesse pela Amazônia de muitos pesquisadores de todo o Brasil e, mais ainda, no exterior. Em comparação com o restante do Brasil, a escassez de inventários no Nordeste e Centro-Oeste mostra-se especialmente dramática (Figura 22).

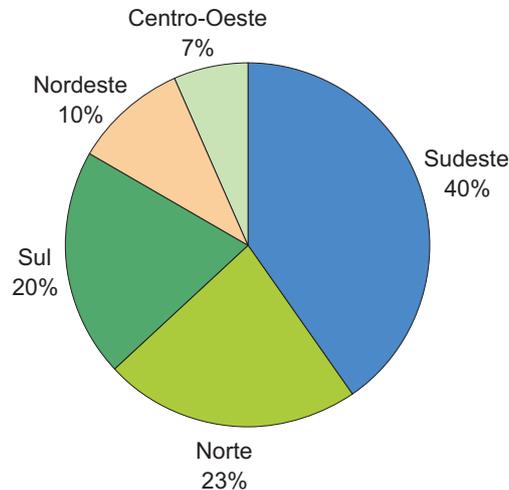


Figura 22. Número de inventários faunísticos realizados no período 1985-1999 em diferentes regiões geográficas do Brasil, referidos no Zoological Record. Veja detalhes sobre os dados na Tabela 26. Total de estudos = 465 (excluídos aqueles sem âmbito regional definido).

A repartição geográfica dos inventários marinhos reforça a prevalência de estudos realizados nas regiões Sul e Sudeste, com dois terços do total de publicações arroladas (Figura 23). Quando confrontamos a proporção de inventários publicados para cada região com a extensão relativa de seu litoral, a carência de estudos no Nordeste é muito clara. Pela sua grande extensão litorânea, o Nordeste comportaria ao menos quatro vezes mais inventários do que os que recentemente vêm sendo publicados, em comparação com as demais regiões (Figura 23).

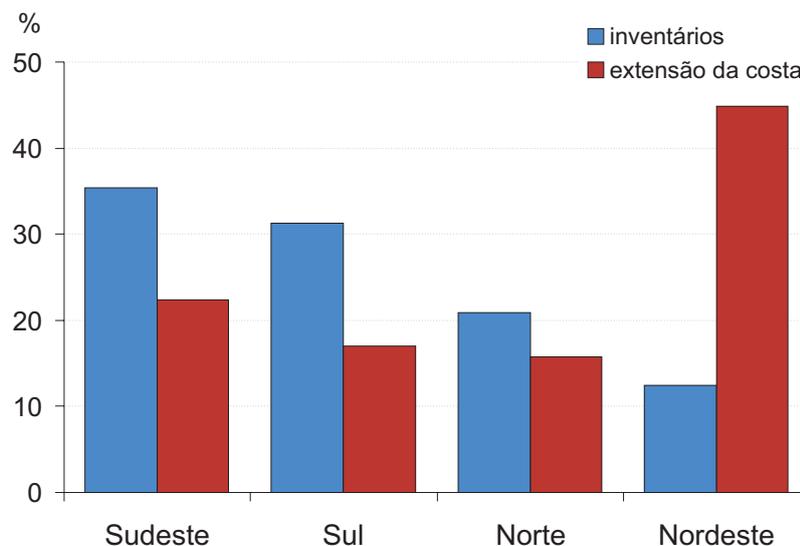


Figura 23. Repartição de inventários publicados de organismos marinhos entre as regiões geográficas brasileiras, comparada com a proporção da extensão de litoral pertencente a cada região. Fontes: inventários – Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts (1/97 – 9/99); litoral – IBGE (1994).

Inventários por biomas e ecossistemas

A repartição do esforço de inventariação em diferentes biomas é mais difícil de ser avaliada. Examinamos o conjunto de publicações no Zoological Record de 1985 a 1999 (Tabela 27, Figura 24). Estes trabalhos foram grupados pelos biomas brasileiros, usando a classificação do IBGE, na versão simplificada de Rizzini *et al.* (1988). Destacamos, entretanto, ecossistemas distintos, notadamente os aquáticos e os modificados por ocupação humana (agroecossistemas e áreas urbanas). Os resultados são resumidos na Figura 24.

Tabela 27. Inventários de animais no Brasil, nos diferentes biomas ou em ecossistemas específicos, relacionados no Zoological Record. Ver Tabela 26 para detalhes sobre os dados. Os totais entre as duas tabelas diferem porque há publicações que só puderam ser enquadradas em uma delas.

Táxon	Bioma / Ecossistema														Total
	Mar	Mangue	Ilhas marinhas	Restinga/Praia	Água Doce	Pinheiral	Floresta Amazônica	Mata Atlântica	Caatinga	Cerrado	Pantanal	Campos de altitude	Agroecossistemas	Ecossistemas urbanos	
Protozoa (paras.)	0	0	0	0	0	0	4	2	0	1	0	0	3	5	15
Protozoa	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	1	0	0	3
Bentos indefinido	0	0	0	0	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Plancton indefinido	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Porifera	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
Cnidaria	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
Helminthes ^a (paras.)	0	0	0	0	2	0	1	0	0	0	0	0	1	4	8
Rotifera	1	0	0	0	2	0	3	0	0	0	2	0	1	0	9
Nematoda ^b	0	0	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	11	1	14
Mollusca	10	1	0	0	7	0	3	1	0	0	1	0	0	2	25
Annelida	0	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	4
Arachnida	0	0	0	0	1	0	4	0	0	0	0	0	0	1	6
Acari	0	0	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	3	2	8
Crustacea	4	2	0	0	1	0	3	0	0	0	1	0	0	0	11
Insecta indefinido	0	0	0	0	0	0	3	1	0	0	0	0	4	0	8
Odonata	0	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	3
Orthoptera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Isoptera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2
Dermaptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Mallophaga (paras.)	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Thysanoptera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2
Hemiptera	0	0	0	0	0	0	3	0	0	1	0	0	8	1	13
Coleoptera	0	0	0	0	0	0	3	1	0	2	0	0	6	2	14
Trichoptera	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
Lepidoptera	0	0	1	0	0	0	2	1	0	0	0	0	12	0	16
Diptera	0	0	0	1	0	0	21	7	1	3	0	1	8	25	67
Hymenoptera	0	0	0	2	0	0	6	5	0	5	0	0	11	1	30
Echinodermata	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Vertebrata indefinido	0	0	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	3

(continua)

Tabela 27 (continuação)

Táxon	Bioma / Ecosistema														Total
	Mar	Mangue	Ilhas marinhas	Restinga/Praia	Água Doce	Pinheiral	Floresta Amazônica	Mata Atlântica	Caatinga	Cerrado	Pantanal	Campos de altitude	Agroecossistemas	Ecosistemas urbanos	
Pisces	6	2	0	0	6	0	6	3	0	0	0	0	1	0	24
Amphibia	0	0	0	0	1	0	2	1	0	0	0	0	2	1	7
Reptilia	0	0	1	0	0	0	6	2	0	0	3	0	0	0	12
Aves	0	1	1	2	0	0	13	13	1	2	0	0	0	7	40
Mammalia	0	0	0	0	0	1	4	8	0	3	1	0	3	0	20
Carnivora	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1
Chiroptera	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	6
Primates	0	0	0	0	0	1	4	5	0	0	0	0	0	0	10
total	26	7	6	6	26	2	103	54	3	17	9	2	76	58	395

^a Helminthes são, na maioria, Platyhelminthes parasitos, mas alguns estudos incluem Nematoda.

^b Nematoda não incluiu nenhum inventário de espécies de vida livre, de solo ou aquáticas; os estudos compreendem fitoparasitos (quase sempre de culturas) e zooparasitos e(ou) parasitos humanos.

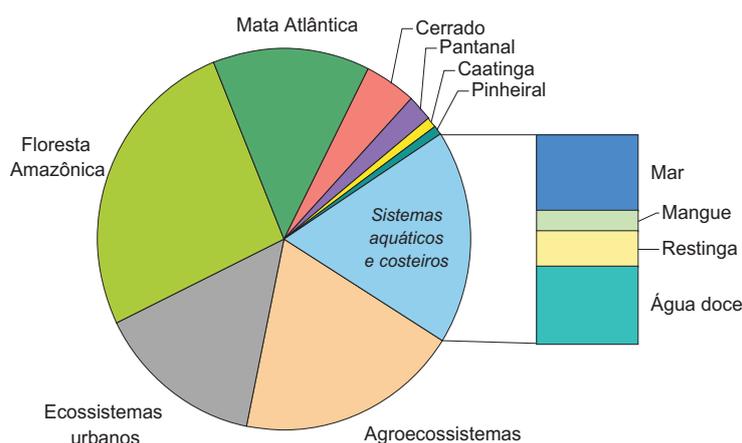


Figura 24. Número de inventários realizados no período 1985-1999 em diferentes biomas ou ecossistemas do Brasil, referidos no Zoological Record. Veja detalhes sobre os dados na Tabela 27. Total de estudos: 395 (excluídos aqueles sem bioma ou ecossistema definido). "Pinheiral" inclui campos de altitude. Em "restinga" (que inclui ilhas marinhas) e mangue, não foram separados inventários de organismos terrestres dos aquáticos - muitos estudos abrangem ambos, e diversos organismos têm fases de vida nos dois ambientes.

Metade dos inventários publicados foi realizada em áreas íntegras ou remanescentes de biomas terrestres e destes a maioria se concentra nos biomas da Floresta Amazônia e Mata Atlântica. Novamente constatamos a carência de estudos no Nordeste e Centro-Oeste, agora refletida na extrema escassez de inventários nos biomas de Caatinga, Cerrado e Pantanal (Figura 24).

Nos ecossistemas aquáticos, torna-se muito difícil separar por completo organismos de vida aquática dos terrestres; muitos estudos de interfaces terra - água podem incluir ambos. O número de estudos publicados é certamente pequeno para todos os ecossistemas, mas preocupa-nos especialmente a escassez de inventários em restingas e manguezais, dada a velocidade com que estes ecossistemas vêm sendo destrutivamente ocupados ou sofrendo forte interferência.

Destaca-se ainda a elevada proporção de inventários em ecossistemas modificados pelo uso humano, cerca de um terço do total de publicações. Estes, por sua vez, focalizam principalmente os táxons de importância médico-veterinária ou agrícola, em particular pragas ou vetores de patógenos. Assim, nos ecossistemas criados por atividade humana, faltam inventários da maioria dos táxons que compõem a biota original da região, e que poderia ser analisada quanto à perda geral de biodiversidade ou a alterações mais específicas. Nota-se porém, neste sentido, um interesse recente e progressivo em estudos de fragmentos remanescentes de ecossistemas nativos em meio a paisagens modificadas pela ocupação humana. Tais estudos, cujas publicações se fazem notar a partir da última década, vêm sendo desenvolvidos em diferentes biomas e ecossistemas, mas enfatizam remanescentes florestais na Amazônia e Mata Atlântica.

Prioridades e importância atribuídas aos táxons

Agrupamos as prioridades alternativas propostas no questionário aos pesquisadores em quatro itens principais (Tabela 28): melhoria de coleções e bibliografia associada; formação de pesquisadores especializados; contratação de pesquisadores ou contratação de técnicos. As alternativas não são exclusivas entre si; cerca de duas das opções foram indicadas, em média, para cada unidade taxonômica para a qual obtivemos resposta. Todas as ações foram recomendadas para pelo menos 20% dos táxons de cada grupo. A frequência de destaque destas prioridades em cada um dos grupos considerados pode ser observada na Figura 25.

A prioridade mais indicada para melhorar o conhecimento dos táxons foi a melhoria de coleções e bibliotecas; esta foi a prioridade mais frequente em todos os grupos (exceto em invertebrados marinhos, por uma pequena margem). A capacitação de profissionais especializados foi a próxima prioridade mais indicada, exceto em vertebrados, em que foi superada pela contratação de pesquisadores e técnicos (Tabela 28).

Tabela 28. Frequência de indicação de ações prioritárias para ampliar o conhecimento sobre diversidade. Como mais de uma ação pôde ser indicada por táxon, o número de total de indicações é cerca do dobro do total de táxons para os quais foi dada resposta neste item.

Grupo	Melhoria de Coleções e Documentação	Capacitação de Pessoal	Contratação de Pesquisadores	Contratação de Técnicos	Total Indicações	Total Táxons
Orgs. água doce	19	15	8	19	61	29
Invs. marinhos	23	26	11	12	72	34
Invs. terrestres	12	10	7	7	36	13
Microrganismos	3	2	1	1	7	5
Plantas	10	5	4	9	28	14
Vertebrados	5	2	4	5	16	7
Total	72	60	35	53	220	102

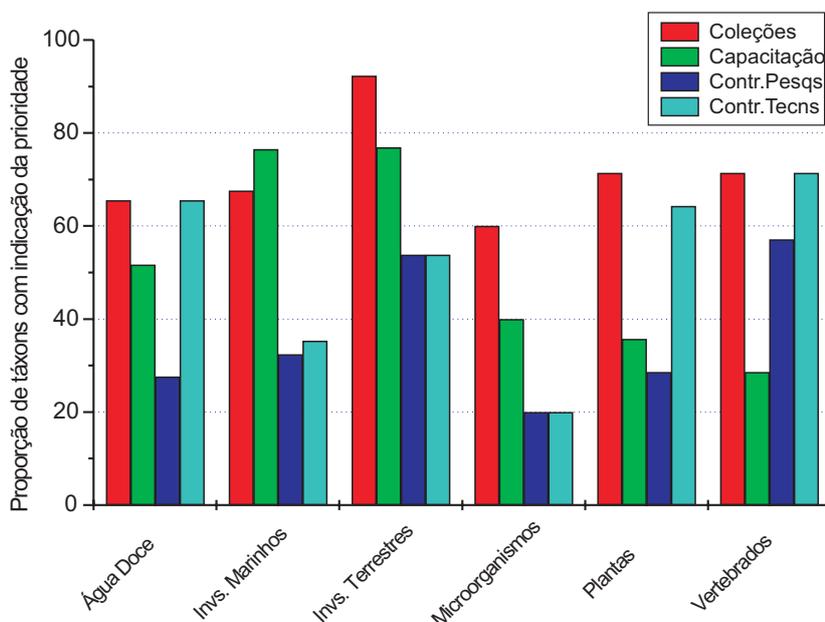


Figura 25. Frequência de indicação de principais prioridades para os táxons de cada um dos grupos considerados. Valores mais altos significam que uma prioridade foi indicada para a maioria dos táxons, pelos respectivos especialistas consultados; não é, portanto, uma medida de importância das diferentes ações indicadas.

Um resultado até certo ponto inesperado foi a relativamente baixa indicação da contratação de pesquisadores como necessidade prioritária (Figura 25). Na avaliação dos informadores do estudo, é mais freqüente a necessidade de contratar pessoal técnico, para manutenção e organização das coleções. Entendemos que isto não significa que os especialistas consultados geralmente considerem suficiente o quadro de pesquisadores especializados, mas que estão ressaltando uma crise maior, de ausência de infra-estrutura e suporte técnico para o funcionamento das coleções biológicas.

Virtualmente todos os táxons informados foram considerados prioritários para estudos de diversidade (Tabela 29), embora a necessidade de tais estudos não tenha sido justificada para 38% deles (Tabela 30). As justificativas mais freqüentes foram: a falta de conhecimento da diversidade e(ou) biogeografia do grupo no Brasil e sua importância econômica (Tabela 30). Justificativas baseadas em conseqüências diretas para seres humanos corresponderam à metade das respostas válidas (importância econômica, importância médica, importância em processos ecológicos, espécies indicadoras). As demais justificativas referem-se à pesquisa básica dos táxons (Tabela 30).

Tabela 29. Número de unidades taxonômicas avaliadas, e o número de entidades consideradas prioritárias para estudos de biodiversidade e de sistemática no Brasil, em cada grupo de organismos. Fonte: questionários.

Grupo	Entidades avaliadas	Prioritárias para biodiversidade	Prioritárias para sistemática
Orgs. água doce	29	28	27
Invs. marinhos	33	33	25
Invs. terrestres	15	15	15
Microorganismos	5	5	5
Plantas	15	15	12
Vertebrados	7	7	5
Total	104	103	89

Tabela 30. Justificativas para priorizar estudos de biodiversidade das unidades taxonômicas avaliadas, ordenadas pela frequência com que cada tipo de justificativa foi apresentada. Fonte: questionários*.

Classe de justificativa	Número de entidades
Justificativa não fornecida	39
Conhecimento de biodiversidade e biogeografia muito deficientes	21
Importância econômica	20
Espécies indicadoras de impactos/modificações de ecossistemas	13
Importância em processos ecológicos	12
Endemismos	6
Grupo megadiverso ou muito diversificado	6
Importância para estudos teóricos	5
Grupo muito diversificado no Brasil	4
Importância médica	2
Espécies vulneráveis/ameaçadas	1
Total de justificativas	129
Número de unidades taxonômicas	103

* No questionário, o campo para essas justificativas é de resposta não estimulada (ver Anexo A, item 8 da Ficha 2 do questionário). As classes de justificativa dessa tabela foram estabelecidas *a posteriori*, para resumir a grande diversidade de respostas obtidas.

A maior parte dos táxons informados (85%) também foi considerada prioritária para estudos sistemáticos (Tabela 29), embora para 30% dos táxons essa prioridade não fosse justificada (Tabela 31). A justificativa mais frequente (34%) foi a falta de conhecimento das espécies que ocorrem no Brasil e sua distribuição (Tabela 31). Grupos de organismos nessa situação, e que possuem grande importância por sua diversidade, abundância, ou papel ecológico somam outros 19% das justificativas fornecidas (Tabela 31). Assim, o principal objetivo de estudos sistemáticos ainda parece ser o inventário e descrição das espécies existentes no Brasil, indicando o pequeno grau de conhecimento que temos hoje de nossa biodiversidade.

Tabela 31. Tipos de justificativas dos informadores para a prioridade em estudos de sistemática dada às unidades taxonômicas, ordenadas pelo número de entidades para as quais cada justificativa foi usada. Fonte: questionários*.

Classe de justificativa	Número de entidades
Justificativa não fornecida	27
Grupo de composição desconhecida no Brasil, requer inventários e(ou) muitas descrições	27
Necessidade de revisões	16
Grupo mal conhecido, mas diverso, abundante, ou ecologicamente importante	15
Grupo favorável para estudo de processos biogeográficos e evolutivos	9
Filogenia mal conhecida	5
Falta de chaves/guias	4
Boas equipes de pesquisa ativas no grupo	2
Biogeografia mal conhecida	1
Total Justificativas	79
Nº de unidades taxonômicas	89

* No questionário, o campo para essas justificativas é de resposta não estimulada (ver Anexo A, item 8 da Ficha 2 do questionário). As classes de justificativa dessa tabela foram criadas *a posteriori*, para resumir a grande diversidade de respostas obtidas.

Na avaliação da importância dos táxons, o item mais citado foi "relevância para pesquisa básica" (83% das unidades taxonômicas informadas). Isso não quer dizer que a importância aplicada dos táxons tenha sido menosprezada pelos informadores. Foram reconhecidos táxons para todas as 17 categorias de importância relacionadas no questionário, e ainda foram propostas outras 15 novas categorias (Tabela 32). De todas estas, apenas três podem ser classificadas como "não aplicadas" (pesquisa básica, espécies raras ou em extinção, biologia e(ou) ecologia singulares), embora possam ter valor prático a longo prazo (Tabela 32).

Para nenhum grupo de organismos foram reconhecidos táxons em todas as categorias de importância propostas no questionário, uma consequência esperada, dadas as singularidades nos modos de vida de cada um desses grupos. Por esta mesma razão, as categorias de importância mais indicadas variaram muito entre grupos (Tabela 32). Algumas diferenças, todavia, podem ter ocorrido por desconhecimento ou mesmo conceitos preestabelecidos, como o pequeno percentual de táxons de invertebrados terrestres e marinhos que presumivelmente contêm espécies ameaçadas ou em extinção (7% e 12%, respectivamente, contra 53% em plantas e 100% em vertebrados), ou de táxons de plantas com espécies de interesse em educação ambiental (7%) (Tabela 32). O elevado número de indicações de importância nos vertebrados (8,2 indicações por táxon, Tabela 32) também pode ser atribuído ao melhor conhecimento deste grupo.

Tabela 32. Importância dos táxons: categorias de importâncias reconhecidas e o percentual de unidades taxonômicas ("OTUs") de cada grupo de organismos em cada categoria. Para melhor visualização, as categorias de importância para as quais foram indicadas 0-20%, 20-49% e 50% ou mais das entidades do grupo estão em fundo branco, cinza claro, e cinza escuro, respectivamente. As categorias de importância em negrito são as alternativas fornecidas no questionário, e as categorias em itálico são as acrescentadas pelos informadores nos itens de resposta livre. A penúltima linha indica o número de unidades taxonômicas informadas, e a última linha a proporção de categorias de importância reconhecidas em relação ao número de entidades, para cada grupo de organismos. Fonte: questionários.

Importância	Total	Ág. Doce	Inv. Mar.	Inv. Terr.	Microrg.	Planta	Verteb.
pesquisa básica	83	86	82	93	80	60	100
indicador impacto	46	52	58	27	40	27	50
mapeamento áreas manejo	44	41	30	60	80	33	83
ident prod fármacos	32	17	27	27	80	53	50
fonte alimento	30	48	27	7	20	13	67
espécies raras ou extinção	23	17	12	7	0	53	100
interesse educação ambiental	19	24	15	13	0	7	83
parasitos/predadores de pragas	19	17	6	47	20	7	67
espécies peçonhentas	17	0	21	33	20	13	50
interesse ecoturismo	17	21	21	0	0	7	50
pragas agrofloretais	17	3	3	47	20	40	33
parasitos animais	12	7	24	7	20	0	0
vetores patógenos humanos	12	17	12	7	20	0	17
<i>coleccionismo/ornamentais</i>	10	0	3	7	0	47	17
<i>aquicultura</i>	8	14	12	0	0	0	0
vetores patógenos culturas	7	10	3	13	20	0	0
vetores patógenos animais	6	14	3	7	0	0	0
<i>grupo chave em redes tróficas</i>	4	0	6	0	20	0	17
polinizadores	4	0	0	13	0	0	33

(continua)

Tabela 32 (continuação)

Importância	Total	Ág. Doce	Inv. Mar.	Inv. Terr.	Microrg.	Planta	Verteb.
parasitos humanos	3	3	3	0	20	0	0
<i>processos bioquímicos industriais</i>	3	0	0	0	60	0	0
<i>alergias</i>	2	3	0	7	0	0	0
<i>danos a estruturas e construções</i>	2	0	6	0	0	0	0
<i>manutenção e recomposição de ambientes/paisagens</i>	2	0	0	0	0	13	0
<i>pragas não agrícolas</i>	2	0	0	13	0	0	0
<i>processos agrofloretais</i>	2	0	0	7	20	0	0
<i>uso em biotecnologia</i>	2	3	3	0	0	0	0
<i>biologia/ecologia singulares</i>	1	3	0	0	0	0	0
<i>controle biológico</i>	1	0	3	0	0	0	0
<i>espécies invasoras/introduzidas</i>	1	0	0	7	0	0	0
<i>produção substâncias tóxicas</i>	1	3	0	0	0	0	0
<i>ração animais</i>	1	0	3	0	0	0	0
Total de OTU's	103	29	33	15	5	15	6
Taxa N de indicações / OTU	4,31	4,07	3,85	4,47	5,40	3,73	8,17

Diversidade genética

A diversidade genética foi examinada em estudo próprio dirigido a geneticistas, mas, além disto, o questionário encaminhado a todos os taxonomistas incluía uma seção sobre diversidade genética (ver Anexo A), uma versão resumida do questionário distribuído aos geneticistas. O retorno de informações por não-geneticistas foi muito baixo, o que em si já é um indicador sugestivo do distanciamento entre taxonomistas e geneticistas.

A genética brasileira foi pioneira de modernização e estruturação na Biologia (Ferri e Motoyama, 1979-81). Hoje, continua sendo uma das áreas maiores e mais vigorosas da pesquisa biológica brasileira, porém com objetivos muito definidos, nos quais o conhecimento abrangente da diversidade figura quase que marginalmente. Tanto ou mais que nos outros campos relacionados com a biodiversidade, na Genética as instituições e pesquisadores estão fortemente concentrados nas regiões Sudeste e Sul do país.

O levantamento realizado para este estudo mostrou que poucos pesquisadores e instituições realizam pesquisa sobre diversidade genética de espécies nativas que não sejam economicamente importantes. Os grupos ativos diferenciam-se também pela metodologia empregada. Em um conjunto de trabalhos recentes, apenas 6% empregaram técnicas de hibridização *in situ*, ou cromossomos politênicos, enquanto 36% basearam-se em cariótipos simples ou na contagem de cromossomos. Portanto, poucos pesquisadores vêm empregando métodos moleculares para investigar diversidade genética de táxons nativos e estes têm se concentrado em elucidar relações filogenéticas entre espécies ou táxons superiores. Há muito poucos estudos de variação e diferenciação populacional intra-específica, um tema da maior importância para o campo da biodiversidade e suas aplicações ao manejo, conservação e utilização sustentável.

Nota-se também que os pesquisadores e laboratórios tendem a concentrar-se em determinados táxons. Há estudos em todas as classes de vertebrados, porém restritos a poucas famílias ou gêneros. Entre insetos, as pesquisas concentram-se especialmente em dípteros, himenópteros e lepidópteros; nos demais invertebrados, praticamente só há estudos em moluscos e em helmintos patogênicos. Em plantas e microrganismos, os estudos são ainda mais pontuais

e esparsos. Informações adicionais constam no Capítulo de Diversidade Genética (Volume II).

É patente a necessidade de maior engajamento e integração de geneticistas em investigações de biodiversidade, aproveitando o grande potencial de pesquisa do país.

Estimativas de biodiversidade brasileira

Limitantes de estimação

A diversidade de espécies é um dentre vários níveis de organização da vida – um dentre outros componentes, ou escalas, da diversidade biológica. No entanto, é este nível que, até o presente, vem sendo mais focado em comparações abrangentes, desde a escala local até a biosfera (ainda que haja alternativas menos convencionais, porém viáveis).

Antes de apresentar a compilação de estimativas de biodiversidade para o Brasil, é aconselhável revisarmos as limitações a que esta tarefa está sujeita.

Hammond (1992), na primeira revisão crítica das avaliações globais de diversidade, apontou cinco “domínios não-mapeados de riqueza de espécies”: o domínio oceânico; parasitos; fungos e microrganismos; nematódeos, ácaros e insetos; e o dossel de florestas tropicais. Estes domínios quase desconhecidos limitam, e até certo ponto frustram, as tentativas de obter estimativas acuradas de biodiversidade total.

Resumimos abaixo os principais obstáculos com que nos defrontamos para esta estimacão. Diversos táxons são afetados por uma combinaçãõ inter-relacionada destes problemas:

- problemas em reconhecimento e de delimitaçãõ de espécies: este problema é especialmente agudo para a biota microbiana, para a qual a taxonomia baseada em morfologia é insuficiente, e a taxonomia molecular ainda está em consolidaçãõ. Afeta também grupos em que a reproduçãõ assexuada permite ou outros processos biológicos permitem o isolamento permanente de linhagens ou populações, muitas vezes sem diferenciaçãõ morfológica. Por fim, a variaçãõ morfológica e genética entre populações de organismos superiores representa um constante desafio para estabelecer limites;
- ecossistemas e *habitats* pouco explorados: dossel de florestas tropicais, biota de solo, ambientes pelágicos;
- parasitos, especialmente endoparasitos, quase não foram sistematicamente inventariados ou, quando muito, em hospedeiros (plantas e animais) de uso econômico, doméstico, ou de importância médico-veterinária. A grande maioria das plantas e animais, especialmente invertebrados, é território virtualmente desconhecido quanto à biota que albergam;
- grupos hiperdiversos – mesmo que não sofram dos problemas acima, podendo portanto ser estudados com procedimentos tradicionais, estes grupos são de difícil estimativa, simplesmente pelo vasto número de espécies que contêm; são exemplo os ácaros e as grandes ordens de insetos, como dípteros, coleópteros e himenópteros;
- a maioria dos táxons foi amostrada em poucas localidades; devido a isto e com o agravo adicional da desigualdade de métodos e esforços de amostragem, desconhecemos a variaçãõ da biota entre diferentes localidades ou períodos. Extrapolações baseadas em poucas amostras e localidades são incertas e de pouca utilidade;

- desconhecimento do táxon por falta de especialistas que pudessem ou quisessem se dedicar a seu estudo, mesmo que o grupo não seja especialmente difícil ou intratável.

Deve-se salientar que estes problemas são comuns a todas as regiões do globo e, exceto talvez os três últimos, comprometem igualmente as estimativas de biodiversidade em regiões intensivamente estudadas da Europa e América do Norte.

A clareza sobre estes condicionantes é indispensável para avaliar e compreender as estimativas mais abrangentes de biodiversidade, tanto as que apresentamos aqui quanto as que têm sido produzidas para outros países e regiões do mundo.

Fontes e procedimentos para estimação

A fonte primária de informações foram os Relatórios Setoriais e as respostas fornecidas por especialistas ao questionário do estudo (Anexo A, Ficha 3). As respostas foram bastante desiguais quanto ao detalhamento e documentação. Outra fonte complementar foi a série "Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil" (Joly & Bicudo, 1998-99, vols. 1-6), em que foram incluídas avaliações de números de espécies conhecidas e esperadas em São Paulo, no Brasil e no mundo. Estas fontes principais se sobrepuseram amplamente pois, em muitos casos, as pessoas que contribuíram aos textos da compilação paulista responderam também ao questionário deste trabalho.

Para cada táxon, compilamos informações sobre o número de espécies descritas conhecidas no Brasil e no mundo (estimativas continentais também foram solicitadas no questionário, mas o retorno foi muito limitado). Quando possível, agregamos também o número de espécies estimado, ou seja, o total de espécies que se supõe existir no país e no mundo. Entretanto, em diversos casos, nos questionários e também nos dados apresentados em Joly & Bicudo (1998-99) parecem constar estimativas do número de espécies descritas e conhecidas, em lugar de estimativas do total de espécies existentes, causando certa confusão e limitando o conjunto aproveitável de estimativas de diversidade total presumida.

Diversos grupos taxonômicos são ainda quase impossíveis de totalizar por não haver um esquema classificatório estável e consensual. Conseqüentemente, diferentes autores utilizam os mesmos nomes para diferentes níveis hierárquicos, mudando também a abrangência do táxon; ou então, utilizam nomes alternativos, mas que nem sempre são simples sinônimos e plenamente equivalentes. Esta dificuldade é mais crítica para táxons inferiores, mas afeta também conjuntos de plantas e metazoários. Tais inconsistências sistemáticas não são um problema particular do Brasil, mas afetam todos os esforços mundiais de estimativas abrangentes de biodiversidade.

Para estimar o número de espécies registrado no Brasil nos táxons mais difíceis, em que não obtivemos qualquer estimativa direta, estimamos o número de espécies a partir de proporções de espécies do mundo que ocorrem no Brasil. Para isso, selecionamos o maior conjunto possível de táxons para os quais os especialistas consultados indicaram catálogos ou listas tanto para o Brasil como para o mundo. Incluímos todos os táxons cujas listas tivessem um nível comparável de qualidade e atualização, para o Brasil e para o mundo. Isto não significa que esses táxons estejam exaustivamente amostrados e estudados, mas apenas que existe uma listagem ou contagem de espécies registradas. Para evitar as idiosincrasias de proporções calculadas com táxons muito pequenos, incluímos apenas táxons com, no mínimo, 100 espécies

registradas no Brasil. Os táxons foram usados nos níveis de ordem a filo, exceto no caso de angiospermas e artrópodes, para os quais grandes famílias foram usadas como táxons separados. No total, 87 unidades taxonômicas foram incluídas (Tabela 33).

Tabela 33. Táxons considerados igualmente bem catalogados no Brasil e no mundo, usados para estimar a proporção de espécies brasileiras na biota mundial já descrita. Esta proporção, e sua distribuição por reamostragem "bootstrap", foi utilizada para estimar o número de espécies conhecidas em táxons para os quais não há catálogo brasileiro (ver texto).

Ramo ou filo	Táxon usado	Espécies conhecidas		% Brasil
		Brasil	Mundo	
Annelida	<i>Oligochaeta</i> (terrestres)	250	4.750	5,3
	<i>Polychaeta</i>	815	10.000	8,2
Arthropoda	<i>Acari</i>	1.500	35.000	4,3
	<i>Araneae</i>	2.587	38.663	6,7
	<i>Scorpiones</i>	119	1.259	9,5
	<i>Opiliones Laniatores</i>	2.587	3.901	66,3
	<i>Cladocera</i>	112	602	18,6
	<i>Copepoda</i>	629	8.400	7,5
	<i>Amphipoda</i>	134	5.700	2,4
	<i>Isopoda</i>	135	4.250	3,2
	<i>Brachyura</i>	350	5.000	7,0
	<i>Myriapoda</i>	424	15.100	2,8
	<i>Anthribidae</i>	233	2.600	9,0
	<i>Brentidae</i>	222	4.500	4,9
	<i>Buprestidae</i>	1.459	15.000	9,7
	<i>Cantharidae</i>	389	5.000	7,8
	<i>Carabidae</i>	1.132	30.000	3,8
	<i>Cerambycidae</i>	5.000	35.000	14,3
	<i>Chrysomelidae</i>	4.362	36.500	12,0
	<i>Cleridae</i>	317	4.000	7,9
	<i>Coccinellidae</i>	325	4.500	7,2
	<i>Curculionidae</i>	5.041	50.000	10,1
	<i>Dytiscidae</i>	161	3.747	4,3
	<i>Elateridae</i>	590	9.300	6,3
	<i>Erotylidae</i>	384	2.500	15,4
	<i>Eucnemidae</i>	143	1.200	11,9
	<i>Histeridae</i>	352	3.000	11,7
	<i>Hydrophilidae</i>	121	2.025	6,0
	<i>Lampyridae</i>	350	2.000	17,5
	<i>Lycidae</i>	150	3.500	4,3
	<i>Meloidae</i>	155	3.000	5,2
	<i>Mordellidae</i>	125	1.200	10,4
	<i>Nitidulidae</i>	208	3.000	6,9
	<i>Scarabaeidae</i>	1.777	25.000	7,1
	<i>Staphylinidae</i>	1.571	35.000	4,5
<i>Tenebrionidae</i>	1.234	18.000	6,9	
<i>Chironomidae</i>	188	709	26,5	
<i>Drosophila</i> (gênero)	130	1.700	7,6	
<i>Miridae</i>	700	10.000	7,0	
<i>Pentatomoidea</i>	607	5.720	10,6	

(continua)

Tabela 33 (continuação)

Ramo ou filo	Táxon usado	Espécies conhecidas		% Brasil
		Brasil	Mundo	
Arthropoda	<i>Apoidea ser. Apiformes</i>	3.000	20.000	15,0
	<i>Chalcididae</i>	196	1.500	13,1
	<i>Eulophidae</i>	103	3.400	3,0
	<i>Pteromalidae</i>	110	3.000	3,7
	<i>Bethylidae</i>	171	1.900	9,0
	<i>Formicidae</i>	2.750	9.750	28,2
	<i>Sphecidae</i>	1.068	8.000	13,4
	<i>Isoptera</i>	290	2.500	11,6
	<i>Lepidoptera</i>	26.016	146.000	17,8
	<i>Odonata</i>	650	5.300	12,3
	<i>Plecoptera</i>	100	2.000	5,0
	<i>Trichoptera</i>	330	10.000	3,3
	Bryozoa	(todos)	284	5.500
Chordata	<i>Urochordata</i>	155	2.700	5,7
	<i>Amphibia</i>	775	5.504	14,1
	<i>Aves</i>	1.696	9.900	17,1
	<i>Mammalia</i>	541	5.023	10,8
	<i>Chondrychthyes</i>	155	960	16,1
	<i>Osteichthyes</i>	3.261	27.400	11,9
Cnidaria	<i>Hydrozoa</i>	450	3.650	12,3
	<i>Medusozoa</i>	373	3.866	9,6
Echinodermata	<i>Ophiuroidea</i>	101	2.000	5,1
	<i>Echinoidea</i>	105	900	11,7
Mollusca	<i>Gastropoda</i>	1.130	25.000	4,5
	<i>Bivalvia</i>	400	20.000	2,0
	<i>Cephalopoda</i>	53	786	6,7
Nematoda	(marinhos)	265	4.000	6,6
Platyhelminthes	<i>Turbellaria</i>	350	4.500	7,8
Rotifera	(todos)	457	2.000	22,9
Bryophyta	(todos)	1.627	12.784	12,7
Pteridophyta	(todos)	1.300	10.500	12,4
Spermatophyta	<i>Erythroxylaceae</i>	120	260	46,2
	<i>Flacourtiaceae</i>	114	875	13,0
	<i>Hippocrateaceae</i>	100	300	33,3
	<i>Sapotaceae</i>	204	1.000	20,4
	<i>Convolvulaceae</i>	450	1.650	27,3
	<i>Lythraceae</i>	250	580	43,1
	<i>Amaranthaceae</i>	100	800	12,5
	<i>Melastomataceae</i>	1.500	4.750	31,6
	<i>Apocynaceae</i>	350	2.100	16,7
	<i>Asteraceae</i>	3.200	21.000	15,2
	<i>Leguminosae</i>	3.700	16.400	22,6
	<i>Orchidaceae</i>	3.500	20.000	17,5
	<i>Bromeliaceae</i>	1.200	2.110	56,9
	<i>Poaceae</i>	1.200	9.000	13,3
	Média			12,9
	Erro padrão			1,2

A proporção de espécies conhecidas do mundo que foram registradas para o Brasil foi estimada como a média de 10.000 médias obtidas por reamostragem com reposição ("bootstrap resampling") dos 87 táxons selecionados; o respectivo intervalo de confiança foi calculado a partir da distribuição das 10.000 médias "bootstrap" (Manly, 1997). Entre as diversas variantes do método, optamos pela mais conservadora, ou seja, a que produziu o intervalo de confiança mais amplo a 95% de probabilidade. Por isso, usamos as estimativas baseadas na distribuição *t* de Student, com os valores transformados para seus logaritmos.

Supondo-se que os táxons selecionados formam uma amostra ao acaso dos táxons existentes no mundo, a reamostragem "bootstrap" é a proporção esperada de espécies registradas (descritas e citadas) para o Brasil, até o presente. Multiplicando essa proporção pelos totais mundiais dos táxons sem informação para o Brasil, temos o número aproximado de espécies conhecidas para estes táxons, ou seja, qual seria o número de espécies em um catálogo brasileiro, caso ele existisse hoje.

A proporção das espécies presumivelmente conhecidas no Brasil em relação ao mundo foi estimada em 9,9% (Intervalo de confiança a 95% : 8,5 a 11,5%)⁶. Usamos este intervalo de confiança da média como aproximação do número de espécies conhecidas dos táxons mais difíceis. Esta opção, em relação a outros estimadores possíveis, se justifica uma vez que se entenda que os valores apresentados destinam-se exclusivamente a posicionar a ordem de grandeza presumida do conhecimento atual.

Nos táxons em que não há contagens ou estimativas feitas por especialistas, usamos esses percentuais sobre o total mundial de espécies conhecidas de cada táxon como melhor aproximação do número de espécies conhecidas no Brasil. Em alguns casos, porém, pudemos estabelecer estimativas usando inferências específicas para o grupo.

Os insetos são, numericamente, o táxon mais importante da biota conhecida, tendo um peso muito grande em todas as estimativas totalizadoras. Se aceitarmos o total de 950.000 espécies conhecidas no mundo (Heywood, 1995), o total de espécies hoje conhecido no Brasil deveria situar-se na faixa de 80.750 até 109.250. Compare-se este valor com as estimativas de três das quatro grandes ordens de insetos: Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera, para as quais os especialistas que prestaram informações supõem que haja aproximadamente 68.000 espécies registradas no Brasil. A inclusão da quarta grande ordem, Diptera, deve elevar este número para cerca de 80.000, sem contar todas as demais ordens. Portanto, o intervalo calculado por reamostragem não conflita com os valores incompletos de que dispomos. Além disto, uma estimativa "bootstrap" feita apenas com os táxons de insetos (41, entre ordens a gêneros, Tabela 33), resultou em uma fração média de 8,6% que não difere estatisticamente da estimativa obtida com todos os 87 táxons (intervalo de confiança de 7,20 até 10,19; o que corresponde a uma extrapolação de 68.440 a 96.820 espécies). Note-se que o grau de incerteza destas estimativas não é devido ao método de estimação e extrapolação utilizado, mas depende especialmente da própria natureza e qualidade dos dados disponíveis.

⁶ Anteriormente (Relatório Final de Projeto, 2000; Lewinsohn & Prado, 2002) usamos um procedimento um pouco diferente e um conjunto menor de 59 táxons a partir dos quais produzimos as estimativas bootstrap. Ainda assim, os valores mudaram pouco. A estimativa anterior da média foi de 9%, com intervalo de confiança de 95% entre 7,5 a 10,8%. Com os valores disponíveis até 2004, obtivemos uma média ligeiramente inferior à atual, de 9,5% (Lewinsohn & Prado, 2005).

Diversidade de espécies conhecidas no Brasil

Os valores obtidos para todos os filos e algumas de suas principais subdivisões são apresentados na Tabela 34.

Enfatizamos que, como em todas as tabulações semelhantes produzidas para países ou regiões maiores, o significado e a informação efetiva variam enormemente conforme o grupo taxonômico. Os valores tabulados, além de representarem nosso estado de conhecimento, demonstram o grau de incerteza sobre o conhecimento atual. Lembramos que a Tabela 34 apresenta estimativas tão-somente das espécies conhecidas no Brasil, sem abranger o contingente ainda não descoberto ou não documentado da biodiversidade brasileira. Portanto, as grandes incertezas contidas nesta tabela advêm, em primeiro lugar, da falta de listagens de espécimes identificados e catálogos publicados de espécies registradas no país.

Estimamos, assim, que no Brasil tenham sido registradas cerca de 200.000 espécies, até o presente, a maior parte em grandes táxons, cuja catalogação de espécies conhecidas é ainda muito incompleta.

É importante notar que os totais da Tabela 34 não se destinam ou se prestam a estimar a contribuição brasileira para as espécies atualmente conhecidas na biota mundial. Isto porque, como descrevemos acima, a percentagem de determinados táxons mais bem documentados foi usada para estimar a de táxons incertos com grande peso numérico nos subtotais e totais obtidos por inferência (aqueles assinalados por asteriscos na tabela). Portanto, os subtotais e total da Tabela não correspondem às somas de estimativas independentes produzidas para cada táxon.

Dentre os táxons mais importantes, podemos destacar angiospermas, crustáceos, aracnídeos e vertebrados, como exemplos de grupos cuja catalogação de espécies já conhecidas está relativamente avançada. Nos demais grandes táxons, não há catálogos abrangentes satisfatórios, embora sua condição seja bastante desigual. Por exemplo, em fungos, algas, moluscos e insetos há algumas subdivisões catalogadas e outras em que não dispomos sequer de uma lista de controle de nomes ("check-list") incipiente para o Brasil.

Uma tarefa importante, cuja realização depende principalmente de um planejamento eficiente e do engajamento do maior número de pessoas possível, é a elaboração de listas nomenclaturais para os grandes grupos a partir de publicações e de fichários ou bases de dados já existentes. Especialistas fazem restrições a listas "sujas" (cuja nomenclatura não tenha sido depurada de erros e sinonímias entre espécies) mas, nos táxons mais difíceis, mesmo tais listas representam já um avanço apreciável em relação à grande incerteza atual sobre o grau de conhecimento destes importantes grupos. Tão logo seja praticável, tais listas devem ser revisadas e verificadas, quando passam a ser ferramentas estratégicas para todo o trabalho futuro no grupo.

Tabela 34. Estimativas ou contagens do número de espécies descritas no Brasil e no mundo. O arranjo taxonômico acompanha, em geral, Margulis & Schwarz (1998), com modificações conforme os relatórios do estudo e literatura específica. Os dados são apresentados para o nível de filo ou equivalente, exceto o sub-reino Protozoa e as subdivisões importantes (subfilos ou classes) das plantas superiores, artrópodes e vertebrados, ou alguns grupos tradicionais cujo status taxonômico formal é incerto (em itálicos); pteridófitas e outros grupos têm sido divididos em filios, mas esta decisão não é ainda consensual. Contagens são apresentadas tal como publicadas ou informadas; estimativas são arredondadas. Totais para reinos e grandes subdivisões informais (invertebrados, cordados) são destacados em **negrito**. Asteriscos (*) assinalam valores inferidos por processos explicados nas notas e no texto. Fontes principais de informação: Relatórios setoriais, questionários, "Biodiversidade do Estado de São Paulo" vols. 1-6, Hammond (1992), Heywood (1995), Margulis & Schwarz (1998).

REINO / Filo (ou subfilo / classe)	Brasil conhecido	Mundo conhecido
VIRUS	*310-410^a	3.600
MONERA (Bacteria e Archaea)^b	800-900	4.310
FUNGI	*13.090-14.510	70.600-72.000
Zygomycota	165	1.056
Ascomycota (inclui fungos liquenizados)	*2.740-3.710 ^c	32.267
Basidiomycota	8.900	22.244
Deuteromycota	*1.280-1.730 ^{a, c}	15.000
PROTOCTISTA^d	*7.650-10.320	76.100-81.300
Oomycota	133	694
Hyphochytridiomycota	4	24
Labyrinthulomycota	4	42
Chytridiomycota	93	793
Myxomycota sensu lato ^e	179	807
"Algas"	*4.180-5.770	37.700-42.900
Bacillariophyta (diatomáceas)	1.000-1.200	10.000-12.000
Chlorophyta	2.500-3.500	7.800-10.000
Phaeophyta	*130-170 ^c	1.500
Rhodophyta	*340-580 ^c	4.000-5.000
Chrysophyta	50-100	12.500
Pyrrhophyta	*90-130 ^c	1.100
Euglenophyta	*70-90 ^c	800
Outros Protoctista ("protozoários")	*3.060-4.140	36.000
PLANTAE	43.020-49.520	263.800-279.400
Bryophyta	1.800-3.100	14.000-16.600
Pteridophyta	1.200-1.400	9.000-12.000
"Gymnospermae"	15	806
Magnoliophyta (=Angiospermas)	40.000-45.000	240.000-250.000
ANIMALIA	*103.870-137.080	1.279.300-1.359.400
"Invertebrados"	*96.660-129.840	1.218.500-1.289.600
Placozoa	0	1
Porifera	300-400	6.000-7.000
Cnidaria	470	7.000-10.000
Ctenophora	2	90
Platyhelminthes	*1.040-2.300 ^a	12.200
Gnathostomulida	0	80-100
"Mesozoa"	0	85
Nemertina	43	1.149

(continua)

Tabela 34 (continuação)

REINO / Filo (ou subfilo / classe)	Brasil conhecido	Mundo conhecido
Nematoda	*1.280–2.880 ^{a, c}	15.000–25.000
Nematomorpha	12	320
Acanthocephala	30–50	1.150
Rotifera	457	2.000
Kinorhyncha	1	150
Priapulida	1	16
Gastrotricha	69	500
Loricifera	0	50
Entoprocta	10	150
Annelida	1.000–1.100	12.000–15.000
Sipuncula	30	150
Echiura	9	130
Pogonophora	1	140
Mollusca	2.400–3.000	70.000–100.000
Tardigrada	67	750–840
Onychophora	4	90
Bryozoa	284	5.500
Brachiopoda	4	355
Phoronida	2	16–18
Chaetognatha	18	125
Hemichordata	7	91
Echinodermata	329	6.000–7.000
<i>"Arthropoda"</i>	88.790–118.290	1.077.200–1.097.400
Hexapoda (insetos)	*80.750–109.250 ^a	950.000
Myriapoda	400–500	11.000–15.100
Arachnida	5.600–6.500	80.000–93.000
Crustacea	2.040	36.200–39.300
<i>"Chordata"</i>	7.210–7.240	60.800
Urochordata	140–170	3.710
Cephalocordata	2	25
<i>"Pisces"</i>	3.420	28.460
Agnatha	4	104
Chondrichthyes	155	960
Osteichthyes	3.261	27.400
Amphibia	775	5.504
Reptilia	633	8.163
Aves	1.696	9.900
Mammalia	541	5.023
TOTAL	168.730–212.740	1.697.600–1.798.500

^a Estimativa com base no intervalo de confiança de percentual Brasil/mundo em táxons catalogados (para explicações, veja texto).

^b O reino Monera foi renomeado por Margulis & Schwartz (1998) de Bacteria, com os sub-reinos Eubacteria e Archaea; a maioria dos autores trata Archaea e Bacteria como domínios separados. Como não há estimativas confiáveis separadas para estes dois grandes grupo para o Brasil, mantivemos aqui o grupo informal.

^c Estimativa com base em outras inferências (razões entre táxons, razões entre regiões, etc.).

^d Os reinos Stramenopila e Protista são reunidos por Margulis & Schwartz (1998) como reino Protocista

^e Myxomycota (*sensu lato*) inclui Acrasiomycota, Dictyoseliomycota e Plasmodiophoromycota; anteriormente incluídos em Fungi.

A diversidade total de espécies existentes no Brasil

Se a avaliação do rol de espécies conhecidas é dificultada por problemas consideráveis, a estimativa da diversidade real – ou seja, do conjunto de espécies que deve existir no Brasil – é um exercício cujas incertezas, literalmente, se multiplicam. Discussões detalhadas são encontradas em Hammond (em Groombridge, 1992) e em Heywood (1995), a quem remetemos.

Para produzir um balizamento, adotamos um procedimento simples. Com poucas exceções, os táxons maiores, que mais contribuem para a magnitude da diversidade total, são também os mais difíceis de estimar (Tabela 34). Conseqüentemente, é inútil tentar qualquer extrapolação com base no número de espécies supostamente conhecido, tão incerto quanto a proporção do total de espécies que ele representa. A via alternativa é estimar a diversidade brasileira como fração da diversidade total.

Em primeiro lugar, estimamos, portanto, a fração da biota mundial ocorrente no Brasil. Para isto, escolhemos alguns táxons que podem ser considerados relativamente bem catalogados para o Brasil e bem conhecidos em termos mundiais. Estes táxons têm 70% ou mais de suas espécies presumivelmente conhecidas no mundo; isto, no caso das aves, deve superar os 95%. Empregamos um grupo de 20 táxons (Tabela 35). Este grupo poderia ainda ser expandido, especialmente se modificarmos os critérios de inclusão e subdivisão. Assim, quanto às Angiospermas, consideramos separadamente as famílias com mais de 1.000 espécies brasileiras, e reunimos outras famílias menores, porém bem conhecidas como uma entidade (Tabela 35). Além disto, as classes de vertebrados bem como outros filos, poderiam ser desdobradas em ordens ou famílias, mas é importante lembrar que quanto mais subdividimos os táxons, maior o risco de apresentarem distribuições geográficas idiossincráticas que podem produzir valores extremos na proporção de espécies brasileiras / mundiais; além disto, subdivisões progressivas de um táxon maior são progressivamente menos independentes, no sentido evolutivo e biogeográfico, o que introduz um risco de vício nas estimativas. Neste sentido, os táxons usados na Tabela 35 são suficientemente grandes para representar amálgamas de grupos em grande parte independentes no sentido biogeográfico-evolutivo.

Utilizamos um procedimento de reamostragem por “bootstrap” como o que empregamos para estimar a biota conhecida, com intervalo de confiança baseado na distribuição *t* (v. acima). Obtivemos assim uma média de percentagem de 13,2%, com intervalo de confiança a 95% entre 10,11 e 17,52%⁷. Assim, se estes 20 táxons estiverem de fato satisfatoriamente catalogados, tanto no Brasil como no mundo, e se forem representativos do conjunto de todos os táxons, em 95% de todos os demais táxons esperamos que os valores estejam compreendidos entre os limites apresentados.

⁷ Nas versões anteriores (Relatório Final de Projeto, 2000; Lewinsohn & Prado, 2002) obtivemos valores bem próximos (média de 13,6%, intervalo 9,7% - 17,6%), baseados em 11 entidades taxonômicas. Entretanto, o intervalo de confiança anteriormente apresentado era de 67%, e não de 95% como aqui.

Tabela 35. Grupos taxonômicos considerados razoavelmente bem conhecidos, usados para estimar a fração da biota mundial que se supõe ocorrer no Brasil. São apresentados os números de espécies atualmente conhecidas, e o percentual brasileiro em relação ao mundo. Fontes: veja Tabela 34.

Grande grupo	Táxon	Brasil	Mundo	%
Invertebrados marinhos	Medusozoa	373	3.866	9,65
Invertebrados marinhos	Echinodermata	329	7.000	4,70
Invertebrados marinhos	Cephalopoda	53	786	6,74
Invertebrados marinhos	Ascidiacea	105	2.600	4,04
Invertebrados dulcícolas	Decapoda dulcícolas	116	1.000	11,60
Invertebrados terrestres	Lepidoptera (borboletas)	3.268	19.238	16,99
Invertebrados terrestres	Odonata	662	5.574	11,88
Vertebrados	Chondrichthyes	155	960	16,15
Vertebrados	Amphibia	775	5.504	14,08
Vertebrados	Reptilia	633	8.163	7,75
Vertebrados	Aves	1.696	9.900	17,13
Vertebrados	Mammalia	541	5.023	10,77
Plantas	Bryophyta	1.627	12.784	12,73
Plantas	Leguminosae	3.700	16.400	22,56
Plantas	Orchidaceae	3.500	20.000	17,50
Plantas	Asteraceae	3.200	21.000	15,24
Plantas	Melastomataceae	1.500	4.750	31,58
Plantas	Angiospermae (outras famílias)	2.083	13.350	15,60
Plantas	Bromeliaceae	1.200	2.110	56,87
Plantas	Poaceae	1.200	9.000	13,33
Média simples				15,84

As estimativas de biodiversidade mundial que utilizamos foram os valores projetados no "Global Biodiversity Assessment" (Heywood, 1995) que apresenta estimativas baixas e altas compiladas de diferentes fontes. O valor preferencial ("working figure" no original) escolhido pelos autores envolve um julgamento de plausibilidade das estimativas e não é a média de todas as estimativas, ou de seus valores extremos. A Tabela 36 mostra estes valores, a partir dos quais, em combinação com os percentuais derivados da Tabela 35, produzimos estimativas para a biodiversidade brasileira total, descrita e não-descrita.

A estimativa média foi obtida multiplicando os valores preferidos mundiais (coluna B) com o percentual médio de espécies brasileiras em relação ao total mundial de 13,2%, conforme o cálculo apresentado acima. Isto produz um total aproximado de 1,8 milhões de espécies para o Brasil. Multiplicando o valor preferencial de Heywood (1995) pelos limites de confiança do percentual médio, o total de espécies brasileiras de todos os táxons deve situar-se entre cerca de 1,4 e 2,4 milhões de espécies.

Se utilizássemos os valores superiores e inferiores das estimativas listadas em Heywood (1995) para os grandes táxons, os limites de estimativas da biota brasileira total se estenderiam desde menos de meio milhão até mais de 15 milhões. O valor mais baixo é irreal por estar muito próximo ao total estimado de espécies já conhecidas, enquanto que o mais alto é imponderável. Ele depende, principalmente, de quantos insetos não foram coletados e descritos. Se, como pensam diversos especialistas, o total mundial de insetos aproximar-se de 100 milhões de espécies, deve-se esperar que mais de 10 milhões destas espécies ocorram no Brasil. De fato, as projeções muito altas de insetos em geral incluem expectativas proporcionalmente elevadas em biomas de floresta tropical ombrófila. Isto significa que, cumpridos estes pressupostos, o total de insetos brasileiros poderia mesmo superar 20 milhões de espécies; no entanto, tais projeções mais extremas não têm encontrado suporte em dados e reanálises mais recentes (Lewinsohn *et al.*, 2005).

Nos insetos, a proporção entre a expectativa mais alta e a mais baixa apresentada no "Global Biodiversity Assessment" é de 50 vezes, um indicador expressivo de incerteza. Outros táxons com proporções também elevadas são bactérias (60 vezes), vírus (20), fungos (14) e nematódeos (10); note-se que para estes dois últimos existem estimativas ainda mais elevadas que foram excluídas do "Global Biodiversity Assessment".

Tabela 36. Estimativas da diversidade de espécies total possível no Brasil e no mundo; são mostrados táxons que têm mais de 20.000 espécies conhecidas (primeira coluna) e(ou) cujas espécies totais estimadas podem exceder a 100.000. Todos os valores em milhares; dados mundiais arredondados. Estimativas mundiais do Global Bioversity Assessment (Heywood, 1995 p.118). Estimativas brasileiras calculadas conforme explicação no texto, com coeficientes baseados na Tabela 35.

Número de espécies ×1.000	Mundo		Brasil ^a		
	Espécies atuais	Valor preferencial	Média	Limite inferior	Limite superior
Vírus	4	400	52,9	40,4	70,1
Monera	4	1.000	132,2	101,1	175,2
Fungos	72	1.500	198,3	151,6	262,9
Protozoários	40	200	26,4	20,2	35,0
Algas	40	400	52,9	40,4	70,1
Plantas ^b	270	320	51,5	48,5	54,5
Nematoda	25	400	52,9	40,4	70,1
Crustacea	40	150	19,8	15,2	26,3
Arachnida	75	750	99,2	75,8	131,4
Insetos	950	8.000	1.057,8	808,5	1.401,9
Mollusca	70	200	26,4	20,2	35,0
Chordata ^c	61	68	9,0	7,2	11,9
Outros grupos	115	250	33,1	25,3	43,8
Total	1.766	13.638	1.812,4	1.394,8	2.388,4

^a O número de espécies de 20 táxons relativamente bem conhecidos corresponde, em média, a 13,2% da biota mundial (estimativa "bootstrap", intervalo de confiança a 95%: 10,1 a 17,5% conforme Tabela 35). As estimativas para o Brasil foram obtidas multiplicando-se as estimativas mundiais (valor preferencial) por esta proporção média e seu intervalo de confiança.

^b Estimativa para plantas de Shepherd (Volume II desta obra), a partir de famílias selecionadas de plantas. As estimativas obtidas com a proporção média ficaram abaixo do total de espécies conhecidas estimado para o Brasil (Tabela 34).

^c O limite inferior calculado pela extrapolação foi menor do que o estimado para o número de espécies conhecidas para o Brasil (Tabela 1), e foi substituído por este valor de espécies conhecidas.

Em suma, são principalmente estes táxons: insetos, bactérias, vírus, fungos e nematódeos, os que reúnem o maior nível de incerteza atual e cuja diversidade não conhecida pode superar em dez vezes, ou mais, a que conhecemos atualmente. É devido principalmente a eles que o total de espécies do planeta não pode ser estimado com precisão maior que uma a duas ordens de grandeza.

Quanto ao Brasil, estas aproximações – as únicas produzidas, até hoje -- sinalizam que a biodiversidade total brasileira é cerca de dez vezes a que hoje é registrada: quase 2 milhões de espécies esperadas, contrastando com cerca de 200 mil conhecidas. Mesmo combinando o limite inferior da biodiversidade estimada com o limite superior do total presumivelmente conhecido, ainda assim o número esperado é sete vezes maior que o conhecido. Evidentemente, como a Tabela 36 mostra, este fator pode ser ainda bem maior do que dez.

A proporção aproximada de dez vezes aplica-se à maioria dos grandes táxons observados; ela é, porém, bem menor em plantas superiores e em cordados, em que podemos esperar aumentos máximos da ordem de 10 a 20% no total de espécies conhecidas; nos cordados, isto será determinado principalmente pelos peixes de água doce. No outro extremo, encontram-se vírus, bactérias e nematódeos, em que as projeções apontam para um aumento desde 30 até 100 vezes do número hoje conhecido de espécies. Devemos também estar atentos a outras diferenças internas aos grupos relacionados na Tabela 36. Por exemplo, nos insetos há grupos em que dificilmente o número total de espécies mais que dobrará (como formigas, abelhas, libélulas e lepidópteros no total), ao passo que em outros, tais como diversas famílias de dípteros, himenópteros, coleópteros e mesmo lepidópteros, o número de espécies desconhecidas deve superar em muito as já registradas. O mesmo também ocorre na maioria dos grandes grupos de invertebrados, em fungos e em algas. Como exemplo, as minhocas terrestres, um grupo com sólida tradição sistemática no Brasil e em outros países neotropicais, vêm aumentando continuamente o número de espécies conhecidas, com a ampliação de amostragem para novas localidades. Conseqüentemente, a expectativa atual dos especialistas ativos amplia de 800 o número total esperado de espécies, para mais de 2.000 apenas para a Amazônia (James & Brown, 2006).

Com uma defasagem tão acentuada entre a biodiversidade registrada e aquela ainda por conhecer, duas conclusões são muito claras: primeiro, não é viável pretender inventariar exaustivamente a biodiversidade brasileira, senão no curso de várias décadas ou séculos – e, com as pessoas e recursos hoje disponíveis, é impossível chegar mesmo perto disto. Conseqüentemente, a informação necessária para conhecimento e uso da biodiversidade somente poderá ser produzida com esforços muito centrados em objetivos claros.

Segundo, a base de recursos institucionais e humanos, tanto de especialistas quanto de pessoal de apoio, somente poderá fazer face às necessidades mais urgentes com uma expansão e uma consolidação significativas. Programas que injetem recursos suplementares esporádicos ou investimentos ocasionais não farão simplesmente qualquer diferença para a precariedade da nossa condição em atender às demandas urgentes quanto à biodiversidade.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

Como definimos de início, nosso objetivo foi produzir um perfil de nossos atuais conhecimento e capacitação quanto à diversidade biológica brasileira. Tal perfil foi pensado essencialmente como uma ferramenta de apoio à formulação de uma política abrangente de pesquisas e capacitação nesta área, destinada a fazer frente tanto a demandas imediatas como a objetivos de longo prazo.

A compilação de informações que produzimos neste estudo não é exaustiva, mas as lacunas e dados incompletos não afetam os traços mais gerais do perfil que produzimos: estes traços gerais são, seguramente, o resultado mais importante deste trabalho. Enfatizamos que, para o traçado mais detalhado de planos voltados a temas, táxons ou áreas específicas, o presente estudo fornece um ponto de partida definido, mas que, necessariamente, deverá ser atualizado e aprofundado por levantamentos e estudos complementares.

As recomendações apresentadas no final desta seção são derivadas dos resultados apresentados nesta síntese, incorporando conclusões e recomendações contidas nos capítulos específicos precedentes.

Disparidades de conhecimento e capacitação

Um tema constante, nesta síntese e nos relatórios setoriais que a acompanham, é a forte heterogeneidade do nível de conhecimento e capacitação em todos os recortes que abordamos. Para embasar as recomendações que se seguem, é importante recapitular os contrastes mais marcantes.

Conhecimento taxonômico

Devemos distinguir entre duas condições: o estado global de conhecimento de diferentes táxons e os problemas específicos do país. Em cada uma, existem táxons hoje pouco conhecidos, mas por razões bastante distintas.

No primeiro caso estão os táxons incompletamente descritos (e insuficientemente inventariados, veja abaixo); como exemplos, destacam-se bactérias, fungos, nematódeos e ácaros, grupos para os quais sequer se conhece a ordem de grandeza de sua diversidade global. Um avanço estratégico nestes grupos não depende especialmente de iniciativas nacionais, como será discutido mais abaixo.

Um caso distinto é o de grupos cuja taxonomia é relativamente bem estabelecida em nível mundial, porém para os quais faltam hoje, no Brasil, especialistas e(ou) também as condições necessárias (coleções e literatura organizadas). Para estes grupos, iniciativas nacionais ou regionais poderão produzir avanços decisivos. São exemplos diversos, ordens e famílias importantes dos artrópodes e das angiospermas.

Conhecimento regional e de biomas

As diferenças de conhecimento entre regiões geográficas brasileiras foram bastante constantes para todos os grupos taxonômicos. De modo geral, as regiões Sudeste e Sul são mais bem conhecidas do que as demais, seguidas ou aproximadas pela região Norte. As regiões Centro-Oeste e, principalmente, Nordeste mostram-se muito defasadas quanto ao conhecimento geral de diversidade biológica. Tais tendências apenas são revertidas para um ou outro grupo taxonômico que tenha sido mais extensamente recenseado e investigado.

O conhecimento dos grandes biomas e ecossistemas brasileiros reproduz as disparidades regionais. Nos ambientes terrestres, Caatinga e Pantanal são

até agora os biomas menos conhecidos. Uma exceção inesperada são o Pinheiral e os Campos Sulinos que, embora próximos às maiores concentrações de instituições e pesquisadores no Brasil, ainda oferecem lacunas de conhecimento bastante preocupantes em vista da extensão de sua substituição agroflorestal.

Desde que este trabalho foi desenvolvido, houve avanços promissores em algumas áreas. O bioma Caatinga tem recebido mais atenção e grupos regionais produziram compilações de informações pertinentes e análises no nível estadual ou regional (Leal *et al.*, 2003; Silva *et al.*, 2004). Ainda assim, persistem as diferenças marcantes que emergiram no perfil de conhecimento aqui apresentado.

Condições institucionais e capacitação

Neste âmbito, ressurgem sob outro aspecto as diferenças já assinaladas. As acentuadas diferenças no número de instituições e de pesquisadores que constatamos entre regiões são simultaneamente causa e consequência da desigualdade atual no grau de conhecimento da biodiversidade – seja na extensão de sua amostragem, seja em seu estudo subsequente.

A região Norte, apesar de mais próxima das regiões Nordeste e Centro-Oeste do que do Sul e Sudeste em termos socioeconômicos e políticos, está mais próxima destas últimas no aparelhamento institucional e número de pesquisadores ativos. Identifica-se facilmente a influência determinante de duas instituições pivotais, o Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) em Manaus e o Museu Paraense Emílio Goeldi em Belém, ambas com histórias antigas de convênios com instituições do Sul/Sudeste e, principalmente, do exterior. Recentemente outras instituições, acadêmicas e não-governamentais, têm amplificado este efeito gerador.

Embora, no Centro-Oeste e Nordeste, determinadas instituições (universidades, centros de pesquisa da Embrapa etc.) tenham nucleado esforços de inventariamento e reconhecimento da biota regional, por vezes também ancorados em convênios externos, esses são relativamente recentes e não produziram a condição institucional hoje existente no Norte e, muito menos, no Sul e Sudeste.

Estabelecimento de objetivos e prioridades

A grande disparidade de conhecimento e capacitação em relação a diferentes táxons, biomas e regiões brasileiras demonstra claramente que qualquer política de investigação da biodiversidade e de sua aplicação terá de ser múltipla e flexível, aproveitando possibilidades específicas e definindo metas realistas de curto e médio prazo.

Em todas as avaliações nacionais e internacionais sobre biodiversidade e na maioria das propostas que têm sido desenvolvidas ou implementadas há um consenso amplo: de que o reconhecimento exaustivo e detalhado da diversidade biológica é impraticável em qualquer prazo realista, mesmo com um substancial aporte de recursos adicionais. Algumas das projeções neste sentido foram expostas neste relatório e em parte dos relatórios setoriais.

Com algumas exceções, as propostas globais têm metas relativamente restritas. Como exemplo, o projeto "Species 2000"⁸, que é parte do programa Diversitas da UNESCO e do GBIF ("Global Biodiversity Information Facility"), propõe a catalogação de toda a *nomenclatura* taxonômica atual, ou seja, produzir uma base de dados descentralizada com todos os nomes científicos vigentes.

⁸ Atualmente (2005) em <http://www.sp2000.org/>

Este projeto, como outras iniciativas, propõe-se a organizar a informação taxonômica existente, tornando-a mais disponível. Para táxons bem estudados, tais bases de dados facilitarão e melhorarão a realização de novos inventários; mas não apóiam nem promovem a amostragem e reconhecimento da maioria dos táxons, cujo conhecimento é muito incompleto.

Outros projetos visam à realização de inventários abrangendo todos os táxons, porém estes são necessariamente dimensionados para uma escala restrita e, ainda assim, representam um desafio para angariar e organizar recursos financeiros e humanos numa escala ainda inédita (Janzen & Hallwachs, 1994; Naisbitt, 2000).

A experiência anterior, com programas relativamente difusos de estímulo à atividade taxonômica em geral, confirma que o estabelecimento de objetivos e prioridades claros é indispensável para que recursos e iniciativas não se percam, a despeito de serem bem intencionados. Em outras palavras, perante as demandas urgentes para informação sobre biodiversidade, a simples injeção de recursos suplementares no quadro atual de pesquisadores e instituições, por meio de mecanismos rotineiros de fomento de pesquisa, não resolverá os problemas que detectamos, nem produzirá o salto de conhecimento que necessitamos.

Recomendamos que os objetivos de investigação e capacitação sejam estipulados a partir de uma estratégia mais abrangente, que explicita os usos pretendidos para a informação. Como já foi mencionado na introdução a este trabalho, tais objetivos transcendem o aperfeiçoamento da taxonomia formal, embora esta seja indiscutivelmente crucial às demais finalidades. A partir dos objetivos e usos pretendidos, pode-se conceber uma estratégia que busque cumpri-los, levando em consideração o quadro atual e o potencial mais imediato de desenvolvimento de nosso conhecimento. A Tabela 37 esquematiza uma forma de agrupar táxons conforme suas características, e exemplifica ações que poderão promover um incremento efetivo de seu conhecimento e acelerar o aproveitamento desta informação.

Nos tópicos finais, serão discutidos alguns pontos referentes a ações sugeridas nos Relatórios setoriais e resultantes desta síntese, conforme exemplificado na Tabela 37. Uma questão, entretanto, perpassa diferentes iniciativas e por isto precede os tópicos restantes.

Tabela 37. Esboço de ações prioritárias possíveis, conforme o estado do conhecimento e capacitação de diferentes grupos de organismos. Os táxons mencionados e ações apresentadas são ilustrativos e não representam um programa completo de ação.

Condição do táxon	Exemplos de grupos	Ações prioritárias (exemplos)
Grupo relativamente bem conhecido no Brasil	Aves, mamíferos, borboletas, crustáceos decápodos, angiospermas (parte)	<ul style="list-style-type: none"> • Produção de manuais de identificação e guias de campo, com difusão impressa e eletrônica. • Inventários em biomas e áreas pouco conhecidos. • Formação de coleções regionais. • Integração a programas mundiais de mapeamento e monitoramento. • Preenchimento de lacunas taxonômicas.
Grupo com taxonomia bem estruturada, com conhecimento ainda incompleto no Brasil	Peixes ósseos, anfíbios; diversas famílias importantes de coleópteros, dípteros, himenópteros; aracnídeos	<ul style="list-style-type: none"> • Intercâmbio ou, se necessário, contratação de especialistas no exterior. • Formação de especialistas. • Organização de coleções existentes e catalogação com acesso <i>on-line</i>. • Identificação de espécies conhecidas. • Inventários em biomas e localidades de interesse prioritário.

Tabela 37 (continuação).

Condição do táxon	Exemplos de grupos	Ações prioritárias (exemplos)
Grupo importante com taxonomia muito incompleta	Ácaros e nematódeos de solo, fungos, bactérias	<ul style="list-style-type: none"> • Programas especiais de incentivo à formação e fixação de especialistas. • Incorporação a iniciativas internacionais de investigação destes grupos, quando existentes. • Inventários intensivos em localidades focais selecionadas. • Formação de coleções de referência.
Grupos de menor tamanho com conhecimento variável, sem especialistas no Brasil	Filos e classes marinhos e dulcícolas menores	<ul style="list-style-type: none"> • Incorporação e organização de coleções existentes, especialmente em condições precárias. • Atribuição de curadorias e estímulo a especialistas. • Prioridade para estudo de material em inventários abrangentes de ecossistemas.

A taxonomia formal e os procedimentos alternativos

Um problema recorrente no planejamento da investigação da biodiversidade concerne à necessidade de produzir a taxonomia formal completa de um grupo antes de concluir seu inventário. Caso seja exequível, certamente é muito vantajoso o esforço de completar esta taxonomia, mediante revisão do grupo, descrevendo as espécies novas recém-descobertas (seja em novas coleções, seja em acervos anteriores) e, além disto, organizando-as em um modelo de relações evolutivas (ou seja, propondo uma filogenia para o grupo).

O esforço e tempo necessário para cumprir esta tarefa, para a maioria dos táxons, poderá ser de muitos anos e talvez décadas. Devido a isto, para finalidades bem definidas de inventários com retorno mais imediato, sugerimos que, em coletas extensas, especialmente de grupos taxonômicos incompletamente conhecidos ou em regiões subamostradas e(ou) sob risco iminente, seja adotado um protocolo claro de amostragem com a subsequente separação dos organismos coletados em morfoespécies (ou "unidades taxonômicas operacionais") e sua identificação formal até o limite imediatamente praticável. Esta informação pode ser difundida prontamente e com rapidez ainda maior, se utilizadas bases de dados e imagens digitalizadas, combinadas com acesso remoto ou reprodução eletrônica. Além disto, ela é suficiente para o reconhecimento e para muitas das análises mais prementes da condição atual de comunidades e ecossistemas sob risco.

Taxonomistas por vezes relutam em aceitar este modo de trabalho, por representar um risco de taxonomia malfeita e que deprecia sua atividade. Isto pode ser evitado, à medida que a taxonomia operacional seja organizada e supervisionada por especialistas, aplicando os mesmos critérios empregados na taxonomia formal. O trabalho taxonômico propriamente dito progredirá com maior facilidade quanto melhor for a amostragem geográfica e a documentação do grupo; portanto, não há realmente um conflito inconciliável de interesses. No entanto, é importante ter claro que, na maioria dos táxons, a organização dos dados de inventários e amostragens não pode aguardar o estudo taxonômico pleno antes de se tornar disponível para utilização.

Um problema mais trabalhoso de resolver é a conciliação de informações provenientes de diferentes regiões geográficas, quando estudadas por equipes separadas. De fato, uma das funções da formalização de nomes em sistemas taxonômicos é que eles são, em princípio, universais e unívocos. Como a taxonomia operacional usa códigos para espécies não identificadas, é difícil

estabelecer qual ou quais espécies são comuns a diferentes *habitats* ou regiões, sem comparar diretamente os organismos coletados. Note-se, porém, que na maioria dos táxons a identificação de espécies já descritas não prescinde da comparação de espécimes. Além disto, esperamos que novas tecnologias bioinformáticas em pouco tempo revolucionem o trabalho neste campo, com o aperfeiçoamento de instrumentos já muito promissores.

Embora tais problemas sejam reais, prevalece a necessidade de realizar, com eficiência, inventários relativamente rápidos de grupos importantes em regiões ainda pouco exploradas, em que freqüentemente haverá um número grande de espécies (ou grupos taxonômicos maiores, como gênero) ainda não descritas. A avaliação da riqueza de espécies e da diversidade de diferentes locais ou *habitats* terá freqüentemente que ser feita sem depender da formalização nomenclatural. Será necessário recorrer também a procedimentos deste tipo para melhorar as estimativas existentes de diversidade biológica no Brasil.

Utilização do conhecimento e capacidade atuais

Nesta seção, apresentamos recomendações que objetivam um melhor aproveitamento do conhecimento existente nas condições atuais de capacitação e infra-estrutura. Na seção seguinte, abordaremos recomendações de novas iniciativas.

Estratégias para avançar o conhecimento de diversidade de espécies

O aumento do conhecimento da diversidade de espécies de um táxon poderá se dar de diferentes formas.

Primeiro, o estudo detalhado de material existente em coleções. Para muitos táxons, há um grande acervo de material em coleções de instituições brasileiras ou no exterior e a taxonomia geral dos grupos está bem estabelecida. Entretanto, o material desses táxons nunca foi organizado e estudado metodicamente para o Brasil (ou para a região neotropical). Um pesquisador que investigue um desses grupos com métodos e critérios taxonômicos vigentes, poderá estender consideravelmente o elenco de espécies do táxon para uma região e para o país, primeiro identificando espécies já descritas mas ainda não notificadas (*novos registros*) e posteriormente publicando as descrições de espécies inéditas (*novas espécies*).

O trabalho sobre as coleções existentes geralmente é potencializado quando novos métodos são empregados para revisões taxonômicas mais abrangentes. A taxonomia vigente de muitos táxons foi estabelecida com base na morfologia externa. Estudos taxonômicos que examinem outras características (morfologia interna, especialmente do aparelho genital; histologia; substâncias químicas particulares; comportamento, incluindo cantos ou vocalizações; distribuição geográfica; enzimas ou seqüenciamento de DNA) ou considerem outros critérios de definir espécies e filogenias tendem a aumentar em muito a diversidade reconhecida de espécies, principalmente pelo reconhecimento de espécies próximas que antes eram consideradas como uma só (notando que, inversamente, toda revisão cuidadosa inevitavelmente também estabelece como iguais, ou sinônimas, espécies descritas e tidas como distintas). Tais revisões poderão, por vezes, ser feitas apenas com base em acervo existente em coleções; mas comumente demandam coletas adicionais para preencher lacunas.

Por fim, em muitos casos o conhecimento de um grupo avançará mais rapidamente com a obtenção de coletas mais completas e, principalmente, em localidades, regiões ou *habitats* mal representados nas coleções atuais. Esta questão será detalhada mais adiante nas Conclusões. Note-se, porém que, em

nosso perfil, **a maioria dos táxons é considerada insuficientemente representada nas coleções brasileiras atuais**, e que a cobertura geográfica e ecológica normalmente é tida como ainda mais precária.

Podemos aduzir, portanto, que para qualquer táxon com representação razoável nas atuais coleções e cuja taxonomia esteja sólida, compensará centrar o esforço na organização e identificação de acervos existentes. Em muitos casos, porém, faz mais sentido investir em coletas de material adicional, utilizando procedimentos de amostragem que permitirão a análise da distribuição espacial e ecológica das espécies e estudar o grupo de posse destas novas amostras, em vez de restringir-se ao estudo de acervos insatisfatórios disponíveis que resultarão, na melhor das hipóteses, num catálogo de validade limitada, como já ocorreu no passado.

Aproveitamento do conhecimento existente

Indiscutivelmente, apesar de lacunas importantes, o conhecimento atual de diversos segmentos da biodiversidade brasileira é considerável. No entanto, este conhecimento não está adequadamente disponível para os muitos propósitos em que é necessário. Muitas ações diferentes podem promover uma rápida alteração nesta situação. Em parte, estas dependem de uma reavaliação, por parte de especialistas e instituições, dos objetivos de sua atividade. Por exemplo, a preparação de um guia de campo para leigos é menos valorizada, academicamente, do que a publicação de um trabalho em periódico científico, embora ambos sejam igualmente importantes e o alcance imediato do primeiro talvez seja muito superior.

Algumas ações recomendadas, a partir das consultas a especialistas, relatórios setoriais e da presente síntese, são apresentadas a seguir (Tabela 38). Elas dizem respeito especialmente aos táxons cujo conhecimento atual pode ser aproveitado de imediato. Isto se aplica, por exemplo, à maioria dos vertebrados, plantas lenhosas e diversos grupos invertebrados (veja-se os capítulos específicos nesta obra).

Tabela 38. Ações para aproveitamento do conhecimento existente da biodiversidade brasileira.

Ações para efetivar o uso do conhecimento existente sobre biodiversidade

- Estímulo e suporte para a preparação de guias de identificação para técnicos não-especializados, professores e leigos, enfatizando clareza, facilidade de uso e correção da informação. Isto inclui suporte financeiro e apoio técnico (orientação e facilidades para preparação de ilustrações, estilo de texto, versões eletrônicas);
- Mecanismos de custeio e infra-estrutura para facilitar e acelerar a produção e difusão de monografias e guias, em diferentes formatos e meios – impressos, CD-ROM, Internet;
- Valorização institucional e acadêmica de produção de guias e literatura de apoio e reconhecimento de publicações eletrônicas como equivalentes às impressas;
- Criação de mecanismos para emprego e fixação de especialistas formados, disponíveis no Brasil, mas que hoje não atuam em suas áreas de competência; por exemplo, por meio de estabelecimento de parcerias e convênios, em que a contrapartida institucional seja a criação de postos técnicos.
- Disponibilização de bolsas de pesquisa para recém-doutores sem vínculo empregatício, de média a longa duração (renováveis por até 5 anos).
- Bolsas de pesquisa (de complementação salarial) para atividades curatoriais em tempo parcial ou tempo integral, exercidas em coleções de interesse reconhecido.

Consolidação da infra-estrutura

A qualidade e a utilidade dos acervos de coleções biológicas, atualmente, estão seriamente comprometidas por limitações estruturais. Algumas das dificuldades críticas podem ser superadas com investimento relativamente pequeno, desde que aplicado competentemente. Dentre os problemas identificados por especialistas neste e em outros estudos, destacam-se determinados pontos que são ilustrados na Tabela 39.

Tabela 39. Fatores críticos de limitação de infra-estrutura.

Limitantes de infra-estrutura em instituições com acervos de biodiversidade

- Falta crítica de curadores profissionais, efetivamente empregados com esta atribuição principal; este é um elemento decisivo para coleções biológicas, que pode ser atendido por meio de mecanismos como os sugeridos acima para absorção de especialistas.
- Falta crítica de técnicos e pessoal de apoio para as rotinas indispensáveis à conservação e organização dos acervos.
- Insuficiência de espaço e(ou) das condições mínimas exigidas para acomodar e conservar acervos biológicos, tais como armários e gavetas apropriados e controle de temperatura e umidade.
- Falta de verbas estáveis para custear material de consumo indispensável à manutenção de acervos (como líquidos conservantes que precisam ser completados ou substituídos periodicamente em coleções úmidas, repelentes em coleções secas), ou serviços de desinfecção.
- Em muitas instituições e coleções, falta de equipamentos, programas de computação e pessoal capacitado para catalogação e informatização de suas atividades.
- Falta de verbas estáveis para aquisição de literatura essencial para bibliotecas institucionais, seja para aquisição continuada de livros e periódicos recentes, seja para preencher lacunas na literatura sistemática histórica.

A destacar, novamente, que o vasto potencial e o valor inestimável dos acervos biológicos no país são fortemente subaproveitados por falta de recursos críticos adequadamente aplicados. Além disto, é importante destacar também que a intensificação e extensão de programas de coleta, inventários e monitoramento de biodiversidade representam uma pressão adicional muito grande por aumento de espaço, recursos para acomodação e manutenção, por pessoal, sobre muitas instituições que mal dão conta de seus acervos atuais.

Novas iniciativas

Criação e fortalecimento de núcleos regionais

As fortes disparidades entre regiões brasileiras e o conseqüente desconhecimento relativo de importantes biomas exigem um elenco conseqüente de medidas capazes de, em conjunto, alterar efetivamente este quadro. Trata-se de problemas e realidades complexos e há precedentes de programas de fortalecimento técnico-científico que tiveram sucesso apenas moderado.

Há necessidade, em primeiro lugar, de fortalecer e talvez mesmo de criar núcleos de pesquisa direcionados para investigação da biodiversidade. As instituições atuais padecem das mesmas dificuldades de suas congêneres no restante do país, mas, em muitos casos, estão em situação ainda mais precária.

Em nosso entendimento, o fator crítico é a fixação de contingentes mínimos de profissionais competentes e atuantes em cada instituição. A contratação de especialistas e a melhor capacitação dos quadros atuais são complementares. O programa de formação de profissionais bem qualificados terá que ser abrangente, atingindo não só pesquisadores como técnicos de campo e laboratório. Os diversos instrumentos e programas especiais já existentes, direcionados para regiões mais carentes, devem ser aproveitados para um esforço de capacitação. Lembramos, porém, que o mero aporte de recursos não tem sido um instrumento efetivo de avanço.

Como recomendação específica, destacamos o engajamento de instituições e grupos de pesquisa em programas nacionais e regionais que envolvam inventário e(ou) monitoramento extensos. Isto significa trabalho cooperativo com pesquisadores experientes e permite a formação ou melhora de coleções regionais de referência. Mais uma vez, a contrapartida institucional deve envolver criação de postos de trabalho e garantias de suporte continuado, para que os resultados sejam duradouros.

Intercâmbios e convênios internacionais podem ajudar consideravelmente, mas é fundamental estipular claramente que coleções de referência bem organizadas devem ser necessariamente alojadas nas instituições locais. Na história da biologia brasileira, há precedentes de convênios internacionais em que instituições locais, bastante frágeis, não tiveram nenhum avanço duradouro de capacitação ou de formação de acervos de qualidade. Em outros casos, porém, os intercâmbios tiveram efeitos benéficos e persistentes.

Novos inventários

Esta é, sem dúvida, uma demanda crítica e de máxima urgência, dada a rapidez de desaparecimento e alterações que atingem ecossistemas naturais em toda a extensão do Brasil.

Podemos destacar diversas frentes, todas igualmente importantes, para aumentar substancialmente nosso conhecimento de biodiversidade brasileira.

- **novas regiões:** há ainda vastas extensões do território brasileiro que nunca foram amostradas para a maioria ou mesmo para qualquer grupo de organismos. Ressalte-se que existem lacunas geográficas importantes mesmo nas regiões mais coletadas;
- **novos habitats:** muitos táxons são incompletamente conhecidos porque seus *habitats*, de difícil acesso (como áreas oceânicas profundas ou o dossel de florestas tropicais, que ambos demandam equipamentos especiais) ainda permanecem virtualmente intocados. Programas extensos de coleta deverão multiplicar o número de espécies conhecidas para táxons que vivem exclusivamente, ou preferencialmente, em tais *habitats*. Podemos também incluir entre os "novos *habitats*" a maioria dos organismos vivos que jamais foi investigada quanto a seus parasitas ou demais simbioses;
- **novos métodos:** métodos especiais de coleta são indispensáveis para inventariar diversos tipos de organismos, especialmente os muito pequenos e frágeis. A coleta, extração e preparação de organismos tais como o picoplâncton (organismos, especialmente algas, menores que 2mm – dois milionésimos de milímetro), ou a maioria dos invertebrados e microrganismos de solo, exigem técnicas próprias, sem as quais a existência destes organismos permanecerá em grande parte desconhecida. Vale lembrar que este desconhecimento não tem

qualquer relação com a importância destes grupos, que, de modo geral, respondem por processos essenciais aos ecossistemas e que têm enorme potencial biotecnológico e farmacológico.

Deve-se destacar também a importância de abordagens que permitam avançar diretamente o entendimento da estruturação e funcionamento da biodiversidade em ecossistemas naturais. Por exemplo, o uso de inventários centrados em recursos (Lewinsohn *et al.*, 2001) permite decompor a diversidade total dos organismos estudados em componentes locais e regionais bem como estimar o “turnover” de espécies entre recursos ou *habitats* distintos.

Quanto à formulação de novos programas de inventariação, há recomendações para aumentar a eficiência de trabalho de campo e pós-processamento e o aproveitamento dos resultados. Alguns exemplos neste sentido são dados na Tabela 40.

Tabela 40. Exemplos de ações recomendadas para realização de novos inventários.

Ações direcionadas para inventários adicionais
<ul style="list-style-type: none">• os procedimentos de amostragem devem ser consistentes, e planejados já com vistas à análise quantitativa e estatística de resultados; deve-se empregar métodos reconhecidos e, caso existam padrões vigentes para determinados táxons ou <i>habitats</i>, estes devem ser seguidos para possibilitar a comparação dos resultados com outros países e regiões do mundo (veja-se por exemplo Hayek & Buzas, 1997; Dallmeier & Comiskey, 1998; New, 1998);• todos os pontos de amostragem devem ser georreferenciados e, se possível, planejados conforme a estrutura de paisagem reconhecida por sensoriamento remoto, permitindo a integração com este modo de análise da diversidade de ecossistemas.

No planejamento de inventários, há que se prever e orçar todos os componentes de sua realização, incluindo, além do trabalho de campo propriamente dito, o subsequente processamento de espécimes e de informações. Um erro comum e de graves consequências é de planejar e orçar detalhadamente o trabalho de campo, mas, ao mesmo tempo, ignorar ou subestimar custos não só financeiros, mas de tempo de especialistas e técnicos, e de espaço apropriado.

Componentes de inventários – custos diretos e indiretos a prever e orçados no planejamento de projetos
<ul style="list-style-type: none">■ engajamento e treinamento de pessoal técnico para trabalho de campo e processamento de amostras;■ separação e triagem do material;■ acomodação tanto temporária (durante o processamento e estudo) quanto permanente das coleções;■ engajamento de especialistas <i>in loco</i>, ou envio de material, com todos os custos associados, inclusive de identificação, caso seja paga;■ registro inicial e acompanhamento de trânsito de espécimes;■ implantação, treinamento e uso de bases de dados e programas bioinformáticos, estatísticos e de Sistemas de Informação Geográfica necessários;■ aquisição de dados (meteorológicos, imagens de satélite) e custeio de análises complementares (solo ou água) ou então aquisição e instalação dos respectivos equipamentos;■ preparação e produção de publicações, relatórios, chaves, etc.;■ “overheads” (taxas administrativas) institucionais e licenças, quando for o caso.

Neste sentido, atente-se a que o esforço e o tempo para processamento, triagem e identificação, salvo exceções, geralmente excedem os do trabalho de campo e da coleta em si. Conseqüentemente, estas etapas de trabalho, se não forem adequadamente previstas e custeadas, dificilmente poderão ser completadas a contento.

Caso todos os componentes do projeto não sejam contemplados no planejamento, há o forte risco de que apenas uma parte do trabalho venha a ser concluída e de que nem seus resultados sejam publicados, nem as coleções possam ser aproveitadas. Há numerosos precedentes, dentro e fora do país, de expedições e projetos cujas coletas se perderam e que jamais justificaram o esforço financeiro e humano empreendido.

Dado o esforço necessário para o planejamento, obtenção de recursos e realização de um inventário, é sempre interessante avaliar a possibilidade de que outros táxons sejam integrados em um projeto comum. Quando isto for viável, há ao menos duas vantagens imediatas: primeiro, a possibilidade de contrastar e integrar os resultados entre táxons, valorizando os resultados; segundo, a redução de custos ao compartilhar componentes fixos de custeio e infra-estrutura. Entretanto, o aproveitamento do trabalho com outros táxons raramente pode ser feito *a posteriori*. Métodos de coleta, triagem e fixação devem ser adequados para cada tipo de organismo; isto é especialmente importante em invertebrados tanto aquáticos como terrestres e em microrganismos, em que amostras inadequadamente conservadas são completamente perdidas.

Por fim, no planejamento de inventários, é especialmente importante buscar o aproveitamento do trabalho de campo para investigação de diversidade genética, seja para obter primeiras informações sobre a genética dos muitos táxons dos quais nada se sabe até hoje, seja para investigar variação intra-específica entre populações em localidades, fragmentos de *habitat* ou tipos de *habitat* diferentes.

Novas tecnologias bioinformáticas

Em vários pontos desta síntese foi feita menção à importância de aproveitar novos recursos tecnológicos para estudos de biodiversidade. Há unanimidade dos especialistas e consultores sobre a necessidade de informatização de coleções biológicas. Entretanto, tais recursos recentes não se restringem à conveniência de um catálogo armazenado em computador, mas oferecem possibilidades de acelerar tarefas normalmente demoradas e permitem novos modos de organização, processamento e difusão de informações sobre biodiversidade com um aumento considerável de eficiência e economia.

Entre as tarefas que podem ser revolucionadas pela incorporação de tecnologias bioinformáticas recentes, podemos destacar⁹:

⁹ Os projetos e programas aqui citados dizem respeito às condições em 1999-2000, como notado na Introdução.

Uso de novas tecnologias bioinformáticas

- a catalogação de acervos biológicos em bancos de dados que possam ser consultados pela Internet. São exemplos de gerenciadores de dados desenvolvidos para esta finalidade o Biota (Colwell, 1996) e o BioLink (CSIRO, Austrália);
- uso de programas combinados com bases de dados que facilitam a preparação e apresentação de descrições taxonômicas, facilitando a readaptação destas informações para diferentes formatos e meios impressos e digitais; por exemplo o Sistema DELTA (CSIRO, Austrália) e o programa Linnaeus-II (ETI, Holanda);
- uso de chaves computadorizadas interativas com extensa incorporação de imagens (fotos, ilustrações, mapas de distribuição), impensável em publicações convencionais em papel, e que facilitam o acesso de pessoas sem treinamento taxonômico formal; por exemplo: LucID (CSIRO, Austrália) e Linnaeus-II (ETI, Holanda);
- uso amplo da Internet para facilitar acesso aos trabalhos já terminados. Como exemplo, pretende-se disponibilizar na Internet as seções já editoradas e aprovadas da *"Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo"* para permitir seu uso antes da publicação da versão impressa, que necessariamente terá que esperar o fechamento de cada volume.
- o uso de recursos da Internet e meios eletrônicos de grande capacidade (atualmente, CD-ROM) para distribuir e facilitar o acesso a imagens de alta definição de espécimes-tipo, listas de nomes corrigidos (projeto "Species 2000", citado acima), literatura antiga de difícil acesso em bibliotecas brasileiras, inventários e "check-lists locais", dicionários toponímicos, mapas, etc. A digitalização e distribuição de catálogos e de imagens de espécimes representa uma etapa viável, embora ainda limitada, de repatriação de dados de biodiversidade a partir das grandes coleções européias e norte-americanas para o Brasil e outros países onde estas coletas foram realizadas. Iniciativas neste sentido podem ser incorporadas a acordos de cooperação.

Integração a iniciativas internacionais

Desde a elaboração da Convenção sobre Diversidade Biológica há um crescente número de iniciativas internacionais voltadas para diferentes aspectos do conhecimento, conservação e uso sustentado da biodiversidade. Tais iniciativas variam do âmbito local até o mundial e do caráter plenamente formal – como iniciativas oficiais de Estados signatários da Convenção, da ONU ou seus organismos, ou do Banco Mundial e outras agências financiadoras – até empreendimentos totalmente abertos e com participação informal.

Como princípio geral, é recomendável a adesão a todas as iniciativas que sejam relevantes e potencialmente úteis para o Brasil. Não estava no escopo do presente estudo revisar tais iniciativas, uma tarefa difícil devido ao constante surgimento e alterações nos projetos. No entanto, algumas observações são pertinentes às recomendações que apresentamos.

Em vista das áreas que enfocamos mais detalhadamente neste estudo, são especialmente importantes iniciativas de capacitação taxonômica, visando à realização de inventários e o monitoramento de áreas críticas para conservação de biodiversidade. Empreendimentos internacionais foram propostos ou nucleados por ONGs e, especialmente, por várias das maiores instituições de pesquisa com grandes coleções mundiais, como os Herbários de Kew (Inglaterra), Nova York e Missouri (Estados Unidos) e os Museus de História Natural de Londres, Washington e Nova York.

A cooperação com estas e outras instituições que detêm acervos excepcionais de espécies da biota brasileira, incluindo muitos espécimes-tipo de espécies descritas, é da maior importância para o conhecimento desta biota. Há, de fato, uma longa tradição de intercâmbios, variando de contatos pessoais

e informais entre pesquisadores até convênios entre instituições. No entanto, estas tradições tornaram-se inadequadas ou insuficientes por várias razões. Primeiro, a manutenção dessas grandes instituições de referência depende cada vez mais da captação autônoma de recursos, ainda que seus quadros próprios de especialistas venha se reduzindo continuamente. Em vários dos programas internacionais que iniciaram, estas instituições entram como matrizes capacitadoras e lideram programas pioneiros em países clientes, usualmente do Terceiro Mundo, financiados por organismos internacionais. Este modelo de relação não é apropriado para países como a África do Sul, o México (Sarukhán & Dirzo, 1992; Llorente-Bousquets *et al*, 1996) ou o Brasil, que têm recursos institucionais e de pesquisadores consideráveis. Para nossas condições e necessidades, os modelos de cooperação e intercâmbio devem seguir um outro padrão, levando em consideração o aporte e necessidades de custeio de cada membro

Segundo, os direitos de acesso e uso da informação biótica tornaram-se um tema ainda mais complexo, cujas ramificações ultrapassam o escopo deste trabalho. Cabe, porém, assinalar que medidas destinadas a proteger direitos de prospecção e uso da diversidade afetam diretamente o necessário intercâmbio de espécimes e informações. A recente legislação brasileira de proteção de recursos genéticos restringe fortemente o envio de espécimes para instituições no exterior; por esta razão, o empréstimo de material para pesquisadores no Brasil encontra-se virtualmente interrompido. Como a finalidade das normas vigentes não é a de coibir o trânsito de espécimes para pesquisa científica legítima, o que contrariaria os próprios interesses brasileiros, é urgente a adoção de alternativas que dissociem a proteção dos recursos do intercâmbio científico interinstitucional; este último, sob qualquer plano de fomento do conhecimento de diversidade, não só terá de ser mantido como certamente facilitado e aumentado.

Como terceiro aspecto referente à cooperação internacional, igualmente controverso, lembre-se a questão da repatriação de informação biótica, potencialmente afeta à Convenção sobre Diversidade Biológica. Sem explorar esta questão mais extensamente, notamos que o acesso a acervos e o apoio internacional à catalogação, elaboração de manuais etc., podem todos ser considerados como formas de repatriar informação sem transferência de espécimes. Assim, parece razoável buscar o estabelecimento de convênios que facilitem tais acessos e que sejam financiados internacionalmente sob a égide da Convenção sobre Diversidade Biológica.

REFERÊNCIAS

- ADIS, J.; HARVEY, M.S. How many Arachnida and Myriapoda are there world-wide and in Amazonia? **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, v. 35, p. 139-141, 2000.
- ALVES, M.A.S.; SILVA, J.M.C. A ornitologia no Brasil: desenvolvimento, tendências atuais e perspectivas. In: **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Ornitologia**. Rio de Janeiro, 1999.
- AMARAL, A.C.Z.; RIZZO, A.E.; ARRUDA, E.P. (Org.). **Manual de identificação dos invertebrados marinhos da região Sudeste-Sul do Brasil**. São Paulo: Edusp, 2005.
- BICUDO, C.E.M.; MENEZES, N.L. (Ed.). **Biodiversity in Brazil, a first approach**. São Paulo: CNPq, 1996.
- BRANDÃO, C.R.F.; KURY, A.B.; MAGALHÃES, C.; MIELKE, O. **Coleções Zoológicas do Brasil**. Sistema de Informação sobre Biodiversidade/Biotecnologia para o Desenvolvimento Sustentável – OEA, Fundação Tropical André Tosello - BDT. 1998. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/oea/sib/zoocol>. Acesso em: fevereiro de 2000.

- BRITSKI, H.A.; SILIMON, K.Z.S.; LOPES, B.S. **Peixes do Pantanal**: manual de identificação. Corumbá, MS: Embrapa, 1999.
- CANHOS, V.P. **Coleções de culturas de microorganismos**. Biodiversidade: perspectivas e oportunidades tecnológicas. PADCT/Finep, 1997. Disponível em: . <http://www.bdt.org.br/publicacoes/padct/bio/cap2/vanderle.html>. Acesso em: fevereiro de 2000.
- COLWELL, R.K. **Biota**: the Biodiversity Database Manager. Sunderland: Sinauer, 1996.
- DALLMEIER, F.; COMISKEY, J.A. (Ed.). **Forest Biodiversity in North, Central and South America and the Caribbean**: research and monitoring. New York: Parthenon, 1998.
- EWGRB. **Understanding biodiversity**. European Working Group for Research and Biodiversity, Commission of the European Communities Directorate-General XII for Science, Research and Development, Estocolmo e Bruxelas. 1997.
- FERRI, M.G.; MOTOYAMA, S. (Ed.). **História das Ciências no Brasil**. São Paulo: EPU; Ed. Universidade de São Paulo, v.1, v. 3, 1979-1981.
- FONSECA, G.A.B.; HERMANN, G.; LEITE, Y.L.R.; MITTERMEIER, R.A.; RYLANDS, A.B.; PATTON, J.L. Lista anotada dos mamíferos do Brasil. **Occasional Papers in Conservation Biology**, v. 4, p. 1-38, 1996.
- GASTON, K.J. What is biodiversity? In: GASTON, K.J. (Ed.). **Biodiversity**: a biology of numbers and difference. Oxford: Blackwell Science, p. 1-9, 1996.
- GROOMBRIDGE, B. (Ed.). **Global biodiversity**: status of the earth's living resources: a report compiled by the World Conservation Monitoring Centre. London: Chapman & Hall, 1992.
- HAYEK, L.C.; BUZAS, M.A. **Surveying natural populations**. New York: Columbia University Press, 1997.
- HAMMOND, P.M. Species inventory. In: GROOMBRIDGE, B. (Ed.). **Global biodiversity**: status of the Earth's living resources. London: Chapman and Hall, p. 17-39, 1992.
- IBGE. **Anuário Estatístico do Brasil**. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 1994.
- JAMES, S.W.; BROWN, G.C. Earthworm ecology and biodiversity in Brazil. In: MOREIRA, F.M.S.; SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. (Ed.). **Soil biodiversity in Amazonian and other Brazilian ecosystems**. Wallingford, UK: Cabi, 2006. No prelo.
- JANZEN, D.H.; HALLWACHS, W. **All Taxa Biodiversity Inventory (ATBI) of terrestrial systems: a generic protocol for preparing wildland biodiversity for non-damaging use**. Report from a National Science Foundation Workshop. Philadelphia, PA, 1994.
- JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil**: síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, v. 1-7, 1998-1999. Disponível em: <http://www.biota.org.br>.
- LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M.C. da (Org.). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Recife: Ed. Universitária UFPE, 2003. 804 p.
- LEWINSOHN, T.M.; BASSET, Y.; NOVOTNY, V. Insects on plants: diversity of herbivore assemblages revisited. **Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics**, v. 36, 2005. No prelo.
- LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I.K.L.; ALMEIDA, A.M. Inventários bióticos centrados em recursos: insetos fitófagos e plantas hospedeiras. In: GARAY, I.; DIAS, B.F.S. (Ed.). **Conservação da biodiversidade em ecossistemas tropicais**. Petrópolis: Vozes, p. 174-189, 2001.
- LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. **Biodiversidade Brasileira**: síntese do estado atual do conhecimento. São Paulo: Ed. Contexto, MMA, Conservation International do Brasil, 2002.
- _____. How many species are there in Brazil? **Conservation Biology**, v. 19, p. 619-624, 2005. Tradução: Quantas espécies existem no Brasil? **Megadiversidade**, v. 1. No prelo.
- LLORENTE BOUSQUETS, J.; GARCÍA ALDRETE, A.; GONZÁLEZ SORIANO, E. (Ed.). **Biodiversidad, taxonomía y biogeografía de artrópodos de México**: hacia una síntesis de su conocimiento. México, DF: Unam/Conabio, 1996.

- MARGULIS, L.; SCHWARTZ, K.V. **Five kingdoms**: an illustrated guide to the phyla of life on Earth. New York: Freeman, W.H. 1998.
- MATSUMURA-TUNDISI, T.; SILVA, W.M. Crustáceos copépodos planctônicos. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W.C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil**: síntese do conhecimento ao final do século XX. Volume 4: Invertebrados de Água Doce. São Paulo: Fapesp, p. 91-100, 1999.
- MELO, G.A.S.; BOND-BUCKUP, G.; BUCKUP, L.; MAGALHÃES FILHO, C.U. **Manual de identificação dos crustáceos Decapoda de água doce do Brasil**. São Paulo: Ed. Plêiade, Fapesp, 2003. 410 p.
- MITTERMEIER, R.A.; ROBLES GIL, P.; MITTERMEIER, C.G. **Megadiversity**: Earth's biologically wealthiest nations. Ciudad Mexico: Cemex, Conservation International, Agrupacion Sierra Madre, 1997.
- MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; MYERS, N.; ROBLES GIL, P. **Hotspots**: earth's biologically richest and most endangered terrestrial ecoregions. Ciudad Mexico: Cemex, Conservation International, Agrupacion Sierra Madre, 1999.
- NAISBITT, N. **All Species Meeting Synopsis**. September 18-19, 2000. San Francisco, Califórnia, 2000. Disponível em: <http://www.all-species.org>. Acesso em: setembro de 2000.
- NEW, T.R. **Invertebrate surveys for conservation**. Oxford: Oxford University Press, 1998.
- NOSS, R. Indicators for monitoring biodiversity: a hierarchical approach. **Conservation Biology**, v. 4, p. 355-364, 1990.
- OLIVEIRA, P.D.; PETRY, P. **Coleções Zoológicas**. Biodiversidade: perspectivas e oportunidades tecnológicas. PADCT/Finep, 1997. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/publicacoes/padct/bio/cap2/patricia.html>. Acesso em: fevereiro de 2000.
- PEDRO, S.R.M.; CAMARGO, J.M.F. Apoidea Apiformes. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil**: síntese do conhecimento ao final do século XX. Volume 5: Invertebrados terrestres. São Paulo: Fapesp, p. 193-211, 1999.
- REAKA-KUDLA, M.L. The global biodiversity of coral reefs: a comparison with rain forests. In: REAKA-KUDLA, M.L.; WILSON, D.E.; WILSON, E.O. (Ed.). **Biodiversity II**: understanding and protecting our biological resources. Washington, DC: Joseph Henry Press, p. 83-108, 1997.
- RIZZINI, C.T.; COIMBRA, A.F.; HOUAISS, A. **Ecosistemas Brasileiros**. Rio de Janeiro: Ed. Index, 1988.
- ROCHA, C.E.F. Crustáceos copépodos não-planctônicos. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W.C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil**: síntese do conhecimento ao final do século XX. Volume 4: Invertebrados de Água Doce. São Paulo: Fapesp, p. 101-106, 1999.
- ROCHA, O.; GÜNTZEL, A. Crustáceos branquíópodas. In: ISMAEL, D.; VALENTI, W.C.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; ROCHA, O. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil**: síntese do conhecimento ao final do século XX. Volume 4: Invertebrados de Água Doce. São Paulo: Fapesp, p. 107-120, 1999.
- SARUKHÁN, J.; DIRZO, R. (Ed.). **México ante los retos de la biodiversidad**. México, DF: Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad, 1992.
- SILVA, J.M.C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M.; LINS, L.V. (Org.). **Biodiversidade da Caatinga**: áreas e ações prioritárias para a conservação. Recife: Brasília: Universidade Federal de Pernambuco, MMA, 2004. 382 p.
- SIQUEIRA, M.F.D.; JOLY, C.A. **Coleções Botânicas**. Biodiversidade: perspectivas e oportunidades tecnológicas. PADCT/Finep, 1997. Disponível em: <http://www.bdt.org.br/publicacoes/padct/bio/cap2/marinez.html>. Acesso em: fevereiro de 2000.
- WHITTAKER, R.H. On the broad classification of organisms. **Quarterly Review of Biology**, v. 34, p. 210-226, 1959.
- WILSON, E.O.; PETER, F.M. (Ed.). **Biodiversity**. Washington, DC: National Academy Press, 1988.

ANEXOS

ANEXO A. QUESTIONÁRIO DO ESTUDO

FICHA 1 - PESSOAS

INFORMADOR/A

Nome:

.....

cargo: [] pesquisador/a [] professor/a [] pós-graduando/a [] pós-doutorando/a
[] aposentado/a

[] sem vínculo..... [] técnico/a..... [] outro:

Obs.: se o aposentado/a mantiver vínculo regular, mesmo que informal, com uma instituição, preencha normalmente a informação da instituição

Instituição: (Universidade, Instituto de Pesquisa...)

Unidade: (Instituto, Faculdade...)

Setor: (Departamento, Seção...)

Endereço:

CEP: Cidade: Estado:

Fone 1: () Fone 2: () Fax: ()

.....

End. eletrônico 1: End. eletrônico 2:

melhor para contato rápido: fax [] e-mail [] fone []

pode receber / enviar documentos anexados (attached) por e-mail? [] sim

Obs.:

.....

.....

.....

.....

Membros de sua equipe de trabalho:

nome	titulação	vinculo (emprego, bolsa)	grupo que estuda

Data de preenchimento ou de atualização: / / 199.... (dia/mês/ano)

FICHA 2: AVALIAÇÃO DO CONHECIMENTO E CAPACITAÇÃO DO TÁXON

(1) Nome do/da informador/a:

(preencher ficha "Pessoas")

(2) Data da informação: / / 199..... (dia/mês/ano)

(3) NOME DO TÁXON

(escolha o nível taxonômico que achar mais relevante e preencha uma ficha para cada táxon,)

[] Filo / ramo [] Classe [] Ordem [] Família []

Observações: (ex: "sensu lato, incluindo Blattaria"; "segue Cronquist 1981").....

(4) ESTADO DO CONHECIMENTO DO TÁXON

famílias neotropicais, em geral, são: [] bem estabelecidas [] ambíguas e exigem redefinição

gêneros neotropicais, em geral, são: [] bem estabelecidos [] ambíguos e exigem redefinição

famílias mais comuns/maiores no Brasil: [] são adequadamente revistas [] exigem revisão

gêneros mais comuns/maiores no Brasil: [] são adequadamente revistos [] exigem revisão

A identificação neste táxon, de modo geral:

[] exige comparação com tipos ou coleção de referência

[] pode ser feita pela literatura [] exige biblioteca extensa

[] é viável até gênero, difícil até espécie [] é viável até espécie

[] a separação em "morfoespécies" (sem identificação) é viável

Observações:

(5) CAPACITAÇÃO

Há especialistas no Brasil capacitados para identificar?

[] sim, em número suficiente; [] sim, em número insuficiente; [] sim, em pouquíssimo número; [] não

Liste taxonomistas representativos, capacitados para estudo/identificação de espécimes brasileiros. Caso necessário, inclua especialistas do exterior.

Nome	Instituição	Cidade/Estado/País	Grupo(s) que identifica

* indique com um asterisco aqueles que você considera importante que sejam contatados por esta pesquisa

Existem pesquisadores/taxonomistas brasileiros, com capacitação comprovada no estudo/identificação da fauna brasileira, não absorvidos pelas instituições de pesquisa brasileiras ou desenvolvendo outro tipo de trabalho por falta de condições? [] sim; [] não.

É possível citar algum exemplo? (indique titulação - mestrado, doutorado, pós-doutorado...):

.....
.....

Comentários sobre capacitação:

.....
.....

(6) ACERVOS

Os acervos em coleções no Brasil são suficientes para o estudo/identificação do táxon?

[] totalmente [] em grande parte (maioria das spp. comuns) [] em parte [] não
Liste, inclusive instituições ou coleções 'particulares', que mantêm acervos importantes deste táxon:

Table with 8 columns: Instituição, Cidade/Estado, Grupos melhor representados, organizado?, curado?, informado?, acesso publico?, Pessoa de contato p/ informação.

* entende-se como 'particular' aquelas coleções sem vínculo com instituições governamentais, e não as coleções 'pessoais', mantidas por pesquisadores ou docentes dessas instituições.

Comentários sobre acervos:

Caso necessário, liste instituições no exterior que detêm as coleções mais importantes para identificação de material brasileiro deste táxon

Table with 4 columns: Instituição, Cidade / Estado / País, Grupos melhor representados, Pessoa de contato p/ informação.

Há no Brasil bibliotecas ou instituições com a literatura essencial para o estudo/identificação do grupo?

[] sim [] em parte [] não

Onde?

Existem manuais/guias/chaves específicos para nossa fauna, acessíveis a estudantes de 3º grau e pesquisadores de outras áreas? [] sim, adequado para grande parte da fauna; [] sim, adequado apenas para parte da fauna; [] sim, em preparação; [] não; [] não há necessidade

Se sim, quais? (cite o número de referência - REF# - da FICHA 4)

Há pesquisadores no Brasil em condições de elaborar manuais/guias/chaves de identificação? [] sim, totalmente; [] sim, em colaboração com pesquisadores estrangeiros; [] não

Se sim, em quanto tempo? [] 1 a 2 anos [] 2 a 4 anos [] 4 a 6 anos [] outro:

Se sim, quem?

(7) PRIORIDADES PARA ESTE TÁXON

Em seu julgamento, o que você considera MAIS crítico? Assinale ambos, se for o caso

- Melhora de coleções e documentação Capacitação de pessoal
 Contração de pesquisadores/taxonomistas/curadores Contratação de técnicos para cuidar das coleções

Assinale, abaixo, o que considera mais importante em relação a **acervos e formação de pessoal**

Acervos e documentação:

Organização de coleções existentes: Montagem Separação Identificação
 outros:

Aumento de coleções existentes através de: aquisição coleta extensiva coleta direcionada intercâmbio de material outra:

Formação de coleções de referência através de: visita de especialistas visitas ao exterior cooperação

Formação de biblioteca de referência através de: aquisição ou cópia compilação outra:

Financiamento de: revisões guias/manuais/ chaves outros:

Outros:

Formação de pessoal:

Um taxonomista neste grupo (tendo base geral em biologia e sistemática) pode ser formado:
 no Brasil no Brasil com orientação de fora só no exterior
 em 1 a 2 anos de 2 a 4 anos de 4 a 10 anos e m mais de 10 anos

Qual o número mínimo de taxonomistas para dar conta deste táxon no Brasil?

Um biólogo ou técnico pode ser formado para reconhecer o táxon, separar espécies e identificar espécies comuns (inclusive coleta/preparação):
 no Brasil no Brasil com orientação de fora só no exterior
 em até 6 meses de 6 meses a 1 ano de 1 a 2 anos em mais de 2 anos

Comentários sobre prioridades:

(8) IMPORTÂNCIA DO TÁXON

O táxon é importante por incluir, ou ter potencial como/para: fonte de alimento pragas agrofloretais vetores de patógenos de culturas parasitos/ predadores de pragas
 polinizadores parasitos humanos parasitos animais vetores de patógenos humanos vetores de patógenos de animais espécies peçonhentas ou venenosas
 espécies raras/ameaçadas de extinção pesquisa básica (filogenia, genética, fisiologia, etc.)

- mapeamento / monitoração de áreas para manejo ou conservação indicadores de impacto ou perturbações
 identificação / produção de fármacos ou outros produtos
 interesse/valor especial para ecoturismo
 interesse/valor especial para educação ambiental
 outra importância econômica:
 outra importância de saúde pública:

[] outra importância médica:

[] outra:

[] outra:

Você considera este táxon como prioritário para um programa de:

[] Sistemática – por quê?

.....

.....

[] Diversidade biológica (inclusive aplicações) – por quê?

.....

.....

Comentários sobre importância do táxon:

.....

.....

FICHA 3: DIVERSIDADE DO TÁXON

Preencha tudo que for possível. Nos blocos (B) e (C), escolha o formato mais apropriado para a informação de que dispõe.

Nome do/da informador/a:
(preencher ficha "Pessoas")

Data da informação: / / 199.... (dia/mês/ano)

Nome do Táxon:
(como na ficha Conhecimento do Táxon)

(A) TAMANHO TOTAL DO TÁXON

Preencha qualquer categoria para a qual tiver informação, ou para a qual possa fazer uma estimativa MESMO APROXIMADA. Um número único será tratado como estimativa média. De preferência, indique um número mínimo e máximo que darão uma idéia da precisão atual de estimativa. (América do Sul é alternativa para Neotropical, caso seja a única informação disponível)

Número de espécies:

	Brasil min - max	Neotropical min - max	Am. Sul min - max	Mundo min - max
conhecidas / descritas				
estimadas (total)				
fonte da informação: EP/REF#				

*fonte da informação: EP se for estimativa pessoal não publicada; inclua o número da referência (REF#) e preencha a respectiva referência na FICHA 4.

Observações sobre as estimativas:
.....
.....

(B) CONHECIMENTO E ESTIMATIVAS POR BIOMA OU TIPO DE HABITAT

Esta parte é para dar uma idéia do conhecimento deste táxon em diferentes categorias ecogeográficas.

Biomas (grandes unidades ecogeográficas que incluem diferentes fisionomias, ecossistemas, etc.) Informe número de espécies se possível

bioma	grau de coleta: Ótimo / Bom / Ruim / Nenhum	grau de conhecimento: Ótimo / Bom / Ruim / Nenhum	nº spp conhecidas (min - max)	nº spp estimadas (min - max)	REFS # (preencha as refs. na FICHA 4)
Amazônia					
Mata Atlântica					
Cerrado					
Caatinga					
Pantanal					
Campos do Sul					

Observações sobre as estimativas:
.....
.....
.....

Habitats (são tipos de ambiente ou ecossistemas particulares. Por exemplo: **brejo; restinga; mata de galeria.**)

Caso haja estudos de habitats específicos, informe abaixo (trata-se de conhecimento geral para um tipo de habitat, não para uma só localidade). Informe número de espécies se possível.

habitat	grau de coleta: Ótimo / Bom / Ruim / Nenhum	grau de conhecimento: Ótimo / Bom / Ruim / Nenhum	nº spp conhecidas (min - max)	nº spp estimadas (min - max)	REFS # (preencha as refs. na FICHA 4)

Observações sobre as estimativas:

.....

.....

.....

(C) CONHECIMENTO E ESTIMATIVAS POR REGIÃO GEOGRÁFICA

Como complemento, ou alternativa, das informações acima, avalie a qualidade relativa de coleções e seu conhecimento em diferentes regiões do Brasil. Informe número de espécies se possível.

Região	grau de coleta: Ótimo / Bom / Ruim / Nenhum	grau de conhecimento: Ótimo / Bom / Ruim / Nenhum	nº spp conhecidas (min - max)	nº spp estimadas (min - max)	REFS # (preencha as refs. na FICHA 4)
Norte					
Nordeste					
Sudeste					
Centro-Oeste					
Sul					

Observações sobre as estimativas:

.....

.....

.....

(D) ESPÉCIES AMEAÇADAS OU INTRODUZIDAS

existem espécies comprovadamente extintas no Brasil? [] Sim. Quais? (indique o número da referência - REF# - da FICHA 4)

[] Possivelmente. Obs.:

[] Não há dados a respeito. Obs.:

existem espécies comprovadamente ameaçadas ou em vias de extinção? [] Sim. Quais? (indique o número da referência - REF# - da FICHA 4)

[] Possivelmente. Obs.:

[] Não há dados a respeito. Obs.:

existem espécies comprovadamente introduzidas no Brasil? [] Sim. Quais? (indique o número da referência - REF# - da FICHA 4)

[] Possivelmente. Obs.:

[] Não há dados a respeito. Obs.:

(E) CENSOS OU ESTIMATIVAS REGIONAIS / LOCAIS

Caso haja estudos específicos de uma localidade ou região geográfica definida, indique abaixo. Se houver muitos trabalhos, dê prioridade aos estudos mais completos ou representativos e liste os que considerar suficientes para informar o estado de conhecimento do grupo. Preencha as fichas o mais completamente possível, e uma ficha para cada estudo.

Estado:..... Município ou região:..... Localidade:

É unidade de conservação? [] Sim Nome da unidade:.....

localização (coordenadas geográficas):°’.....” S ou N;°’.....” W

tipo(s) de habitat ou ecossistema:

[] coleta ou listagem sem método definido [] inventário ou amostragem qualitativo

[] inventário ou amostragem quantitativo [].....

caso haja levantamento quantitativo -

método:

extensão da amostragem - total:..... unidade(ex.:ha, horas de censo) : n° de unidades:

número de spp registrado:Número de spp total estimado :.....

[] espécies identificadas [] espécies separadas em morfoespécies

Referências (REF#; preencha na FICHA 4):.....

Observações:

(F) DIVERSIDADE GENÉTICA

Há informações genéticas sobre o táxon no Brasil, de seu conhecimento? [] Sim [] Não
 [] Não tenho certeza

Método: De que tipo ou metodologia? Assinale todos os que souber:

- [] 1. Contagem de cromossomos [] 2. Cariótipo simples [] 3. Bandeamento de cromossomos [] 4. Isoenzimas..... [] 5. DNA - sequenciamento [] 6. DNA mitocondrial [] 7. RAPD [] 8. RFLP [] 9. estimativa de variância genética (herdabilidade)
- [] 10. outros:

Observações sobre métodos:

.....

.....

Se puder, indique pessoas ou instituições importantes ou representativas para investigação genética deste táxon:

Nome: Instituição Setor

Endereço:

Fone: Fax: E-mail:

Observações (p.ex. área de pesquisa):

.....

Pode acrescentar alguma indicação de trabalho importante ou representativo de diversidade genética? Se for de alguma subdivisão particular do táxon, indique qual:

Métodos (da lista acima): Táxon:Referências:(preencha na FICHA 4)

Existe alguma subdivisão taxonômica que concentre a maioria dos estudos genéticos disponíveis? Qual ou quais?

[] Ordem [] Família [] Gênero Nome: Referências:(preencha na FICHA 4)

Você tem (ou tem informação sobre) material deste táxon estocado visando estudo genético posterior?

Assinale todos os que você sabe:

- [] vivo (linhagens) [] vivo (congelado) [] em álcool [] seco [] outro:

Se for em outra instituição que a sua, indique:

Instituição Setor Pessoa:

Observações sobre material estocado:

.....

.....

FICHA 4: REFERÊNCIAS

Informador/a Táxon:

Preencha uma ficha para cada referência. Inclua somente *referências chave* (as principais) para a informação referida. Não pretendemos uma base de dados exaustiva da literatura. Não inclua referências, como Resumos de Congresso, que apenas mencionem o trabalho sem apresentar dados.

Número da referência: REF#.....
Autores (<i>Sobrenome, I.; Sobrenome, I.;...</i>):.....
.....
Ano:.....
Título:
.....
Tipo: <input type="checkbox"/> artigo em periódico <input type="checkbox"/> livro <input type="checkbox"/> capítulo de livro <input type="checkbox"/> trabalho em Anais de congresso <input type="checkbox"/> tese de mestrado <input type="checkbox"/> tese de doutorado <input type="checkbox"/> relatório impresso <input type="checkbox"/> relatório não publicado <input type="checkbox"/> outro:.....
Título do livro ou periódico (<i>inclusive Anais de Reunião</i>) :
.....
Organizador(es) do livro:
Local de publicação (<i>se for livro / relatório / tese</i>) :
Volume (periódico):... .. Páginas (inicial-final):
Caso seja tese ou relatório, pode indicar uma biblioteca onde haja cópia publicamente disponível?
.....
Observações:
.....

ANEXO B

Dificuldades de execução e soluções para superá-las

Algumas das dificuldades específicas de realização do estudo foram comentadas sucintamente na Metodologia do estudo, junto com as descrições de fontes e procedimentos.

Neste anexo, que complementa os comentários no corpo do relatório, discutimos em maior detalhe os problemas mais críticos encontrados para realização do trabalho e como buscamos resolvê-los.

Retorno de questionários

O conjunto de especialistas contatados pelos consultores deu uma taxa de retorno de formulários preenchidos de média bastante baixa, em torno de 20%. Diferentes fatores são responsáveis por isto:

- **desgaste e confusão:** muitos projetos recentes têm feito solicitações semelhantes a este, submetendo questionários de diferentes tamanhos (alguns são referidos na seção Projetos precedentes) – estas solicitações recaem, normalmente, nas mesmas pessoas, e algumas se negaram a responder por falta de tempo ou então não deram resposta;
- **tamanho do questionário:** a demanda de tempo para preenchimento foi maior do que o desejável; em retrospecto, é provável que um questionário mais compacto teria sido atendido por maior número de informadores;
- **cumprimento de compromisso:** a maioria dos especialistas contatados aceitou cooperar com o trabalho mas não retornou o formulário preenchido, apesar de repetidas solicitações.

Em relação a este problema, no entanto, deve-se notar que a dificuldade foi muito desigual entre diferentes componentes. Taxas de retorno muito elevadas foram obtidas para Invertebrados Marinhos e Invertebrados de Água Doce, em parte pela insistência dos consultores responsáveis, que também utilizaram eficientemente reuniões científicas para contatos e engajamento pessoal de especialistas. Baixos retornos foram obtidos para Microrganismos, Plantas e Vertebrados. Assim, isto só foi um problema em uma parte do levantamento de dados.

Como já mencionado, taxas de retorno abaixo de 20% são comuns em estudos deste tipo em qualquer parte do mundo (EWGRB, 1997). Se nosso questionário foi extenso, ficou ainda muito aquém dos 400 itens demandados no questionário que o CONABIO mexicano utilizou para finalidades semelhantes (Jorge Llorente B., comunicação pessoal).

Para melhorar a taxa de retorno, discutimos a possibilidade de submeter novamente o pedido de preenchimento aos especialistas, porém como pedido oficial, formalizado por carta do Ministério do Meio Ambiente, firmada por Bráulio F. Dias. Esta carta foi redigida, mas não chegou a ser assinada e utilizada.

Outra alternativa para lidar com o problema foi a substituição do questionário original por uma versão compacta, de uma página. Esta versão alternativa deveria ser utilizada para preencher lacunas de grupos para os quais não havia especialistas disponíveis ou dispostos a cooperar. Embora, tenha sido preparada em 1998 e distribuída aos consultores, estes não chegaram a aplicá-la.

Em retrospecto, entendemos que o trabalho, se realizado hoje, ganharia em eficiência com as seguintes medidas:

- utilizar extensamente um questionário compacto (no máximo 3 pp.), concentrado na informação essencial, com campos de preenchimento facilitado; distribuir este questionário por meio de vários canais (contato pessoal, sociedades e reuniões científicas);
- utilizar questionário mais extenso com um número reduzido de informadores que trabalhem em grupos críticos ou que detenham informação mais extensa;
- manter contato pessoal continuado com este segundo grupo de informadores, com "follow-ups" até a obtenção da informação;
- disponibilizar os dois modelos de questionário em arquivo eletrônico distribuído em disquete e copiáveis diretamente pela Internet;
- análise completa de um conjunto piloto inicial de questionários, para sanar ambigüidades de formulação e de preenchimento (isto foi realizado, em parte, com o uso da versão preliminar do questionário na preparação do Projeto BIOTA-FAPESP).

Diretórios desatualizados

Não pudemos utilizar nenhum dos diretórios disponíveis (v. Tabela 5) para obtenção de números totais de especialistas ou estatísticas de sua distribuição geográfica, institucional ou especialidades. Embora de utilidade indiscutível para localizar pessoas determinadas ou interessadas em um dado tema, estes diretórios não se prestam às finalidades do presente estudo. Como indicamos em Métodos, cremos que o Diretório de Pesquisadores e Grupos de Pesquisa do Brasil v.4, do CNPq, e o Quem-é-Quem em Biodiversidade do BIN-BR/BDT, são promissores, mas ainda não podem ser usados para perfis de conhecimento mais elaborados.

Acreditamos que, apesar da irregularidade da informação e as lacunas inevitáveis restantes, as compilações de pesquisadores e coleções produzidas pelos consultores do estudo com os respectivos especialistas consultados são representações mais acuradas e atualizadas do estado da arte sobre diversidade biológica. Neste sentido, a opção por buscar a informação diretamente com especialistas ativos e bem informados, ao invés de usar fontes institucionais ou secundárias, parece ter sido acertada.

Dificuldades de obter ou produzir estimativas de diversidade total, por bioma e por ambiente

Este problema foi o mais persistente, e também mais árduo, da realização do estudo. Identificamos diferentes razões que contribuem para dificultar este objetivo. A mais importante, seguramente, é a ausência real de informações necessárias. Para muitos grupos não se dispõe hoje sequer de uma contagem de nomes válidos conhecidos do Brasil. Em segundo lugar, nos grupos para os quais existe alguma informação do tipo requerido, com freqüência trata-se de uma listagem parcial, de região geográfica por vezes mal circunscrita.

Em seguida, devemos destacar a dificuldade usual de referenciar espécies ou outros táxons a determinados biomas ou ambientes. Contribuí para isto a falta de nomenclaturas bem estabelecidas e de uso generalizado, para unidades de ambiente. Este problema é especialmente acentuado em ambientes terrestres, onde diferentes sistemas classificatórios e conceituais coexistem de maneira

confusa. Antes que isto, porém, há o simples fato de que para a maioria dos espécimes em coleções brasileiras não há nenhuma informação associada – qualquer que seja sua qualidade – sobre ambiente, bioma ou ecossistema em que foram encontrados ou coletados. Conseqüentemente, para muitos táxons não há ainda o mínimo necessário de informação que permite associá-los a diferentes ambientes ou biomas.

Estimativas de riqueza e diversidade de espécies confiáveis dependem da extensão de amostragem em que são baseadas. Para aves e mamíferos no Brasil, as contagens totais são bastante confiáveis. Para a maioria dos outros táxons, inclusive plantas superiores e outros vertebrados, pode-se empregar diferentes estratégias para gerar estas estimativas, mas elas demandam sempre informação adicional: seja uma medida de esforço ou intensidade de amostragem, seja o número de espécies descritas em diferentes períodos. Utilizamos esta última abordagem em alguns casos exemplares (Figura 17), mas extrapolações diretas são pouco recomendáveis, sem atentar para a influência que um único projeto ou especialista podem ter em impulsionar a descrição de novas espécies em uma certa época.

Em suma, queremos insistir em que a dificuldade em obter estimativas mais abrangentes ou detalhadas decorreram menos de uma falha de abordagem deste estudo, do que refletem uma lacuna efetiva de conhecimento – falta ou inadequação de dados – que somente será suprida com trabalho adicional voltado para esta finalidade.

