Ministério do Meio Ambiente

Avaliação do Estado do Conhecimento da Biodiversidade Brasileira

Coordenador Thomas Lewinsohn



Volume I

Biodiversidade 15

AVALIAÇÃO DO ESTADO DO CONHECIMENTO DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA

Volume I

Ministério do Meio Ambiente
Marina Silva

Secretário Executivo
Cláudio Roberto Bertoldo Langone

Secretário de Biodiversidade e Florestas
João Paulo Capobianco

Diretor de Conservação da Biodiversidade
Paulo Yoshio Kageyama

Gerente de Conservação da Biodiversidade
Braulio Ferreira de Souza Dias

Ministério do Meio Ambiente – MMA
Centro de Informação e Documentação Luís Eduardo Magalhães – CID Ambiental
Esplanada dos Ministérios – Bloco B – Térreo
CEP: 70068-900 Brasília – DF
Tel: 0 xx 61 40091235
Fax: 0 xx 61 32245222
e-mail: cid@mma.gov.br

Projeto Estratégia Nacional da Diversidade Biológica e Relatório Nacional
SCEN Trecho 2 Ed. Sede do IBAMA Bloco H
CEP: 70818-900 Brasília – DF
Tel: 0 xx 61 4009 9571
Fax: 0 xx 61 400909588
http://www.mma.gov.br/index.cfm?id_estrutura=37

Impresso no Brasil
Printed in Brazil

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
SECRETARIA DE BIODIVERSIDADE E FLORESTAS
DIRETORIA DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE

AVALIAÇÃO DO ESTADO DO CONHECIMENTO DA BIODIVERSIDADE BRASILEIRA

Volume I

Thomas Michael Lewinsohn
Organizador

Brasília
2006

Projeto Estratégia Nacional da Diversidade Biológica

Equipe do Projeto: Braulio Ferreira de Souza Dias (gerente), Núbia Cristina Bezerra da Silva (coordenadora), Andreina D'Ayala Valva, Helio Jorge Cunha, Luciana Aparecida Zago de Andrade, Marilia Guimarães Araújo Oliveira e Pedro Davison

Coordenação Geral e Organização: Thomas Michael Lewinsohn

Coordenação dos Temas:
Microorganismos: Gilson Paulo Manfio
Invertebrados Marinhos: Álvaro Esteves Migotto e Antônio Carlos Marques
Invertebrados Terrestres: Carlos Roberto Ferreira Brandão, Eliana Marques Cancello e Christiane Izumi Yamamoto
Organismos de Água Doce: Odete Rocha
Vertebrados: José Sabino e Paulo Inácio Prado
Plantas Terrestres: George John Shepherd
Genética: Louis Bernard Klaczko e Roberto Donizete Vieira

Revisão Técnica: Andreina D'Ayala Valva, Leandro Cláudio Baumgarten, Luciana Aparecida Zago de Andrade e Mariana Otero Cariello
Revisão do Texto em Português: Maria Beatriz Maury de Carvalho
Arte Gráfica e Capa: Marcelo Souza
Editoração: VGArte
Impressão: Dupligráfica Editora Ltda.
Normalização Bibliográfica: Helionídia C. Oliveira

Fotografias gentilmente cedidas por: Álvaro Esteves Migotto, Ana Cláudia Peres, Brigida Pimentel Vilar de Queiroz, Evandro Mateus Moretto, Francisco Eduardo de Carvalho Costa, Galina Ananina, George John Shepherd, Gustavo Barbosa Mozzer, Itamar Soares de Mello, José Sabino, Louis Bernard Klaczko, Magno Botelho Castelo Branco, Patrícia Mariana Zachello, Paulo Uras, Sávio Torres de Farias e PNUD

Apoio: Projeto Estratégia Nacional da Diversidade Biológica – BRA 97/G31, Fundo Mundial para o Meio Ambiente – GEF, Agência Brasileira de Cooperação – ABC, Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento – PNUD; Núcleo de Estudos e Pesquisas Ambientais – NEPAM/UNICAMP

O Ministério do Meio Ambiente não se responsabiliza pelas informações e conteúdo dos textos apresentados pelos autores.

Catalogação na Fonte
Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

L672a Lewinsohn, Thomas Michael
Avaliação do estado do conhecimento da biodiversidade brasileira – volumes I e II / Thomas Michael Lewinsohn; organizador. – Brasília: MMA, 2005.
520 p. : il. color. ; 21x29,7 cm (Série Biodiversidade 15)

Inclui Bibliografia
ISBN 85-87166-82-4

1. Biodiversidade. 2. Microorganismo. 3. Invertebrados. 4. Vertebrados. 5. Genética (vegetal) 6. Genética (animal). 7. Vegetação. I. Ministério do Meio Ambiente. II. Secretaria de Biodiversidade e Florestas. III. Diretoria de Conservação da Biodiversidade. IV. Projeto Estratégia Nacional da Diversidade Biológica. V. Título.

CDU(2.ed.)504.7

Plano Geral da Obra

VOLUME 1

Prefácio
Apresentação geral
1. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira
2. Microbiota
3. Invertebrados marinhos
4. Invertebrados terrestres
Glossário

VOLUME 2

5. Águas doces
6. Vertebrados
7. Plantas terrestres
8. Genética
Glossário

Sumário

VOLUME 1

Lista de Figuras IX
Lista de Tabelas XI
Prefácio 15
Apresentação 17

1. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira
Apresentação 21
Introdução 23
Métodos e fontes para o trabalho 31
Capacitação e recursos institucionais 39
Conhecimento da biodiversidade brasileira 52
Conclusões e recomendações 84
Referências 95
Anexos 98

2. Microbiota
Introdução 113
Microrganismos: um grupo heterogêneo, diversificado, complexo e ainda pouco conhecido 115
Estratégia do levantamento de dados 119
Linhas de pesquisa em diversidade microbiana 122
Diversidade de *Archaea* 125
Diversidade de bactérias 126
Diversidade de fungos filamentosos e leveduras 129
Diversidade de Protozoa 133
Diversidade de vírus 135
Considerações finais e conclusões 138
Referências 139

3. Invertebrados marinhos
Introdução 149
Objetivos 151
Procedimento de coleta das informações 151
Dificuldades encontradas 152
Resultados 153
Conclusões e recomendações finais 182
Agradecimentos 185
Referências 185
Anexos 187

4. Invertebrados terrestres

Introdução **205**

Análise dos diagnósticos sobre coleções de invertebrados terrestres em instituições brasileiras no início do século XXI **209**

Avaliação do estado atual do conhecimento sobre grupos selecionados de invertebrados terrestres no Brasil, ao início do século XXI **217**

Distribuição geográfica e biogeográfica do conhecimento sobre invertebrados terrestres no Brasil **244**

Diversidade conhecida e estimada dos táxons **246**

Prioridades e necessidades apontadas **248**

Agradecimentos **252**

Referências **252**

Glossário **260**

Lista de Figuras

1. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira

Figura 1. Aumento de número de referências à biodiversidade no Zoological Record, por ano de publicação **23**

Figura 2. Esquema simplificado da estrutura da base de dados **38**

Figura 3. Percentual das unidades taxonômicas ("OTUs" ou unidades taxonômicas operacionais) em cada grupo quanto à suficiência de número de especialistas no país **40**

Figura 4. Número de unidades taxonômicas informadas, em cada grupo de organismos, com e sem taxonomistas que não estão contratados em sua especialidade **43**

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 **43**

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 **44**

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 **47**

Figura 8. Adequação de bibliotecas científicas, em número e conteúdo, para estudo das unidades taxonômicas ("OTUs") avaliadas em cada grupo **47**

Figura 9. Percentual de unidades taxonômicas ("OTUs") em cada grupo para os quais existem guias e chaves de identificação acessíveis **48**

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 **48**

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 **48**

Figura 12. Distribuição das coleções destacadas como importantes do Brasil, por região geográfica do país **49**

Figura 13. Distribuição de especialistas representativos no Brasil, citados por região geográfica do país **49**

Figura 14. Proporções de diferentes tipos de publicações recentes (posteriores a 1978) citadas nas bibliografias de referência fornecidas pelos especialistas consultados **51**

Figura 15. Percentual das unidades taxonômicas de cada grupo cujas famílias e gêneros foram considerados bem estabelecidos **55**

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") **55**

Figura 17. Número de espécies descritas nos últimos dois séculos em períodos de 50 anos **56**

Figura 18. Número de espécies descritas por períodos de 50 anos **57**

Figura 19. Números de inventários de vertebrados realizados no Brasil, publicados de 1985 a início de 1999, conforme o Zoological Record **62**

Figura 20. Principais grupos de invertebrados com inventários realizados no Brasil, publicados de 1985 a início de 1999, conforme o Zoological Record **63**

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 ..... **63**

Figura 22. Número de inventários faunísticos realizados no período 1985-1999 em diferentes regiões geográficas do Brasil, referidos no Zoological Record **64**

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 **64**

Figura 24. Número de inventários realizados no período 1985-1999 em diferentes biomas ou ecossistemas do Brasil, referidos no Zoological Record **66**

Figura 25. Freqüência de indicação de principais prioridades para os táxons de cada um dos grupos considerados **68**

2. Microbiota

Figura 1. Esquema da evolução da vida na Terra e sua relação com a evolução dos microrganismos **115**

Figura 2. Microrganismos e sua distribuição nos Domínios Archaea, Bacteria e Eucarya **117**

Figura 3. Distribuição geográfica das instituições dos pesquisadores classificados como áreas principais Microbiologia (2120) e Ciências Agrícolas (5010) no sistema Lattes do CNPq/MCT **122**

Figura 4. Arqueas halofílicas ao microscópio eletrônico de varredura **126**

Figura 5. Representação radial dos grupos filogenéticos de Bacteria conhecidos em 1987, em comparação com dados de estudos recentes **127**

Figura 6. Bactérias acidofílicas-termofílicas esporuladas do gênero *Alicyclobacillus* isoladas de sucos de laranja termoprocessados, capazes de crescer em pH 3,5 e temperatura ótima ao redor de 60°C **129**

Figura 7. Filogenia de fungos baseada na análise de seqüências de rDNA 16S. *Zygomycota* e *Chytridiomycota* não formam grupos monofiléticos e são apresentados na árvore por táxons representativos dos grupos **130**

Figura 8. Esporos do fungo filamentosos *Trichoderma stromaticum* visualizado ao microscópio eletrônico de varredura **131**

Figura 9. Ferrugem *Hemileia vastartrix* visualizada ao microscópio eletrônico de varredura **132**

Figura 10. Aspecto morfológico de células da levedura *Saccharomyces cerevisiae* observadas no microscópio óptico **133**

4. Invertebrados Terrestres

Figura 1. Coleções institucionais brasileiras em 1998, por região **250**

Lista de Tabelas

1. Síntese do conhecimento atual da biodiversidade brasileira

Tabela 1. Números de espécies conhecidas ou estimadas para o Brasil, apresentados em "Global Biodiversity" **28**

Tabela 2. Centros de diversidade de plantas no Brasil citados em "Global Biodiversity" **29**

Tabela 3. Composição da equipe principal que realizou o estudo **32**

Tabela 4. Informações solicitadas no questionário para compor o perfil geral de conhecimento e capacitação sobre biodiversidade brasileira **34**

Tabela 5. Diretórios de pesquisadores e grupos de pesquisa examinados para o presente trabalho no período de 1999-2000 ..... **36**

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 **37**

Tabela 7. Suficiência de especialistas no país **40**

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 **40**

Tabela 9. Suficiência de especialistas no país **42**

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 **43**

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 **44**

Tabela 12. Suficiência de coleções no país para estudo de diferentes táxons **46**

Tabela 13. Adequação do acervo bibliográfico: número de táxons enquadrados em diferentes graus de suficiência da bibliografia disponível em bibliotecas institucionais brasileiras **46**

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 **46**

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 **46**

Tabela 16. Número de táxons, em cada grupo de organismos, por classes de tempo necessário para a produção de guias de identificação **47**

Tabela 17. Número de coleções no país indicadas como mais importantes para cada grupo de organismos, por região geográfica do Brasil **49**

Tabela 18. Número de coleções representativas indicadas pelos informadores, por grupo e por Instituição que as abrigam **50**

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 **53**

Tabela 20. Número de táxons cujas famílias foram consideradas bem estabelecidas, por grupo **54**

Tabela 21. Número de táxons cujos gêneros foram considerados bem estabelecidos, por grupo **54**

Tabela 22. Número de táxons cuja identificação foi considerada viável até espécie, gênero, ou apenas até níveis taxonômicos acima de gênero ("supragen.") **55**

Tabela 23. Valores médios dos graus de coleta atribuídos aos táxons de cada grupo, por bioma brasileiro **58**

Tabela 24. Valores médios dos graus de conhecimento atribuídos aos táxons de cada grupo, por bioma brasileiro **58**

Tabela 25. Valores médios dos graus de conhecimento atribuídos aos táxons de Invertebrados Marinhos, por *habitat* ou ambiente marinho **59**

Tabela 26. Inventários de animais no Brasil, por região geográfica **61**

Tabela 27. Inventários de animais no Brasil, nos diferentes biomas ou em ecossistemas específicos, relacionados no Zoological Record **65**

Tabela 28. Freqüência de indicação de ações prioritárias para ampliar o conhecimento sobre diversidade **67**

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 **68**

Tabela 30. Justificativas para priorizar estudos de biodiversidade das unidades taxonômicas avaliadas, ordenadas pela freqüência com que cada tipo de justificativa foi apresentada **69**

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 **69**

Tabela 32. Importância dos táxons: categorias de importâncias reconhecidas e o percentual de unidades taxonômicas ("OTUs") de cada grupo de organismos em cada categoria **70**

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 **74**

Tabela 34. Estimativas ou contagens do número de espécies descritas no Brasil e no mundo **78**

Tabela 35. Grupos taxonômicos considerados razoavelmente bem conhecidos, usados para estimar a fração da biota mundial que se supõe ocorrer no Brasil **81**

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 ..... **82**

Tabela 37. Esboço de ações prioritárias possíveis, conforme o estado do conhecimento e capacitação de diferentes grupos de organismos **86**

Tabela 38. Ações para aproveitamento do conhecimento existente da biodiversidade brasileira **89**

Tabela 39. Fatores críticos de limitação de infra-estrutura **90**

Tabela 40. Exemplos de ações recomendadas para realização de novos inventários **92**

2. Microbiota

Tabela 1. Número conhecido e estimado de espécies microbianas em relação a material depositado em coleções de culturas **118**

Tabela 2. Distribuição geográfica de profissionais e instituições ligadas à pesquisa em diversidade microbiana no Brasil no ano de 1996 ..... **121**

Tabela 3. Número de pesquisadores classificados nas áreas de Microbiologia e Ciências Agrícolas no sistema Lattes do CNPq/MCT **122**

Tabela 4. Diversidade de espécies de fungos no Brasil e no mundo **130**

Tabela 5. Diversidade de espécies de Protozoa no Brasil e no mundo **134**

Tabela 6. Principais características das famílias e gêneros sem classificação definida de vírus **135**

3. Invertebrados Marinhos

Tabela 1. Filos e subfilos animais de invertebrados marinhos e existência de especialistas atuantes no Brasil **150**

Tabela 2. Pesquisadores consultados e táxons revisados **152**

Tabela 3. Especialistas brasileiros capacitados ao estudo/identificação de táxons de invertebrados marinhos **153**

Tabela 4. Estado de conhecimento do Táxon **157**

Tabela 5. Prioridades para o táxon **158**

Tabela 6. Condições dos acervos zoológicos **160**

Tabela 7. Acervos em coleções zoológicas no Brasil **161**

Tabela 8. Importância do Táxon **164**

Tabela 9. Diversidade do táxon – Número de espécies marinhas conhecidas e/ou descritas e estimadas **166**

Tabela 10. Diversidade do Táxon (grau de coleta, conhecimento e número de espécies) por Biótopo/*Habitat* **170**

Tabela 11. Diversidade do Táxon por região geográfica: grau de coleta e conhecimento **179**

Tabela 12. Diversidade do Táxon por região geográfica: número de espécies conhecidas/descritas e estimadas **180**

Tabela 13. Espécies introduzidas, extintas ou ameaçadas **183**

4. Invertebrados Terrestres

Tabela 1. Espécimes de Invertebrados nas principais coleções institucionais brasileiras **206**

Tabela 2. Informações sobre as principais coleções zoológicas brasileiras que mantêm acervo significativo sobre invertebrados terrestres **211**

Tabela 3. Arachnida e Myriapoda no mundo e na Amazônia, bem como as estimativas das espécies existentes **219**

Tabela 4. Número de espécies conhecida e estimada para táxons selecionados de invertebrados terrestres **221**

Tabela 5. Censo de coleções de Coleoptera do Brasil **224**

Tabela 6. Total de espécimes de Coleoptera adultos montados nas principais coleções institucionais brasileiras **225**

Tabela 7. Riqueza (em número de gêneros e espécies) das faunas de Coleoptera, global, Neotropical e brasileira **225**

Tabela 8. Número de gêneros e espécies de Coleoptera, por família, nas principais coleções brasileiras **228**

Tabela 9. Principais coleções de Diptera no Brasil, em relação ao material preparado, a preparar (estimativa) e o total geral **231**

Tabela 10. Número de espécimes adultos montados de Diptera por coleção . **231**

Tabela 11. Relação de superfamílias, famílias e subfamílias de himenópteros com ferrão da Região Neotropical **234**

Tabela 12. Número de gêneros e de espécies descritos por superfamília de Hymenoptera Aculeata para a Região Neotropical **236**

Tabela 13. Informações sobre as principais coleções entomológicas brasileiras que contêm Hymenoptera, complementando dados da Tabela 2 ..... **238**

Tabela 14. Pesquisadores que responderam o questionário formulado para este diagnóstico **246**

Tabela 15. Especialistas que não constam da tabela anterior indicados pelos informadores como aptos a identificar espécimes de Invertebrados terrestres brasileiros **247**

Tabela 16. Número de especialistas taxônomos existentes e necessários para grupos selecionados de Invertebrados terrestres no Brasil **248**

Tabela 17. Coleções institucionais brasileiras em 1998, por Estado **251**

Prefácio



Sendo o detentor da maior biodiversidade do mundo e signatário da Convenção sobre Diversidade Biológica, o Brasil tem, de fato, uma grande responsabilidade com a conservação e uso sustentável da nossa biodiversidade e conseqüentemente com a manutenção da vida em nosso planeta.

O conhecimento das espécies que ocorrem em nosso vasto território, as quais representam mais de 13% da biota mundial, é fundamental para se ter sucesso na conservação e no uso sustentável deste nosso rico patrimônio. Entretanto, a informação existente sobre nossa biodiversidade se encontra dispersa nas instituições, museus e coleções científicas do país. Além disso, a biodiversidade brasileira é, sem dúvida, maior do que nós sabemos atualmente, e por isso, enfrentamos o desafio de evitar a perda de espécies que sequer conhecemos.

Tendo isto em mente, buscamos avaliar o estado do conhecimento da biodiversidade brasileira, tarefa árdua que se tornou possível mediante a parceria entre o Ministério do Meio Ambiente, no âmbito do Projeto Estratégia Nacional da Diversidade Biológica, e pesquisadores respeitáveis que compilaram as informações aqui apresentadas em instituições, museus e coleções científicas. Neste trabalho de síntese, as principais lacunas no conhecimento de nossa biodiversidade foram identificadas e recomendações foram feitas para o suprimento das mesmas. Os resultados acentuaram a necessidade urgente em nos familiarizarmos com esse imenso patrimônio biológico, ainda mais quando se consideram as ameaças crescentes do crescimento populacional desordenado, das disparidades sociais e econômicas e, sobretudo, da degradação ambiental – como a sobreexplotação dos recursos biológicos, a introdução de espécies exóticas invasoras e a perda e fragmentação de habitats.

Embora as ameaças à vida silvestre e às paisagens naturais do país sejam dramáticas, o Brasil tem se destacado mundialmente na conservação da biodiversidade devido ao seu sempre crescente quadro de profissionais atuantes em biodiversidade.

O conhecimento de nossa biodiversidade é o alicerce para o desenvolvimento de políticas públicas voltadas para a sua conservação e uso sustentável. Os resultados apresentados nesta publicação proporcionam ao Ministério do Meio Ambiente uma base científica necessária para dirigir as estratégias do governo e os planos de ação para a gestão responsável, justa e integrada de nossa biodiversidade. Este transporte de resultados científicos para a esfera das políticas públicas é sinal de que a importante ligação entre a ciência e o governo vem sendo fortalecida.

Este documento representa, assim, um importante instrumento de gestão que o Ministério do Meio Ambiente proporciona ao povo brasileiro em geral, aos tomadores de decisão, aos pesquisadores e instituições de pesquisa, organizações não governamentais e outros parceiros envolvidos com a conservação e o uso sustentável da biodiversidade.

Esperamos que as estimativas apresentadas sobre nossa riqueza biológica proporcionem uma visão mais concreta para as questões da biodiversidade e que o sentimento de admiração e responsabilidade dos brasileiros para com a mesma seja estimulado.

Aproveito ainda para agradecer a todos os especialistas que se esforçaram na compilação e produção das informações contidas nesta publicação, assim como a todos os que contribuíram de diferentes maneiras com a produção deste documento.

João Paulo Capobianco
Secretário de Biodiversidade e Florestas
Ministério do Meio Ambiente

Apresentação



O presente texto é resultado de um empreendimento que envolveu um grupo estreito de colaboradores os quais, por vários anos, reuniram e organizaram informações sobre diferentes recortes da biodiversidade brasileira. Num âmbito maior, o trabalho atingiu várias centenas de especialistas que responderam questionários, forneceram informações e documentos, a partir dos quais construímos gradativamente o retrato aqui exposto.

As áreas distintas do conhecimento e da investigação da biodiversidade em que articulamos este trabalho são expostas e analisadas nos sete capítulos iniciais. Nestes capítulos, os autores caracterizam os respectivos organismos ou sistemas biológicos, ressaltando suas particularidades, seguidas em cada caso de um arrazoado do conhecimento atual destes grupos no Brasil e um perfil de pesquisadores e instituições representativas para seu estudo e dos respectivos acervos.

O capítulo de síntese não é um resumo dos precedentes. Destina-se, isto sim, a complementar os estudos setoriais; além disto, exploramos um elenco de temas que não caberiam aos capítulos específicos. Neste capítulo, sumarizamos em primeiro lugar a estratégia, a metodologia comum, e as fontes de dados utilizadas para todos os grupos na realização deste estudo. Em seguida, reportamos e analisamos comparativamente os perfis institucionais e de capacitação produzidos para cada setor. Subseqüentemente, apresentamos nosso levantamento e estimativas da biodiversidade total para o Brasil, tanto das espécies atualmente descritas ou registradas para o país, como também do número esperado, incluídas as espécies ainda desconhecidas ou não registradas aqui. Por fim, expomos conclusões e um conjunto de recomendações produzidas a partir dos padrões encontrados. Tais recomendações são uma contribuição à Estratégia Nacional de Biodiversidade, produzida conforme o compromisso assumido neste sentido pelos países signatários da Convenção sobre Diversidade Biológica.

Este trabalho foi originalmente concebido em 1997. O levantamento mais intensivo de dados, com consulta a especialistas e busca em diversas fontes publicadas, estendeu-se de 1998 a 2000. A principal base de dados produzida para o trabalho refere-se a este período, mas os estudos setoriais foram revistos e parcialmente atualizados em 2003. Nesta revisão, corrigimos falhas e inserimos algumas notas e comentários sobre mudanças recentes. A atualização concentrou-se em alguns pontos essenciais. Não empreendemos uma revisão exaustiva, por haver clareza de que isto demandaria um tempo excessivo, além de forçosamente demandar por nova consulta à maioria dos pesquisadores que prestaram informações às nossas consultas originais. Com isto, correríamos o risco de cair numa espiral de atrasos e novas defasagens.

Inevitavelmente, algumas informações já se mostram incompletas ou desatualizadas. Não obstante, o perfil que produzimos mantém-se atual e, portanto, relevante em seus traços essenciais.

Desde que iniciamos este trabalho, e até mesmo desde sua primeira versão escrita, notamos um nítido aumento na quantidade e qualidade de empreitadas de pesquisa básica e aplicada sobre a biodiversidade, no Brasil. Isto provém de muitos motivos: novos pesquisadores recém-capacitados, porém de excelente nível, altamente motivados para trabalhar; novas inserções institucionais, seja em universidades, em órgãos públicos ou em ONGs, que estão dando suporte para pesquisa básica e para a implementação de projetos aplicados à conservação, manejo e aproveitamento de recursos de biodiversidade; e outros fatores mais.

Há, portanto, razões para otimismo. Nota-se que tanto o contingente de pesquisadores capacitados, quanto o número de inventários e a variedade de táxons e *habitats* investigados, vêm aumentando nestes últimos anos. Além disto, publicações em periódicos científicos, livros e publicações técnicas vêm abrangendo um espectro crescente de táxons, *habitats* e localidades diversas. Ainda assim, boa parte desta produção continua confinada em teses inéditas, seja por falta de iniciativa de seus autores em publicá-las, seja por não encontrarem condições adequadas para tal.

Vale a pena, também, assinalar que a qualidade de muitos trabalhos recém-publicados demonstra uma maior consciência de seus realizadores quanto à necessidade de adequação de um plano de amostragem aos seus objetivos e questões que pretendem explorar. Com isto, a validade e representatividade destes trabalhos têm aumentado e, em conseqüência, sua utilidade para análises comparativas mais amplas. Esperamos que, em pouco tempo, o planejamento amostral cuidadoso e a organização e análise correta dos dados se tornem prevalentes em estudos de campo e inventários de biodiversidade, sejam os realizados para pesquisa básica, sejam aqueles destinados à monitoração, à avaliação de impacto, ou como suporte para planos diretores ou de manejo. Hoje, este não é ainda o caso.

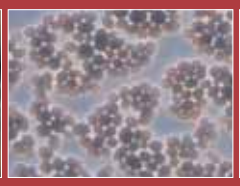
Apesar do otimismo manifesto nos parágrafos precedentes, reconhecemos também que os entraves e estrangulamentos, constatados neste trabalho, continuam bastante presentes. Faltam empregos apropriados para os muitos pesquisadores brasileiros que vêm sendo formados, aqui e no exterior, e cujo trabalho é fundamental para o avanço necessário e premente. Faltam infra-estrutura e condições básicas em muitas instituições. Faltam principalmente políticas científicas e educacionais abrangentes, com visão de longo prazo e que sejam implementadas com coerência e continuidade. Enfim, se as estatísticas, tal como os endereços e páginas na Internet, mudam incessantemente, as mentalidades, os problemas e os caminhos para soluções factíveis, certamente não mudam na mesma velocidade.

Após pequenos ajustes e uma mudança de cálculo, continuam atualizadas as estimativas de biodiversidade brasileira total, de espécies descritas e de espécies presumidas, que produzimos e incorporamos inicialmente na versão preliminar deste trabalho. São as primeiras e até o momento as únicas apresentadas para o Brasil.

Seguimos esperançosos de que o presente trabalho venha a contribuir para a formulação de políticas mais abrangentes e efetivas para o meio ambiente e voltadas, em especial, para a biodiversidade brasileira, por meio de seu melhor conhecimento e em direção a sua conservação mais efetiva e seu uso mais sensato.

Thomas Michael Lewinsohn

Síntese do Conhecimento Atual da Biodiversidade Brasileira






Capítulo 1

Síntese do Conhecimento Atual da Biodiversidade Brasileira

Thomas Michael Lewinsohn[1]
Paulo Inácio Prado[2]

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. thomasl@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).

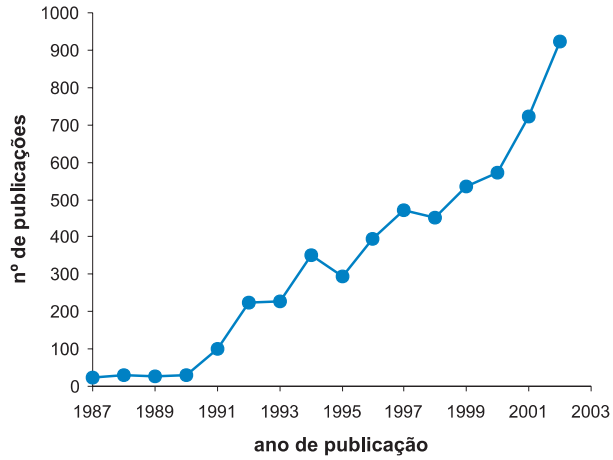


Figura 1. Aumento de número de referências à biodiversidade no Zoological Record, por ano de publicação. Foram computadas referências com o termo "biodiversity" ou "biological diversity" no título ou palavra-chave. Como há uma defasagem média de 1,5 anos, o valor para 2002 foi estimado incluindo referências 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 táxon[3].

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 Brasil[4].

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 feito 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 freqüência 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 freqüência 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 dulciaqüícolas 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 divido 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
Coordenação		
Thomas M. Lewinsohn	Metodologia, Base de dados e Síntese	Nepam e Deptº. Zoologia, Unicamp
Consultores		
Louis Bernard Klaczko	Diversidade genética	Deptº. 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	Deptº. Ecologia, U.F. São Carlos
José Sabino	Vertebrados	Museu de História Natural, Unicamp
George J. Shepherd	Plantas vasculares terrestres	Deptº. Botânica, IB, Unicamp
Colaboradores principais		
Paulo Inácio K. L. Prado	Vertebrados e Síntese	Nepam, Unicamp
Eliana M. Cancello	Invertebrados terrestres	Museu de Zoologia, USP
Christiane I. Yamamoto	Invertebrados terrestres	Museu de Zoologia, USP
Adriana M. Almeida	Síntese	Deptº. 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. Prevaleceram 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 filos 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).

1. **Capacidade taxonômica:** 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.
2. **Condição da taxonomia do grupo:** 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.
3. **Abrangência de coleções:** a. proporção das espécies brasileiras representada em coleções no país; b. grau de representação de regiões geográficas, diferentes ecorregiões brasileiras, e diferentes *habitats* em coleções existentes.
4. **Importância do grupo para:** 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.
5. **Estudos genéticos:** 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.
6. **Estado do conhecimento do grupo no Brasil e no mundo:** 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.
7. **Necessidades e prioridades para avançar o conhecimento do grupo:** 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 defasada[5]. 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 (*link*) à época do estudo	Origem	Observações	Situação em 2004/2005
Quem é Quem em Biodiversidade do Brasil http://www.binbr.org.br/quem	Base de Dados Tropical (Fundação André Tosello, Campinas); questionário *on-line*.	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.	Desativada, com aviso de possível reativação futura pelo Ministério do Meio Ambiente.
Prossiga / Lattes http://www.prossiga.cnpq.br	CNPq (associado a outras agências financiadoras)	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".	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/).
Diretório de Grupos de Pesquisa no Brasil http://www.cnpq.br/gpesq3/infodir3.htm	CNPq	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.	Em maio de 2005, a consulta por "biodiversidade" retornou 352 grupos de pesquisa, porém muitos destes não têm vínculo verificável com o tema.
Quem é quem na Entomologia http://www.bdt.org.br/quem-e-quem/entomologia	Soc. Entomológica do Brasil e Soc. Bras. de Entomologia	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.	Não foi atualizada.
Quem é Quem em Mastozoologia http://www.bdt.org.br/quem-e-quem/mastozoologia	Soc. Brasileira de Mastozoologia	Base de dados de membros da SBMZ, em fev.2000 com 257 registros; muitos incompletos e bastante desatualizados.	Página retirada.
Quem é Quem em Botânica http://www.bdt.org.br/quem-e-quem/botanica	Sociedade Botânica do Brasil	Base de dados de membros da SBB, em fev.2000 com 733 registros; defasagem de cerca de 5-6 anos	Não foi atualizada.

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 *habitats*. 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 *links* 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.

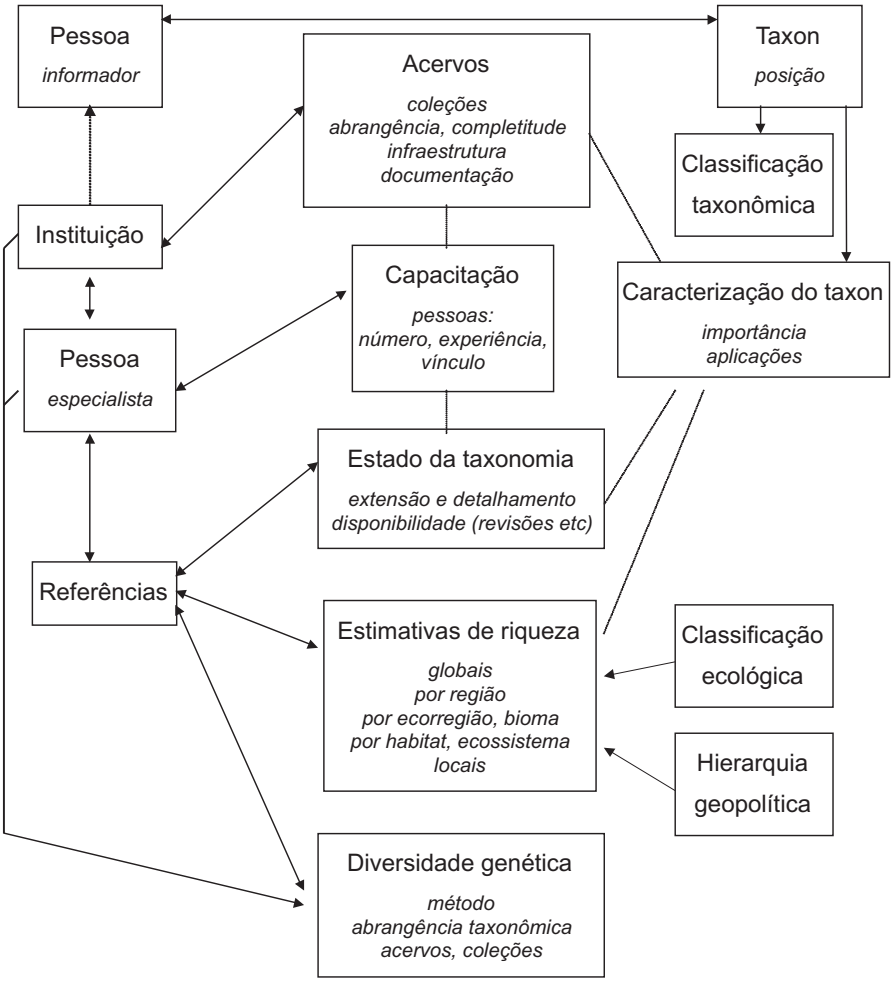


Figura 2. Esquema simplificado da estrutura da base de dados. Para maior clareza, os objetos representados não correspondem estritamente aos objetos da base. As setas contínuas mostram as relações formais entre tabelas, e as linhas tracejadas representam interligações adicionais entre informações na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

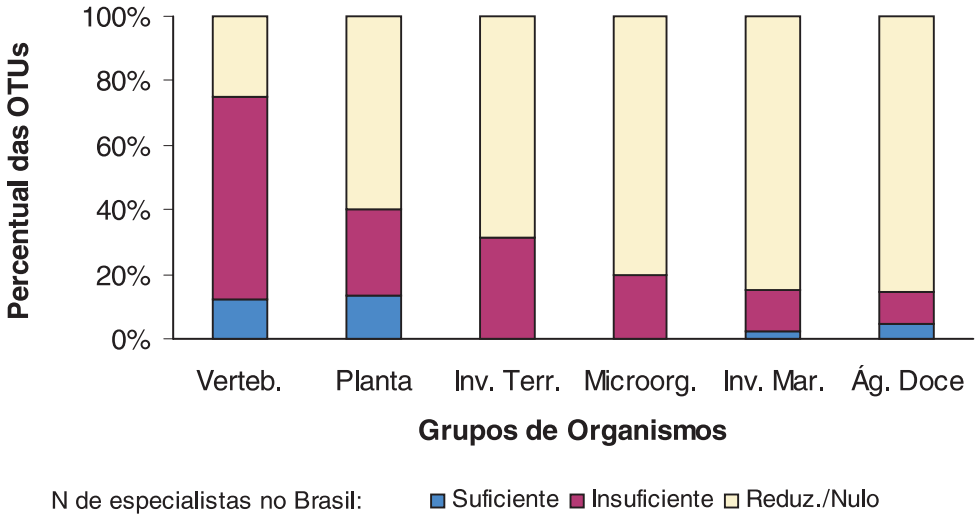


Figura 3. Percentual das unidades taxonômicas ("OTUs" ou unidades taxonômicas operacionais) em cada grupo quanto à suficiência de número de especialistas no país. Fonte: questionários. Ver também Tabela 7.

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.	Ascidiacea	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**

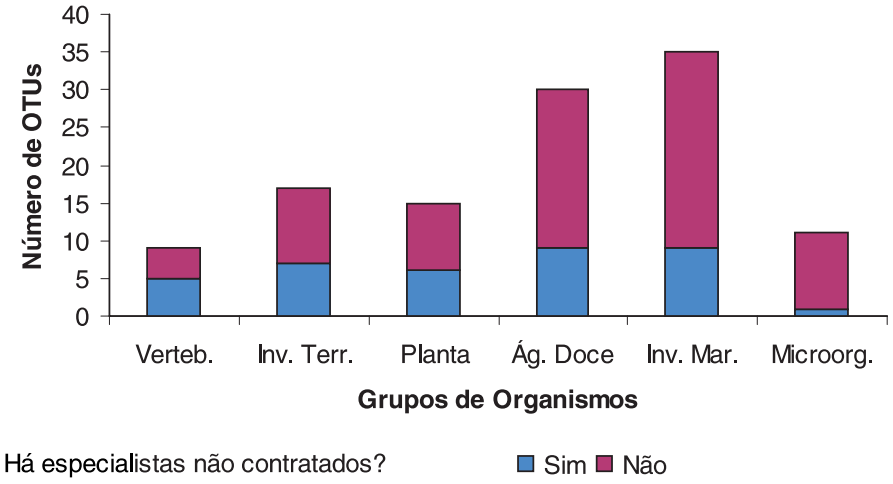


Figura 4. Número de unidades taxonômicas informadas, em cada grupo de organismos, com e sem taxonomistas que não estão contratados em sua especialidade. Fonte: questionários. Ver também Tabela 9.

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**

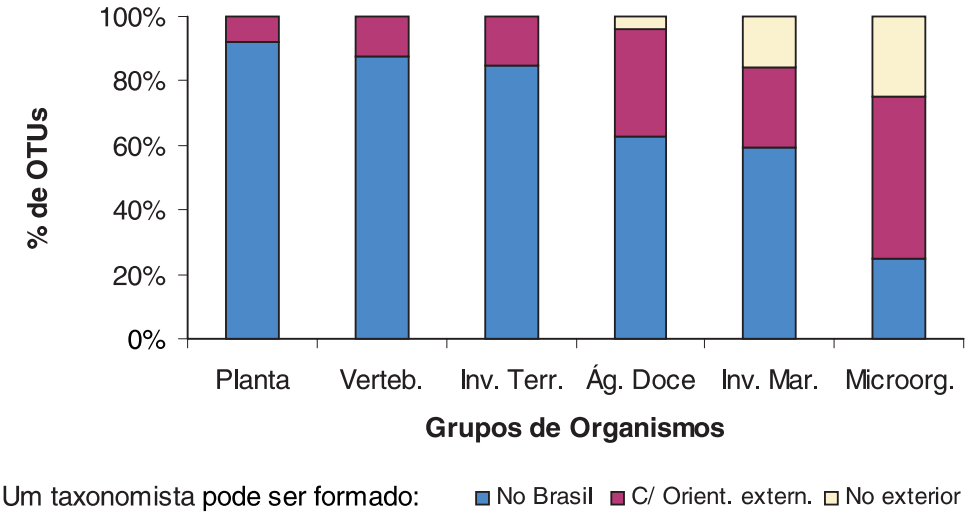


Figura 5. Percentual de unidades taxonômicas para os quais um taxonomista pode ser formado no Brasil, no Brasil com orientação do exterior, ou apenas fora do Brasil. Fonte: questionários. Ver também Tabela 10.

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
Microrganismos	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**

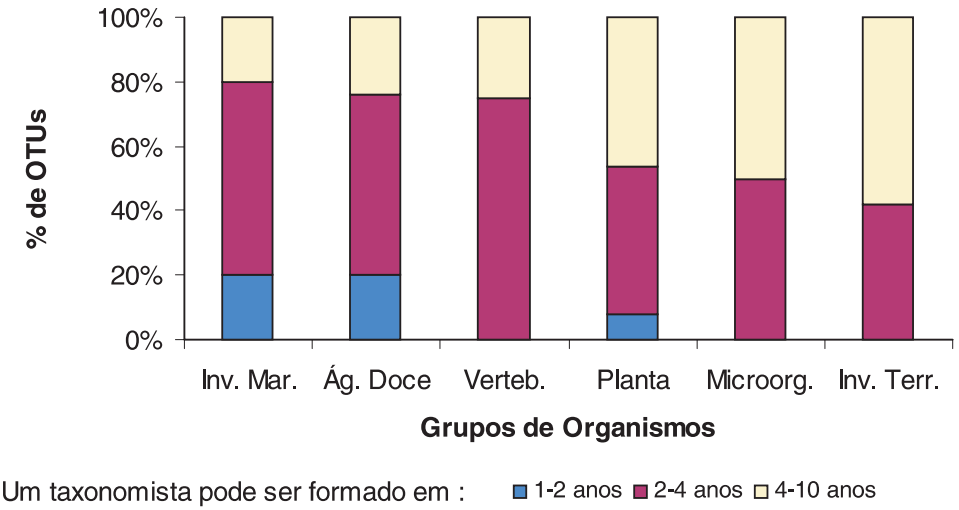


Figura 6. Percentual das unidades taxonômicas para os quais um taxonomista pode ser formado em 1 a 2 anos, 2 a 4 anos, ou 4 a 10 anos. A classe "mais de 10 anos" constava no questionário, mas não foi assinalada para nenhum táxon avaliado (Tabela 11). Fonte: questionários.

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
Microrganismos	0	4	1	0	5
Plantas	0	2	2	1	5
Vertebrados	0	2	3	0	5
Total	**21**	**31**	**14**	**3**	**69**

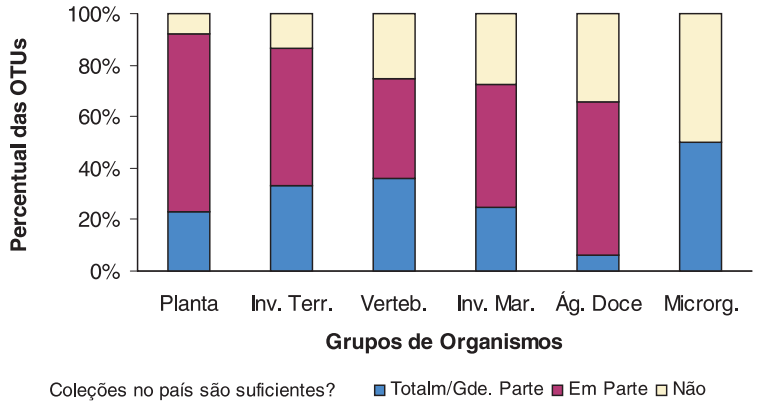


Figura 7. Percentual das unidades taxonômicas ("OTUs") qualificadas quanto ao número e conteúdo das coleções no país, em relação ao necessário para pesquisa e identificação de espécies. Fonte: questionários. Ver também Tabela 12.

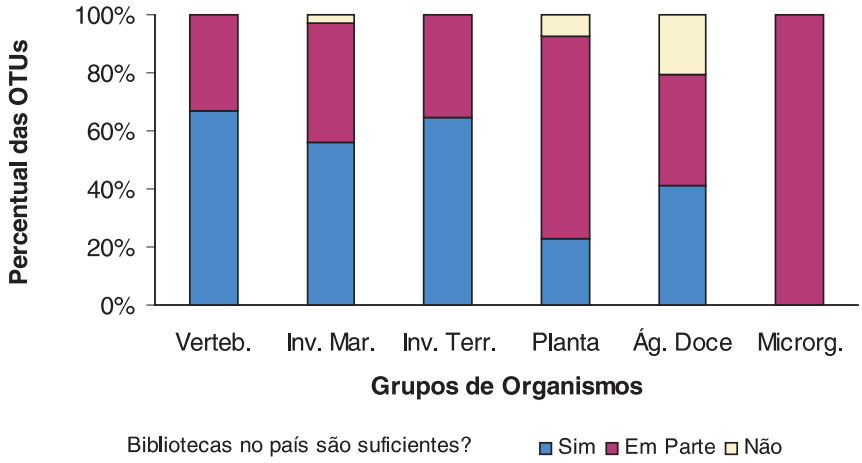


Figura 8. Adequação de bibliotecas científicas, em número e conteúdo, para estudo das unidades taxonômicas ("OTUs") avaliadas em cada grupo. Fonte: questionários. Ver também Tabela 13.

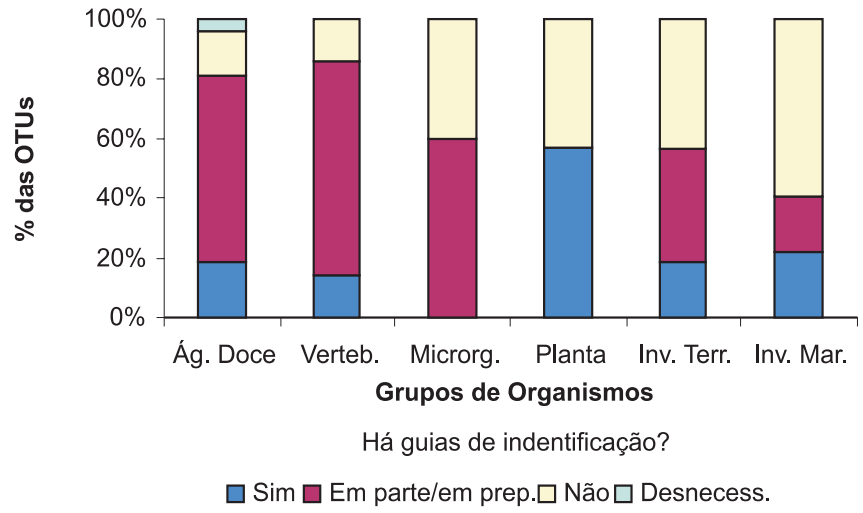


Figura 9. Percentual de unidades taxonômicas ("OTUs") em cada grupo para os quais existem guias e chaves de identificação acessíveis. Fonte: questionários. Ver também Tabela 14.

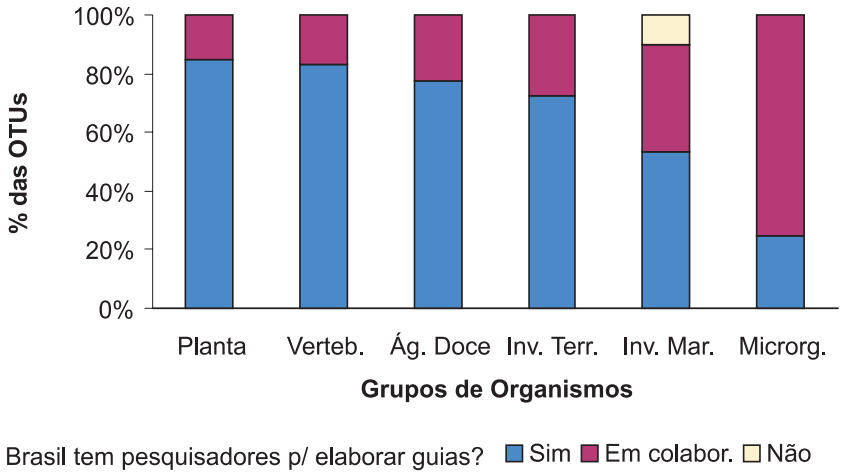


Figura 10. Percentual de unidades taxonômicas ("OTUs") em cada grupo para os quais há pesquisadores no Brasil capazes de elaborar guias de identificação, com e sem colaboração com pesquisadores do exterior. Fonte: questionários. Ver Tabela 15.

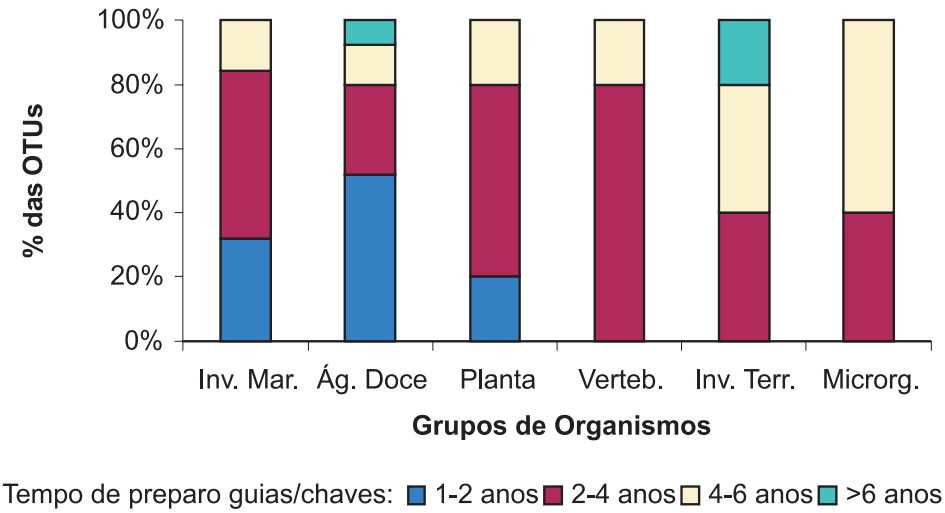


Figura 11. Percentual das unidades taxonômicas em cada grupo de organismos, por classe de tempo necessário para a produção de guias e chaves de identificação. Fonte: questionários. Ver também Tabela 16.

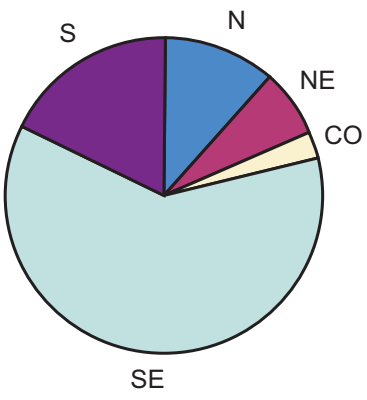
Distribuição regional de especialistas e instituições

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**



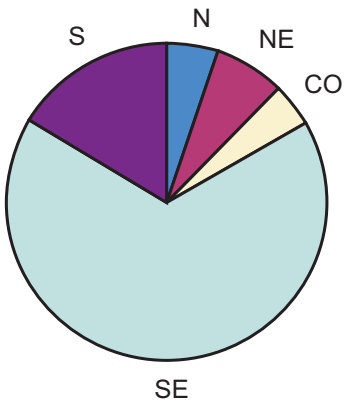


Figura 12 (à esquerda). Distribuição das coleções destacadas como importantes do Brasil, por região geográfica do país. Cada coleção citada foi considerada, independentemente das instituições; para estas, ver a Tabela 18. Regiões: N – Norte, NE – Nordeste, CO – Centro-Oeste, SE – Sudeste, S – Sul. Fonte: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

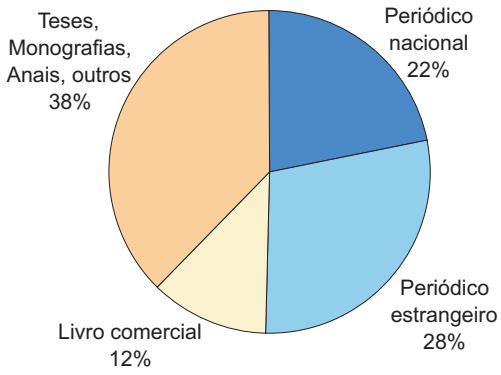


Figura 14. Proporções de diferentes tipos de publicações recentes (posteriores a 1978) citadas nas bibliografias de referência fornecidas pelos especialistas consultados. Foram utilizadas as referências dos relatórios de organismos de água doce, invertebrados marinhos e terrestres e microrganismos. A 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 sinonímias 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**

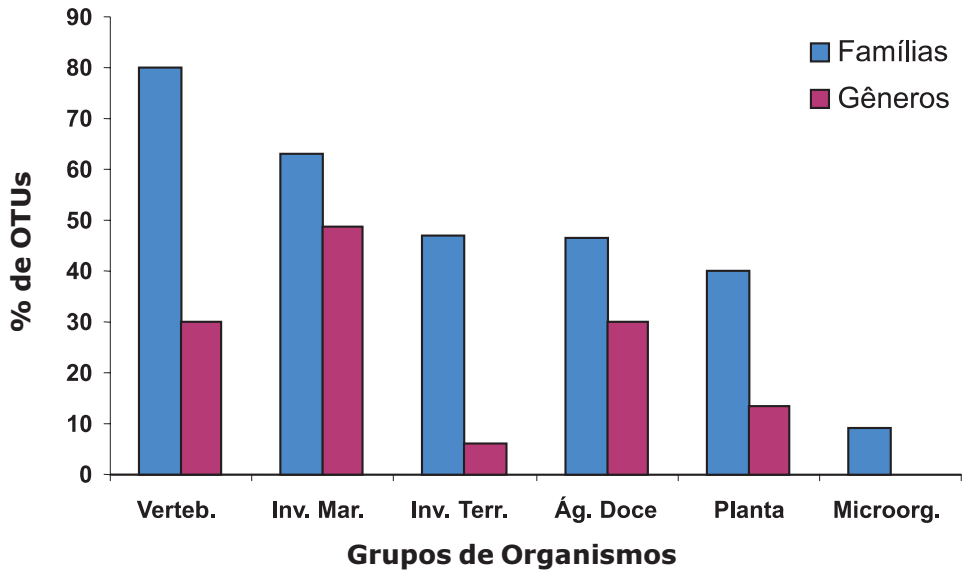


Figura 15. Percentual das unidades taxonômicas de cada grupo cujas famílias e gêneros foram considerados bem estabelecidos. Fonte: questionários. Ver também Tabela 21.

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**

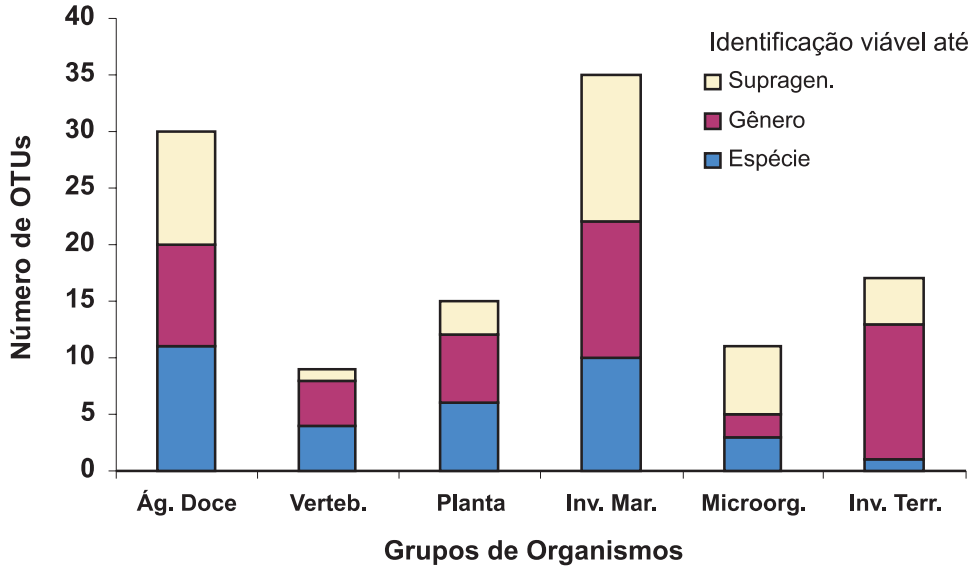


Figura 16. Número de unidades taxonômicas em cada grupo, e sua viabilidade de identificação por não especialistas até espécie, gênero, ou categoria acima de gênero ("supragen"). Fonte: questionários. Ver também Tabela 22.

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 ressalvar que, em biomas ou grandes regiões pouco estudadas, existem espécies inéditas de todas as classes de tamanho.

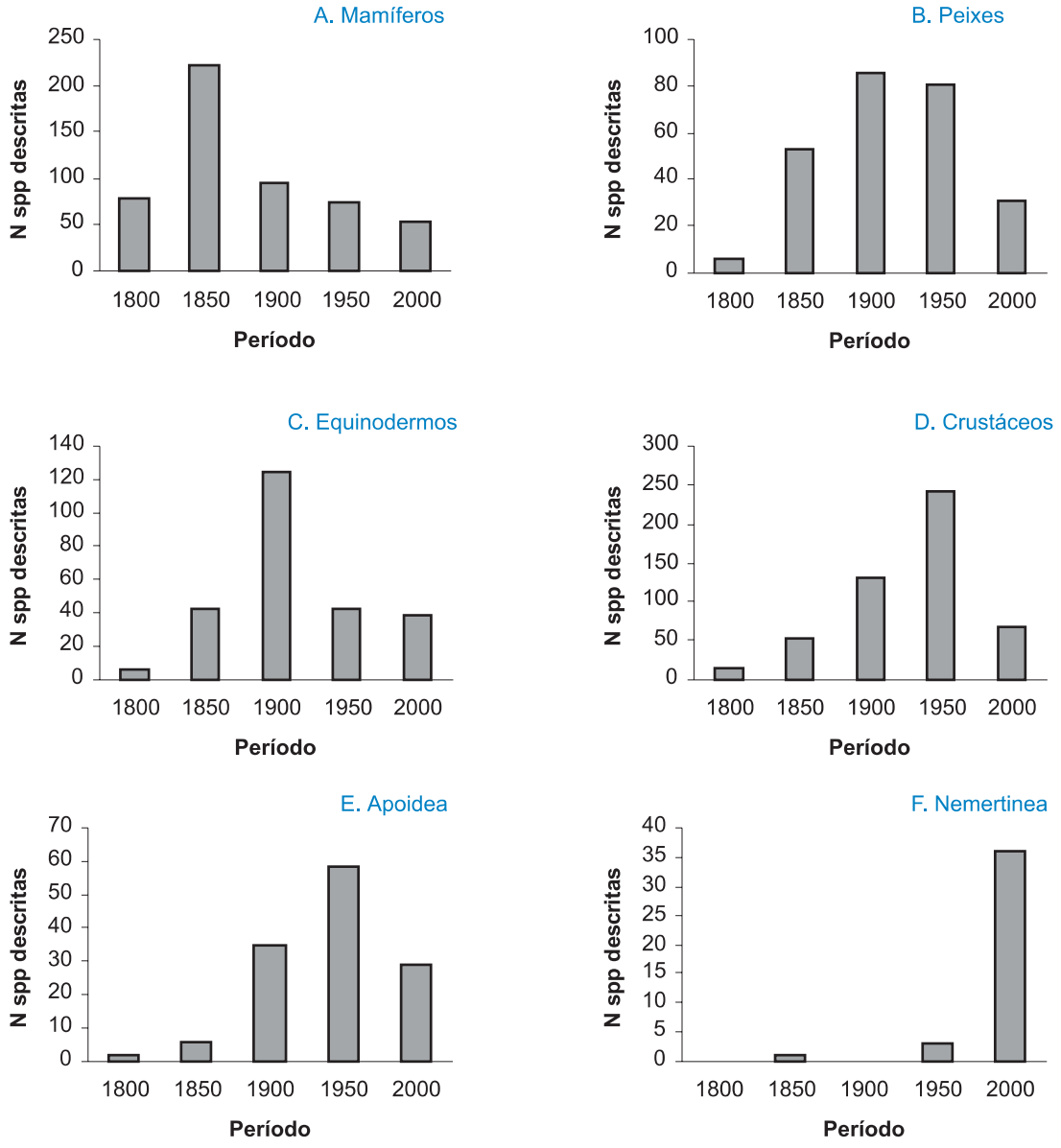


Figura 17. Número de espécies descritas nos últimos dois séculos em períodos de 50 anos (os eixos indicam o ano do final do período) para: (**A**) Mamíferos brasileiros (dados de Fonseca *et al.*, 1996); (**B**) Peixes da planície do Pantanal (Britski *et al.*, 1999); (**C**) Equinodermos brasileiros (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).

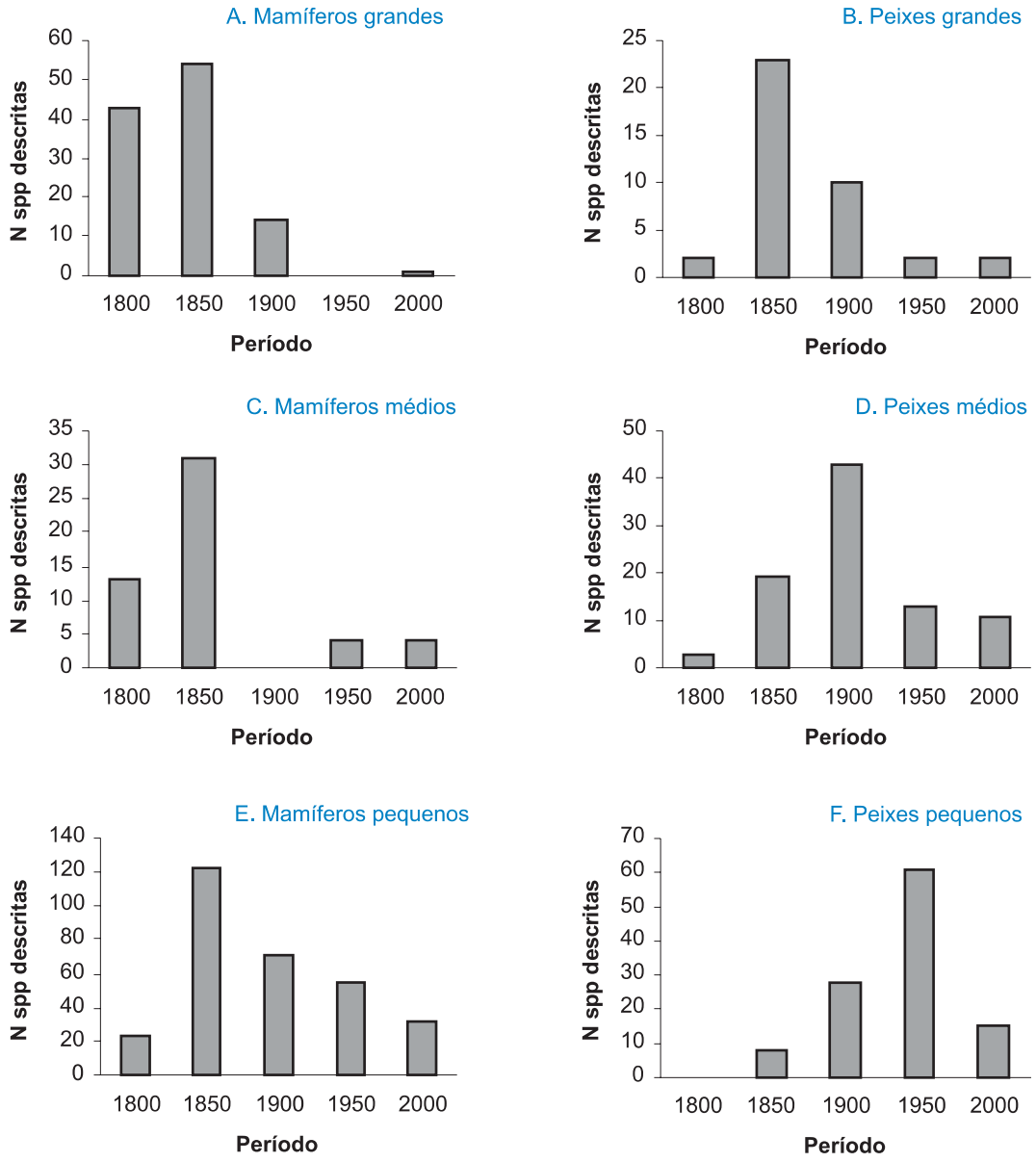


Figura 18. Número de espécies descritas por períodos de 50 anos (os eixos indicam o ano do final do período) para: **A, C, E**: mamíferos grandes (acima de 2kg), médios (entre 2kg e 450g) e pequenos (abaixo de 450g), respectivamente (a partir dos dados de Fonseca *et al.*, 1996); **B, D, F**: Peixes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

***Habitat* / 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 inventarios 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						Total
	N	NE	SE	S	CO	BRASIL (não def.)	
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*).

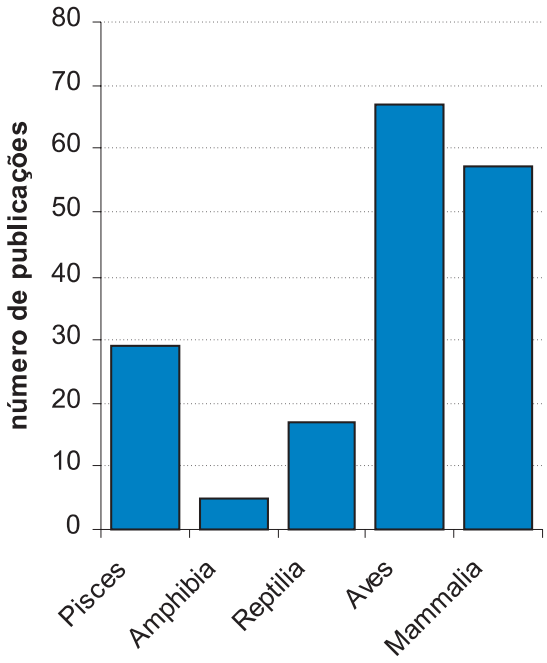


Figura 19. Números de inventários de vertebrados realizados no Brasil, publicados de 1985 a início de 1999, conforme o Zoological Record (ver Tabela 26 para detalhes). Foram consideradas 175 publicações. Inventários de "Peixes" incluem de uma a três das classes em que o grupo é hoje subdividido, além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

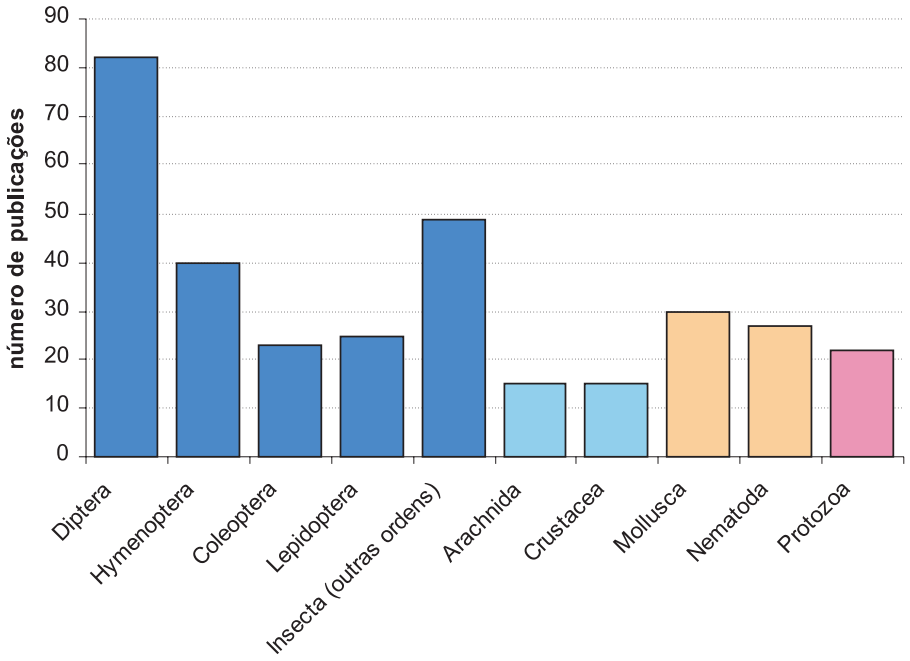


Figura 20. Principais grupos de invertebrados com inventários realizados no Brasil, publicados de 1985 a início de 1999, conforme o Zoological Record (ver Tabela 26 para detalhes). Total de publicações consideradas: 357 (o gráfico exclui 29 publicações referentes a outros grupos de invertebrados).

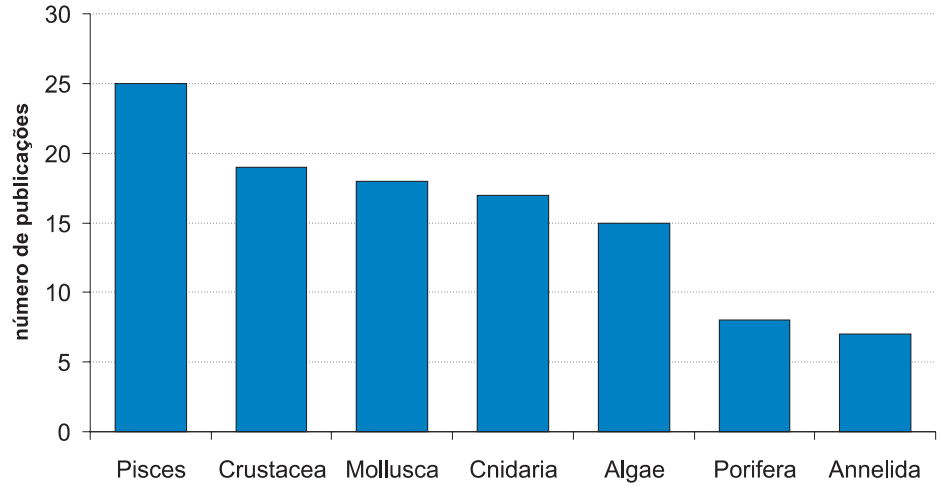


Figura 21. Principais táxons investigados em inventários marinhos recentes, com o número de publicações referidas ao Brasil ou à Região Sudoeste do Oceano Atlântico, aproximadamente de 1996 a 1999. Fonte: Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts (01/1997 a 09/1999). Total de publicações: 109 (excluídas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

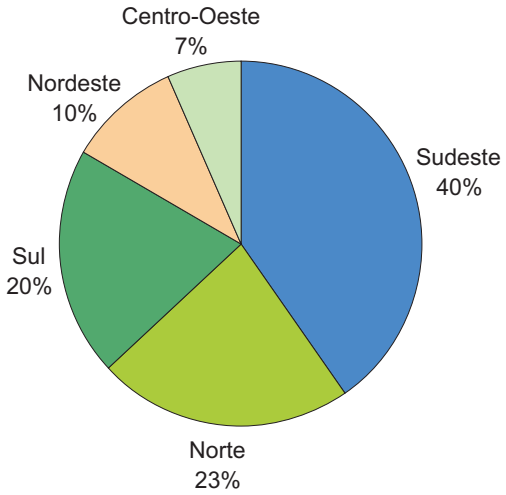


Figura 22. Número de inventários faunísticos realizados no período 1985-1999 em diferentes regiões geográficas do Brasil, referidos no Zoological Record. Veja detalhes sobre os dados na Tabela 26. Total de estudos = 465 (excluídos aqueles sem âmbito regional definido).

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).

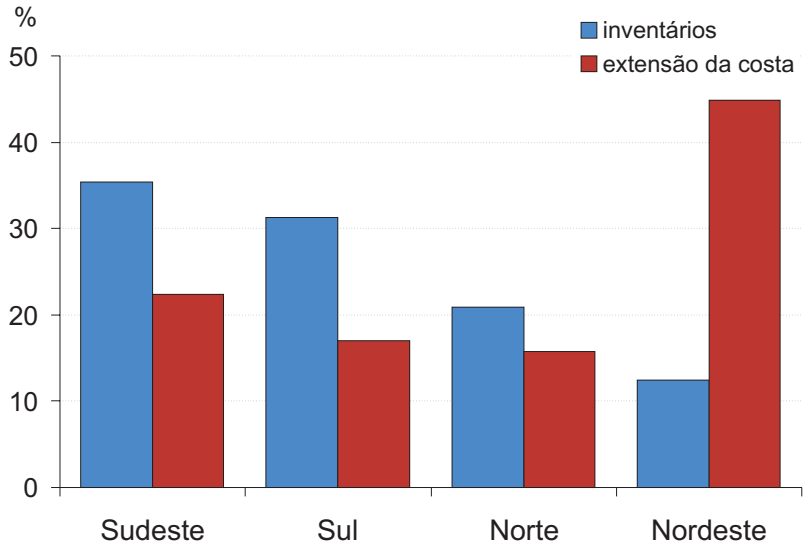


Figura 23. Repartição de inventários publicados de organismos marinhos entre as regiões geográficas brasileiras, comparada com a proporção da extensão de litoral pertencente a cada região. Fontes: inventários – Aquatic Sciences & Fisheries Abstracts (1/97 – 9/99); litoral – IBGE (1994).

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 / Ecossistema														Total
	Mar	Mangue	Ilhas marinhas	Restinga/ Praia	Água Doce	Pinheiral	Floresta Amazônica	Mata Atlântica	Caatinga	Cerrado	Pantanal	Campos de altitude	Agroecossistemas	Ecossistemas 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.

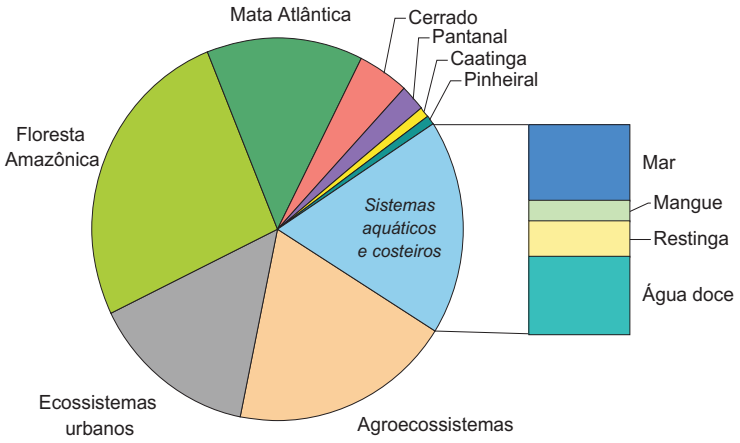


Figura 24. Número de inventários realizados no período 1985-1999 em diferentes biomas ou ecossistemas do Brasil, referidos no Zoological Record. Veja detalhes sobre os dados na Tabela 27. Total de estudos: 395 (excluídos aqueles sem bioma ou ecossistema definido). "Pinheiral" inclui campos de altitude. 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): melhoramento 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 freqüência 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 freqüente 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. Freqüência 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**

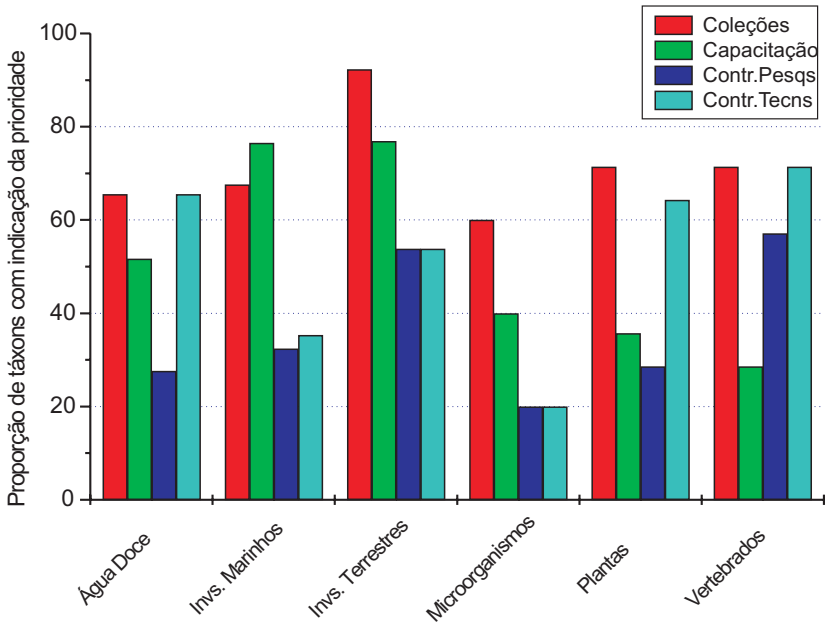


Figura 25. Freqüência de indicação de principais prioridades para os táxons de cada um dos grupos considerados. Valores mais altos significam que uma prioridade foi indicada para a maioria dos táxons, pelos respectivos especialistas consultados; não é, portanto, uma medida de importância das diferentes 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
Microrganismos	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 freqüência 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 freqüente (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 conseqüência 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/preadadores 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 agroflorestais	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
colecionismo/ornamentais	10	0	3	7	0	47	17
aquicultura	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
grupo chave em redes tróficas	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
processos bioquimicos industriais	3	0	0	0	60	0	0
alergias	2	3	0	7	0	0	0
danos a estruturas e construções	2	0	6	0	0	0	0
manutenção e recomposição de ambientes/paisagens	2	0	0	0	0	13	0
pragas não agrícolas	2	0	0	13	0	0	0
processos agroflorestais	2	0	0	7	20	0	0
uso em biotecnologia	2	3	3	0	0	0	0
biologia/ecologia singulares	1	3	0	0	0	0	0
controle biológico	1	0	3	0	0	0	0
espécies invasoras/introduzidas	1	0	0	7	0	0	0
produção substâncias tóxicas	1	3	0	0	0	0	0
ração animais	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 enfocado 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 estimação. Diversos táxons são afetados por uma combinação inter-relacionada destes problemas:

- problemas em reconhecimento e de delimitação 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 consolidação. Afeta também grupos em que a reprodução assexuada permite ou outros processos biológicos permitem o isolamento permanente de linhagens ou populações, muitas vezes sem diferenciação morfológica. Por fim, a variação 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 variação 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 idiossincrasias 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 "boostrap", 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	*Oligochaeta* (terrestres)	250	4.750	5,3
	Polychaeta	815	10.000	8,2
Arthropoda	*Acari*	1.500	35.000	4,3
	Araneae	2.587	38.663	6,7
	Scorpiones	119	1.259	9,5
	Opiliones Laniatores	2.587	3.901	66,3
	Cladocera	112	602	18,6
	Copepoda	629	8.400	7,5
	Amphipoda	134	5.700	2,4
	Isopoda	135	4.250	3,2
	Brachyura	350	5.000	7,0
	Myriapoda	424	15.100	2,8
	Anthribidae	233	2.600	9,0
	Brentidae	222	4.500	4,9
	Buprestidae	1.459	15.000	9,7
	Cantharidae	389	5.000	7,8
	Carabidae	1.132	30.000	3,8
	Cerambycidae	5.000	35.000	14,3
	Chrysomelidae	4.362	36.500	12,0
	Cleridae	317	4.000	7,9
	Coccinellidae	325	4.500	7,2
	Curculionidae	5.041	50.000	10,1
	Dytiscidae	161	3.747	4,3
	Elateridae	590	9.300	6,3
	Erotylidae	384	2.500	15,4
	Eucnemidae	143	1.200	11,9
	Histeridae	352	3.000	11,7
	Hydrophilidae	121	2.025	6,0
	Lampyridae	350	2.000	17,5
	Lycidae	150	3.500	4,3
	Meloidae	155	3.000	5,2
	Mordellidae	125	1.200	10,4
	Nitidulidae	208	3.000	6,9
	Scarabaeidae	1.777	25.000	7,1
	Staphylinidae	1.571	35.000	4,5
	Tenebrionidae	1.234	18.000	6,9
	Chironomidae	188	709	26,5
	Drosophila (gênero)	130	1.700	7,6
	Miridae	700	10.000	7,0
	Pentatomoidea	607	5.720	10,6

(continua)

Tabela 33 (continuação)

Ramo ou filo	Táxon usado	Espécies conhecidas		% Brasil
		Brasil	Mundo	
Arthropoda	*Apoidea ser. Apiformes*	3.000	20.000	15,0
	Chalcididae	196	1.500	13,1
	Eulophidae	103	3.400	3,0
	Pteromalidae	110	3.000	3,7
	Bethylidae	171	1.900	9,0
	Formicidae	2.750	9.750	28,2
	Sphecidae	1.068	8.000	13,4
	Isoptera	290	2.500	11,6
	Lepidoptera	26.016	146.000	17,8
	Odonata	650	5.300	12,3
	Plecoptera	100	2.000	5,0
	Trichoptera	330	10.000	3,3
Bryozoa	(todos)	284	5.500	5,2
Chordata	*Urochordata*	155	2.700	5,7
	Amphibia	775	5.504	14,1
	Aves	1.696	9.900	17,1
	Mammalia	541	5.023	10,8
	Chondrychthyes	155	960	16,1
	Osteichthyes	3.261	27.400	11,9
	Reptilia	633	8.163	7,8
Cnidaria	*Hydrozoa*	450	3.650	12,3
	Medusozoa	373	3.866	9,6
Echinodermata	*Ophiuroidea*	101	2.000	5,1
	Echinoidea	105	900	11,7
Mollusca	*Gastropoda*	1.130	25.000	4,5
	Bivalvia	400	20.000	2,0
	Cephalopoda	53	786	6,7
Nematoda	(marinhos)	265	4.000	6,6
Platyhelminthes	*Turbellaria*	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	*Erythroxylaceae*	120	260	46,2
	Flacourtiaceae	114	875	13,0
	Hippocrateaceae	100	300	33,3
	Sapotaceae	204	1.000	20,4
	Convolvulaceae	450	1.650	27,3
	Lythraceae	250	580	43,1
	Amaranthaceae	100	800	12,5
	Melastomataceae	1.500	4.750	31,6
	Apocynaceae	350	2.100	16,7
	Asteraceae	3.200	21.000	15,2
	Leguminosae	3.700	16.400	22,6
	Orchidaceae	3.500	20.000	17,5
	Bromeliaceae	1.200	2.110	56,9
	Poaceae	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 "boostrap" 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 filos, 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
"Arthropoda"	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
"Chordata"	***7.210–7.240***	***60.800***
Urochordata	140–170	3.710
Cephalocordata	2	25
"Pisces"	*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 Protoctista
[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]**		
Grupo principal	**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 conseqüência da desigualdade atual no grau de conhecimento da biodiversidade – seja na extensão de sua amostragem, seja em seu estudo subseqüente.

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 explicite 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 grupar 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)	• 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	• Intercâmbio ou, se necessário, contratação de especialistas no exterior. • Formação de especialistas. • Organização de coleções existentes e catalogação com acesso *on-line*. • 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	• 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	• 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 exeqüível, 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 subseqüente 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 simbiontes;
- ***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 relembrar 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
• 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 *habitats*, 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 georrefenciados 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 subseqüente processamento de espécimes e de informações. Um erro comum e de graves conseqüências 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

- 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 *in loco*, 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 destacar[9]:

[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. **Ecossistemas 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 branquiópodos. 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:

Instituição (se particular, ponha o nome do proprietário)	Cidade/Estado	Grupos melhor representados, caso haja destaque	organizado?	curadoria?	informatizado?	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

Instituição	Cidade / Estado / País	Grupos melhor representados, caso haja destaque	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 agroflorestais [ ] 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: **Ó**timo / **B**om / **R**uim / **N**enhum	grau de conhecimento: **Ó**timo / **B**om / **R**uim / **N**enhum	n° spp conhecidas (min - max)	n° 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: **Ó**timo / **B**om / **R**uim / **N**enhum	grau de conhecimento: **Ó**timo / **B**om / **R**uim / **N**enhum	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: **Ó**timo / **B**om / **R**uim / **N**enhum	grau de conhecimento: **Ó**timo / **B**om / **R**uim / **N**enhum	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)*: .....ª .....'.....'' S ou N; ..... ª .....'.....'' 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)* : ..... nº 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 géneticas 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 *(Sobrenome, I.; Sobrenome, I.;....)*:..... ....
....
Ano:.....
Título: ....
....
Tipo: [ ]artigo em periódico [ ]livro [ ]capítulo de livro [ ]trabalho em Anais de congresso
[ ]tese de mestrado [ ]tese de doutorado [ ]relatório impresso [ ]relatório não publicado
[ ]outro:..... ....
Título do livro ou periódico *(inclusive Anais de Reunião)* : ....
....
Organizador(es) do livro: ....
Local de publicação *(se for livro / relatório / tese)* : ....
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. Contribui 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

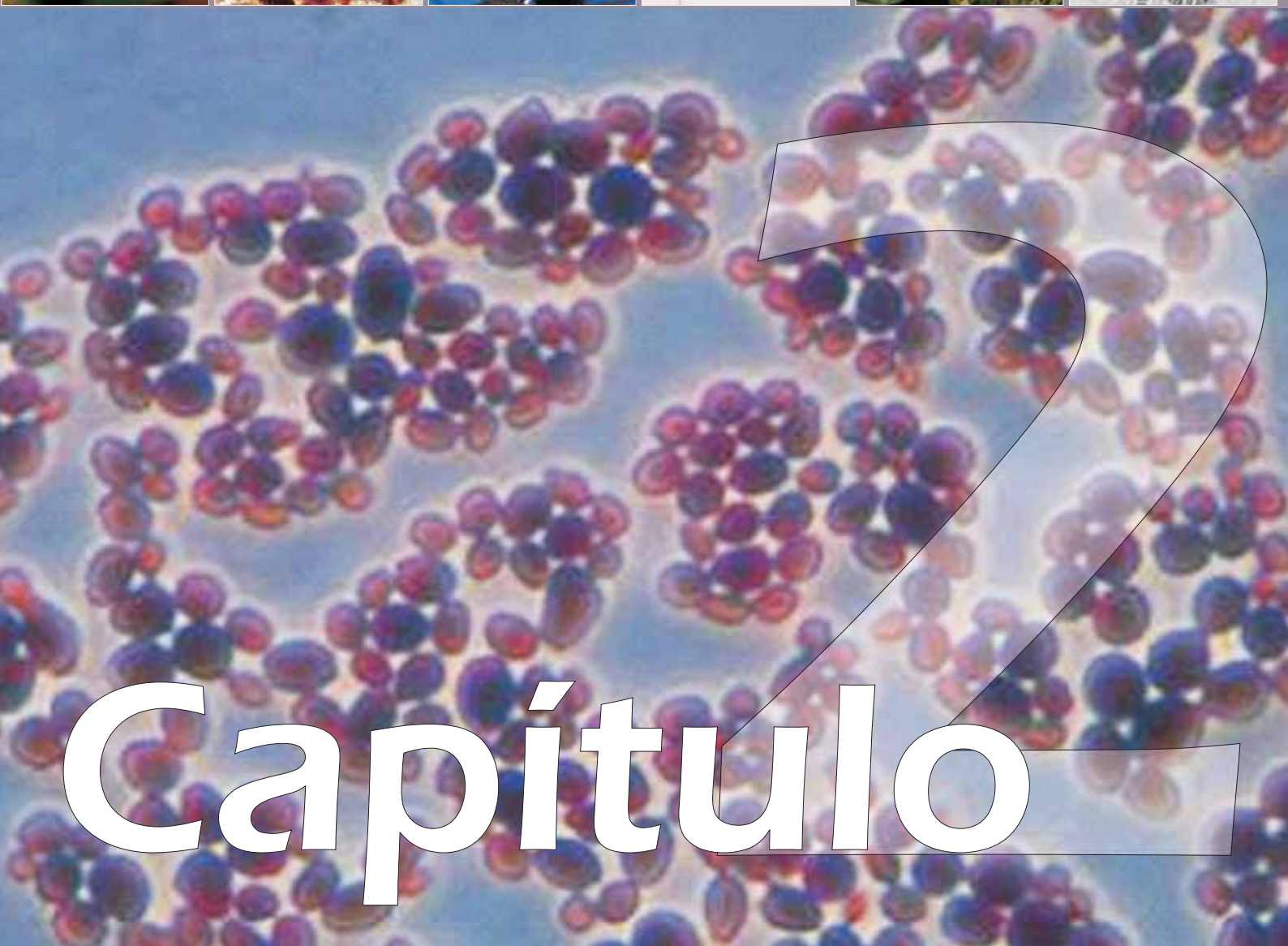
confusa. Antes que isto, porém, há o simples fato de que para a maioria dos espécimes em coleções brasileiras não há nenhuma informação associada – qualquer que seja sua qualidade – sobre ambiente, bioma ou ecossistema em que foram encontrados ou coletados. Conseqüentemente, para muitos táxons não há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

Microorganismos





Capítulo 2

Microbiota

Gilson Paulo Manfio[1]

INTRODUÇÃO

O estado do conhecimento sobre a diversidade de microrganismos no Brasil, enfocando grupos microbianos diversos, incluindo arqueas, bactéria, fungos filamentosos e leveduras, protozoários e vírus, e grupos de pesquisa atuantes no tema biodiversidade microbiana, foi objeto de um extenso levantamento realizado em escala nacional, integrando uma das tarefas do Projeto "Estratégia Nacional da Diversidade Biológica" (BRA97G31-MMA/GEF/PNUD), do "Programa Nacional de Diversidade Biológica" (PRONABIO), Ministério do Meio Ambiente - MMA (Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF, Diretoria de Conservação da Biodiversidade – DCBio).

Fontes de dados para o levantamento incluíram questionários enviados para pesquisadores líderes-de-grupo e pesquisadores individuais nas áreas de bacteriologia, micologia, virologia, microbiologia de solos, microbiologia médica, microbiologia de alimentos, microbiologia industrial e de fermentações e genética molecular. Além de consultas a bases de dados de currículos, cadastros de grupos de pesquisa disponíveis em agências de fomento nacionais e publicações científicas de pesquisadores brasileiros em revistas científicas indexadas (busca retroativa de 10 anos).

Segundo dados do CNPq, existia no Brasil, em 1996, um total de 2.190 pesquisadores atuantes em Microbiologia, alocados em 137 instituições, concentradas principalmente na região Sudeste (104), seguido pelas regiões Sul (11), Nordeste (11), Norte (7) e Centro-Oeste (4). Das 957 linhas de pesquisa identificadas, a grande maioria correspondia a pesquisas nas áreas de Biotecnologia (464) e Saúde (451), seguidas de Ciências Ambientais (160), Produção Animal (74) e Vegetal (58), Nutrição e Alimentação (47) e Indústria Farmacêutica (44).

Uma análise detalhada das linhas de atuação e publicações dos diferentes grupos de trabalho identificados nos levou a concluir que a pesquisa em diversidade microbiana e, conseqüentemente, o conhecimento da diversidade de microrganismos no Brasil, é limitado a um número reduzido de pesquisadores, a poucos grupos taxonômicos e apresenta uma cobertura geográfica heterogênea. As pesquisas são, em sua maioria, voltadas para a caracterização taxonômica e identificação de grupos microbianos específicos, empregando metodologias clássicas, baseadas no cultivo e observação de propriedades morfológicas, metabolismo e fisiologia. O emprego de metodologias de caracterização molecular e métodos independentes-de-cultivo, para o estudo de comunidades microbianas complexas no meio ambiente, e para a caracterização da diversidade genética infra-específica, foram identificados em

[1] Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas / CPQBA, Divisão de Recursos Microbianos, Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP

apenas seis grupos de pesquisa no país, ainda em estágio de formação e consolidação de equipes.

Estima-se, em nível global, que a diversidade de microrganismos exceda em algumas ordens de magnitude a diversidade de plantas e animais. Levantamentos estimativos da década de 1990 propuseram que apenas 5% da diversidade de fungos é atualmente conhecida, com pelo menos 70.000 espécies descritas. Para procariotos, incluindo bactérias e arqueas, são conhecidas 4.314 espécies, alocadas em 849 gêneros, correspondendo entre 0,1 e 12% da diversidade do grupo. Protozoários e vírus apresentam cerca de 36.000 e 3.600 espécies descritas, correspondendo a 31% e 4% do número de espécies estimado, respectivamente.

A diversidade taxonômica de gêneros/espécies de microrganismos no Brasil é mais amplamente conhecida e melhor documentada para os fungos filamentosos, com uma literatura impressa diversificada, incluindo revisões taxonômicas e levantamentos de espécies em diferentes regiões geográficas e biomas. Estes levantamentos, contudo, tendem a se concentrar em um número reduzido de táxons.

A diversidade de arqueas, bactérias, leveduras, protozoários e vírus, principalmente de organismos isolados do ambiente, é ainda muito pouco conhecida. Publicações para estes grupos restringem-se principalmente à caracterização de microrganismos isolados, geralmente de interesse médico ou que representem riscos de doenças para plantas de importância agrícola, e a estudos de quantificação de grupos microbianos funcionais.

Na análise de dados do levantamento, pode-se perceber claramente que o conhecimento da diversidade de microrganismos no Brasil é ainda pouco expressivo. Existe um déficit de recursos humanos com formação em taxonomia e sistemática em todos os grupos de microrganismos citados. Conhecimentos em taxonomia polifásica, sistemática molecular e métodos independentes-de-cultivo, aplicáveis ao estudo de comunidades microbianas complexas no ambiente, são ainda pouco utilizados e restritos a grupos de pesquisa específicos.

Programas de fomento à pesquisa e de indução à formação de recursos humanos em áreas específicas, tais como o Programa Biota-FAPESP, o Programa Induzido de Microbiologia (PIM, CNPq) e chamadas específicas de programas de pesquisa científica e tecnológica na área de Biotecnologia (PADCT e MCT), foram identificados como contribuições importantes para o desenvolvimento de estudos de caracterização da diversidade, potencial biotecnológico e avanço da pesquisa em sistemática e taxonomia de microrganismos no Brasil.

Resultados de uma reavaliação do "estado da arte", baseada em um levantamento adicional de dados realizado em março de 2003 (Base de Currículos Lattes, CNPq/MCT), corroboraram as tendências gerais apontadas no levantamento realizado em 1995-96, ressaltando a predominância de profissionais na área médica (16,7%) e na microbiologia industrial e de fermentações (10,5%), e a concentração de pesquisadores nas regiões Sudeste (60%) e Sul (17%) do país.

MICRORGANISMOS: UM GRUPO HETEROGÊNEO, DIVERSIFICADO, COMPLEXO E AINDA POUCO CONHECIDO

O termo "microrganismo" é uma definição operacional, que congrega táxons variados de organismos unicelulares microscópicos, que vivem na natureza como células isoladas ou em agregados celulares. Esta definição abarca os grupos das bactérias, arqueas, fungos, protozoários e vírus. A diversidade microbiana, considerando-se os parâmetros de diversidade de espécies e diversidade genética, deve suplantar, em algumas ordens de magnitude, a diversidade existente em todos os demais grupos de seres vivos.

Os microrganismos foram os primeiros seres vivos a colonizar a Terra. Estima-se que os primeiros microrganismos surgiram há mais de 3,5 milhões de anos (Figura 1), em um período geológico em que a Terra passava por grandes transformações geológicas e químicas, e quando a atmosfera ainda não tinha oxigênio (Atlas & Bartha, 1998). A ação de processos metabólicos microbianos ao longo de milhões de anos resultou na formação de uma atmosfera rica em oxigênio, permitindo o surgimento e evolução de novas formas de vida aeróbias, organismos multicelulares complexos, plantas e animais superiores.

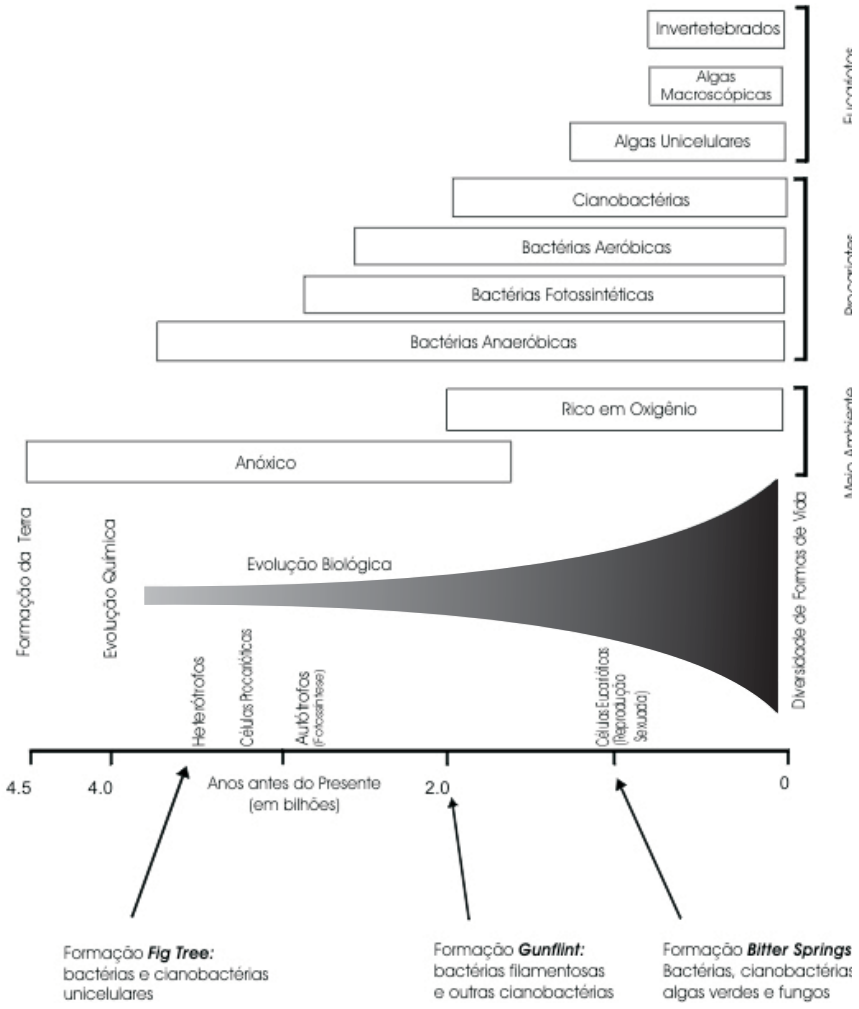


Figura 1. Esquema da evolução da vida na Terra e sua relação com a evolução dos microrganismos (Schopf, 1978; adaptado de Atlas & Bartha, 1998).

Hoje, microrganismos ocorrem em praticamente todos os ambientes do planeta, inclusive em locais cujas condições ambientais extrapolam os limites de tolerância de animais e plantas. Devido à sua relativa simplicidade morfológica e grande diversidade genética e metabólica, os microrganismos se adaptaram para viver em *habitats* e condições diversas no planeta, como em baixas concentrações de nutrientes e baixa atividade de água (*e.g.,* fungos xerófilos em ambientes desérticos), extremos de temperatura, salinidade, pH e pressão, como nas regiões polares (Ravenschlag *et al.,* 1999), em fontes geotermais (Barns *et al.,* 1994), lagos alcalinos, ambientes abissais marinhos (Kato *et al.,* 1997), subsolo (Ghiorse & Wilson, 1988; Balkwill *et al*., 1997; Chandler *et al.,* 1998), no interior de rochas subterrâneas (Pedersen *et al.,* 1996) e em depósitos de petróleo (Orphan *et al.,* 2000).

A existência e a diversidade de seres vivos no planeta estão intimamente ligadas à diversidade e à atividade metabólica de microrganismos na natureza (Lovelock, 1988; Stolz *et al.*, 1989; Trüper, 1992). O papel dos microrganismos na manutenção dos processos biológicos ainda é pouco conhecido. Sabe-se, contudo, que os microrganismos participam de processos ecológicos bastante importantes, tais como a fotossíntese oxigênica, ciclagem de matéria orgânica, ciclos biogeoquímicos, e manutenção da fertilidade e estrutura de solos (Stolz *et al.*, 1989; Trüper, 1992; Hawksworth, 1991a,b).

Apesar de sua grande importância ecológica, o número de táxons microbianos conhecidos e descritos (diversidade de espécies) representa apenas uma pequena fração da diversidade microbiana encontrada na natureza. Estudos baseados na análise direta da diversidade de bactérias no meio ambiente, por intermédio do emprego de métodos moleculares, têm revelado um cenário composto por uma rica diversidade de organismos ainda não cultivados e não estudados em laboratório (Ward *et al.*, 1990; Bornema & Triplett, 1997; Kuske *et al.*, 1997; Ludwig *et al.,* 1997; Pace, 1997; Hugenholtz *et al*., 1998a, b).

Historicamente, o desenvolvimento da Microbiologia como ciência foi fortemente influenciado pela necessidade de conhecimento sobre os microrganismos causadores de doenças no homem e em outros animais (Atlas & Bartha, 1998). Durante várias décadas, pesquisadores concentraram esforços no desenvolvimento de métodos para detecção, isolamento e cultivo de microrganismos em condições de laboratório. Os protocolos de cultivo asséptico desenvolvidos por Koch (1883) influenciam de maneira decisiva o desenvolvimento da Microbiologia até os dias de hoje.

A definição informal do termo "microrganismo" acarreta problemas de natureza prática, pois congrega uma diversidade biológica muito ampla sob os auspícios da Microbiologia. Empregada para designar organismos não-visíveis a olho nu, que ocorrem na natureza como células unitárias ou em agregados de células, esta definição engloba organismos filogeneticamente distintos, incluindo tanto organismos procariotos, as arqueobactérias (Archaea) e bactérias, como eucariotos, as algas microscópicas (cianofíceas), fungos filamentosos, leveduras e protozoários, além da vasta diversidade de vírus.

Atualmente, a classificação filogenética de microrganismos, derivada da análise de seqüências do ácido ribonucléico ribossomal, ou RNAr (Woese *et al*., 1990), e de outros genes conservados, aloca os diferentes grupos em três grandes Domínios (Figura 2): Bacteria, Archaea e Eucarya.

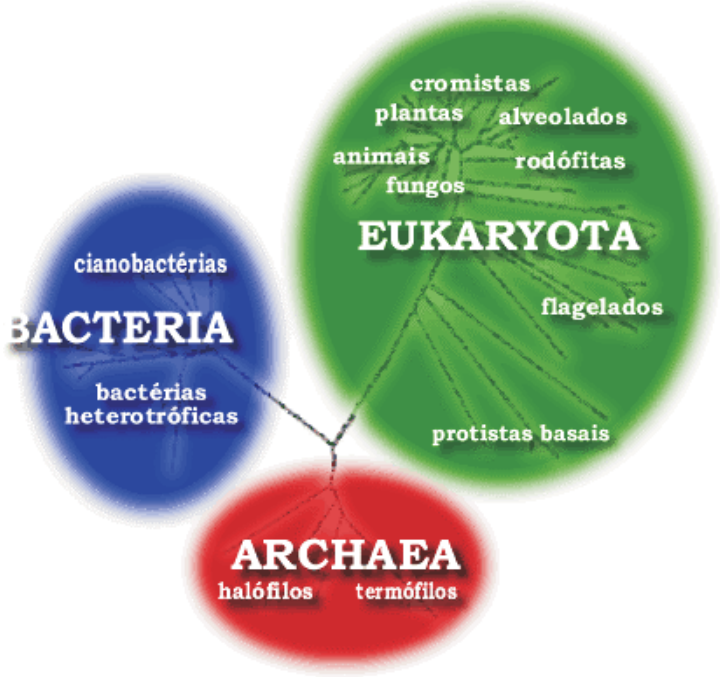


Figura 2. Microrganismos e sua distribuição nos Domínios Archaea, Bacteria e Eucarya.

Vírus, que são elementos genéticos não-celulares e não têm várias das estruturas e mecanismos básicos necessários à sua auto-replicação e manutenção, são também agregados ao escopo de estudo da Microbiologia. Vírus dependem para sua replicação e processos de síntese de proteínas e de componentes virais, de estar em interação dinâmica com uma célula hospedeira, sendo considerados, por alguns autores, como parasitas intracelulares obrigatórios.

Para cada um dos grupos citados acima, há esquemas de classificação e identificação distintos, que seguem diferentes códigos de nomenclatura biológica. Além disto, cada grupo é objeto de estudo de comunidades de pesquisadores independentes que, muitas vezes, partilham poucos interesses em comum. Em alguns casos, o mesmo grupo é estudado por mais de uma comunidade independentemente, como são as cianofíceas (botânica e microbiologia), ou protozoários (zoólogos, parasitologia, botânica). Em uma avaliação mais criteriosa, podemos afirmar que a Microbiologia engloba linhas de pesquisa independentes, e algumas vezes parcialmente sobrepostas, compreendidas por bacteriologistas (que incluem, ainda hoje, os especialistas em arqueas), botânicos[2], micologistas, protozoologistas e virologistas.

Fatores que têm contribuído para a falta de conhecimento sobre a diversidade microbiana em amostras ambientais são, em grande parte, relacionados às limitações dos métodos tradicionalmente utilizados para o isolamento e cultivo de microrganismos em laboratório (Palleroni, 1996), incluindo a utilização de meios e condições de cultivo incompatíveis com as condições encontradas no ambiente natural dos microrganismos.

Dados derivados de estudos comparativos indicam que apenas uma pequena fração dos microrganismos na natureza, entre <0.1 a 1%, dependendo do *habitat*, são cultivados por intermédio do emprego de métodos microbiológicos convencionais (Amann *et al*., 1995).

[2]A taxonomia de bactérias fotossintéticas do grupo das cianofíceas, ou algas azuis, é também trabalhada independentemente pela comunidade de botânicos, segundo esquemas de classificação distintos do Código de Bacteriologia.

Um grande número de fatores pode ser responsável pela dificuldade no cultivo de microrganismos em condições de laboratório, incluindo o pouco conhecimento sobre os requisitos nutricionais e biologia de organismos presentes em amostras ambientais diversas. Além disto, a distribuição numérica desigual de táxons na natureza favorece a recuperação de grupos de organismos de crescimento rápido e mais bem adaptados às condições de cultivo utilizadas nos experimentos de isolamento. Frente a estes argumentos, é razoável afirmar que a descrição de comunidades microbianas não pode ser baseada apenas no uso de técnicas que envolvem isolamento e cultivo (Pace *et al.*, 1985; Ward *et al*., 1990; Kuske *et al.,* 1997).

Diversos trabalhos evidenciaram de maneira clara a desproporção existente entre o conhecimento da diversidade de microrganismos em relação à diversidade de outros táxons relativamente melhor estudados, como animais superiores (exceto insetos e nematódeos) e plantas.

Embora as estimativas da diversidade de alguns grupos de microrganismos sejam baseadas em inferências a partir de um número relativamente reduzido de estudos, os números indicam a ordem de grandeza do problema taxonômico a ser enfrentado: estima-se que estejam descritos, atualmente, 5% do total de espécies existentes de fungos, 0,1% a 12% dos procariotos, 31% dos protozoários, e 4% dos vírus (Stork, 1988; Wilson, 1988; Hawksworth, 1991a; Bull *et al.,* 1992; World Conservation Monitoring Centre 1992).

Aliado ao pouco conhecimento disponível sobre a diversidade microbiana, existe, ainda, uma relativa escassez de material-referência para taxonomia disponível em coleções biológicas para estes grupos de seres vivos. Os dados apresentados na Tabela 1 ilustram a quantidade de material referência, preservado em coleções de culturas microbianas na forma de culturas viáveis de microrganismos, em relação ao número de espécies conhecidas e estimadas no planeta. Estes dados, apesar de parciais e incompletos, ilustram uma dificuldade prática que pesquisadores em taxonomia microbiana enfrentam para obtenção de material-referência para ensaios de caracterização em laboratório e revisão taxonômica de grupos microbianos.

Tabela 1. Número conhecido e estimado de espécies microbianas em relação a material depositado em coleções de culturas.[a]

Grupo[b]	Número de espécies aproximado		Material disponível em coleções de culturas		
	Conhecido	Estimado	Total por grupo	% do número de espécies conhecidas	% do número estimado de espécies
Algas	37.700 – 42.900	400.000	1.600	3,7 - 4,2	0,4
Bactérias	4.300	1.000.000	2.300	53,5	0,2
Fungos	70.600 - 72.000	1.500.000	11.500	16,0 – 16,3	0,8
Vírus	3.600	400.000	2.200	61,1	5,5

[a] Modificado a partir de Nisbet e Fox (1991), com as estimativas de totais mundiais de Prado & Lewinsohn (2005). [b]Nomes dos grupos refletem definições coloquiais e não são empregados no sentido taxonômico formal.

O conhecimento sobre a biogeografia de organismos é fundamental para se determinar a real extensão da diversidade microbiana, identificação de táxons ameaçados de extinção e de funções ecológicas de espécies nos ecossistemas (Staley & Gosink, 1999).

Para os propósitos de bioprospecção e biotecnologia, o conhecimento de biogeografia é importante para a definição de estratégias de busca e descoberta, ou seja, "onde procurar" por recursos biológicos potencialmente novos, e na definição de áreas de conservação de recursos biológicos e *pools* gênicos ricos em diversidade (Bull *et al.*, 2000).

A biogeografia microbiana é uma questão bastante controversa e existem debates acirrados entre pesquisadores da área sobre a aplicação deste conceito em microbiologia. Ecologistas microbianos e taxonomistas tenderam a ser relativamente pouco críticos em relação às colocações de Beijerinck e Baas-Becking (Staley & Gosink, 1999) de que bactérias (e por extensão todos os microrganismos) são cosmopolitas. A afirmação de que "*Tudo está em todo lugar... (Everything is everywhere...)*", à qual Baas-Becking adicionou "*... e o ambiente seleciona...*", prepondera ainda hoje em diversos meios da Microbiologia.

Contudo, enfoques contemporâneos de pesquisa contestam estas colocações tradicionais, e evidências experimentais de que a biogeografia pode ter um papel importante em microbiologia vêm se acumulando na literatura (Béjà *et al*., 2002). Alguns autores argumentam que estudos de biogeografia microbiana devam ser conduzidos na escala de variação infra-específica, dada a forte inter-relação entre fatores ambientais e geográficos e a especiação de microrganismos. O termo "geovar" (Staley & Gosink, 1999) foi proposto para especificar a variedade de um dado microrganismo endêmico a uma área específica ou hospedeiro.

ESTRATÉGIA DO LEVANTAMENTO DE DADOS

A avaliação do estado do conhecimento sobre a diversidade de microrganismos no Brasil, enfocando grupos microbianos diversos, incluindo arqueas, bactéria, fungos filamentosos e leveduras, protozoários e vírus, além dos grupos de pesquisa atuantes no tema biodiversidade microbiana, foi parte integrante de um extenso levantamento coordenado por Thomas M. Lewinsohn, no Projeto "Estratégia Nacional da Diversidade Biológica" (BRA97G31-MMA/GEF/PNUD), do "Programa Nacional de Diversidade Biológica" (PRONABIO), Ministério do Meio Ambiente - MMA (Secretaria de Biodiversidade e Florestas – SBF, Diretoria de Conservação da Biodiversidade - DCBio). A apresentação no presente volume, e o capítulo de síntese fornecem os detalhes sobre o projeto como um todo.

Fontes de dados para o levantamento incluíram questionários enviados para pesquisadores líderes-de-grupo e pesquisadores individuais nas áreas de bacteriologia, micologia, virologia, microbiologia de solos, microbiologia médica, microbiologia de alimentos, microbiologia industrial e de fermentações e genética molecular, além de consultas a bases de dados de currículos, cadastros de grupos de pesquisa disponíveis em agências de fomento nacionais e publicações científicas de pesquisadores brasileiros em revistas científicas indexadas (com busca retroativa de 10 anos).

As particularidades dos microrganismos, conforme descrito anteriormente, aliados à vasta extensão territorial e riqueza de biomas brasileiros, tornaram este levantamento uma tarefa bastante complexa.

Em contraste com plantas e animais, excetuando-se, possivelmente, os insetos e nematóides, a diversidade da maioria dos grupos microbianos é ainda pouco conhecida. Em muitos casos, a caracterização das espécies também é

pobre em informação, devido, em parte, às dificuldades de cultivo e realização de ensaios de caracterização convencionais. Isso traz reflexos diretos sobre a sistemática de muitos grupos microbianos, seja na utilização de esquemas taxonômicos em estudos ambientais, seja na falta de conteúdo de informação das descrições de espécies publicadas, que não permite uma identificação adequada de muitos isolados. Estas deficiências tornam o processo de identificação de isolados ambientais uma tarefa árdua e imprecisa. Como conseqüência, muitos levantamentos de diversidade de microrganismos utilizam esquemas de triagem em que os isolados são, freqüentemente, identificados em nível de gênero, família ou superior.

Dependendo do foco dos estudos, é possível que a realização de levantamentos de diversidade seja feita com base na classificação de grandes grupos funcionais em uma dada comunidade microbiana ou ambiente como, por exemplo, o isolamento seletivo de fungos degradadores de celulose ou de bactérias heterotróficas mesofílicas aeróbias[3].

Nestes tipos de levantamentos não se pode descartar a possibilidade de que parte dos isolados encontrados representará novas espécies ainda desconhecidas para a ciência, principalmente nos estudos realizados em regiões de megadiversidade biológica, como, por exemplo, a Mata Atlântica e a Amazônia.

Frente a este cenário de biodiversidade microbiana com dimensão e abrangência extraordinárias, a realização de um levantamento sobre o estado do conhecimento em nível nacional é uma tarefa bastante complexa. Cabe, então, uma nota de alerta ao leitor quanto à interpretação dos resultados desta pesquisa.

A estratégia de coleta de informações sobre profissionais atuantes em pesquisa, cujas linhas de atuação envolvessem o tema "diversidade microbiana", compreendeu duas abordagens:

a) levantamento de profissionais e linhas de atuação por meio de consultas em bases de dados e publicações relevantes da área no período de 1989 a 1996;

b) distribuição de questionários-padrão para coleta de dados entre os profissionais identificados como "líderes-de-grupo" de pesquisa atuantes no país, e entre pesquisadores individuais com formação em nível de mestrado ou acima.

As bases de dados consultadas para o levantamento de dados foram:

- "Quem é Quem em Biodiversidade"[4]
- "Cadastro Nacional de Competência em Ciência e Tecnologia", do CNCT (http://reaact.cesar.org.br/cnct/novo-cnct/htmlEstatico/Welcome.html),
- "Diretório dos Grupos de Pesquisa no Brasil", do CNPq, versão 2 (http://www.cnpq.br/gpesq2/) e versão 4 (http://www.cnpq.br/gpesq3/dgp4/infgeral.html)
- Base de Currículos Lattes, CNPq, versão mar/2003 (http://lattes.cnpq.br/).

[3] Bactérias capazes de utilizar compostos de carbono e nitrogênio, que crescem em temperaturas entre 25 a 40° C, na presença de oxigênio.

[4] O Ministério do Meio Ambiente assumiu a coordenação da "Rede de Informações em Biodiversidade" (BinBr; http://www.binbr.org.br/quem), que congrega a base de dados "Quem é Quem em Biodiversidade", originalmente sediada na Fundação André Tosello (http://www.bdt.org.br/bdt/whobio/).

Houve problemas devidos à inexistência de um cadastro único de informações na ocasião da amostragem[5], classificações de "áreas de atuação" desatualizadas e imprecisas em algumas das bases consultadas, dificuldade de acesso à informação atualizada e dificuldades inerentes ao retorno de informações solicitadas por meio de questionários impressos. Contudo, a compilação dos dados levantados permitiu uma avaliação global do cenário nacional de pesquisa em diversidade microbiana. Dados básicos relativos à distribuição geográfica de profissionais na área de Microbiologia e respectivas linhas de pesquisa foram obtidos.

Por mais extenso e abrangente que este levantamento tenha sido, a análise do conhecimento efetivamente acumulado para os diferentes grupos microbianos e da representatividade de especialistas no país deve ser avaliada com cautela. Apesar do cruzamento de informações oriundas de diferentes fontes, é possível que pesquisadores e trabalhos de pesquisa, porventura não cadastrados nas bases de dados consultadas na ocasião da amostragem, não tenham sido representados na avaliação. Os resultados aqui apresentados representam, em última instância, um retrato do estado do conhecimento na ocasião da amostragem (final de 1996). Entretanto, as tendências gerais foram corroboradas pelos resultados de um levantamento de dados complementar, realizado na Base de Currículos Lattes em março de 2003, conforme discutido adiante.

A distribuição geográfica de pesquisadores em Microbiologia (Tabela 2) evidencia claramente uma distribuição desigual no país, diretamente relacionada ao número de instituições atuantes nas diferentes regiões. A maioria dos profissionais está localizada em instituições na região Sudeste (MG, SP e RJ) e Sul do país (PR, SC e RS), com ocorrência reduzida nas demais regiões: Norte (TO), Nordeste (BA e PE) e Centro-Oeste (DF e GO).

Vários fatores, incluindo aspectos históricos da localização das instituições, infra-estrutura e disponibilidade de recursos para pesquisa, certamente contribuem para a distribuição observada. Contudo, cabe salientar que as regiões Norte/Nordeste e Centro-Oeste englobam algumas das áreas de maior diversidade biológica no mundo, incluindo as formações da Floresta Amazônica, Cerrado, Pantanal e algumas áreas remanescentes da Mata Atlântica. A escassez de profissionais atuantes nestas regiões certamente representa uma limitação expressiva ao desenvolvimento de estudos da diversidade de microrganismos nestes.

Tabela 2. Distribuição geográfica de profissionais e instituições ligadas à pesquisa em diversidade microbiana no Brasil no ano de 1996.

Macro-regiões	Instituições	Pesquisadores
Norte/Nordeste	4	5
Centro-Oeste	4	9
Sudeste	22	62
Sul	6	15
Total	**36**	**91**

[5]A Base de Currículos Lattes do CNPq/MCT representa, hoje, um sistema unificado nacional de informações, congregando mais de 270 mil registros (março/2003) de pesquisadores em diferentes áreas do conhecimento.

Em levantamento de dados realizado em março de 2003 (Tabela 3) na base de dados do sistema Lattes (http://lattes.cnpq.br), não verificamos um incremento no número de pesquisadores enquadrados em Microbiologia na área temática de Ciências Biológicas (grupo 2120) e Ciências Agrícolas (5010), comparado com os dados de 1996. Novamente, a maior distribuição das instituições de atuação destes pesquisadores (Figura 3) foi nas regiões Sudeste (59%) e Sul (17%).

Tabela 3. Número de pesquisadores classificados nas áreas de Microbiologia (2120) e Ciências Agrícolas (5010) no sistema Lattes do CNPq/MCT em (19/mar/2003).

Classificação CNPq	Área do conhecimento	Total por área principal[a]	%	Total com redundância[b]	%
21200009	Microbiologia	394	18,0	1018	18,4
21201005	Biologia e Fisiologia dos Microorganismos	109	5,0	443	8,0
21201013	Virologia	176	8,0	327	5,9
21201021	Bacterologia	250	11,4	536	9,7
21201030	Micologia	160	7,3	354	6,4
21202001	Microbiologia Aplicada	226	10,3	826	15,0
21202010	Microbiologia Médica	366	16,7	753	13,6
21202028	Microbiologia Industrial e de Fermentação	229	10,5	594	10,8
50101048	Microbiologia e Bioquímica do Solo	242	11,1	468	8,5
50102044	Microbiologia Agrícola	37	1,7	205	3,7
	TOTAL	**2.189**		**5.524**	

[a]Pesquisadores que selecionaram a área de conhecimento como sua área principal no sistema.
[b]Pesquisadores que selecionaram a área como uma das suas áreas de atuação.

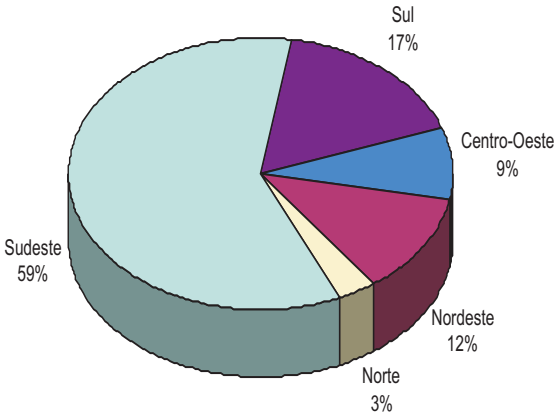


Figura 3. Distribuição geográfica das instituições dos pesquisadores classificados como áreas principais Microbiologia (2120) e Ciências Agrícolas (5010) no sistema Lattes do CNPq/MCT (em 19/mar/2003).

LINHAS DE PESQUISA EM DIVERSIDADE MICROBIANA

Basicamente, duas linhas principais de formação em Microbiologia podem ser apontadas no Brasil:

- formação em microbiologia determinativa, praticada nas áreas de microbiologia clínica e de alimentos, em que a detecção e identificação

de organismos são baseadas em esquemas padronizados para os principais grupos de microrganismos com risco potencial para a saúde pública;

- microbiologia sistemática *sensu lato*, de prática restrita a poucos grupos de trabalho, relacionados à caracterização e estudos taxonômicos de microrganismos isolados do meio ambiente.

A microbiologia clínica teve, historicamente, um maior avanço que a microbiologia ambiental devido à sua importância para a saúde pública no Brasil. Diversos grupos com tradição de muitas décadas em pesquisa de nível internacional em protozoários e vírus associados a doenças tropicais continuam atuantes, em instituições de pesquisa tais como a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), o Instituto Evandro Chagas e a Universidade de São Paulo (USP). Além de grupos de pesquisa consolidados em bacteriologia, como as equipes do Instituto Adolfo Lutz (IAL), Instituto de Medicina Tropical da Universidade de São Paulo (IMT/USP) e Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), e em micologia, como o grupo da DPUA, Universidade do Amazonas e IMT/USP.

A pesquisa em microbiologia ambiental vem ganhando força ao longo dos últimos anos, com a emergência de grupos de trabalho cujos estudos enfocam a região Amazônica (Universidade do Amazonas), Cerrado Central (Universidade de Goiás) e Mata Atlântica (Coleção de Culturas Tropical, CCT/Fundação André Tosello[6], Universidade Federal de Pernambuco, Universidade Federal do Rio de Janeiro e Universidade de São Paulo).

Além destes grupos, equipes especializadas em organismos de importância agrícola, ambiental, industrial e microbiologia de alimentos são encontradas em diversos centros da EMBRAPA, IBSBF/Instituto Biológico, CNEN/PC-SP, SEMIA/IPAGRO (Piracicaba, SP), DTPE/CETESB (SP), INCQS/FIOCRUZ, Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT, SP) Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL, SP), Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Universidade de Brasília (UnB) e Universidade de São Paulo (USP).

Contudo, a capacitação de pessoal e infra-estrutura de pesquisa para a realização de estudos envolvendo a caracterização da diversidade microbiana ainda são embrionários no país. Metodologias de microbiologia sistemática, principalmente a aplicação de taxonomia polifásica, sistemática molecular e métodos independentes-de-cultivo, necessários à realização de estudos de diversidade microbiana em comunidades complexas, demandam uma infra-estrutura e treinamento específicos, ainda limitados aos grandes centros nacionais de pesquisa.

A formação clássica em taxonomia determinativa e metodologias de análise fenotípica, praticadas em microbiologia clínica e de alimentos, não são adequadas para a detecção, isolamento e identificação de organismos na natureza.

Microrganismos na natureza podem apresentar maior diversidade fisiológica e fenotípica, condições ainda não definidas para seu cultivo em laboratório e uma diversidade taxonômica ampla, englobando organismos ainda não descritos na literatura.

A abordagem praticada em estudos de diversidade microbiana em nível internacional é baseada em uma combinação de métodos clássicos de isolamento e caracterização taxonômica, complementados por metodologias moleculares

[6]A equipe da Coleção de Culturas Tropical ligada à pesquisa em sistemática microbiana foi transferida em 2002 para a Divisão de Recursos Microbianos do CPQBA/Unicamp (http://www.cpqba.unicamp.br).

de análise direta da diversidade de microrganismos na amostra. Esta última abordagem visa superar a dificuldade de isolamento e cultivo de certos grupos de microrganismos, e contempla a possibilidade de se encontrar novos táxons ainda não descritos na literatura. A realização destes estudos requer profissionais com conhecimento amplo de sistemática microbiana, além do conhecimento prático de técnicas e metodologias de caracterização taxonômica e identificação de microrganismos, e acesso a uma infra-estrutura laboratorial moderna e complexa.

As metodologias de caracterização direta de populações em amostras ambientais e de grupos funcionais de microrganismos são praticadas, com grandes limitações, em um número reduzido de centros de pesquisa no Brasil, restritos principalmente àqueles que mantêm um intercâmbio científico ativo com grupos de pesquisa no exterior. Dentre os grupos identificados neste levantamento podemos salientar os grupos de pesquisa liderados por Drª. Leda Hagler (UFRJ), Drª. Lucy Seldin (UFRJ), Drª. Vivian Pellizari (ICB/USP), Dr. Carlos Moreira A. Filho (ICB/USP) e Dr. Gilson P. Manfio (CPQBA/UNICAMP).

A formação de recursos humanos é recorrentemente apontada como uma das questões chave para o desenvolvimento da Microbiologia no país.

No Workshop "Biodiversity: Perspectives and Technological Opportunities" (1995), financiado pelo PADCT/Finep (http://www.bdt.fat.org.br/publicacoes/padct/bio), o tema "Diversidade Microbiana e Desenvolvimento Sustentável" teve importância secundária frente aos demais temas discutidos, refletindo a falta de massa crítica da comunidade científica nesta área. Dentre as recomendações do grupo de trabalho, destacaram-se:

- a necessidade de interação com o programa do Comitê de Microbiologia (CNPq) com o objetivo de induzir a capacitação na área de Microbiologia;
- inclusão de Microbiologia como disciplina obrigatória no currículo-mínimo dos cursos de graduação em Biologia (Freire & Gambale, 1996);
- propostas de cursos de Pós-graduação em nível de atualização ou aperfeiçoamento, com o objetivo de formar microbiologistas com formação em taxonomia e sistemática.

Coleções-de-referência de microrganismos têm sido apontadas como recursos essenciais para o desenvolvimento de pesquisas em biodiversidade e sistemática (Hawksworth, 1996). As coleções podem atuar como centros de disseminação de conhecimento, congregando especialistas em taxonomia e sistemática de grupos microbianos diversos, realizando treinamento específico, tal como para metodologias de isolamento e cultivo, metodologias moleculares de tipagem e detecção de grupos específicos, e também como apoio de infra-estrutura, atuando na preservação de germoplasma microbiano e manutenção de coleções de microrganismos-referência para aplicações específicas.

Com o desenvolvimento acelerado da Biotecnologia nos últimos anos, novos desafios vêm sendo apresentados aos profissionais atuantes nesta área (Canhos & Manfio, 2001), demandando das coleções de serviço uma evolução rápida no sentido de se adequar às novas demandas[7], incluindo conhecimentos em genômica e metagenômica, sistemas de armazenamento em larga escala e informatização de acervos.

[7]Vide resultados de um estudo específico sobre o tema, realizado pela Coordenação Geral de Biotecnologia do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), *site* http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/estudos_biotec.htm.

Um ponto crítico citado como limitante ao desenvolvimento da microbiologia ambiental no Brasil é a falta de apoio às coleções-de-referência de microrganismos no país. Coleções científicas importantes, incluindo acervos de microalgas, protozoários, bactérias, fungos filamentosos, leveduras e linhagens celulares, são predominantemente localizadas nas regiões Sudeste e Sul, em centros de pesquisa e universidades, sendo que regiões consideradas ricas em diversidade, como o Norte e Centro-Oeste do país, apresentam um número pequeno de coleções.

Quanto à abrangência dos acervos, segundo levantamento realizado entre 1982 e 1989 (Canhos *et al.,* 1989), dentre 36 coleções catalogadas, 7 apresentavam acervos de algas, 18 continham acervos de bactérias, 18 armazenavam fungos filamentosos e leveduras, 4 mantinham acervos de protozoários, 1 mantinha linhagens de vírus e 1 de culturas celulares animais.

Existe, contudo, uma grande lacuna de informação quanto ao estado de conservação, documentação e informatização dos acervos, capacitação de profissionais e, sobretudo, quanto ao perfil de utilização e desenvolvimento de pesquisas ligadas ao material do acervo. Atendendo a esta necessidade específica, o Ministério de Ciência e Tecnologia lançou o "Sistema de Informação de Coleções de Interesse Biotecnológico", SICol, que tem por objetivo disseminar informações sobre os centros de recursos biológicos brasileiros e servir de elemento integrador às diversas coleções de interesse biotecnológico, econômico e de aplicações industriais no país. Por intermédio de um sistema de base de dados centralizado, buscas nos acervos de diversas coleções microbianas brasileiras podem ser realizadas com grande facilidade (http://sicol.cria.org.br/).

Para facilitar a apresentação e discussão, os resultados da pesquisa serão considerados nos contextos dos diferentes grupos de microrganismos, conforme descrito a seguir.

DIVERSIDADE DE ARCHAEA

O Domínio Archaea, anteriormente denominadas de arqueobactérias (Staley & Holt, 1989), são microrganismos procarióticos evolutivamente distintos dos procariotos alocados no Domínio Bacteria. As Archaea são encontradas em uma grande diversidade de *habitats*, incluindo desde solos e *habitats* aquáticos (DeLong, 1992; 1998) até ambientes extremos, com elevada temperatura, salinidade (Figura 4) e pH (Barns *et al.*, 1994). Este grupo de microrganismos também se distingue pela organização do genoma, pelos mecanismos de expressão e regulação gênica, e pelas diversidades metabólica e fisiológica (Madigan *et al*., 1997; http://www.prenhall.com/~brock).

O Domínio Archaea compreende três divisões filogenéticas: Crenarchaeota, incluindo as Archaea redutoras de enxofre hipertermófilas; Euryarchaeota, que engloba uma grande diversidade de organismos, incluindo as espécies metanogênicas e halófilas extremas; e Korarchaeota, uma divisão descrita recentemente, que engloba organismos hipertermófilos pouco conhecidos, ainda não cultivados em laboratório. Uma descrição dos diversos grupos de arqueas pode ser encontrada na revisão de Vazoller *et al.* (1999).

O conhecimento científico sobre Archaea vem crescendo rapidamente nos últimos anos, com a aplicação de metodologias moleculares adequadas ao estudo de organismos ainda não cultivados em laboratório e em *habitats* naturais. A amplificação e análise filogenética de genes ribossomais (DNAr ou RNAr 16S) é a ferramenta mais utilizada nestes estudos. São conhecidas 108 espécies de

Archaea com descrição válida na literatura internacional (http://www.dsmz.de/bactnom/bactname.htm).

No Brasil, existem poucos relatos de isolamento e identificação de espécies de Archaea, sendo estes principalmente relacionados a estudos em processos de tratamento de efluentes, produção de metano em reatores experimentais e campos alagados de arroz, e microrganismos halofílicos isolados de salinas (Figura 4).

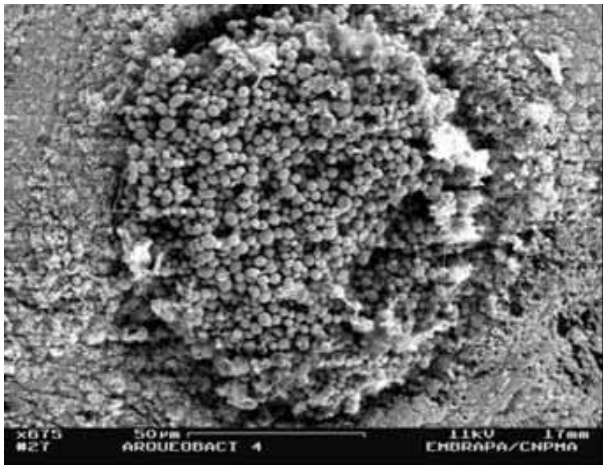


Figura 4. Arqueas halofílicas ao microscópio eletrônico de varredura. Isoladas de salinas abandonadas em Icapui (CE), são capazes de crescer em meio de cultura contendo 10% NaCl. (Créditos: Francisco Eduardo de Carvalho Costa, Brigida Pimentel Vilar de Queiroz e Sávio Torres de Farias, CNPMA/EMBRAPA).

Grupos de pesquisa em diversidade de Archaea no Brasil

Apesar da grande utilização de sistemas de digestão anaeróbia para tratamento de efluentes e resíduos no Brasil, a realização de estudos relacionados à diversidade e sistemática de Archaea é ainda incipiente. Após um intenso levantamento, destacamos apenas as pesquisas do grupo do Departamento de Hidráulica e Saneamento da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, voltadas para caracterização taxonômica de Archaea em lodos (Vazoller, 1989; 1995; 1997; Vazoller *et al.,* 1988; Badra, 1993) e trabalhos de pesquisa em ecologia molecular em andamento, em colaboração com equipes do CPQBA/UNICAMP e FIOCRUZ. Existe, ainda, uma iniciativa de projeto de pesquisa de arqueas metanogênicas em campos de plantio de arroz irrigado na região Sul do país (EMBRAPA).

A falta de massa crítica de pesquisadores atuantes neste grupo de microrganismos no país foi identificada como uma séria limitação ao desenvolvimento científico e à exploração dos potenciais tecnológico (metanogênese) e biotecnológico destes microrganismos no Brasil.

DIVERSIDADE DE BACTÉRIAS

De modo geral, a descrição de comunidades microbianas requer o emprego de técnicas que não envolvam o cultivo em laboratório, uma vez que apenas uma pequena fração dos organismos na natureza (<1%) é cultivável por meio de técnicas microbiológicas de rotina (Amann *et al.*, 1995).

Estudos baseados na análise direta da diversidade bacteriana em amostras ambientais por meio de métodos moleculares indicam que alguns grupos do Domínio Bacteria apresentam distribuição cosmopolita (Ludwig *et al.,* 1997),

ao passo que outros parecem estar restritos a ambientes particulares (Schlegel & Jannasch, 1992).

Alguns dos grupos filogenéticos de distribuição cosmopolita são bem conhecidos a partir de estudos de isolamento e cultivo, tal como os actinomicetos (Actinobacteria), bacilos Gram-positivos, enterobactérias (Proteobacteria) e Cytophagales. Ao passo que outros são ainda pouco conhecidos/estudados ou não foram ainda detectados por intermédio de cultivo (*e.g.,* Divisões *Acidobacterium,* bactérias verdes não-sulfurosas e *Verrucomicrobia*) e, conseqüentemente, pouco se sabe sobre a sua biologia (Hedlund *et al.,* 1997; Hugenholtz *et al*., 1998a).

Nas últimas décadas, a taxonomia de bactérias sofreu grandes avanços com base em informações derivadas de novas metodologias analíticas (*e.g.,* quimiotaxonomia, composição de bases de DNA, hibridização DNA-DNA, ribotipagem, *etc.*), que possibilitaram a caracterização e diferenciação de organismos antes alocados em grupos heterogêneos através do uso integrado de características fenotípicas e genotípicas, denominado *taxonomia polifásica*.

A filogenia é atualmente uma ferramenta importante na classificação de bactérias. Segundo Hugenholtz *et al*. (1998a, b), o Domínio Bacteria compreende pelo menos 36 divisões (Figura 5). Este número inclui as 12 divisões compiladas no trabalho de Woese, em 1987, baseadas, principalmente, na análise de seqüências de rRNA 16S de organismos cultivados, 12 novas divisões descritas em uma única investigação envolvendo a análise de seqüências de rDNA 16S isoladas diretamente do meio ambiente (Hugenholtz *et al.,* 1998a) e 12 linhas de descendência adicionais, descritas em estudos diversos (Maidak *et al.,* 1997). O termo "divisão" é definido como um grupo filogenético contendo duas ou mais seqüências de rDNA 16S, monofiléticas e não afiliadas com os outro grupos filogenéticos que integram o Domínio Bacteria (Hugenholtz *et al.*, 1998a,b).

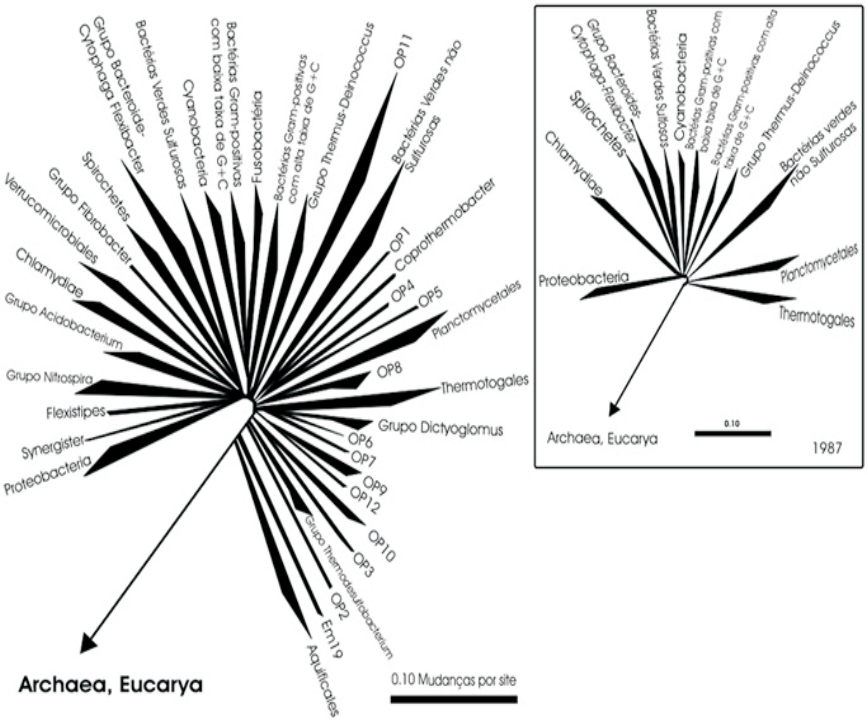


Figura 5. Representação radial dos grupos filogenéticos de Bacteria conhecidos em 1987 (Woese) em comparação com dados de estudos recentes (Hugenholtz *et al*., 1998a). Os setores em cunha indicam a ocorrência de duas ou mais seqüências representativas naquele nível de radiação (Figura reproduzida com permissão da ASM). Grupos denominados por OP são novos grupos sem denominação formal.

Revisões taxonômicas e descrições de novos grupos das bactérias apresentaram um crescimento vertiginoso nos últimos anos. Alterações na nomenclatura e inclusão de novos nomes são controladas pelo "Código de Nomenclatura de Bactérias" (Lapage *et al.,* 1975) e divulgadas em "*Validation Lists*", publicadas trimestralmente no *International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology* (IJSEM, http://www.socgenmicrobiol.org.uk/ijsemmain.htm), que compila novos nomes descritos em trabalhos científicos publicados em periódicos científicos diversos. A divulgação simultânea por meio de um veículo impresso e eletrônico *on-line* (http://ijs.sgmjournals.org/) de circulação internacional e nas bases de dados de nomenclatura disponíveis na Internet (vide http://www.dsmz.de/bactnom/bactname.htm e links para outras bases citadas naquele *site*) são fatores que permitem a atualização rápida de pesquisadores em diferentes áreas de pesquisa em bacteriologia.

Segundo dados da época de realização deste levantamento, bactérias e arqueas compreendem um total de 4.314 espécies com descrição taxonômica válida, distribuídas em 849 gêneros (http://www.dsmz.de/bactnom/bactname.htm). A classificação hierárquica dos táxons no Domínio Bacteria pode ser encontrada no *site* do NCBI Taxonomy Homepage (http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/tax.html). Uma descrição dos diversos grupos de bactérias pode ser encontrada na revisão de Canhos *et al.* (1999).

Estudos de diversidade de bactérias em ecossistemas brasileiros ainda são escassos e principalmente direcionados ao emprego de metodologias de isolamento e cultivo.

Grupos de pesquisa em diversidade de bactérias no Brasil

O número de grupos de pesquisa e pesquisadores atuantes em estudos de sistemática e diversidade de bactérias no Brasil é bastante restrito. Os grupos com registro de publicações nos últimos 5-10 anos estão localizados principalmente na região Sudeste do país.

Durante o levantamento, foram detectados diversos grupos com publicações recentes, dos quais alguns apresentaram linhas de pesquisa emergentes na área de ecologia molecular microbiana (Rosado *et al.,* 1997; Coutinho *et al*., 1999). Contudo, os grupos taxonômicos estudados no país são bastante limitados. Muitas vezes os organismos são caracterizados taxonomicamente em nível de gênero ou apenas quanto a propriedades tecnológicas de interesse. Dentre os principais temas de pesquisa e publicações encontradas nas buscas bibliográficas, podemos ressaltar as seguintes:

- diversidade e aplicação de bactérias em biorremediação ambiental de áreas poluídas (Pellizari *et al.*, 1996);
- bactérias degradadoras de resíduos de pesticidas (Esposito *et al.,* 1998);
- biodigestão de compostos recalcitrantes em efluentes industriais (Souza *et al.,* 1991; Vazoller, 1995; 1997);
- prospecção (*screening*) de microrganismos para produção e(ou) biotransformação de compostos de diferentes classes químicas (Salva *et al.,* 1997; Cagnon *et al.,* 1998);
- estudo sistemático de bactérias fitopatogênicas de importância agrícola (Robbs, 1981; Jabuonsky *et al.,* 1986; Malavolta-Júnior, 1996; Beretta *et al.,* 1997; Machado *et al.*, 1997; Rosato *et al.,* 1998);
- diversidade de bactérias de origem ambiental, contaminantes de processos de produção industrial de sucos (Figura 6) e outros tipos de alimentos (Jobin *et al.,* 1997; Pinhati *et al.,* 1997; Alfenas, 1999);

- diversidade de bactérias fixadoras de nitrogênio endofíticas, simbiontes ou de vida livre (Rumjanek *et al.,* 1993; Neves & Rumjanek, 1997; Rosado *et al.,* 1997; 1998; Seldin *et al.,* 1998; Coutinho *et al.,* 1999; Oliveira *et al.,* 1999; Reinhardt *et al.,* 1999);
- diversidade de bactérias patogênicas de importância veterinária (Lange *et al.,* 1999);
- diversidade de bactérias associadas a doenças humanas e riscos para saúde pública (Sanchez, 1986; Matté, 1993; 1995; Rivera *et al.,* 1995; Rivera & Martins, 1996; Higuti *et al.,* 1998; Tomasz *et al.*, 1998; Santos *et al.,* 1999).

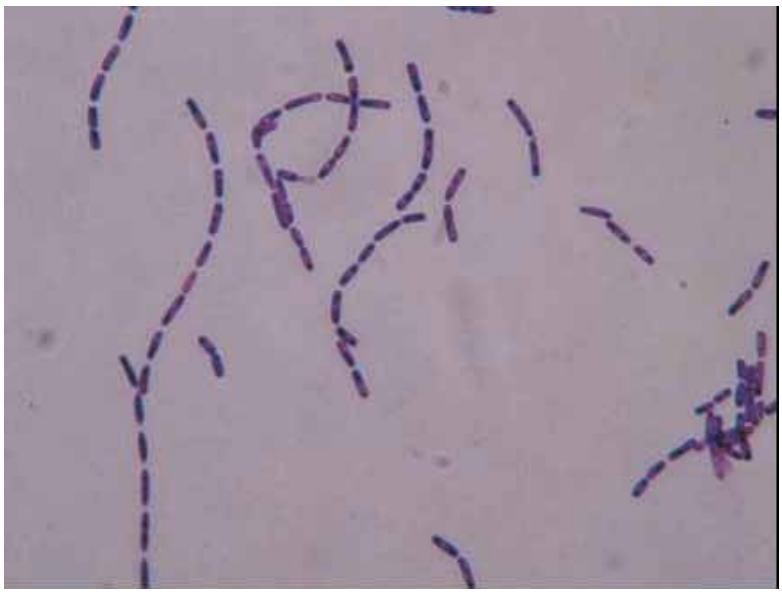


Figura 6. Bactérias acidofílicas-termofílicas esporuladas do gênero *Alicyclobacillus* isoladas de sucos de laranja termoprocessados, capazes de crescer em pH 3,5 e temperatura ótima ao redor de 60°C (CBMAI 0114, coloração de Gram; Créditos: Patrícia Mariana Zachello, CPQBA/UNICAMP).

DIVERSIDADE DE FUNGOS FILAMENTOSOS E LEVEDURAS

Os fungos constituem um grupo microbiano cosmopolita extremamente diverso, com uma ampla variedade de morfologias, metabolismos e *habitats*. Levantamentos estimativos da década de 1990 (Hawksworth, 1991a,b) propuseram que apenas 5% da diversidade de fungos seria conhecida, com aproximadamente 72.000 espécies descritas na literatura. Se esta estimativa for correta, os fungos representam um dos grupos microbianos com o maior número de espécies na natureza, aproximando-se da casa dos 1,5 milhões de espécies estimadas (Hawksworth, 2001).

Estes organismos podem ser alocados, de acordo com aspectos morfológicos, reprodutivos e filogenéticos, em diferentes grupos taxonômicos: Ascomycota, Zigomycota/Trichomycota, Glomeromycota, Deuteromycota, Chytridiomycota e Stramenopila (Hyphochytridiomycota, Labyrinthulomycota e Oomycota). Uma ilustração das relações evolutivas entre os grupos é apresentada na Figura 7. A diversidade de espécies nestes grupos e a estimativa de espécies conhecidas no Brasil, baseado em diversos autores, são apresentadas na Tabela 4.

Devido à extensa literatura acumulada a partir de levantamentos realizados há mais de um século no país, os fungos podem ser considerados como um dos grupos de microrganismos comparativamente mais estudados no Brasil.

Apesar do volume de informações disponível na literatura ser extenso, este grupo de microrganismos apresenta uma grande diversidade de espécies e genética ainda por serem estudadas.

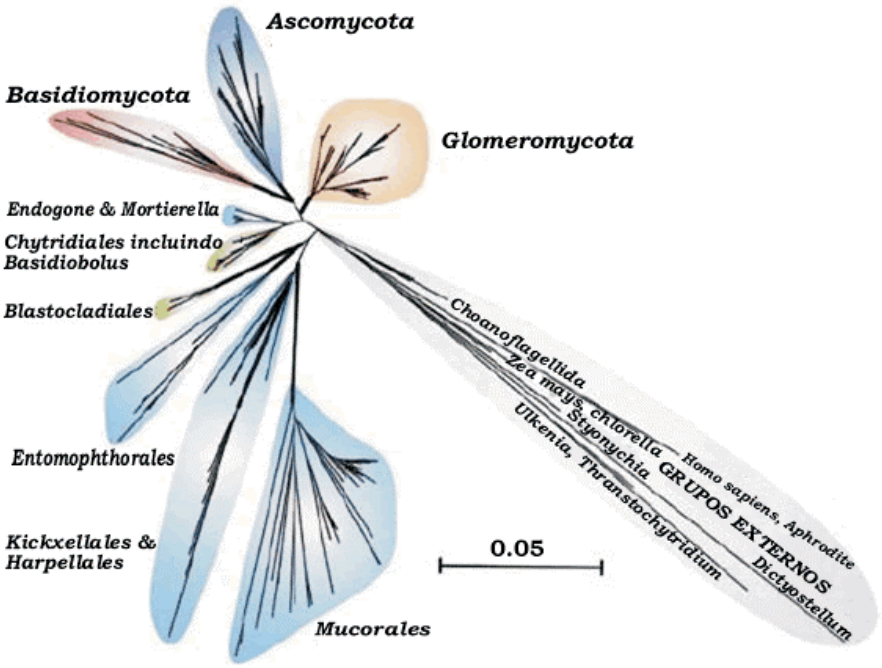


Figura 7. Filogenia de fungos baseada na análise de seqüências de rDNA 16S. Zygomycota e Chytridiomycota não formam grupos monofiléticos e são apresentados na árvore por táxons representativos dos grupos (Fonte: Schüsser *et al.,* 2001).

Tabela 4. Diversidade de espécies de fungos no Brasil e no mundo[a].

Grupo taxonômico	Nº. de espécies conhecidas no mundo	Nº. de espécies conhecidas no Brasil
Reino Fungi		
Filo Ascomycota		
Classe Ascomycetes (46 ordens)	32.267	N.d.[b]
Filo Zigomycota		
Classe Zygomycetes (7 ordens, 125 gêneros)	867	165
Classe Trichomycetes (4 ordens, 48 gêneros)	189	N.d.
Filo Deuteromycota		
Classes Hyphomycetes, Coelomycetes e Agonomycetes (2.600 gêneros)	15.000	N.d.
Filo Chytridiomycota	793	93
Reino Stramenopila		
Filo Hyphochytridiomycota	24	4
Filo Labyrinthulomycota	42	4
Filo Oomycota	694	133

[a] Baseado em Grandi (1999), Milanez (1999a, b), Rodrigues-Heerklotz & Pfenning (1999), e Trufem (1999). [b]N.d. = não determinado. Compreende as estimativas de espécies dos fungos micorrízicos arbusculares, recentemente reclassificados em um novo filo, Glomeromycota (Schüsser *et al.,* 2001).

Uma revisão extensa sobre a diversidade e ocorrência de fungos pode ser encontrada na compilação de Canhos e Vazoller (1999). Neste levantamento é ressaltada a existência de uma extensa bibliografia sobre fungos brasileiros, resultante de pesquisas realizadas no final do século 19 e nas décadas de 1970 e 1980, principalmente por cientistas estrangeiros, e estudos recentes na década de 1990 por pesquisadores brasileiros, voltados para levantamentos de diversidade de espécies em diversas regiões brasileiras. (Vide revisões em Grandi, 1999; Trufem, 1999; Rodrigues-Heerklotz & Pfenning, 1999). Alguns estudos enfocam biomas únicos do Brasil, como o Cerrado (Dianese *et al*., 1997), região Amazônica e região Nordeste (da Silva & Minter, 1995).

Estudos aplicados têm sido também direcionados para áreas de reflorestamento para extrativismo de madeira, enfocando interações entre fungos micorrízicos e plantas (Giachini, 1995; Giachini & Oliveira, 1966), e para associações entre fungos e animais (Rosa *et al.,* 1999), sendo estas últimas ainda pouco estudadas em regiões tropicais.

Grupos de pesquisa em diversidade de fungos no Brasil

No levantamento realizado recebemos respostas de apenas um grupo de pesquisa atuante em Micologia, e complementamos os dados com levantamentos realizados nas bases de dados anteriormente indicadas.

No tocante a recursos humanos, o Brasil tem tradição de pesquisa e formação de micologistas em diversas universidades e institutos de pesquisa. Durante o levantamento, foram identificados alguns grupos de pesquisa, salientando-se:

- CNPMA/EMBRAPA, Dr. Itamar Soares de Mello: fungos entomopatogênicos, endofíticos e utilizados em controle biológico (Figura 8);
- Instituto Biológico de São Paulo, Laboratório de Micologia Fitopatológica (SP): caracterização e taxonomia de fungos fitopatogênicos e ferrugens (Figura 9);
- Instituto de Botânica (São Paulo, SP), Dr. Adauto Ivo Milanez e Drª. Rosely Ana Piccolo Grandi: taxonomia e diversidade de fungos aquáticos zoospóricos e não-zoospóricos em ambientes lóticos e lênticos, diversidade de fungos terrestres, micorrízicos e decompositores;
- Instituto de Medicina Tropical (IMT, São Paulo, SP): Dr. Carlos da Silva Lacaz e Drª. Natalina Takahashi de Melo: identificação de fungos patogênicos ao homem e outros animais;



Figura 8. Esporos do fungo filamentosos *Trichoderma stromaticum* visualizado ao microscópio eletrônico de varredura (Créditos: Itamar Soares de Mello, CNPMA/EMBRAPA).

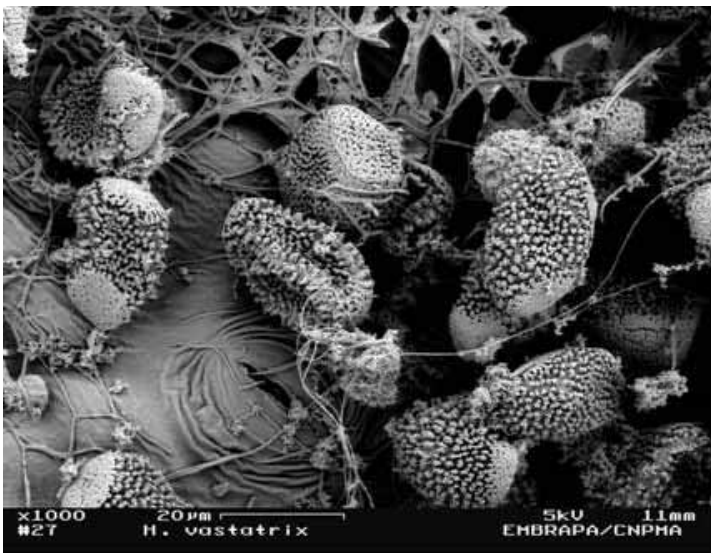


Figura 9. Ferrugem *Hemileia vastartrix* visualizada ao microscópio eletrônico de varredura (Créditos: Itamar Soares de Mello, CNPMA/EMBRAPA).

- Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ, Departamento de Micologia, Rio de Janeiro, RJ), Drª. Katia Ferreira Rodrigues: taxonomia de fungos filamentosos de regiões tropicais;
- Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Rio Claro (SP): Drª. Sâmia Maria Tauk-Tornisielo: diversidade de fungos filamentosos em solo e folhedo de áreas de mata (Reserva Ecológica Juréia-Itatins); Dr. Fernando Carlos Pagnocca: taxonomia de leveduras associadas a formigas;
- Universidade do Amazonas (Manaus, AM), Drª. Maria Francisca Simas Teixeira: diversidade de fungos biodeteriogênicos;
- Universidade de Brasília (DF): Dr. José Carmine Dianese: diversidade de fungos do Cerrado;
- Universidade de Viçosa (MG), Dr. Arnaldo Chaer Borges e Drª. Maria Catarina Megumi Kasuya: fungos micorrízicos em espécies de *Pinus* e *Eucalyptus*;
- Universidade de São Paulo, ESALQ (Piracicaba, SP), Dr. Tasso Leo Krugne: fungos fitopatogênicos;
- Universidade Federal de Minas Gerais (Belo Horizonte, MG), Dr. Carlos Augusto Rosa: taxonomia de leveduras ascomicéticas;
- Universidade Federal de Pernambuco (Recife, PE), Drª. Leonor Costa Maia: diversidade de fungos de solo e folhedo, micorrizas arbusculares (Gomales); Drª. Neiva Tinti de Oliveira: diversidade de fungos fitopatogênicos; Drª. Laise de Holanda Cavalcanti: diversidade de Myxomycetes;
- Universidade Federal do Rio de Janeiro (Rio de Janeiro, RJ): Dr. Allen Norton Hagler: taxonomia de leveduras ascomicéticas (Figura 10);
- Universidade Federal de Santa Catarina (Florianópolis, SC), Drª. Veturia Lopes de Oliveira: taxonomia de Holobasidiomycetes associados a espécies de *Pinus* e *Eucalyptus.*

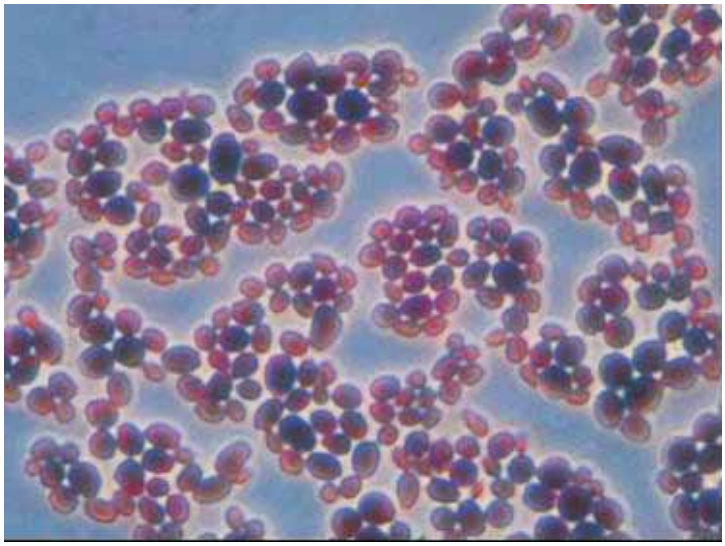


Figura 10. Aspecto morfológico de células da levedura *Saccharomyces cerevisiae* observadas no microscópio óptico (CBMAI 0194; Créditos: Patrícia Mariana Zachello, CPQBA/UNICAMP).

Podem ser destacadas algumas coleções de referência de fungos no país, como a Coleção de Culturas do Instituto de Botânica (São Paulo, SP), Coleção de Culturas DPUA (Universidade do Amazonas), Coleção de Culturas de Fungos Ectomicorrízicos do Departamento de Microbiologia (Universidade Federal de Santa Catarina), Coleção do Departamento de Micologia da FIOCRUZ (Rio de Janeiro, RJ), Micoteca da Universidade Federal de Pernambuco e Micoteca do Instituto de Medicina Tropical de São Paulo (IMT).

Infelizmente, a infra-estrutura e *know-how* taxonômico de coleções especializadas de microrganismos no país ainda não têm capacidade para absorver e identificar a diversidade de material derivado de estudos de biodiversidade de fungos no país. Assim, grande parte do material coletado e linhagens-referência associadas a descrições taxonômicas acaba sendo depositada em coleções de cultura e herbários no exterior.

DIVERSIDADE DE PROTOZOA

Os protozoários (Protozoa) representam um grupo polifilético de organismos eucarióticos (Eucarya) resultante de radiações filogeneticamente distintas (Maidak *et al.,* 1997). Estes organismos são agrupados em um mesmo grupo taxonômico por meio de critérios, primariamente, de morfologia, porém apresentam considerável diversidade morfológica e fisiológica, sendo alguns grupos estudados como fungos (mixomicetos) e outros como protozoários *sensu strictu* (Sub-reino Protozoa).

Protozoários são comumente encontrados em ambientes aquáticos marinhos e de água doce; podem também ocorrer em associações com animais e plantas. A diversidade de espécies destes organismos é apresentada na Tabela 5.

Tabela 5. Diversidade de espécies de Protozoa no Brasil e no mundo[a].

Grupo taxonômico	Nº. de espécies conhecidas no mundo	Nº. de espécies conhecidas no Brasil
Reino Protista		
Filo Acrasiomycota (4 gêneros)	12	N.d.[b]
Filo Dictyosteliomycota (4 gêneros)	46	N.d.
Filo Myxomycota[c]	720	175
Filo Plasmodiophoromycota (10 gêneros)	29	4
Sub-reino Protozoa		
Filos Actinopoda, Ciliophora, Eumycetozoa, Foraminifera, Kinetoplastida, Microsporidia, Myxozoa, Polymastigata, Rhizopoda, Sarcomastigophora e Sporozoa	36.000	>69

[a] Baseado em Milanez (1999c) e Godinho & Regali-Seleghim (1999). [b]N.d. = não determinado. [c]Os mixomicetos são ainda comumente enquadrados como fungos.

Grupos de pesquisa em diversidade de protozoários no Brasil

Neste levantamento, foram recuperados poucos dados de pesquisas ou pesquisadores relacionados à diversidade de protozoários no Brasil. Uma compilação sobre a diversidade deste grupo de organismos, *habitats*, ocorrências relatadas no Brasil e grupos de pesquisas pode ser encontrada no capítulo de Biodiversidade em Água Doce (O. Rocha, Volume II desta obra) e na revisão de Godinho & Regali-Seleghim (1999). Nestes trabalhos, é salientada a ausência de especialistas em diversos grupos (*e.g.,* Acrasiomycota, Dictyosteliomycota e Plasmodiophoromycota) e de coleções representativas no Brasil.

As principais coleções de culturas brasileiras para mixomicetos estão localizadas na Universidade Federal de Pernambuco (Recife, PE), UNESP, Campus de Botucatu (SP), e Universidade de Santa Cruz do Sul (RS). Em relação a protozoários, poucas espécies são mantidas na coleção de pesquisa do Laboratório de Ecologia de Microorganismos Aquáticos (LEMA, Departamento de Ecologia e Biologia Evolutiva, Universidade Federal de São Carlos).

Dentre os grupos de pesquisa em mixomicetos e protozoários levantados nas consultas realizadas, podem ser citados:

- Departamento de Botânica, Instituto de Biociências, UNESP, Campus de Botucatu (SP), Drª. Rita Sindônia Cássia: taxonomia de mixomicetos;
- Instituto Evandro Chagas (PA), Dr. Ralph Lainson: taxonomia de protozoários parasitas;
- Laboratório de Fitoplâncton e Microorganismos Marinhos, Fundação Universidade do Rio Grande (Rio Grande, RS), Drª. Clarisse Odebrecht: taxonomia e ecologia de protozoários aquáticos;
- LEMA (UFSCar), com estudos de protozoários de água doce e diversas publicações na área em diferentes biomas brasileiros (Barbieri & Godinho-Orlandi, 1989; Hardoim & Heckman, 1996; Hardoim, 1997);
- Universidade do Estado do Rio de Janeiro (UERJ, Rio de Janeiro, RJ), Dr. Alexandre Ribeiro Bello; Dr. José Roberto Machado e Silva, e Dr. Octávio Fernandes da Silva Filho: taxonomia polifásica, filogenia e evolução de protozoários parasitas endêmicos e emergentes;
- Universidade Federal da Paraíba (UFPB, João Pessoa, PB), Dr. Roberto Sassi: sistemática de protozoários microzooplanctônicos marinhos;

- Universidade Federal do Mato Grosso, Drª. Edna Lopes Hardoim: taxonomia de tecamebas;
- Universidade Federal do Paraná (CEM - Centro de Estudos do Mar, Pontal do Sul, PR), Dr. Tarcisio Alves Cordeiro: taxonomia de protozoários planctônicos marinhos;
- Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ, Rio de Janeiro, RJ): taxonomia de protozoários bentônicos e planctônicos, protozoários comensais e simbiontes em ambientes aquáticos marinhos e de água doce; Dr. Inácio da Silva Neto: taxonomia de ciliados marinhos.

DIVERSIDADE DE VÍRUS

Os vírus representam um grupo diversos de parasitas celulares obrigatórios, comumente classificados como "microrganismos". A classificação destes organismos como seres vivos *sensu stricto* é controversa, uma vez que os vírus somente se reproduzem e desempenham funções biológicas nas células do hospedeiro, e podem ocorrer na natureza como fragmentos de ácido nucléico associados a cápsulas protéicas, destituídos de organelas e sem capacidade replicativa, ou ainda como viróides e príons.

A taxonomia e classificação dos vírus são regidas pelo International Committee on Taxonomy of Viruses (ICTV; http://www.ncbi.nlm.nih.gov/ICTV/). A definição de espécies é politética, baseada na análise de diversas propriedades, embora nenhuma delas seja considerada essencial ou necessária para inclusão de um organismo no grupo. As principais características consideradas na classificação de vírus são: tipo de ácido nucléico (RNA ou DNA), número de fitas, número de segmentos, tipo de replicação, sentido da fita (em vírus de RNA), forma da capa protéica e presença ou ausência de membrana envoltória (Murphy *et al*., 1995; Rácz *et al.,* 1999).

Na época deste levantamento, eram descritas 71 famílias, 164 gêneros e mais de 3.600 espécies de vírus, listados no *Index Virum* (http://life.anu.edu.au/viruses/indxvir2.htm) e *Universal Virus Database* (ICTVdb; http://life.anu.edu.au/viruses/ICTVdB/ictvdb.htm). As principais características dos diferentes gêneros de vírus encontram-se descritas na Tabela 6.

Tabela 6. Principais características das famílias e gêneros sem classificação definida de vírus.[a]

Família ou gênero	Morfologia	Envelope	Ácido nucléico	Configuração	Hospedeiro
Adenoviridae	Icosaédrica	-	dsDNA	1 linear	Vertebrados
African swine fever-like virus	Esférica	+	dsDNA	1 linear	Vertebrados
Arenaviridae	Esférica	+	ssRNA	2 - linear	Vertebrados
Arterivirus	Esférica	+	ssRNA	1 + linear	Vertebrados
Astroviridae	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Vertebrados
Baculoviridae	Baciliforme	+	dsDNA	1 circular	Invertebrados
Badnavirus	Baciliforme	-	dsDNA	1 circular	Plantas
Barnaviridae	Baciliforme	-	ssRNA	1 + linear	Fungos
Birnaviridae	Icosaédrica	-	dsRNA	2 linear	Vertebrados e invertebrados
Bromoviridae	Icosaédrica	-	ssRNA	3 + linear	Plantas
Bunyaviridae	Esférica	+	ssRNA	3 - linear	Vertebrados, invertebrados e plantas
Caliciviridae	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Vertebrados

(continua)

Tabela 6 (continuação)

Família ou gênero	Morfologia	Envelope	Ácido nucléico	Configuração	Hospedeiro
Capillovirus	Bastonete	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Carlavirus	Bastonete	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Caulimovirus	Icosaédrica	-	dsDNA	1 circular	Plantas
Circoviridae	Icosaédrica	-	ssDNA	X circular	Vertebrados
Closterovirus	Bastonete	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Comoviridae	Icosaédrica	-	ssRNA	2 + linear	Plantas
Coronaviridae	Pleomórfica	+	ssRNA	1 + linear	Vertebrados
Corticoviridae	Icosaédrica	-	dsDNA	1 circular	Bactérias
Cystoviridae	Isométrica	+	dsRNA	3 linear	Bactérias
Dianthovirus	Icosaédrica	-	ssRNA	2 + linear	Plantas
Enamovirus	Icosaédrica	-	ssRNA	2 + linear	Plantas
Filoviridae	Baciliforme	+	ssRNA	1 - linear	Vertebrados
Flaviviridae	Esférica	+	ssRNA	1 + linear	Vertebrados e invertebrados
Furovirus	Bastonete	-	ssRNA	2 + linear	Plantas
Fuselloviridae	Formato de limão	+	dsDNA	1 circular	Bactérias
Geminiviridae	Isométrica	-	ssDNA	1, 2 circular	Plantas
Hepadnaviridae	Icosaédrica	-	ssDNA	1 circular	Vertebrados
Herpesviridae	Icosaédrica	+	dsDNA	1 linear	Vertebrados
Hordeivirus	Helical	-	ssRNA	3 + linear	Plantas
Hypoviridae	Pleomórfica	+	dsRNA	1 linear	Fungos
Idaeovirus	Icosaédrica	-	ssRNA	2 + linear	Plantas
Inoviridae	Bastonete	-	ssDNA	1 circular	Bactérias e micoplasmas
Iridoviridae	Icosaédrica	+	dsDNA	1 linear	Vertebrados e invertebrados
Leviviridae	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Bactérias
Lipothrixviridae	Bastonete	+	dsDNA	1 linear	Bactérias
Luteovirus	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Machlomovirus	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Marafivirus	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Microviridae	Icosaédrica	-	dsDNA	1 circular	Bactérias
Myoviridae	Fago com cauda	-	dsDNA	1 linear	Bactérias
Necrovirus	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Nodaviridae	Icosaédrica	-	ssRNA	2 + linear	Invertebrados
Orthomyxoviridae	Esférica	+	ssRNA	8 - linear	Vertebrados
Papovaviridae	Icosaédrica	-	dsDNA	1 circular	Vertebrados
Paramyxoviridae	Helical	+	ssRNA	1 - linear	Vertebrados
Partitiviridae	Icosaédrica	-	dsRNA	2 linear	Fungos e plantas
Parvoviridae	Icosaédrica	-	ssDNA	1 - linear	Vertebrados e invertebrados
Phycodnaviridae	Icosaédrica	-	dsDNA	1 + linear	Algas
Picornaviridae	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Vertebrados e invertebrados
Plasmaviridae	Pleomórfica	+	dsDNA	1 circular	Micoplasmas
Podoviridae	Fago com cauda	-	dsDNA	1 linear	Bactérias
Polydnaviridae	Bastonete fusiforme	+	dsDNA	X supercoiled	Invertebrados
Potexvirus	Bastonete	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Potyviridae	Bastonete	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Poxviridae	Ovóide	+	dsDNA	1 linear	Vertebrados e invertebrados

(continua)

Tabela 6 (continuação)

Família ou gênero	Morfologia	Envelope	Ácido nucléico	Configuração	Hospedeiro
Reoviridae	Icosaédrica	-	dsRNA	10 - 12 linear	Vertebrados, invertebrados e plantas
Retroviridae	Esférica	+	ssRNA	dímero 1 +linear	Vertebrados
Rhabdoviridae	Baciliforme	+	ssRNA	1 - linear	Vertebrados, invertebrados e plantas
Rhizidiovirus	Icosaédrica	-	dsDNA	1 linear	Fungos
Sequiviridae	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Siphoviridae	Fago com cauda	-	dsDNA	1 linear	Bactérias
Sobemovirus	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Tectiviridae	Icosaédrica	-	dsDNA	1 linear	Bactérias
Tenuivirus	Amorfa	N.d.	ssRNA	4-5 +/- linear	Plantas
Tetraviridae	Icosaédrica	-	ssRNA	1, 2 + linear	Invertebrados
Tobamovirus	Bastonete	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Tobravirus	Bastonete	-	ssRNA	2 + linear	Plantas
Togaviridae	Esférica	+	ssRNA	1 + linear	Vertebrados e invertebrados
Tombusviridae	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Totiviridae	Icosaédrica	-	dsRNA	1 + linear	Fungos e protozoários
Trichovirus	Helical	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Tymovirus	Icosaédrica	-	ssRNA	1 + linear	Plantas
Umbravirus	N.d.	N.d.	ssRNA	1 + linear	Plantas

[a] Baseado em Murphy *et al.* (1995).

Grupos de pesquisa em diversidade de vírus no Brasil

Apesar de existirem no país diversos grupos de pesquisa atuantes em virologia clínica, vírus entomopatogênicos e fitopatologia, na pesquisa realizada foram recuperados poucos dados relacionados a pesquisas direcionadas para caracterização da diversidade viral, sua taxonomia e filogenia.

As publicações científicas recuperadas das buscas nas bases de dados apontam para um número reduzido de grupos de pesquisa com estudos na área de filogenia e diversidade de vírus no Brasil, entre eles:

- Instituto Oswaldo Cruz/FIOCRUZ, Departamento de Virologia (Rio de Janeiro, RJ): taxonomia e filogenia de vírus;
- Universidade de Brasília, Departamento de Fitopatologia (DF), Dr. Elliot Watanabe Kitajima (atualmente na ESALQ/Piracicaba) e Dr. Renato de Oliveira Resende: taxonomia de vírus de plantas;
- Universidade de São Paulo (USP/SP), Drª. Dolores Ursula Mehnert: diversidade de vírus entéricos animais;
- Universidade de São Paulo (USP/SP), Dr. Paolo Marinho de Andrade Zanotto: taxonomia e filogenia de vírus.

Após a finalização da pesquisa de dados, foi montada, em 2002, com apoio da FAPESP, a Rede de Diversidade Genética de Vírus (*Viral Genetic Diversity Network* – VGDN; http://watson.fapesp.br/virus/menu.htm), objetivando a integração de diversos grupos de pesquisadores no estado de São Paulo em projetos de caracterização da diversidade de vírus patogênicos de importância no país, incluindo HIV-1, HCV, RSV e hantavirus. Esta rede congrega laboratórios de seqüenciamento, análise filogenética e epidemiologia, constituindo uma iniciativa expressiva de pesquisa nesta área.

CONSIDERAÇÕES FINAIS E CONCLUSÕES

Por meio de análise de dados do levantamento realizado e da avaliação das publicações indexadas em bases de dados, pode se perceber que, com poucas exceções, a grande maioria dos estudos de caracterização da diversidade microbiana no país apresenta as seguintes características em comum:

a. caracterização taxonômica primária do material de estudo, algumas vezes com enquadramento taxonômico apenas em nível de gênero;

b. limitações na aplicação de metodologias de caracterização em nível de espécie para diversos grupos de microrganismos, devido à inexistência de especialistas no país;

c. estudos de caracterização infra-específica, com aplicação de metodologias de caracterização de diversidade genética dos organismos, são limitados a alguns poucos trabalhos em ecologia molecular microbiana.

Uma preocupação constante nos diversos grupos de pesquisa analisados foi definida como a necessidade de "treinamento/aprimoramento em taxonomia e sistemática" nos grupos de microrganismos em estudo. Contudo, cabe ressaltar que a aplicação de metodologias clássicas de caracterização taxonômica apresenta grandes limitações para o estudo da maioria dos táxons de microrganismos de ocorrência ambiental.

A caracterização taxonômica convencional (morfológica e bioquímica) é de aplicação limitada aos grupos de microrganismos passíveis de isolamento e cultivo em condições de laboratório, porém não é adequada para estudo rotineiro de organismos fastidiosos ou ainda não cultivados. Esta abordagem apresenta limitações para o estudo de microrganismos isolados de amostras ambientais, devido à variabilidade fenotípica comumente verificada nos organismos oriundos de ambientes naturais, sujeitos à pressão de agentes seletivos e a grandes amplitudes de parâmetros que podem afetar o seu crescimento e sobrevivência.

O treinamento de pessoal e a implantação de infra-estrutura para realização de metodologias moleculares de caracterização taxonômica e aplicação de métodos de ecologia molecular em estudos de diversidade microbiana, a curto e médio prazo, são altamente desejáveis e necessárias para o aprimoramento do conhecimento da diversidade microbiana no país. A aplicação de métodos moleculares traria um impacto significativo no nível de resolução taxonômica, na qualidade científica da pesquisa e na produtividade dos grupos de pesquisa, tornando-os competitivos em nível internacional, além de possibilitar a solução de problemas taxonômicos relacionados à caracterização e definição de novos táxons em diversos grupos de microrganismos.

Divulgação, treinamento e implantação de métodos de ecologia molecular microbiana e análise filogenética são necessários para a maioria dos grupos de pesquisa analisados. Seqüenciamento e análise filogenética de rDNA 16S e outros semantídeos representam metodologias relativamente rápidas e adequadas para alocação de organismos ainda não descritos na literatura em grupos taxonômicos em nível de família e(ou) gênero, permitindo a seleção de organismos-referência para comparações e descrições taxonômicas. Esta metodologia é facilmente aplicável na caracterização de arqueas, bactérias, fungos filamentosos, leveduras e protozoários.

A estruturação e difusão de programas induzidos de treinamento e pesquisa em taxonomia e sistemática microbianas são fundamentais para o desenvolvimento desta área no país.

A exploração tecnológica dos recursos microbianos é uma alternativa ainda muito pouco explorada no Brasil, porém é um componente promissor para programas de desenvolvimento científico e tecnológico de médio e longo prazo.

Durante a realização do estudo, percebemos ainda a necessidade de atualização dos descritores das áreas de atuação profissional nas bases de conhecimento consultadas. O vocabulário de palavras-chave utilizado necessita ser modernizado e adequado às linhas de pesquisa atuais em Microbiologia, pois são, atualmente, muito limitados. Podemos citar, como exemplos, as áreas de sistemática e taxonomia, e mesmo microbiologia ambiental, que não constam como campos no subgrupo de Microbiologia. A atualização e introdução de novos descritores tornariam viáveis a realização de buscas estruturadas e representativas de profissionais atuantes em diversas áreas de microbiologia sistemática e biodiversidade microbiana, com grande eficiência e rapidez.

Agradecimentos

A Thomas Michael Lewinsohn, pela oportunidade oferecida e constante motivação na realização deste trabalho. A Manuela da Silva e Lyriam Lobo Rosa Marques, pela ajuda na organização e tabulação dos dados amostrados. A Charles Henrique de Araújo e Geraldo Sorte, do CNPq/MCT, pelo auxílio na realização das buscas no Sistema Lattes em 2003. Aos pesquisadores e colegas que forneceram imagens para ilustração do texto e auxiliaram na discussão dos resultados.

REFERÊNCIAS

ALFENAS, R.D. Thermoresistence of acid producing psychrotrophic bacteria isolated from milk. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 49, n. 1, p. 72-75, 1999

AMANN, R.I.; LUDWIG, W.; SCHLEIFER, K.H. Phylogenetic identification and *in situ* detection of individual microbial cells without cultivation. **Microbiological Reviews**, v. 59, p. 143-169, 1995.

ATLAS, R.M.; BARTHA, R. **Microbial ecology:** fundamentals and applications. 4. ed. CA, USA: Redwood, Benjamin Cumins, 1998.

BADRA, R.J. **Isolamento e caracterização de bactérias metanogênicas de um aterro experimental**. São Carlos, 1993. Dissertação (Mestrado) – Escola de Engenharia de São Carlos/USP.

BALKWILL, D.L.; REEVES, R.H.; DRAKE, G.R.; REEVES, J.Y.; CROCKER, F.H.; KING, M.B.; BOONE, D.R. Phylogenetic characterization of bacteria in the subsurface microbial culture collection. **FEMS Microbiological Reviews**, v. 20, p. 201-216, 1997.

BARBIERI, S.M.; GODINHO-ORLANDI, M.J.L. Planktonic protozoa in a tropical reservoir: temporal variations in abundance and composition. **Revue d'Hydrologie Tropicale**, v. 22, n. 4, p. 275-285, 1989.

BARNS, S.M.; FUNDYGA, R.E.; JEFFRIES, M.W.; PACE, N.R. Remarkable archaeal diversity detected in a Yellowstone National Park hot spring environment. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA,** v. 91, p. 1609-1613, 1994.

BÉJÀ, O.; KOONIN, E.V.; ARAVIND, L.; TAYLOR, L.T.; SEITZ, H.; STEIN, J.L; BENSEN, D.C.; FELDMAN, R.A.; SWANSON, R.V.; DELONG, E.F. Comparative genomic analysis of archaeal genotypic variants in a single population and in two different oceanic provinces. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 68, n. 1, p. 335-345, 2002.

BERRETA, M.J.G.; BARTHE, G.A.; CECCARDI, T.L.; LEE, R.F.; DERRICK, K.S. A survey for strains of *Xylella fastidiosa* in Citrus affected by citrus variegated chlorosis and Citrus blight in Brazil. **Plant Disease**, v. 81, p. 1196-1198, 1997.

BORNEMA, J.; TRIPLETT, E.W. Molecular microbial diversity in soils from eastern Amazonia: evidence for unususal microorganisms and microbial population shifts associated with deforestation. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 63, p. 2647-2653, 1997.

BULL, A.T.; GOODFELLOW, M.; SLATER, J.H. Biodiversity as a source of innovation in biotechnology. **Annual Review of Microbiology**, v. 46, p. 219-252, 1992.

BULL, A.T.; WARD, A.C.; GOODFELLOW, M. Search and discovery strategies for biotechnology: the paradigm shift. **Microbiology and Molecular Biology Reviews**, v. 64, n. 3, p. 573-606, 2000.

CAGNON, J.R.; PORTO, A.L.M.; MANFIO, G.P.; EGUCHI, S.Y.; MARSAIOLI, A.J. First evaluation of the Brazilian microorganisms biocatalytic potential. **Chemosphere**, v. 38, n. 10, p. 2237-2242, 1999.

CANHOS, V.P.; MANFIO, G.P. **Recursos Microbiológicos para Biotecnologia**. 2001. Disponível em: http://www.mct.gov.br/Temas/biotec/Tendencias%20_Vanderlei%20Fina_.pdf.

CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed). Microrganismos e Vírus. JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Série: Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil:** síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, v. 1, 1999.

CANHOS, V.P.; MANFIO, G.P.; VAZOLLER, R.F.; PELIZZARI, V.H. Domínio Bacteria. In: CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed.). Microrganismos e Vírus. JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Série: Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil:** síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, v. 1, 1999.

CANHOS, V.P.; SOUZA, S.; CANHOS, D.A.L. (Ed.). **Catálogo nacional de linhagens**. Bactérias - volume I. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello, 1989.

CHANDLER, D.P.; BROCKMAN, F.J.; BAILEY, T.J.; FREDRICKSON, J.K. Phylogenetic diversity of archaea and bacteria in a deep subsurface paleosol. **Microbial Ecology**, v. 36, p. 37-50, 1998.

COUTINHO, H.L.C.; OLIVEIRA, V.M.; LOVATO, A.; MAIA, A.H.N.; MANFIO, G.P. Evaluation of the diversity of rhizobia in Brazilian agricultural soils cultivated with soybeans. **Applied Soil Ecology**, v. 13, n. 2, p. 159-167, 1999.

DA SILVA, M.; MINTER, D.W. Fungi from Brazil recorded by Batista and co-workers. **Mycological Papers**, v. 169, p. 1-585, 1995.

DELONG, E.F. Archaea in coastal marine environments. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA**, v. 89, p. 5685-5689, 1992.

_____. Everything in moderation: archaea as 'non-extremophiles'. **Current Opinion in Genetics and Development**, v. 8, p. 649-654. 1998.

DIANESE, J.C.; MEDEIROS, R.B.; SANTOS, L.T.P. **Biodiversity of microfungi found on native plants of the Brazilian Cerrado**. Diversity of tropical microfungi. University of Hong Kong Press., p. 367-409, 1997.

ESPOSITO, E.; PAULILLO, S.M.; MANFIO, G.P. Biodegradation of the herbicide diuron in soil by indigenous actinomycetes. **Chemosphere,** v. 37, p. 541-548, 1998.

FREIRE, J.R.J.; GAMBALE, W. Teaching of microbiology in Brazil: progress or stagnation? **World Journal of Microbiology and Biotechnology,** v. 12, n. 4, p. 307-310, 1996.

GHIORSE, W.C.; WILSON, J.T. Microbial ecology of the terrestrial subsurface. **Advances in Applied Microbiology,** v. 33, p. 107-172, 1988.

GIACHINI, A.J. **Levantamento de fungos ectomicorrízicos de plantações de *Pinus* e *Eucalyptus* em Santa Catarina**. Florianópolis, 1995. 69 p. Dissertação (Monografia de conclusão do Curso de Agronomia) – UFSC.

GIACHINI, A.J.G.; OLIVEIRA, V.L. Ectomycorrhizal fungi in *Eucalyptus* and *Pinus* plantations in Santa Catarina (Southern Brazil). In: **Abstracts of the First International Conference on Mycorrhizas**. Berkeley, US, p. 52, 1996.

GODINHO, M.J.L.; REGALI-SELEGHIM, M.H. Diversidade no Reino Protista: protozoários de vida livre. In: CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed.). Volume 1: Microrganismos e Vírus. In: 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, p. 85-91, 1999.

GRANDI, R.A.P. Diversidade no Reino Fungi: Deuteromycota. In: CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed.). Volume 1: Microrganismos e Vírus. In: 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, p. 45-50, 1999.

HARDOIM, E.L.; HECKMAN, C.W. The seasonal succession of biotic communities in wetlands of the tropical wet-and-dry climatic zone .4. The free-living sarcodines and ciliates of the Pantanal of Mato Grosso, Brazil. **International Rvue der Gesamten Hydrobiologie,** v. 81, n. 3, p. 367-384, 1996.

HARDOIM, E.L. **Taxonomia e ecologia de testacea (Protozoa: Rhizopoda) do pantanal de Poconé** – rio Bento Gomes e vazante Birici, Mato Grosso, Brasil. São Paulo, 1997. 343 p. Tese (Doutorado) – PPG-ERN-UFScar.

HAWKSWORTH, D.L. (Ed.). **The biodiversity of microorganisms and invertebrates:** its role in sustainable agriculture. Wallingford: C.A.B. International, 1991(a).

_____. The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance, and conservation. **Mycological Research,** v. 95, p. 641-55, 1991(b).

_____. Microbial collections as a tool in biodiversity and biosystematic research. In: SAMSON, R.A.; STALPERS, J.A.; Van der MEI, D. et al. (Ed.). **Culture Collections to Improve the Quality of Life**. Baarn The Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures, p. 26-35, 1996.

_____. The magnitude of fungal diversity: the 1±5 million species estimate revisited. **Mycological Research,** v. 105, n. 12, p. 1422-1432, 2001.

HEDLUND, B.P.; GOSINK, J.J.; STALEY, J.T. *Verrucomicrobia* div. nov., a new division of the Bacteria containing three new species of *Prosthecobacter*. **Antonie van Leeuwenhoek International Journal of Microbiology**, v. 72, p. 29-38, 1997.

HIGUTI, I.H.; MACENA, I.R.; MASUNARI, S.; BRANCO, M.D.; BLASKOWISKI, M.M.M.; DO NASCIMENTO, A.J. Occurrence of coliforms in water samples of the Pereque and Penedo rivers in Parana, Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology,** v. 41, n. 4, p. 417-421, 1998.

HILL, L.R. (Ed.). COWAN, S.T. **A dictionary of microbial taxonomy**. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1978.

HUGENHOLTZ, P.; GOEBEL, B.M.; PACE, N.R. Impact of culture-independent studies on the emerging phylogenetic view of bacterial diversity. **Journal of Bacteriology**, v. 180, p. 4765-4774, 1998(a).

HUGENHOLTZ, P.; PITULLE, K.L.; PACE, N.R. Novel division level bacterial diversity in a Yellowstone hot spring. **Journal of Bacteriology,** v. 180, p. 366-376, 1998(b)

JABUONSKY, R.E.; TAKATSU, A.; RETFSCHNEIDER, F.J.B. Levantamento e identificação de espécies de *Erwinia* de diferentes plantas hospedeiras e regiões do Brasil. **Fitopatologia Brasileira,** v. 11, p. 185-195, 1986.

JOBIN, C.C.; REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.D.; SCHOCKENITURRINO, R.P. Microorganisms in the high-moisture corn grain silage with different proportions of the cob. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 32, n. 2, p. 201-204, 1997.

KATO, C.; LI, L.; TAMAOKA, J.; HORIKOSHI, K. Molecular analyses of the sediment of the 11000-m deep Mariana Trench. **Extremophiles**, v. 1, p. 117-123, 1997.

KOCH, R. The new methods for studying the microcosm of soil, air and water. **Deutsches Arzblatt**, v. 137, p. 244-250, 1883.

KUSKE, C.R.; BARNS, S.M.; BUSCH, J.D. Diverse uncultivated bacterial groups from soils of the arid southwestern United States that are present in many geographic regions. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 63, p. 3614-362, 1997.

LANGE, C.; CARDOSO, M.; SENCZEK, D.; SCHWARZ, S. Molecular subtyping of *Staphylococcus aureus* isolates from cases of bovine mastitis in Brazil. **Veterinary Microbiology,** v. 67, n. 2, p. 127-141, 1999.

LAPAGE, S.P.; SNEATH, P.H.A.; LESSEL, E.F.; SKERMAN, V.B.D.; SEELIGER, H.P.R.; CLARK, W.A. **International code of nomenclature of bacteria**. Revision 1975. Washington, DC: American Society for Microbiology, 1975.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. **Biodiversidade brasileira:** síntese do estado atual do conhecimento. São Paulo: Contexto, 2002.

_____. How many species are there in Brazil? **Conservation Biology**, 2005. No prelo.

LINCOLN, R.; BOXSHALL, G.; CLARK, P. **A dictionary of ecology, evolution and systematics**. 2. ed. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1998.

LOVELOCK, J.M. **The ages of Gaia**. Oxford: Oxford University Press, 1988.

LUDWIG, W.; BAUER, S.H.; BAUER, M.; HELD, I.; KIRCHHOF, G.; SCHULZE, R.; HUBER, I.; SPRING, S.; HARTMANN, A.; SCHLEIFER, K.H. Detection and *in situ* identification of representatives of a widely distributed new bacterial phylum. **FEMS Microbiology Letters,** v. 153, p. 181-190, 1997.

MACHADO, M.A.; TARGON, M.L.P.N.; BERETTA, M.J.G.; LARANJEIRA, F.F.; CARVALHO, A.S. Detecção de *Xylella fastidiosa* em espécies e variedades de citros sobre-enxertadas em laranja Pera com clorose variegada dos citros (CVC). **Fitopatologia Brasileira,** v. 22, p. 30-33, 1997.

MADIGAN, M.T.; MARTINKO, J.M.; PARKER, J. **Brock biology of microorgansims**. 8. ed. New Jersey: Prentice-Hall, p. 606-768, 1997. Cap. 15, 16 e 17.

_____. **Brook biology of microorganisms**. 8. ed. Upper Saddle River, USA: Prentice Hall, 1999.

MAIDAK, B.L.; OLSEN, G.J.; LARSEN, N.; OVERBEEK, R.; McCAUGHEY, M.J.; WOESE, C.R. The RDP – Ribosomal Database Project. **Nucleic Acids Research,** v. 25, p. 109-110, 1997.

MALAVOLTA-JÚNIOR, V.A. **Contribuição ao conhecimento de bactérias do gênero *Xanthomonas* patogênicas a cereais de inverno**. Piracicaba, 1996. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", USP.

MATTÉ, G.R. **Isolamento de víbrios potencialmente patogênicos em moluscos bivalves**. São Paulo, 1993. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, USP.

MATTÉ, M.H. **Pesquisa de *Aeromonas* spp. potencialmente patogênicas em alguns pontos da Represa de Guarapiranga destinados à recreação e captação para abastecimento público.** São Paulo, 1995. Dissertação (Mestrado) – Universidade de São Paulo, USP.

MILANEZ, A.I. Diversidade no Reino Chytridiomycota. In: CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed.). Volume 1: Microrganismos e Vírus. In: 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, p. 51-55, 1999(a).

_____. Diversidade no Reino Stramenopila. In: CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed.). Volume 1: Microrganismos e Vírus. In: 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, p. 57-68, 1999(b).

_____. Diversidade no Reino Protista. In: CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed.). Volume 1: Microrganismos e Vírus. In: 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, p.69-81, 1999(c).

MURPHY, F.A.; FAUQUET, C.M.; BISHOP, D.H.L; GHABRIAL, S.A.; JARVIS, A.W.; MARTELLI, G.P.; MAYO, M.A.; SUMMERS, M.D. **Virus Taxonomy**: The Sixth Report of the International Committee on Taxonomy of Viruses. Wien: Springer-Verlag, 1995.

NEVES, M.C.P.; RUMJANEK, N.G. Diversity and adaptability of soybean and cowpea rhizobia in tropical soils. **Soil Biology and Biochemistry,** v. 29, n. 5/6, p. 889-895, 1997.

NISBET, L.J.; FOX, F.M. The importance of microbial biodiversity to biotechnology. In: HAWKSWORTH, D.L. (Ed.). **The biodiversity of microorganisms and invertebrates:** its role in sustainable agriculture. Wallingford, UK: C.A.B. International, p. 229-244, 1991.

OLIVEIRA, V.M.; COUTINHO, H.L.C.; SOBRAL, B.W.S.; GUIMARÃES, C.T.; van ELSAS, J.D.; MANFIO, G.P. Discrimination of *Rhizobium tropici* and *R. leguminosarum* strains by PCR-specific amplification of 16S-23S rDNA spacer region fragments and denaturing gradient gel electrophoresis (DGGE). **Letters in Applied Microbiology**, v. 28, n. 2, p. 137-141, 1999.

ORPHAN, V.J.; TAYLOR, L.T.; HAFENBRADL, D.; DELONG, E.F. Culture-dependent and culture-independent characterization of microbial assemblages associated with high-temperature petroleum reservoirs. **Applied and Environmental Microbiology,** v. 66, n. 2, p. 700-711, 2000.

PACE, N.R. A molecular view of microbial diversity and the biosphere. **Science,** v. 276, p. 734-740, p. 1997.

PACE, N.R.; STAHL, D.A.; LANE, D.J.; OLSEN, G.J. Analyzing natural microbial populations by rRNA sequences. **ASM News,** v. 51, p. 4-12, 1985.

PALLERONI, N.J. Microbial diversity and the importance of culturing. In: SAMSON, R.A.; STALPERS, J.A.; van der Mei, D. et al. (Ed.). **Culture Collections to Improve the Quality of Life**. Baarn, The Netherlands: Centraalbureau voor Schimmelcultures, p. 111-114, 1996.

PEDERSEN, K.; ARLINGER, J.; EKENDAHL, S.; HALLBECK, L. 16S rRNA gene diversity of attached and unattached bacteria in boreholes along the access tunnel to the Aspo hard rock laboratory, Sweden. **FEMS Microbiology Ecology,** v. 19, p. 249-262, 1996.

PELLIZARI, V.H.; BEZBORODNIKOV, S.; QUENSEN III, J.F.; TIEDJE, J.M. Evaluation of strains isolated by growth on naphthalene and biphenyl for hybridization of genes to dioxygenase probes and polychlorinated biphenyl-degrading ability. **Applied and Environmental Microbiology**, v. 62, p. 2053-2058, 1996.

PINHATI, M.E.M.C.; VARIANE, S.; EGUCHI, S.Y.; MANFIO, G.P. Detection of acidothermophilic bacilli in industrialized fruit juices. **Fruit Processing**, v. 7, p. 350-353, 1997.

RÁCZ, M.L.; PINTO, A.A.; KITAJIMA, E.W. Vírus de seres humanos, animais, plantas e insetos. In: CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed.). Volume 1: Microrganismos e Vírus. In: 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, 1999.

RAVENSCHLAG, K.; SAHM, K.; PERNTHALER, J.; AMANN, R. High bacterial diversity in permanently cold marine sediments. **Applied and Environmental Microbiology,** v. 65, n. 9, p. 3982-3989, 1999.

REINHARDT, E.L.; MANFIO, G.P.; PAVAN, C.; MOREIRA-FILHO, C.A. Molecular characterization of plant associated nitrogen-fixing bacteria. **Abstracts of the 12th International Congress on Nitrogen Fixation,** 12-17, September, Foz do Iguaçú, PR, Brasil, 1999.

RIVERA, I.G.; MARTINS, M.T. Bactérias enteropatogênicas no ambiente aquático. **Revista de Ciências Farmacêuticas,** v. 17, p. 115-136, 1996.

RIVERA, I.G.; CHOWDHURY, M.A.R.; SANCHEZ, P.S.; DATO, M.I.; HUQ, A.; COLWELL, R.R.; MARTINS, M.T. Detection of cholera (ctx) and *zonula occludens* (zot) toxin genes in *Vibrio cholerae* O1, O139 and non-O1 strains. **World Journal of Microbiology and Biotechnology,** v. 11, p. 572-577, 1995.

ROBBS, C.F. Taxonomia e bioecologia e principais representantes do gênero *Erwinia* no Brasil. **Fitopatologia Brasileira**, v. 6, p. 304-309, 1981.

RODRIGUES-HEERKLOTZ, K.F.; PFENNING, L. Diversidade no Reino Fungi: Ascomycota. In: CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed.). Volume 1: Microrganismos e Vírus. In: 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, p. 27-31, 1999.

ROSA, C.A; VIANA, E.M.; MARTINS, R.P.; ANTONINI, Y.; LACHANCE, M.A. *Candida batistae*, a new yeast species associated with solitary digger nesting bees in Brazil. **Mycologia,** v. 91, n. 3, p. 428-433, 1999.

ROSADO, A.S.; DUARTE, G.F.; SELDIN, L.; van ELSAS, J.D. Genetic diversity of *nih* genes sequences in *Paenibacillus azotofixans* strains and soil samples analysed by denaturing gradient gel electrophoresis of PCR-amplified gene fragments. **Applied and Environmental Microbiology,** v. 64, p. 2770-2779, 1998.

_____. Molecular microbial ecology: a minireview. **Revista de Microbiologia,** v. 28, n. 3, p. 135-147, 1997.

ROSATO, Y.B.; NETO, J.R.; MIRANDA, V.S.; CARLOS, E.F.; MANFIO, G.P. Diversity of a *Xylella fastidiosa* population isolated from *Citrus sinensis* affected by *Citrus* variegated chlorosis in Brazil. **Systematic and Applied Microbiology,** v. 21, p. 593-598, 1998.

RUMJANEK, N.G.; DOBERT, R.C.; VANBERKUM, P.; TRIPLETT, E.W. Common soybean inoculant strains in Brazil are members of *Bradyrhizobium elkanii*. **Applied and Environmental Microbiology,** v. 59, n. 12, p. 4371-4373, 1993.

SALVA, T.D.G.; DE LIMA, V.B.; PAGAN, A.P. Screening of alkalophilic bacteria for cyclodextrin glycosyltransferase production. **Revista de Microbiologia,** v. 28, n. 3, p. 157-164, 1997.

SANCHEZ, P. Evaluation of the sanitary quality of marine recreational waters and sands from beaches of the São Paulo State, Brazil. **Water Science and Technology,** v. 18, p. 61-72, 1986.

SANTOS, K.R.N.; TEIXEIRA, L.M.; LEAL, G.S.; FONSECA, L.S.; GONTIJO, P.P. DNA typing of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus*: isolates and factors associated with nosocomial acquisition in two Brazilian university hospitals. **Journal of Medical Microbiology,** v. 48, n. 1, p. 17-23, 1999.

SCHLEGEL, H.G.; JANNASCH, H.W. Prokaryotes and their habitats. In: BALLOWS, A.; TRUPER, H.G.; DWORKIN, M.; HARDER, W.; SCHLEIFER, K.H. (Ed.). **The prokaryotes**. New York: Springer Verlag, v. 1, p. 75-125, 1992.

SCHOPF, J.W. The evolution of the earliest cells. **Scientific American,** v. 239, n. 3, p. 110-138, 1978.

SCHÜSSER, A.; SCHWARZOTT, D.; WALKER, C. A new fungal phylum, the *Glomeromycota*: phylogeny and evolution. **Mycological Research,** v. 105, n. 12, p. 1413-1421, 2001.

SELDIN, L.; ROSADO, A.S.; WILLIAM da CRUZ, D.; NOBREGA, A.; van ELSAS, J.D.; PAIVA, E. Comparison of *Paenibacillus azotofixans* strains isolated from rhizoplane, rhizosphere, and non-root-associated soil from maize planted in two different Brazilian soils. **Applied and Environmental Microbiology,** v. 64, p. 3860-3868, p. 1998.

SOUZA, M.E.; FUZARO, G.; POLEGATO, A.R. Thermophilic anaerobic digestion of vinasse in pilot plant UASB reactor. **Proceedings of Sixth International Symposium on Anaerobic Digestion**, São Paulo, Brazil, p. 191-200, 1991.

STALEY, J.T.; GOSINK, J.J. Poles apart: biodiversity and biogeography of sea ice bacteria. **Annual Review of Microbiology,** v. 53, p. 189-215, 1999.

STALEY, J.T.; HOLT, J.G. (Ed.). **Bergey's manual of systematic bacteriology**. Volume 3: Archaeobacteria, Cyanobacteria, and the remaining Gram-negatives. Baltimore: Williams & Wilkins, Co., 1989.

STOLZ, J.F.; BOTKIN, D.B.; DASTOOR, M.N. The integral biosphere. In: RAMBLER, M.B.; MARGULIS, L.; FESTER, R. (Ed.). **Global Ecology**. San Diego: Academic Press, p. 31-49, 1989.

STORK, N.E. Insect diversity: facts, fiction and speculation. **Biological Journal of the Linnean Society,** v. 35, p. 321-337, 1988.

TOMASZ, A.; CORSO, A.; SEVERINA, E.P.; ECHANIZ-AVILES, G.; BRANDILEONE, M.C.D.; CAMOU, T.; CASTANEDA, E.; FIGUEROA, O.; ROSSI, A.; DI FABIO, J.L. Molecular epidemiologic characterization of penicillin-resistant *Streptococcus pneumoniae* invasive pediatric isolates recovered in six Latin-American countries: An overview. Microbial Drug Resistance-Mechanisms. **Epidemiology and Disease,** v. 4, n. 3, p. 195-207, 1998.

TRUFEM, S.F.B. Diversidade no Reino Fungi: Zigomycota. In: CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed.). Volume 1: Microrganismos e Vírus. In: 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, p. 35-42, 1999.

TRÜPER, H.G. Prokaryotes: an overview with respect to biodiversity and environmental importance. **Biodiversity and Conservation,** v. 1, p. 227-36, 1992.

VAZOLLER, R.F. **Estudos sobre isolamento, caracterização e crescimento de culturas puras de bactérias metanogênicas provenientes de biodigestores de lodo de esgoto**. São Paulo, 1989. Disertação (Mestrado) – Instituto de Ciências Biomédicas/ USP.

_____. **Avaliação do ecossistema microbiano de um biodigestor anaeróbio de fluxo ascendente e manta de lodo, operado com vinhaça sob condições termofílicas**. São Carlos, 1995. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos/USP.

_____. Microbial aspects of thermophilic anaerobic biodigestion of vinasse. **Proceedings of ISME 7** – Progress in Microbial Ecology. Santos, p. 527-532, 1997.

VAZOLLER, R.F.; MANFIO, G.P.; CANHOS, V.P. Domínio Archaea. In: CANHOS, V.P.; VAZOLLER, R.F. (Ed.). Volume 1: Microrganismos e Vírus. In: 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, 1999.

VAZOLLER, R.F.; RECH, C.M.; FIGUEIREDO, M.G.; GIAJ-LEVRA, L.A. Bacterial identification of granular sludge from domestic sewage UASB-reactor. **Proceedings of the 5th International Symposium on Anaerobic Digestion**, Bologna, Itália, p. 61-64, 1988.

WARD, D.M.; WELLER, R.; BATESON, M.M. 16S rRNA sequences reveal numerous uncultured microorganisms in a natural community. **Nature**, v. 345, p. 63-65, 1990.

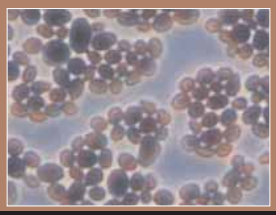
WILSON, E.O. The current state of biological diversity. In: WILSON, E.O.; PETER, F.M. (Ed.). **Biodiversity**. Washington, DC: National Academic Press, p. 3-18, 1988.

WOESE, C.R. Bacterial evolution. **Microbiological Reviews,** v. 51, p. 221-271, 1987.

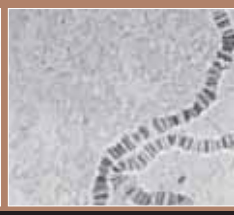
WOESE, C.R.; KANDLER, O.; WHEELIS, M.L. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains *Archaea*, *Bacteria*, and *Eucarya*. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the USA,** v. 87, p. 4576-4579, 1990.

WORLD CONSERVATION MONITORING CENTRE. (Ed.). **Global biodiversity:** status of the Earth's living resources. London: Chapman & Hall, 1992.

Invertebrados Marinhos







Capítulo 3

Invertebrados Marinhos

Alvaro E. Migotto[1]
Antonio C. Marques[2]

INTRODUÇÃO

> *"The future historians of science may well find that a crisis that was upon us at the end of the 20th century was the extinction of the systematist, the extinction of the naturalist, the extinction of the biogeographer – those who would tell the tales of the potential demise of global marine diversity"*
>
> Carlton (1993)

O termo *invertebrados* refere-se ao conjunto de todos os animais que não possuem vértebras, em contraposição ao grupo dos vertebrados. Trata-se de um agrupamento não-natural, sem qualquer validade para a taxonomia contemporânea, sendo apenas uma designação de cunho prático, consagrada pelo uso e adotada até mesmo em livros didáticos. Compreende atualmente 30 a 35 filos animais (Tabela 1), dependendo da classificação adotada.

A maioria dos filos conhecidos ocorre apenas, ou principalmente, nos mares e oceanos. Entre os invertebrados, 16 filos são exclusivamente marinhos (Mesozoa, Placozoa, Ctenophora, Gnathostomulida, Loricifera, Kinorhyncha, Priapulida, Chaetognatha, Sipuncula, Echiura, Pogonophora, Phoronida, Cycliophora, Brachiopoda, Echinodermata, Hemichordata), 8 predominantemente marinhos (Porifera, Cnidaria, Gastrotricha, Nemertinea, Mollusca, Annelida, Entoprocta, Ectoprocta), 7 com representantes marinhos (Platyhelminthes, Rotifera, Acanthocephala, Nematomorpha, Nematoda, Tardigrada, Arthropoda) e apenas 2 sem representantes marinhos (Pentastomida e Onychophora). Além destes, dois subfilos do filo Chordata (considerados por alguns autores como filos próprios) – Urochordata e Cephalochordata – que também podem ser considerados como "invertebrados" uma vez que não possuem vértebras, também são exclusivamente marinhos.

[1] Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo, São Sebastião, SP.
[2] Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, SP.

Tabela 1. Filos e subfilos animais de invertebrados marinhos e existência de especialistas atuantes no Brasil.

Filos animais	Especialistas atuantes no Brasil
Mesozoa	não
Placozoa	não
Porifera	sim
Cnidaria	sim
Ctenophora	não
Gnathostomulida	não
Platyhelminthes	sim
Gastrotricha	sim
Rotifera	sim
Acanthocephala	não
Loricifera	não
Kinorhyncha	não
Priapulida	não
Nematomorpha	não
Nematoda	sim
Chaetognata	sim
Mollusca	sim
Nemertinea	sim
Sipuncula	sim
Echiura	não
Pogonophora	não
Annelida	sim
Tardigrada	não
Arthropoda – Uniramia	sim
Arthropoda – Chelicerata	sim
Arthropoda – Crustacea	sim
Phoronida	sim
Entoprocta	não
Ectoprocta	não
Cycliophora	não
Brachiopoda	sim
Echinodermata	sim
Hemichordata	não
Chordata – Tunicata	sim
Chordata – Appendicularia	sim

A maioria desses grupos é pouco ou quase nada estudada, sendo consenso entre os pesquisadores atuais que ainda existe um grande número de espécies a ser descrita. A irrefutável lacuna de conhecimento em relação à diversidade dos invertebrados marinhos é corroborada pelo número crescente de descrições de espécies novas, mesmo provenientes de regiões e ambientes, tradicionalmente considerados como bem conhecidos. Também pelo encontro recente de táxons superiores novos, inclusive filos (Cycliophora, por exemplo), e até mesmo pela descoberta de ecossistemas totalmente inéditos para a ciência, como o das fontes termais oceânicas.

A escassez de especialistas e o fato de estudos marinhos mais abrangentes serem relativamente recentes nessa região explicam, em grande parte, por que a fauna da costa atlântica da América do Sul é considerada uma das menos conhecidas do mundo. Todavia, a extensão e a complexidade do ambiente marinho dessa região também concorrem para explicar esse fato. Para a costa do Brasil, não há sequer o registro formal de uma única espécie para vários filos, como Mesozoa, Placozoa, Loricifera, Acanthocephala, Pogonophora e Cycliophora. Alguns outros filos são quase que completamente negligenciados, como Ectoprocta (=Bryozoa), Ctenophora, Platyhelminthes, Priapulida,

Tardigrada e Brachiopoda, inclusive alguns de extrema importância ecológica, como Nematoda. Mesmo para o caso de grupos relativamente bem estudados, inexistem, em geral, listas faunísticas, chaves de identificação, guias de coleta e identificação e livros didáticos sobre a fauna brasileira. Como resultado, as escolas e universidades não têm outra opção senão, a utilização de bibliografia estrangeira, tal como guias para a região caribenha ou livros-texto, com exemplos norte-americanos ou europeus, o que não é a forma mais eficiente de educação e transmissão de conhecimento sobre nossa fauna.

OBJETIVOS

O objetivo deste estudo é compilar criticamente dados sobre o conhecimento estabelecido relacionado aos invertebrados marinhos brasileiros, incluindo: 1) quadros capacitados na área de pesquisa, 2) coleções estabelecidas, 3) condições infra-estruturais e acadêmicas. Com esses dados coligidos e processados, sugerimos vertentes de apoio para suprir os tópicos identificados como deficientes ou que necessitem de desenvolvimento.

PROCEDIMENTO DE COLETA DAS INFORMAÇÕES

As informações foram colhidas por meio de um formulário padrão, elaborado pela coordenação do projeto (ver Capítulo "Síntese do Conhecimento Atual da Biodiversidade Brasileira", Volume 1 desta obra) e adaptado às peculiaridades do ambiente marinho. Citações textuais extraídas dos formulários e incluídas no presente texto estão entre aspas e o autor da citação é indicado entre parênteses, seguido da indicação de que se trata de dado não publicado. Os questionários enviados eram sempre acompanhados de uma carta de apresentação da proposta, assinada pelos coordenadores, destacando a seriedade do trabalho e a importância da colaboração solicitada para produzir uma avaliação adequada do estado atual de conhecimento sobre a diversidade dos invertebrados marinhos da costa brasileira.

No levantamento dos dados, procuramos contatar apenas um especialista por filo, preferencialmente pesquisador com destaque no estudo do referido táxon. Mesmo correndo risco de perder informações por eventualmente não percebermos possíveis visões antagônicas entre os especialistas, uma consulta ampla a todos estudiosos que trabalham com a fauna marinha no Brasil demandaria muito tempo e seria impraticável. Houve especialistas, todavia, que não responderam às nossas solicitações. Mesmo assim, grande parte dos grupos principais de invertebrados marinhos foi revisada. Alguns táxons de Platyhelminthes e vários de Crustacea são algumas das lacunas importantes que devem ser apontadas. Em alguns casos, como Cnidaria e Crustacea, tornou-se possível apenas a revisão em grupos taxonômicos inferiores, dada a complexidade e especificidade dos táxons, geralmente porque o especialista consultado julgou que deveria se restringir ao(s) grupo(s) em que tivesse maior segurança quanto à qualidade das informações.

A síntese dos filos animais descritos, indicando a existência ou não de pesquisadores em atividade no Brasil, encontra-se na Tabela 1. A lista dos pesquisadores consultados e dos táxons revisados está apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Pesquisadores consultados e táxons revisados

Pesquisador	Táxon	Contactado	Confirmou	Enviou
Dr. Alvaro E. Migotto – CEBIMar	Cnidaria – Hydrozoa	sim	sim	sim
Drª. Ana Maria Setubal Pires Vanin – IOUSP	Crustacea – Isopoda	sim	sim	sim
Drª. A. Cecília Z. Amaral – UNICAMP	Annelida, Polychaeta	sim	sim	sim
Dr. Clóvis B. Castro – MN–UFRJ	Cnidaria – Anthozoa, Octocorallia	sim	sim	não
Dr. Carlos Rocha – IBUSP	Crustacea – Copepoda	sim	sim	sim
Dr. Cláudia Assunção – IBUSP	Tardigrada	sim	sim	sim
Dr. Cláudio Gonçalvez Tiago – CEBIMar	Echinodermata	sim	sim	sim
Drª. Débora de O. Pires – MN-UFRJ	Cnidaria – Anthozoa, Scleractinia	sim	sim	não
Dr. Eduardo Hajdu – MN–UFRJ	Porifera	sim	sim	sim
Dr. Edmundo Nonato* – IOUSP	Pogonophora	sim	sim	sim
Drª. Erika Schlenz – IBUSP	Cnidaria, Corallimorpharia Cnidaria, Actiniaria	sim	sim	sim
MSc. Helena Krieg Boscolo – IBUSP	Cnidaria, Zooanthidea	sim	sim	sim
Dr. Fábio L. Silveira – IBUSP	Cnidaria, Scyphozoa Cnidaria, Cubozoa Cnidaria, Octocorallia Cnidaria, Scleractinia	sim	sim	sim
Dr. Fernando L.P. Marques	Platyhelminthes, Eucestoda	sim	sim	sim
Dr. Fernando D'Incao – FURG	Crustacea, Decapoda, Dendrobranchiata	sim	sim	sim
Drª. Fosca P. Leite – UNICAMP	Crustacea, Tanaidacea	sim	sim	não
Dr. Gustavo Melo – MZUSP	Crustacea – Decapoda – Brachyura	sim	sim	sim
Dr. Lauro Barcelos – FURG	Mollusca	sim	não	não
Drª. Liliana Forneris* – IBUSP	Gastrotricha, Kinorhyncha, Phoronida	sim	sim	sim
Drª. Liliana Rúbia de Ascenção Medeiros – Universidade Ibirapuera – São Paulo	Rotifera, Monogononta; Nemathomorpha, Nectonematoidea (única com represetantes marinhos); Annelida, Oligochaeta	sim	sim	sim
Dr. Luis R. Tommasi* – IOUSP	Echinodermata	sim	sim	não
Dr. Luiz Simone – MZUSP	Mollusca	sim	sim	sim
Drª. Luz Amelia Veja-Pérez – IOUSP	Chaetognatha, Appendicularia	sim	sim	sim
Dr. Marcelo G. Simões – UNESP (Botucatu)	Brachyopoda, Terebratulida	sim	sim	sim
Drª. Monica Montu – FURG	Crustacea, Copepoda, Lernaeidae Crustacea, Copepoda, Siphonostomatoida; Crustacea, Copepoda, Poecilostomatoida	sim	sim	sim
Dr. Paulo Young** – MN-UFRJ	Crustacea, Cirripedia	sim	sim	sim
Dr. Petronio Alves Coelho Filho – Universidade Federal de Pernambuco	Crustacea, Decapoda	sim	não	não
Dr. Renato Ventura – MN-UFRJ	Echinodermata	sim	não	não
MSc. Rodrigo J. Tavares da Silva – IBUSP	Copepoda, Siphonostomatoida	sim	sim	sim
Dr. Sérgio Ditadi** – IBUSP	Sipuncula	sim	sim	sim
Dr. Sérgio Rodrigues** – IBUSP	Enteropneusta (= Hemichordata) Chordata – Ascidiacea	sim	sim	sim
Drª. Rosana Rocha – UFPR	Ectoprocta (= Bryozoa)	sim	sim	sim
Drª. Sigrid Neumann Leitão – UFPE	Rotifera	sim	sim	não
Drª. Thais Corbisier – IOUSP	Nematoda	sim	sim	sim
Drª. Yoko Wakabara* – IOUSP	Crustacea, Amphipoda, Gamaridaea e Caprellidae	sim	sim	sim

* Aposentado.
** Falecido.

Ver Anexo A para endereços dos pesquisadores colaboradores.

DIFICULDADES ENCONTRADAS

De maneira geral, a proposta do trabalho foi aceita de maneira positiva por parte dos pesquisadores contatados. Alguns poucos, apesar de terem confirmado inicialmente a possibilidade de colaborar na prestação de informações, acabaram não respondendo ao questionário. Nos casos em que nossa solicitação não foi atendida, tentamos obter a colaboração de um outro especialista no grupo, mas nem sempre tivemos sucesso nessas tentativas.

Além da escassez de taxonomistas em atividade no Brasil, alguns dos entrevistados justificaram sua dificuldade em colaborar devido ao dispêndio de tempo para coligir as informações necessárias. Do mesmo modo, não conseguimos a opinião de mais de um especialista em casos de táxons muito diversos (e.g., Mollusca e Echinodermata), como talvez fosse desejável.

O questionário extenso inibiu alguns pesquisadores, que se consideraram incapacitados em responder várias questões, por razões diversas. Em grande parte, o parco conhecimento existente sobre a diversidade marinha, como um todo, foi considerado o grande empecilho para que se pudesse tecer muitas das considerações solicitadas no questionário. Muitas vezes o pesquisador considerava que tinha uma visão regional do táxon de sua especialidade, não detendo uma qualidade uniforme de informação para toda a costa brasileira. Mesmo recebendo esse tipo de resposta, acabamos por orientá-los a fornecer apenas as informações que estivessem acessíveis e(ou) passíveis de serem obtidas no período disponível, o que redundou em muitos questionários incompletos, especialmente com relação às questões sobre diversidade dos táxons (Tabelas de 9 a 12).

RESULTADOS

Conhecimento e capacitação

Os resultados processados do levantamento encontram-se nas Tabelas de 3 a 13. Os filos com representantes da fauna atual (i.e., não fóssil) que não contam com especialistas em atividade no Brasil, como Mesozoa, Placozoa, Acanthocephala, Loricifera, Cycliophora, Priapulida e Entoprocta, não foram revisados. A ausência de registro para os cinco primeiros filos citados provavelmente decorre do fato de jamais terem sido estudados em nosso litoral, e também por serem de hábitos inconspícuos ou parasitários. Por outro lado, os táxons Nematomorpha, Pogonophora, Tardigrada, Bryozoa, e Hemichordata, mesmo sem a existência de sistematas atuando recentemente no Brasil, foram, na medida do possível, revisados (Tabelas 1 e 2). Na Tabela 3, encontra-se a lista de pesquisadores indicados pelos revisores como capacitados à identificação de táxons de invertebrados marinhos. Naturalmente essa lista não deve ser entendida como completa, apesar de constituir uma referência importante para aqueles interessados em programas de biodiversidade.

Tabela 3. Especialistas brasileiros capacitados ao estudo / identificação de táxons de invertebrados marinhos.

Filo	Táxon (Classe/Ordem/Família)	Especialistas	Instituição
Porifera	*Demospongiae*	Beatriz Mothes	MCN-FZB
		Cecília Volkmer-Ribeiro	MCN-FZB
		Eduardo Hajdu	MN-UFRJ
		Guilherme Muricy	MN-UFRJ
		Marcio Custódio Reis	CEBIMar-USP
		Michelle Klautau	UFRJ
		Radovan Borojevic	UFRJ
		Rosaria de Rosa Barbosa	MCN-FZB
		Solange Peixinho	UFBA
		Ulisses dos Santos Pinheiro	IBUSP
Cnidaria	*Hydrozoa*	Alvaro Esteves Migotto	CEBIMar-USP
		Antonio Carlos Marques	IBUSP
		Elga Mayal	UFPE
		Fábio Lang da Silveira	IBUSP
		Fernanda Amaral	UFRPE
		Priscila Grohmann	UFRJ (aposentada)

(continua)

Tabela 3 (continuação)

Filo	Táxon (Classe/Ordem/Família)	Especialistas	Instituição
Cnidaria	*Scyphozoa e Cubozoa*	André Carrara Morandini Antonio Carlos Marques Fábio Lang da Silveira	IBUSP IBUSP IBUSP
Cnidaria	*Octocorallia*	Clóvis Barreira e Castro Marcelo Semeraro de Medeiros	MN-UFRJ MN-UFRJ
Cnidaria	*Scleractinia*	Débora de Oliveira Pires Elga Mayal Elizabeth Gerardo Neves Fernanda Duarte do Amaral Mauro Maida Zelinda M. A. N. Leão	MN-UFRJ UFPE USP UFRPE UFPE UFBA (aposentada)
Cnidaria	*Corallimorpharia*	Erika Schlenz Maria Júlia da Costa Belém Suzana Machado Pinto	IBUSP (aposentada) UFRJ (Aposentada) IBUSP
Cnidaria	*Actiniaria*	Erika Schlenz Leila de Lourdes Longo Maria Júlia da Costa Belém Suzana Machado Pinto	IBUSP (aposentada) IBUSP UFRJ (aposentada) sem vínculo
Gastrotricha		Liliana Forneris	IBUSP (aposentada)
Rotifera		Cláudia Costa Bonecker Reimar Schaden Sigrid Neumann-Leitão Suzana Sendacz W. Koste	UEM UnB UFPE Instituto de Pesca – SP INPA
Nematoda		Liliana Rúbia de A. Medeiros Thais Navajas Corbisier	Ibirapuera IOUSP
Chaetognatha		Liang Tsui Hua Luz Amélia Vega-Pérez	IOUSP IOUSP
Mollusca		Elieser de Carvalho Rios José Luiz Moreira Leme Luiz Ricardo Lopes de Simone Osmar Domaneschi Sônia Godoy Bueno Carvalho Lopes Ricardo Silva Absalão Walter Narchi	MO-FURG MZUSP MZUSP IBUSP IBUSP UFRJ IBUSP
Sipuncula		Gisele Yukimi Kawauchi	IBUSP
Tardigrada		Claudia Maria Leite Assunção	IBUSP
Annelida	*Polychaeta*	Antonia Cecília Zacagnini Amaral Arno Blankensteyn Eloisa Helena Morgado do Amaral Edmundo Ferraz Nonato João Miguel de Matos Nogueira Paulo Cesar Paiva Paulo da Cunha Lana Tatiana Menchini Steiner	UNICAMP UFPR UNICAMP IOUSP IBUSP UFRJ CEM-UFPR UNICAMP
Crustacea	*Amphipoda*	Cristiana Serejo Fosca Pedini Pereira Leite Maria Teresa V. Berado Yoko Wakabara	MN-UFRJ UNICAMP Mackenzie IOUSP (aposentada)
Crustacea	*Isopoda*	Ana Maria Setubal Pires-Vanin	IOUSP
Crustacea	*Copepoda*	Carlos Eduardo Falavigna da Rocha Luz Amélia Vega-Perez Rodrigo Johnsson Tavares da Silva Tagea K. S. Björnberg	IBUSP IOUSP IBUSP CEBIMar-USP
Crustacea	*Copepoda, Lernaeidae*	Mónica Adelina Montú	FURG
Crustacea	*Copepoda, Poecilostomatoida*	Carlos Eduardo Falavigna da Rocha Mónica Adelina Montú Walter Antonio Pereira Boeger Vernon Everett Thatcher	IBUSP FURG UFPR UFPR
Crustacea	*Copepoda Siphonostomatoida*	José Luiz Luque Maryse Nogueira Paranaguá Mónica Adelino Montú Rodrigo Johnsson Tavares da Silva Walter Antonio Pereira Boeger	UFRRJ UFRPE FURG IBUSP UFPR
Crustacea	*Brachyura*	Gustavo Augusto Schmidt de Melo Petrônio Alves Coelho Marcos Domingos Siqueira Tavares	MZUSP UFPE USP
Crustacea	*Dendrobranchiata*	Fernando D'Incao Marcos Domingos Siqueira Tavares	FURG USP
Crustacea	*Cirripedia*	Paulo Secchin Young	MN-UFRJ

(continua)

Tabela 3 (continuação)

Filo	Táxon (Classe/Ordem/Família)	Especialistas	Instituição
Phoronida		Liliana Forneris	IBUSP (aposentada)
Bryozoa		Isabel Gurgel Facelúcia Barros Côrtes Souza	UFRJ UFBA
Brachiopoda	*Terebratulida*	Marcelo Guimarães Simões	IB-UNESP
Brachiopoda		Norton Hiller	Univer. Canterbury
Echinodermata		Ana Maria Gouveia Monteiro Carlos Renato Rezende Ventura Claudio Gonçalves Tiago Luiz Roberto Tommasi Valéria Flora Hadel	IBILCE-UNESP MN-UFRJ CEBIMar-USP IOUSP (aposentado) CEBIMar-USP
Chordata	*Ascidiacea*	Rosana Moreira da Rocha Sérgio de Almeida Rodrigues Tito Lotufo	UFPR IBUSP UFCE
Chordata	*Appendicularia*	Meiri Aparecida Gurgel de Campos	IOUSP

CEBIMar-USP – Centro de Biologia Marinha, Universidade de São Paulo
CEM-UFPR – Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná
IB-UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu
FURG – Fundação Universidade do Rio Grande
IBILCE-UNESP – Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista
Ibirapuera – Universidade Ibirapuera
IBUSP – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo
INPA – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
IOUSP – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo
MCN-FZB – Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul
MN-UFRJ – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro
MO-FURG – Museu Oceanográfico, Fundação Universidade do Rio Grande
MZUSP – Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo
UEM – Universidade Estadual de Maringá
UFBA – Universidade Federal da Bahia
UFCE – Universidade Federal do Ceará
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFRRJ – Unversidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UNICAMP – Universidade de Campinas
Mackenzie – Universidade Presbiteriana Mackenzie

As famílias e gêneros dos táxons superiores abordados foram considerados pela maioria dos revisores como *bem estabelecidos* (famílias de 65% dos táxons) e *adequadamente revistos* (gêneros de 43% dos táxons) (Tabela 4; sem dados para 8% em relação às famílias e 16% em relação aos gêneros). É difícil tecer considerações a respeito desse item, pois se trata de uma avaliação pessoal do taxonomista a qual pode ser, em grande parte, influenciada pela escola adotada, experiência, etc. Entretanto, a proximidade com o conjunto de respostas que se refere aos táxons, cujos gêneros exigem revisão (41%, diferença de 2%), indica que, mesmo na situação mais otimista do conhecimento, há a necessidade de um esforço taxonômico em níveis supraespecíficos de grupos que possuem especialistas no Brasil. Ainda, segundo a maioria dos revisores, a identificação dos animais pode ser *feita pela literatura* (70% de considerações para esta opção), mas exige uma *bibliografia extensa* (57%), sendo geralmente *viável até pelo menos gênero* (32%) ou *espécie* (35%). Uma vez que estudos de biodiversidade fazem sentido quando embasados em uma estrutura taxonômica segura, até o nível específico, é importante notar que apenas cerca de um terço dos grupos permite esta condição. Por outro lado, a necessidade de bibliografia extensa contrasta

exatamente com a necessidade de melhora dos acervos bibliográficos, para os quais a *formação de biblioteca de referência através de aquisição* (68%) predomina sobre a formação por compilação (14%), de onde se denota uma necessidade premente de construção de bases de dados tradicionais, na forma de bibliotecas.

Todos os revisores indicaram que o número de especialistas é ainda muito pequeno (termos qualificados como "*insuficientes*" e "*pouquíssimos*") em relação ao que seria necessário (Tabela 4), exceto para os táxons Chaetognatha e Corallimorpharia, cujo número atual de especialistas foi considerado suficiente. Com relação a essa questão, há respostas com mais de uma opção marcada, em geral porque se referem a grupos relativamente grandes e complexos, com especialistas capacitados a trabalhar com apenas parte desses grupos (e.g., Hydrozoa, entre os quais Siphonophorae, um importante táxon do plâncton, não conta com especialista no Brasil). A maioria dos revisores considerou, portanto, prioridade a *capacitação de pessoal* (78%), avaliando que é possível, para grande parte dos táxons analisados, a formação de taxonomistas em um prazo relativamente curto (em média *2 a 4 anos*, 59%), e inteiramente no Brasil (65% das respostas), ou com uma formação mista no Brasil e exterior (30% das respostas) (Tabela 5). Em apenas 5% (Nematoda, Bryozoa e Nematomorpha) dos casos se considerou como necessária, a formação de taxonomistas exclusivamente no exterior. Essa inquestionável omissão na formação de pessoal indica, claramente, a necessidade de se incrementar nos centros universitários e demais instituições de pesquisa, programas de pós-graduação que estimulem a diversificação dos grupos de pesquisa e de especialistas.

Uma vez que haja disponibilidade de pesquisadores capacitados, a *contratação de especialistas* (Tabela 5) foi considerada fundamental em muitos casos (59%), como o de Porifera, que julgou "prioridade absoluta a contratação de especialistas para o Estado de São Paulo e para um ou mais estados nordestinos" (E. Hajdu, dado não publicado). A baixa taxa de contratação pelas universidades e institutos de pesquisa dos poucos jovens sistematas formados põe em risco esforços e recursos aplicados na criação de coleções e no estabelecimento e continuidade de linhas de pesquisa em zoologia. No caso de aposentadoria, a existência de mais de um especialista atuante no Brasil poderá garantir a continuidade dos trabalhos de pesquisa e curadoria para um determinado táxon.

Como segunda prioridade (Tabela 5), as revisões revelaram a necessidade de *melhorar as coleções existentes* (para 62% dos táxons) por meio, principalmente, de *coletas de material* (*direcionadas*, 51% e *extensivas*, 43%) e *cooperação com pesquisadores estrangeiros*. Mesmo considerando que as coleções atuais são pouco representativas da diversidade de Copepoda, existe material coletado, oriundo de projetos de limnologia e oceanografia, cuja "triagem e identificação renderiam um acervo bastante representativo da fauna" (C. E. F. Rocha, dado não publicado). Essa consideração pode, sem dúvida, ser estendida a outros táxons. Além disso, é importante que as coleções esparsas existentes, que correm o risco de serem perdidas em momentos de transição, como mudanças de quadros (aposentadorias, falecimentos etc.) e de políticas internas da instituição onde se encontram, sejam reunidas em instituições depositárias fidedignas. No entanto, mesmo as coleções já existentes encontram-se em uma fase de desenvolvimento incipiente, em que a maioria ainda depende da *separação* (22%), *montagem* (30%) e *identificação* (54%) dos materiais.

Os *acervos* foram considerados *insuficientes* (em alguns casos por serem inexistentes) para 14 táxons (38%) e *suficientes* (*em parte*) para 16 outros (51%) (Tabela 6). Os acervos existentes no Brasil (Tabela 7) são, em grande parte, suficientes somente para o estudo adequado de Actiniaria,

Tabela 4. Estado de conhecimento do Táxon

Filo	Classe/Ordem/Família	Famílias		Gêneros		A identificação exige ou é						Há especialistas no Brasil?			
		bem estabele-cidas	ambíguas	bem revistos	exigem revisão	Compara-ção com tipos	ser feita pela literatura	biblioteca extensa	viável até gênero	viável até espécie	viável na separação em morfoespécies	sim, suficien-tes	sim, insufi-cientes	sim, pouquís-simos	não
Porifera	*Demospongiae*	-	X	-	X	X	X	X	-	-	-	-	X	-	-
Cnidaria	*Hydrozoa*	-	X	-	X	X	X	X	X	-	-	-	X	X	X
Cnidaria	*Scyphozoa e Cubozoa*	X	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	-
Cnidaria	*Octocorallia*	X	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-
Cnidaria	*Scleractinia*	X	-	X	-	X	-	X	X	-	-	-	-	X	-
Cnidaria	*Zoanthidea*	-	X	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	-	X
Cnidaria	*Actiniaria*	-	X	-	X	-	X	X	-	X	X	-	X	-	-
Cnidaria	*Corallimorpharia*	X	-	X	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-
Platyhelminthes	*Eucestoda*	X	-	-	X	X	X	X	X	-	-	-	-	X	-
Gastrotricha		X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-
Rotifera		X	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	X	-
Kinorhyncha		X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	X
Nematomorpha	*Nectonematoidea*	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Nematoda		X	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-	X	-
Chaetognatha		X	-	X	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-
Mollusca		-	X	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-
Sipuncula		X	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-
Pogonophora		-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	X
Tardigrada		-	X	-	X	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-
Annelida	*Oligochaeta*	X	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	-	-	X
Annelida	*Polychaeta*	X	-	X	-	X	X	-	X	-	-	-	X	-	-
Crustacea	*Amphipoda*	X	-	-	X	X	X	X	-	X	X	-	X	-	-
Crustacea	*Isopoda*	X	-	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-
Crustacea	*Copepoda*	-	X	-	X	-	X	X	-	X	X	-	X	-	-
Crustacea	*Copepoda, Lernaeidae*	X	-	X	-	-	X	X	-	X	-	-	-	X	-
Crustacea	*Copepoda, Poecilostomatoida*	X	-	X	-	-	X	X	-	X	-	-	-	X	-
Crustacea	*Copepoda, Siphonostomatoida*	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	-
Crustacea	*Brachyura*	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-	-	-	X	-
Crustacea	*Dendrobranchiata*	X	-	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X	-
Crustacea	*Cirripedia*	X	-	-	X	-	X	X	-	X	-	-	X	-	-
Phoronida		-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	-
Bryozoa		-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-	X	-
Brachiopoda	*Terebratulida*	X	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	X	-
Echinodermata		-	X	-	X	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-
Hemichordata		X	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X
Chordata	*Ascidiacea*	X	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-
Chordata	*Appendicularia*	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-
TOTAL		**24 (64,9%)**	**10 (27,0%)**	**16 (43,2%)**	**15 (40,5%)**	**11 (29,7%)**	**26 (70,3)**	**21 (56,8%)**	**12 (32,4%)**	**13 (35,2%)**	**6 (16,2%)**	**2 (5,4%)**	**7 (18,9%)**	**23 (62,2%)**	**7 (18,9%)**

Tabela 5. Prioridades para o táxon

Filo	Classe/Ordem/Família	Prioridades gerais				Prioridades em relação a acervos														Formação de Pessoal						
						org. coleções existentes			aumento das coleções através de				formação de coleções através de			formação de bibliot. de referência através de		Financiamento de		Tempo de formação de um taxonomista			nºtaxonomistas necessários	tempo de formação de um técnico capaz de identificar o táxon		
		melhora coleção	capacitação	contr. taxon.	contr. técnicos	montagem	separação	identificação	aquisição	col. extensiva	col. direcionada	intercâmbio mat.	visitantes	visita exterior	cooperação	aquisição	compilação	revisões	guias/manuais	Brasil	Brasil/exterior	Exterior	número min. tax.	Brasil	Brasil/exterior	Exterior
Porifera	Demospongiae	X	-	X	X	-	-	X	-	X	X	-	-	X	-	X	-	-	X	-	2-4	-	8-10	1-2	-	-
Cnidaria	Hydrozoa	X	-	X	X	X	-	X	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	X	2-4	-	-	4-6	1-2	-	-
Cnidaria	Scyphozoa e Cubozoa	X	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	X	X	2-4	-	-	5	0,5-1	-	-
Cnidaria	Octocorallia	-	X	-	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X	-	X	X	-	2-4	-	-	5	1-2	-	-
Cnidaria	Scleractinia	-	X	-	X	-	X	X	-	-	X	-	-	-	X	-	X	X	-	-	2-4	-	5	-	-	0,5-1
Cnidaria	Zoanthidea	X	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-	X	X	X	-	1-2	-	4	0,5	-	-
Cnidaria	Actiniaria	X	X	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X	X	2-4	-	-	6	1-2	-	-
Cnidaria	Corallimorpharia	X	-	X	X	X	X	X	-	-	X	X	X	-	-	X	-	X	X	1-2	-	-	4	1-2	-	-
Platyhelminthes	Eucestoda	X	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	X	X	X	-	2-4	-	10	1-2	-	-
Gastrotricha		-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	4	0,5-1	-	-
Rotifera		X	X	X	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	X	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-
Kinorhyncha		-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	2-4	-	-	1	0,5	-	-
Nematomorpha	Nectonematoidea	-	X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1-2	-	-	-	-
Nematoda		X	X	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-	X	X	X	-	-	X	-	-	1-2	20	-	0,5-1	-
Chaetognatha		X	X	-	-	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	X	-	X	X	1-2	-	-	2	1-2	-	-
Mollusca		-	X	X	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X	-	2-4	-	-	20	1-2	-	-
Sipuncula		X	X	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X	-	X	-	1-2	-	-	-	1-2	-	
Pogonophora		-	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Tardigrada		-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X	X	X	-	X	X	2-4	-	-	2	1-2	-	-
Annelida	Oligochaeta	X	X	X	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	X	X	-	-	-	4-10	-	-	-	2	-	-
Annelida	Polychaeta	X	X	X	X	-	-	-	-	X	-	X	X	X	X	X	-	X	X	2-4	-	-	10	-	-	-
Crustacea	Amphipoda	X	X	-	-	X	X	X	-	-	X	X	-	-	-	X	-	X	X	-	4-10	-	8	2	-	-
Crustacea	Isopoda	X	X	-	-	-	X	-	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	X	2-4	-	-	3	0,5-1	-	-
Crustacea	Copepoda	X	-	X	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	X	X	-	-	X	2-4	-	-	10	1-2	-	-
Crustacea	Copepoda, Lernaeidae	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	-	2-4	-	5-10	1-2	-	-
Crustacea	Copepoda, Poecilostomatoida	X	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	X	X	-	-	-	X	X	2-4	2-4	-	5-10	1-2	-	-
Crustacea	Copepoda Siphonostomatoida	-	X	X	-	-	X	X	-	X	X	-	-	X	-	X	-	X	-	2-4	-	-	3	2	-	-
Crustacea	Brachyura	-	X	-	X	-	-	X	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X	-	4-10	-	-	8	1-2	-	-
Crustacea	Dendrobranchiata	X	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	X	-	X	X	2-4	-	-	4	2	-	-
Crustacea	Cirripedia	X	-	-	X	X	-	-	-	-	X	X	-	X	X	X	-	X	-	2-4	-	-	1	0,5-1	-	-
Phoronida		-	X	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-	X	1-2	-	-	1	0,5	-	-
Bryozoa		-	X	X	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	X	X	-	-	X	-	-	4-10	3-5	-	1-2	-
Brachiopoda	Terebratulida	X	X	-	-	-	-	-	X	X	-	X	-	X	-	X	-	X	X	2-4	-	-	4	1-2	-	-
Echinodermata		-	-	X	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	X	X	-	X	-	2-4	-	-	10	-	0,5-1	-
Hemichordata		X	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	2-4	-	-	1	-	-	-
Chordata	Ascidiacea	X	X	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	-	X	X	-	-	X	2-4	-	-	5	1-2	-	-
Chordata	Appendicularia	-	X	X	-	X	-	X	-	-	X	X	-	X	X	X	X	-	X	-	1-2	-	18	1-2	-	-
TOTAL		23	29	16	12	11	8	20	2	16	19	12	8	15	21	25	5	22	25	24	8	3	32	28	4	1
Total (%)		**62,2**	**78,4**	**43,2**	**32,4**	**29,7**	**21,6**	**54,1**	**5,4**	**43,2**	**51,4**	**32,4**	**21,6**	**40,5**	**56,8**	**67,6**	**13,5**	**59,5**	**67,6**	**64,9**	**21,6**	**8,1**	**86,5**	**75,7**	**10,8**	**2,7**

Corallimorpharia, Cirripedia e Mollusca. As coleções de moluscos são em geral bem organizadas e mantidas, e o seu acesso estimulado. Havendo, entretanto, carência de pessoal "especializado e ocupado em curadoria" (L. R. Simone, dado não publicado), situação comum aos dos outros táxons revisados. O Museu Nacional do Rio de Janeiro (UFRJ) conta com praticamente todas as espécies de cirripédios citadas para o Brasil, bem como com séries de amostras do exterior, inclusive de grandes profundidades (P.S. Young, dado não publicado). Os entrevistados consideraram que essas coleções possuem *bibliografia disponível* (59%), ao menos *em parte* (38%).

É importante ressaltar a necessidade urgente de se criar *condições de manutenção de acervos biológicos*, o que nem sempre é viável em instituições sem tradição nessa área. Grande parte dos espécimes de invertebrados marinhos deve ser preservada e mantida em via úmida, o que dificulta sua manutenção, exige espaço adequado e pessoal técnico especializado, capaz de fazer a curadoria do material, condições essas nem sempre presentes nos poucos museus brasileiros. Muitos representantes de táxons de invertebrados marinhos (Gastrotricha, Kinorhyncha e Tardigrada, por exemplo) são exclusivamente microscópicos, o que demanda acervos curados permanentemente pelo taxonomista ou por técnico altamente especializado. Portanto, esses fatores exigem, além do pessoal científico já mencionado, a formação de técnicos, preferencialmente de nível superior com especialização de até dois anos realizada no Brasil (76%). A formação é, no entanto, ineficaz caso não haja absorção por *contratação de técnicos*, indicada como necessária por 32% dos entrevistados (Tabela 5). Outro aspecto que deve ser considerado é a implementação de bancos de material genético, que preservem tecidos, ou espécimes de modo a ter acesso a seu genoma por técnicas moleculares, visando o testemunho e preservação adequada do patrimônio genético por longos períodos.

De modo geral, os pesquisadores que se dedicam aos invertebrados marinhos, como ecólogos e outros, não têm o hábito de depositar espécimes em museus ou coleções de referência bem estabelecidas, o que dificulta o intercâmbio, impede o livre acesso de outros pesquisadores, e facilita a perda ou extravio do material quando da ausência de seu curador. Esse é, por exemplo, o caso do maior acervo de Bryozoa já organizado no Brasil, resultado do trabalho do zoólogo Ernst Marcus (IBUSP), construído entre as décadas de 1930 e 1960, que se encontra em grande parte perdido. Se, historicamente, esse aparente descaso com o depósito de material em coleções museológicas podia ser explicado pelo reduzido número de museus brasileiros, atualmente outra razão concorre para tal atitude: nem sempre se faz o depósito porque não se tem confiança nas instituições depositárias ou na manutenção e estabilidade das curadorias.

Na maioria dos casos, *guias e manuais* são inexistentes ou abordam apenas parte da fauna (Tabela 6), levando os revisores a apontar como prioritário, o financiamento dessas publicações (68%) como também de revisões (59%) (Tabela 5). Obras desse cunho foram indicadas como em preparação apenas para Demospongiae, Copepoda (em parte) e Ascidiacea. A maioria dos grupos não conta com nenhum tipo de manual (57%).[3]

Há unanimidade quanto à possibilidade de que *guias e manuais poderiam ser elaborados no Brasil* (51%), em colaboração com pesquisadores estrangeiros (39%) ou não, num período variando, em geral, *entre 2 e 4 anos* para o Brasil e entre *4 a 6 anos* quando realizados no exterior (Tabela 6). Os especialistas consideraram não haver condições de preparação desse tipo de publicação no

[3] Uma importante exceção é o "Manual de Identificação dos Invertebrados Marinhos da Região Sudeste – Sul do Brasil", editado por A. C. Z. do Amaral *et al*., planejado para três volumes, com a publicação do primeiro planejada para 2005 (Nota do organizador).

Tabela 6. Condições dos acervos zoológicos

Filo	Classe/Ordem/Família	Acervos suficientes?				Bibliografia disponível?			Existem manuais?				Condições de preparação de manuais / tempo necessário (anos)		
		Total-mente	grande parte	em parte	não	sim	parte	não	sim, grande parte da fauna	sim, parte da fauna	sim, em prepara-ção	não	Brasil total-mente	Em cola-boração pesq. es-trangei-ros	Não
Porifera	Demospongiae	-	-	X	-	-	X	-	-	X	X	-	2-4	-	-
Cnidaria	Hydrozoa	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	2-4	-	-
Cnidaria	Scyphozoa e Cubozoa	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	X	-
Cnidaria	Octocorallia	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	2-4	-
Cnidaria	Scleractinia	-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	-	4-6	-
Cnidaria	Zoanthidea	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	1-2	-
Cnidaria	Actiniaria	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	1-2	-	-
Cnidaria	Corallimorpharia	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	1-2	-	-
Platyhelminthes	Eucestoda	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	4-6	-
Gastrotricha		-	-	-	X	X	-	-	-	X	-	-	-	4-6	-
Rotifera		-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	X	-	X	-
Kinorhyncha		-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	1-2	-
Nematomorpha	Nectonematoidea	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	-
Nematoda		-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X
Chaetognatha		-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	1-2	-	-
Mollusca		-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	X	2-4	-	-
Sipuncula		-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-
Pogonophora		-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-	-	-
Tardigrada		-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-	-	X
Annelida	Oligochaeta	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-
Annelida	Polychaeta	-	-	X	-	-	-	X	-	X	-	-	2-4	-	-
Crustacea	Amphipoda	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	-	4-6	-
Crustacea	Isopoda	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	2-4	-	-
Crustacea	Copepoda	-	-	X	-	X	-	-	-	X	X	-	-	2-4	-
Crustacea	Copepoda, Lernaeidae	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-	X	X	-
Crustacea	Copepoda, Poecilostomatoida	-	-	-	X	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-
Crustacea	Copepoda Siphonostomatoida	-	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-
Crustacea	Brachyura	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	2-4	-	-
Crustacea	Dendrobranchiata	-	-	X	-	X	-	-	-	X	-	-	1-2	-	-
Crustacea	Cirripedia	-	X	-	-	X	-	-	-	X	-	-	1-2	-	-
Phoronida		-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	2-4	-	-
Bryozoa		-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	X	-	-	X
Brachiopoda	Terebratulida	-	-	X	-	X	-	-	-	-	-	X	1-2	-	-
Echinodermata		-	-	X	-	-	X	-	-	X	-	-	1-2	-	-
Hemichordata		-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	X	-	-	X
Chordata	Ascidiacea	-	-	-	X	X	-	-	-	-	X	-	1-2	-	-
Chordata	Appendicularia	-	-	X	-	X	-	-	X	-	-	-	-	1-2	-
TOTAL		0	4	19	14	22	14	1	6	9	3	21	19	13	4
Total (%)		**0**	**10,8**	**51,3**	**37,8**	**59,5**	**37,8**	**2,7**	**16,2**	**24,3**	**8,1**	**56,8**	**51,3**	**35,1**	**10,8**

Tabela 7. Acervos em coleções zoológicas no Brasil

Filo	Instituição	Grupo melhor representado	Curador ou Pessoa para contado
Porifera	MCN-FZB	*Demospongiae*	Beatriz Mothes e Cecília Volkmer-Ribeiro
	MZUSP	*Demospongiae*	Gustavo A. S. Melo
	Dep. Zoologia, UFRJ	*Demospongiae, Calcarea*	Guilherme Muricy
	MN-UFRJ	*Demospongiae*	Eduardo Hajdu
	Dep. Zoologia, UFBA	*Demospongiae, Calcarea*	Solange Peixinho
	Dep. Oceanografia, UFPE	*Demospongiae*	José Luna
	Dep. de Zoologia, UFPB	*Demospongiae*	Martin Christoffersen
Cnidaria	MN-UFRJ		Clóvis B. Castro; Débora O. Pires
	UFRPE	*Milleporidae; Scleractinia*	Fernanda Amaral
	IBUSP		Erika Schlenz
	MZUSP		Gustavo A. S. Melo
Platyhelminthes	FIOCRUZ	*Trematoda; Cestoda*	Nely Noronha
	MZUSP	*Trematoda*	Carlos Brandão
Gastrotricha	IBUSP		Liliana Forneris
Rotifera	INPA		
	MZUSP		
Nematoda	IOUSP		Thais Corbisier
	IBUSP		Liliana Medeiros
Chaetognatha	IOUSP	*Sagitta*	Luz A. V. Perez
Mollusca	MZUSP		J. L. Leme
	MN-UFRJ		
	FURG		
	MO-FURG		
	FIOCRUZ		
	FZB-RS		
Sipuncula	IBUSP		
Pogonophora	inexistente		
Tardigrada	inexistente		
Annelida Oligochaeta	IBUSP		
Annelida	IOUSP	*Polychaeta*	E. Nonato
	CEM-UFPR	*Polychaeta*	Paulo Lana
	UNICAMP	*Polychaeta*	A. Cecília Amaral
Crustacea	IOUSP	*Amphipoda*	Yoko Wakabara
	MN-UFRJ	*Amphipoda; Copepoda (Caligidae); Decapoda; Cirripedia; Isopoda*	Paulo Young
	MZUSP	*Copepoda (Ergasilidae) Isopoda (Serolidae); Amphipoda, Decapoda; Cirripedia (Balanomorpha)*	Gustavo A. S. Melo; Ana M. Vanin
	Dep. de Zoologia, IBUSP	*Copepoda*	Carlos E. F. Rocha
	Dep. Oceanografia, FURG	*Copepoda (Lernaeidae; Poecilostomatoida; Siphonostomatoida); Decapoda*	F. D'Incao; José F. de Souza; M. Montú
	Dep. Oceanografia, UFPE	*Isopoda , Copepoda (Caligidae); Decapoda*	Petrônio A. Coelho
	UFPB	*Cirripedia (Balaomorpha); Decapoda*	M. Christoffersen
	FZB-RS	*Cirripedia*	
Phoronida	Dep. de Zoologia, IBUSP		Liliana Forneris
Brachiopoda, Terebratulida	IB-UNESP	*Cancellothyrididae, Megathyrididae, Bouchardiidae, Pladiidae*	Marcelo Simões
Echinodermata	IOUSP		L. R. Tommasi
	IBILCE-UNESP		A. M. G. Monteiro
Hemichordata	inexistente		
Chordata, Ascidiacea	Dep. de Ecologia, IBUSP		S. Rodrigues
	UFPR		R Rocha
Chordata, Appendicularia	IOUSP	*Oikopleura e Fritillaria*	Luz A.V. Perez

CEBIMar-USP – Centro de Biologia Marinha
CEM-UFPR – Centro de Estudos do Mar, UFPR
FIOCRUZ – Fundação Oswaldo Cruz
FURG – Fundação Universidade do Rio Grande
FZB-RS – Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul
IB-UNESP – Universidade Estadual Paulista, Campus de Botucatu
IBILCE-UNESP – Instituto de Biociências Letras e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista
IBUSP – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo
INPA – Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia
IOUSP – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo
MCN-FZB – Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul
MN-UFRJ – Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro
MO-FURG – Museu Oceanográfico, Fundação Universidade do Rio Grande
MZUSP – Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo
UFBA – Universidade Federal da Bahia
UFPB – Universidade Federal da Paraiba
UFPE – Universidade Federal de Pernambuco
UFPR – Universidade Federal do Paraná
UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro
UFRPE – Universidade Federal Rural de Pernambuco
UFRRJ – Unversidade Federal Rural do Rio de Janeiro
UNICAMP – Universidade de Campinas

Brasil, no momento, em relação aos filos Nematoda, Tardigrada, Bryozoa e Hemichordata, pois os mesmos não contam com especialistas em atividade em nosso país (os revisores de Nematomorpha e Pogonophora não opinaram a respeito, mas certamente pode-se dizer o mesmo sobre esses grupos). Outros, ainda, não mencionaram o tempo em que este produto poderia ser gerado (indicados apenas com "X" na Tabela 6). Deve-se entender que a produção de guias e manuais de identificação de fauna é fruto do estado de conhecimento do táxon, dependendo também de sólidos estudos anteriores de revisão. Por sua vez, revisões sistemáticas, especialmente de táxons marinhos, possuem a peculiaridade de não serem restritas geograficamente (por exemplo, apenas para o Brasil). A experiência mostra que estudos de revisão possibilitam incrementos no conhecimento da biodiversidade, em especial com relação a espécies endêmicas e crípticas.

Manuais e guias da nossa fauna podem ser publicados rapidamente, e a um custo baixo, na Rede Mundial de Computadores (Internet). As vantagens adicionais de utilização desse meio de veiculação são: 1) inclusão de um número praticamente ilimitado de ilustrações em cores o que, para a maioria dos grupos, auxilia na identificação; 2) possibilidade de correções e atualizações freqüentes e de publicações de edições preliminares; 3) interatividade com o usuário; 4) utilização de recursos variados, como vídeo, sons e hipertexto, facilitando a consulta e permitindo o acesso simultâneo a vários arquivos. Exemplos de publicações na Internet são Tommasi (1999), um manual dos Echinodermata da costa brasileira, com chaves de identificação, descrições e listas de espécies, e Leão (sem data), um guia para identificação de corais e hidrocorais do Brasil. Como toda publicação eletrônica, cuidados devem ser tomados para que a estabilidade e durabilidade das informações sejam garantidas. Para tal, as páginas devem estar sediadas e mantidas em instituições com tradição de pesquisa na área e capacidade técnica de suporte eletrônico, o que se encontra, por exemplo, em muitas universidades, mas nem sempre em ONGs. Problemas com relação ao código que rege a nomenclatura taxonômica animal (International Code of Zoological Nomenclature, 4ª edição de 1999) podem ser minimizados no caso de periódicos científicos que estejam na Internet e que sejam especializados e indexados. Por exemplo, recentemente um importante canal de transmissão desse tipo de conhecimento foi estabelecido com o surgimento da *Biota Neotropica*, uma revista eletrônica que ampara, entre outros, trabalhos de cunho eminentemente faunístico ou florístico. O periódico resguarda os princípios nomeclaturais distribuindo para as bibliotecas, mídias duráveis em CD-ROM e impressas, o que é previsto e aceito pelo Código de Nomenclatura Zoológica.

Catálogos taxonômicos são também quase inexistentes, com uma única exceção recente relativa aos crustáceos do Brasil (Young, 1998). A ausência de catálogos se deve à falta de tradição dos estudiosos brasileiros em grupos de invertebrados marinhos, em dedicar tempo de pesquisa à confecção dessas bases de dados que, no entanto, são muito importantes para estudos de diversidade. Outras importantes compilações bibliográficas dos trabalhos que contêm informações sobre o plâncton e o bentos marinhos estão disponíveis em Brandini *et al.* (1997) e Lana (1996), respectivamente.

Importância dos táxons

Praticamente todos os táxons (92%) foram considerados importantes para *pesquisas básicas* (Tabela 8), por motivos diversos, como o caso de Sipuncula, potencialmente útil na pesquisa de fenômenos imunológicos. Argumentos diversos, que vão desde o parco conhecimento taxonômico até o de que a nossa fauna inclui componentes importantes para a compreensão da filogenia e evolução dos metazoários, foram utilizados pelos revisores como justificativa para a implantação de programas intensivos de *sistemática* e

biodiversidade (89% e 76% respectivamente). Quanto ao aspecto ecológico, quase todos os táxons revisados foram considerados como constituintes importantes das redes tróficas marinhas e estuarinas. A complexidade de ambientes resultante da associação dessa multiplicidade de táxons caracteriza verdadeiros laboratórios naturais para estudos evolutivos, como acontece entre os Scleractinia (corais verdadeiros), que apresentam elevado endemismo de espécies e constroem complexos recifais exuberantes. O conhecimento de alguns grupos, como é o caso dos céstodes e dos braquiópodes nas águas brasileiras, é ainda muito incipiente, embora sejam geralmente bem conhecidos em outras partes do globo. De forma extrema, não há justificativa para a quase total falta de conhecimento dos Nematoda do litoral brasileiro, "um grupo extremamente abundante e diverso no ambiente marinho, cujas densidade e diversidade nos sedimentos são, em geral, maiores que as de qualquer outro táxon de metazoários" (T. Corbisier, dados não publicados). Conseqüentemente, muitas vezes, a presença, diversidade e papel ecológico desses animais são subestimados em decorrência da dificuldade de sua coleta e estudo. Os Oligochaeta marinhos "nunca são identificados", apesar de serem "sempre coletados nos estudos de meiofauna" (L. R. A. Medeiros, dados não publicados). Em maior ou menor grau, o mesmo pode ser dito para muitos outros táxons, principalmente, aqueles constituídos por animais pequenos e delicados, que se tornam irreconhecíveis ou não identificáveis se não forem separados durante a triagem inicial do material e fixados adequadamente. Este é o caso de hidrozoários e de muitos dos grupos coloquialmente denominados de *vermes*, bem como de organismos da meiofauna em geral. Essas indicações deixam igualmente claro que programas de biodiversidade precisam de pessoal técnico especializado, qualificado na coleta, triagem e identificação preliminar dos diversos táxons, visando a otimização dos recursos.

Espécies *indicadoras de impacto* ou perturbações ambientais incluem-se em quase todos os grupos revisados (76%) (Tabela 8). Poucos (14%) são os táxons utilizados diretamente como *fonte de alimento* no Brasil (Crustacea, Mollusca e, em baixíssima escala, Echinodermata), mas quase todos são considerados itens importantes na dieta de organismos explorados economicamente, como peixes e crustáceos. "Os camarões Dendrobranchiata são aqueles de maior importância econômica para a pesca artesanal e industrial em escala mundial. No Brasil, esta importância ganha maiores proporções uma vez que é praticamente o único tipo de camarão explorado" (F. D'Incao, dados não publicados).

Os grupos com representantes *peçonhentos ou venenosos* (14%, incluindo Porifera, Cnidaria, Mollusca), *vetores de patógenos humanos* (11%) e *parasitos animais* (27%, incluindo Nematomorpha, Nematoda, Mollusca, Crustacea) podem causar consideráveis problemas de saúde pública e prejuízos em atividades de maricultura (Tabela 8). Impactos econômicos negativos são atribuídos também à atividade de espécies componentes do "fouling", perfuradoras de madeira, ou causadoras de erosão em estruturas de concreto (Cnidaria, Crustacea, Mollusca, Ascidiacea). Exemplo clássico "é a série de problemas que uma espécie de craca gera nas tubulações da Usina Nuclear de Angra dos Reis", entupindo parte do sistema de refrigeração (P. S. Young, dados não publicados). O controle desses animais e a minimização de seus efeitos negativos sobre a saúde pública e economia somente é possível com a realização de estudos básicos de taxonomia, biologia, ciclo de vida e ecologia.

O turismo e a educação ambiental são atividades promissoras em relação à nossa fauna de invertebrados marinhos. As formações coralinas e os demais ambientes litorâneos brasileiros vêm sendo explorados pelo ecoturismo, mas ainda de forma pouco organizada e pontual. A expansão dessas atividades

Tabela 8. Importância do Táxon

Filo	Classe/Ordem/Família	O táxon é importante por ser ou ter potencial como/para:												O táxon é importante em um programa de:	
		fonte de alimento	vetores patogenos humanos	parasitos animais	peçonhentos / venenosos	raras e ameaçadas	pesquisa básica	mapeamentos	indicadores ambientais	ident. produção farmacos e outros	ecoturismo	educação ambiental	outra econômica	sistemática?	diviversidade biológica?
Porifera	Demospongiae	-	-	-	X	-	X	X	X	X	-	-		SIM	SIM
Cnidaria	Hydrozoa	-	-	-	X	-	X	-	X	X	X	X	incrustantes em embarcações e estruturas, predadores de animais em cultivo	SIM	SIM
Cnidaria	Scyphozoa e Cubozoa	-	-	-	X	-	X	-	-	X	X	X	-	SIM	SIM
Cnidaria	Octocorallia	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	-	-	SIM	-
Cnidaria	Scleractinia	-	-	-	-	-	X	X	X	-	X	-	-	SIM	-
Cnidaria	Zoanthidea	-	-	-	-	-	X	X	X	X	X	X	-	SIM	SIM
Cnidaria	Actiniaria	-	-	-	X	X	X	-	X	X	-	X	-	SIM	SIM
Cnidaria	Corallimorpharia	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	SIM	SIM
Platyhelminthes	Eucestoda	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	-	SIM	SIM
Gastrotricha		-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	pesquisas em biotecnologia	SIM	SIM
Rotifera		-	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	SIM	SIM
Kinorhyncha		-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	SIM	SIM
Nematomorpha	Nectonematoidea	-	-	X	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Nematoda		-	-	X	-	-	X	X	X	-	-	-	-	SIM	SIM
Chaetognatha		-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	SIM	SIM
Mollusca		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	adorno, coleção, fouling	SIM	SIM
Sipuncula		-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	SIM	SIM
Pogonophora		-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	-	-	-
Tardigrada		-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	SIM	SIM
Annelida	Oligochaeta	-	-	-	-	-	X	-	-	-	-	-	alimento para animais em cultivo	SIM	SIM
Annelida	Polychaeta	-	-	-	-	X	X	X	X	-	-	X	-	SIM	SIM
Crustacea	Amphipoda	X	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	danificação em estruturas de madeira	SIM	SIM
Crustacea	Isopoda	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	danificação em estruturas de madeira	-	SIM
Crustacea	Copepoda	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	parasitas e alimento para animais em cultivo	SIM	SIM
Crustacea	Copepoda Lernaeidae	-	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-	parasitas de animais em cultivo	SIM	-
Crustacea	Copepoda Poecilostomatoida	-	X	X	-	-	-	-	X	-	-	-	parasitas de animais em cultivo	SIM	-
Crustacea	Copepoda Siphonostomatoida	-	-	X	-	-	X	-	X	-	-	-	parasitas de animais de valor comercial	SIM	SIM
Crustacea	Brachyura	X	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	SIM	SIM
Crustacea	Dendrobranchiata	X	-	-	-	-	X	X	-	-	-	X	-	SIM	SIM
Crustacea	Cirripedia	-	-	-	-	-	X	X	X	-	-	-	fouling, corrosão de estruturas	SIM	-
Phoronida		-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	-	-	SIM	-
Bryozoa		-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	-	SIM	SIM
Brachiopoda	Terebratulida	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	X	-	SIM	SIM
Echinodermata		X	-	-	-	X	X	-	X	X	X	X	-	-	SIM
Hemichordata		-	-	-	-	X	X	-	-	-	-	-	-	NÃO	NÃO
Chordata	Ascidiacea	-	-	-	-	-	X	-	X	X	-	-	fouling	SIM	SIM
Chordata	Appendicularia	-	-	-	-	-	X	-	X	-	-	X	-	SIM	SIM
TOTAL		**5**	**3**	**10**	**5**	**5**	**34**	**10**	**28**	**10**	**7**	**10**		**33**	**28**
Total (%)		**13,5**	**8,1**	**27,0**	**13,5**	**13,5**	**91,9**	**27,0**	**75,7**	**27,0**	**18,9**	**27,0**		**89,2**	**75,7**

depende, contudo, de planejamento e monitoramento para que os recursos explorados não sejam ameaçados ou se esgotem, acarretando prejuízos social, econômico e científico indesejáveis.

Provavelmente o argumento mais sedutor para justificar o incremento urgente de estudos sistemáticos seja a produção de fármacos de interesse médico, assim reconhecido em cerca de 10% dos grupos analisados (incluindo Porifera, Cnidaria, Mollusca, Bryozoa, Echinodermata, Ascidiacea). Como exemplo, o filo Porifera é considerado atualmente um dos grupos mais promissores em pesquisas na área de produtos naturais marinhos, do qual têm sido isoladas várias substâncias novas, antitumorais, antivirais (Ara-C, Ara-A, acyclovir, AZT, entre outras) e antibióticas.

As crescentes ameaças à biodiversidade marinha decorrentes da atividade humana não controlada e(ou) planejada são suficientes para justificar o investimento de recursos materiais e humanos em seu inventariamento e estudo. Essas ameaças estão bem discutidas em várias obras recentes, não sendo abordadas aqui. Em resumo, as principais atividades que têm sido listadas são: 1) degradação, fragmentação e perda de *habitats*; 2) mudanças climáticas globais; 3) aumento da radiação UV (UV-B); 4) sobrepesca; 5) poluição e eutrofização; 6) introdução de espécies invasoras, e 7) alteração da sedimentação costeira (Gray, 1997; National Research Council, 1995; Comissão Nacional Independente sobre os Oceanos, 1998). As maiores ameaças estão concentradas nas regiões costeiras. Nas regiões tropicais, a eliminação de áreas alagadas (manguezais e marismas), bem como a poluição e sedimentação decorrentes da urbanização e industrialização desordenadas são as ameaças mais evidentes e devem ser consideradas nos projetos de inventariamento de biodiversidade (Tommasi, 1987). Vale ressaltar que o número relativamente baixo de grupos com espécies raras ou ameaçadas identificados (14% do total) é possivelmente subestimado, decorrendo do parco conhecimento sobre a biodiversidade, distribuição e ecologia dos diversos grupos de invertebrados marinhos.

Diversidade conhecida e estimada

As revisões mostram que o número de espécies registradas para a costa do Brasil está bastante aquém do conhecido para o mundo (Tabela 9). Deve-se considerar, entretanto, que comparações desse tipo são grosseiras, já que devem levar em conta a extensão da costa, complexidade de ambientes, etc. Esse número, na maioria dos táxons, fica abaixo dos 10% das espécies descritas em âmbito mundial. Exceções são os Hydrozoa (15%), Gastrotricha (12%), Chaetognatha (14%), Sipuncula (20%), Dendrobranchiata (12%), Phoronida (12,5%), Rotifera (26%) e Nematomorpha (50%). O número relativamente pequeno de espécies em comparação com a fauna mundial não deve ser compreendido como uma particular pauperização da fauna brasileira, mas sim como fruto do desconhecimento, como indicado pelos revisores nas estimativas do número de espécies que poderiam ser encontradas em nossas águas.

Poucos revisores ousaram apresentar uma estimativa do número total de espécies que ocorrem efetivamente na costa brasileira (Tabela 9); as apresentadas são, em sua maioria, avaliações pessoais, dada a inexistência de trabalhos abrangentes e compilatórios que enfocassem o assunto. Muitos consideraram um exercício difícil estimar um número que se aproxime do real. Na maioria dos casos as estimativas podem ser consideradas especulativas, como no caso extremo de Nematoda, cujo revisor previu a existência de até 1,5 milhão de espécies na costa brasileira, baseando-se na estimativa da ocorrência de 1 a 100 milhões de espécies no mundo (mas com apenas cerca de 14.000 espécies efetivamente descritas).

Tabela 9. Diversidade do táxon – Número de espécies marinhas conhecidas e/ou descritas e estimadas. (Fonte: Questionários e literatura)

Filo	Táxon Classe/Ordem/ Família	Espécies	Brasil		Atlântico		Atlântico Sul Ocidental		Mundo	
			min	max	min	max	min	max	min	max
Porifera	*Demospongiae*	Conhecidas/Descritas	250	400	-	-	350	450	6.000	7.000
		Estimadas	600	900	-	-	700	1.000	10.000	15.000
Cnidaria	*Hydrozoa*	Conhecidas/Descritas	347-	-	-	-	-	3.300	4.000	
		Estimadas	700	900	-	-	-	-	4.000	6.000
Cnidaria	*Scyphozoa e Cubozoa*	Conhecidas/Descritas	26	-	25	77	25	-	216	-
		Estimadas	-	-	-	-	-	-	216	-
Cnidaria	*Octocorallia*	Conhecidas/Descritas	56	-	-	-	56	-	2.000	4.000
		Estimadas	-	-	-	-	64	-	4.000	-
Cnidaria	*Scleractinia*	Conhecidas/Descritas	19	-	50	80	19	30	833	-
		Estimadas	-	-	80	-	30	-	833	-
Cnidaria	*Zoanthidea*	Conhecidas/Descritas	5	7	-	-	5	-	270	-
		Estimadas	10	20	-	-	-	-	250	350
Cnidaria	*Actiniaria*	Conhecidas/Descritas	28	-	200	250	43	-	500	600
		Estimadas	50	-	250	-	80	-	600	-
Cnidaria	*Corallimorpharia*	Conhecidas/Descritas	4	-	10	15	5	-	42	50
		Estimadas	6	-	15	-	8	-	50	-
Platyhelminthes	*Eucestoda*	Conhecidas/Descritas	200	-	500	-	250	-	4.200	-
Gastrotricha		Conhecidas/Descritas	61	-	-	-	79	-	500	-
Rotifera	*Monogononta*	Conhecidas/Descritas	411	-	-	-	-	-	1.600*	-
Kinorhyncha		Conhecidas/Descritas	1	-	-	-	-	-	150	-
Nematomorpha	*Nectonematoidea*	Conhecidas/Descritas	1	-	-	-	-	-	2	4
Nematoda		Conhecidas/Descritas	230	400	1.552	-	540	-	4.000	-
		Estimadas	1.000	1.5 x 10^6	-	-	-	-	10^6	10^8
Chaetognatha		Conhecidas/Descritas	18	-	31	-	25	-	125	-
		Estimadas	20		31		26		130	
Mollusca		Conhecidas/Descritas	2.400	3.000	6.000	7.000	4.000	5.000	80.000	100.000
		Estimadas	10.000	-	15.000	-	12.000	-	400.000	-
Sipuncula		Conhecidas/Descritas	30	-	-	-	-	-	150	-
Tardigrada		Conhecidas/Descritas	6	-	-	-	-	136	-	-
		Estimadas	-	-	-	-	-	-	-	-
Annelida	*Oligochaeta*	Conhecidas/Descritas	14	-	-	-	-	-	300	-
Annelida	*Polychaeta*	Conhecidas/Descritas	750	-	-	-	-	-	12.000	-
		Estimadas	800	-	-	-	-	-	20.000	-
Crustacea	*Amphipoda*	Conhecidas/Descritas	134	-	-	-	-	-	5.700	-

(continua)

Tabela 9. (Continuação)

Filo	Táxon Classe/Ordem/ Família	Espécies	Brasil		Atlântico		Atlântico Sul Ocidental		Mundo	
			min	max	min	max	min	max	min	max
Crustacea	*Isopoda*	Conhecidas/Descritas	120	150	1.000	1.500	220	350	4.000	4.500
		Estimadas	500	800	1.600	2.400	600	900	6.000	7.000
Crustacea	*Copepoda*	Conhecidas/Descritas	650	700	-	-	-	-	11.500	13.000
		Estimadas	1.000	2.000	-	-	-	-	75.000	-
Crustacea	*Copepoda, Lernaeidae*	Conhecidas/Descritas	1	-	-	-	-	-	40	-
		Estimadas	2	-	9	-	2	-	-	-
Crustacea	*Copepoda, Poecilostomatoida*	Conhecidas/Descritas	23	31	-	-	-	-	-	-
		Estimadas	65	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea	*Copepoda, Siphonostomatoida*	Conhecidas/Descritas	40	50	200	250	50	60	1400	1600
Crustacea	*Brachyura*	Conhecidas/Descritas	300	400	500	600	320	350	5.000	-
		Estimadas	400	450	600	700	450	500	6.000	-
Crustacea	*Dendrobranchiata*	Conhecidas/Descritas	62	-	133	-	66	-	508	-
		Estimadas	126	-	165	-	126	-	600	-
Crustacea	*Cirripedia*	Conhecidas/Descritas	79	-	600	-	102	-	1.225	-
		Estimadas	140	-	1.000	-	180	-	1.800	3.000
Phoronida		Conhecidas/Descritas	2	-	-	-	-	-	16	18
		Estimadas	4	6	-	-	-	-	-	-
Bryozoa		Conhecidas/Descritas	175	210	-	-	-	-	5.500	-
Brachiopoda	*Terebratulida*	Conhecidas/Descritas	4	-	-	-	-	10	-	-
Echinodermata		Conhecidas/Descritas	329	-	-	-	-	-	7.000	-
Hemichordata		Conhecidas/descritas	7	-	-	-	-	-	91	-
Chordata	*Ascidiacea*	Conhecidas/Descritas	90	120	-	-	-	-	2.200	3.000
Chordata	*Appendicularia*	Conhecidas/Descritas	17	36	-	-	43	-	25	72
		Estimadas	36	-	-	-	43	-	-	-

* *Rotifera Monogononta:* total de espécies límnicas, estuarinas, marinhas e semi-terrestres
- dado não disponível

No caso de Mollusca, o revisor ressalta que a sistemática está embasada na morfologia da concha, mas que "tem sido observado que conchas aparentemente iguais, cujas pequenas diferenças seriam passíveis de serem analisadas como variação, abrigam animais com um grau de diferenciação morfológica muito grande, certamente constituindo diferentes espécies. Dessa forma, revisões dos táxons atualmente conhecidos apenas, ou principalmente, pela concha, certamente mostrar-se-ão muito diferentes após adição do conhecimento sobre anatomia interna" (L. R. Simone, dados não publicados). Apesar de não haver sido colocado nesses termos, pela maioria dos revisores, pode-se esperar a existência de situações semelhantes, em diferentes graus, para muitos outros táxons de invertebrados marinhos, cuja sistemática encontra-se ainda num estágio pouco desenvolvido e para os quais a exploração de novas metodologias e fontes de caracteres morfológicos poderiam resultar no reconhecimento de uma diversidade ainda maior.

A grande plasticidade morfológica e a capacidade de dispersão por longas distâncias exibida por muitos táxons marinhos sustentam a idéia da existência de relativamente poucas espécies. No entanto, a utilização de técnicas de estudo (microscopia eletrônica de varredura, análise de DNA, entre outras) tem possibilitado a constatação de que espécies anteriormente consideradas como tendo grande variabilidade morfológica e ampla distribuição compreendem, na realidade, mais de uma espécie até então não detectadas. Mesmo em grupos razoavelmente bem conhecidos em termos mundiais, como Polychaeta e Cirripedia, e em regiões bem estudadas, como o Atlântico Norte e o Mediterrâneo, há constantemente a descoberta de espécies novas. No caso de Dendrobranchiata, "a estimativa de aumento do número de espécies (de 62 para 126)", para a costa brasileira, "foi realizada levando em consideração que poucos grupos foram revisados de forma exaustiva e considerando também o fato de que muitas espécies são de difícil coleta pela profundidade em que vivem" (F. D'Incao, dados não publicados).

Há, em geral, a estimativa de que o número de espécies ocorrentes na costa brasileira deva dobrar ou triplicar, se houver esforços de coleta direcionados aos ambientes menos estudados, como os de profundidade e do plâncton oceânico. O filo Chaetognatha é uma exceção, uma vez que não se verifica discrepância entre o número de espécies conhecidas e o de estimadas: 18 espécies são registradas, havendo a estimativa de que existam 20 espécies ocorrendo em águas brasileiras.

Como pode ser visto na Tabela 10, poucos foram os biótopos considerados como atingindo grau "*Bom*" ou "*Ótimo*", tanto do ponto de vista de coleta quanto de conhecimento de sua fauna. De uma maneira geral, a fauna bentônica da região entremarés e o infralitoral raso foram considerados como os relativamente mais conhecidos e coletados (contando com "*razoável*", "*bom*" ou, excepcionalmente, "*ótimo*"). Essa consideração é válida tanto para os substratos rochosos ou consolidados, como para os não-consolidados, como areia ou lama. Em termos absolutos, no entanto, percebe-se uma situação ainda insatisfatória. Por exemplo, a região entremarés, de substratos consolidado e não-consolidado, teve respostas *nenhum/ruim* acima de 53% tanto para coleta como conhecimento. Grupos críticos da fauna entremarés cuja diversidade foi considerada baixa ou nula em todos os biótopos listados (e. g., Scyphozoa e Cubozoa, cujas fases de medusa são bem conhecidas, mas não as fases bentônicas; Zoanthidea; Rotifera; Kinorhyncha; Nematomorpha; Oligochaeta, Polychaeta; Siphonostomatoida). Táxons que foram considerados como mais bem conhecidos para estas regiões foram as ascídias, moluscos, equinodermos, alguns crustáceos e poliquetos. Com relação ao infralitoral já se observa também queda nos índices atribuídos pelos revisores, com os níveis de *ruim/nenhum*

para *coleta* e *conhecimento* entre 74 e 81% (para ambos os tipos de substrato, inconsolidado e consolidado). Os grupos com conhecimento considerado *bom* para estes ambientes foram alguns táxons dentro de Crustacea e Echinodermata.

O maior grau de conhecimento (ainda que reduzido) da fauna de locais rasos pode ser explicado pela óbvia facilidade de acesso, que dispensa o uso de equipamentos especiais de coleta e, quase sempre, de embarcações. No caso da região entremarés, durante as marés baixas de sizígia o pesquisador tem acesso direto aos organismos e comunidades. O infralitoral raso (até cerca de 20 metros de profundidade) é mais acessível devido às técnicas de mergulho livre ou autônomo, bastando apenas o equipamento básico de mergulho e uma pequena embarcação, que pode ser dispensada quando há possibilidade de acesso direto pela praia ou costão. No entanto, a transparência das águas costeiras brasileiras é geralmente baixa, o que dificulta a observação e a coleta de materiais nestas regiões.

Por outro lado, a fauna bentônica existente abaixo da isóbata dos 25 metros, aproximadamente o limite de trabalho com mergulho autônomo, requer embarcações adequadas e equipamentos de coleta especiais, como dragas e pegadores de fundo. O trabalho nessas regiões exige, portanto, recursos materiais e humanos maiores do que os necessários em regiões rasas. Locais mais profundos da plataforma e o talude continental, isto é, a região de transição abrupta entre a plataforma continental e as profundidades abissais, só podem ser estudados por meio de embarcações oceanográficas ou pesqueiras, as quais são de aquisição e manutenção onerosas, mesmo para a maioria das instituições nacionais.

Apesar de no século retrasado algumas expedições estrangeiras, como a "Challenger" realizada entre 1873 e 1876, terem coletado na plataforma continental brasileira, esses esforços foram localizados, principalmente se considerarmos a extensão de nossa costa. Há apenas algumas décadas, o Brasil iniciou estudos de biologia marinha e oceanografia, tendo realizado relativamente poucas expedições oceanográficas que exploraram a plataforma e o talude continental, mesmo considerando-se os cruzeiros de navios estrangeiros (Atlantis II, entre 1967 e 1968; Polarstern, 1987, dentre outros). Por isso, a *plataforma continental* (79% de *ruim/nenhum* para *coleta* e *conhecimento*) e o *talude continental* (100% de *ruim/péssimo* para *coleta* e *conhecimento*) foram diagnosticados como os locais menos coletados e com menor grau de conhecimento para a grande maioria dos táxons revisados. Os decápodos braquiúros (caranguejos e siris), dendrobranquiados, nematódeos, braquiópodes terebrálideos e equinodermos da plataforma continental são exceções e foram considerados bem estudados e bem coletados nesta região. Quanto ao talude continental, todas as revisões classificam a coleta e conhecimento de sua fauna como ruins ou inexistentes. Como exemplo, pode-se citar o caso dos crustáceos cirripédios (Tabela 10), cujo "conhecimento da fauna profunda é praticamente inexistente" (P. S. Young, dados não publicados).

Pode-se tecer as mesmas considerações, em linhas gerais, à coluna d'água correspondente à plataforma continental (região pelágico-nerítica) e fora dela (região pelágico-oceânica), cujo conhecimento também foi considerado baixo, com 78% e 94% de *ruim/nenhum*, respectivamente (Tabela 10). Os Copepoda, Chaetognatha e Dendrobranchiata pelágicos são uma exceção a essa afirmação. Seu grau de conhecimento foi considerado bom na região pelágico-nerítica; apenas Copepoda foi avaliado como bem conhecido na região pelágico-oceânica.

Os estuários e manguezais foram indicados como locais com grau *bom/ótimo* (35% e 21%, respectivamente) de conhecimento para parte dos táxons analisados, como Chaetognatha, Mollusca, Amphipoda, Copepoda, Brachyura,

Dendrobranchiata, Cirripedia e Echinodermata (Tabela 10), mas a porcentagem de respostas *ruim/nenhum* novamente predominou (70% para estuários e 74% para manguezais). De maneira geral, pode-se ainda dizer que os marismas, recifes-de-coral, e ilhas tiveram suas faunas apontadas como ruins em termos de conhecimento, ou sem dados; as exceções são os moluscos, decápodos braquiúros, cirripédios e equinodermos (Tabela 10).

Tabela 10. Diversidade do Táxon (grau de coleta, conhecimento e número de espécies) por Biótopo/Habitat

Filo Porifera / Classe Demospongiae								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
ilhas continentais	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato consolidado	Bom	Ruim	600	900	-	250	400	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
manguezal	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato consolidado	Bom	Ruim	-	-	-	-	-	-
talude continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-

Filo Cnidaria / Classe Hydrozoa								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
estuários	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
ilhas continentais	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
manguezal	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
marisma	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
pelágico nerítico	Razoável	Ruim	-	-	-	-	-	-
pelágico oceânico	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato consolidado	Razoável	Razoável	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
talude continental	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	-

- dado não disponível

(continua)

Tabela 10 (continuação)

Filo Cnidaria / Classes Scyphozoa e Cubozoa								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Ruim	Ruim	-	-	19	-	-	4
ilhas continentais	Ruim	Ruim	-	-	19	-	-	2
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	-	-	19	-	-	
infralitoral – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	15	-	-	2
infralitoral – substrato inconsolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
manguezal	Ruim	Ruim	-	-	2	-	-	0
pelágico nerítico	Ruim	Ruim	-	-		-	-	19
pelágico oceânico	Ruim	Ruim	-	-		-	-	
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-		-	-	1
recife de coral	Ruim	Ruim	-	-	19	-	-	2
talude continental	Ruim	Ruim	-	-		-	-	0

Filo Cnidaria / Classe Anthozoa / Ordem Zoanthidae								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
ilhas continentais	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	4
infralitoral – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
manguezal	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
marisma	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
pelágico nerítico	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	7
região entremarés – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
talude continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-

Filo Cnidaria / Classe Anthozoa / Ordem Actiniaria								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
ilhas continentais	Ruim	Ruim	15	30	-	-	-	15
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	8	15	-	-	-	8
infralitoral – substrato consolidado	Ruim	Ruim	18	30	-	-	-	18
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	11	25	-	-	-	11
manguezal	Ruim	Ruim	1	5	-	-	-	1
marisma	Nenhum	Nenhum	1	5	-	-	-	0
pelágico nerítico	Nenhum	Nenhum			-	-	-	
plataforma continental	Ruim	Nenhum	10	20	-	-	-	0
recife de coral	Razoável	Ruim	16	30	-	-	-	16
região entremarés – substrato consolidado	Ruim	Ruim	22	30	-	-	-	22
região entremarés – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	11	20	-	-	-	11
talude continental	Ruim	Nenhum	10	20	-	-	-	0

- dado não disponível

(continua)

Tabela 10 (continuação)

Filo Rotifera								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
estuários	Razoável	Ruim	-	-	-	-	-	39
infralitoral – substrato consolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	-
manguezal	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
pelágico nerítico	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	5
pelágico oceânico	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato consolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	-
talude continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-

Filo Kinorhyncha								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
fital	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	0
Entremarés – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	1
infralitoral – substrato inconsolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	0

Filo Nematomorpha / Ordem Nectonematoidea								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
estuários	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
ilhas continentais	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
ilhas oceânicas	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato consolidado	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
manguezal	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
marisma	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
pelágico nerítico	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
pelágico oceânico	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
recife de coral	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato consolidado	-	Ruim	-	-	-	-	-	1
região entremarés – substrato inconsolidado	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-
talude continental	-	Nenhum	-	-	-	-	-	-

- dado não disponível

(continua)

Tabela 10 (continuação)

Filo Nematoda								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	-
ilhas continentais	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
ilhas oceânicas	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato consolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	-
manguezal	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
marisma	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Bom	Ruim	1.000	1.600.000				124
recife de coral	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato consolidado	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Bom	Ruim	-	-	-	-	-	-
talude continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-

Filo Chaetognatha								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Bom	Bom	-		8	-	-	8
manguezal	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
marisma	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
pelágico nerítico	Bom	Bom	-	-	12	-	-	11
pelágico oceânico	Ruim	Ruim	-	-	20	-	-	17
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
talude continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-

Filo Mollusca								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Ótimo	Ruim	-	-	100	-	-	50
ilhas continentais	Bom	Bom	-	-	1.000	-	-	700
ilhas oceânicas	Bom	Bom	-	-	700	-	-	300
infralitoral – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	500	-	-	200
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	500	-	-	200
manguezal	Ótimo	Ruim	-	-	100	-	-	50
pelágico nerítico	Ruim	Ruim	-	-	50	-	-	30
pelágico oceânico	Ruim	Ruim	-	-	10	-	-	2
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	500	-	-	100
recife de coral	Bom	Ruim	-	-	700	-	-	400
região entremarés – substrato consolidado	Ótimo	Bom	-	-	600	-	-	500
região entremarés – substrato inconsolidado	Ótimo	Bom	-	-	600	-	-	500
talude continental	Ruim	Ruim	-	-	300	-	-	100

Filo Sipuncula								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
infralitoral – substrato inconsolidado	Bom	Ruim	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Bom	Ruim	-	-	-	-	-	-
talude continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-

- dado não disponível

(continua)

Tabela 10 (continuação)

Filo Annelida / Classe Oligochaeta								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
ilhas continentais	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	1
ilhas oceânicas	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato consolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	2
manguezal	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	8
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	2
região entremarés – substrato consolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	3
talude continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-

Filo Annelida / Classe Polychaeta								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
estuários	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
ilhas continentais	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
manguezal	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
marisma	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
pelágico nerítico	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
pelágico oceânico	Nenhum	Ruim	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Ruim	Bom	-	-	-	-	-	-
talude continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-

Filo Arthropoda / Classe Crustacea / Ordem Amphipoda								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
estuários	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato consolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
marisma	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Ruim	Bom	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Bom	Ruim	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato consolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
talude continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-

- dado não disponível

(continua)

Tabela 10 (continuação)

Filo Arthropoda / Classe Crustacea / Ordem Isopoda								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
infralitoral – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	30	50	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	20	30	-
plataforma continental	Ruim/Bom	Ruim/Bom	-	-	-	100	150	-
região entremarés – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	40	50	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	10	15	-
talude continental	Ruim	Ruim	-	-	-	15	20	-

Filo Arthropoda / Classe Crustacea / Subclasse Copepoda								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
estuários	Bom	Bom	60	100	-	30	50	-
ilhas continentais	Ruim	Ruim	50	100	-	0	10	-
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	50	100	-	10	20	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	100	200	-	10	20	-
manguezal	Ruim	Ruim	60	100	-	30	50	-
marisma	Ruim	Ruim	60	100	-	30	50	-
pelágico nerítico	Bom	Bom	150	200	-	100	150	-
pelágico oceânico	Bom	Bom	150	200	-	100	150	-
plataforma continental	Ruim	Ruim	100	200	-	5	15	-
recife de coral	Ruim	Ruim	100	200	-	15	20	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	60	80	-	30	40	-
talude continental	Ruim	Ruim	100	200	-	5	15	-

Filo Arthropoda / Classe Crustacea / Ordem Siphonostomatoida								
Biótopo/habitat	**grau de coleta**	**grau de conhecimento**	**nº espécies estimadas**			**nº espécies conhecidas**		
			min	**max**	**exato**	**min**	**max**	**exato**
Estuário	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
ilhas continentais	Ruim	Ruim	-	-	-	2	4	-
ilhas oceânicas	Ruim	Nenhum	-	-	-			-
infralitoral – substrato consolidado	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Nenhum	-	-	-	-	-	-
manguezal	Nenhum	Nenhum	-	-	-			-
marisma	Nenhum	Nenhum	-	-	-			-
pelágico nerítico	Ruim	Ruim	-	-	-	25	30	-
pelágico oceânico	Ruim	Ruim	-	-	-	20	25	-
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	-	3	5	-
recife de coral	Ruim	Ruim	-	-	-	6	8	-
região entremarés – substrato consolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
talude continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-

- dado não disponível

(continua)

Tabela 10 (continuação)

Filo Arthropoda / Classe Crustacea / Ordem Decapoda / Infraordem Brachyura								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Bom	Bom	-	-	-	-	-	15
ilhas continentais	Bom	Bom	-	-	-	-	-	30
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	10
infralitoral – substrato consolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	20
infralitoral – substrato inconsolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	20
manguezal	Ótimo	Ótimo	-	-	-	-	-	20
marisma	Bom	Bom	-	-	-	-	-	2
pelágico nerítico	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
pelágico oceânico	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	2
plataforma continental	Bom	Bom	-		-	-	-	250
recife de coral	Bom	Bom	-	-	-	-	-	20
região entremarés – substrato consolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	15
região entremarés – substrato inconsolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	10
talude continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	15

Filo Arthropoda / Classe Crustacea / Ordem Dendrobranchiata								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Bom	Bom	-	-	8	-	-	6
infralitoral – substrato consolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
manguezal	Bom	Bom	-	-	8	-	-	6
pelágico nerítico	Bom	Bom	-	-	4	-	-	4
pelágico oceânico	Ruim	Ruim	-	-	30	-	-	20
plataforma continental	Bom	Bom	-	-	30	-	-	27
recife de coral	Ruim	Ruim	-	-	4	-	-	0
talude continental	Ruim	Ruim	-	-	20	-	-	8

Filo Arthropoda / Classe Crustacea / Ordem Cirripedia								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Ruim	Ruim	5	8		-	-	5
fundo abissal	Nenhum	Nenhum	-	-	80	-	-	1
ilhas continentais	Bom	Bom	-	-		-	-	
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	-	-	6	-	-	3
infralitoral – substrato consolidado	Bom	Bom	9	15	-	-	-	9
infralitoral – substrato inconsolidado	Bom	Bom	5	10	-	-	-	5
manguezal	Bom	Bom	5	7	-	-	-	5
marisma	Bom	Bom			0	-	-	0
pelágico nerítico	Ruim	Ruim	17	20	-	-	-	17
pelágico oceânico	Ruim	Ruim	19	22	-	-	-	19
plataforma continental	Ruim	Ruim	19	30	-	-	-	19
recife de coral	Bom	Bom	13	18	-	-	-	13
região entremarés – substrato consolidado	Bom	Bom	20	25	-	-	-	20
região entremarés – substrato inconsolidado	Bom	Bom	-	-	0	-	-	0
talude continental	Ruim	Ruim	2	50	-	-	-	2

- dado não disponível

(continua)

Tabela 10 (continuação)

Filo Phoronida								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	2
ilhas continentais	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
ilhas oceânicas	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato consolidado	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	2	-	-	2
pelágico nerítico	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	3
pelágico oceânico	Bom	Nenhum	-	-	-	-	-	0
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	
região entremarés – substrato consolidado	Ruim	Bom	-	-	-	-	-	2
região entremarés – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	2
talude continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-

Filo Bryozoa								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
ilhas continentais	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
ilhas oceânicas	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	100	120	0
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato consolidado	Bom	Bom	-	-	-	50	70	-
talude continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-

Filo Brachiopoda / Ordem Terebratulida								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
ilhas continentais	Ruim	Ruim	-	-	-	1	-	1
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	2	-	-	1
plataforma continental	Bom	Bom	-	-	-	-	-	4
talude continental	Bom	Bom	-	-	2	-	-	4

Filo Echinodermata								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
ilhas continentais	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato consolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
manguezal	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
marisma	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
pelágico nerítico	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
pelágico oceânico	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato consolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato inconsolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	-
talude continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-

- dado não disponível

(continua)

Tabela 10 (continuação)

Filo Hemichordata								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
região entremarés – substrato inconsolidado	Bom	Bom	-	-	-	-	-	7

Filo Chordata / Classe Ascidiacea								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
ilhas continentais	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
ilhas oceânicas	Ruim	Ruim	-	-	-	-		-
infralitoral – substrato consolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	15	20	-
infralitoral – substrato inconsolidado	Ruim	Ruim	-	-	-	5	10	-
manguezal	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
marisma	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
pelágico nerítico	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
pelágico oceânico	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
recife de coral	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-
região entremarés – substrato consolidado	Bom	Bom	50	70	-	50	70	-
talude continental	Ruim	Ruim	-	-	-	-	-	-

Filo Chordata / Classe Appendicularia								
Biótopo/habitat	grau de coleta	grau de conhecimento	nº espécies estimadas			nº espécies conhecidas		
			min	max	exato	min	max	exato
estuários	Ruim	Ruim	1	3	-	1	3	-
pelágico nerítico	Bom	Bom	25	-	-	17	36	-
pelágico oceânico	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-
plataforma continental	Bom	Bom	25	-	-	17	36	-
talude continental	Nenhum	Nenhum	-	-	-	-	-	-

- dado não disponível
sem informações:
Platyhelminthes, Gastrotricha, Scleractinia, Octocorallia, Pogonophora, Lernaeidae, Poecilostomatoida

Geograficamente, o conhecimento sobre nossa fauna também é variável. A região Norte do país foi considerada a menos conhecida em termos de fauna marinha: todas as revisões assinalaram grau de conhecimento e coleta ruins ou nulos, exceto as de Gastrotricha e Sipuncula, com grau de coleta bom (Tabelas 11 e 12). Esses dados concordam com os apresentados por Lana (1996), que aponta a fauna bentônica de plataforma da região Norte como uma das menos conhecidas das faunas marinhas brasileiras.

As regiões Sul e Nordeste foram avaliadas, como muito pouco conhecidas, apesar de haver vários táxons com grau de conhecimento bom, como Octocorallia, Scleractinia, Actiniaria (apenas Nordeste), Nematoda (apenas Nordeste), Chaetognatha, Mollusca, Sipuncula (apenas Nordeste), Brachyura e Echinodermata, Cirripedia (apenas Sul), Bryozoa (apenas Sul), Appendicularia (apenas Sul) (Tabelas 11 e 12). É interessante a afirmação de Lana (1996) de que "o bentos de águas costeiras do litoral nordeste foi estudado de forma 0menos abrangente e sistemática do que o bentos de plataforma".

A região Sudeste foi unanimemente apontada como a que tem a fauna mais bem conhecida, fato este explicado pela existência de um número maior de taxonomistas e de instituições dedicadas ao estudo de organismos marinhos, pela maior concentração de esforços de coleta e pela atuação de instituições fortes de fomento científico (FAPESP).

Tabela 11. Diversidade do Táxon por região geográfica: grau de coleta e conhecimento.

Filo	Táxon Classe/Ordem/Família	Norte		Nordeste		Sudeste		Sul	
		grau de conheci-mento	grau de coleta	grau de conheci-mento	grau de coleta	grau de conheci-mento	grau de coleta	grau de conheci-mento	grau de coleta
Porifera	*Demospongiae*	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Ruim	Ruim
Cnidaria	*Hydrozoa*	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Razoável	Razoável	Ruim	Ruim
Cnidaria	*Scyphozoa e Cubozoa*	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Cnidaria	*Octocorallia*	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Cnidaria	*Scleractinia*	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Cnidaria	*Zoanthidea*	Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Nenhum	Nenhum
Cnidaria	*Actiniaria*	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Bom	Bom	Ruim	Ruim
Cnidaria	*Corallimorpharia*	Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Nenhum	Nenhum
Platyhelminthes	*Eucestoda*	Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Gastrotricha		Bom	Ruim	Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Nenhum	Nenhum
Rotifera		Nenhum	Nenhum	Razoável	Razoável	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Kinorhyncha		Nenhum	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Nenhum	Nenhum
Nematomorpha	*Nectonematoidea*	-	-	-	-	-	-	Ruim	-
Nematoda		Ruim	Ruim	Bom	Ruim	Bom	Ruim	Ruim	Ruim
Chaetognatha		-	-	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Mollusca		Ruim	Ruim	Bom	Ruim	Ótimo	Bom	Bom	Bom
Sipuncula		Bom	Ruim	Bom	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Pogonophora		-	-	-	-	-	-	-	-
Tardigrada		Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Nenhum	Nenhum
Annelida	*Oligochaeta*	Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Annelida	*Polychaeta*	Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Ruim	Ruim
Crustacea	*Amphipoda*	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Ruim	Ruim
Crustacea	*Isopoda*	Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Razoável	Razoável	Ruim	Ruim
Crustacea	*Copepoda*	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Crustacea	*Copepoda, Lernaeidae*	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea	*Copepoda, Poecilostomatoida*	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea	*Copepoda, Siphonostomatoida*	Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Nenhum	Nenhum
Crustacea	*Brachyura*	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Crustacea	*Dendrobranchiata*	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Ruim	Bom	Ruim	Bom
Crustacea	*Cirripedia*	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Bom	Bom
Phoronida		-	-	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Bryozoa		-	-	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Bom	Bom
Brachiopoda	*Terebratulida*	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim
Echinodermata		Ruim	Ruim	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom	Bom
Hemichordata		Nenhum	Nenhum	Nenhum	Nenhum	Bom	Bom	Ruim	Ruim
Chordata	*Ascidiacea*	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Ruim	Ruim
Chordata	*Appendicularia*	Ruim	Ruim	Ruim	Ruim	Bom	Bom	Bom	Bom

- dado não disponível

Tabela 12. Diversidade do Táxon por região geográfica: número de espécies conhecidas/descritas e estimadas.

Filo	Táxon Classe/Ordem/Família	Espécies	Norte			Nordeste			Sudeste			Sul		
			min	máx	exato	min	máx	exato	min	máx	exato	min	máx	exato
Porifera	*Demospongiae*	Conhecidas/ Descritas	50	100	-	150	200	-	100	200	-	25	50	-
		Estimadas	200	300	-	400	600	-	200	300	-	100	150	-
Cnidaria	*Hydrozoa*	Conhecidas/ Descritas	30	40	-	150	200	-	200	250	-	90	120	-
Cnidaria	*Scyphozoa e Cubozoa*	Conhecidas/ Descritas	-	-	1	-	-	5	-	-	18	-	-	3
		Estimadas	-	-		-	-	19	-	-	-	-	-	-
Cnidaria	*Octocorallia*	Conhecidas/ Descritas	-	-	19	-	-	27	-	-	22	-	-	12
Cnidaria	*Scleractinia*	Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	15	-	-	10	-	-	1
Cnidaria	*Actiniaria*	Conhecidas/ Descritas	-	-	3	-	-	18	-	-	23	-	-	11
		Estimadas	3	15		18	25	-	23	30	-	11	20	-
Cnidaria	*Corallimorpharia*	Conhecidas/ Descritas	-	-	0	-	-	1	-	-	3	-	-	0
		Estimadas	-	-	4	-	-	4	-	-	5	-	-	2
Platyhelminthes	*Eucestoda*	Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Gastrotricha		Conhecidas/ Descritas	-	-	24	-	-	-	-	-	43	-	-	-
Rotifera		Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	37	-	-	6	-	-	4
Kinorhyncha		Conhecidas/ Descritas	-	-	0	-	-	0	-	-	1	-	-	0
Nematomorpha	*Nectonematoidea*	Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1
Nematoda		Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	65	-	-	188	-	-	-
Chaetognatha		Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	7	-	-	11	-	-	17
		Estimadas	-	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	20
Mollusca		Conhecidas/ Descritas	-	-	200	-	-	600	-	-	600	-	-	500
		Estimadas	-	-	600	-	-	1.200	-	-	1.000	-	-	900
Tardigrada		Conhecidas/ Descritas	-	-	0	0	3	-	60	70	-	-	-	-
		Estimadas	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	-	65

(continua)

Tabela 12 (continuação)

Filo	Táxon Classe/Ordem/Família	Espécies	Norte			Nordeste			Sudeste			Sul		
			min	máx	exato	min	máx	exato	min	máx	exato	min	máx	exato
Annelida	*Oligochaeta*	Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	1	-	-	11	1	3	-
Annelida	*Polychaeta*	Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Crustacea	*Isopoda*	Conhecidas/ Descritas	-	-	4	-	-	15	80	90	-	15	20	-
		Estimadas	-	-	-	-	-	-	150	200	-	-	-	-
Crustacea	*Copepoda*	Conhecidas/ Descritas	30	40	-	160	180	-	280	300	-	230	250	-
		Estimadas	300	400	-	700	1.000	-	700	1.000	-	700	1.000	-
Crustacea	*Copepoda Siphonostomatoida*	Conhecidas/ Descritas	2	4	-	10	15	-	20	30	-	5	7	-
Crustacea	*Brachyura*	Conhecidas/ Descritas	-	-	200	-	-	200	-	-	150	-	-	90
Crustacea	*Dendrobranchiata*	Conhecidas/ Descritas	-	-	24	-	-	32	-	-	35	-	-	44
Crustacea	*Cirripedia*	Conhecidas/ Descritas	-	-	11	-	-	46	-	-	45	-	-	36
		Estimadas	20	40	-	50	200	-	50	100	-	40	100	-
Phoronida		Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	1-	-	-	2	-	-	1
Bryozoa		Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	-	-	-	120	-	-	35
		Estimadas	-	-	-	-	-	-	130	150	-	-	-	-
Brachiopoda	*Terebratulidae*	Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	-	-	-	4	-	-	1
Hemichordata		Conhecidas/ Descritas	-	-	-	-	-	-	-	-	7	-	-	-
Chordata	*Ascidiacea*	Conhecidas/ Descritas	1	10	-	20	25	-	54	60	-	25	30	-
Chordata	*Appendicularia*	Conhecidas/ Descritas	17	-	-	19	-	-	17	-	-	18	-	-
		Estimadas	25	-	-	25	-	-	25	-	-	25	-	-

- dado não disponível

observação: dados não fornecidos para os seguintes táxons: Zoanthidea, Pogonophora, Sipuncula, Amphipoda, Laernidae, Poecilostomatoida, Echinodermata

Para nenhum dos táxons revisados tem-se conhecimento da existência de espécies recentes comprovadamente *extintas* em nosso litoral, com exceção de Mollusca (dado empírico, L. R. Simone, dados não publicados). Como ameaçadas ou em via de extinção foram citadas uma espécie da anêmona-do-mar (Actiniaria – *Phymantus canous*), uma de Hemichordata (*Balanoglossus gigas*) e uma de caranguejo (*Ucides chordatus*) (Tabela 13). Entre os 76 invertebrados aquáticos oficialmente reconhecidos como ameaçados pelo Governo do Brasil (Instrução Normativa Nº 5 do Ministério do Meio Ambiente, de 12 de maio de 2004), 32 são marinhos (5 Cnidaria, 1 Enteropneusta, 3 Polychaeta, 3 Gastropoda, 3 Decapoda, e 17 Echinodermata). Na lista anterior, vigente até 2004, a única espécie de invertebrado marinho incluída era o hidrozoário *Millepora nitida* Verrill, 1868, uma espécie de "coral-de-fogo" endêmica da costa brasileira. Alguns estados têm elaborado listas das espécies ameaçadas em seu território.

Extinções recentes de organismos marinhos são aparentemente raras, havendo poucos casos relatados na literatura (Carlton, 1993), apesar de haver casos comprovados de extinções locais. É mais ou menos senso comum que a vida marinha tem risco reduzido de extinção global, principalmente pelo fato de que muitos invertebrados marinhos têm, aparentemente, distribuição ampla. Embora seja razoável admitir que espécies com populações pequenas e geograficamente restritas sejam potencialmente mais vulneráveis à extinção, conhece-se muito pouco da taxonomia, biogeografia e biologia das espécies marinhas para se afirmar algo a respeito. Se as espécies marinhas recentes são realmente mais resilientes à extinção ou se o ser humano tem sido incapaz de perceber essas extinções, são questões ainda em aberto (Carlton, 1993). Deve-se levar em conta, como dito anteriormente, que a mais séria ameaça à biodiversidade marinha é a perda de *habitats*, inevitavelmente levando à extinção regional de inúmeras espécies.

CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES FINAIS

1) A capacidade de um biólogo de formação ampla em reconhecer e identificar as espécies presentes no ecossistema marinho é cada vez menor, apesar de a identificação específica ser fundamental para a compreensão da estrutura e função das comunidades biológicas, e para a mensuração das mudanças na distribuição e abundância das espécies (National Research Council, 1995). No Brasil, a situação é ainda mais crítica, pois além da formação de novos taxonomistas e sistematas de alto nível, habilitados em métodos de estudo como sistemática filogenética e genética molecular, é imperativo que outros estudiosos do ambiente marinho (ecólogos, técnicos de nível superior, etc.) sejam capacitados a reconhecer e preparar espécimes para identificação e depósito em museu. Como a maioria das espécies não descritas é pequena e inconspícua (as espécies grandes e comuns tendem a ser encontradas, primeiro), é necessário conhecimento especializado e experiência para encontrá-las, reconhecê-las e encaminhá-las a taxonomistas para confirmação da identificação e eventual descrição (Wheeler, 1995, Prado & Lewinsohn, 2002, e esta publicação).
2) Para incrementar a formação de taxonomistas e sistematas, e revalorizar o papel da taxonomia e sistemática no meio científico, deve-se criar um programa de formação de recursos humanos, semelhante ao do "Partnerships for Enhancing Expertise in Taxonomy" (PEET Program) da National Science Foundation (EUA) (http://www.nsf.gov/pubs/1999/nsf9915/nsf9915.htm). Este programa inclui treinamento em revisões amplas

Tabela 13. Espécies introduzidas, extintas ou ameaçadas.

Filo	Classe/Ordem/Família	Existem espécies comprovadamente extintas no Brasil?	Existem espécies ameaçadas ou em via de extinção?	*Quais?*	Existem espécies Comprovada-Mente introduzidas?	*Quais?*
Cnidaria	*Hydrozoa*	não	não	-	possivelmente	-
Cnidaria	*Scyphozoa e Cubozoa*	não	não	-	possivelmente	*Phyllorhyza punctata*
Cnidaria	*Actiniaria*	não	possivelmente	*Phymanthus canous*	possivelmente	*Paracondylactis hertwigi*
Rotifera		-	-	-	possivelmente	-
Mollusca		sim	sim	-	possivelmente	*Isognomon bicolor* (Bivalvia)
Annelida	*Oligochaeta*	não	não	-	espécies de distribuição ampla podem ter sido introduzidas	-
Crustacea	*Copepoda*	não	não	-	sim	*Pseudodiaptomus trihamatus*
Crustacea	*Brachyura*	não	sim	*Ucides cordatus*	sim	*Charybdis helleri; Scylla serrata*
Crustacea	*Dendrobranchiata*	não	não		sim	*Penaeus monodon; P. vanamei; Metapenaeus monoceros*
Crustacea	*Cirripedia*	-	-	-	sim	*Megabalanus coccopoma; Chirona amaryllis; Balanus reticulatus*
Echinodermata		não	possivelmente	*Eucidaris tribuloides; Oreaster reticulatus*	não	-
Hemichordata		não	possivelmente	*Balanoglossus gigas*	não	-
Chordata	*Ascidiacea*	não	não	-	possivelmente	-
Chordata	*Appendicularia*	-	-	-	-	-

- dado não disponível

dos táxons, focadas em grupos monofiléticos, incentivo à produção de monografias e trabalhos de revisão taxonômica, com coletas e observações não restritas a limites geográficos, políticos e ecológicos, o que determina a possibilidade de solução de problemas taxonômicos tendo em vista, inclusive, a biodiversidade "escondida" (espécies diferentes que estão sob o mesmo nome científico por não terem sido mais bem estudadas). Da mesma forma, devem-se revitalizar os programas de treinamento e atualização de sistematas, implementados em décadas passadas. As condições de desenvolvimento desses programas podem ser divididas em duas estratégias principais. Em primeiro lugar, a formação de novos taxonomistas deve ser centrada, porém não exclusivamente, em programas de pós-graduação estabelecidos, nos quais a diversidade de pesquisadores seja a maior possível. Isso fortalece a formação ampla do jovem pesquisador, estimula seu senso crítico, e a capacidade de criação e reformulação de conceitos na área de biodiversidade. A desejada descentralização do conhecimento deve ocorrer à medida que os recém-doutores e jovens pesquisadores encontrem estímulo, oportunidades profissionais e condições adequadas de pesquisa em outras regiões do país. Uma vez estabelecidos em novos centros, esses profissionais devem ser incentivados a buscar recursos para pesquisa em fontes diversas de fomento, o que deve reforçar suas instituições e criar, assim, um círculo virtuoso. Em segundo lugar, programas curtos e eventualmente de caráter itinerante, tais como cursos de atualização profissional, poderiam suprir a necessidade de informação e troca de experiências em centros sem pós-graduação estabelecida. A organização destes programas deveria ser planejada segundo os parâmetros de (a) demanda de intercâmbio na região; (b) demanda por conhecimento da biota marinha da região; e (c) aspectos específicos, tais como falta de um profissional especialista em determinado táxon aparentemente abundante na região em questão.

3) Deve-se promover a cooperação com centros e pesquisadores estrangeiros. Os procedimentos formais e burocráticos oficiais devem ser, contudo, simplificados, principalmente no caso de projetos já analisados e contemplados por agências de fomento (CNPq, CAPES ou FAPs, por exemplo).

4) Há que se revalorizar o papel dos museus brasileiros, no estudo, documentação e conservação da biodiversidade. Essas instituições não devem ser vistas unicamente como um repositório estático de organismos. Além de serem a base dos estudos taxonômicos propriamente ditos e indiretamente preservarem o patrimônio genético das espécies, inclusive para abordagens moleculares (seqüenciamento de DNA, etc.), coleções de espécimes têm papel importantíssimo na documentação de mudanças ambientais (de curto e longo prazo) e na detecção de introduções e extinções de espécies, entre outras (Carlton, 1993; SA2000, 1994). No Brasil, além do apoio urgente aos poucos museus de história natural existentes, deve-se estimular a constituição de coleções representativas da fauna em nível regional e mundial, e a criação de novos museus. É importante a informatização das coleções, com a criação de bancos de dados, os quais permitam a consulta remota às informações, acesso direto aos acervos e curadoria especializada, além de um incremento na informatização da literatura disponível relativa aos diferentes grupos taxonômicos. Os museus deveriam funcionar como centros de referência de biodiversidade, onde ecólogos, avaliadores de impacto ambiental e técnicos em geral, entre outros, pudessem enviar (e depositar) espécimes para confirmação e identificação específica, e consultar bancos de dados sobre o estado de conhecimento da biota de uma determinada região ou localidade.

5) Nos inventários de biodiversidade, deve-se considerar prioritariamente a participação dos taxonomistas no planejamento e execução das coletas, bem como nas triagens prévias do material. Essas etapas não devem ser relegadas a um segundo plano e a participação dos taxonomistas não deve se restringir ao recebimento do material para identificação específica, como freqüentemente ocorre. É comum que determinados táxons, por serem pequenos ou frágeis, por exemplo, sejam danificados durante o processo de coleta e triagem, e(ou) passem despercebidos, conseqüentemente inviabilizando qualquer análise faunística ou ecológica séria ulterior. Assim, todos os envolvidos nas etapas de coleta, triagem e fixação devem ser treinados para o adequado reconhecimento e tratamento dos táxons mais comuns.
6) Os projetos de pesquisa em biodiversidade devem, sempre que possível, visar a integração das diversas disciplinas e ciências que abordam o ambiente marinho, de modo que processos que agem em dimensões de tempo e espaço distintas, como os históricos filogenéticos, os ecológicos em escala local ou regional e os oceanográficos em escala oceânica ou global, possam ser unificados e melhor compreendidos (National Research Council, 1995).
7) Deve-se direcionar esforços de coleta e estudo à região Norte do país, considerada como tendo sua fauna de invertebrados marinhos, praticamente desconhecida. No entanto, como a fauna das regiões Nordeste, Sul, e mesmo Sudeste, ainda estão insuficientemente conhecidas, há também que se estimular, e efetivamente incrementar, estudos faunísticos e inventários de fauna nessas regiões.
8) Embora o estabelecimento de áreas de proteção (parques, santuários, etc.) seja também imperativo para a conservação efetiva da nossa rica biodiversidade marinha, é urgente que se estabeleçam medidas de proteção ambiental ao longo de toda a costa. O estabelecimento de parques e o planejamento de áreas com exploração sustentada podem ser comprometidos, enquanto perdurar o acentuado desconhecimento faunístico atual.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a todos aqueles que gentilmente se dispuseram a colaborar, respondendo aos questionários e nos fornecendo prontamente outras informações indispensáveis à elaboração deste relatório. Somos especialmente gratos aos Profs. Drs. Carlos E. F. Rocha e Sergio A. Vanin (IBUSP) pela revisão crítica de versões anteriores desse texto e por suas valiosas sugestões. AEM e ACM têm apoio da FAPESP e do CNPq.

REFERÊNCIAS

BRANDINI, F.P.; LOPES, R.M.; GUTSEIT, K.S.; SPACH, H.L.; SASSI, R. **Planctonologia na plataforma continental do Brasil:** diagnose revisão bibliográfica. MMA, Comissão Interministerial para Estudos do Mar, Fundação de Estudos do Mar, 1997. 196 p.

CARLTON, J.T. Neoextinctions of marine invertebrates. **Amer. Zool.**, v. 33, p. 499-509, 1993.

COMISSÃO NACIONAL INDEPENDENTE SOBRE OS OCEANOS. **O oceano nosso futuro**. Relatório da Comissão Mundial Independente sobre os oceanos. 1998. 248 p.

GRAY, J.S. Marine biodiversity: patterns, threats and conservation needs. **GESAMP Reports and Studies**, v. 62, p. 1-24, 1997.

INTERNATIONAL CODE OF ZOOLOGICAL NOMENCLATURE. 4. ed. **The international trust for zoological nomenclature**. Londres, 1999. 306 p.

LANA, P. da C. **O bentos da costa brasileira**. Avaliação crítica e levantamento bibliográfico (1858-1996). Rio de Janeiro: Femar, 1996. 431 p.

LEÃO, Z.M.A.N.; KIKUCHI, R.K.P.; ENGELBERG, E.F. **Guia Internet dos corais e hidrocorais do Brasil.** Disponível em: http://www.pppg.ufba.br/~pgeol/guia-corais/index.htm#P0.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Understanding marine biodiversity**. A research agenda of the Nation. Committee on Biological Diversity in Marine Systems. National Academy Press, 1995. 114 p.

SA2000. **Systematics Agenda 2000:** charting the biosphere. Technical Report. New York: American Museum of Natural History, 1994. 35 p.

SMA. **Fauna ameaçada no Estado de São Paulo**. São Paulo: Secretaria do Meio Ambiente, SMA/CED, 1998. 56 p.

TOMMASI, L.R. Poluição marinha no Brasil: síntese do conhecimento. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, v. 5, p. 1-30, 1987.

_____. **Echinodermata recentes e fósseis do Brasil**. Base de Dados Tropical. Campinas, 1999. Disponível em: http://www.bdt.org.br/zoologia/echinodermata/.

WHEELER, O.D. Systematics, the scientific basis for inventories of biodiversity. **Biodiversity and Conservation**, v. 4, p. 476-489, 1995.

YOUNG, P.S. **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Série Livros 6. Rio de Janeiro: Museu Nacional, UFRJ, 1998. 717 p.

ANEXOS

Anexo A. Endereço dos pesquisadores colaboradores.

Prof. Dr. Alvaro E. Migotto Centro de Biologia Marinha - USP (CEBIMar) Caixa Postal 83, 11600-970, São Sebastião, SP, Brasil tel: 12 38627149 ramal 232 fax: 12 38626646 e-mail: aemigott@usp.br
Profª. Drª. Ana Maria Setubal Pires Vanin Instituto Oceanográfico, USP (IOUSP) Praça do Oceanográfico, 191 05508-900, São Paulo, SP, Brasil tel: 30916579 fax: 11 30323092 ou 30916607 e-mail: amspires@usp.br
Profª. Drª. A. Cecília Z. Amaral Departamento de Zoologia, Instituto de Biologia, UNICAMP Cidade Universitária Zeferino Vaz 13083-970, Campinas, SP, Brasil tel: 19 37886343 e-mail: ceamaral@unicamp.br
Prof. Dr. Antonio Carlos Marques Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP) Caixa Postal 11461 05422-970, São Paulo, SP, Brasil tel: 11 30917530 fax: 11 30917802 ou 30917530 e-mail: marques@ib.usp.br
Prof. Dr. Carlos Rocha Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP) Caixa Postal 11461 05422-970, São Paulo, SP, Brasil tel: 11 30917617 fax: 11 30917802 e-mail: cefrocha@usp.br
Drª. Cláudia Maria Leite Assunção Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP) Caixa Postal 11461 05422-970, São Paulo, SP, Brasil tel: fax: e-mail: cmleite@usp.br
Prof. Dr. Cláudio Gonçalvez Tiago Centro de Biologia Marinha - USP (CEBIMar) Caixa Postal 83, 11600-970, São Sebastião, SP, Brasil tel: 12 38627149 ramal 233 fax: 12 38626646 e-mail: clgtiago@usp.br
Prof. Dr. Eduardo Hajdu Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN–UFRJ) Quinta da Boa Vista, s/n, 20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil tel: 21 25681149 e-mail: hajdu@acd.ufrj.br
Prof. Dr. Edmundo Nonato (aposentado) Instituto Oceanográfico, USP Praça do Oceanográfico, 191 05508-900, São Paulo, SP, Brasil tel: 11 30916553 fax: 11 30323092 ou 30916607
Profª. Drª. Erika Schlenz (aposentada)) Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP) Caixa Postal 11461 05422-970, São Paulo, SP, Brasil tel: 11 30917615 fax: 11 30917802 e-mail: eschlenz@ib.usp.br
Prof. Dr. Fábio L. Silveira Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP) Caixa Postal 11461 05422-970, São Paulo, SP, Brasil tel: 11 30917619 fax: 11 30917802 e-mail: fldsilve@usp.br
Prof. Dr. Fernando D'Incao Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade do Rio Grande, FURG Caixa Postal 474 96201-900, Rio Grande, RS, Brasil
MSc. Helena Krieg Boscolo (aluna de pós-graduação/ doutorado) Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP) Caixa Postal 11461 05422-970, São Paulo, SP, Brasil tel: 11 30917619 fax: 11 30917802 e-mail: helena@ib.usp.br

Prof. Dr. Fernando Portela de Luna Marques
Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP)
Caixa Postal 11461
05422-970, São Paulo, SP, Brasil
tel: 11 30917481 fax: 11 30917802 e-mail: fernando@ib.usp.br

Prof. Dr. Gustavo Melo
Museu de Zoologia, USP (MZUSP)
Avenida Nazaré, 481
04263-000, São Paulo, SP, Brasil
tel: 11 61658122 fax: 11 61658113 e-mail: gasmelo@usp.br

Profª. Drª. Liliana Forneris (aposentada)
Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP)
Caixa Postal 11461
05422-970, São Paulo, SP, Brasil

Profª. Drª. Liliana Rúbia de Ascenção Medeiros
Universidade Ibirapuera – São Paulo
Rua Mario de Andrade, 100, apt. 105
01154-060, São Paulo, SP, Brasil
tel: 11 38257008 e-mail: liliana_medeiros@uol.com.br

Prof. Dr. Luiz Ricardo Lopes de Simone
Museu de Zoologia, USP (MZUSP)
Avenida Nazaré, 481
04263-000, São Paulo, SP, Brasil
tel: 11 61658129 fax: 11 61658113 e-mail: lrsimone@usp.br

Profª. Drª. Luz Amelia Vega-Pérez
Instituto Oceanográfico, USP
Praça do Oceanográfico, 191
05508-900, São Paulo, SP, Brasil
tel: 11 30916540 fax: 11 30323092 ou 30916607 e-mail: lavega@usp.br

Prof. Dr. Marcello G. Simões
Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, UNESP
Distrito de Rubião Júnior, s/n
18618-000 Botucatu, SP
tel: 14 68026268; fax: 14 68213744 e-mail: btsimões@zaz.com.br

Profª. Drª. Mónica Montú
Departamento de Oceanografia, Fundação Universidade do Rio Grande, FURG
Caixa Postal 474
96201-900, Rio Grande, RS, Brasil
tel: 53 2302000 ramal 226 fax: 53 2302126 e-mail: docmontu@super.furg.br

Prof. Dr. Paulo Young
Museu Nacional – Universidade Federal do Rio de Janeiro (MN–UFRJ)
Quinta da Boa Vista, s/n,
20940-040, Rio de Janeiro, RJ, Brasil
tel: 21 25688262 e-mail: psyoung@omega.lncc.br

Dr. Rodrigo Johnsson Tavares da Silva
Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP)
Caixa Postal 11461
05422-970, São Paulo, SP, Brasil
tel: 11 30917617 fax: 0 11 30917802

Prof. Dr. Sérgio Ditadi (falecido)
Departamento de Zoologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP)
Caixa Postal 11461
05422-970, São Paulo, SP, Brasil
tel: 11 30917599 fax: 11 30914151

Prof. Dr. Sérgio Rodrigues (aposentado)
Departamento de Ecologia, Instituto de Biociências, USP (IBUSP)
Caixa Postal 11461
05422-970, São Paulo, SP, Brasil
tel: 11 30917599 fax: 11 30914151

Profª. Drª. Rosana Rocha
Departamento de Zoologia, Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Jardim das Américas s/n
81531-990, Curitiba, PR, Brasil
tel: 41 3663144 ramal 148 fax: 41 2662042 e-mail: rmrocha@bio.ufpr.br

Profª. Drª. Thais Corbisier
Instituto Oceanográfico, USP (IOUSP)
Praça do Oceanográfico, 191
05508-900, São Paulo, SP, Brasil
tel: 11 30916592 fax: 11 30323092 ou 30916607 e-mail: tncorbis@usp.br

Profª. Drª. Yoko Wakabara (aposentada)
Instituto Oceanográfico, USP (IOUSP)
Praça do Oceanográfico, 191
05508-900, São Paulo, SP, Brasil
tel: 11 30916588 fax: 11 30323092 ou 30916607 e-mail: ywakabar@usp.br

Anexo B. Referências bibliográficas citadas pelos revisores

Porifera - Demospongiae

BOURY-ESNAULT, N. Campagnes de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). I. 29. **Res. scient. Camp. Calypso**, v. 10, p. 263-295, 1973.

COLLETTE, B.; RUETZLER, K. **Reef fishes over sponge bottoms off the mouth of the Amazon river**. 3rd int. Coral Reef Symp, p. 305-310. 1977.

HAJDU, E. **Taxonomia de Porifera da ordem Poecilosclerida Topsent, 1928 de Arraial do Cabo (RJ)**. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Sao Paulo, 1990. 152 p.

HAJDU, E.; BERLINCK, R.G. de S.; FREITAS, J.C. de. Volume 3: Invertebrados marinhos. In: MIGOTTO, A.E.; TIAGO, C.G. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento no final do século XX. São Paulo: Fapesp, p. 21-31, 1999.

HAJDU, E.; MURICY, G.; BERLINCK, R.G. de S.; FREITAS, J.C. de. Marine poriferan diversity in Brazil: through knowledge to management. In: BICUDO, C.E.M.; MENEZES, N.A. **Biodiversity in Brazil. A first approach**. São Paulo: CNPq, p. 157-172, 1996.

HECHTEL, G.J. Zoogeography of brazilian marine Demospongiae. In: HARRISON, F.W.; COWDEN, R.R. **Aspects of SPonge Biology**. Nova Iorque: Academic Pres, p. 237-260, 1976.

HOOPER, J.N.A.; LEVI, C. Biogeography of Indo-west Pacific sponges: Microcionidae, Raspailiidae, Axinellidae. In: SOEST, R.W.M. VAN ; KEMPEN, Th.M.G.; BRAEKMAN, J.C. **Sponges in Time and Space**. **Proc. 4th Int. Symp. Biol. Sponges**. Rotterdam, Balkema, p. 191-212, 1994.

LAUBENFELS, M.W. de. Preliminary discussion of the sponges of Brazil. Contr. **Avulsas Inst. oceanogr. Univ.,** São Paulo, v. 1, p. 1-4, 1956.

LERNER, C.B. Esponjas da Ilha da Galé, Reserva Marinha Biológica do Arvoredo, Santa Catarina, Brasil, **Porífera**, v. 4, n. 2, p. 101-129, 1996.

MOTHES, B. **Esponjas da plataforma Norte e Nordeste do Brasil (Porifera, Demospongiae)**. 1996. 233 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

MOTHES, B.; LERNER, C.B. Esponjas marinhas do infralitoral de Bombinhas (Santa Catarina, Brasil) com descrição de tres espécies novas (Porifera: Calcarea e Demospongiae). **Biociencias**, v. 2, n. 1, p. 47-62, 1994.

MURICY, G. Sponges as pollution-biomonitors at Arraial do Cabo, Southeastern Brazil. **Revta. bras. Biol.**, v. 49, p. 347-354, 1989.

MURICY, G.; HAJDU, E.; CUSTÓDIO, M.; KLAUTAU, M.; RUSSO, C.; PEIXINHO, S. Sponge distribution at Arraial do Cabo, SE Brazil. Coastal Zone '91. Proc. 7th Symp. coast. ASCE Publs. **Oceanogr. Manag.**, v. 2, p. 1183-1196, 1991.

MURICY, G.; HAJDU, E.; ARAUJO, F.V.; HAGLER, A. Antimicrobial activity of southwestern Atlantic shallow-water marine sponges (Porifera). **Sci. mar.,** v. 57, n. 4, p. 427-432, 1993.

MURICY, G.; SILVA, O.C. Esponjas marinhas do Estado do Rio de Janeiro: um recurso renovável inexplorado. **Oecol. Brasiliens.** No prelo.

POLEJAEFF, N.N. Report on the Keratosa collected by H.M.S. 'Challenger' duting the years 1873-1876. **Repts. scient. Res. Voyage 'Challenger'**, v. 2, p. 1-88, 1884.

RIDLEY, S.O.; DENDY, A. Report on the Monaxonida collected by H.M.S. 'Challenger' during the years 1873-1876. **Repts. scient. Res. Voyage 'Challenger' 1873-76, Zoology**, v. 20, n. 3, p. 1-275, 1887.

SOEST, R.W.M. van. Demosponge distribution patterns. In: SOEST, R.W.M. van; KEMPEN, Th.M.G.; BRAEKMAN, J.C. **Sponges in Time and Space. Proc. 4th int. Symp. Biol. Sponge**. Rotterdam, Balkema, p.213-223, 1994.

SOLÉ-CAVA, A.M.; KLAUTAU, M.; BOURY-ESNAULT, N.; BOROJEVIC, R.; THORPE, J.P. Genetic evidence for cryptic speciation in allopatric populations of two cosmopolitan species of the calcareous sponge genus *Clathrina*. **Mar. Biol.**, v. 111, n. 3, p. 381-386, 1991.

SOLÉ-CAVA, A.M., THORPE, J.P. High levels of genetic variation in marine sponges. In: RUTZLER, K. **New Perspectives in Sponge Biology. Proc. 3rd int. Symp. Biol. Sponge**. Washington DC: Smithsonian Institution Press, p. 332-337, 1990.

SOLLAS, W.L. Report on the Tetractinellida collected by H.M.S. 'Challenger' during the years 1873-1876. **Repts. scient. Res. Voyage 'Challenger'**, v. 25, p. 1-455, 1888.

VOLKMER-RIBEIRO, C. Key to the presently known families and genera of Neotropical freshwater sponges. **Revta. Bras. Biol.,** v. 41, n. 4, p. 803-808, 1981.

Cnidaria - Hydrozoa

ANDRADE, L.P.; MIGOTTO, A.E. **Is there a link between *Hebella* hydroids (Hydrozoa, Lafoeidae) and *Staurodiscus* medusae (Hydrozoa, Laodiceidae)?** VII COLACMAR - Congresso Latino-americano sobre Ciências do Mar., v. 1, p. 35-36, 1997.

BOUILLON, J. Essai de classification des hydropolype-hydroméduses (Hydrozoa - Cnidaria). **Indo-Malayan Zoology**, v. 1, p. 29-243, 1985.

_____. Embranchement des cnidaires (Cnidaria). In: GRASSE, P.-P. (Ed.). **Traité de Zoologie, Cnidaires**, Tome III, Fascicule 2, Paris: Masson, p. 1-28, 1994.

BOUILLON, J.; GROHMANN, P.A. Pinushydra chiquitita gen. et sp. nov. (Cnidaria, Hydrozoa). **Cahiers de Biologie Marine**, v. 31, p. 291-305, 1990.

_____. A new interstitial stolonal hydroid: Nannocoryne gen. nov. mammylia sp. nov. (Hydroidomedusae, Anthomedusae, Corynidae). **Cahiers de Biologie Marine**, v. 35, p. 431-439, 1994.

CALDER, D.R. Shallow water hydroids of Bermuda. The Athecatae. **Royal Ontario Museum Life Science Contributions**, v. 148, p. 1-107, 1988.

_____. Shallow-water hydroids of Bermuda. The Thecatae, exclusive of Plumularioidea. **Royal Ontario Museum Life Science Contributions**, v. 154, p. 1-140, 1991.

_____. Shallow-water hydroids of Bermuda: (Superfamily Plumularioidea). **Royal Ontario Museum Life Science Contributions**, v. 161, p. 1-85, 1997.

DIAS, L. **Siphonophora (Cnidaria, Hydrozoa) da região compreendida entre Cabo Frio, RJ (23ºS) e Cabo de Santa Marta Grande, SC (29ºW)**. São Paulo, 1994. 163 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

FREITAS, J.C.; SCHIOZER, W.A.; MALPEZZI, E.L.A. A case of envenoming by Portuguese man-of-war from the Brazilian coast. **Toxicon**, v. 33, n. 7, p. 859-861, 1995.

GOY, J. Campagne de la Calypso au large des côtes atlantiques de l'Amérique du Sud (1961-1962). Méduses. **Annales de l'Institute Océanographique**, Paris, (Suppl.), v. 55, p. 263-296, 1979.

GRASSÉ, P.-P. **Traité de Zoologie**. Anatomie, systématique, biologie. Cnidaires, hydrozoaires, scyphozoaires, cubozoaires, cténaires. Tome III, fascicule 2. Paris: Masson, 1993. 1117 p.

HADDAD, M.A. **Hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) de costões rochosos do litoral sul do Estado do Paraná**. São Paulo, 1992. 122 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

KRAMP, P.L. Synopsis of the medusae of the world. **Journal of Marine Biological Association of United Kingdom**, v. 40, p. 1-469, 1961.

MARQUES, A.C. **Sistemática dos Eudendriidae L. Agassiz, 1862 (Cnidaria, Hydrozoa) do litoral Paulista, São Paulo**. Sao Paulo, 1993. 168 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

_____. Eudendrium pocaruquarum n. sp. (Hydrozoa, Eudendriidae) from the southeastern coast of Brazil, with remarks on taxonomic approaches to the family Eudendriidae. **Contributions to Zoology**, v. 65, n. 1, p. 35-40, 1995.

_____. **Evolução basal nos Metazoa, com ênfase nas relações entre os Cnidaria**. São Paulo, 1997. 415 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

MARQUES, A.C.; MIGOTTO, A.E. A new species of Eudendrium (Hydrozoa, Anthomedusae, Eudendriidae) from the Netherlands. **Zoologische Mededelingen**, Leiden, v. 323, p. 149-154, 1998.

MAYAL, E.M. Distribuição de hidróides (Hydrozoa, Thecata) na costa do Estado de Pernambuco, Brasil. **Boletim de Zoologia**, Universidade de São Paulo, v. 6, p. 1-13, 1983.

MILLARD, N.A.H. Monograph on the Hydroida of southern Africa. **Annals of the South African Museum**, v. 68, p. 1-513, 1975.

MIGOTTO, A.E. Benthic shallow-water hydroids (Cnidaria, Hydrozoa) of the coast of São Sebastião, Brazil, including a checklist of Brazilian hydroids. **Zoologische Verhandelingen**, v. 306, p. 1-125, 1996.

_____. The life cycle of Sertularia marginata Kirchenpauer, 1864 (Cnidaria, Hydrozoa): a medusoid-producing sertulariid. **Journal of Natural History**, v. 32. p. 1-12, 1998.

MIGOTTO, A.E.; CALDER, D.R. Sertularia vervoorti (Hydrozoa, Sertulariidae), a new species of hydroid from Brazil. **Zoologische Mededelingen**, Leiden, v. 323, p. 169-174, 1998.

MIGOTTO, A.E.; MARQUES, A.C. Hydroid and medusa stages of the new species Ectopleura obypa (Cnidaria: Hydrozoa: Tubulariidae) from Brazil. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 112, n. 2, p. 303-312, 1999.

_____. Redescription of Dentitheca bidentata (Cnidaria: hydrozoa, Plumulariidae), with notes on its life cycle. **Journal of Natural History**, v. 33, 1999.

MIGOTTO, A.E.; SILVEIRA, F.L. Hidróides (Cnidaria, Hydrozoa) do litoral sudeste e sul do Brasil: Halocordylidae, Tubulariidae e Corymorphidae. **Iheringia, série zoologia**, v. 66, p. 95-115, 1987.

MIGOTTO, A.E.; VERVOORT, W. Redescription of Sertularia notabilis Fraser, 1947 (Sertulariidae, Hydrozoa). **Zoologische Mededelingen**, Leiden, v. 72, n. 7, p. 89-100, 1998.

MIGOTTO, A.E.; SILVEIRA, F.L.; SCHLENZ, E. Lista dos cnidários marinhos reportados para a costa do Estado de São Paulo**,** setembro/1997. In: **Biodiversidade do Estado de São Paulo - BIOTASP**. Campinas: Fundação Tropical. Disponível em : http://www.bdt.org.br/bdt/biotasp/cnid1.htm.

MIGOTTO, A.E.; SILVEIRA, F.L.; SCHLENZ, E.; FREITAS, J.C. Filo Cnidaria. In: MIGOTTO, A.E.; TIAGO, C.G. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento no final do século XX. Volume 3: Invertebrados marinhos. São Paulo: Fapesp, p. 33-46. 1999.

MIGOTTO, A.E.; SILVEIRA, F.L.; SCHLENZ, E.; PIRES, D.O.; CASTRO, C.B.; MARQUES, A.C. **Lista dos Cnidaria registrados na costa brasileira.** Banco de Dados Tropical. 1998. Campinas, SP. Disponível em: http://www.bdt.org.br/zoologia/cnidarios/.

MOREIRA, M.G.B.S. Sôbre *Mastigias scintillae* sp. nov. (Scyphomedusae, Rhizostomeae) das costas do Brasil. **Boletim do Instituto Paulista de Oceanografia**, v. 11, n. 2, p. 5-29, 1961.

_____. On the diurnal vertical migration of hydromedusae off Santos, Brazil. **Publications of the Seto Marine Biological Laboratory**, v. 20, p. 537-566, 1973.

_____. Sobre duas Leptomedusae do litoral do estado de São Paulo. **Ciência e Cultura**, v. 27, n. 5, p. 556-558, 1975.

NARCHI, W.; HEBLING, N.J. The life cycle of the commensal hydromedusa *Eutima sapinhoa* n. sp. **Marine Biology**, v. 30, p. 73-78, 1975.

NAVAS-PEREIRA, D. Hydromedusae of the Bay of Sepetiba (Rio de Janeiro, Brazil). **Revista Brasileira de Biologia**, v. 40, n. 4, p. 817-824, 1980.

_____. Distribuição das hidromedusas (Cnidaria, Hydrozoa) na região da plataforma continental do Rio Grande do Sul. In: **Seminários de Biologia Marinha**. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, p. 221-276, 1981.

PETERSEN, K.W. Evolution and taxonomy in capitate hydroids and medusae (Cnidaria: Hydrozoa). **Zoological Journal of the Linnean Society**, v. 100, p. 101-231, 1990.

PIRES, D. de O.; CASTRO, C.B.; MIGOTTO, A.E.; MARQUES, A.C. Cnidários bentônicos do Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. **Boletim do Museu Nacional, nova série**, v. 354, p. 1-21, 1992.

RITCHIE, J. Supplementary report on the hydroids of the Scottish National Antartic Expedition. **Transactions of the Royal Society of Edinburgh**, v. 47, p. 65-101, 1909.

ROSSO, S.; MARQUES, A.C. Is there any conspicuous geographical pattern in intertidal hydrozoan distribution along the coast of São Paulo State, Southeastern Brazil? In: **Proceedings of the VI International Conference on Coelenterate Biology**, Leiden: The Netherlands, p. 415-422, 1997.

SCHUCHERT, P. Phylogenetic analysis of the Cnidaria. **Zeitschrift für zoologische Systematik und Evolutionforschung**, v. 31, p. 161-173, 1993.

_____. How many hydrozoan species are there? **Zoologische Verhandelingen**, v. 323, p. 209-219, 1998.

SILVEIRA, F.L.; MIGOTTO, A.E. *Serehyba sanctisebastiani* n. gen., n. sp. (Hydrozoa, Tubulariidae) symbiont of a gorgonian octocoral from the southeast coast of Brazil. **Bijdragen tot de Dierkunde**, v. 54, n. 2, p. 231-242, 1984.

_____. The variation of *Halocordyle disticha* (Cnidaria, Athecata) from the Brazilian coast: an environmental indicator species? **Hydrobiologia**, v. 216/217, p. 437-442, 1991.

_____. Rediscovery of *Corymorpha januarii* Steenstrup, 1854 (Hydrozoa, Corymorphidae) on the southeastern and southern coasts of Brazil. **Steenstrupia**, v. 18, n. 4, p. 81-89, 1992.

VANNUCCI MENDES, M. Hydroida Thecaphora do Brasil. **Arquivos de Zoologia do Estado de São Paulo**, v. 4, p. 535-538, 1946.

_____. Hydrozoa do Brasil. **Boletim da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**, v. 99, n. 14, p. 219-266, 1949.

_____. Resultados científicos do Cruzeiro do "Baependi" e do "Vega" a Ilha da Trindade. Hydrozoa. **Boletim do Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo**, v. 1, n. 1, p. 8l-96, 1950.

_____. Hydrozoa e Scyphozoa existentes no Instituto Paulista de Oceanografia. I. **Boletim do Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo**, v. 2, n. 1, p. 67-98, 1951.

_____. Hydrozoa e Scyphozoa existentes no Instituto Oceanográfico. II. **Boletim do Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo**, v. 5, n. 1/2, p. 95-150, 1954.

_____. On Brazilian hydromedusae and their distribution in relation to different water masses. **Boletim do Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo**, v. 8, n. 1/2, p. 23-109, 1957.

VERVOORT, W. Report on a collection of Hydroida from the Caribbean region, including an annotated checklist of Caribbean hydroids. **Zoologische Verhandelingen**, v. 92, p. 1-124, 1968.

_____. Bibliography of Leptolida (non-Siphonophoran Hydrozoa, Cnidaria). Works published after 1910. **Zoologische Verhandelingen**, v. 301, p. 1-432, 1995.

Cnidaria - Scyphozoa e Cubozoa

CORNELIUS, P.F.S.; SILVEIRA, F.L. Recent observations on the Brazilian scyphonedusa fauna. In: **Resumos expandidos do VII Colacmar - Congresso Latino-Americano sobre Ciências do Mar**, Santos, SP, p. 192-194, 1997.

KRAMP, P.L. Synopsis of the medusae of the world. **Journal of the Marine Biological Association of the UK**, v. 40, p. 1-469, 1961.

MIGOTTO, A.E.; SILVEIRA, F.L.; SCHLENZ, E. Lista dos cnidários marinhos reportados para a costa do Estado de São Paulo - setembro/1997. In: **Biodiversidade do Estado de São Paulo - BIOTASP**. Campinas: Fundação Tropical. Disponível em: http://www.bdt.org.br/bdt/biotasp/cnid1.htm.

MIGOTTO, A.E.; SILVEIRA, F.L.; SCHLENZ, E.; FREITAS, J.C. Filo Cnidaria. In: MIGOTTO, A.E.; TIAGO, C.G. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo**: síntese do

conhecimento no final do século XX. Volume 3: Invertebrados marinhos. São Pualo: Fapesp, p. 33-46. 1999.

MIGOTTO, A.E.; SILVEIRA, F.L.; SCHLENZ, E.; PIRES, D.O.; CASTRO, C.B.; MARQUES, A.C. **Lista dos Cnidaria registrados na costa brasileira. Banco de Dados Tropical.** 1998. Campinas, SP. Disponível em: http://www.bdt.org.br/zoologia/cnidarios/.

Cnidaria - Scleractinia/Madreporaria

BELÉM, M.J. da C.; ROHLFS, C.; PIRES, D. de O.; CASTRO, C.B. SOS Corais. **Ciência Hoje**, v. 4, n. 26, p. 43-54, 1986.

HETZEL, B.; CASTRO, C.B. **Corais do Sul da Bahia**. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1994.189 p.

LABOREL, J. Madréporaires et hydrocoralliaires des côtes bresilienes. **Systématique, écologie, repartition verticale et géographique. Result. Scient**. Campagnes Calypso, v. 47, p. 171-229, 1970.

LEÃO, Z.M.A.N. **Guia para identificação dos corais do Brasil**. Salvador: Univer. Federal da Bahia, 1986. 57 p. Disponível em: http://www.pppg.ufba.br/~pgeol/guia-corais/.

VERON, J.E.N. **Corals in space and time:** the biogeography and evolution of the Sclera ctinia. Ithaca: Cornell University Press, p. 1-321, 1995.

Cnidaria - Octocorallia

BAYER, F.M. Key to the genera of Octocorallia exclusive of Pennatulacea (Coelenterata, Anthozoa), with diagnosis of new taxa. **Proc. Biol. Soc. Wash**., v. 94, n. 3, p. 902-947, 1981

CASTRO, C.B. **Revisão taxonômica dos Octocorallia (Cnidaria, Anthozoa) do litoral sul-americano:** da foz do Rio Amazonas à foz do Rio da Prata. São Paulo, 1990. 343 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, USP.

Cnidaria - Zoanthidae

BURNETT, W.J.; BENZIE, J.A.H.; BEARDMORE, J.A.; RYLAND, J.S. Zoanthids (Anthozoa, Hexacorallia) from the Great Barrier Reef and Torres Strait, Australia: Systematics. **Coral Reefs**, v. 16, n. 1, p. 55-68, 1997.

ECHEVERRIA, C.A.; PIRES, D.O.; MEDEIROS, M.S.; CASTRO, C.B. Cnidarians of the Atol das Rocas, Brazil. **Proceedings 8 th International Coral Reef Symposium**, v. 1, p. 443-446, 1997.

GROHMAN, P.A.; PEIXINHO, S. *Isaurus tuberculatus* (Cnidaria, Anthozoa, Zoanthidea), nova ocorrência para o Atlântico Sudoeste. **Nerítica**, v. 9, n.1/2, p. 7-18, 1995.

HERBERTS, C. Étude Systématique de quelques Zoanthaires tempérés et tropicaux. **Tethys Supplement**, v. 3, p. 69-156, 1972.

PIRES, D.O.; CASTRO, C.B.; MIGOTTO, A.E.; MARQUES, A.C. Cnidários bentônicos do Arquipélago de Fernando de Noronha, Brasil. **Boletim do Museu Nacional**, v. 354, 1992.

RATTO, C.C.; CASTRO, C.B. Estudo macro e microanatômico de *Isaurus tuberculatus* (Cnidaria, Zoanthidea). **XX Congresso Brasileiro de Zoologia, Resumos**, UFRJ, p. 6, 1994.

ROHLFS, C. Zoantídeos do Brasil. I - Redescrição de *Zoanthus sociatus* (Ellis, 1767) (Cnidaria, Zoanthidea). **X Congresso Brasileiro de Zoologia, Resumos**, UFRJ, p. 12-13, 1983.

_____. Zoantídeos do Brasil. III - Redescrição de *Zoanthus solanderi* (Lesueuer, 1817) (Cnidaria, Zoanthidea). **XII Congresso Brasileiro de Zoologia, Resumos**, p. 15-16, 1985.

_____. **Microanatomia e sistemática das espécies de *Zoanthus* Lamark, 1801 (Cnidaria, Anthozoa, Zoanthidea) do litoral e ilhas oceânicas do Brasil**. Rio de Janeiro, 1986. 141 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio de Janeiro.

ROHLFS, C.; BELÉM, M.J.C. Zoantídeos do Brasil. II - *Zoanthus nimpheus* (Lesueur, 1817) de Arraial do Cabo, Cabo Frio. **XI Congresso Brasileiro de Zoologia, Resumos, RJ.**, p. 423-424, 1984.

_____. O gênero *Zoanthus* no Brasil. I - Caracterização e revisão anatômica de *Zoanthus sociatus* (Cnidaria, Zoanthinaria, Zoanthidae). **Iheringia**, v. 77, p. 135-144, 1994.

RYLAND, J.S.; MUIRHEAD, A. **Order Zoanthidea. A Coral Reef Handbook**. Inglaterra: Surrey Beatty & Sons Pty / Chipping Norton, p. 52-58, 1993.

WALSH, G.E. An annotated bibliography of the families Zoanthidae, Epizoanthidae and Parazoanthidae (Coelenterata, Zoantharia). **Technical Report**, 1967. 77 p.

Cnidaria - Actiniaria

ZAMPONI, M.O.; BELÉM, M.J.C.; SCHLENZ, E.; ACUÑA, F.H. Distribution and some ecological aspects of Corallimorpharia and Actiniaria from shallow waters of the South American Atlantic coasts. **Physis (Buenos Aires)**, v. 55, p. 31-45, 1998.

TRALDI, E.S.; SCHLENZ, E. Estratégias de ocupação de um costão rochoso por cinco espécies de anêmonas do litoral sul do Estado de São Paulo. **II Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira:** estrutura, função e manejo, v. 3, p. 67-74, 1990.

Cnidaria - Corallimorpharia

PINTO, S.M. **Morfologia e taxonomia das espécies do gênero *Discosoma* Rüppell & Leuckart, 1828 (Cnidaria: Corallimorpharia), no Brasil**. Rio de Janeiro, 1995. 124 p. Dissertação (Mestrado) – UFRJ.

PINTO, S.M.; BELÉM, M.J.C. On desmoidal processes in Discosomatidae (Cnidaria: Corallimorpharia). **Proc. 8th Int. Coral Reef Symposium**, Panama City. v. 2, p. 1587-1590, 1997.

SCHLENZ, E.; BELÉM, M.J.C. Primeira ocorrência de um Discosomatidae no Brasil (Anthozoa, Corallimorpharia), com a redescrição de *Discosoma carlgreni* (Watzl, 1922). **Revta. Bras. Zool.**, v. 1, n, 1, p. 11-21, 1992.

ZAMPONI, M.; BELÉM, M.J.C.; SCHLENZ, E.; ACUÑA, F.H. Distribution and some ecological aspecta of Corallimorpharia and Actiniaria from shallow waters of the South American Atlantic coasts. **Physis, Buenos Aires**, v. 55, n. 128/129, p. 31-45, 1998.

Platyhelminthes - Eucestoda

OLSON, P.D.; LITTLEWOOD, D.T.J.; BRAY, R.A.; MARIAUX, J. Interrelationships and evolution of the tapeworms (Platyhelminthes: Cestoda). **Mol. Phyl. Evol.**, v. 19, p. 443-467, 2001.

Gastrotricha

FORNERIS, L. **Gastrotricha. Manual de técnicas para a preparação de Coleções Zoológicas**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Zoologia, v. 11, 1985. 6 p.

KISIELEWSKI, J. Inland-water Gastrotricha from Brazil. **Annales Zoologici, Warszawa**, Supl., v. 43, n. 2, p. 1-168, 1991.

Rotifera

ARCIFA, M.S.; CASTILHO, M.S.M.; CARMOUZE, J-P. Composition et évolution du zooplancton dans une lagune tropicale (Brésil) au cours d'une période marquée par une mortalité de poissons. **Revue d' Hydrobiologie tropicale**, v. 27, p. 251-263, 1994.

ESKINAZI-SANT'ANNA, E.M.; TUNDISI, J.G. Zooplâncton do estuário do Pina (Recife-Pernambuco-Brasil): composição e distribuição temporal. **Revista Brasileira de Oceanografia**, v. 44, p. 23-33, 1996.

LOPES, R.M. Zooplankton distribution in the Guaraú river estuary (South-eastern Brazil). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 39, p. 287-302, 1994.

NEUMANN-LEITÃO, S.; PARANAGUÁ, M.N.; VALENTIM, J. The planktonic rotifers of the estuarine lagunar complex of Suape (Pernambuco, Brasil). **Hydrobiologia**, v. 232, p. 133-143, 1992(b).

NEUMANN-LEITÃO, S.; GUSMÃO, L.M.O.; VIEIRA, D.A.N.; PARANHOS, J.D.N. Zooplâncton da área estuarina do Rio Formoso-PE (Brasil). **Trabalhos Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco**, v. 23, p. 55-64, 1994/1995.

NOGRADY, T.; WALLACE, R.L.; SNELL, T.W. **Rotifera. 1. Biology, ecology and systematics**. The Hague: SPB Academic Publ., 1993. 142 p.

ODEBRECHT, C. Variações espaciais e sazonais do fitoplâncton, protozooplâncton e metazooplâncton na Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, Brasil. **Atlântica**, v. 10, p. 21-40, 1988.

ROCHA, O.; MATSUMURA-TUNDISI, T.; TUNDISI, J.G. Latitudinal trends of zooplankton diversity in the Neotropical Region: present knowledge and future needs. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, v. 66, supl. 1, p. 41-47, 1994.

TURNER, P.N. A new rotifer from a coastal lake in Southeastern Brazil: *Hexarthra longicornucula* n. sp. **Hydrobiologia**, v. 153, p. 169-174, 1987.

_____. Some rotifers from coastal lakes of Brazil, with description of a new rotifer, *Lepadella* (*Xenolepadella*) *curvicaudata* n. sp. **Hydrobiologia**, v. 208, p. 141-152, 1990.

Kinorhyncha

FORNERIS, L. Kinorhyncha. In: MIGOTTO, A.E.; TIAGO, C.G. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento no final do século XX. Volume 3: Invertebrados marinhos. São Paulo, p. 99-102, 1999.

GERLACH, S.A. Ueber einem aberranten Vertreter der Kinorhynchen aus dem Kuestengrundwasser. **Kieler Meeresforschung**, v. 12, n. 1, p. 120-124, 1956.

Nematomorpha, Nectomadoidea

ARVY, L. Donnés sur le parasitisme protélien de *Nectonema* (Némátomorphe), chez les Crustacés. **Annales de Parasitologie Humaine et Comparée (Paris)**, v. 38, n. 6, p. 887-892, 1963.

BRESCIANI, J. Nematomorpha. In: HARRISON, F.W.; RUPPERT, E.E. (Ed.). **Microscopic Anatomy of Invertebrates. 4. Aschelminthes**. New York: Wiley-Lis, p.197-218, 1991.

LESLIE, H.A.; CAMPBELL, A.; DABORN, G.R. *Nectonema* (Nematomorpha, Nectonematoidea) a parasite of decapod Crustacea in the Bay of Fundy. **Canadian Journal of Zoology**, v. 59, p. 1193-1196, 1981.

NIELSEN, S.-O. *Nectonema munidae* Brinkmann (Nematomorpha) parasitizing *Munida tenuimana* G. O. Sars (Crust. Dec.). With notes on host-parasite relations and new host species. **Sarsia**, v. 38, p. 91-110, 1969.

Nematoda

CORBISER, T.N. Espécies de Nematoda da plataforma continental interna do litoral norte de São Paulo. **Relatório Técnico-Científico ao CNPq**, Programa RHAE, 1994. (Não publicado)

GERLACH, S.A. Freilebenden Nematoden aus der Lagoa Rodrigo de Freitas (Rio de Janeiro). **Zool. Anz.**, v. 153, p. 135-143, 1954.

_____. Brasilianische Meeres-Nematoden. I. **Bolm Inst. Oceanogr., S Paulo**, v. 5, p. 3-69, 1956(a).

_____. Die Nematodenbesiedlung des tropischen Brandungsstrandes von Pernambuco (Brasilianische Meeres-Nematoden II). **Kieler Meeresforsch**, v. 12, p. 202-218, 1956(b).

_____. Marine Nematoden aus dem Mangrove-Gebiet von Cananéia (Brasilianische Meeres-Nematoden. III). Abh. Math.-naturw. **Kl. Wiss. Mainz**, v. 5, p. 129-176, 1957(a).

_____. Die Nematodenfauna des Sandstrandes an der Küste von Mittlebrasilien (Brasilianische Meeres-Nematoden IV). **Mitt. zool. Mus. Berlin**, v. 33, p. 411-459, 1957(b).

_____. Die Mangroveregion Tropischer Kuesten als Lebensraum. **Z. Morph. Oekol. Tiere**, v. 46, p. 636-730, 1958.

_____. Development of marine nematode taxonomy up to 1979. **Veröff. Inst. Meeresforsch. Bremerh.**, v. 18, p. 249-255, 1980.

LAMBSHEAD, P.J.D. Recent developments in marine benthic biodiversity research. **Océanis**, v. 19, p. 5-24, 1993.

MEDEIROS, L.R. de A. **Nematofauna de praia arenosa da Ilha Anchieta, São Paulo**. São Paulo, 1997. 388 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo,

Chaetognatha

BOLTOVSKOY, D. **Chaetognatha. Atlas del zooplancton del Atlántico Suddocidental y métodos de trabajo con el zooplancton marino**. Mar del Plata, Argentina, p. 759-791, 1981.

TOKIOKA, T. The taxonomical outline of Chaetognatha. **Publication of SetoMarine Biological Laboratory**, v. 12, n. 5, p. 335-357, 1965.

Mollusca

ABBOTT, R.T. **American Seashells**. New York, 1974. 663 p.

KAWANO, T.; LEME, J.L.M. Chromosomes of tree species of *Megalobulimus* (Gastropoda: Mesutethra: Megalobulimidae) from Brazil. **Malacological Review**, v. 27, p. 47-52, 1994.

LEAL, J.H. **Marine prosobranch gastropods from oceanic islands off Brazil**. Oegstgeest, 1991. 418 p.

MONTEIRO, W.; ALMEIDA, J.; Dias, B. Sperm sharing in *Biomphalaria glabrata*: a new behavioural strategy in simultaneous hermaphroditism. **Nature**, v. 308, p. 727-729, 1984.

RIOS, E.C. **Seashells of Brazil**. 2nd ed. Rio Grande, RS, 1994. 368 p.

WARMKE, G.L.; ABBOTT, R.T. **Caribbean Seashells**. 1975. 348 p.

Sipuncula

BANG, F.B. Serologic responses in a marine worm, *Sipunculus nudus*. **J. Immun.,** v. 96, n. 6, p. 960-972, 1966.

CUTLER, E.B. **The Sipuncula:** their systematics, biology and evolution. Ithaca: Camstock Publ. 1994. 453 p.

Pogonophora

IVANOV, A.V. **Pogonophora**. London: Academic Press, 1963. 479 p.

Tardigrada

ASSUNÇÃO, C.M.L. Tardigrada. In: MIGOTTO, A.E.; TIAGO, C.G. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento no final do século XX. Volume 3: Invertebrados marinhos, p. 187-189, 1999.

Annelida - Oligochaeta

DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. A marine tubificid from Brazil. **Comunicaciones Zoologicas del Museo de Historia Natural de Montevideo**, v. 59, n. 3, p. 1-6, 1950.

ERSÉUS, C. Taxonomic studies on the marine genera *Aktedrilus* Knöllner and *Bacescuella* Habre (Oligochaeta, Tubificidae), with descriptions of seven new species. **Zoologica Scripta**, v. 9, p. 97-111, 1980.

ERSÉUS, C. Two new species of *Aktedrilus* (Oligochaeta, Tubificidae) from the West Atlantic. **Bulletin du Muséum National d'Histoire Naturelle**, 4e série, 5, section A (Zoologie, Biologie et écologie animales), v. 4, p. 1051-1057, 1983.

GAVRILOV, K. Oligochaeta. In: HURLBERT, S.H. (Ed.). **Biota acuática de Sudamérica Austral**. San Diego: San Diego State University, p. 99-121, 1977.

_____. Oligochaeta. In: HURLBERT, S.H.; RODRIGUEZ, G.; SANTOS, N.D. dos (Ed.). **Aquatic biota of tropical South America. 2. Anarthropoda**. San Diego: San Diego State University, p. 170-190, 1981.

GIERE, O. **Meiobenthology. The microscopic fauna in aquatic sediments**. Berlin: Springer-Verlag, 1993. 328 p.

HARMAN, W.J.; LODEN, M.S. *Capilloventer atlanticus* gen. et sp. n., a member of a new family of marine Oligochaeta from Brazil. **Hydrobiologia**, v. 115, p. 51-54, 1984.

MARCUS, E. Naidomorpha aus brasilianischen Brackwasser. **Beitrage Neotropischen Fauna**, v. 4, p. 61-83, 1965.

MEGLITSCH, P.A.; SCHRAM, F.R. **Invertebrate zoology**. 3. ed. New York: Oxford University Press, p. 335-346, 1991.

RIGHI, G. Sôbre alguns Oligochaeta do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 28, p. 369-382, 1968.

_____. Oligochaeta. In: SCHADEN, R. (Org.). **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil**, v. 17, 1984. 48 p.

Annelida - Polychaeta

AMARAL, A.C.Z.; MORGADO, E.H. Alteraciones en la fauna de anélidos poliquetas de Araçá, São Sebastião (SP - Brasil). **Rev. Acad. Colomb. de Cienc., Colombia Academia Colombiana de Ciencias**, v. 19, n. 72, p. 147-152, 1994.

AMARAL, A.C.Z.; NONATO, E.F.; SALVADOR, L.B. Poliquetas bioindicadores em praias paulistas qualificadas como impróprias. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 58, n. 2, p. 307-316, 1998.

AMARAL, A.C.Z.; MORGADO, E.H. *Stratiodrilus* (Annelida, Polychaeta, Histriobdellidae), associated to a freshwater decapod, with the description of new species. **Proc. Biol. Soc. Wash.**, v. 110, n. 30, p. 471-475, 1997.

AMARAL, A.C.Z.; MORGADO, E.H. Polychaeta. In: MIGOTTO, A.E.; TIAGO, C.G. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento no final do século XX. Volume 3: Invertebrados marinhos. São Paulo: Fapesp, p. 163-175, 1999.

AMARAL, A.C.Z.; NONATO, E.F. **Anelideos Poliquetas - chave para familias e gêneros**. São Paulo: Edição dos Autores, 1979. 78 p.

_____. **Anelideos Poliquetas da Costa Brasileira. 1/2**. Características e Chave para Famílias, Glossário. CNPq - Coordenação Editorial Brasília, 1981. 47 p.

_____. **Anelideos Poliquetas da Costa Brasileira. 3**. Aphroditidae e Polynoidae CNPq - Coordenação Editorial, 1981.46 p.

_____. **Anelideos Poliquetas da Costa Brasileira. 4**. Polyodontidae, Pholoidae, Sigalionidae e Eulepethidae, CNPq - Coordenação Editorial, Brasilia, 1981. 54 p.

_____. **Annelida, Polychaeta:** características, glossário e chaves para famílias e gêneros da Costa Bra sileira, 1996. 124 p.

AMARAL, A.C.Z.; MORGADO, E.H.; LOPES, P.P.; BELÚCIO, L.F.; LEITE, F.P.P.; FERREIRA, C.P. Composition and distribution of the intertidal macrofauna on sandy beaches on São Paulo coast. **Publ. Aciesp, S. Paulo**, v. 3, n. 71, p. 258-279, 1990.

AMARAL, A.C.Z.; MORGADO, E.H.; PARDO, E.V.; REIS, M.O. Estrutura da comunidade de poliquetas da zona entremarés em praias da Ilha de São Sebastião (SP). Publção. Esp. **Inst. Oceanogr., S. Paulo**, v. 11, p. 229-237, 1995.

AMARAL, A.C.Z.; NONATO, E.F.; PETTI, M.A.V. Contribution of the polychaetous annelids to the diet of some brazilian fishes. **Mém. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris**, v. 162, p. 331-337, 1994.

AMARAL, A.C.Z.; PARDO, E.V.; MORGADO, E.H.; REIS, M.O.; SALVADOR, L.B.; LIMA, L.H. Sobre a macroinfauna bêntica entremarés de praias da Ilha de São Sebastião(SP). **Publ. Aciesp, S.Paulo**, v. 3, n. 87, p. 330-337, 1995.

AMARAL, A.C.Z.; STEINER, T.M.; MORGADO, E.H. **Coletânea Bibliográfica:** artigos, livros, teses, resumos e relatórios referentes ao Canal de São Sebastião (São Sebastião, SP). 1996. 56 p.

AMARAL, A.C.Z.; NONATO, E.F. Anelideos poliquetas da costa brasileira. 5. Psionidae, Chrysopetalidae, Amphinomidae e Euphrosinidae. **Revta. Bras. Zool., Curitiba**, v. 11, n. 2, p. 361-390, 1994.

MORGADO, E.H.; AMARAL, A.C.Z. Onuphidae (Annelida: Polychaeta) da região de Ubatuba, litoral norte do Estado de São Paulo (Brasil). **Rev. Bras. Zool.**, v. 14, n. 1, p. 45-56, 1997.

_____. Anelídeos poliquetas da região de Ubatuba (SP) - Padrões de distribuição geográfica. **Revta. Bras. Zool., S.Paulo**, v. 6, n. 3, p. 535-568, 1989.

MORGADO, E.H.; AMARAL, A.C.Z.; NONATO, E.F.; SALVADOR, L.B. Intertidal sandy beaches polychaetes of São Sebastião Island, Southern Brazil. **Mém. Mus. Natn. Hist. Nat., Paris**, v. 162, p. 485-492, 1994.

MORGADO, E.H.; AMARAL. A.C.Z.; BELÚCIO, L.F.; LOPES, P.P.; FERREIRA, C.P.; LEITE, F.P.P. The intertidal macrofauna of São Francisco Complex beaches (São Sebastião, SP). **Publ. Aciesp, S. Paulo**, v. 3, n. 71, p. 314-325, 1990.

OMENA, E.P.; AMARAL, A.C.Z. Population dynamics and secondary production of Laeonereis acuta (Treadwell, 1923) (Nereididae: Polychaeta). **Bulletin of Marine Science**, v. 67, n. 1, p. 421-431, 2000.

STEINER, T.M.; AMARAL, A.C.Z. The family Histriobdellidae (Annelida, Polychaeta) including the descriptions of two new species from Brazil. **Contributions of Zoology**, v. 68, n. 2, p. 95-108, 1999.

Crustacea - Amphipoda

SEREJO, C.S. **Fauna de Amphipoda (Crustacea) associada a esponja *Dycidea* sp em Arraial do Cabo, RJ. Taxonomia e Composição da comunidade**. Rio de Janeiro, 1995. 95 p. Dissertação (Mestrado) – Museu Nacional do Rio de Janeiro, UFRJ.

WAKABARA, Y.; TARARAM, A.S.; VALÉRIO-BERARDO, M.T.; DULEBA, W.; LEITE, F.P.P. Gammaridean and Caprellidean fauna from Brazil. **Hydrobiologia**, v. 223, p. 69-77, 1991.

Crustacea - Isopoda

BOWMAN, T.E.; ABELE, L.G. **Classification of the Recent Crustacea. Systematics, the Fossil Record, and Biogeography**. New York, p.1-27, 1982.

PIRES-VANIN, A.M.S. Malacostraca – Peracarida. Marine Isopoda. Anthuridea, Asellota (pars), Flabellifera (pars), and Valvifera. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 6, p. 607-626, 1998. (Série Livros)

Crustacea - Copepoda

BJÖRNBERG, T.K.S. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. **Atlas del zooplancton del Atlantico Sudoccidental**. Mar del Plata, p. 587-679, 1981.

BOXSHALL, G.A. Maxillopoda – Copepoda. Planktonic Poecilostomatoida. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 6, p. 223-236, 1998. (Série Livros)

BRADFORD-GRIEVE, J.M.; MARKHASEVE, E.L.; ROCHA, C.E.F.; ABUAHY, B. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Backhuys Publishers, v. 2, p. 869-1098, 1999.

HO, J.S. Maxillopoda – Copepoda. Poecilostomatoida Marine Parasites. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, p. 237-242, 1998. (Série Livros, 6)

_____. Maxillopoda – Copepoda. Siphonostomatoida. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 6, p. 253-262, 1998. (Série Livros)

HUMES, A. How many copepods. In: FERRARI, F.D.; BRADLEY, B.P. **Ecology and morphology of copepods**. Bélgica, p. 1-7, 1994.

JOHNSSON, R. Maxillopoda – Copepoda. Monstrilloida. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 6, p. 263-264, 1998. (Série Livros)

MALTA, J.C.; VARELLA, A. Maxillopoda – Copepoda. Poecilostomatoida Non-Marine Parasites. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 6, p. 243-251, 1998. (Série Livros)

MEDEIROS, G.F.; ROCHA, C.E.F.; SILVA, M.L. A note of the occurrence of *Pseudodiaptomus trihamatus* Wright, 1937 (Crustacea: Copepoda) in Natal, Brazil. **Boletim do Departamento de Oceanografia e Limnologia do Centro de Biociências da Universidade Federal do Rio Grande do Norte**, v. 8, p. 1-113, 1991.

MONTÚ, M.; GLOEDEN, I.M. Atlas dos Cladocera e Copepoda (Crustacea) do estuário da Lagoa dos Patos (Rio Grande do Sul, Brasil). **Nerítica**, v. 1, n. 2, p. 1-134, 1986.

MONTÚ, M.A.; GLOEDEN, I.M. Maxillopoda – Copepoda. Marine Planktonic Calanoida. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 6, p. 167-200, 1998. (Série Livros)

REID, J.W. Chave de identificação e lista de referências bibliográficas para as espécies continentais sulamericanas de vida livre da Ordem Cyclopoida (Crustacea, Copepoda). **Boletim de Zoologia, S. Paulo**, v. 9, p. 17-143, 1985.

_____. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 6, p. 75-127, 1998. (Série Livros)

ROCHA, C.E.F. da; BOTELHO, M.J.C. Maxillopoda – Copepoda, Cyclopoida. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 6, p. 129-166, 1998. (Série Livros)

Crustacea - Copepoda Lernaeidae

BOXSHALL, G.A.; MONTÚ, M. Copepods Parasitic on Brazilian Coastal Fishes: A Handbook. **Nauplius**, v. 25, n. 3/4, p. 329-339, 1997.

Crustacea – Copepoda Poecilostomatoidea

BOXSHALL, G.A.; MONTÚ, M. Copepods Parasitic on Brazilian Coastal Fishes: A Handbook. **Nauplius,** v. 5, n. 1, p. 1-225, 1997.

MONTÚ, M. Alguns copépodos parasitas de peixes do sul do Brasil. **Arquivos de Biologia e Tecnologia, Curitiba**, v. 25, n. 3/4, p. 329-339, 1982.

Crustacea – Copepoda Siphonostomatoida

BOXSHALL, G.A. Phylogeny of Mormonilloida and Siphonostomatoida. **Syllogeus**, v. 58, p. 177-183, 1986.

HO, J.-S. Siphonostomatoida. Catalog of Crustacea of Brazil. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 6, p. 257-266, 1998. (Série Livros)

KABATA, Z. **Parasitic Copepoda of British fishes**. London: Ray Society, 1979. 2031 p.

SILVA, R.J.T. **Taxonomia de Asterocheridae (Copepoda: Siphonostomatoida) associado a esponjas do litoral brasileiro**. Rio de Janeiro, 1997. 109 p. Dissertação (Mestrado) – Museu Nacional, UFRJ.

YAMAGUTI, S. **Parasitic Copepoda and Brachiura of fishes**. New York: Interscience Publishers, 1963. 1104 p.

Crustacea - Brachyura

MELO, G.A.S. **Manual dos Brachyura (caranguejos e siris) do litoral brasileiro**. São Paulo: Fapesp, 1996. 603 p.

Crustacea – Dendrobranchiata

D'INCAO, F. 1995. **Taxonomia, padrões distribucionais e ecologicos dos dendrobranchiata (crustacea: decapoda) do litoral brasileiro**. 365 p. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo.

_____. Ocorrência de *Metapenaeus monoceros* (Fabricius, 1798) no Sul do Brasil. (Decapoda: Penaeidae). **Nauplius**, v. 3, p. 165-167, 1995.

_____. Brazilian rock shrimp of the genus *Sicyonia* (Decapoda: Sicyoniidae). **Nauplius**, v. 3, p. 101-125, 1995.

_____. Espécies do gênero *Lucifer* Thompson, 1829 no litoral brasileiro (Decapoda: Luciferidae). **Nauplius**, v. 5, n. 2, p. 139-145, 1997.

PÉREZ FARFANTE, I.; KENSLEY, B. Penaeoid and Sergesttoid shrimps and prawns of the world. **Memoires du Museum National D'Histoire Naturelle**, v. 175, p. 1-233, 1997.

Crustacea - Cirripedia

BOWMAN, T.E.; ABELE, L.G. Classification of the Recent Crustacea. **The Biology of Crustacea,** v. 1, p. 1-27, 1982.

YOUNG, P.S. **Taxonomia e distribuição da subclasse Cirripedia no Atlântico Sul Ocidental**. São Paulo, 1987. 315 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Biociências, Universidade de São Paulo.

_____. Establishment of an Indo-Pacific Barnacle in Brazil. **Crustaceana**, v. 56, n. 2, p. 212-214, 1989.

_____. The Balanoidea (Cirripedia) from the Brazilian coast. **Boletim do Museu Nacional Serie Zoologia. Museu Nacional**, v. 356, p. 1-36, 1994. (Série Livros)

_____. Thecostraca. Catalog of Crustacea of Brazil. In: YOUNG, P.S. (Ed.). **Catalogue of Crustacea of Brazil**. Rio de Janeiro: Museu Nacional, v. 6, p. 265-287, 1998. (Série Livros)

Phoronida

FORNERIS, L. Phoronidea from Brazil. **Bolm. Inst. Oceanogr., S. Paulo**, v. 10, n. 2, p. 5-104, 1959.

_____. **Fauna bentônica da Baía do Flamengo, Ubatuba. Aspectos ecológicos**. São Paulo, 1964. 245 p. Tese (Livre Docência) – Instituto de Biociências, USP.

_____. **Phoronida. Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas**. Sociedade Brasileira de Zoologia, 1987. 9 p.

SANTOS, M.A. **Macrofauna bêntica do estuário do Rio Sergipe (Estado de Sergipe, Brasil)**. 1978. 69 p. Tese (Doutorado) – [s.l.].

Ectoprocta

BARBOSA, M.M. Lista dos Bryozoa recentes e fósseis do Brasil. **Publ. Avuls. Museu Nacional,** v. 54, p. 1-23, 1970.

CANU, F.; BASSLER, R.S. Bryozoaires du Brésil. **Bull Soc. Seine-&-Oise,** v. 9, n. 5, p. 58-119, 1928.

MARCUS, E. Bryozoarios marinhos brasileiros I. **Bolm Fac. Fil. Cienc. Letr. Univ. São Paulo, Zool.**, v. 1, p. 5-224, 1937.

_____. Bryozoarios marinhos brasileiros II. **Bolm. Fac. Fil. Cienc. Letr. Univ. São Paulo, Zool.,** v. 2, p. 1-196, 1938.

_____. Briozoários marinhos brasileiros III. **Bolm. Fac. Fil. Cienc. Letr. Univ. São Paulo, Zool.**, v. 3, p. 111-353, 1939.

_____. Briozoarios marinhos do litoral paranaense. **Arq. Mus. Paranaense**, v. 1, n. 1, p. 7-36, 1941.

_____. Notas sobre briozoos marinhos brasileiros. **Arq. Mus. Nac. Rio de Janeiro,** v. 42, n. 1, p. 273-341, 1955.

Brachiopoda, Terebratulida

COHEN, B.L. Brachiopod molecular phylogeny advances. In: BRUNTO, C.H.C.; COCKS, L.R.M.; LONG, S.L. (Ed.). **Brachipods:** past and present. UK, p. 120-128, 2001.

KOWALEWSKI, M.; SIMÕES, M.G.; CARROLL, M.; RODLAND, D.L. Abundant brachiopods on a tropical, upwelling-influenced shelf (Southeast Brazilian Bight, South Atlantic). **Palaios**, v. 17, p. 277-286, 2002.

SIMÕES, M.G.; KOWALEWSKI, M.; MELLO, L.H.C.; RODLAND, D.L.; CARROLL, M. Present-day terebratulid brachiopods from the Southern Brazilian Shelf: paleoatological and biogeographic implications. **Palaeontology.** (In press).

Echinodermata

CLARK, A.M.; DOWNEY, M.F. **Starfishes of the Atlantic**. Chapman & Hall Identification Guide, n. 3. London: Chapman & Hall, 1992. 794 p.

DEICHMANN, E. Shallow water holothurians known from the Caribbean waters. **Studies on the Flora of Curacao and other Caribbean Islands**, v. 14, p. 100-18, 1963.

DITADI, A.S.F. Echinodermata. In: **Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas.** Campinas: Sociedade Brasileira de Zoologia, n. 34. 1987. 9 p.

HADEL, V.F.; MONTEIRO, A.M.G.; DITADI, A.S.F.; TIAGO, C.G.; TOMMASI, L.R. Filo Echinodermata. In: MIGOTTO, A.E.; TIAGO, C.G. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento no final do século XX. Volume 3: Invertebrados marinhos. Sao Paulo: Fapesp, p. 261-271, 1999.

HENDLER, G.; MILLER, J.F.; PAWSON, D.L.; KIER, P.M. **Sea stars, sea urchins, and allies:** echinoderms of Florida and the Caribbean. Washington: Smithsonian Institution Press, 1995. 391 p.

TOMMASI, L.R. Listas dos crinóides recentes do Brasil. Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico, Unversidade de São Paulo, **Série Oceanografia Biológica**, v. 9, p. 1-33, 1965.

_____. Lista dos equinóides recentes do Brasil. Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico, Unversidade de São Paulo, **Série Oceanografia Biológica**, v. 11, p. 1-50, 1966.

_____. Lista dos Holothuroidea recentes do Brasil. Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico, Unversidade de São Paulo, **Série Oceanografia Biológica**, v 15, p. 1-29, 1969(a).

_____. Nova contribuição à lista dos crinóides recentes do Brasil. Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico, Unversidade de São Paulo, **Série Oceanografia Biológica**, v. 17, p. 1-8, 1969(b).

_____. Listas dos asteróides recentes do Brasil. Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico, Unversidade de São Paulo, **Série Oceanografia Biológica**, v. 18, p. 1-61, 1970(a).

_____. Os ofiuróides recentes do Brasil e de regiões vizinhas. Contribuições Avulsas do Instituto Oceanográfico, Unversidade de São Paulo, **Série Oceanografia Biológica**, v. 20, p. 1-146, 1970(b).

Hemichordata

MÜLLER, F. Observações sobre a fauna marinha da costa de Santa Catarina. **Revista do Museu Paulista**, v. 3, p. 33-40, 1898.

PETERSEN, J.A. **Hemichordata. Manual de técnicas para a preparação de coleções zoológicas**. Campinas: Sociedade Brasileira de Zoologia, 1987. 7 p.

Ascidiacea

LOTUFO, T.M.C. **Ecologia das ascidias da Baia de Santos (SP): periodo reprodutivo, crescimento e aspectos sucessionais**. São Paulo, 1997. 113 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biociências, USP.

MILLAR, R.H. Some Ascidians from Brazil. **Ann. Mag. Nat. Hist.**, v. 13, n. 1, p. 497-514, 1958.

_____. Ascidians (Tunicata: Ascidiacea) from the Northern and North-eastern Brazilian shelf. **J. nat. Hist.**, v. 11, n. 2, p. 169-223, 1977.

ROCHA, R.M. **Ascidias coloniais do Canal de São Sebastião, SP: Aspectos Ecológicos**. São Paulo, 1988. 133 p. Dissertação (Mestrado) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas.

ROCHA, R.M.; MONNIOT, F. *Didemnum rodriguesi* sp. nov., a new didemnid tunicate common to southern Brazil and New Caledonia. **Ann. Inst. océanogr., Paris**, v. 69, n. 2, p. 261-65, 1993.

_____. Taxonomic and Ecological Notes on Some *Didemnum* species (Ascidiacea, Didemnidae) for São Sebastião Channel, South-East Brazil. **Rev. Bras. Biol.**, v. 55, n. 4, p. 639-649, 1995.

RODRIGUES, S.A. Algumas ascidias do litoral sul do Brasil. **Bol. Fac. Fil. Ciênc. Letr. USP, Zool.**, v. 24, p. 193-216, 1962.

_____. Notes on Brazilian ascidians. **Pap. Avulsos Dep. Zool., Sao Paulo,** v. 19, n. 8, p. 95-115, 1966.

RODRIGUES, S.A.; ROCHA R.M. Littoral compound ascidians (Tunicata) from São Sebastião, Estado de São Paulo, Brazil. **Proc. Biol. Soc. Wash.**, v. 106, n. 4, p. 728-739, 1993.

RODRIGUES, S.A.; ROCHA, R.M.; LOTUFO, T.M.C. **Guia ilustrado para a identificação das ascídias do Litoral Paulista**. Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, 1998. 190 p.

SIMÕES, M.B. **Contribuição para o conhecimento da fauna de Ascidiacea da Ilha de Boa Viagem, Niteroi, Rio de Janeiro (Sistemática e Notas Biológicas)**. Rio de Janeiro, RJ, 89 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento Zoologia, Universidade Federal do Rio de Janeiro.

Appendicularia

CAMPOS, M.A.G. de. **As Appendicularia (Chordata: Tunicata) da região compreendida entre Cabo Frio (RJ) e Cabo de Santa Marta Grande (SC)**. São Paulo, 2000. 120 p. Dissertação (Mestrado) - Instituto Oceanográfico, USP.

ESNAL, G.B. Appendicularia. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas de zooplancton del Atlantico Sudoccidental y metodos de trabajo con zooplancton marino**. Mar del Plata, Argentina, p. 809-827, 1981.

_____. Appendicularia. In: BOLTOVSKOY, D. (ed.). **South Atlantic Zooplankton, volume 2**. Holanda, 1375-1398, 1999.

ESNAL, G.B.; CASTRO, R.J. Distribution and biometrical study of Appendicularians from the west South Atlantic Ocean. **Hydrobiologia**, v. 56, n. 3, p. 241-246, 1977.

FENAUX, R. The classification of Appendicularia (Tunicata): history and current state. **Mém. Inst. océanogr. Monaco**, v. 17, p. 1-123, 1993.

RODRIGUES, S.A. Appendicularia ou Larvacea. In: MIGOTTO, A.E.; TIAGO, C.G. (Ed.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil:** síntese do conhecimento ao final do século XX. Volume 3: Invertebrados marinhos. São Paulo: Fapesp, p. 277-284, 1999.

Invertebrados Terrestres



Capítulo 4

Invertebrados Terrestres

C. Roberto F. Brandão[1]
Eliana M. Cancello[2]
Christiane I. Yamamoto[3]
Cristiane Scott-Santos[4]

INTRODUÇÃO

Brandão *et al.* (2000) fizeram um diagnóstico sobre o conhecimento da diversidade dos invertebrados terrestres no Brasil, baseado em questionários respondidos por especialistas em diferentes táxons, como parte dos compromissos assumidos pelo país na ratificação da Convenção da Biodiversidade (Systematics Agenda 2000, 1994). Nos questionários foram solicitadas informações acerca de diversos aspectos dos grupos animais, por exemplo: "tamanho" dos grupos de animais, ou seja, número de espécies no Brasil e no mundo, distribuição geográfica conhecida, incluindo avaliações do pesquisador sobre o grau de conhecimento do grupo nos diferentes biomas, sobre o acervo e sobre as prioridades para melhorar o conhecimento sobre o táxon. Tal documento - incorporadas as atualizações, para alguns grupos aos resultados de outros levantamentos realizados no mesmo período - foi o ponto de partida para o presente trabalho, somando-se a ele informações de pesquisadores e bibliografia recente sobre o assunto. Para os dados sobre Hymenoptera (Insecta), o diagnóstico foi atualizado com base em Brandão *et al.* (2002), que sugerem ainda uma metodologia para melhorar e testar essas avaliações.

Brandão & Yamamoto (2000) discutiram o estado dos principais acervos zoológicos brasileiros até aquela data, comentando as razões pelas quais um país deve manter coleções. Utilizaram como base, diagnósticos que listam 44 instituições em 30 cidades de 21 unidades da federação, sugerindo o estabelecimento de metas e prioridades para melhorar o conhecimento sobre a fauna brasileira, a partir da execução de um cronograma de aplicação de medidas concretas para a conservação e melhor utilização dos acervos existentes. Apesar daqueles diagnósticos não serem extensivos ou completos, foi possível gerar uma avaliação, ainda que preliminar, da situação atual e, a partir dela, apontar as prioridades para melhorar o conhecimento sobre a megadiversidade animal brasileira, concentrada nos grupos animais ditos invertebrados terrestres.

As coleções depositadas em órgãos oficiais no país, resultantes dos esforços de inúmeros zoólogos – desde os primeiros viajantes naturalistas aos pesquisadores em atividade atualmente – documentam a fauna existente em

[1, 2, 4] Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo
Av. Nazaré 481, São Paulo, SP, 04263-000
crfbrand@usp.br; ecancell@usp.br; cpscott@usp.br
[3] Estação Ciências, Universidade de São Paulo
christy@ib.usp.br

todas as regiões do Brasil. Muitas espécies existentes em coleções já desapareceram, acompanhando a deterioração de seus *habitats* naturais, levando com elas seu patrimônio genético, sua história, e parte da evidência que permitiria reconstruí-la. Felizmente, as coleções existentes guardam parcela desse acervo. Podemos, por exemplo, saber muito sobre a fauna primitiva que povoava os riachos e rios atualmente poluídos e os fragmentos das matas originais do país, antes de terem sido afetadas pelo avanço da urbanização, da indústria, da agricultura e da pecuária. Cohen & Cressey (1969) historiam a formação das principais coleções dos museus de história natural, discutindo suas perspectivas. Lane (1996) discute o papel dessas coleções. Arnett *et al*. (1993) listam as coleções entomológicas e aracnológicas do mundo, informando que grupos estão nelas melhor ou especialmente representados. Marinoni *et al*. (1988) discutem a situação de alguns museus brasileiros que abrigam acervos de invertebrados terrestres.

Para situar a discussão sobre o estado de conhecimento sobre os invertebrados terrestres no Brasil, pode-se compará-los com a situação das coleções de vertebrados (Brandão & Yamamoto, 2000) . Lembramos, no entanto, que os dados utilizados para essas comparações são provenientes de trabalhos publicados em várias datas. Para alguns grupos taxonômicos, cujas informações foram recentemente atualizadas, as tabelas que citamos referem-se a informações anteriores às atualizações. Nosso interesse nesse momento é discutir ordens de grandeza e não números reais.

Os invertebrados reúnem mais de 95% das espécies animais recentes. Apesar do número de espécimes de invertebrados depositados em coleções brasileiras ser cerca de oito vezes maior que o de vertebrados (Tabela 1), as coleções de vertebrados, tradicionalmente mais bem estudados no país, podem ser consideradas melhores e mais representativas que as de invertebrados. As instituições brasileiras abrigam 71 coleções de vertebrados, com mais de 3,2 milhões de exemplares, 130 pesquisadores e 110 técnicos listados nos diagnósticos publicados.

Tabela 1. Espécimes de invertebrados nas principais coleções institucionais brasileiras (dados obtidos em 1998, ver Brandão & Yamamoto, 2000)

Táxon	número de coleções	exemplares em coleções	pesquisadores	técnicos
Anelídeos	1	300	1	1
Aracnídeos	12	170.000	13	5
Crustáceos	10	110.000	20	17
Helmintos	3	45.000	11	2
Insetos	34	17.500.000	115	53
Miriápodos	4	10.000	2	2
Moluscos	9	116.000	22	16
"Invertebrados"	14	6.000.000	29	11
Total	**91**	**23.962.300**	**218**	**109**

Os animais ditos invertebrados distribuem-se em 33 filos (número que pode variar dependendo da classificação adotada). A maioria dos filos de invertebrados é exclusivamente marinha, alguns são predominantemente marinhos e poucos predominantemente terrestres (Brandão & Cancello, 1999). É desse último universo que tratamos neste texto – invertebrados que ocorrem em ambientes terrestres, reunindo representantes dos filos Acanthocephala,

Tardigrada, Onychophora, Platyhelminthes, Nematoda, Arthropoda, Annelida e Mollusca.

Diversos invertebrados terrestres têm importância médica, veterinária ou agronômica. Em geral são os grupos mais bem representados em termos de publicações, mas apresentam biologia muito particular, o que não permite generalizações. A maioria desses táxons não é tratada aqui. Os adultos de Acanthocephala são exclusivamente parasitas intestinais de vertebrados, em especial de peixes ósseos de água doce. Porém, no ciclo de vida de várias espécies cujos hospedeiros definitivos são mamíferos, há uma fase larval, que desenvolve em artrópodos, hospedeiros intermediários, geralmente insetos ou crustáceos. Cancello (1991) publicou uma nota sobre soldados de cupins (Isoptera) parasitados por larvas de Acanthocephala, que é o primeiro registro de modificação morfológica causada por tais parasitas em artrópodos. Até o momento, foram descritas pouco mais de 700 espécies no mundo.

Tardigrada e Onychophora eram tradicionalmente considerados como formando um grupo a que se atribuía o nome de Pararthropoda. Hoje, são considerados filos independentes, ambos reunindo relativamente poucas espécies. Esses três grupos não serão discutidos aqui por não existirem taxonomistas nem coleções significativas no Brasil.

Como citado em Brandão & Cancello (1999), "Arthropoda é o filo mais rico em espécies tanto global quanto regionalmente, com cerca de l,5 milhão de espécies descritas no mundo, mas acredita-se que esse número traduza apenas uma pequena fração do que deva existir. Os textos mais recentes sobre invertebrados terrestres estimam que o número de espécies deva estar entre dez (insetos) e quarenta (nemátodos) vezes o descrito até agora. O grau de conhecimento para um segmento da fauna tão diverso é evidentemente muito variável; também é muito desigual a capacidade instalada no país em termos de pesquisadores atuantes, coleções e/ou bibliotecas especializadas". Ainda, a opinião de pesquisadores consultados para o presente diagnóstico, quando confrontada com dados obtidos de publicações, às vezes, são significativamente discrepantes. Em alguns casos, foi difícil decidir qual estimativa acatar.

Ambientes carvenícolas apresentam uma fauna de invertebrados característica. Pinto da Rocha (1995) apresenta uma discussão a respeito do conhecimento sobre a fauna cavernícola brasileira e uma sinopse atualizada até 1994.

O tamanho e diversidade da fauna brasileira de invertebrados terrestres refletiram-se na dificuldade dos organizadores dessa iniciativa em conseguir pesquisadores que fornecessem informações sobre muitas especialidades. Em alguns casos, não existem especialistas mesmo em grupos importantes. É o caso da superfamília de vespas parasitas Cynipoidea (Insecta Hymenoptera), importantes controladoras de populações de diversos outros insetos, que deve estar representada no Brasil por, seguramente, milhares de espécies, em geral com indivíduos de tamanho muito reduzido. As coleções e o conhecimento mais básico sobre taxonomia e biologia dos Cynipoidea são extremamente pobres, pois nunca houve especialista nesse grupo no país (Brandão & Cancello, 1999).

Esperamos que a detecção de grupos animais, tradicionalmente pouco estudados em nosso meio, sirva de estímulo à abertura ou fortalecimento de linhas de investigação. Acreditamos ainda que as informações e referências coligidas neste esforço formem um conjunto original e extremamente útil de dados, que deve colaborar na formulação de novos projetos de pesquisa e no melhor embasamento de uma política de conservação para os biomas do país.

Mesmo as lacunas que apontamos, na verdade, indicam grupos taxonômicos insuficientemente estudados e que devem merecer maior atenção dos formuladores de políticas científicas.

Os grupos mais importantes sobre os quais não existem informações disponíveis atualizadas são os "vermes" em geral, com exceção de minhocas, e diversas ordens importantes de insetos. Mesmo para esses táxons, apresentamos alguns dados sobre pesquisadores atuantes no país e literatura básica pertinente, quando existentes.

O programa BIOTA/FAPESP, Instituto Virtual da Biodiversidade, teve início em 1999 com a finalidade de sistematizar a coleta, organizar e disseminar informações sobre a biodiversidade do Estado de São Paulo. Alguns projetos extrapolam o conhecimento da biodiversidade para o Estado de São Paulo, devendo enriquecer as coleções nacionais de invertebrados.

Parte das lacunas apontadas pode ser coberta pela consulta às informações coligidas para as fases iniciais de organização do BIOTA/FAPESP, infelizmente não mais disponíveis nas página eletrônicas onde foram originalmente publicadas: "Estudo da diversidade de espécies de planárias terrestres do Estado de São Paulo" (versão preliminar: junho/1997), escrito pela Drª. Eudóxia M. Froehlich (ver também Ogren *et al*., 1997) e "Estudo da diversidade das espécies de Nematoda no Estado de São Paulo", pelo Dr. Rubens R. A. Lordello e Drª. Ines Lucena Lordello. Na página eletrônica http://www.biota.org.br/info/historico/workshop/revisoes/insecta.pdf, os leitores poderão encontrar o texto "Estudo da Diversidade de Espécies de Insetos e Aracnídeos no Estado de São Paulo", escrito por Thomas M. Lewinsohn e C. Roberto F. Brandão. Outro resultado das reuniões preparatórias do programa BIOTA/FAPESP foi a publicação de uma série de sete volumes sobre a Biodiversidade do Estado de São Paulo, organizado por C. A. Joly e C. E. Bicudo, incluindo um volume sobre invertebrados terrestres (Brandão & Cancello, 1999), do qual usamos vários dados para o presente trabalho. Iniciativas similares recentes tiveram seus resultados publicados na forma de relatórios por Brandão & Yamamoto (1997) e Guedes (1998).

Para compensar a falta de informação em grupos considerados menores em comparação com os mais ricos em espécies, damos ênfase às ordens de insetos consideradas megadiversas, não só por serem dos grupos animais ecologicamente mais importantes, mas por serem mais bem estudados e, portanto, existir na literatura, em especial na mais recente, dados que complementam os resultados dos diagnósticos que embasam esse texto. Para isso retiramos muitas informações, inclusive bastante atualizadas, de Martin-Piera *et al*. (2000), Costa *et al*. (2002) e Lewinsohn & Prado (2002), atualizando dados sobre as coleções a que temos acesso quotidiano (Isoptera e Hymenoptera).

Para os Hymenoptera, retiramos de Brandão *et al*. (2002) diversas informações úteis no contexto desse capítulo. Naquela publicação, os autores procuraram não somente listar o acervo de Hymenoptera em coleções brasileiras, mas também estimar, com certa segurança, o número de himenópteros em coleções gerais de insetos, ou mesmo de artrópodos ou de invertebrados.

O Centro de Referência e Informação Ambiental (CRIA) vem sediando o projeto *Species Link*, financiado pela FAPESP, que pretende ser uma ferramenta para recuperação de dados biológicos e de biodiversidade, integrando bancos de dados heterogêneos na sua natureza e espacialmente. O projeto inclui ainda o desenvolvimento e aplicação de algoritmos de modelagem de distribuição de espécies e de aplicativos destinados à curadoria de coleções e sua análise.

Entre os acervos cuja informação vem sendo integrada, estão diversas coleções de invertebrados terrestres, destacando-se as coleções Adolpho Hempel do Instituto Biológico, na cidade de São Paulo, Museu de Entomologia da FEIS/ UNESP, coleção de abelhas (especialmente Meliponinae) J. M. Camargo da FFCL - USP de Ribeirão Preto e a coleção de abelhas do Deptº de Ecologia do IB da USP, coleção de ácaros do Departamento de Zoologia da UNESP de São José do Rio Preto, coleção de ácaros do Departamento de Entomologia da ESALQ, coleções aracnológicas do Instituto Butantan e coleção de aranhas do Departamento de Zoologia da UNESP de Botucatu. Além desse projeto, o CRIA mantém o SINBIOTA, que reúne e integra num sistema de informação ambiental dados sobre a biodiversidade no âmbito do programa BIOTA da FAPESP e de outras instituições não diretamente vinculadas ao programa (http://www.cria.org.br).

ANÁLISE DOS DIAGNÓSTICOS SOBRE COLEÇÕES DE INVERTEBRADOS TERRESTRES EM INSTITUIÇÕES BRASILEIRAS NO INÍCIO DO SÉCULO XXI

Praticamente todas as informações deste item foram retiradas de Brandão & Cancello (1999), que já se referem aos questionários respondidos por diversos colegas como mencionado na introdução desse capítulo.

Os responsáveis por algumas das principais coleções brasileiras de invertebrados terrestres, tanto os que responderam os questionários que embasam esse diagnóstico como os que entrevistamos diretamente, apontaram como questões consideradas fundamentais: a falta de taxonomistas em alguns grupos importantes e de uma política de formação de pessoal, além da falta de aproveitamento do pessoal já formado. Isso, apesar do país possuir diversos programas de pós-graduação de reconhecida competência nessa área de investigação.

Alguns destacaram ainda como problemas que o país enfrenta o depósito em coleções no exterior de tipos de espécies brasileiras e a falta de coleções representativas e, em certos casos, de biblioteca especializada. Comentam ainda que vários táxons têm sido objetos de pesquisa com enfoque ecológico, sem o necessário depósito de material testemunho em coleções oficiais, o que é lamentável em vista dos problemas que discutimos aqui.

Alguns pesquisadores manifestaram também preocupação pelo crescente comércio de espécies dos táxons de sua especialidade, em especial aranhas caranguejeiras, considerados animais de estimação, sem o acompanhamento dos cuidados necessários de manutenção. A introdução de novos hospedeiros pode alterar a demografia de parasitas, como ácaros patogênicos ou vetores de doenças. Barros-Batesti *et al*. (1998) discutiram as relações entre ectoparasitas e hospedeiros nativos, no Estado do Paraná.

Essas discussões preliminares a este diagnóstico, que fazem parte de um conjunto de ações que o país está iniciando no sentido de melhorar o tratamento da sua diversidade biológica, apontam, entretanto, a existência de coleções e acervos bibliográficos importantes no país, em geral em instituições oficiais, mas também em muitas salas de pesquisadores. Um diagnóstico recente das condições e tamanho das coleções zoológicas no Brasil, incluindo informações quanto ao pessoal responsável por elas em seus vários níveis de especialização e grau de informatização dos acervos foi publicado eletronicamente (C. R. F. Brandão, A. B. Kury, C. Magalhães e O. Mielke, 1998) e está disponível no endereço eletrônico http://www.bdt.org.br/oea/sib/zoocol.

Das tabelas que acompanham o texto citado acima, retiramos informações relativas exclusivamente a coleções de invertebrados terrestres em instituições oficiais brasileiras (Tabela 2). Estão listadas 38 instituições, em 25 cidades de 18 unidades da federação. Os dados sobre os nomes dos responsáveis por esses acervos e seus endereços postais e eletrônicos podem ser encontrados no site: http://www.bdt.org.br/oea/sib/zoocol.

Entretanto, mais uma vez, acervos importantes não estão listados neste rol. Lembramos, por exemplo, somente na capital do Estado de São Paulo, os do Deptº. de Zoologia do IBUSP (planárias e grupos menores) e o da Faculdade de Higiene e Saúde Pública da USP (dípteros de importância médica); em Piracicaba os da ESALQ (ácaros e insetos) e do CENA; em Campinas, o do Instituto Agronômico e, em Rio Claro, o Centro de Estudos de Insetos Sociais da UNESP. Além disso, outras coleções não menos importantes existem ainda no Estado e no país, em instituições oficiais ou em mãos de particulares, mas não seria possível listá-las todas no momento.

Muitas vezes a concentração de coleções e pesquisadores no Estado de São Paulo determinou que a fauna do Estado estivesse mais bem representada nos acervos. Isto não significa dizer que os autores considerem que a fauna de São Paulo esteja bem conhecida. Alguns autores indicam mesmo dentro do Estado de São Paulo, áreas menos trabalhadas, em especial o oeste e em alguns casos o sul do Estado.

A maioria dos táxons aqui tratados tem enorme importância ecológica, atuando de diferentes maneiras e modificando os ecossistemas. Apesar disso, vários pesquisadores comentam que o conhecimento sobre os invertebrados terrestres não tem sido considerado na formulação de políticas de preservação. Quanto às sugestões que pudessem melhor embasar políticas de conservação a partir do conhecimento acumulado sobre os invertebrados terrestres, geralmente os especialistas consideram que o conhecimento acumulado até o momento não permite identificar áreas ou táxons especialmente ameaçados, com exceção de algumas borboletas e libélulas. Consideram, entretanto, que o alto grau de endemismo mostrado por diversos invertebrados (ex. gastrópodos e opiliões), associado à destruição acelerada dos ambientes naturais, deve forçosamente resultar na extinção de espécies, antes mesmo de serem descritas, em número difícil de ser estimado.

Devemos considerar que as informações fornecidas por diferentes especialistas, também refletem diferentes posições, critérios e avaliações, já que foram instados a responder de forma comparativa às questões arroladas nos formulários. Isso resulta que a posição de um determinado informador, ao classificar, por exemplo, o grau de conhecimento sobre um determinado grupo como "Ruim", poderia ser classificado como "Inexistente" por outro que tenha adotado um critério mais estrito sobre a mesma questão. Como não há forma de modular estas diferenças, analisamos os resultados das tabulações à medida que os questionários foram preenchidos.

Tabela 2. Informações sobre as principais coleções zoológicas brasileiras que mantêm acervo significativo sobre invertebrados terrestres (extraídas e atualizadas de www.bdt.org.br/oea/sib/zoocol). * Siglas que não estão em Arnett *et al*. 1993.

INSTITUIÇÃO	Acrônimo	Cidade	UF	COLEÇÃO	TAMANHO	ESTADO CONSERVAÇÃO		PESSOAL (Permanente)		PESSOAL (Temp.)	DADOS		
						Acervo	Instal.	Superior	Técnico		Não Dig.	Dig. (%)	Inter-net
Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas	CNUF*	Maceió	AL	Invertebrados	5.695	Bom	Bom	0	0	1	T	s/d	s/d
				Insetos	6.387	Raz.	Bom	1	0	0	E, I	0	N
Departamento. de Zoologia da Universidade Federal de Alagoas	CCUF	Maceió	AL	Insetos	2.549	Raz.	Bom	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d	s/d
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	INPA*	Manaus	AM	Invertebrados	ca 5 milhões	Bom	Bom	2	1	7	E,T,C,I	10	Parcial
Universidade Federal do Amazonas	DCMB	Manaus	AM	Insetos, aracnídeos, miriápodos	150.500	Bom	Raz.	5	1	0	E,T	2	N
Instituto de Estudos e Pesquisas do Estado do Amapá	IEPA	Macapá	AP	Insetos	9.270	Bom	Exc.	2	3	0	E,I	0	N
Instituto de Biologia da Universidade Federal da Bahia	UFBA*	Salvador	BA	Escorpiões	ca. 1.000	Bom	Prec.	2	0	1	E,T	70	N
				Aranhas	ca. 2.050	Bom	Prec.	2	0	1	E,T	60	N
Universidade Estadual de Feira de Santana	UEFS*	Feira de Santana	BA	Animais Peçonhentos (Herpet. + Aracnídeos)	ca. 3.800	Raz.	Raz.	4	5	8	E,T	< 5	N
Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Reserva Ecológica do Cerrado	IBGE*	Brasília	DF	Invertebrados	s/d	Prec.	Prec.	1	1	3	E	50	N
Departamento de Zoologia, Universidade de Brasília	DBAI	Brasília	DF	Isoptera	3500 lotes	Bom	Bom	1					
EMBRAPA - CPAC	UFES	Planaltina	DF	Insetos	23.022	Bom	Bom	1	2	3	E,T,I	0	N
Deptº de Biologia - Universidade Federal do Espírito Santo	CEPB*	Vitória	ES	Insetos - Hymenoptera Parasitóides	ca. 35.000	Bom	Bom	2	0	0	E	0	N

(continua)

Tabela 2 (continuação).

INSTITUIÇÃO	Acrônimo	Cidade	UF	COLEÇÃO	TAMANHO	ESTADO CONSERVAÇÃO		PESSOAL (Permanente)		PESSOAL (Temp.)	DADOS		
						Acervo	Instal.	Superior	Técnico		Não Dig.	Dig. (%)	Inter-net
Centro de Estudos e Pesquisas Biológicas - Universidade Católica de Goiás	FUMG*	Goiânia	**GO**	Insetos Aquáticos	s/d	Bom	Bom				E	0	N
Fundação Universitária do Estado do Mato Grosso *campus* de Nova Xavantina	UEMS*	Nova Xavantina	**MT**	Insetos	ca. 11.000 e	Bom	Raz.	1	1	2	E,T	0	N
Universidade Católica Dom Bosco	UCDB	Campo Grande	**MS**	Invertebrados (Insetos inclusive)	ca. 28.000	Bom	Bom	1	3	0	E,T	0	N
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul	UFMS*	Campo Grande	**MS**	Insetos	ca. 2.000	s/d	s/d	5	s/d	s/d	s/d	s/d	N
Inst. de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais	BHMH	Belo Horizonte	**MG**	Invertebrados (Insetos inclusive)	ca. 324.000	Prec.	Prec.	8	2	8	E,T	s/d	N
Universidade Federal de Viçosa	UFVB	Viçosa	**MG**	Insetos	ca. 100.000	s/d	s/d	5	s/d	s/d	s/d	s/d	N
Museu Paraense Emílio Goeldi	MPEG	Belém	**PA**	Invertebrados	ca. 755.000	Bom	Raz.	1	2	1	E,C	0,7	N
Universidade Federal da Paraíba	DSEC	João Pessoa	**PB**	Insetos	ca. 45.500 e 2.000 l	Bom	Raz.	4	0	6	E,T,I	5	N
Museu de História Natural Capão da Imbúia	MHNCI	Curitiba	**PR**	Aracnídeos e outros artrópodos	ca.61.000	Bom	Prec.	8	14	12	E,T,C	s/d	N
				Insetos (Coleoptera)	ca. 55.000	Bom	Prec.	8	14	12	E,T,C	s/d	N
Universidade Federal do Paraná	UFPR*	Curitiba	**PR**	Insetos	ca. 3.400.000	Bom	Raz.	21	1	0	E	5	N
Universidade Federal de Pernambuco	UFPE*	Recife	**PE**	Insetos	ca. 2.350	Bom	Prec.	1	2	3	E,C,I	0	N
Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS*	Porto Alegre	**RS**	Heteroptera	12.000	Bom	s/d	1	0	7	E	0	N
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS)	MCPU	Porto Alegre	**RS**	Aracnídeos	ca. 63.000	Exc.	Bom	1	0	3	E,T	s/d	N
Museu de Ciências			**RS**	Insetos	ca. 47.000	Exc.	Bom	13	2	16	E,T	60	N

(continua)

Tabela 2 (continuação).

INSTITUIÇÃO	Acrônimo	Cidade	UF	COLEÇÃO	TAMANHO	ESTADO CONSERVAÇÃO		PESSOAL (Permanente)		PESSOAL (Temp.)	DADOS		
						Acervo	Instal.	Superior	Técnico		Não Dig.	Dig. (%)	Inter-net
Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul - Museu de Ciências Naturais	MCNZ	Porto Alegre	**RS**	Poríferos Dulcícolas	ca. 1.650	s/d	Esc.	1	1	3	E,T,C	80	N
				Helmintos	89	Bom	Bom	1	1	1	E,T	100	N
				Anelídeos	284 lotes	Bom	Prec	1	1	0	E,C	s/d	N
				Insetos	ca. 136.000	Bom.	Raz.	3	2	2	E,T,C,I	ca. 10	N
				Diplopoda	400 lotes	s/d	Prec.	1	1	0	E,C	s/d	N
				Chilopoda	520 lotes	Prec.	Prec.	1	1	0	E,C	s/d	N
				Pseudoscorpiones	160 lotes	Bom	Prec.	1	1	0	E,C	s/d	N
				Acari	560 lotes	Bom	Prec.	1	1	0	E,C	s/d	N
				Scorpiones	660 lotes	Raz.	Prec.	1	1	0	E,C	s/d	N
				Opiliones	1.340	Raz.	Prec.	1	1	0	E,C	s/d	N
				Araneae	ca. 60.000	Raz.	Prec.	2	1	2	E,C	s/d	N
Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro	MNRJ	Rio de Janeiro	**RJ**	Arachnida	20.500	Bom	Raz.	1	0	2	E,C	15	N
				Insetos - Lepidoptera	180.000	Raz.	Prec.	1	1	0	E	s/d	s/d
				Insetos - Diptera	ca. 130.000 (identificados)	Bom	Raz.	4	0	6	E, C	40	N
				Insetos - Odonata	ca. 1.000.000	Bom-Raz	Raz.	4	2	3	E, C	pouco	N
				Insetos - Hemiptera (Heteroptera)	59.000	Bom-Raz	Raz.	1	1	1	E	0	N
				Insetos - Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera	ca. 750.000	Bom	s/d	3	3	6	E	100	N
Instituto Oswaldo Cruz (IOC)	FIOC	Rio de Janeiro	**RJ**	Insetos (Col. Geral)	1.2 milhão	Bom	Bom	2	1	9	E	0	N
				Insetos (Triatominae)	s/d	Bom	Bom	4	3	5	E, T, I	0	N
Universidade Santa Úrsula - IC	DBAU	Rio de Janeiro	**RJ**	Insetos	ca.5.200.000	Exc.	Exc.	2	0	0	E	s/d	N

(continua)

Tabela 2 (continuação).

INSTITUIÇÃO	Acrônimo	Cidade	UF	COLEÇÃO	TAMANHO	ESTADO CONSERVAÇÃO		PESSOAL (Permanente)		PESSOAL (Temp.)	DADOS		
						Acervo	Instal.	Superior	Técnico		Não Dig.	Dig. (%)	Inter-net
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - Coleção Entomológica Costa Lima (CECL)	IBUS	Seropédica	**RJ**	Insetos	s/d	Raz.	Raz.	5	0	5	E	0	N
Museu Entomológico Fritz Plaumann	MFPC*	Seara	**SC**	Insetos	73.036	Bom	Bom	1	1	0	E	100	N
Instituto de Biociências/ Universidade Estadual Paulista (UNESP) - (*campus* de Botucatu)	UESP*	Botucatu	**SP**	Aranhas	2750 registrad	Bom	Prec.	1	0	2	E,I	N	N
				Insetos	ca. 78.000	Bom	Prec.	1	0	0	E	N	N
Universidade Federal de São Carlos	DCBU	São Carlos	**SP**	Insetos - Hymenoptera (Ichneumonoidea)	ca. 60.000	Bom	Bom	1	3	7	E	s/d	N
				Insetos - Lepidoptera (Geometridae)	ca. 15.000	Bom	Bom	1	1	0	E,T	N	N
Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo RP	RPSP	Ribeirão Preto	**SP**	Insetos (Apoidea)	ca. 130.000	Exc.	Raz.	2	1	5	E,T,C,I	N	N
Instituto Butantan	IBUT	São Paulo	**SP**	Artrópodos terrestres	ca. 51.000	Raz.	Prec.	5	2	2	E,T,C	5	N
Instituto Biológico	IBSP	São Paulo	**SP**	Insetos	ca. 75.000	Bom	Bom	8	4	21	E,T	N	N
Instituto Florestal de São Paulo, Secretaria do MeioAmbiente	IFSA	São Paulo	**SP**	Insetos	ca. 8.500	Exc.	s/d	1	0	0	E	N	N
Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo	MZSP	São Paulo	**SP**	Aracnídeos	ca. 18.000	Exc	Exc	0	0	2	E	N	N
				Vermes	ca. 10.000	Exc	Exc	0	0	0	E, T	N	N
				Insetos	ca. 4.700.000	Exc	Exc	6	4	25	E	N	N
				Miriápodos	ca. 8.800 lotes	Bom	Bom	0	0	0	E	N	N

Abreviaturas Usadas: Dig.= digitado; s/d = sem dados; Raz = Razoável; Exc = Excelente; C = Catálogo; E = Etiqueta; I = Inventário; N = Não existente; P = Pequeno; Prec.= Precário; Raz.= Razoável; Exc.= Excelente; s/d = Sem Dados; T = Livro de Tombo; l = lotes ou amostras; ca. = cerca.

Dados obtidos das respostas aos questionários enviados aos pesquisadores

Com o preenchimento, por especialistas, do formulário geral utilizado no presente trabalho, obtivemos dados bastante completos sobre 15 grupos, a saber: minhocas, aranhas caranguejeiras e aranhas em geral, opiliões e ácaros, escorpiões, miriápodos (centopéias e piolhos-de-cobra), e entre os insetos, para libélulas (ordem Odonata), cupins (Isoptera), besouros (Coleoptera) Cerambycidae (serra-paus), Elateridae (salta-martins e vaga-lumes) e Curculionidae (bicudos), vespas esfecídeas e vespas parasitas e formigas (Hymenoptera Ichneumonoidea, Sphecidae e Formicidae). Contamos, portanto, com dados sobre grupos representativos de Annelida e Arthropoda.

Se considerarmos os grupos para os quais existem informações em outras publicações (já comentadas acima), faltam os Isopoda, o único grande grupo terrestre de Crustacea; os demais grandes grupos estão incluídos, em alguma medida, no levantamento realizado.

Importância dos táxons e prioridades indicadas

Apesar do número de táxons de invertebrados terrestres de que obtivemos informações ser limitado em relação à enorme diversidade existente no país, o universo amostrado somado cobre a grande maioria dos itens arrolados *a priori* para avaliar a importância relativa dos táxons.

Os informadores consideraram que os táxons de sua especialidade incluem espécies que têm importância como: pragas agro-florestais (ácaros, cupins, Cerambycidae, Curculionidae, Elateridae e formigas), vetores de patógenos em culturas (ácaros e Curculionidae), polinizadores (Hymenoptera, em especial abelhas e Curculionidae), parasitas/predadores de pragas (ácaros, aranhas, libélulas, vespas parasitas, esfecídeas e Elateridae), parasitos animais (certas vespas), vetores de patógenos humanos e animais (ácaros), espécies peçonhentas e/ou venenosas (aracnídeos – aranhas e escorpiões, centopéias e Hymenoptera), espécies raras/ameaçadas de extinção (libélulas), indicadores de impacto (minhocas, libélulas, Cerambycidae, formigas e vespas parasitas), identificação de fármacos (Oligochaeta, aranhas caranguejeiras e escorpiões) e interesse para educação ambiental (caranguejeiras e vespas parasitas). Simone (1999) e Brown & Freitas (1999) também apontam espécies de moluscos terrestres e borboletas ameaçadas de extinção.

Vários especialistas indicaram os táxons de sua especialidade como importantes para o mapeamento/monitoramento de áreas para manejo ou conservação (minhocas, ácaros, aranhas em geral, miriápodos, libélulas, insetos Hymenoptera –vespas parasitas e formigas). Quanto ao interesse para ecoturismo apenas o especialista em libélulas apontou seu grupo. Os especialistas em caranguejeiras, libélulas e vespas parasitas (Braconidae e Ichneumonidae) consideram estes grupos de interesse especial para a educação ambiental. Picadas de himenópteros e a presença de ácaros no ambiente podem causar alergias; venenos extraídos de aranhas têm encontrado espaço crescente na indústria farmacêutica e ninfas de libélulas podem ser consideradas pragas em aqüicultura. Em especial, ácaros e besouros bicudos (Curculionidae) podem comprometer o armazenamento de grãos e outros produtos.

Um item considerado na avaliação da importância relativa dos táxons não arrolado pelos especialistas consultados foi "parasitas humanos" (mas, veja item "vetores de patógenos humanos"). Também não foi arrolado qualquer grupo no item "fonte alimentar", no sentido mais restrito, ou seja, animal utilizado na alimentação humana (mas, veja abaixo o parágrafo sobre os Oligochaeta).

Portanto, essas considerações permitem supor que o universo amostrado, ainda que restrito, reuniu informações representativas e úteis segundo os objetivos do levantamento.

Todos os informadores consideram que os grupos de sua especialidade são prioritários para programa de investigação em Sistemática, apesar dos argumentos que os levaram a essa consideração serem bastante diferentes.

Os Oligochaeta (minhocas) foram considerados como importante fonte alimentar para animais, na produção de húmus e conseqüente fertilização do solo, e na aeração das camadas superficiais do solo. O fato de serem considerados um grupo antigo e mostrarem baixo poder de dispersão, pode torná-los importantes em estudos de filogenia e zoogeografia. Segundo o especialista, infelizmente falecido entre as versões desse texto que cobre alguns anos, quanto à diversidade, esse grupo se destaca por apresentar os mais variados modos de reprodução.

Os especialistas em ácaros consideram seu grupo importante devido à pouca informação disponível, à alta diversidade e ao alto grau de endemismo, além de sua grande importância médico-veterinária e agrícola.

No caso das aranhas em geral, foi destacado o grande número de espécies de importância médica ainda não descrito e o expressivo número de gêneros que necessitam de revisão. Foi ainda destacado o fato da diversidade comparativa das aranhas ser alta, perdendo apenas para algumas ordens de insetos. No caso das caranguejeiras em particular, o informador destacou o alto grau de endemismo e a falta de informações disponíveis sobre sua diversidade.

Os opiliões foram pouco estudados até o momento, exceto no sul e sudeste brasileiros. Apresentam alto grau de endemismo, o que os destaca como adequados para estudos de diversidade.

Para os miriápodos (centopéias e piolhos-de-cobra), a informadora destacou a importância da melhoria do conhecimento geral sobre a fauna brasileira e, em especial, sobre os venenos e estudos epidemiológicos.

Os Odonata (libélulas) diferem da maioria por representarem um grupo relativamente pequeno e bem conhecido, podendo ser utilizados como bioindicadores.

Os cupins constituem a única ordem de insetos (Isoptera) onde todas as espécies são verdadeiramente sociais. São importantes na ciclagem de nutrientes, na aeração do solo bem como em outras propriedades físicas e químicas do solo. Algumas espécies são importantes pragas no meio urbano, florestal e agrícola. Dada a endemicidade relativamente alta, vêm sendo usados como bioindicadores. Entretanto, a especialista considera que há necessidade de aprimorar os conhecimentos sobre a taxonomia e sistemática do grupo, até em seus pontos mais básicos, como a definição de famílias. (Cancello & DeSouza, 2005)

Os levantamentos bibliográficos para o grupo são muito facilitados pela existência de compilações de literatura bibliografia: Snyder (1956; 1961; 1968), Ernst & Araujo (1986). Também, entre 1980 e 1993 foi publicado o "Termite Abstracts".

Atualmente, a International Isoptera Society (IIS) publica a "Isoptera Newsletter" e mantém uma página eletrônica (http://www.cals.cornell.edu/dept/bionb/isoptera/homepage.html), onde é possível encontrar, inclusive, indicações atualizadas sobre publicações sobre os Isoptera.

Outras páginas da Internet merecem ser citadas: a mantida por Timothy Myles (http://www.utoronto.ca/forest/termite/termite.htm), com muitos dados

interessantes e fotos dos gêneros do mundo todo e a mantida pelo Dr. Reginaldo Constantino (UnB), com publicações *on-line*, como o catálogo dos Isoptera do mundo, e chave interativa para gêneros que ocorrem no Brasil (http://www.unb.br/ib/zoo/docente/constant).

O especialista em Cerambycidae (Coleoptera) considera que o grupo com o qual trabalha parece ser fiel às formações vegetais onde ocorre, o que pode ser interessante em programas de investigação sobre a biodiversidade e conservação.

Os Curculionidae (Coleoptera) apresentam enorme diversidade, sendo que a maioria das espécies está associada a hospedeiros vegetais específicos e às formações vegetais, o que os torna interessantes para estudos de biogeografia. Foram considerados prioritários para um programa de estudo em biodiversidade por viverem em todos os ambientes terrestres, compondo todas as teias alimentares.

AVALIAÇÃO DO ESTADO ATUAL DO CONHECIMENTO SOBRE GRUPOS SELECIONADOS DE INVERTEBRADOS TERRESTRES NO BRASIL, AO INÍCIO DO SÉCULO XXI

O presente diagnóstico reúne pela primeira vez informações gerais e originais para os grupos estudados e específicas quanto ao grau de conhecimento de sua biodiversidade.

Helmintos

Noronha *et al*. (2003) desenvolveram um banco de dados para a informatização da coleção helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz, evitando o uso intensivo das fichas manuscritas históricas de registro das necropsias. Noronha *et al*. (2004; ver também Noronha, 2004) iniciaram programa de publicações sobre as coleções incorporadas àquele acervo, que reunia até fim de 2003 cerca de 40.000 amostras, relatando as amostras originalmente no Instituto Pasteur de São Paulo.

O Museu de Zoologia conta com importante acervo helmintológico reunido em sua maior parte pela Drª. Rita Gertrude Kloss, referente, em sua grande maioria, a parasitas de exemplares de outros grupos animais também depositados no Museu (em especial coleópteros e miriápodos).

Mollusca - Gastropoda

O número de espécies de moluscos terrestres, todos da classe Gastropoda, descritos no mundo é de cerca de 30.000 e no Brasil, 670; enquanto o número de espécies estimadas no Brasil é de 2.000 (Simone, 1999). Dentre os diversos grupos de pesquisas do Brasil, destacam-se pelos estudos taxonômicos os liderados pelo Dr. W. Thomé, (Fundação Zoobotânica, RS e PUC, RS), Dr. J. L. M. Leme (MZSP), Dr. A. C. S. Coelho (MNRJ) e pelo Dr. M. P. Oliveira (UFJF). As coleções institucionais que abrigam acervos mais expressivos de moluscos terrestres são as do Museu Nacional do Rio de Janeiro, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo e do Museu de Ciências Naturais da Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul. Recentemente, o Dr. J. L. M. Leme aposentou-se e foi contratado o Dr. Luiz R. L. Simone, que agora é o curador da coleção de

Mollusca do MZSP. Selecionamos duas referências relativamente recentes sobre coleções de moluscos, retiradas da mesma fonte mencionada acima (Haszprunar, 1988; Ponder & Lindberg, 1997).

Annelida - Oligochaeta

A única coleção registrada em nosso levantamento foi reunida pelo falecido Dr. Gilberto Righi, gentilmente doada pela família e pelo Departamento de Zoologia do IBUSP ao Museu de Zoologia da USP. Trata-se seguramente do mais importante e rico acervo driológico neotropical, cujas informações vêm sendo digitalizadas em banco de dados desenvolvido pela Drª. Ana Moreno, da Universidade Complutense de Madrid. O acervo reúne material fixado em meio líquido e, em especial, cortes seriados em montagem permanente em lâminas. O Dr. Righi nos havia sugerido, ao completar os formulários do diagnóstico, diversas referências bibliográficas de interesse àqueles que buscam identificar minhocas de ocorrência no Brasil (Righi, 1971; 1982; 1984; 1990; Righi *et al*., 1978; Righi & Knepper, 1965).[5]

Arthropoda - Arachnida

Entre 1982 e 1999, o número de espécies de Arachnida descritas no mundo aumentou em 22% e aproximadamente 2% delas vive na região Amazônica, Tabela 3 (Adis & Harvey, 2000). Pinto-da-Rocha ("Papo de Aranha", n° 3, de fevereiro de 1997) traz informações resumidas sobre as principais coleções brasileiras de Arachnida e enumera os exemplares das ordens de Arachnida por coleção. Brescovit *et al*. (2004) discutem os resultados de um levantamento da fauna aracnológica da Estação Ecológica Juréia/Itatins, no Estado de São Paulo. Adis (2002) publicou um livro com chaves para identificação de Arachnida da Amazônia.

Segundo Candido (1999), os escorpiões estão representados no Brasil por quatro famílias das nove que ocorrem no mundo e por 14 gêneros. O Instituto Butantan, em São Paulo, abriga o maior número de exemplares, com aproximadamente 2.400 lotes de animais já catalogados. Sisson (1990) publicou uma monografia sobre escorpiões do mundo, onde o leitor poderá encontrar informações úteis e importantes. Mello-Leitão publicou o trabalho clássico de 1945 sobre a fauna sul-americana.

No Brasil, estão presentes aproximadamente 950 espécies de opiliões, sendo o terceiro maior grupo da classe Arachnida, segundo Pinto-da-Rocha (1999), com 232 espécies registradas no Estado de São Paulo, 212 espécies no Rio de Janeiro e 17 espécies para Manaus, AM.

As aranhas são consideradas o sétimo grupo em diversidade de artrópodos, com aproximadamente 4.000 espécies no Brasil e 38.000 no mundo (Brescovit, 1999). O trabalho de Coddington e Levi (1991) continua sendo uma importante fonte de informações gerais sobre a sistemática e evolução das aranhas.

Os ácaros apresentam aproximadamente 35.000 espécies no mundo, das quais 1.500 ocorrem no Brasil (Flechtmann & Moraes, 1999). Os informadores sugeriram como referência importante para o estudo dos ácaros, o trabalho de Oliver (1989).

Rocha (2002) publicou um comentário sobre os Solifugae da Amazônia, comparando o pouco que se conhece sobre a fauna esse grupo de aracnídeos com dados relativos à região neotropical e para as Américas. Foram registradas

[5] Fragoso, Brown e Feijoo (2003, Pedobiologia 47:400-404) apresentam estimativas revisadas de diversidade total de Oligoquetas: mais de 8.000 espécies mundiais estimadas e mais de 3.000 na Região Neotropical. Ver também Reynolds (1994) Global Biodiversity 4:11–16 (Nota do editor).

cerca de 70 espécies nominais de Solifugae na Neotrópica. O autor apresenta dados gerais sobre a morfologia da ordem, incluindo um glossário, informações sobre o comportamento reprodutivo, ciclos de desenvolvimento, hábitos e *habitats* e técnicas para sua coleta, preparação e identificação, com uma chave para identificação das famílias de Solifugae das Américas, com base nos adultos. Rocha e Cancello (2002) apresentam novos registros para a fauna sul-americana de Solifugae.

Arthropoda - Myriapoda

Segundo Knysak e Martins (1999) as melhores coleções de quilópodes e diplópodes são, respectivamente, o Instituto Butantan e o Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. São conhecidas no Brasil aproximadamente 400 espécies de Myriapoda. Segundo Adis e Harvey (2000), no mundo estão descritas 15.096 espécies, sendo que aproximadamente 3% ocorre na região Amazônica (Tabela 3).

Tabela 3. Arachnida e Myriapoda no mundo e na Amazônia, bem como as estimativas das espécies existentes (modificado de Adis & Harvey, 2000)

		Famílias	Gêneros	Espécies descritas
Arachnida	Mundo Amazônia	> 566 > 136	> 8.869 > 480	> 92.529 > 1.592
Myriapoda	Mundo Amazônia	> 158 > 28	2.167 > 94	> 15.096 > 423

Arthropoda – Insecta

Grazia *et al*. (2000) discutem o conhecimento sobre a biodiversidade de insetos no Brasil e as dificuldades e perspectivas para seu incremento. Nessa oportunidade discutem as necessidades do país quanto à formação e ao aproveitamento de recursos humanos na Entomologia brasileira, listando os pesquisadores taxônomos no Brasil, para algumas de suas especialidades, em comparação com o que existe em outros países, revelando a insuficiência dos quadros atuais no país. Sugerem a implementação de rede eletrônica visando a divulgação de informações relativas aos acervos nacionais de insetos e especialistas, além da modernização dos equipamentos e procedimentos empregados nos estudos entomológicos, com a incorporação, por exemplo, de sistemas de informação geográfica na pesquisa sobre distribuições potenciais de táxons, que revelariam padrões gerais de distribuição.

Em seguida, apresentamos informações sobre as ordens de insetos que receberam atenção recente no Brasil sobre assuntos relevantes a esse capítulo.

Collembola

Culik & Zeppelini Filho (2003) sumarizam o estado corrente dos estudos sobre a diversidade e distribuição dos Collembola no Brasil, identificando áreas de interesse e as maiores lacunas em nosso conhecimento. Nesse trabalho tabulam informações sobre as quase 200 espécies para o país, registrando a família a que pertencem, suas distribuições registradas no Brasil, exemplos de *habitats* e distribuição no mundo. Das espécies registradas no país, cerca de 60% são provavelmente endêmicas e cerca de 20% ocorrem também fora do Brasil e da Neotrópica; pertencem a 80 gêneros distribuídos em 19 famílias, sendo que o maior número de espécies foi registrado nos Estados do Rio de Janeiro e Amazonas. Para a maioria dos outros Estados da federação não há

registros na literatura de espécies de Collembola. Ainda segundo esses autores, apesar de sua importância numérica na composição da fauna das camadas superficiais do solo e na sua estruturação e relações ecológicas, o conhecimento sobre a fauna brasileira de colêmbolos é claramente insuficiente em relação à fauna esperada.

O catálogo de Mari Mutt & Bellinger (1990) e seus suplementos (1996), mais o trabalho de Mari Mutt *et al*. (2001) listam as espécies neotropicais de Collembola.

Odonata

São conhecidas quase 5.500 espécies de Odonata no mundo, sendo que pouco menos de 1.500 registradas na Região Neotropical (J. M. Costa *et al*., 2000). Espera-se que o número total de espécies dobre quando as libélulas das regiões tropicais do globo forem mais bem conhecidas (ver discussão sobre a taxa de descrições de novos táxons de Odonata em Tennessen, 1997). Garrison (2000) listou 1.842 espécies de Odonata para o Novo Mundo, cerca de metade em cada subordem.

A maior coleção brasileira de libélulas é a do Museu Nacional do Rio de Janeiro, com cerca de um milhão de exemplares bem conservados, mas destacam-se também as coleções do Museu de Zoologia da USP, coleção Adolpho Lutz da Fundação Instituto Oswaldo Cruz e as coleções particulares de Angelo Machado, abrigada na Universidade Federal de Minas Gerais, em Belo Horizonte e de F. A. A. Lencioni em São Paulo.

Costa *et al*. (2004) publicaram uma chave de identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil. Paulson (1998) lista os Odonata da América do Sul. J.M. Costa *et al.* (2000) listam as espécies de Odonata que ocorrem no Estado de São Paulo, com base no estudo de várias coleções públicas e privadas e na literatura. Esforços similares recentes foram ou estão ainda sendo feitos para a fauna dos Estados do Rio de Janeiro (Carvalho & Nessimian, 1998) e Minas Gerais.

"Orthoptera" (Ensifera + Caelifera)

Antigamente a ordem Orthoptera era dividida em grupos a que se atribui o nível ordinal, hoje em dia: Mantodea, Blattaria, Ensifera, Caelifera, Phasmatodea e Grylloblattodea. Alguns autores utilizam o nome Orthoptera apenas para os Ensifera e Caelifera. Reúne insetos de importância agrícola e sanitária. Apesar de não ter sido possível obter informações sobre esses insetos para este diagnóstico, apresentamos alguns dados retirados de literatura e outros que nos foram fornecidos pela Drª. Alba Bentos-Pereira da Universidade Nacional do Uruguai. Fernando Domenico do MZSP, nos forneceu dados atualizados sobre Orthoptera brasileiros (ver Tabela 4), retirados da página sobre Orthoptera http://www.orthoptera.org.

Brusca & Brusca (2002) citam cerca de 13.000 espécies de Orthoptera (compreendendo Ensifera e Caelifera) descritas até aquele momento, sem fornecer informações para cada região do globo. Os taxônomos brasileiros especialistas em grupos de "Orthoptera" em atividade que pudemos registrar são: Christianne Assis Pujol atualmente na UnB em Brasília (Acridoidea), sendo o responsável por essa coleção o Dr. Miguel Monné; Francisco A. Ganeo de Mello, da Unesp de Botucatu (Grylloidea) e Miriam Becker, do Deptº. Zool. UFRGS. O Dr. Rafael Gioia Martins Neto vem descrevendo uma série de ortopteróides da Formação Santana, no Ceará (Aptiano, Cretáceo Inferior). O Dr. Alejo Mesa, da Unesp de Rio Claro, vem trabalhando com citogenética destes grupos.

Tabela 4. Número de espécies conhecida e estimada para táxons selecionados de invertebrados terrestres.

Táxon\espécies	Conhecidas Brasil	Estimadas Brasil	Conhecidas Neotrópica	Estimadas Neotrópica	Conhecidas Am. do Sul	Estimadas Am. do Sul	Conhecidas Mundo	Estimadas Mundo
*Gastropoda**	670	2.000	-	-	-	-	30.000	-
Oligochaeta	240-260	800	320-330	2.000	300-320	1.600	3.000-3.500	5.000
Myriapoda	270	400	-	-	-	-	11.000	-
Araneae	5.000	10.000	8.000	40.000	-	-	37.000	120.000
Scorpiones	95	120	200	-	350	-	1.400	-
Opiliones	951	1.800	2.5000	3.500	581	2.000	5.500	6.000-7.000
*Acari**	1500	-	-	-	-	-	35.000	500.000
Odonata	650	-	-	-	1.200	-	5.300	10.000
Isoptera	300	600	528	1.000	500	-	2.860	-
*Hemiptera Miridae**	700	-	-	-	-	-	10.000	20.000
*Hemiptera Pentatomoidea**	607	-	-	-	-	-	5.720	-
Caelifera	625	-	-	-	1865	-	-	-
Ensifera	670	-	-	-	1801	-	-	-
*Coleoptera**	30.000	-	-	-	-	-	350.000	-
Coleoptera Curculionidae	5.000	-	12.000	-	9.100	-	45.000-60.000	-
Coleoptera Elateridae	566	-	-	-	-	-	9.000	-
Coleoptera Cerambycidae	4.000	8.000	6.100	11.000	4.270	9.000	-	-
*Hymenoptera**	-	-	-	-	-	-	115.000	500.000
Hymenoptera Ichneumonoidea	1.500-2.000	5.600-6.000	3.000-5.000	11.500-13.000	1.700-2.800	6.600-8.000	28.000-35.000	100.000-120.000
*Hymenoptera Chalcidoidea**	827	-	-	-	-	-	18.600	-
*Hymenoptera Bethylidae**	171	-	-	-	-	-	1.900	-
Hymenoptera Sphecidae	597	1.500	1.706	2.500-3.500	-	-	7.600-8.000	10.000-12.000
*Hymenoptera Apiformes**	3.000	-	-	-	-	-	-	20.000
Hymenoptera Formicidae	2.500	5.000	-	-	-	-	10.000	20.000
*Lepidoptera**	26.016	40.000	51.018	-	-	-	146.000	255.000
*Siphonaptera**	59	80	280	-	-	-	3.000	3.500

(*) informações obtidas em Brandão & Cancello, 1999) e www.orthoptera.org.

Isoptera

Referências recentes e interessantes para o estudo de cupins são os livros de Abe *et al.* (2001) e a série publicada por Grassé (1982; 1984; 1986). Cancello (1996) apresenta uma discussão sobre o conhecimento da diversidade e riqueza de cupins brasileiros até então. A principal coleção de Isoptera na América do Sul é a do Museu de Zoologia da USP (MZSP). Iniciada nos anos 1940 com os esforços de Renato L. Araujo, falecido em 1978, desde lá continua crescendo, com a colaboração dos principais especialistas brasileiros e de alguns colegas de várias partes do mundo. A coleção é uma das melhores do mundo quanto à representação da Região Neotropical, contando com amostras de todos os gêneros descritos desta região, mais os da Paleártica e da Neártica, além de algum material das Regiões Oriental, Australiana e Etiópica. Atualmente, a coleção conta com cerca de 18.000 amostras e em torno de 70% determinadas (Brandão & Cancello, 1999, atualizado).

O Dr. Reginaldo Constantino, da Universidade de Brasília é o responsável pela coleção de Isoptera ali abrigada, que contém cerca de 3.500 lotes, incluindo material de todas as regiões do Brasil, especialmente o que lhe é enviado para identificação. Grande parte do acervo é da Amazônia e Cerrado, com ênfase em exemplares provenientes de Rondônia, Mato Grosso, Distrito Federal e Minas Gerais, devido aos projetos desenvolvidos recentemente pelo curador. A determinação do material está em torno de 70%, somando cerca de trezentas espécies de cupins na coleção. Constantino publicou em 1998 um catálogo de cupins do Novo Mundo e, em 1999, uma chave ilustrada para os gêneros de cupins que ocorrem no Brasil.

O Dr. Og F. F. de Souza, da Universidade Federal de Viçosa, é o responsável pela coleção de Isoptera, que conta com 4.000 amostras, incluindo material da Mata Atlântica (Viçosa e Parque do Rio Doce), Cerrado (triângulo Mineiro, Rondônia) e Floresta Amazônica (Manaus). Dessas, cerca de 600 estão identificada até espécie. O estado de conservação é excelente.

Dr. Adelmar G. Bandeira mantém uma coleção de Isoptera na Universidade Federal da Paraíba, em João Pessoa, com cerca de 2.300 lotes, principalmente do Nordeste brasileiro, coletados pelo curador e seus alunos.

No MPEG, Belém, PA, também há uma coleção cujo curador oficial é o Dr. Orlando Tobias. Há aproximadamente 4.000 lotes, sendo 90% de material amazônico.

Lepidoptera

De Brown e Freitas (1999) retiramos dados sobre o estado do conhecimento e coleções de referência de Lepidoptera. As coleções institucionais consideradas mais importantes no país são as do Museu de Zoologia da USP, Instituto Butantan, Instituto Biológico, Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba (USP), Museu de História Natural da Unicamp, Deptº. de Zoologia-Universidade Federal do Paraná, Museu Nacional do Rio de Janeiro, Instituto Oswaldo Cruz, Companhia Vale do Rio Doce em Linhares, Parque Nacional Itatiaia, Universidade Federal de Minas Gerais em Belo Horizonte e Universidade Federal de Viçosa. Especialistas atualmente ativos em estudos de sistemática e faunística de Lepidoptera no país incluem os Drs. Keith S. Brown Jr. e André V. L. Freitas (Unicamp), Marcelo Duarte da Silva (MZSP), Ronaldo B. Francini (Unisantos), Olaf Mielke e Mirna Casagrande (UFPr), Vitor Becker, Manoel M. Dias Filho (UFSCar) e C. J. Callaghan (MNRJ). As principais referências citadas por esses autores são: Watson & Whalley, 1975; Costa Lima, 1945; 1950; Becker, 1984; Brown, 1992; Tyler *et al*., 1994, o "Atlas of Neotropical Lepidoptera" (Heppner, 1984; 1995; 1996) e Checklist (Lamas *et al*., 2004).

Lamas (2000) discute os recursos existentes na América Latina hoje para a investigação lepidopterológica, estando o Brasil como o primeiro em termos de coleções (>6) e especialistas por país (>6), as fontes bibliográficas apresentam qualidade de boa a ótima.

Coleoptera

Reproduzimos de Costa (1999) parte dos comentários sobre os besouros em geral. Ao comentar sobre as principais coleções, em especial a do MZSP, a autora afirma: "Para a identificação da maioria dos coleópteros, sem dúvida alguma é necessária a consulta a coleções européias, em especial a do Museu Britânico e a do Museu de Paris, além de outras, também muito significativas: Bélgica, Itália, Alemanha etc. Também são muito importantes as coleções americanas e canadenses, principalmente para determinados grupos."

"Existem dois catálogos gerais mais utilizados no estudo dessa ordem: o *Coleopterorum Catalogus*, publicado no período de 1910-1940, por Junk e Schenkling, em 31 volumes, divididos em 171 partes; e o de Blackwelder, "Checklist of the coleopterous insects of Mexico, the West Indies and South America", publicado no período de 1944-1947. Catálogos mais recentes existem apenas para determinados grupos e/ou outras regiões zoogeográficas. Livros de texto e trabalhos gerais importantes são os de Crowson (1955; 1960; 1981), Lawrence (1982), Lawrence & Newton (1982) e Lawrence & Newton (1995), que tratam da classificação da ordem. Para a fauna brasileira há dois livros de texto importantes, o de Costa Lima, publicado entre 1952 e 1956, compreendendo quatro volumes, e o de Costa *et al*., 1988". Monné & Giesbert (1995) e Monné & Hovore (2004) listam os Cerambycidae e Disteniidae do hemisfério ocidental, enquanto Martins e Galileo (1997) discutem os Cerambycidae sul-americanos. Blackwelder (1944-1957) apresenta um *checklist* dos coleópteros neotropicais. Wibmer e O'Brien (1986) apresentam lista anotada de curculionídeos da América do Sul.

Na Tabela 5, Costa *et al.* (2000) listam as principais coleções de Coleoptera em instituições brasileiras, registrando os principais grupos taxonômicos incluídos nos acervos, seu estado de conservação, seu nível de sistematização, a área geográfica coberta pela coleção, o número de curadores responsáveis pelas coleções e seus colaboradores. Os mesmos autores apresentam uma lista com números de exemplares adultos das famílias de Coleoptera registrados nas quatro maiores coleções brasileiras (Tabela 6). No caso da coleção do Museu de Zoologia da USP registram ainda o número de larvas e pupas conservadas no acervo.

Somando todos os exemplares de Coleoptera adultos montados nas principais coleções institucionais brasileiras (Tabela 6), os mesmos autores estimam que esse número atinja pouco mais de 10 milhões de indivíduos, isso para uma fauna que alcança quase 400 mil espécies descritas, número que deverá aumentar bastante. Isto é, nossas coleções são insuficientes para expressar a riqueza dos coleópteros (Tabela 7), mesmo se nos restringirmos à Região Neotropical, ou mesmo ao território brasileiro.

Se aceitarmos estimativas do número esperado em relação ao número conhecido para outros organismos neotropicais, a fauna de coleópteros de nossa região deve representar bem mais que os cerca de 7ª 8% já descritos em relação ao total de besouros descritos no mundo até agora. Isso nos permite supor que uma parte considerável dos táxons de Coleoptera a serem descritos esteja concentrada na região Neotropical, em especial nos locais de mais difícil acesso, ainda cobertos por mata densa.

Na Tabela 8, Costa *et al.* (2002) listam o número de gêneros e espécies de Coleoptera, por família, nas principais coleções brasileiras, evidenciando a discrepância entre os acervos, mas também a enorme riqueza taxonômica dos Coleoptera.

Tabela 5. Censo de coleções de Coleoptera do Brasil (Costa et al., 2000).

Coleção		Sede		Famílias representadas		Estado de Conservação	Nível de Sistematização	Área geográfica
Sigla	Nome	Estado	Capital	Nº	Enfase em			
INPA	Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	AM	Manaus	62	–	10	2	Amazônia
MPEG	Museu Paraense Emílio Goeldi	PA	Belém	62	Staphylinidae, Scarabaeidae, Chrysomelidae, Curculionidae	10	2	Amazônia
MNRJ	Museu Nacional	RJ	Rio de Janeiro	92	Cerambycidae	10	2	Neotropical
MZSP	Museu de Zoologia	SP	São Paulo	111	Carabidae, Staphylinidae, Passalidae, Scarabaeidae, Buprestidae, Elateridae, Nitidulidae, Erotylidae, Coccinellidae, Tenebrionidae, Chrysomelidae, Cerambycidae*, Curculionidae	10	2	Neotropical *Mundial
IBSP	Instituto Biológico	SP	São Paulo	49	Scarabaeidae, Chrysomelidae, Cerambycidae, Curculionidae	10	2	São Paulo
DZUP	Universidade Federal do Paraná	PR	Curitiba	100	Carabidae, Staphylinidae, Scarabaeidae, Buprestidae, Elateridae , Cantharidae, Cleridae, Erotylidae, Coccinellidae, Tenebrionidae, Chrysomelidae, Cerambycidae, Anthribidae, Brentidae, Curculionidae	10	2	Amazônia, Rondônia, Espirito Santo, Paraná
MCNZ	Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul	RS	Porto Alegre	65	Carabidae, Scarabaeidae, Tenebrionidae, Chrysomelidae, Cerambycidae, Curculionidae	10	2	Neotropical

– Não informado.

Tabela 6. Total de espécimes de Coleoptera adultos montados nas principais coleções institucionais brasileiras (Costa *et al.*, 2000).

Status	Coleções						
	INPA	MPEG	MNRJ	MZSP	IBSP	DZUP	MCNZ
Determinados	15.000	44.000	700.000*	594.985	31.395	250.000	27.600
Indeterminados	10.000	66.000		308.263	20.000	550.000	30.000
Subtotal preparados	25.000	110.000	700.000	903.248	51.395	800.000	41.282
A preparar	1.975.000		1.500.000	1.500.000	100.000	1.000.000	35.000
Total geral	**2.000.000**	**110.000**	**2.200.000**	**2.365.108**	**151.395**	**1.800.000**	**103.882**

* = Determinados e indeterminados. Explicação das siglas na Tabela 5.

Tabela 7. Riqueza (em número de gêneros e espécies) das faunas de Coleoptera, global, Neotropical e brasileira. Retirado de Costa, 2000.

Famílias		Número de Gêneros e Espécies					
		Riqueza Global		Riqueza Neotrópico		Riqueza Brasil	
		Gêns	sp	Gêns	sp	Gêns	sp
1	*Ommatidae*	3	5	1	2	1	2
2	*Micromalthidae*	1	1	1	1	1	1
3	*Cupedidae*	4	21	2	2	1	2
4	*Lepiceridae*	1	2	1	2		
5	*Torridincolidae*	7	31	3	29	3	29
6	*Hydroscaphidae*	3	25	3	6	2	5
7	*Microsporidae*	1	18	1	1		
8	*Gyrinidae*	11	1.100	6	300	4	48
9	*Haliplidae*	5	220	2	29	1	5
10	*Trachypachidae*	2	7	1	1		
11	*Noteridae*	12	230	7	70	6	42
12	*Dytiscidae*	143	3.000	41	437	21	161
13	*Rhysodidae*	18	150	5	20	2	7
14	*Carabidae*	1.500	30.000	336	6.258	203	1.132
15	*Hydrophilidae*	140	2.025	42	364	22	121
16	*Synteliidae*	1	4	1	2		
17	*Histeridae*	200	3.000	139	1.047	85	352
18	*Hydraenidae*	20	1.000	6	58	1	2
19	*Ptiliidae*	67	430	22	122	4	9
20	*Leiodidae*	334	4.240	38	279	4	22
21	*Scydmaenidae*	75	200	8	82	3	59
22	*Silphidae*	14	175	9	82	2	5
23	*Staphylinidae*	2.150	35.000	452	4.953	303	1.571
24	*Lucanidae*	100	1.200	18	134	11	70
25	*Passalidae*	58	600	25	328	6	72
26	*Trogidae*	5	300	3	48	1	10
27	*Glaresidae*	1	50	1	3	1	2
28	*Geotrupidae*	45	600	15	82	5	44
29	*Ochodaeidae*	8	64	1	16	1	1
30	*Ceratocanthidae*	20	300	10	118	7	59
31	*Hybosoridae*	21	111	10	32	5	13
32	*Glaphyridae*	8	79	3	10		

(continua)

Tabela 7 (continuação).

Famílias		Número de Gêneros e Espécies					
		Riqueza Global		Riqueza Neotrópico		Riqueza Brasil	
		Gêns	sp	Gêns	sp	Gêns	sp
33	*Scarabaeidae*	2.000	25.000	362	4.706	204	1.777
34	*Eucinetidae*	7	30	2	3	1	1
35	*Clambidae*	5	70	3	4		
36	*Scirtidae*	30	600	7	131	4	31
37	*Dascillidae*	15	80	3	6		
38	*Rhipiceridae*	5	50	3	18	2	6
39	*Buprestidae*	400	15.000	115	3.559	68	1.459
40	*Byrrhidae*	28	300	6	7	1	1
41	*Elmidae*	130	1.200	29	172	15	70
42	*Dryopidae*	24	240	7	51	5	25
43	*Lutrochidae*	1	15	1	8	1	3
44	*Limnichidae*	30	200	11	43	3	6
45	*Heteroceridae*	15	300	4	24	1	3
46	*Psephenidae*	27	160	4	8	1	3
47	*Cneoglossidae*	1	9	1	9	1	5
48	*Ptilodactylidae*	35	300	12	234	4	25
49	*Chelonarfdae*	2	300	1	205	1	12
50	*Callirhipidae*	8	150	5	36	1	11
51	*Artematopodidae*	7	60	4	45	1	6
52	*Cerophytidae*	1	8	1	7	1	3
53	*Eucnemidae*	190	1.200	61	449	40	143
54	*Throscidae*	4	190	2	13	1	4
55	*Elateridae*	414	9.300	109	2093	81	590
56	*Lycidae*	150	3.500	39	776	22	150
57	*Telegeusidae*	2	6	2	6		
58	*Phengodidae*	35	200	9	69	12	48
59	*Lampyridae*	100	2.000	45	1.122	31	350
60	*Cantharidae*	135	5.000	37	1.191	19	389
61	*Derodontidae*	4	19	1	1		
62	*Nosodendridae*	1	48	1	11	1	3
63	*Dermestidae*	45	850	20	248	8	46
64	*Bostrichidae*	90	700	36	139	15	34
65	*Anobiidae*	180	2.050	59	440	14	81
66	*Lymexylidae*	7	50	3	13	2	7
67	*Trogossitidae*	60	600	20	296	9	76
68	*Cleridae*	150	4.000	61	886	25	317
69	*Melyridae*	200	5.000	46	506	10	68
70	*Protocucujidae*	1	5	1	4		
71	*Sphindidae*	10	43	5	21	2	3
72	*Brachypteridae*	13	85	3	15	2	2
73	*Nitidulidae*	160	3.000	79	770	40	208
74	*Smicripidae*	1	5	1	5		
75	*Monotomidae*	20	250	9	64	3	7

(continua)

Tabela 7 (continuação).

Famílias		Número de Gêneros e Espécies					
		Riqueza Global		Riqueza Neotrópico		Riqueza Brasil	
		Gêns	sp	Gêns	sp	Gêns	sp
76	*Phloeostichidae*	8	10	1	2		
77	*Silvanidae*	37	400	21	69	12	30
78	*Passandridae*	4	90	3	38	2	15
79	*Cucujidae*	23	160	2	15	1	1
80	*Laemophloeidae*	11	380	10	132	4	40
81	*Phalacridae*	55	600	23	107	9	21
82	*Hobartiidae*	2	2	1	1		
83	*Cavognathidae*	4	4	2	2		
84	*Cryptophagidae*	30	600	40	201	6	22
85	*Languriidae*	80	900	17	120	7	17
86	*Erotylidae*	30	2.500	47	1.202	28	384
87	*Biphyllidae*	6	200	5	64	1	2
88	*Cerylonidae*	55	650	14	36	7	23
89	*Discolomatidae*	18	400	5	19	3	15
90	*Endomychidae*	120	1.300	20	328	10	94
91	*Coccinellidae*	500	4.500	110	1.310	49	325
92	*Corylophidae*	35	400	16	64	3	4
93	*Lathridiidae*	25	500	18	100	6	22
94	*Mycetophagidae*	15	200	6	22		
95	*Archeocrypticidae*	5	22	2	3	1	1
96	*Ciidae*	40	550	10	113	7	16
97	*Tetratomidae*	7	26	1	1		
98	*Melandryidae*	80	450	24	120	12	41
99	*Mordellidae*	100	1200	16	445	8	125
100	*Rhipiphoridae*	35	400	8	138	4	43
101	*Colydiidae*	180	1.300	69	342	25	49
102	*Monommatidae*	12	225	4	53	2	21
103	*Zopheridae*	26	125	5	47	2	2
104	*Ulodidae*	14	27	2	2		
105	*Perimylopidae*	7	19	4	10		
106	*Trachelostenidae*	1	2	1	2		
107	*Tenebrionidae*	1700	18.000	478	4.624	147	1.234
108	*Oedemeridae*	100	1000	28	307	12	47
109	*Meloidae*	120	3000	29	724	10	155
110	*Mycteridae*	30	160	16	78	11	48
111	*Pythidae*	7	19	1	4		
112	*Pyrochroidae*	10	100	2	7		
113	*Salpingidae*	42	350	13	46	5	10
114	*Anthrcdae*	100	3.000	13	310	9	69
115	*Aderidae*	35	1.100	3	137	1	40
116	*Scraptiidae*	30	400	5	36	1	9
117	*Cerambycidae*	4.000	35.000	1.500	5.000	1.000	4.000
118	*Megalopodidae*	17	320	8	222	8	124

(continua)

Tabela 7 (continuação).

Famílias		Número de Gêneros e Espécies					
		Riqueza Global		Riqueza Neotrópico		Riqueza Brasil	
		Gêns	sp	Gêns	sp	Gêns	sp
119	*Orsodacnidae*	3	22	2	14		
120	*Chrysomelidae*	2.560	36.500	551	12.446	356	4.362
121	*Nemonychidae*	10	40	1	2	1	1
122	*Anthribidae*	325	2.600	13	318	36	233
123	*Belidae*	21	180	5	14	2	12
124	*Attelabidae*	100	2.100	31	285	5	16
125	*Brentidae*	351	4.500	52	414	32	222
126	*Caridae*	4	5	2	2		
127	*Curculionidae*	4.500	65.000	1.010	9.046	648	5.041
	Total Geral	**25.368**	**357.899**	**6.703**	**72.476**	**4.351**	**26.755**

Tabela 8. Número de gêneros e espécies de Coleoptera, por família, nas principais coleções brasileiras (Costa *et al.*, 2002).

Famílias		Coleções											
		INPA		MPEG		MZSP		IBSP		DZUP		MCNZ	
		Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp
1.	Ommatidae					1	2						
2.	Micromalthidae					1	1	1	1				
3.	Cupedidae					3	6						
4.	Lepiceridae					1	3						
5.	Torridincolidae	1	1			5	24						
6.	Hydroscaphidae					4	8						
7.	Microsporidae					1	1						
8.	Gyrinidae	4	26			6	69	2	7	3	72	3	
9.	Haliplidae	*				3	9						
10.	Noteridae	1	1			21	102	2	5			2	
11.	Dytiscidae	2	2			33	154	11	32			7	
12.	Rhysodidae	2	2			2	7	1	2				
13.	Carabidae	11	13	28	40	298	1.153	77	225	79	180	30	
14.	Hydrophilidae	2	2	2	2	20	140	6	20	6	11	6	
15.	Histeridae	9	10	12	25	39	152	6	8	14	6	6	
16.	Hydraenidae					6	20						
17.	Ptiliidae	*				1	2						
18.	Leiodidae	*				13	48						
19.	Scydmaenidae	*				3	3						
20.	Silphidae	1	2			14	47	4	8	11	38	3	
21.	Staphylinidae	21	52	18	7	256	987	57	88	54	113	20	
22.	Lucanidae	3	8			37	257	14	32	23	40	3	
23.	Passalidae	14	57			51	678	16	46	7	54	4	
24.	Trogidae					2	45	1	1			2	
25.	Geotrupidae					32	238	3	14			2	
26.	Ceratocanthidae					6	64	4	19				
27.	Hybosoridae					7	11	5	7				
28.	Scarabaeidae	75	198	67	194	374	2.650	161	1.201	360	860	94	317
29.	Scirtidae					1	1					1	
30.	Rhipiceridae	2	2			2	6	2	3				
31.	Buprestidae	17	45			72	508	37	131	77	193	10	
32.	Byrrhidae					3	5						

(continua)

Tabela 8 (continuação).

Famílias		Coleções											
		INPA		MPEG		MZSP		IBSP		DZUP		MCNZ	
		Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp
33.	Elmidae	*				10	12						
34.	Dryopidae	*				2	2						
35.	Lutrochidae					1	2						
36.	Limnichidae					1	1						
37.	Heteroceridae	*				4	4			1	1		
38.	Psephenidae	1	5			1	1						
39.	Cneoglossidae					1	2						
40.	Ptilodactylidae	*				3	3					1	
41.	Chelonariidae	*				1	19	2	6				
42.	Callirhipidae					1	2	1	2				
43.	Eulichadidae					1							
44.	Artematopodidae					1	1						
45.	Cerophytidae					1	2						
46.	Eucnemidae	1	1			16	21	16	24				
47.	Throscidae	*				2	4						
48.	Elateridae	27	46	33	23	203	1.232	35	161	74	205	34	
49.	Plastoceridae					1	4						
50.	Lycidae	*				8	29	2	9			2	
51.	Phengodidae	*				10	39	2	3			1	
52.	Lampyridae	*				25	77	4	8	12	13		
53.	Canthandae	*		3	2	18	47	5	21	11	27	5	
54.	Rhinorhipidae					1	1						
55.	Nosodendridae	1	1			3	11						
56.	Dermestidae	3	7			12	36	2	4				
57.	Bostrichidae	5	5			46	110	16	23	24	44	5	
58.	Anobiidae	*				19	52	10	10				
59.	Lymexylidae	2	4			5	15	2	2			2	
60.	Trogossitidae					5	15	3	10			2	
61.	Cleridae	*				14	71	8	15			11	
62.	Melyridae					10	38	2	15			1	
63.	Sphindidae												
64.	Nitidulidae	8	12	3		22	59	18	62			3	
65.	Monotomidae					1	1						
66.	Silvanidae					10	51						
67.	Passandridae			5	19	2	4	1	2				
68.	Cucujidae	*				5	17	2	2			1	
69.	Laemophloeidae			1	1	1	3	5	5				
70.	Phalacridae					4	6						
71.	Cryptophagidae	*				3	3	1	1				
72.	Languriidae	*				24	96	10	31	12	24	2	
73.	Erotylidae	23	41	27	107	42	582	15	69	85	280	23	92
74.	Byturidae					1	1						
75.	Biphyllidae	1	1										
76.	Cerylonidae					1	1						
77.	Discolomidae	*				1	6						
78.	Endomychidae	*				12	29	5	5	8	6	2	
79.	Coccinellidae	5	22	12	13	44	148	25	88	30	120	35	

(continua)

Tabela 8 (continuação).

Famílias		Coleções											
		INPA		MPEG		MZSP		IBSP		DZUP		MCNZ	
		Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp	Gên.	sp
80.	Corylophidae												
81.	Lathridiidae	*				1	1	1	1				
82.	Archeocrypticidae												
83.	Ciidae					8	16						
84.	Melandryidae					4	2	2	3				
85.	Mordellidae	*				3	8	1	2			1	
86.	Rhipiphoridae	1	1			4	6	1	2			1	
87.	Colydiidae					7	10	3	3				
88.	Monommatidae					3	28						
89.	Zopheridae					3	3	2	2				
90.	Tenebrionidae	7	7	38	24	152	793	87	242	194	403	29	
91.	Prostomidae												
92.	Synchroidae												
93.	Oedemeridae	*				8	15	1	1				
94.	Meloidae	3	3	3	3	34	254	10	52			4	
95.	Mycteridae					4	9	2	2				
96.	Boridae												
97.	Trictenotomidae												
98.	Pythidae												
99.	Pyrochroidae					3	4						
100.	Salpingidae	*											
101.	Anthicidae	*		4	35	12	92						
102.	Aderidae												
103.	Scraptiidae												
104.	Cerambycidae	139	260	124	199	1.711	6.449	252	617	400	1.800	529	1.388
105.	Chrysomelidae	40	62	237	1.048	578	3.980	293	1.205	290	950	186	302
106.	Nemonychidae					1	1			2	2		
107.	Anthribidae	*				28	104	6	8	4	10	4	
108.	Belidae					6	17	1	2	7	15		
109.	Attelabidae					10	43	8	18	5	23		
110.	Brentidae	*		1	1	31	109	19	48	17	35		
111.	Curculionidae	22	24	215	131	342	1.978	250	668	390	1.110	55	

* Dados indeterminados.

Diptera

Quanto aos Diptera, o Dr. Ronaldo Toma (que desenvolveu projeto de pós-doutorado no MZSP) forneceu uma lista de pesquisadores taxônomos atuantes no estudo deste grupo no Brasil, especialistas nas famílias listadas entre parênteses: Ana Lozovei (Culicidae, UFPR), Antônio Roberto Zucchi (Tephritidae, ESALQ), Carlos Ribeiro Vilela - (Drosophilidae, IB-USP), Cláudio J. Barros de Carvalho (Muscidae, UFPR), Denise Pamplona (Muscidae, MNRJ), Eliane M. Milward-de-Azevedo (Calliphoridae, URRJ), Eloy Guillermo Castelón (Ceratopogonidae, IMPA), Eunice A. Bianchi Galati (Psychodidae, Fac. Saúde Pública-USP), Francisca C. do Val (Drosophilidae, MZSP), Freddy Bravo (Psychodidae, Univ. Fed. F. Santana), Inocêncio de Souza Gorayeb (Tabanidae, MPEG), José Albertino Rafael (Empididae, IMPA), José Henrique Guimarães (Tachinidae, MZSP), Léa Rosa Mourgues Schurter (Sphaeroceridae, Univ. Fed. Lavras), Luciane Marinoni (Sciomyzidae, UFPR), Márcia Souto Couri (Muscidae,

MNRJ); Marlucia B. Martins (Drosophilidae, MPEG), Nelson Papavero (Asilidae, MPEG), Neusa Hamada (Simuliidae, IMPA), Oswaldo P. Forattini (Culicidae, Fac. Saúde Pública-USP), Paulo Iide (Tabanidae), Sebastião José Oliveira (Chironomidae, FIOC), Vera Cristina Silva (Sepsidae, UNESP-Assis) e Victor Py-Daniel (Simuliidae, INPA). Uma listagem mais completa pode ser encontrada em Carvalho *et al*. (2002). A esses acrescentamos o nome do Dr. Carlos Einecker Lamas (Bombylidae), docente recém-contratado pelo MZSP. Em termos de literatura importante sobre, respectivamente a fauna de Diptera norte-americana e ao sul dos Estados Unidos, destacam-se os catálogos organizados por McAlpine (1981-1989) e Papavero (1967).

Incluimos também as Tabelas 9 e 10, com dados atualizados de Carvalho *et al.,* 2002.

Tabela 9. Principais coleções de Diptera no Brasil, em relação ao material preparado, a preparar (estimativa) e o total geral (Carvalho *et al*., 2002).

Status	Adultos montados por coleção						
	DZUP	INPA	MCNZ	MNRJ	MPEG	MZSP	Total
Determinados	40344	35257	206	47371	29440	242105	394723
Indeterminados	62286	69393	1065	43521	61705	238205	476175
Sub-total preparados	102630	104650	1271	90892	91145	480310	870898
A preparar	1930000	2067500	0*	60000	20000	0*	4077500
Total geral	**2032630**	**2172150**	**1271**	**150892**	**111145**	**480310**	**4948398**

(*) Material a preparar não estimado. Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (DZUP); Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA); Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (MCNZ); Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ); Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG); Museu de Zoologia de São Paulo (MZSP)

Tabela 10. Número de espécimes adultos montados de Diptera por coleção.(Carvalho *et al*., 2002)

	Famílias	Número de adultos montados por coleção						
		DZUP	INPA	MCNZ	MNRJ	MPEG	MZSP	Total
1	*Acroceridae*	160	10	5	8	12	163	358
2	*Agromyzidae*	32	10	1	–	682	1307	2032
3	*Anisopodidae*	21	8	–	28	39	331	427
4	*Anthomyiidae*	1228	63	17	1040	24	1440	3812
5	*Anthomyzidae*	4	–	–	–	–	330	334
6	*Apioceridae*	–	–	–	–	–	40	40
7	*Asilidae*	2514	1615	36	3554	1043	14328	23090
8	*Asteiidae*	1	–	–	–	–	173	174
9	*Athericidae*	–	5	–	–	–	61	66
10	*Aulacigastridae*	1	2	–	–	10	–	13
11	*Bibionidae*	160	83	67	173	304	2568	3355
12	*Blephariceridae*	–	–	–	–	–	114	114
13	*Bolitophilidae*	–	–	–	–	–	180	180
14	*Bombyliidae*	816	149	36	7411	74	2717	11203
15	*Braulidae*	–	–	–	1	–	3	4
16	*Calliphoridae*	3421	1875	39	6999	1643	12257	26234
17	*Camillidae*	–	–	–	–	–	3	3
18	*Campichoetidae*	–	–	–	–	–	3	3
19	*Canacidae*	–	–	–	–	–	27	27
20	*Carnidae*	–	–	–	–	–	3	3

(continua)

Tabela 10 (continuação)

	Famílias	Número de adultos montados por coleção						
		DZUP	INPA	MCNZ	MNRJ	MPEG	MZSP	Total
21	*Cecidomyiidae*	7	171	–	4339	84	380	4981
22	*Ceratopogonidae*	53	66	4	87	192	12748	13150
23	*Chamaemyiidae*	2	39	–	–	–	–	41
24	*Chaoboridae*	–	–	–	–	1	111	112
25	*Chironomidae*	43	184	5	–	112	3762	4106
26	*Chloropidae*	260	575	16	76	581	16900	18408
27	*Clusiidae*	15	123	–	–	1164	607	1909
28	*Coelopidae*	–	1	–	–	–	7	8
29	*Conopidae*	201	840	–	1252	266	649	3208
30	*Culicidae*	17372	21301	10	569	7632	10599	57483
31	*Curtonotidae*	15	153	1	–	327	353	849
32	*Cuterebridae*	28	5	–	–	–	172	205
33	*Cypselosomatidae*	3	–	–	–	–	–	3
34	*Diadocidiidae*	–	–	–	–	–	29	29
35	*Diastatidae*	–	–	–	–	–	5	5
36	*Diopsidae*	–	1	–	–	–	25	26
37	*Ditomyiidae*	4	–	–	–	–	162	166
38	*Dixidae*	–	–	–	–	–	11	11
39	*Dolichopodidae*	350	2207	16	332	2821	8850	14576
40	*Drosophilidae*	611	1183	41-	642	4015	71651	78143
41	*Dryomyzidae*	_	–	–	2	–	115	117
42	*Empididae*	1052	15346	8	330	72	7137	23945
43	*Ephydridae*	39	192	2	40	148	25287	25708
44	*Fanniidae*	1295	6	1	2183	234	1519	5238
45	*Glossinidae*	3	–	–	–	–	45	48
46	*Heleomyzidae*	25	18	–	–	13	312	368
47	*Helosciomyzidae*	–	–	–	–	–	11	11
48	*Hippoboscidae*	62	48	21	14	28	135	308
49	*Keroplatidae*	5	17	–	–	–	111	133
50	*Lauxaniidae*	988	341	9	22	679	6818	8857
51	*Lonchaeidae*	153	2	–	–	221	257	633
52	*Lonchopteridae*	5	6	–	–	–	440	451
53	*Mesembrinellidae*	2897	473	–	3862	–	1576	8808
54	*Micropezidae*	163	5253	10	172	1071	5131	11800
55	*Milichiidae*	79	284	1	30	359	1410	2163
56	*Muscidae*	25770	405	71	29313	1990	26382	83931
57	*Mycetophilidae*	41	461	1	105	50	19810	20468
58	*Mydidae*	57	5	–	26	6	452	546
59	*Nemestrinidae*	27	1	2	13	–	554	597
60	*Neriidae*	200	581	–	28	197	920	1926
61	*Nycteribiidae*	8	–	1	3	–	–	12
62	*Odiniidae*	3	6	–	–	16	111	136
63	*Oestridae*	4	–	–	61	–	32	97
64	*Opomyzidae*	–	–	–	–	–	11	11
65	*Otitidae*	715	1055	10	240	756	4993	7769

(continua)

Tabela 10 (continuação)

	Famílias	Número de adultos montados por coleção						
		DZUP	INPA	MCNZ	MNRJ	MPEG	MZSP	Total
66	*Pallopteridae*	–	–	–	–	–	32	32
67	*Pantophthalmidae*	22	21	1	6	23	136	209
68	*Pelecorhynchidae*	–	–	–	2	–	–	2
69	*Periscelididae*	–	–	–	–	–	14	14
70	*Perissommatidae*	–	–	–	–	–	1	1
71	*Phaeomyiidae*	–	–	–	–	–	7	7
72	*Phoridae*	120	2482	12	66	2877	17137	22694
73	*Piophilidae*	1	2	–	8	16	244	271
74	*Pipunculidae*	303	3700	1	–	76	453	4533
75	*Platypezidae*	2	12	–	10	1	132	157
76	*Platystomatidae*	22	1	–	12	3	245	283
77	*Psilidae*	–	3	–	15	49	86	153
78	*Psychodidae*	6	–	1	–	799	1021	1827
79	*Pyrgotidae*	22	29	3	–	3	437	494
80	*Rhagionidae*	8	35	1	71	107	672	894
81	*Rhinophoridae*	6	2	1	–	2	49	60
82	*Richardiidae*	132	914	2	–	833	1458	3339
83	*Ropalomeridae*	419	187	12	38	268	1024	1948
84	*Sarcophagidae*	6460	2713	90	3430	3588	12061	28342
85	*Scathophagidae*	–	–	–	–	–	35	35
86	*Scatopsidae*	–	9	–	130	2	262	403
87	*Scenopinidae*	13	25	–	2	6	41	87
88	*Sciadoceridae*	–	5	–	–	–	8	13
89	*Sciaridae*	29	570	12	25	1347	6152	8135
90	*Sciomyzidae*	35	1	1	–	115	267	419
91	*Sepsidae*	393	417	9	88	2094	10175	13176
92	*Simuliidae*	159	144	55	–	77	14341	14776
93	*Sphaeroceridae*	96	56	36	7	174	15315	15684
94	*Stratiomyidae*	873	1821	53	1675	4816	6860	16098
95	*Streblidae*	1743	–	–	–	–	–	1743
96	*Synneuridae*	–	–	–	–	2	–	2
97	*Syringogastridae*	–	–	–	–	–	106	106
98	*Syrphidae*	9461	1928	220	5371	2646	14423	34049
99	*Tabanidae*	3972	13852	95	6815	33735	21838	80307
100	*Tachinidae*	4851	4990	191	9397	3849	32554	55832
101	*Tachiniscidae*	–	–	–	–	–	2	2
102	*Tanyderidae*	–	3	–	–	–	2	5
103	*Tanypezidae*	2	3	–	6	193	149	353
104	*Teratomyzidae*	–	–	–	–	–	3	3
105	*Tethinidae*	–	–	–	–	–	, 408	408
106	*Tephritidae*	267	72	22	581	233	1291	2466
107	*Therevidae*	30	101	–	61	149	175	516
108	*Tipulidae*	57	216	21	35	91	1544	1964
109	*Trichoceridae*	–	–	–	50	–	242	292
110	*Xylomyidae*	6	3	1	19	11	36	76
111	*Xylophagidae*	1	1	–	4	–	53	59
112	*Dioteraindeterminados*	12206	15163	–	13	6094	52181	85657
	Total	**102630**	**104650**	**1271**	**90892**	**91145**	**480310**	**870898**

Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (DZUP); Instituto de Pesquisas da Amazônia (INPA); Museu de Ciências Naturais, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (MCNZ); Museu Nacional do Rio de Janeiro (MNRJ); Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG); Museu de Zoologia de São Paulo (MZSP).

Hymenoptera

Um estudo mais detalhado sobre as coleções de Hymenoptera de instituições brasileiras pode ser encontrado em Brandão *et al.* (2002), onde os autores listam, na forma de tabelas, os especialistas nos diferentes grupos de himenópteros, estimando o número de espécimes nas principais coleções brasileiras. Os tipos de Hymenoptera depositados no Museu Paraense Emilio Goeldi estão arrolados em Nascimento (1979).

Fernández (2002) tabula os táxons superiores de Hymenoptera com ferrão (Aculeata) que ocorrem na região Neotropical (Tabelas 11 e 12), registrando seu provável *status* taxonômico, estimando o número de gêneros e espécies neotropicais, registrando a existência de trabalhos de revisão, monografias e chaves para identificação e as principais referências bibliográficas que tratam do táxon. Brothers (1975) apresentou uma primeira proposta de arranjo filogenético para os Aculeata - proposta posteriormente corroborada por Carpenter (1990) e Brothers & Carpenter (1993).

Tabela 11. Relação de superfamílias, famílias e subfamílias de himenópteros com ferrão da Região Neotropical (Fernández, 2002).

Táxon	F	Gen.	sp	K
VESPOMORPHA	M	807	13280	
CHRYSIDOIDEA	M	77	1073	
Plumadidae	M	3	18	E
Scolebythidae		2	3	E
Bethylidae	M	24	321	E
Bethylinae		3	34	
Epyrinae		17	110	
Pristocerinae		4	177	
Chrysididae	M	23	306	G
Amiseginae		5	61	G
Cleptinae		2	16	G
Chrysidinae		16	229	G
Sclerogibbidae	M	2	11	E
Dryinidae	M	21	424	E
Anteoninae		4	168	E
Aphelopinae		2	21	E
Apodryininae		1	1	E
Bocchinae		1	8	E
Dryininae		4	100	E
Gonatopodinae		9	126	E
Embolemidae	M	2	10	E
APOIDEA	M	362	5.102	
Ampulicidae	M	3	20	G
Ampulicinae	M	1	6	G
Dolichurinae	M	2	14	G
Shecidae		14	159	G
Ammophilinae	M	3	30	G
Sceliphrinae	M	8	72	G
Spheginae	M	3	57	G
Crabronidae	M	132	1.516	G
Pemphredgninae	M	18	161	G
Astatinae	M	4	22	G

(continua)

Tabela 11 (continuação).

Táxon	F	Gen.	sp	K
Mellininae	M	1	9	E
Crabroninae	M	46	752	G
Bembecinae	M	58	360	G
Philanthinae		5	212	G
Colletidae	M	22	442	G
Colletinae		8	238	G
Diphaglossinae		9	80	G
Hylaeinae		1	50	G
Xeromelissinae		4	74	G
Andrenidae	M	23	238	G
Alocandreninae		1	1	E
Andreninae		3	5	G
Oxaeinae		2	12	E
Panurginae		17	220?	G
Halictidae	M	43	800+	G
Halictinae		40	788+	G
Nomiinae		1	1	E
Rophitinae		2	2	G
Megachilidae		19	350+	G
Fideliinae		1	1	G
Megachilinae		18	349+	G
Apidae	M	106	1.577	G
Apinae	M	90	1.246	G
Nomadinae		13	191	G
Xylocopinae		3	140	G
VESPOIDEA	M	368	7.085	
Sierolomorphidae	M	1	5	E
Rhopalosomatidae	M	3	20	E
Bradynobaenidae	M	4	14	G
Bradynobaenidae		1	6	G
Typhoctinae		3	8	E
Formicidae	M	113	3141	G
Ponerinae	P	24	346	G
Cerapachyinae	M	4	35	E
Ecitoninae	M	5	129	E
Leptanilloidinae	M	2	7	E
Pseudomyrmecinae	M	2	150+	E
Myrmicinae	M	60	1.750	G
Dolichoderinae	M	8	209	G
Formicinae	M	8	515	G
Vespidae	M	79	1.330	G
Masarinae	M	4	20	E
Eumeninae	M	50	+800	G
Polistinae	M	24	+500	E
Vespinae	M	1	4	E
Scoliidae	M	2	40	E
Scoliinae	M	2	40	E
Tiphiidae	M	35	228	G
Anthoboscinae	M	4	16	E
Brachystidinae	M	1	2	E

(continua)

Tabela 11 (continuação).

Táxon	F	Gen.	sp	K
Methocinae	M	1	8?	G
Myzininae	M	2	10?	G
Tiphiinae	M	4	92	E
Thynninae	M	23	100?	G
Pompilidae	M	57	800	G
Ceropalinae	M	2	28	E
Notocyphinae	M	1	34	G
Epipompilinae	M	1	16	E
Pepsinae	M	23	460	G
Ctenoceratinae		2	2?	G
Pompilinae	M	30	275	G
Mutillidae	M	69	1.500	?
Mutillinae	M	6	400	?
Sphaerophtalminae	M	63	1.100	
Sapygidae	M	3	7	G
Sapyginae		3	7	G

Não se incluem fósseis. À frente de cada taxón se relaciona: F: status filogenético (M = monofilético; P = parafilético); Números de gêneros (Gên.) e espécies (sp.) conhecidas ou estimadas; K: disponibilidade de chaves para gênero (G) ou espécies (E); Interrogações (?) indicam estimativas incertas, ou incerteza sobre a existência de chaves apropriadas para o grupo no Brasil. Modificado de Fernández (2000).

Tabela 12. Número de gêneros e de espécies descritos por superfamília de Hymenoptera Aculeata para a Região Neotropical (Fernández, 2002).

Superfamílias	Táxons descritos	
	Gêneros	Espécies
Chrysidoidea	77	1093
Apoidea	362	5102
Vespoidea	368	7085
Total	**807**	**13280**

As vespas parasitas no presente levantamento estão representadas pelos Ichneumonoidea, que inclui os Braconidae e os Ichneumonidae. Ambas as famílias incluem expressivo número de táxons ainda não descritos para a região neotropical e são importantes como inimigos naturais de pragas, podendo ser utilizados em programas de controle biológico. Influenciam a dinâmica populacional de outros artrópodos – seus hospedeiros. Outros autores comentam que Ichneumonoidea representa um dos únicos grupos mais diversos e ricos em espécies em regiões temperadas, o que pode, no caso da América Latina, ser resultado de um artefato derivado da falta de conhecimento sobre a fauna local. Shaw (1997) publicou um pequeno guia descrevendo técnicas para a criação de Hymenoptera parasitóides.

As formigas pertencem a uma única família, Formicidae, que é considerada boa indicadora da riqueza de outros componentes da biota. Seu inventariamento pode ser considerado relativamente fácil, assim como a separação dos exemplares em morfo-espécies. Além de alguns gêneros serem pragas agrícolas importantes, são elementos essenciais aos ecossistemas terrestres por controlarem as populações de diversos outros grupos animais. Referências importantes para os interessados na identificação das formigas são as de Bolton (1994; 1995a,b). Para a fauna neotropical, o catálogo mais recente é o de Kempf (1973), atualizado até 1990 por Brandão (Brandão, 1991). O texto geral mais importante sobre formigas é o de Hölldobler & Wilson (1990); Ward *et al*. (1996) publicaram uma lista de referências bibliográficas sobre trabalhos que tratam de taxonomia de formigas no mundo.

As vespas reunidas na família Sphecidae que ocorrem na América do Sul, em especial no Brasil, não são bem conhecidas, apesar das estimativas indicarem uma alta riqueza de espécies em comparação com outras regiões do globo (ver chave ilustrada para gêneros neotropicais em Menke & Fernández, 1996). Algumas dessas vespas são importantes por serem predadoras, participando de complexos de espécies, que regulam populações de outros insetos potencialmente prejudiciais a atividades humanas. Bohart e Menke (1976) publicaram uma monumental revisão genérica para Sphecidae do mundo. Amarante (1995) lista as espécies de Sphecidae na coleção do MZSP. Os tipos de Sphecidae (*sensu lato*) do Museu Paraense Emilio Goeldi estão listados em Nascimento e Overal (1980). Amarante apresenta, em 2002, o primeiro catálogo para a fauna neotropical, agora dividida em Crabronidae e Sphecidae (ver adendos e correções em Amarante, 2005).

Carpenter e Marques (2001) editaram um CD contendo importantes informações sobre as vespas sociais enxameantes do Brasil, Vespidae.

Os aspectos ligados à conservação e uma discussão sobre os efeitos dos Hymenoptera na diversidade de outros organismos foram abordados por LaSalle & Gauld (1993).

Brandão *et al*. (2002) tabularam os dados das principais instituições brasileiras que abrigam coleções de insetos Hymenoptera, privilegiando por razões de conveniência acervos das maiores capitais do país. Desse modo, a impossibilidade de visitar ou mesmo registrar informações sobre todos os acervos, não permite considerá-los como completos. As informações básicas sobre a instituição detentora da coleção, a avaliação dos tamanhos de acervos, suas condições de preservação e pessoal que trabalha junto às coleções (permanente ou temporariamente) são apresentadas para todas as coleções listadas. Como os questionários não registraram dados especificamente sobre os Hymenoptera, discutimos apenas as informações relativas às coleções e não aos outros itens levantados.

Em todos os casos, para uma uniformização das informações a serem coligidas e para evitar que a opinião do visitante preponderasse, questionários foram preenchidos pelos curadores ou responsáveis pelos acervos, ou as informações advindas das entrevistas passadas aos questionários. Desta forma, os resultados refletem as opiniões daqueles mais diretamente ligados às coleções e que estão portanto a par dos problemas cotidianos afetos à curadoria e conscientes dos passos futuros em direção ao melhor equacionamento das investigações possibilitadas pela reunião do material sob sua guarda.

Informações sobre os pesquisadores brasileiros que trabalham com Hymenoptera, mas não especificamente com acervos institucionais podem ser obtidas nos diretórios publicados pelas sociedades Entomológica do Brasil e Brasileira de Entomologia, e Brasileira de Zoologia (respectivamente Vilela & Anjos, 1995 e Casagrande *et al*., 1997) e na página eletrônica da BDT (http://www.bdt.fat.org.br/zoo/museus/).

Estimativas para Hymenoptera

Na Tabela 13 listamos o número registrado ou estimado de Hymenoptera de cada instituição, utilizando uma aproximação baseada no número de Dípteros contados por Carvalho *et al.* (2002) nos mesmos acervos (v. Tabelas 9 e 10). A soma total destes valores sugere que o acervo brasileiro de Hymenoptera é de cerca de 2,1 milhões de espécimes. Brandão *et al*. (2002) listam numa tabela as instituições brasileiras que mantêm acervo de Hymenoptera, com informações sobre o endereço postal e eletrônico e o nome do(s) curador(es) responsável(is).

Um problema para esta tabulação foi a não uniformização das abreviaturas preferencialmente utilizadas pelos curadores dos acervos listados. Foi perguntado a eles que acrônimos geralmente eram usados para identificar suas coleções. Em alguns casos, pesquisadores da mesma instituição responderam com acrônimos diferentes; em outros casos, o mesmo acrônimo foi citado para instituições diferentes.

Para coleções de insetos e aracnídeos existe uma publicação recente que lista os principais acervos do mundo (Arnett *et al*., 1993); coleções e acrônimos, também disponíveis na página eletrônica hbs.bishopmuseum.org/codens-r-us.html e que adota quatro letras para os acrônimos. Na Tabela 2 registramos acrônimos segundo as regras de Arnett *et al.,* (1993), marcando com um asterisco as coleções não listadas naquela publicação. No caso de acrônimos tradicionalmente utilizados pelos responsáveis pelas coleções, mas grafados diferentemente do como aparecem em Arnett *et al.* (1993), citamos os acrônimos empregados pelos curadores ao lado do nome da coleção na Tabela 2.

Tabela 13. Informações sobre as principais coleções entomológicas brasileiras que contêm Hymenoptera, complementando dados da Tabela 2. A estimativa do número de exemplares de Hymenoptera foi produzida a partir da razão entre espécies de himenópteros nos insetos, segundo Borror *et al*. (1989); a mesma razão, para os dípteros; e a contagem de dípteros nos acervos apresentada por Carvalho *et al*. (2002; ver Tabelas 9 e 10).

Instituição	Coleção	Tamanho	Estimativa de Hymenoptera
Museu de História Natural da Universidade Federal de Alagoas	Insetos	6.387	367
Departamento. de Zoologia da Universidade Federal de Alagoas	Insetos	2.549	147
Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia	Invertebrados	ca. 5 milhões	215.392
Universidade Federal do Amazonas	Insetos, aracnídeos, miriápodos	150.500	7.916
Instituto de Estudos e Pesquisas do Estado do Amapá	Insetos	9.270	533
EMBRAPA - CPAC	Insetos	23.022	1.322
Universidade Federal do Espírito Santo, Departamento de Biologia	Hymenoptera Parasitóides	ca. 35.000	35.000
Empresa Aracruz Celulose	Insetos	11.380	654
Reserva Natural da Vale do Rio Doce	Hymenoptera	ca. 1.000	1.000
Universidade Federal de Mato Grosso, Instituto de Biociências	Insetos	ca. 15.000	862
Fundação Universitária do Estado do Mato Grosso, *campus* de Nova Xavantina	Insetos	ca. 11.000	632
Universidade Católica Dom Bosco	Invertebrados	ca. 28.000	1.206
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul	Insetos	ca. 2.000	115
Inst. de Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais	Invertebrados	ca. 324.000	13.958
Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Biologia Animal	Insetos	ca. 100.000	5.743
Museu Paraense Emílio Goeldi	Invertebrados	ca. 755.000	32.524
Universidade Federal da Paraíba	Insetos	ca. 45.500 + 2.000 lotes	2.585
Universidade Federal de Pernambuco	Insetos	ca. 2.350	135
Museu de História Natural Capão da Imbuia	Aracnídeos e outros artrópodos	ca.61.000 geral + 55.000 Coleoptera	4.927
Universidade Federal do Paraná	Insetos	ca. 3.400.000	195.254
Museu Nacional/Universidade Federal do Rio de Janeiro	Insecta-Coleoptera, Hymenoptera, Orthoptera	ca. 750.000	80.676
Instituto Oswaldo Cruz	Hymenoptera	ca. 26.000	26.000

(continua)

Tabela 13 (continuação).

Instituição	Coleção	Tamanho	Estimativa de Hymenoptera
Universidade. Santa Úrsula	Insetos	ca.5.200.000	298.623
Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Coleção Entomológica Costa Lima	Insetos	s/d	
Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul	Insetos	ca. 47.000	2.699
Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul, Museu de Ciências Naturais	Insetos	ca. 136.000	7.810
Museu Fritz Plaumann	Hymenoptera	9.792	9.792
Instituto de Biociências/ Universidade Estadual Paulista, *campus* de Botucatu	Insetos	ca. 78.000	4.480
Universidade Federal de São Carlos	Hymenoptera (Ichneumonoidea)	ca. 60.000	60.000
Departamento de Biologia, Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo RP	Insetos (Apoidea)	ca. 130.000	130.000
Instituto Butantan	Artrópodos terrestres	ca. 51.000	2.197
Instituto Biológico	Insetos	ca. 75.000	4.307
Instituto Florestal de São Paulo, Secretaria do Meio Ambiente	Insetos	ca. 8.500	488
Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo	Hymenoptera	ca. 1.000.000	1.000.000

Abreviaturas usadas: **ca.** = cerca de, **s/d** = sem dados.

Situação atual no Brasil

O único tratamento geral para a ordem Hymenoptera no Brasil ainda é o de Costa Lima (1960; 1962), que é incompleto, pois jamais chegou a ser publicado o volume que trataria os Aculeata. O conhecimento atual sobre os Hymenoptera no Brasil, de acordo com Brandão *et al.* (2002) é, em linhas gerais, o seguinte:

Os Symphyta brasileiros ainda não podem ser considerados bem estudados, mas destacam-se os trabalhos de Dias (1975; 1976), sobre a fauna dos cerrados próximos a Brasília e de David Smith, sobre a taxonomia de vários grupos neotropicais (ver sinopses em Smith, 1988; 1990; 1992). O grupo não é muito comum, tanto em coleções quanto na natureza. Por exemplo, a coleção do IBGE, Brasília, contém apenas algumas centenas de exemplares de Argidae (Tenthredinoidea), resultado de um enorme esforço de coleta durante anos com armadilhas de Malaise em ambiente de Cerrado, realizado por Braulio Dias. No Brasil já foram registrados Cephidae (Cephoidea), Orussidae (Orussoidea), Siricidae (Siricoidea), Argidae, Cimbicidae, Pergidae, Tenthredinidae (Tenthredinoidea) e Xiphydriidae (família não incluída em nenhuma superfamília). Todas estão representadas no MZSP por poucos exemplares, em grande parte estudados por David Smith.

"O conhecimento sobre os Hymenoptera parasitóides que ocorrem no Brasil é extremamente incompleto, apesar dos esforços recentes de alguns pesquisadores. As coleções refletem esta falta de tradição no estudo deste grupo no país, o que tem colaborado para subestimativas de riqueza dos Hymenoptera em geral. Os catálogos de De Santis (1979; 1980), Noyes (1998) e Yu & Horstmann (1997) compilam informações taxonômicas sobre as famílias" (Brandão & Cancello, 1999).

Uma dificuldade que surgiu na tabulação das informações coletadas foi a não uniformização da taxonomia adotada pelos informadores ao preencherem os formulários. Alguns listaram coleções de insetos, por exemplo, em uma só entrada, enquanto outros separaram o material em ordens ou mesmo nas categorias inferiores. Isto dificultou a soma das informações sobre tamanho dos acervos, mas informações mais precisas poderão ser obtidas com os responsáveis pelas coleções.

A natureza dos diferentes acervos, também dificulta a soma dos dados numéricos. Algumas coleções são organizadas por lotes, outras por amostras e uma parcela significativa, por espécimes. A falta de inventários recentes ou confiáveis sobre o tamanho das coleções também impede a soma simples dos dados numéricos e está expressa pelo grande número de acervos onde as informações disponíveis dizem apenas "cerca de" tantos exemplares, ou lotes, por exemplo. Há casos em que essa informação simplesmente inexiste, mesmo na forma de uma estimativa grosseira.

Instituições

Foram registradas coleções significativas de Hymenoptera em 35 instituições brasileiras em 24 cidades de 16 unidades da federação (Tabela 2). Na sua maioria, as coleções de Hymenoptera estão em instituições oficiais pertencentes a universidades federais e estaduais. A rede oficial de Ensino Superior tem sido responsável pela guarda e pesquisa em Hymenoptera, desde o início dos trabalhos de investigação nessa área no Brasil. A ela se juntam os órgãos do Governo Federal, os órgãos pertencentes a Secretarias de Estado e instituições particulares, em especial a rede de universidades católicas. O caráter não extensivo deste diagnóstico permite supor que alguns acervos expressivos, quer pelo número de amostras, quer pelo segmento de fauna que representam, não foram registrados nesse trabalho.

Coleções

O universo de acervos listados nas Tabelas 2 e 13 fornece uma idéia da capacidade instalada no país em relação ao conhecimento sobre Hymenoptera. Os acervos de formigas, abelhas e de alguns grupos particulares podem ser considerados os melhores do mundo para os ambientes que ocorrem no Brasil. Em geral, concentram-se nas instituições mais tradicionais, o que não quer dizer que mesmo essas coleções ou sua organização ou acesso aos dados associados aos exemplares sejam suficientes, seja para embasar as pesquisas científicas, seja para subsidiar políticas de conservação e manejo ambiental. Restam lacunas importantes, mesmo se considerarmos os Hymenoptera brasileiros depositados em coleções fora do Brasil e falta uma política de organização e divulgação do que existe em coleções, que permita a articulação entre os curadores dos acervos e a necessária padronização de procedimentos.

Como esperado, a maioria dos acervos representa material coletado no Brasil ou países limítrofes, mas em geral as coleções maiores de museus estabelecidos a relativamente mais tempo guardam material de outros países latino-americanos ou mesmo de outras regiões do globo. Espécimes de Hymenoptera de regiões zoogeográficas, que não a Neotropical, são muitas vezes importantes bases de comparação, na delimitação e estudo da variação de caracteres de importância taxonômica ou filogenética ou ainda na formação de pessoal especializado. Nossa impressão é que a maioria dos acervos tem representatividade regional e, em alguns casos, de um determinado ecossistema ou ambiente.

A grande maioria dos informadores (26) avaliou as condições de preservação do material sob sua guarda como "Bom" ou "Excelente" e, em

geral, os que avaliam assim consideram as condições de infra-estrutura também como boas (21). Talvez por essa diferença, instados a ordenar as prioridades que a seu ver deveriam ser equacionadas, muitos informadores destacaram a melhoria das condições de infra-estrutura, como um passo essencial na melhor conservação dos acervos.

Cabe comentar aqui que, com o crescimento contínuo das coleções, as condições de preservação e de infra-estrutura necessárias para a guarda eficiente dos acervos alteram-se e complicam-se continuamente. Parecem faltar políticas institucionais de médio e longo prazo, que permitam aos curadores se anteciparem ao surgimento desses problemas, que podem comprometer as coleções em caráter definitivo.

O diagnóstico levanta ainda aquelas coleções, cujos responsáveis consideram as condições para sua preservação apenas razoáveis ou mesmo precárias, no caso de Hymenoptera, respectivamente quatro e um acervos (lembrando que para três coleções não dispomos desses dados).

Pessoal

Nossa listagem indica que as instituições brasileiras que mantém coleções de insetos, em geral contam com 125 técnicos de nível superior, 57 de nível médio e ainda 140 em regime de trabalho temporário e/ou voluntário, incluindo aqui técnicos contratados com verbas de projetos, estagiários etc. Como os questionários não pediam que se listasse o pessoal trabalhando em cada um dos acervos, não temos como estimar, com um mínimo de segurança, quantos pesquisadores trabalham hoje com Hymenoptera no Brasil.

Um fenômeno recente é a atuação de pós-doutores na curadoria de coleções zoológicas, incluindo as de Hymenoptera. Isto reflete as dificuldades de ingresso no mercado de trabalho e as formas alternativas que as instituições vêm buscando para dar conta das tarefas ligadas à manutenção de coleções. Nesse levantamento, os informadores mostraram preocupação com o futuro das coleções sob sua guarda, caso a situação de pessoal não sofra alterações significativas em breve.

No caso de acervos de Hymenoptera, os espécimes muitas vezes requerem preparação e trabalho técnico de montagem de exemplares a serem incluídos nas coleções especiais. Destacamos, portanto, a necessidade de formação e contratação de pessoal especializado em preparação e montagem, o que poderia resolver o destino de tanto material acumulado em álcool e jamais incluído nas coleções.

Equipamentos e Infra-estrutura

Ainda na lista de prioridades sugeridas pelos informadores, a necessidade de equipamentos ópticos e de informática foi um dos pontos considerados mais relevantes no momento em que as informações foram recolhidas, entre 1997 e 1998. Pode-se depreender do diagnóstico que as instituições, em geral, são capazes de suprir as necessidades de material de consumo adequados à conservação de coleções, o que não se aplica ao material permanente para pesquisa e infra-estrutura. Certas coleções de Hymenoptera só podem ser estudadas com auxílio de material óptico sofisticado, em geral importado e relativamente oneroso; outras exigem controle de condições ambientais para sua preservação e todas requerem equipamentos de informática, se houver interesse em digitalizar as informações. Mesmo a montagem de alguns grupos, como Chalcidoidea, muitas vezes exige processos custosos como o emprego de secadores de ponto crítico, disponíveis em poucas instituições.

Um dos principais pontos apontados no item Infra-estrutura, foi a necessidade da expansão da área física disponível para a armazenagem dos acervos, seja pela compra de mobiliário apropriado (armários, estantes), seja pela construção ou ampliação/reforma de salas que abrigam os acervos ou laboratórios. Também foi apontada a necessidade de melhoria nas condições de climatização do ambiente (condicionadores e desumidificadores).

Outro problema levantado pelos informadores, ainda que não registrado nos questionários por falta de campos específicos, foi a dificuldade na manutenção dos equipamentos existentes junto às coleções: óptico, de informática ou de climatização. As instituições relutam, por diversos motivos, a assinar contratos de manutenção, o que muitas vezes gera o problema de haver equipamento, mas nem sempre estar em plenas condições de funcionamento.

Este diagnóstico não levantou que instituições dispõem de equipamento de observação eletrônico, como microscópios de transmissão e de varredura, nem quais as coleções que já contam com redes de fibra óptica implantadas. Entretanto, as visitas realizadas permitem sugerir que muito poucas instituições contam com tais facilidades, que, entretanto, serão seguramente importantes no futuro. Pode-se supor ainda, que a instalação desses equipamentos e a de redes demandará investimentos expressivos, mais bem equacionados dentro de uma política nacional, como sugerido por Brandão *et al*. (1998).

Grau de Informatização

A documentação sobre as coleções brasileiras de Hymenoptera também é bastante desigual, mesmo levando-se em conta os acervos específicos sobre determinados grupos. Isso se expressa nesse levantamento pelos diferentes modos como são registradas as informações sobre as coleções e os resultados gerais podem ser estendidos às coleções de Hymenoptera. Vale lembrar que na maioria das coleções de artrópodos no mundo, os espécimes não são registrados em livros de tombo, dada a quantidade de espécimes ou amostras nelas incluídas e o conseqüente esforço que isso exigiria.

A Tabela 2 mostra que apenas duas coleções de Hymenoptera já foram ao menos parcialmente informatizadas. O desafio será, sem dúvida, a informatização padronizada das grandes coleções. Este problema é global, já que nenhum grande museu do mundo informatizou até o momento todas suas coleções mais expressivas. O número de páginas do World Wide Web (www) sobre as coleções brasileiras de Hymenoptera também é ainda insignificante, mas isto também não é prerrogativa dos acervos brasileiros, o que não significa que este problema não seja merecedor de atenção.

Verificou-se também a inexistência de um procedimento padrão para a informatização das distintas coleções, quer institucionalmente (com raras exceções), quer por grupo taxonômico. Poucos acervos vêm sendo informatizados, em plataformas distintas e provisórias, a partir da iniciativa pessoal do curador. Essas iniciativas tendem a desconsiderar aspectos mais complexos de modelagem de bancos de dados, tecnologia de informação, protocolos de interface com a WWW e de arquitetura de sistemas, fazendo com que todo o esforço feito na inclusão de registros em meio magnético corra o sério risco de ser parcial ou mesmo totalmente perdido. Esta é uma questão complexa, cuja solução envolve esforços acima da capacidade isolada de instituições e de associações científicas. Seria, por isso, melhor atacada por meio de uma estratégia que implicasse num esforço multidisciplinar (envolvendo as sociedades científicas) e multi-institucional, coordenado por um dos órgãos de fomento nacional (CNPq ou FINEP).

Discussão

Apesar dos dois questionários que embasaram esse diagnóstico não terem buscado uniformemente informações quanto ao histórico dos acervos de Hymenoptera, as visitas às coleções permitiram identificar dois grandes grupos: os acervos de importância histórica e os formados por coletas recentes, ambos igualmente importantes e merecedores dos mesmos cuidados de conservação.

Os de importância histórica reúnem tipos e informações sobre *habitats* já desaparecidos ou sob forte pressão antrópica. Os acervos recentes destacam-se pela utilização de técnicas de coleta uniformizadas ou sistematizadas e quantitativas que devem permitir avaliações mais seguras de áreas de endemismos. Eles abrigam séries úteis na determinação de variações intra-específicas e seguem um critério explícito na escolha de áreas a serem amostradas. Em geral, estas coleções estão abrigadas nas instituições mais tradicionais e que mantém acervos zoológicos da maioria dos grupos. No caso de Hymenoptera, são as coleções DZUP, FIOC (Ferraz, 1994), IBGE, IBUS (informações de A. Mayhé-Nunes), INPA, MPEG, MZSP e QBUM.

Outro tipo de coleção registrada é aquele mais específico, criado com fins determinados, em geral para embasar a pesquisa sobre questões pontuais, como por exemplo, a taxonomia de certo grupo de Hymenoptera ou coleções de grupos de importância médica, veterinária ou agrícola. Se as informações ali contidas pudessem estar disponíveis aos pesquisadores em geral, algumas lacunas poderiam ser sanadas sem a necessidade de aumentar as coleções. Em contrapartida, material de interesse a esse tipo de investigação está depositado nos acervos de natureza mais geral, sem que essas informações estejam disponíveis às pesquisas específicas. Nesse grupo, destacam-se os acervos reunidos pelos pesquisadores Angélica M. Penteado-Dias (DCBU), João M. F. Camargo (RPSP), Celso Azevedo (UFES), Angelo da Costa Lima (IBUS e FIOC), A. Ducke (MPEG), Cincinnato R. Gonçalves (IBUS e QBUM), V. Graf e Pe. J. S. Moure (DZUP) e T. Borgmeier, C. R. F. Brandão e W. W. Kempf (MZSP).

Embora o acervo de Hymenoptera em coleções brasileiras possa ser considerado expressivo em termos absolutos, com cerca de 2,15 milhões de espécimes, foi na sua maioria coletado até a metade do século XX. Por um lado, esse fato agrega importância aos espécimes, pois são representantes históricos de ambientes ou espécies que estão ou podem vir a se extinguir em breve, ou constituem material-testemunho de trabalhos de pesquisa publicados, sendo, portanto, referência que deve ser preservada e disponibilizada à comunidade de zoólogos. Por outro lado, uma avaliação qualitativa do material resultante de coletas mais recentes, realizadas já sob égide de uma perspectiva mais ecológica e faunística, empregando técnicas de coleta massiva ainda aguarda preparação que permita sua inclusão nos acervos e seu estudo. Isso pelo tamanho dos acervos a serem preparados e incorporados, mas também pelos interesses dos pesquisadores que passaram da taxonomia à ecologia.

A predominância de um acervo "antigo" indica ainda que os objetivos que nortearam as coletas de Hymenoptera mudaram muito nos últimos anos. De fato, a justificativa principal para o estudo deste grupo de insetos deixou de privilegiar a "importância agrícola" para envolver também estudos de biodiversidade e influência do grupo no ambiente, muito mais amplos.

Nossa estimativa do número de espécimes de Hymenoptera em coleções brasileiras pode ser considerada expressiva. Somando os dados de levantamentos gerais, Brandão & Yamamoto (1997) estimam que cerca de 24 milhões de invertebrados estejam nos acervos brasileiros, sendo que cerca de 17,5 milhões seriam insetos. Entretanto, a contagem direta de espécies de Hymenoptera no reduzido território da Costa Rica, monta a cerca de 17.000,

obtidas a partir de extensos levantamentos que resultaram da coleta de pelo menos 4,5 milhões de exemplares. Isso permite supor que o número de espécies se multiplicaria no caso do Brasil, levando em conta a extensão do território e a multiplicidade de ambientes presentes no país, o que leva a considerar o número de exemplares depositados em coleções brasileiras insuficientes para expressar essa diversidade.

Mesmo nos estados das regiões Sudeste e Sul, mais ricos em acervos zoológicos em geral, reunindo mais de 60% das coleções de Hymenoptera, essas estão concentradas em grandes centros urbanos e pouca atenção tem sido dada à formação de coleções regionais.

Com a mudança de enfoque que discutimos acima, equipamentos e técnicas de coleta de Hymenoptera foram, e continuam sendo, modificados e aperfeiçoados, e novos métodos desenvolvidos ou aplicados de forma mais rigorosa e padronizada. Com isso, os resultados ficaram, de modo geral, mais eficientes e abrangentes em termos da quantidade e representatividade do material obtido. Um número crescente de levantamentos vem tendo a preocupação de estimar o esforço necessário para uma amostragem mais fiel da fauna de determinada localidade ou formação vegetal. Em termos práticos, as mudanças mais importantes tem sido as seguintes: (1) incremento no número de Armadilhas Malaise empregadas, em geral acumulando milhares de horas-homem de coleta por ambiente (e.g. Hanson e Gauld, 1995; projeto PDBFF do INPA-WWF; Fernández, 2000), e (2) aumento na freqüência de uso e no número de bandejas d'água para coleta de Hymenoptera, passando de apenas algumas unidades ocasionais a centenas de bandejas de cada vez, como uma das principais técnicas atualmente. Outras mudanças importantes incluem o uso intensivo de varreduras, a invenção da *maxi-net*, uma rede de varredura com cerca de um metro de diâmetro, diferentes versões da Armadilha de Malaise desenvolvidas para coleta em estratos superiores da floresta, o uso de nebulização de inseticida para abater insetos da copa das árvores e o emprego de bandejas d'água, de cores alternativas, para a coleta de grupos específicos (e.g. azul para Stephanidae, em Aguiar & Sharkov, 1997).

DISTRIBUIÇÃO GEOGRÁFICA E BIOGEOGRÁFICA DO CONHECIMENTO SOBRE INVERTEBRADOS TERRESTRES NO BRASIL

Quanto ao grau de coleta e conhecimento por região geográfica brasileira e bioma, três informadores não se sentiram seguros para avaliar esses itens (os especialistas em escorpiões, Elateridae e Curculionidae). É importante notar que alguns informadores adotaram um conceito de *habitat* que por vezes se confundiu com o de bioma, gerando dificuldades no momento de interpretar tais análises.

Entretanto, entre aqueles que avaliaram o quesito "grau de coleta e conhecimento por região geográfica", o Nordeste destaca-se por ser a região indicada por todos os informadores como a que reúne o pior grau de coleta e o menor conhecimento sobre essa fauna (grau de coleta classificado por todos como "Ruim"), apesar de nenhum ter considerado esta informação como "Inexistente". Foi considerado grau de conhecimento "Inexistente" para aranhas e "Ruim" para todos os outros grupos. Tal conclusão é especialmente preocupante, ao se levar em conta que essa talvez seja a região que sofre maior pressão antrópica há mais tempo no país e é onde existe o menor número de pesquisadores e instituições que abrigam acervos (Tabela 2).

Na região Nordeste, o bioma mais representativo é a Caatinga. Concordando com a opinião sobre a região, os informadores consideram o bioma Caatinga como o menos conhecido. Entre os noves informadores que avaliaram os graus de coleta e grau de conhecimento por bioma, três os consideraram "Ruim" e seis, "Nenhum".

Em seguida, a região Centro-Oeste foi classificada como a que reúne o menor conhecimento sobre invertebrados terrestres (grau "Inexistente" para aranhas e todos os outros informadores classificando-a como "Ruim") e o pior grau de cobertura de coleta ("Inexistente" para aranhas, "Bom" para Cerambycidae e formigas e "Ruim" para todos os outros).

Os biomas predominantes no Centro-Oeste são o Pantanal e o Cerrado. Nove informadores avaliaram os graus de coleta e grau de conhecimento quanto a esses biomas. Em relação ao Pantanal, seis informadores consideraram ambos os quesitos como "Ruim", dois consideraram ambos como "Inexistente" (opiliões e vespas parasitas), enquanto um (Myriapoda) considera o grau de coleta "Inexistente" e o grau de conhecimento "Ruim". Quanto ao Cerrado, os responsáveis pelas avaliações sobre minhocas, cupins, cerambicídeos e formigas consideram tanto o grau de coleta quanto o de conhecimento como "Bom"; todos os outros avaliam como "Ruim" os dois critérios.

A região Norte aparece em posição intermediária quanto a esses critérios. Seis grupos são ali avaliados como mal coletados - minhocas, ácaros, cupins, caranguejeiras (mas não aranhas em geral), e vespas icneumonóideas e esfecídeas - enquanto os outros são considerados bem coletados (sempre relativamente, é bom lembrar). Já em termos de grau de conhecimento, apenas para opiliões, miriápodos e libélulas foi considerado "Bom" para essa região; todos os outros tendo sido considerados como "Ruim".

Na região Norte o bioma mais representativo é a Floresta Amazônica. Dentre os dez informadores que avaliaram os graus de coleta e conhecimento sobre os biomas, nove deram informações sobre a Floresta Amazônica. Apenas os especialistas em Myriapoda e Cerambycidae avaliaram ambos os quesitos como "Bom". Para aranhas em geral, o grau de coleta foi considerado "Bom" e o de conhecimento "Ruim". Os outros informadores consideraram "Ruim" tanto o grau de coleta como o de conhecimento sobre os grupos de sua especialidade.

Na região Sul, o grau de coleta foi considerado "Inexistente" para miriápodos, "Ruim" para ácaros, cupins, caranguejeiras e vespas esfecídeas e "Bom" para os outros grupos. O grau de conhecimento foi também considerado "Inexistente" para miriápodos, "Ruim" para ácaros, opiliões, caranguejeiras, cupins, besouros Cerambycidae e vespas esfecídeas e "Bom" para os outros grupos. Nove informadores avaliaram o grau de coleta e o grau de conhecimento quanto aos Campos do Sul. Quatro (Myriapoda, Cerambycidae, Opiliones e Ichneumonoidea) consideram ambos os quesitos como "Inexistente"; três (Acari, Mygalomorpha e Sphecidae) consideram ambos os quesitos como "Ruim"; dois (Oligochaeta e Araneae em geral) consideram ambos os quesitos como "Bom".

A única região onde as avaliações positivas ("Bom"), nos critérios grau de coleta e grau de conhecimento sobre a fauna de invertebrados terrestres, superam as negativas ("Ruim e Inexistente") é a Sudeste: 10 "Bom" e dois "Ruim" (ácaros e cupins) para grau de coleta, e oito "Bom" e quatro "Ruim" (ácaros, cupins, caranguejeiras e vespas esfecídeas) para grau de conhecimento.

Os graus de coleta e de conhecimento sobre a fauna de invertebrados terrestres na Mata Atlântica foram avaliados por nove informadores. Cinco consideram ambos como "Bom" (Cerambycidae, Oligochaeta, Araneae em geral,

Opiliones e vespas parasitas). Para ácaros o grau de coleta foi considerado "Bom", enquanto o de conhecimento foi considerado "Ruim". O avaliador de Myriapoda considera o grau de coleta "Ruim", mas o de conhecimento "Bom". Os avaliadores de aranhas caranguejeiras e vespas esfecídeas consideram ambos como "Ruim". Apenas um especialista (formigas) indicou os graus de conhecimento e de coleta para o *habitat* "Campos Rupestres de Altitude", avaliando ambos como "Bom" para o grupo que estuda.

DIVERSIDADE CONHECIDA E ESTIMADA DOS TÁXONS

Os especialistas forneceram alguma informação a respeito do tamanho dos táxons de sua especialidade, mas apenas três dos que preencheram os formulários (Oligochaeta, Araneae Mygalomorpha e Hymenoptera Ichneumonoidea) puderam estimar este números em todos os quatro itens solicitados (Brasil, região neotropical, América do Sul e mundo).

Na Tabela 4 apresentamos o número conhecido e estimado dos táxons dos quais obtivemos informações a partir dos questionários especialmente desenvolvidos para esse diagnóstico, acrescentado de dados tirados da literatura. No geral, quanto aos números fornecidos em relação às espécies conhecidas no país, espera-se-se aumentos de cerca de 1,5 a 3 vezes.

Não foi possível obter informações detalhadas para alguns grupos especialmente ricos, habitantes do solo e serapilheira, e da fauna que habita o dossel. Tais *habitats* parecem ser os que reúnem maior número de táxons a serem descritos, em especial nas regiões tropicais do globo. Isso se reflete nas estimativas que apresentamos para nemátodos na Introdução desse capítulo. As estimativas, em geral, parecem apontar o solo e o dossel como as grandes fronteiras para o conhecimento da biodiversidade dos invertebrados terrestres no Brasil e no mundo.

Nas Tabelas 14 e 15 apresentamos, respectivamente, os especialistas consultados especialmente para o presente diagnóstico e os taxônomos indicados por esses especialistas como aptos a identificar invertebrados terrestres brasileiros.

Tabela 14. Pesquisadores que responderam o questionário formulado para este diagnóstico.

Pesquisador	Táxon	Instituição	telefone	e-mail
Alcimar do Lago Carvalho	*Odonata*	MNRJ	(21) 568-1319	alagoc@acd.ufrj.br
Angélica M. Penteado-Dias	*Ichneumonidae / Braconidae*	UFSCar	(16) 260-8279	angelica@power.ufscar.br
Antonio D. Brescovit	*Araneae*	I. Butantan	(11) 3726-7222 r.2180	adbresc@usp.br
C. Roberto F. Brandão	*Formicidae*	MZSP	(11) 6165-8138	crfbrand@usp.br
Denise Maria Candido	*Scorpiones*	I. Butantan	(11) 3726-7222 r.2180	
Eliana M. Cancello	*Isoptera*	MZSP	(11) 6165-8134	ecancell@usp.br
Gilberto Righi (falecido)	*Annelida*			
Irene Knysak	*Myriapoda*	I. Butantan	(11) 3726-7222 r.2269	
Miguel Monné	*Hymenoptera / Coleoptera / Orthoptera*	MNRJ	(21)285-1237	monne@uol.com.br
Ricardo Pinto da Rocha	*Opiliones*	IB-USP	(11) 30917614	ricrocha@usp.br
Rogerio Bertani	*Mygalomorphae*	I. Butantan	(11) 3726-7222 r.2269	rbert@usp.br
Sergio A. Vanin	*Curculionidae*	IB-USP	(011) 3091-7616	savanin@ib.usp.br
Sérvio T. P. Amarante	*Sphecidae*	MZSP	(011) 2743455 r. 238	serviopa@usp.br
Sonia A. Casari	*Elateridae*	MZSP	(011) 2743455 r. 223	casari@usp.br
Ubirajara R. Martins de Souza	*Cerambycidae*	MZSP	(011) 2743455 r. 226	

Tabela 15. Especialistas que não constam da tabela anterior indicados pelos informadores como aptos a identificar espécimes de invertebrados terrestres brasileiros.

Táxon	Nome	Instituição
Oligochaeta (Enchytraeidae)	Martin Christoffersen	UF Paraíba, João Pessoa
Oligochaeta	Ana García Moreno	Universidad Complutense c/ José Antonio Novais, 2 28040 Madrid, SPAIN
Myriapoda (Scolopendromorphae)	Alessandro Minelli	Universitá Degli Studi di Padova, Padova – Itália
Myriapoda (Scolopendromorphae)	Rowland M. Sheelen	State Museum of Natural Sciences, North Carolina, USA
Myriapoda (Diplopoda)	Sergei I. Golovatch	Inst. Problems of Ecology, Russian Academy Sc. Russia
Araneae (Corinnidae)	Alexandre B. Bonaldo	Instituto Butantan
Araneae (Thomisidae)	Arno A. Lise	PUC/RS
Araneae (Salticidae)	Augusto Braul	PUC/RS
Araneae (Theridiidae)	Erica H. Buckup	Museu de Ciências Naturais - FZB/RS, Porto Alegre
Araneae (Theridiidae/Araneidae)	Maria A. Marques	Museu de Ciências Naturais - FZB/RS, Porto Alegre
Araneae (Mygalomorphae)	Sylvia Lucas	Instituto Butantan
Araneae (Mygalomorphae)	Pedro I. da Silva Jr	Instituto Butantan
Araneae (Mygalomorphae)	Fernando Pérez-Miles	Inst. Clemente Estable, Montevidéo – Uruguai
Araneae (Mygalomorphae)	Pablo Golobott	Inst. Miguel Lillo, S. Miguel Tucumán – Argentina
Araneae (Mygalomorphae)	Robert Raven	Queensland Museum, South Brisbane – Austrália
Scorpiones	Sylvia M. Lucas	Instituto Butantan
Scorpiones	Wilson Lourenço	Mus. Hist. Nat. Paris
Opiliones	Adriano Kury	MNRJ
Odonata	Janira M. Costa	UFRJ
Odonata	Angelo B. M. Machado	UFMG
Odonata (Zygoptera)	Frederico Lencione	Pindamonhangaba, SP
Isoptera	Reginaldo Constantino	UnB
Coleoptera Cerambycidae (Cerambycinae)	Dilma Solange Napp	UFPR
Coleoptera Cerambycidae	Miguel A. Monné	MNRJ
Coleoptera Cerambycidae (Lamiinae)	Renato C. Marinoni	UFPR
Coleoptera Cerambycidae (Prioninae)	Maria Helena M. Galileo	Museu de Ciências Naturais
Coleoptera Elateridae	Cleide Costa	MZSP
Coleoptera Curculionidae	Germano Rosado Neto	Deptº Zoologia, UFPR, Curitiba-PR
Hymenoptera Ichneumonoidea (Braconidae)	Sandra M. Barbalho	UFSCar
Hymenoptera Ichneumonoidea (Braconidae)	Denise Scalotini	UFSCar
Hymenoptera Ichneumonoidea (Ichneumonidae)	Vinaldo Graf	UFPR
Hymenoptera Ichneumonoidea (Ichneumonidae)	Tania M. Guerra	UFSCar
Hymenoptera Ichneumonoidea (Braconidae)	C. van Achterberg	Museu Leiden, Leiden – Holanda
Hymenoptera Ichneumonoidea (Braconidae)	Paul M. Marsh	North Newton, USA
Hymenoptera Ichneumonoidea (Braconidae)	Robert Wharton	Univ. Texas, College Station, Texas, USA
Hymenoptera Sphecidae	Arnold S. Menke	Bisbee, AZ, USA
Hymenoptera Sphecidae	Woijciech Polawski	S. Francisco, CA, USA
Hymenoptera Sphecidae (*Microstigmus*)	Gabriel A. Mello	FFCL-USP- Ribeirão Preto
Hymenoptera Bethylidae (Chrysidoidea)	Celso Oliveira Azevedo	Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES
Hymenoptera Chalcidoidea	Marcelo Teixeira Tavares	Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória, ES
Hymenoptera Formicidae	Barry Bolton	Natural History Museum, Londres, UK
Hymenoptera Formicidae	Philip S. Ward	Univ. of California, Davis, USA
Hymenoptera Formicidae	Cesare Baroni Urbani	Instituto de Zoologia, Basiléia, Suíça
Hymenoptera Formicidae	Maria Lourdes de Andrade	Instituto de Zoologia, Basiléia, Suíça
Hymenoptera Formicidae	Jack Longino	Evergreen St. Univ. Washington, USA
Hymenoptera Formicidae (Attini)	Antonio Mayhé-Nunes	UFRRJ
Hymenoptera Formicidae	Ana Y. Harada	Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, PA
Hymenoptera Apoidea	Pe. J. S. Moure	UFPR

PRIORIDADES E NECESSIDADES APONTADAS

Quanto aos itens "Prioridades para este táxon", os informadores foram perguntados sobre, segundo seu julgamento, o que cada um consideraria mais crítico. Uma opção não assinalada, neste caso, pode não significar que determinado informador considera aquele quesito desnecessário. Exceto os informadores sobre opiliões e escorpiões, todos os outros registraram a necessidade de melhora de coleções e documentação correspondente. A maioria concorda que há necessidade de capacitação de pessoal (exceto os informadores sobre Cerambycidae, Araneae, Opiliones e Scorpiones).

Quanto à avaliação da necessidade de contratação de pesquisadores/ taxonomistas/ curadores, oito dos informadores responderam afirmativamente, enquanto seis, não. Entretanto, quando instados a avaliar o "número mínimo de taxonomistas para o táxon de sua especialidade no Brasil", a maioria registrou números significativamente maiores do que existe na atualidade (Tabela 16). Talvez essa discrepância indique que as respostas tenham considerado as diferentes situações institucionais onde trabalham os informadores.

Tabela 16. Número de especialistas taxônomos existentes e necessários para grupos selecionados de invertebrados terrestres no Brasil.

Táxon	Número de especialistas existentes no país	Número necessário de especialistas
Oligochaeta	3	5
Myriapoda	4	10
Araneae	6	10
Araneae Mygalomorphae	6	4
Scorpiones	3	-
Opiliones	2	2
Acari	4	10
Odonata	4	12
Isoptera	3	10
Coleoptera Curculionidae	2	-
Coleoptera Elateridae	2	4
Coleoptera Cerambycidae	5	-
Hymenoptera	10	30
Hymenoptera Ichneumonoidea	5	10
Hymenoptera Sphecidae	2	-
Hymenoptera Formicidae	3	5

– Sem estimativa.

Metade dos informadores considera prioritária a contratação de técnicos "para cuidar das coleções". Esse item pode gerar diferentes interpretações. Técnicos para cuidar de coleções em alguns casos poderia significar a substituição de pesquisadores por pessoal não especializado, mas outros podem ter interpretado esta possibilidade de contratação como uma complementação de quadros e auxílio em funções técnicas dirigidas.

Quanto ao que os informadores consideram prioritário em relação à organização das coleções existentes, entre aqueles (sete) que trabalham com organismos que necessitam de montagem prévia antes da incorporação dos exemplares aos acervos, apenas dois (Cerambycidae e Curculionidae) consideram prioritária esta etapa no momento. São dois grupos extremamente ricos em espécies e as respectivas coleções sob sua guarda necessitam de progressos quanto à montagem de material. Da mesma forma, quanto à necessidade de separação de material, quatro informadores (Cerambycidae, Curculionidae, aranhas e vespas parasitas) indicam esta necessidade atual, também dada a magnitude dos acervos com que trabalham.

Um aspecto interessante levantado nesse quesito foi quanto à necessidade de aumentar os quadros de pessoal para permitir a identificação da biota neotropical. Com exceção do especialista em Oligochaeta, o recentemente falecido Dr. Gilberto Righi, todos os outros concordam com essa exigência. Entretanto, o mesmo especialista indicou a necessidade de "informatizar" os dados sobre a coleção, além de assegurar verbas para sua manutenção. A informatização foi também apontada como prioritária pela especialista em cupins. O único que mencionou como prioridade "melhoria na infra-estrutura" foi o especialista em aranhas. Vale lembrar que esta situação é especial no Estado de São Paulo em relação às outras unidades da federação, onde a situação em termos de infra-estrutura é muitas vezes crítica.

Para aumentar as coleções, apenas o especialista em Cerambycidae aponta a aquisição de acervos como prioritária, talvez pela existência de coleções particulares importantes. Seis informadores apontam a coleta extensiva como prioritária (cupins, Hymenoptera em geral, formigas e vespas parasitas e esfecídeas em particular, aranhas e Curculionidae), enquanto apenas cinco não indicaram a coleta direcionada como prioritária (formigas e vespas parasitas e esfecídeas, Elateridae e aranhas). Tais discrepâncias, talvez indiquem que os critérios não tenham ficado claros para os informadores. Seis informadores apontaram o intercâmbio de material como uma das formas prioritárias para o crescimento das coleções (Cerambycidae, formigas, aranhas em geral, vespas esfecídeas, ácaros e cupins), pois permite a desejada ampliação, em especial da cobertura de outras regiões do globo.

A grande maioria dos informadores não considera prioritária para a formação de coleções de referência, a visita de especialistas, com exceção dos responsáveis pelas informações sobre Hymenoptera em geral, Scorpiones e Curculionidae. Apenas seis consideram prioritárias visitas ao exterior também para a formação de coleções de referência (Hymenoptera em geral, Elateridae, Oligochaeta, opiliões, Curculionidae, Acari). Oito informadores assinalaram a necessidade da cooperação na formação de coleções de referência.

Metade dos informadores considera prioritária a "aquisição ou cópia" para a formação de biblioteca de referência. Onze informadores não assinalaram a "compilação" como prioritária quanto a esse item.

Todos, exceto a especialista em escorpiões, assinalaram como prioritário o financiamento de revisões sistemáticas. Seis informadores não assinalaram a necessidade de financiamento de guias e manuais, alguns porque este material já está disponível ou em vias de (por exemplo, Cerambycidae), outros talvez porque o grau de conhecimento atual sobre o táxon em questão não permita.

Outros itens a serem financiados lembrados por alguns informadores são: inventários neotropicais (aranhas e cupins) e trabalhos sobre a biologia das espécies (cupins).

Todos os informadores afirmam que um taxonomista na sua área de especialidade poderia ser formado no Brasil, apesar de dois (vespas esfecídeas e miriápodos) terem assinalado a necessidade de orientação de fora do país. Apesar de não termos base para comparação histórica e de termos trabalhado com relativamente poucos grupos, essa avaliação nos parece nova e importante. Quanto ao tempo necessário para a formação de novos taxonomistas, oito responderam de quatro a 10 anos, seis de dois a quatro anos e apenas um deixou de completar a informação. Essas respostas sugerem que a formação de novos taxonomistas significa investimento no médio e longo prazo, de dois a 10 anos, dependendo do grupo animal.

Quatro informadores não puderam avaliar o "número mínimo de taxonomistas para o táxon de sua especialidade no Brasil" (Tabela 16). O especialista em opiliões avalia que seriam necessários dois, cinco avaliam que seriam necessários dez, um que seriam necessários trinta (este por estar informando sobre uma ordem muito rica de insetos - Hymenoptera). Tais diferenças refletem o tamanho esperado dos táxons avaliados.

Confirmando a opinião emitida quanto ao item anterior, a grande maioria dos informadores considera possível a formação no Brasil de técnico ou biólogo capaz de reconhecer o táxon, separar espécies e identificar espécies comuns (incluindo a coleta e preparação de espécimes). Dois (não os mesmos que anteriormente) consideram necessária a orientação de fora do país para esta formação (opiliões e miriápodos). Quanto ao tempo necessário para esta formação, apenas um considera seis meses suficientes (Oligochaeta); outro (aranhas) considera seis meses a um ano suficientes, quatro (Cerambycidae, Hymenoptera em geral, Myriapoda e Curculionidae) acham que seriam necessários de um a dois anos e finalmente, os outros seis acreditam que seriam necessários mais de dois anos.

Vale lembrar também que em países com maior tradição no estudo de invertebrados, existem coleções, por exemplo de besouros, com número de exemplares similar à soma de todos os espécimes de invertebrados terrestres e marinhos depositados nas coleções brasileiras. Tais acervos incluem ainda exemplares provenientes de todas as regiões do globo e representam a maioria dos grupos taxonômicos conhecidos. Já as coleções brasileiras têm caráter regional e são muito incompletas, em especial quanto aos táxons que não ocorrem na região Neotropical. Nossos estudantes e mesmo os especialistas não têm à disposição material suficiente para adquirir uma visão global sobre seu grupo de interesse, ocasionando trabalhos de escopo mais limitado e pouco ousados. Uma das conseqüências dessa situação é ilustrada por Lewinsohn e Prado (neste volume) que comparam estimativas do número de espécies de invertebrados registradas atualmente no Brasil e no mundo. Dada a extensão territorial e a riqueza dos ecossistemas brasileiros, seguramente o número de espécies que ocorrem no país é muito maior que o registrado até agora.

No entanto, ainda existem outros problemas. Em termos da distribuição de coleções no território brasileiro (ver Figura 1 e Tabela 17), nossa interpretação aponta que ela não reflete nem a diversidade esperada nas diferentes regiões, nem o histórico da ocupação européia do Brasil.

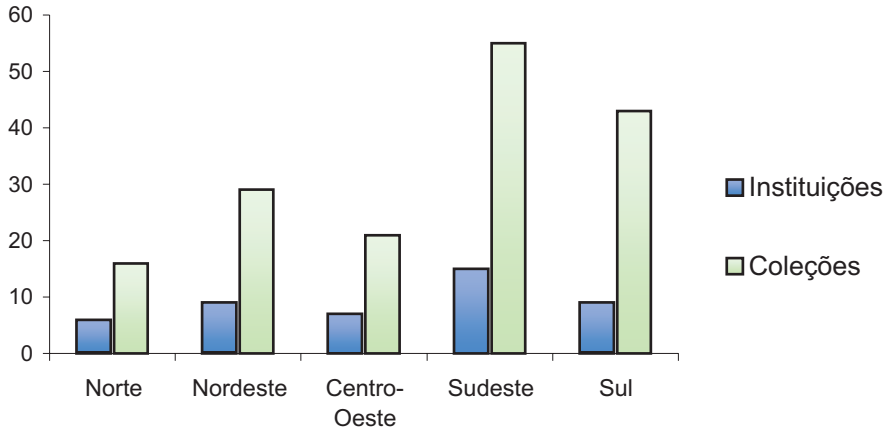


Figura 1. Coleções institucionais brasileiras em 1998, por região, (dados obtidos em 1998, ver Brandão & Yamamoto, 2000).

Tabela 17. Coleções institucionais brasileiras em 1998, por Estado (Brandão & Yamamoto, 2000).

UF	Instituições	Coleções
AL	3	8
AM	3	7
AP	1	2
BA	2	10
CE	1	3
DF	3	6
ES	1	1
GO	1	5
MT	1	2
MS	2	8
MG	2	8
PA	1	6
PB	1	4
PR	3	11
PE	1	3
RN	1	1
RS	4	30
RJ	5	26
RR	1	1
SC	2	2
SP	7	20
Total	**46**	**164**

A região Nordeste, apesar de ter sido a primeira a ser ocupada e abrigar nove instituições com 29 coleções registradas, possui acervos relativamente pequenos que, segundo outros diagnósticos em andamento, não refletem adequadamente a biodiversidade da Caatinga. Considerando que esse é o único ecossistema inteiramente contido em território nacional está, portanto, pouco representado em coleções no exterior. A região centro-sul, por seu tamanho e por abrigar grande parte do Cerrado, também registra um número insuficiente de instituições com acervos expressivos. A região Norte tem sido avaliada nos diagnósticos em andamento como relativamente mais bem conhecida, em termos de fauna.

Mesmo nas regiões e nos estados mais ricos em acervos zoológicos, as coleções estão muito concentradas em grandes centros urbanos e pouca atenção tem sido dada à formação de coleções regionais.

O país terá que formular uma política nacional de formação de acervos e fortalecimento dos já existentes, balanceando a necessidade de organizar as pesquisas zoológicas em todo seu território. Museus zoológicos ou de história natural são em geral depositários de séries maiores e tipos, em especial por sua responsabilidade de curadoria permanente de coleções e por esta concentração permitir o acesso a pesquisadores brasileiros e estrangeiros. Entretanto, a formação e a preservação adequada de coleções regionais em pontos estratégicos do país, colaborariam na formação das novas gerações de zoólogos e contribuiriam para facilitar a pesquisa fora dos grandes centros. Falta também uma política que garanta o conhecimento suficiente dos diversos biomas brasileiros, tanto visando a formulação de medidas de conservação como para embasar o conhecimento científico.

É necessário ainda que a comunidade científica brasileira que trabalha com animais se conscientize da necessidade de depositar material utilizado em pesquisas em instituições oficiais como testemunho dos seus trabalhos, importante não somente para seguir o correto procedimento de pesquisa, mas também porque no caso de alterações taxonômicas no futuro, essa será a única maneira de saber qual táxon o pesquisador investigou, permitindo que outros pesquisadores tenham acesso ao material estudado.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos muitos colegas que nos receberam nas visitas que embasaram esse diagnóstico ou que nos responderam por escrito as ficha de avaliação. Tanto nossas visitas quanto o preenchimento exigiram um grande esforço na reunião das informações solicitadas, incluindo literatura pertinente aos seus grupos de especialidade, e tempo considerável. Retiramos dados de muitas publicações recentes, cujos autores agradecemos e registramos nas seções apropriadas. Agradecemos em especial a Thomas Lewinsohn, Braulio Dias, Célio Magalhães e Vanderlei Canhos pelo incentivo e confiança em nós depositada. Ao pessoal do MMA, em especial Núbia Cristina Bezerra Silva e Fátima Pires de Almeida Oliveira pela paciência. Agradecemos a Airton da Cruz Almeida a colaboração na preparação das tabelas que acompanham esse capítulo.

REFERÊNCIAS

ABE, T.; BIGNELL, D.E.; HIGASHI M. (Ed.). **Termites:** evolution, sociality, symbioses, ecology. Netherlands: Kluwer Acad. Publ. 2001. 488 p.

ADIS, J. (Org.). **Amazonian Arachnida and Myriapoda**. Identification keys to all classes, orders, families, some genera, and lists of known terrestrial species. Sofia: Pensoft, 2002. 590 p.

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.

AGUIAR, A.P.; SHARKOV, A. Blue pan traps as a potential method for collecting Stephanidae (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 6, n. 2, p. 422-3, 1997.

AMARANTE, S.T.P. The Sphecidae in the Hymenoptera collection of the Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo. **Sphecos**, v. 28, p. 22-24, 1995

_____. A synonymic catalog of the Neotropical Crabronidae and Sphecidae (Hymneoptera: Apoidea). **Arquivos de Zoologia**, v. 37, n. 1, p. 1-139, 2002.

_____. Addendum and corrections to a synonymic catalog of Neotropical Crabronidae and Sphecidae. **Arquivos de Zoologia**, v. 45, n. 1, p. 1-18, 2005.

ARNETT JUNIOR, R.H.; SAMUELSON, G.A.; NISHIDA, G.M. **The insect and spider collections of the world**. 2nd ed. Gainesville: Sandhill Crane Press, 1993. 310 p.

BARROS-BATTESTI, D.M.; ARZUA, M.; LINARDI, P.M.; BOTELHO, J.R.; SBALQUEIRO, I.J. Interrelationship between ectoparasites and wild rodents from Tijucas do Sul, State of Paraná, Brazil. **Memórias do Instituto Oswaldo Cruz**, v. 93, n. 6, p. 719-725, 1998.

BECKER, V.O. Taxonomic notes on the Neotropical Microlepidoptera. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 28, p. 129-201, 1984.

BLACKWELDER, R.E. Checklist of the coleopterous insects of Mexico, Central America, The West Indies, and South America. **Bulletin of the United States National Museum**, v. 185, 1944-1957. 1492 p.

BOHART, R.M.; MENKE, A.S. **Sphecid wasps of the world:** a generic revision. Berkeley: University of California Press, 1976. 695 p.

BOLTON, B. **Identification guide to the ant genera of the world**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1994. 222 p.

_____. **A new general catalogue of the ants of the world**. Cambridge, Mass.: Harvard University Press, 1995(a). 504 p.

_____. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Natural History,** v. 29, p. 1037-1056, 1995(b).

BORROR, D.J.; JOHNSON, N.F.; TRIPLEHORN, C.A. **An introduction to the study of insects**. 6th ed. Philadelphia: Saunders College Publishing**,** 1989. 875 p.

BRANDÃO, C.R.F. Adendos ao Catálogo Abreviado das Formigas da Região Neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia,** v. 35, n. 2, p. 319-412, 1991.

BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Ed.). Volume 5: Invertebrados terrestres. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, 1999. 279 p.

BRANDÃO, C.R.F.; YAMAMOTO, C.I. **Invertebrados terrestres - avaliação do conhecimento da diversidade biológica do Brasil**. Primeiro relatório. Campinas: Nepam/ Unicamp, 1997.

_____. Diagnósticos recentes sobre as coleções zoológicas brasileiras. **Boletim da Sociedade Brasileira de Zoologia**, ano XXII, n. 61, p. 3-6, 2000.

BRANDÃO, C.R.F.; AGUIAR, A.P.; AMARANTE, S.T.P. O Acervo de Hymenoptera em coleções brasileiras: diagnóstico, importância, e avaliação. In: COSTA, C.; VANIN, S.A.; LOBO, J.M.; MELIC, A. (Ed.). **Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomologia Sistemática**. PRIBES, 2000. Zaragoza, España: Cyted, v. 2, p. 85-99, 2002. (Monografias Tercer Milênio)

BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M.; YAMAMOTO, C.I. Perfil do conhecimento da diversidade de Invertebrados terrestres no Brasil. PNUD – Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento. **Relatório técnico do Projeto:** avaliação do estado do conhecimento da diversidade biológica do Brasil. Brasília: MMA-GTB, CNPq-Nepam; Unicamp, 2000.

BRANDÃO, C.R.F.; KURY, A.B.; MAGALHÃES, C.; MIELKE, O. **Coleções zoológicas do Brasil**. 1998. Disponível em: http://www.bdt.fat.org.br/oea/sib/zoocol.

BRESCOVIT, A.D. ARANEAE. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Ed.). Volume 5: Invertebrados Terrestres. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, 1999. 279 p.

BRESCOVIT, A.D.; BERTANI, R.; PINTO-DA-ROCHA, R.; RHEIMS, C.A. Aracnídeos da Estação Ecológica de Juréia-Itatins – EEJI: Inventário preliminar e dados sobre história natural (Arachnida). In: DULEBA, W.; MARQUES, O.A.V. (Org.). **Estação Ecológica Juréia-Itatins:** ambiente físico, flora e fauna. Ribeirão Preto, p. 196-219, 2004.

BROTHERS, D.J. Phylogeny and classification of the aculeate Hymenoptera, with special reference to Mutillidae. **University of Kansas Science Bulletin**, v. 50, p. 483-648, 1975.

BROTHERS, D.J.; CARPENTER, J.M. Phylogeny of Aculeata: Chrysidoidea and Vespoidea (Hymenoptera). **Journal of Hymenoptera Research**, v. 2, p. 227-304, 1993.

BROWN JUNIOR, K.S. Borboletas da Serra do Japi: diversidade, habitats, recursos alimentares e variação temporal. In: MORELLATO, L.P.C. (Ed.). **História natural da Serra do Japi:** ecologia e preservação de uma área florestal no sudeste do Brasil. Campinas: Ed. Unicamp/ Fapesp, p. 142-186, 1992.

BROWN JUNIOR, K.S.; FREITAS, A.V.L. Lepidoptera. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Ed.). Volume 5: Invertebrados Terrestres. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, 1999. 279 p.

BRUSCA, R.C.; BRUSCA, G.J. **Invertebrates**. 2nd.ed. Sinauer Associates, Inc., 2002. 936 p.

CANCELLO, E.M. Termite diversity and richness in Brazil: an overview. In: BICUDO, C.E.; MENEZES, N.A. (Ed.). **Biodiversity in Brazil**. São Paulo: CNPq, 1996. 326 p.

_____. Modification on the morphology of soldiers parasited by Acanthocephala larve. **Isoptera Newsletter**, v. 2, n. 1, p. 3, 1991.

CANDIDO, D.M. Escorpiões. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Ed.). Volume 5: Invertebrados Terrestres. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, 1999. 279 p.

CANCELLO, E.M.; DESOUZA, O.F.F. A new species of Glossotermes (Isoptera): reappraisal of the genus status with transfer from the Rhinotermitidae to the Serritermitidae. **Sociobiology**, v. 45, n. 1, p. 31-51, 2004.

CARPENTER, J. M.; MARQUES, O.M. **Contribuição ao estudo dos vespídeos do Brasil:** Insecta, Hymenoptera, Vespoidea, Vespidae. Versão: 1.0. Univ. Fed. da Bahia, Escola de Agronomia, Deptº de Fitotécnica (CD). 2001. (Série Publicações Digitais, v. 2).

CARPENTER, J.M. On Brother's aculeate phylogeny. **Sphecos**, v. 19, p. 9-10, 1990.

CARVALHO, A.L.; NESSIMIAN, J.L. Odonata do Estado do Rio de Janeiro, Brasil: Habitats e hábitos das larvas. In: NESSIMIAN, J.L.; CARVALHO, A.L. (Ed.). **Oecologia brasiliensis - ecologia de insetos aquáticos**. p. 1-26, 1998.

CARVALHO, C.J.B. de; COURI, M.S.; TOMA, R.; RAFAEL, J.A.; HARADA, A.Y.; BONATTO, S.R.; HENRIQUES, A.L.; GASTAL, H.A.O. Principais coleções brasileiras de Diptera: histórico e situação atual. In: COSTA, C.; VANIN, S.A.; LOBO, J.M.; MELIC, A. (Ed.). **Proyecto de Red Iberoamericana de biogeografía y entomologia sistemática:** PRIBES, 2002. Zaragoza, España: Cyted, p. 37-52, 2002. (Monografias Tercer Milenio, v. 2).

CASAGRANDE, M.M.; BONATTO, S.R.; MIELKE, O.H.H. **Diretório de Zoólogos do Brasil. Sociedade Brasileira de Zoologia**. 1997. 90 p.

CODDINGTON, J.A.; LEVI, H.W. Systematics and evolution of spiders (Araneae). **Annual Review of Ecology and Systematics,** v. 22, p. 565-592, 1991.

COHEN, D.M.; CRESSEY, R.F. (Ed.). Natural History Collections. Past. Present. Future. **Proceedings of the Biological Society of Washington**, v. 82, p. 559-762, 1969.

CONSTANTINO, R. Catalog of the termites of the New World. **Arquivos de Zoologia**, v. 35, n. 2, p. 135-230, 1998.

_____. Chave ilustrada dos gêneros de cupim (Insecta: Isoptera) que ocorrem no Brasil. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 40, n. 25, p. 387-448, 1999.

COSTA LIMA, A.M. **Insetos do Brasil**. 5°° Tomo. Lepidópteros. 1ª. parte. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1945. 379 p.

_____. **Insetos do Brasil**. 6°° Tomo. Lepidópteros. 2ª. parte. Rio de Janeiro: Escola Nacional de Agronomia, 1950. 420 p.

_____. **Insetos do Brasil**. 11° Tomo. Capítulo XXX. Hymenoptera. 1ª Parte. Escola Nacional de Agronomia, 1960. 368 p. (Série Didática, n. 14).

_____. **Insetos do Brasil**. 12º Tomo. Capítulo XXX. Hymenoptera. 2ª Parte. Escola Nacional de Agronomia, 1962. 393 p. (Série Didática, n. 13).

COSTA, C. Coleoptera. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Ed.). Volume 5: Invertebrados Terrestres. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, 1999. 279 p.

_____. Estado de conocimiento de los Coleoptera neotropicales. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J.J.; MELIC, A. (Ed.). **Hacia un proyecto Cyted para el inventariamento y estimación de la diversidad entomologica en Iberoamérica**. PRIBES, 2000. Zaragoza, España: Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) & Cyted, p. 99-114, 2000. 326 p. (Monografias Tercer Milenio, v. 1).

COSTA, C.; IDE, S.; ROSADO-NETO, G.H.; GALILEO, M.H.M.; FONSECA, C.R.V. da, VALENTE, R.M.; MONNÉ, M.A. Diagnóstico del conocimento de las principales colecciones brasileñas de Coleoptera. In: MARTÍN-PIERA, F.; MORRONE, J.J.; MELIC, A. (Ed.). **Hacia un proyecto Cyted para el inventariamento y estimación de la diversidad entomologica en Iberoamérica**. PRIBES, 2000. Zaragoza, España: Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) & Cyted, p. 115-136, 2000. 326 p. (Monografias Tercer Milenio, v. 1).

COSTA, C.; VANIN, S.A.; CASARI-CHEN, S.A. **Larvas de Coleoptera do Brasil**. São Paulo: Museu de Zoologia, Universidade de São Paulo, 165 est., 1988. 282 p

COSTA, C.; VANIN, S.A.; LOBO, J.M.; MELIC, A. (Ed.). **Proyecto de Red Iberoamericana de Biogeografía y Entomologia Sistemática:** PRIBES 2002. Zaragoza, España: Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), 2002. 328 p. (Monografias Tercer Milenio, v. 2).

COSTA, J.M.; MACHADO, A.B.M.; LENCIONI, F.A.A.; SANTOS, T.C. Diversidade e distribuição dos Odonata (Insecta) no Estado de São Paulo, Brasil. Parte 1 - Lista das espécies e registros bibliográficos. **Publicações Avulsas do Museu Nacional do Rio de Janeiro**, v. 80, p. 1-27, 2000.

COSTA, J.M.; SOUZA, L.O.I.; BOTELHO-OLDRINI, B. Chave para identificação das famílias e gêneros das larvas conhecidas de Odonata do Brasil: comentários e registros bibliográficos (Insecta, Odonata). **Publicações Avulsas do Museu Nacional,** v. 99, p. 3-42, 2004.

CROWSON, R.A. **The natural classification of the families of Coleoptera.** London: Nathaniel Lloyd & Co, Ltd., 1955. 187 p. [1967 reprint, E. W. Classey, Hampton].

_____. The phylogeny of Coleoptera. **Annual Review of Entomology**, v. 5, p. 111-134, 1960.

_____. **The biology of Coleoptera**. London: Academic Press Inc.; [London] Ltd., 1981. 802 p.

CULIK, M.P.; ZEPPELINI FILHO, D. Diversity and distribution of Collembola (Artrhopoda: Hexapoda) of Brazil. **Biodiversity and Conservation,** v. 12, p. 1119-1143, 2003.

DE SANTIS, L. **Catálogo de los himenópteros calcidoideos de América al sur de los Estados Unidos**. Publ. especial. Província de Buenos Aires. Comisión de Investigaciones Científicas, 1979. 488 p.

_____. **Catálogo de los Himenópteros brasileños de la Serie Parasitica incluyendo Bethyloidea**. Editora da Universidade Federal do Paraná, 1980. 395 p.

DIAS, B.F.S. Comportamento pré-social de Sínfitas do Brasil Central. I. *Themos olfersii* (Klug) (Hymenoptera, Argidae). **Studia entomológica,** v. 18, p. 401-432, 1975.

_____. Comportamento pré-social de Sínfitas do Brasil Central. II. *Dielocerus diasi* Smith, 1975 (Hymenoptera, Argidae). **Studia entomológica,** v. 19, p. 461-501, 1976.

ERNST, E.R.; ARAUJO, R.L. (Comp). **Bibliography of termite literature 1966-1978**. BROUGHTON, P. et al. (Ed.). Chichester: John Wiley & Sons, l986. 903 p.

FERNÁNDEZ, C.F. Sistematica de los himenópteros de Colombia: Estado del conocimiento y perspectivas. In: MARTYÍN-PIERA, F.; MORRONE, J.J.; MELIC, A. (Ed.). **Hacia un proyecto Cyted para el inventariamento y estimación de la diversidad entomologica en Iberoamérica**: PRIBES 2000. Zaragoza, España: Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) & Cyted, 2000. 326 p. (Monografias Tercer Milenio, v. 1).

_____. Filogenia y sistemática de los himenópteros com aguijón en la región Neotropical (Hymenoptera: Vespomorpha). In: COSTA, C.; VANIN, S.A.; LOBO, J.M.; MELIC, A. (Ed.). **Proyecto de Red Iberoamericana de biogeografía y entomologia sistemática:** PRIBES 2000. Zaragoza, España: Cyted, p. 101-138, 2002. (Monografias Tercer Milenio, v.2).

FERRAZ, M.V. **O acervo de Hymenoptera do Instituto Oswaldo Cruz**, Rio de Janeiro, RJ, Brasil. 1994. Relatório de pesquisa não publicado.

FLECHTMANN, C.H.W.; MORAES, G.J. Biodiversidade de Ácaros no estado de São Paulo. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Ed.). **Invertebrados terrestres**. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, v. 5, 1999. 279 p.

GARRISON, R.W. **A synonimic list of the New World Odonata.** 2000. Disponível em: http://www.ups.edu/biology/museum/newWorldOD.html. Acesso em: 6 v. 2005.

GRASSÉ, P.P. **Termitologia**. Volume I: Anatomie, Physiologie, reproduction des termites Paris: Masson, 1982. 676 p.

_____. **Termitologia**. Volume II: Fondation des sociétes, construction. Paris: Masson, 1984. 613 p.

_____. **Termitologia**. Volume III: comportement, socialité, ecologie, evolution, systematique. Paris: Masson, 1986. 715 p.

GRAZIA, J.; CARVALHO, C.J.B.; ALMEIDA, L.M.; CASAGRANDE, M.M.; MIELKE, O.H.H. A biodiversidade de insetos no Brasil no terceiro milênio: dificuldades e perspectivas. **Entomologia y Vectores**, v. 7, n. 2, p. 123-141, 2000.

GUEDES, A.C. (Coord.). **Conservação Ex-situ**. Relatório do Grupo de Trabalho Temático 3: Artigo 9 da Convenção sobre Diversidade Biológica. Brasília: Coordenação Nacional de Diversidade Biológica – COBIO do Ministério do Meio Ambiente. Estratégia Nacional de Diversidade Biológica, 1998. 43 p.

HANSON, P.; GAULD, I. (Ed.). **The Hymenoptera of Costa Rica**. London: The Natural History Museum, 1995. 893 p.

HASZPRUNAR, G. On the origin and evolution of major gastropod groups, with special reference to the Streptoneura (Mollusca). **Journal of Molluscan Studies,** v. 54, p. 367-441, 1988.

HEPPNER, J.B. (Ed.). **Atlas of Neotropical Lepidoptera**. Checklist, Part 1: Primitive moths - Immoidea; Part 2: Hyblaeoidea - Pyraloidea - Tortricoidea; Part 4B, Drepanoidea - Bombycoidea - Sphingoidea. The Hague: W. Junk, 1984. 112 p.; Gainesville: Scientific Publishers, 1995. 243 p.; Gainesville: Scientific Publishers, 1996. 87 p.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The Ants**. Cambridge, Mass: Harvard University Press, 1990. 732 p.

JUNK, W.; SCHENKLING, S. 1910-1940. ***Coleopterorum Catalogus*, auspiciis et auxilio**. Editus: W. Junk, S. Schenkling. Berlin: The Hague, W. Junk, 31 v. 171 partes.

KEMPF, W.W. Catálogo abreviado das formigas da região neotropical (Hymenoptera: Formicidae). **Studia entomologica**, v. 15, p. 1-344, 1973.

KNYSAK, I.; MARTINS, R. Myriapoda. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Ed.). Volume 5: Invertebrados Terrestres. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo**: síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, 1999. 279 p.

LAMAS, G. Estado actual del conocimento de la sistemática de los lepidópteros, com especial referencia a la región Neotropical. In: MARTYÍN-PIERA, F.; MORRONE, J.J.; MELIC, A. (Ed.). **Hacia un proyecto Cyted para el inventariamento y estimación de la diversidad entomologica en Iberoamérica:** PRIBES 2000. Zaragoza, España: Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA) & Cyted, p. 253-260, 2000. 326 p. (Monografias Tercer Milenio, v. 1).

LAMAS, G.; CALLAGHAN, C.; CASAGRANDE, M.M.; MIELKLE, O.; PYREZ, T.; ROBBINS, R.; VILORIA, A. Hesperioidea and Papilionoidea. In: HEPPNER, J.B. (Ed) **Series, Atlas of Neotropical Lepidoptera**, Checklist: Part 3. Gainesville, Florida: Association for tropical Lepidoptera, 2004.

LANE, M.A. Roles of natural history collections. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 83, n. 4, p. 536-545, 1996.

LASALLE, J.; GAULD, I.D. **Hymenoptera and biodiversity**. Londres: CAB Intemational, 1993. 348 p.

LAWRENCE, J.F. Coleoptera, In: PARKER S.P. (Ed.). **Synopsis and classification of living organisms**. New York: McGraw-Hill, Inc., v. 2, p. 482-553, 1982. 1232 p.

LAWRENCE, J.F.; NEWTON JUNIOR, A.F. Evolution and classification of beetles. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. 13, p. 261-290, 1982.

_____. Families and subfamilies of Coleoptera (with selected genera, notes, references and data on family-group names). In: PAKALUK, J.; SLIPINSKI, S.A. (Ed.). **Biology, phylogeny, and classification of Coleoptera:** papers celebrating the 80th birthday of Roy A. Crowson. Warszawa: Muzeum i Instytut Zoologii PAN, v. 2, p.779-1092, p. 559-1092, 1995.

LEWINSOHN, T.M.; PRADO, P.I. **Biodiversidade brasileira:** síntese do estado atual do conheciemento. Ed. Contexto, 2002.176 p.

MARI MUTT, J.A.; BELLINGER, P.F. **A catalog of the Neotropical Collembola**. Gainesville, Florida: Sandhill Crane Press, 1990.

_____. Supplement to the Catalog of the Neotropical Collembola - August 1989 to April 1996. **Canadian Journal of Science,** v. 32, p. 166-175, 1996.

MARI MUTT, J.A.; BELLINGER, P.F.; JANSSENS, F. **Checklist of the Collembola:** supplement to the catalog of the Neotropical Collembola – May, 1996; Nov, 2001. Disponível em: http://www.collembola.org/publicat/neotrcat.htm. Acesso em: 6.v.2005.

MARINONI, R.C.; MARTINS, U.R.; THOMÉ, J.W.; CARVALHO, J.C. de M. Os museus de história natural. Museus universitários. Os museus estaduais. Museu nacional de história natural. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 5, n. 4, p. 621-635, 1988.

MARTIN-PIERA, F.; MORRONE, J.J.; MELIC, A. (Ed.). **Hacia un projeto Cyted para el inventario y estimacíon de la diversidad entomológica en Iberoamérica:** PRIBES 2000. Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa (SEA), 2000. 326 p. (Monografias Tercer Milenio, v.1)

MARTINS, U.R.; GALILEO, M.H.M. **Cerambycidae sul-americanos (Coleoptera)** São Paulo: Martins, U.R., v. 1, p. 1-218, 1997.

McALPINE, J.F. (Ed.). McALPINE, J.F. et al. (Coord.). **Manual of Neartic Diptera**. **Otawa. Biosystematic Research Centre Agriculture**, 3 v., 1981-1989. (Research Branch Agriculture Canada Monograph, 27, 28, 2)

MELLO-LEITÃO, C. **Escorpiões sul-americanos**. Arquivos do Museu Nacional do Rio de Janeiro, v. 40, p. 1-468, 1945.

MENKE, A.S.; FERNÁNDEZ, C.F. Claves ilustradas para las subfamilias, tribus y géneros de esfécidos neotropicales. **Revista de Biologia Tropical**, v. 44, n. 2, p. 1-68, 1996.

MONNÉ, M.A.; GIESBERT, E.F. **Checklist of the Cerambycidae and Disteniidae (Coleoptera) of the Western hemisphere**. 2nd.ed. Burbank, California, 1995. 410 p.

MONNÉ, M.A.; HOVORE, F.T. **Eletronic Checklist of the Cerambycidae and Disteniidae of the Western Hemisphere**. 2004. Disponível em: http://www.hovore.com/coleoptera_projects.htm. Acesso em: 13.v.2005.

NASCIMENTO, P.T.R. Catálogo de tipos entomológicos do Museu Goeldi. Hymenoptera. **Boletim do Museu Parense Emílio Goeldi**, v. 98, p. 1-18, 1979.

NASCIMENTO, P.T.R.; OVERAL, W.L. Catálogo de tipos entomológicos do Museu Goeldi. Hymenoptera: Sphecidae. **Boletim do Museu Parense Emílio Goeldi**, v. 99, p. 1-14, 1980.

NORONHA, D. Correção de dados sobre a coleção helmintológica do Instituto Pasteur de São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia,** v. 21, n. 4, p. 1033, 2004.

NORONHA, D.; BRAGANÇA, R.; VICENTE, J.J.; PEREIRA, L.C.M. Coleções particulares incorporadas à coleção helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC). 1: Coleçã do Instituto Pasteur de São Paulo. **Revista Brasileira de Zoologia,** v. 21, n. 2, p. 303-305, 2004.

NORONHA, D.; FRISSO, A.; MATTOS, F.B. Desenvolvimento de um banco de dados para informatização da coleção helmintológica do Instituto Oswaldo Cruz (CHIOC). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 20, n. 4, p. 777-778, 2003.

NOYES, J.S. Catalogue of the Chalcidoidea of the World. **Biodiversity Catalogue Database and Image Library CD-Rom Series**. Amsterdam: ETI Biodiversity Center, 1998.

OGREN, R.E.; KAWAKATSU, M.; FROELICH, E.M. Additions and corrections of the previous land planarian indices of the world (Turbellaria, Seriata, Tricladida, Terricola). **Bulletin of the Fuji Women's College ser. II**, v. 35, p. 55-61, p. 63-110, 1997.

OLIVER JUNIOR, J.H. Biology and systematics of Ticks (Acari-Ixodida). **Annual Review of Ecology and Systematics,** v. 20, p. 397-430, 1989.

PAPAVERO, N. (Org.). **A catalogue of Diptera of the Americas South of United States**. São Paulo: Dept. de Zoologia, Secretaria da Agricultura, 1967.

PAULSON, D. **List of the Odonata of South America, by country**. 1998. Disponível em: www.ups.ed/biology/museum/ODofSA.html.

PINTO-DA-ROCHA, R. Sinopse da fauna cavernícola do Brasil (1907-1994) **Papéis Avulsos de Zoologia**, n. 39, p. 61-173, 1995.

_____. Opiliones. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Ed.). Volume 5: Invertebrados Terrestres. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo:** síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, 1999. 279 p.

PONDER, W.F.; LINDBERG, D.R. Towards a phylogeny of gastropod molluscs: an analysis using morphological characters. **Zoological Journal of the Linnean Society,** v. 119, p. 83-265, 1997.

RIGHI, G. Sobre a família Glossoscolecidae (Oligochaeta) no Brasil. **Arquivos de Zoologia**, v. 20, n. 1, p. 1-95, 1971.

_____. Oligochaeta, Glossoscolecidae, do Parque Nacional da Amazônia, Tapajós. **Revista brasileira de Biologia**, v. 42, n. 1, p. 107-116, 1982.

_____. **Manual de identificação de invertebrados límnicos do Brasil:** volume 17. Oligochaeta Schaden, R. (Ed.). Brasília: CNPq, 1984.

_____. **Minhocas de Mato Grosso e de Rondônia**. Brasília: CNPq, 1990.

RIGHI, G.; AYRES, I.; BITTENCOURT, E.C.R. Oligochaeta (Annelida) do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia. **Acta Amazônica**, (Supl. 1), v. 8, p. 1-49, 1978.

RIGHI, G.; KNEPPER, C. O gênero *Pheretima* Kinberg no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista brasileira de Biologia,** v. 25, n. 4, p. 419-427, 1965.

ROCHA, L.S. Solifugae. In: ADIS, J. (Org.). **Amazonian Arachnida and Myriapoda - Identification keys to all classes, orders, families, some genera, and lists of known terrestrial species**. Sofia: Pensoft, 2002. 590 p.

ROCHA, L.S.; CANCELLO, E.M. South American Solifugae: new records, occurence in humid forests and concurrence with termites. **Newsletter of the British Arachnological Society**, v. 93, p. 4-5, 2002.

SHAW, M.R. Rearing Parasitic Hymenoptera. **The Amateur Entomologist,** v. 25, p. 1-46, 1997.

SIMONE, L.R.L. Mollusca terrestres. In: BRANDÃO, C.R.F.; CANCELLO, E.M. (Ed.). Volume 5: Invertebrados Terrestres. In: JOLY, C.A.; BICUDO, C.E.M. (Org.). **Biodiversidade do Estado de São Paulo**: síntese do conhecimento ao final do século XX. São Paulo: Fapesp, 1999. 279 p.

SISSON, D.W. In: GARY A. POLIS (Ed.) **Systematics, biogeography, paleontology biology of scorpions**. Stanford University Press, 587 p. 1990.

SMITH, D.R. A synopsis of the sawflies (Hymenoptera: Symphyta) of America south of the United States: introduction, Xyellidae, Pamphiliidae, Cimbicidae, Diprionidae, Xyphydriidae, Siricidae, Orussidae, Cephidae. **Systematic Entomology,** v. 13, p. 205-261, 1988.

_____. A synopsis of the sawf1ies (Hymenoptera: Symphyta) of America south of the United States: Pergidae. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 34, p. 7-200, 1990.

_____. A synopsis of the sawf1ies (Hymenoptera: Symphyta) of America south of the United States: Argidae. **Memoirs of the American Entomological Society,** v. 39, p. 1-201, 1992.

SNYDER, T.E. Annoted, subject-heading bibliography of termites, 1350 B.C. to A.B. 1954. **Smithsonian Miscellaneous Collections**, v. 130, n. 4258, p. 1-305, 1956.

_____. Supplement to annoted, subject-heading bibliography of termites 1955-1960. **Smithsonian Miscellaneous Collections**, v. 143, n. 3, p. 1-137, 1961.

_____. Second supplement to annoted, subject-heading bibliography of termites 1961-1965. **Smithsonian Miscellaneous Collections**, v. 153, n. 3, p. 1-188, 1968.

SYSTEMATICS AGENDA 2000. **Systematics Agenda 2000:** Charting the Biosphere. Relatório Técnico. 1994. 34 p.

TENNESSEN, K.J. The rate of species descriptions in Odonata. **Entomological News,** v.108, n. 2, p. 122-126, 1997.

TYLER, H.A.; BROWN JUNIOR, K.S.; WILSON, K.H. **Swallowtail butterflies of the Americas:** a study in biological dynamics, ecological diversity, biosystematics, and conservation. Gainesville: Scientific Publishers, 1994. 376 p.

VILELA, E.F.; ANJOS, N. (Ed.). **Quem é quem na Entomologia**. Catálogo dos Entomologistas brasileiros. Sociedade Entomológica do Brasil e Sociedade Brasileira de Entomologia. 1995. 179 p.

WARD, P.S.; BOLTON, B.; SHATTUCK, S.O.; BROWN JUNIOR, W.L. **A bibliography of ant systematics**. Berkeley, Calif: University of California Press, 1996, 417 p.

WATSON, A.; WHALLEY, P.E. **The dictionary of butterflies and moths in colour**. London: Michael Joseph, 1975. 296 p.

WIBMER, G.J.; O'BRIEN, C.W. Annotated checklist of the weevils (Curculionidae *sensu lato*) of the South America (Coleoptera: Curculionoidea). **Memoirs of the American Entomological Institute,** v. 39, p. 1-5, 1986.

YU, D.S.; HORSTMANN, K. A catalogue of world Ichneumonidae (Hymenoptera). Part 1: Subfamilies Acaenitinae to Ophioninae. Part 2: Subfamilies Orthocentrinae to Xoridinae, **Memoirs of the American Entomological Institute**, n. 58, p. 764-1558, p. 1-763, 1997.

GLOSSÁRIO

Ácido nucléico - polímero de nucleotídeos que contém a informação genética nas células. Compreende os ácidos desoxirribonucléico (DNA) e ribonucléico (RNA). O DNA é organizado em cadeias de fita dupla, no cromossomo dos seres vivos (exceto alguns tipos de vírus, vide definição neste glossário) e porções específicas da informação (genes) são transcritas em cópias de RNA fita simples para fabricação de proteínas (RNA mensageiro, mRNA) ou moléculas de RNA estrutural (rRNA) ou transportador (tRNA).

Ácido ribonucléico ribossomal, RNAr ou rRNA - conjunto de moléculas de RNA transcritas a partir dos genes codificadores de RNA ribossomal nas células, organizados nos operons de rDNA. Estes RNAs apresentam sequência relativamente conservada, devido à sua função estrutural no ribossomo. O tamanho destas moléculas pode variar em diferentes seres vivos. Em bactérias, são transcritos rRNA 5S, rRNA 16S e rRNA 23S, em ordem crescente de tamanho.

Acidofílico - organismo que prefere condições ambientais na faixa de pH ácido para seu desenvolvimento. Compreende uma ampla diversidade de bactérias, fungos e leveduras capazes de colonizar ambientes com acidez elevada (e.g., frutas, resíduos industriais e vários ambientes naturais).

Aeróbio - organismo que requer oxigênio para seu metabolismo e crescimento.

Análise de DNA – processo de análise de dados de seqüências de DNA com objetivos sistemáticos / evolutivos.

Archaea, ref. Domínio Archaea - grupo de microrganismos procarióticos com características morfológicas, bioquímicas, fisiologia e genética que os distinguem das bactérias. Representam uma radiação evolutiva diferente de bactérias e eucariotos, definida com base em seqüências de rRNA 16S. As arqueas não possuem mureína na parede celular e contém tipos específicos de lipídeos na membrana celular (ligações éter). Organismos deste grupo apresentam fisiologia diversa e alguns são capazes de habitar ambientes extremos de temperatura, salinidade e pH..

Arqueas ou arqueobactérias, *vide Archaea*

Atividade de água - teor de água livre em um produto ou substrato (**a**w). A água pode ocorrer como "água ligada" e "água livre" em um substrato qualquer. No primeiro caso, apresentam-se intimamente ligada às moléculas constituintes do produto e não disponível para qualquer tipo de reação ou utilização pelo metabolismo de microorganismos. Microrganismos adaptados a crescimento em elevada concentração de sais (halofílicos) ou açúcares (osmofílicos) podem crescer em substratos com baixa atividade de água (**a**w entre 0,65 e 0,75).

Bacteria, ref. Domínio Bacteria - grupo de organismos procarióticos, evolutivamente distinto das arqueas e eucariotos. Apresentam grande diversidade metabólica e genética, sendo encontradas em ambientes diversos no planeta e em associação com animais e plantas.

Benton ou bentos - Em biologia marinha e limnologia, chama-se bentos aos organismos que vivem no substrato de fundo dos ambientes aquáticos, fixos ou não, em contraposição com os pelágicos, que vivem livremente na coluna de água.

Biodegradação - processo de degradação de substâncias complexas, compostos orgânicos, polímeros, entre outros, por ação de agentes biológicos, principalmente por microorganismos.

Biodeterioração - alteração no aspecto estético ou propriedades estruturais e funcionais de objetos, materiais ou produtos por ação de atividade biológica, geralmente microbiana.

Biodigestão - aplicação de microrganismos em processos de biodegradação de resíduos em sistemas abertos (*e.g.,* lagoas de efluentes), reatores de tratamento ou filtros biológicos.

Biogeografia - estudo da distribuição geográfica de organismos, seus habitats e fatores biológicos e históricos determinantes de sua distribuição.

Bioma – região biogeográfica definida por um conjunto amplo de ecossistemas terrestres, caracterizados por um tipo de vegetação dominante. Exemplos de biomas brasileiros são dados pelo cerrado, floresta amazônica, mata atlântica e caatinga, entre outros.

Bioprospecção - estudo de seleção e triagem de organismos vivos (plantas, animais e microrganismos) para prospecção e identificação de produtos metabólicos específicos ou organismos com propriedades de interesse para aplicações biotecnológicas (*e.g.,* produção de fármacos, enzimas, insumos diversos) ou em processos diversos (*e.g.,* aplicações ambientais, agrícolas, biodegradação de compostos tóxicos, biorremediação de áreas contaminadas, *etc*).

Biorremediação - utilização de agentes biológicos, geralmente microrganismos e plantas, em processos de descontaminação ou destoxificação de áreas contaminadas com poluentes (metais, petróleo, pesticidas, *etc*).

Biota – conjunto dos seres vivos (animais, vegetais e microorganismos) de uma região.

Biotecnologia - exploração de propriedades específicas de organismos vivos (animais, plantas e microrganismos) em processos industriais diversos, incluindo desde a produção de insumos e metabólitos até a utilização dos organismos como "bioreatores" em processos específicos. Pode envolver processos de seleção e triagem da diversidade genética natural existente no ambiente para identificação de organismos com as características de interesse ou o emprego de metodologias de seleção ou engenharia genética e transgenia (transferência de genes de um organismos para outro) para obtenção destes.

Biótopo – uma porção de um hábitat ocupado por um conjunto relacionado da fauna e da flora.

Biotransformação - aplicação de microrganismos (células íntegras) ou enzimas isoladas em reações de transformação química específica de moléculas, formando novos produtos.

Catálogo – obra compilatória de dados taxonômicos relacionados a uma espécie ou táxon.

Chaves de identificação – Em biologia chamam-se chaves de identificação a descrições sistemáticas que permitem identificar os nomes dos taxa pertencentes a um grupo de organismos, geralmente numa determinada região geográfica ou ecológica.

Cianofíceas ou cianobactérias - grupo de bactérias fotossintéticas, alocadas no Domínio Bacteria, que também são estudadas pela Botânica, sendo, nesta última, classificadas como algas verdes-azuis. Devido à falta de entendimento entre as respectivas comissões de taxonomia de Botânica e Microbiologia, existem dois esquemas independentes de classificação e nomenclatura destes organismos, descritos no Código de Nomenclatura Botânica (*Botanical Code*) e no Código de Nomenclatura Bacteriológica (*Bacteriological Code*).

Ciclos biogeoquímicos - ciclos de reações dos, e transferência de, elementos químicos, como, por exemplo, a água, carbono e nitrogênio, entre outros, através dos componentes bióticos (organismos vivos) e abióticos (atmosfera, rochas, solos e corpos d´água) da biosfera.

Citogenética – referente à origem e desenvolvimento das células.

Classificação filogenética - processo de classificação de organismos baseado em características que refletem aspectos evolutivos dos organismos. Em microbiologia, estes esquemas são baseados na análise filogenética de seqüência de genes conservados amplamente distribuídos em bactérias, arqueas, fungos e protozoários, como os genes ribossomais (rRNA 16S e 23S), proteínas e enzimas de importância vital no metabolismo celular (genes de *housekeeping*), como a DNA e RNA polimerase, ATPases e chaperoninas, entre outras.

Classificação - processo de organização e alocação de indivíduos (unidades taxonômicas) em um sistema estruturado, no qual os grupos são definidos para acomodar organismos com características semelhantes, permitindo a diferenciação entre os grupos e alocação de novos grupos de acordo com o conjunto de propriedades destes. Diferentes esquemas de classificação podem ser propostos, de acordo com a finalidade e aplicação desejada. Esquemas de classificação "naturais" envolvem a caracterização extensiva dos organismos e os grupos são montados com base em conjuntos amplos de propriedades (politéticos),

enquanto que classificações artificiais, destinadas a aplicações específicas são, geralmente, monotéticas, baseadas em caracteres diagnósticos operacionais (*e.g.,* grupos de microrganismos patogênicos de importância para saúde pública, como *Clostridium botulinun*, que envolve diversas espécies de clostrídios produtores da toxina botulínica)

Códigos de nomenclatura biológica - conjuntos de regras e normas que governam a prática da nomenclatura de seres vivos. De maneira geral, microrganismos recebem denominações binomiais, em Latim ou latinizados, incluindo o nome do gênero e nome da espécie, segundo normas específicas do código de nomenclatura do grupo microbiano em questão. A nomenclatura de bactérias, por exemplo, é regida pelo *Bacteriological Code*, introduzido em 1947, e suas revisões (*e.g., International Code of Nomenclature of Bacteria,* 1990 Revision) e a de Zoologia, pelo Código Internacional de Nomenclatura Zoológica.

Coleções biológicas - conjunto de exemplares representativos de organismos, vivos ou preservados, com representantes de grupos taxonômicos definidos, e mantidos em museus ou instituições de pesquisa. Em Microbiologia, as coleções mantém os organismos preservados de forma viável, visando sua utilização e cultivo em laboratório, sendo denominadas "coleções de culturas".

Comensal ou comensalismo - tipo de interação entre organismos em que um dos organismos se beneficia da associação, sem efeitos negativos sobre o segundo.

Composição de bases do DNA - conteúdo de moléculas de guanina e citosina no DNA de um dado organismo, sendo esta característica um propriedade estável da célula, utilizada na definição de espécies em Microbiologia. Devido à característica de complementaridade de bases na fita dupla do DNA, onde adeninas (A) pareiam timinas (T) e citosinas (C) com guaninas (G), as proporções de G + C e A + T são equivalentes. DNA com elevado conteúdo de G+C apresenta maior estabilidade térmica, devido às ligações triplas de pontes de hidrogênio entre estas bases. Microrganismos termofílicos tendem a apresentar elevado conteúdo de G+C no DNA.

Controle biológico - utilização de microrganismos (ou outros organismos, como insetos e ácaros) como agentes de controle de organismos considerados como pragas, incluindo plantas, insetos, ácaros, ou mesmo outros microrganismos. O controle se dá pela produção de toxinas ou enzimas pelo agente de controle biológico, com atividade específica contra o organismo-alvo, ou por algum outro aspecto biológico, como predação direta ou parasitismo do organismo-alvo.

Críptica – referente a duas ou mais espécies morfologicamente muito semelhantes entre si, que não são diferenciadas sem estudos aprofundados.

Cultivo asséptico - cultivo de microrganismos sob condições de assepsia do ambiente e esterilidade do material e meios de cultivo utilizados, permitindo o cultivo de linhagens puras do microrganismos, sem contaminação.

Curador / Curadoria – a pessoa responsável por uma coleção, seu gerenciamento e manutenção, cujo processo é denominado de curadoria.

Descrição – procedimento formal em que uma espécie ou táxon superior é minuciosamente descrito em uma publicação científica, de acordo com as normas de nomenclatura internacionalmente aceitas (no caso de animais - Código Internacional de Nomenclatura Zoológica).

Diversidade de espécies - diversidade biológica em termos do número e abundância relativa de táxons (espécies) em uma dada comunidade de organismos.

Diversidade genética - diversidade de genes existente nos organismos de uma dada espécie ou em comunidades de organismos em um ambiente. Considera-se que organismos de uma mesma espécie em ambientes diferentes podem apresentar diversidade genética variada, o que reflete fatores de seleção do ambiente e taxas de mutação e intercâmbio de genes nas diferentes populações.

DNAr ou rDNA - *vide ácido nucléico ribossomal.*

Domínios - *vide Archaea, Bacteria e Eucarya.* Nível hierárquico de classificação biológica proposta por Carl Woese e colaboradores (1990) para definir os grandes grupos evolutivos definidos com base em análises de seqüências de rRNA 16S - Archaea, Bacteria e Eucarya.

Ecologia molecular - realização de estudos de ecologia de organismos utilizando informações derivadas da aplicação de métodos moleculares de caracterização. Em Microbiologia, o termo é aplicado à realização de estudos de caracterização da diversidade taxonômica, avaliação da densidade de populações e da diversidade genética e funcional de organismos utilizando métodos moleculares.

Ecossistema - definido como a comunidade de organismos e o ambiente físico no qual ocorrem em um processo de interação dinâmico, representando uma unidade ecológica definida.

Endêmico – diz-se de uma espécie ou táxon nativo restrito geograficamente a uma determinada área ou região geográfica.

Endemismo – ocorrência de uma dada espécie em uma área geográfica restrita.

Endofítico - em Microbiologia, microrganismos que habitam o interior dos tecidos de plantas sem causar sintomas de doença.

Entomopatógeno - em Microbiologia, microrganismos patogênicos para insetos.

Entremarés – região do litoral que está entre as linhas correspondentes às marés mais baixas e mais altas.

Epidemiologia - estudo de caracterização dos agentes etiológicos (causadores da doença) e fatores associados à transmissão e disseminação da doença em uma comunidade ou população.

Esporo - célula reprodutora capaz de germinar, dando origem a um novo organismo. Funciona como semente, mas que se diferencia dela porque o esporo não tem embrião pré-formado.

Endosporo - estrutura de dormência de bactérias e fungos que apresenta grande resistência a fatores ambientais adversos, como dessecação, ambientes ácidos/alcalinos, agentes desinfectantes, pressão e temperatura. O DNA do organismo encontra-se compactado no esporo e, sob condições ambientais favoráveis, o esporo pode germinar e regenerar o microrganismo. Em fungos que apresentam ciclo sexual, os esporos podem desempenhar o papel de estuturas reprodutivas.

Estuário – a parte mais à jusante de um rio, formando um corpo de água costeira, semifechado, no qual ele se encontra com o mar; influenciado pelas marés, apresenta um gradiente de salinidade.

Eucarioto/Eucarionte - organismo que apresenta células eucarióticas, ou seja com o material genético (cromossomos) confinado no núcleo, uma estrutura celular específica delimitada pela membrana nuclear que o separa do citoplasma. Apresenta mitocôndria e estruturas membranosas internas (aparelho de Golgi, retículo endoplásmático, e quando presente, estrutura flagelar 9 +2). Em Microbiologia, os fungos filamentosos, leveduras e protozoários são exemplos de organismos eucariotos.

Eucarya, ref. Domínio Eucarya - grupo filogenético que compreende os organismos eucariotos, incluindo os protozoários, fungos, plantas e animais.

Eutrofização – processo natural caracterizado pelo acúmulo de nitrogênio e fósforo na água, conseqüente da produção orgânica.

Evolução – processo biológico de transformação dos organismos por meio de transmissão de seu conteúdo genético ao longo das gerações, com este conteúdo acumulando mudanças e sendo selecionado ao longo do tempo.

Família – categoria taxonômica formal, entre os níveis de Gênero (abaixo) e Ordem (acima).

Ferrugem - grupo de fungos basidiomicéticos da Ordem Uredinales que causam pústulas e manchas características em tecidos de plantas, geralmente de cor amarelada, lembrando uma mancha de "ferrugem".

Filo – categoria taxonômica formal, entre os níveis de Classe (abaixo) e Reino (acima). Geralmente é neste nível que se dividem os grandes grupos de animais.

Filogenia - história evolutiva de um grupo de organismos ou linhagem, podendo incluir a descrição da seqüência temporal de mudanças morfológicas, ecológicas, biogeográficas e genéticas de um táxon.

Fitopatógeno - microrganismo capaz de causar doenças em plantas.

Fixação – processo pelo qual se conserva um organismo, geralmente em soluções que evitam seu apodrecimento ao longo do tempo (e.g., soluções de álcool, formol, etc.).

Fotossíntese oxigênica - reação bioquímica mediada por diferentes tipos de pigmentos fotossintéticos e proteínas que gera oxigênio como um dos produtos finais da reação. Ocorre em grupos diversos de organismos fotossintéticos, incluindo microalgas (cianobactérias) e organelas especializadas, os cloroplastos, em algas e plantas superiores.

Fouling – a comunidade incrustante em substratos artificiais, como cascos de navios, tubulações, pilastras, cabos etc.

Fungos - grupo de organismos eucariotos microscópicos, unicelulares ou filamentosos, com morfologia e fisiologia diversificada, que não realizam fotossíntese, apresentam quitina e betaglucano na parede celular e metabolismo assimilativo. Fungos podem se reproduzir sexual ou assexuadamente e, em alguns casos específicos, como nos fungos basidiomicéticos, pode ocorrer a formação de corpos de frutificação macroscópicos (cogumelos e orelhas-de-pau).

Gênero – categoria taxonômica formal, entre os níveis de Espécie (abaixo) e Família (acima).

Genes conservados - genes que apresentam seqüência de bases relativamente pouco modificada em diferentes organismos, sugerindo que suas seqüências específicas foram mantidas ao longo do processo evolutivo. Exemplos destes são os genes ribossomais (*e.g.,* rRNA 16S, rRNA 23S e proteínas ribossomais), proteínas e enzimas de importância vital no metabolismo celular (genes de *housekeeping*), como a DNA e RNA polimerase, associadas à replicação do DNA e transcrição de genes, respectivamente, ATPases (metabolismo energético da célula) e chaperoninas (processos de de enovelamento e reciclagem de proteínas), entre outras.

Genética Molecular – ramo da genética que estuda as moléculas.

Genômica - estudo de caracterização de genomas inteiros de organismos, envolvendo a determinação da seqüência de bases de todo o conteúdo de DNA dos cromossomos do organismo e a compilação e caracterização dos genes encontrados, com base em análises de semelhança com genes já descritos para outros organismos. A genômica funcional envolve um passo adiante, em que expressão e função dos genes em situações determinadas é estudada.

Grupo filogenético - grupo de organismos definido com base em dados filogenéticos.

Grupos funcionais - grupos de microrganismos que realizam um dado processo bioquímico específico (*e.g.,* metanogênese) ou cuja atividade resulta em um processo ecológico específico no ambiente (fixação de nitrogênio, degradação de celulose, nitrificação e desnitrificação, *etc*...).

Guia – em zoologia, diz-se do documento (livro, trabalho científico, etc.), geralmente ricamente ilustrado, que apresenta o conjunto dos organismos de um determinado táxon para uma determinada região.

Hábitat – o ambiente natural de um organismo, que oferece um conjunto de condições favoráveis para seu desenvolvimento, sobrevivência e reprodução.

Halofílico - organismo com metabolismo adaptado para crescimento em concentração elevada de sais, podendo, ou não, requerer componentes específicos do meio como substrato para seu metabolismo.

Hibridização DNA-DNA - ensaio utilizado para determinar a similaridade entre os genomas de dois organismos baseado na quantificação do grau de hibridização entre os DNAs genômicos (DNA total) destes sob condições controladas de temperatura e salinidade (estrigência da condição de hibridização). Em Bacteriologia, a homologia DNA-DNA é utilizada como um dos critérios para a definição de espécies - bactérias que partilham

homologia de DNA maior que 70% podem ser consideradas como de uma mesma espécie genômica.

Hipertermofílico - organismo que se desenvolve em ambientes extremos de alta temperatura (em alguns casos, > 100 °C).

***Hot-spot* de diversidade biológica** - áreas prioritárias para a conservação, por corresponder a formações, biomas, ou regiões biogeográficas que combinam elevados graus de diversidade, endemismo e ameaça. No Brasil, o Cerrado e a Mata Atlântica são considerados Hot-spots.

Identificação - processo de caracterização das propriedades de um dado organismo isolado do ambiente ou amostra e alocação deste em um grupo taxonômico já conhecido com bases nas propriedades determinadas, visando a determinação do seu nome (gênero e espécie).

Infra-específica ou intra-específica, ref. a classificação infra-específica ou diversidade infra-específica - referente à diversidade de propriedades ou diversidade genética encontrada entre linhagens de organismos de uma mesma espécie; categoria de classificação abaixo do nível hierárquico de espécie.

Infralitoral – região do mar que tem como limite superior a linha média das marés mais baixas e como limite inferior o nível compatível com a vida de macrófitas marinhas.

Invertebrados – Designação geral, sem valor taxomômico, que compreende todos os filos sem coluna vertebral**.**

Isóbata – linha imaginária que liga os pontos de igual profundidade.

Lêntico - associado a habitats de águas de movimentação lenta ou paradas, como lagoas e poças d´água.

Lótico - associado a habitats de águas correntes ou com movimentação rápida, como rios e riachos.

Manguezal – ambiente costeiro tropical, dominado por uma comunidade específica adaptada a um solo periodicamente inundado pelo regime das marés e com variação de salinidade, caracterizado pela presença de uma espécie de árvore denominada *Rhizophora mangle*.

Manuais - em zoologia, diz-se do documento (livro, trabalho científico, etc.), geralmente ricamente ilustrado, que apresenta o conjunto dos organismos de um determinado táxon para uma determinada região, incluindo informações sobre como coletá-los, fixá-los, preservá-los, identificá-los, etc.

Marisma – área costeira alagadiça devido ao regime das marés, caracterizada por uma vegetação rasteira.

Medusa – fase livre-natante do ciclo de vida dos cnidários; no Brasil também conhecida como "água-viva" ou "mãe-d'água" em certas regiões.

Meiofauna – animais bentônicos que habitam algas, fissuras rochosas e os interstícios do fundo oceânico e cujo tamanho está entre 0,1 e 1 mm.

Metagenômica - estudo de todos os genomas associados à uma dada amostra ambiental, realizado através da extração do DNA total dos organismos da amostras (DNA de comunidade) e utilização de metodologias de biologia molecular envolvendo a clonagem de fragmentos de tamanho grande.

Metanogênese - processo de geração de energia presente em alguns grupos de arqueas que resulta na produção final do gás metano (CH_4), a partir da utilização de H_2 como fonte de energia e CO_2 como fonte de carbono para crescimento das células.

Métodos independentes-de-cultivo - conjunto de métodos diversos utilizados para a detecção específica e caracterização da diversidade de microrganismos presentes em amostras que não requerem o isolamento dos organismos em cultivo para realização das análises. Compreende um grupo variado de metodologias moleculares, divididas, basicamente, em dois grupos - a) métodos de detecção direta de grupos microbianos específicos, incluindo a utilização de sondas moleculares em ensaios de hibridização com células isoladas e detecção por fluorescência (FISH) ou hibridização com DNA ou RNA

ribossomal isolado das células em formatos diversos (*blots, microarrays*), ou, ainda, por amplificação de fragmentos de DNA de organismos-alvo por PCR (PCR grupo-específico); e b) métodos de caracterização da diversidade geral ou de grupos definidos, utilizando DNA ou RNA extraído da amostra, através de metodologias de *fingerprinting* (t-RFLP, DGGE), construção de bibliotecas genômicas, sequenciamento e análise filogenética.

Métodos moleculares - conjunto de metodologias analíticas direcionadas para a detecção e/ou caracterização de ácidos nucléicos (DNA, RNA) ou de produtos de expressão gênica dos organismos, tal como mRNA, proteínas e peptídeos. Inclui geração de padrões de bandas de DNA e proteínas (*fingerprinting*) por restrição com enzimas sítio-específicas, amplificação de bandas por PCR e hibridização com sondas, utilizando métodos analíticos eletroforéticos e cromatográficos, sequenciamento de ácidos nucléicos e proteínas, análise filogenética e análises de bioinformática para a detecção de padrões ou motivos funcionais ou estruturais em moléculas.

Micorriza, ref. fungos micorrízicos - associação simbiótica, não-patogênica, entre fungos e raízes de plantas. Interações deste tipo são encontradas na maioria das plantas vasculares, e podem beneficiar a planta na medida em que os fungos translocam micro-elementos e componentes do solo para o interior da planta, como nitrogênio e fósforo.

Microbiologia ambiental - ramo da microbiologia direcionada ao estudo da diversidade de microrganismos em amostras ambientais e funções que estes desempenham no hábitat natural.

Microbiologia clínica e veterinária - ramo da microbiologia direcionada ao estudo de microrganismos de importância médica, associados a doenças e infecções em humanos e animais.

Microbiologia de alimentos - ramo da microbiologia direcionado ao estudo de microrganismos em alimentos, envolvidos tanto em processos de produção de alimentos (*e.g.,* fermentação de laticíneos e bebidas, panificação) ou compostos de importância alimentar (aromas, enzimas industriais), como na deterioração de produtos, e de grupos de microrganismos de importância médica/veterinária veiculados por alimentos.

Microbiologia industrial - ramo da microbiologia voltado para o estudo de microrganismos de importância para aplicação em processos industriais, envolvendo a produção direta de insumos por microrganismos (compostos químicos, antibióticos, compostos de aplicação farmacêutica, enzimas e surfactantes, entre outros) ou sua aplicação em processos biotecnológicos industriais como reatores biológicos (produção de bio-álcool, biotransformação direcionada de compostos químicos).

Microscopia eletrônica de varredura – instrumento em que utiliza um feixe de elétrons em vez de luz, focalizado por meio de lentes eletrônicas, para formar numa tela uma imagem muito ampliada de um objeto.

Microzooplâncton - componentes microscópicos do zooplâncton, incluindo os protozoários.

Monofilético - ref. a grupo taxonômico monofilético - táxon formado por um ancestral e todas as linhagens dele derivadas. Representa um grupo natural, resultante do processo de evolução biológica.

Montagem – o processo de preparação dos materiais para estudo, após sua coleta e fixação.

Morfologia – estudo das formas e estruturas dos organismos.

Organismo não-cultivado - microrganismo que ainda não foi cultivado em condições de laboratório.

Organismo unicelular - organismos constituídos por uma única célula.

Peçonhentas – venenoso.

Pelágico-nerítica – região da coluna d'água que está sobre a plataforma continental, mais próxima dos continentes e que sofre a influência das marés.

Pelágico-oceânica – região da coluna d'água em águas oceânicas, i.e., além da plataforma continental.

Plâncton / Planctônico – comunidade de organismos, geralmente diminutos, com pouco poder de locomoção, que vivem na coluna d'água e são transportados pelas correntes marinhas. Compreendem o fitoplâncton (algas e bactérias fotossintéticas) e o zooplâncton (protozoários e pequenos animais).

Plataforma Continental – zona imersa que declina suavemente, a começar da praia até o talude continental.

Polifilético, ref. a grupo taxonômico polifilético - grupo com linhagens derivadas de mais de um ancestral comum; normalmente resultantes da agregação de táxons baseada em caracteres convergentes (plesiomórficos).

Politética, ref. classificação politética - grupo derivado da análise combinada de um conjunto amplo de caracteres, onde nenhuma característica em particular é suficiente para a definição do grupo.

Príon - proteína com capacidade de infectar um organismo e modificar, por interação catalítica, proteínas "sadias" do hospedeiro, formando novos prions.

Procarionte/Procarioto - Organismos formado por células de organização procariótica, isto é, cujo núcleo não é circundado e isolado do citoplasma por membrana nuclear e sem organelas membranosas; possui um único cromossomo circular, e DNA praticamente nu.

Protozoários - grupo polifilético de organismos eucariotos unicelulares, com grande diversidade morfológica e fisiológica.

Quimiotaxonomia - aplicação de metodologias de caracterização química de componentes celulares para obtenção de dados taxonômicos para classificação de organismos. Envolve, em microbiologia, a caracterização de componentes específicos de parede e membranas celulares, como açúcares de parede celular, ácidos graxos celulares, lipídeos polares, conteúdo de G+C (guanina e citosina) do DNA, polissacarídeos extracelulares e aplicação de metodologias de *fingerprinting* químico (*e.g.,* pirólise-espectrometria de massas, caracterização de metabólitos celulares totais por HPLC).

Regiões zoogeográficas – cada uma das áreas onde ocorre a distribuição geográfica das espécies animais atuais e fósseis.

Revisão taxonômica - tipo de estudo sistemático abrangente que objetiva examinar e descrever todas as espécies incluídas em um determinado táxon, podendo compreender uma dada espécie, um grupo de espécie, ou mesmo grupos maiores, como gêneros e famílias.

RNAr ou rRNA - vide ácido ribonucléico ribossomal.

Semantídeo - molécula com conteúdo de informação, como os ácidos nucléicos (DNA e RNA) e proteínas.

Simbionte - tipo de interação entre espécies em que ambas se beneficiam do processo, comparado à sua ocorrência em separado.

Sistemática/Sistematas - usado por muitos autores como sinônimo de taxonomia. Refere-se, mais especificamente, aos sistemas de classificação e sua aplicação na organização dos seres vivos em esquemas taxonômicos.

Sistemática Filogenética – parte da sistemática que se ocupa de construir classificações baseadas na inferência sobre a evolução dos organismos.

Sistemática molecular - conjunto de metodologias de caracterização molecular que podem gerar dados para taxonomia e sistemática.

Sizígia – conjunção ou oposição de um astro, especialmente a Lua, com o Sol, onde a atração gravitacional é maior, causando grandes amplitudes de marés.

Sobrepesca – extração de pescados acima da capacidade de regeneração dos estoques naturais, comprometendo a sustentabilidade da comunidade biológica envolvida.

Subclasse – categoria taxonômica formal, abaixo do nível de Classe.

Supraespecífico – diz-se do nível que está acima de espécie e, portanto, engloba duas ou mais espécies.

Talude Continental – a parede de declividade acentuada que mergulha da extremidade da plataforma continental para os abismos oceânicos.

Táxon (pl. táxons ou taxa) - grupo taxonômico definido e cientificamente reconhecido, de um dado nível hierárquico e sub-grupos associados; uma espécie ou um gênero são táxons.

Taxonomia – ciência da descrição, nomenclatura e classificação dos organismos.

Taxonomia polifásica - uso integrado de dados derivados de estudos de caracterização morfológica, quimiotaxonômica e molecular de organismos em esquemas de classificação politéticos.

Taxonomista – especialista em taxonomia.

Termofílico - organismos adaptados a crescer em ambientes com temperatura elevada.

Triagem – em zoologia, processo de seleção dos animais coletados e organização dos espécimes em grupos supra-específicos para contagem ou identificação posterior.

Trófico – relacionado à nutrição; em biologia refere-se, geralmente, aos processos de obtenção de alimento.

Validation Lists* ou *Approved Lists of Bacterial Names - lista oficial de nomes de bactérias impressa periodicamente no *International Journal of Systematics and Evolutionary Microbiology* (IJSEM), sob auspícios do International Comittee on the Systematics of Prokaryotes (ICSP).

Via úmida – modo de conservação dos animais que inclui uma solução como meio preservativo.

Viróide - fragmento pequeno de RNA sem capa protéica, capaz de infectar tecidos e atuar como um vírus.

Xerófilo - organismo adaptado a crescer em baixa concentração de água livre (baixa atividade de água), geralmente encontrados em ambientes salinos e de baixa osmolaridade (elevada concentração de açúcares).

Zoosporo - esporo móvel de bactérias e fungos, propulsionado por ação de um ou mais flagelos.