



PPBio

Programa de Pesquisa em Biodiversidade
Brazilian Biodiversity Research Programme

Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade

Ariane Luna Peixoto

Maria Regina de V. Barbosa

Mariângela Menezes

Leonor Costa Maia

Ministério da
Ciência e Tecnologia



Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade



Ministério da
Ciência e Tecnologia



Presidente da República
Luiz Inácio Lula da Silva

Ministro da Ciência e Tecnologia
Sérgio Rezende

Secretário-Executivo
Luis Manuel Rebelo Fernandes

Secretário de Política e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento
Luiz Antônio Barreto de Castro

Coordenadora geral de Políticas e Programas de Pesquisa em Biodiversidade
Ione Egler

Centro de Gestão e Estudos Estratégicos (CGEE)

Presidente
Lúcia Carvalho Pinto de Melo

Diretor-executivo
Márcio de Miranda Santos

Jandira Albuquerque de Queiroz (Revisão de texto)
Anderson Lopes de Moraes (Design e projeto gráfico)

D598

Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade / Adriano B. Kury ... [et al.]. – Brasília : Centro de Gestão e Estudos Estratégicos : Ministério da Ciência e Tecnologia, 2006.

324 p. ; 24 cm.

1. Biodiversidade – Brasil. 2. Biologia – Brasil. 3. Política estratégica – Brasil I. Kury, Adriano B. II. Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. III. Ministério da Ciência e Tecnologia.

CDU 574:32:5/6(81)

Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT)

Secretaria de Política e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento
Esplanada dos Ministérios, Bloco E | 70067-900, Brasília, DF, Brasil | <http://www.mct.gov.br>

Todos os direitos reservados pelo Ministério da Ciência e Tecnologia. Os textos contidos nesta publicação poderão ser reproduzidos, armazenados ou transmitidos, desde que citada a fonte.

Impresso em Brasília, 2006

Ministério da Ciência e Tecnologia

Secretaria de Política e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento



Brasília, março de 2006

Sumário

Parte 1a – Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade

Autores dos trabalhos	13
Apresentação	15
Introdução	21
Metodologia.	25
Os desafios.	27
Diagnóstico	29
Pontos fortes	29
Pontos fracos	30
Oportunidades	32
Ameaças	34
Estratégia	37
Metas.	39
Componente 1: Fortalecimento da capacidade institucional	41
Atividade 1. Capacitação de recursos humanos em taxonomia, atividades correlatas e áreas afins	41
Atividade 2. Melhoria das condições de infra-estrutura de pesquisa e serviços	43
A. Coleções zoológicas e botânicas	44
A.1. Coleções estratégicas.	44
A.2. Coleções de interesse especial	47
B. Coleções microbiológicas	49
Componente 2: Ampliação da base do conhecimento taxonômico e biogeográfico	55
Atividade 1. Melhoria da qualidade aos dados dos acervos das coleções biológicas.	55
Atividade 2. Produção e integração de dados sobre espécies	56
Atividade 3. Pesquisa em áreas ou grupos taxonômicos pouco estudados	57
Atividade 4. Repatriação da informação sobre a biodiversidade brasileira.	58
Componente 3: Desenvolvimento e consolidação do Sistema Integrado de Informação	61
Atividade 1. Desenho, desenvolvimento, manutenção e monitoramento da rede distribuída de dados sobre espécies e espécimes.	63
Atividade 2. Desenho, desenvolvimento e manutenção do sistema de preservação permanente de arquivos.	64
Atividade 3. Pesquisa e desenvolvimento de aplicativos de interesse à Rede	65
Atividade 4. Apoio à estruturação de redes temáticas	66
Atividade 5. Apoio à digitalização e à integração dos acervos à rede	67
Componente 4: Gestão	69
Produtos	73
O Catálogo da Vida - Brasil	73

Rede de dados de espécimes em coleções biológicas do Brasil	74
Banco ou rede de dados de observação em campo	74
Redes temáticas	74
Centro(s) depositário(s) de dados	75
Metas mensuráveis	77
Recomendações	79

Parte 1b – Guidelines and Strategies for the Modernization of Brazilian Biological Collections and Consolidation of Integrated Biodiversity Information Systems

Authors of studies (in alphabetic order).	83
Presentation.	85
Introduction.	89
Methodology	93
Challenges	95
Diagnosis	97
Strengths	97
Weaknesses	98
Opportunities	99
Strategy	103
Goals	105
Component 1: Strengthening of institutional capacity	107
Activity 1. Qualification of human resources in taxonomy and correlated fields and activities	107
Activity 2. Improvement of infrastructure for research and services	109
A. Zoological and botanical collections	109
B. Microbial collections	115
Component 2. Increasing the taxonomic and biogeographic knowledge base	121
Activity 1. Improvement of data quality.	121
Activity 2. Production and integration of species data	122
Activity 3. Research in less studied geographic areas or taxonomic groups	123
Activity 4. Data repatriation.	124
Component 3 - Development and consolidation of an integrated information system.	125
Activity 1. Network design, development, maintenance, and monitoring	127
Activity 2. Design, development, and maintenance of a long-term data archive	128
Activity 3. Software research and development	129
Activity 4. Support to thematic networks.	130
Activity 5. Support to digitization and integration of collections to the network	131
Component 4 - Implementation of a participative management model	133
Products.	137
The Catalog of Life – Brazil	137
Data network of specimens held at biological collections in Brazil	138
Databases or networks for field observation data.	138

Thematic networks	138
Long term data archiving center	139
Measurable goals	141
Recommendations	143

Parte 2 – Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções botânicas brasileiras com base na formação de taxonomistas e na consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade

Introdução	147
Sistemática de plantas e fungos no Brasil	151
Coleções botânicas brasileiras	155
Recursos humanos e capacidade instalada	159
Produção científica	163
Fontes de financiamento para a pesquisa e a capacitação em taxonomia vegetal no País	167
Diretrizes e estratégias para a modernização das coleções botânicas brasileiras	171
Estimativas de custo para as ações sugeridas	177
Referências bibliográficas	179

Parte 3 – Propostas de estratégias e ações para a consolidação das coleções zoológicas brasileiras

Introdução	185
Histórico	187
Mudanças visando ao desenvolvimento das coleções zoológicas brasileiras	189
Metas e ações sugeridas para a consolidação das coleções zoológicas	193
Infra-estrutura (Tabelas 1 e 4)	194
Objetivo geral	194
Meta: Recuperar e manter os acervos de coleções já estabelecidas e que necessitam de auxílio emergencial.	194
Meta: Incrementar o conhecimento faunístico, visando completar lacunas de conhecimento, tanto taxonômico quanto geográfico	195
Meta: Expandir o acervo bibliográfico nacional em taxonomia, sistemática, biogeografia e bioinformática.	196
Meta: Qualificar o material científico depositado nas coleções brasileiras.	196
Capacitação (Tabelas 2 e 4)	197
Objetivo geral	197
Meta Formar e fixar sistematas e taxônomos	197
Meta: Formar e treinar técnicos nos diversos níveis acadêmicos que tenham como objetivo o conhecimento das técnicas de coleta dos diversos grupos animais, montagem e manutenção de coleções zoológicas.	199
Meta: Promover iniciativas de atualização e intercâmbio de sistematas e taxônomos.	199
Gestão da informação (Tabelas 3 e 4)	199
Objetivo geral	199
Meta Publicar e divulgar o conhecimento científico em biodiversidade (revisões taxonômicas, manuais, listas de espécies, catálogos e guias de identificação de espécies)..	200

Meta: Informatizar os acervos e integrar os bancos de dados de coleções biológicas numa rede eletrônica nos âmbitos nacional e internacional	200
Meta: Repatriar a informação sobre a biodiversidade brasileira presente em instituições estrangeiras.	201
Meta: Disseminar o conhecimento em biodiversidade à sociedade brasileira de maneira geral com base nas coleções	201
Referências bibliográficas	209

Parte 4 – Diretrizes e estratégias para a melhoria das coleções microbiológicas brasileiras, tendo como meta a implantação e consolidação da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos no horizonte de 10 anos

Introdução	215
Panorama internacional: a transformação das coleções de serviços em centros de recursos biológicos.	217
Cenário nacional: histórico da evolução das coleções e situação atual	221
Diretrizes e estratégias para a implantação e consolidação da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos.	229
Implantação e consolidação da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos	230
Coleções de serviços com acervos abrangentes	230
Centro Depositário de Material Patentário	232
Coleções de referência com acervos especializados	233
Os critérios para a seleção das coleções de referência, destacam-se os seguintes:	233
Fortalecimento e ampliação da capacidade institucional em taxonomia microbiana	236
Estudos e eventos para subsidiar a condução do programa	237
Referências bibliográficas	239

Parte 5 – Coleções biológicas e sistemas de informação

Introdução	243
Marco legal	247
1. Cenário internacional	247
a. A Convenção sobre Diversidade Biológica	247
2010 Biodiversity Target	248
Iniciativa Global de Taxonomia (GTI)	249
Iniciativa Internacional de Polinizadores (IPI)	250
Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC)	252
b. Os movimentos <i>open source</i> , <i>open archives</i> e <i>data commons</i>	253
2. Cenário nacional	255
a. Acesso a dados	255
b. Acesso a recursos genéticos	256
Sistemas de informação sobre biodiversidade	259
1. O cenário internacional	259
a. Comissão Nacional para o Conhecimento e o Uso da Biodiversidade, México	259
b. Sistema de Información de la Diversidad Biológica y Ambiental de la Amazonía Peruana, Peru	261
c. Instituto Nacional da Biodiversidade, Costa Rica	261

d. Instituto Alexander Von Humboldt, Colômbia	262
e. Rede Interamericana de Informação sobre Biodiversidade	263
f. Global Biodiversity Information Facility	264
g. Redes temáticas	266
h. O Catálogo da Vida.	268
i. Grupo de Trabalho Internacional em Bases de Dados Taxonômicos	269
2. O cenário nacional	269
a. Ministério da Ciência e Tecnologia	270
Recomendamos ao MCT o estabelecimento de uma política clara sobre o acesso aberto a dados obtidos com financiamento público.	273
b. Ministério do Meio Ambiente	273
c. Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo	275
d. Outras iniciativas.	275
e. Infra-estrutura de comunicação.	276
4. Análise dos pontos fortes e fracos, das oportunidades e das ameaças.	279
1. Pontos fortes	280
2. Pontos fracos	280
3. Oportunidades	281
4. Ameaças.	282
Estratégia.	285
1. Atores.	285
b. Data custodians (gestores dos bancos de dados e sistemas de informação)	286
c. Usuários	286
d. Agências financiadoras	287
2. Elementos da arquitetura	287
a. Provedores de dados.	288
Alguns conceitos são importantes quando são analisados os diferentes elementos que comporão a rede. Para conectar um banco de dados ou instituição diretamente à rede como um servidor de dados, é necessário que o local tenha <i>hardware, software, conectividade</i>	288
b. Ferramentas	290
c. Sistema de preservação de dados de longo prazo (data archive).	291
3. Gestão	293
4. Produtos desejados.	296
a. O Catálogo da Vida - Brasil	297
b. Rede de dados de espécimes em coleções biológicas do Brasil	297
c. Banco ou rede de dados de observação em campo	297
d. Redes temáticas	298
e. Centros depositários de dados.	298
Linhas de apoio	299
1. Instituição gestora do sistema de informação	299
2. Rede de comunicação	300
3. Sistema de arquivo permanente de dados	300

4. Projetos especiais	301
a. Digitalização dos acervos.	301
b. Som e imagem	301
c. Digitalização de obras de referência.	302
d. Pesquisa e desenvolvimento	302
Planejamento para os próximos três anos	303
1. Primeiros três anos	303
a. Ações principais	303
1. Estudo do modelo de gestão.	303
2. Estudo de um modelo para o sistema de arquivo permanente de dados (data archiving)	303
3. Programa de digitalização de acervos	304
4. Infra-estrutura de comunicação e de rede	304
5. Programa induzido para a ampliação da rede de informação para integrar vinte coleções biológicas por ano	305
6. Projetos especiais	305
b. Custo estimativo	306
2. Planejamento de quatro a dez anos.	306
Referências bibliográficas	309
Instituições federais de ensino superior com coleções biológicas e conexão na Internet	313

Parte 1a – Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade

Coordenação geral:

Ione Egler (coordenadora geral de Políticas e Programas de Pesquisa em Biodiversidade da Secretaria de Políticas e Programas de Pesquisa e Desenvolvimento do Ministério da Ciência e Tecnologia, Seped-MCT),

Márcio de Miranda Santos (diretor-executivo do Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, CGEE) e Vanderlei Perez Canhos (diretor-presidente do Centro de Referência em Informação Ambiental, Cria).

Coordenação científica:

Ariane Luna Peixoto, Maria Regina de V. Barbosa, Mariângela Menezes e Leonor Costa Maia (Sociedade Botânica do Brasil), Rosana Filomena Vazoller (Sociedade Brasileira de Microbiologia), Luciane Marinoni (Sociedade Brasileira de Zoologia) e Dora Ann Lange Canhos (Cria).

Autores dos trabalhos

Adriano B. Kury (MN, UFRJ), Alexandre Aleixo (MPEG), Alexandre B. Bonaldo (MPEG), Alexandre Marino (Cria), Alexandre Percequillo (UFPB), Ana Lúcia da Costa Prudente (MPEG), Ana Maria Lima de Azeredo-Espin (Unicamp), Ana Odete Santos Vieira (UEL), Antônio Carlos Marques (USP), Ariane Luna Peixoto (JBRJ), Benedito Aparecido Cruz (Cria), Bernadette D. G. M. Franco (USP), Carlos A. Inácio (UnB), Carlos Eduardo de Mattos Bicudo (IB-USP), Carlos Einicker Lamas (MZUSP), Cássio van den Berg (UEFS), Célio Magalhães (Inpa), Claudia Franca Barros (JBRJ), Cristina Yoshie Umino (Cria), Denise Pinheiro da Costa (JBRJ), Dora Ann Lange Canhos (Cria), Eduardo Hajdu (MN, UFRJ), Elliot Watanabe Kitajima (Esalq), Fabiana Fantinatti-Garboggini (CBMAI), Fabiano L. Thompson (CBMAI), Fernando Costa Straube (Sociedade Fritz Müller de Ciências Naturais), Flávio Luna Peixoto (JBRJ), Gabriel Augusto Melo (UFPR), Haroldo Cavalcante de Lima (JBRJ), Hussam Zaher (IB-USP), Iara Machado (RNP), Isabel Alves dos Santos (UESC), João Lúcio de Azevedo (Esalq), Jocélia Grazia (UFRGS), Jorge A. Dergam (UFV), José Rubens Pirani (USP), Lara Durães Sette (CBMAI), Leonor Costa Maia (UFPE), Lúcia C. P. de Melo (Fundaj), Lúcia Massutti de Almeida (UFPR), Luciane Marinoni (UFPR), Luiz dos Anjos (UEL), Luiz Ricardo L. de Simone (MZ-USP), Márcia Souto Couri (MN, UFRJ), Maria Regina de V. Barbosa (UFPB), Mariângela Menezes (MN, UFRJ), Marinez Ferreira de Siqueira (Cria), Maurício Antônio Lopes (Embrapa), Michael Stanton (RNP), Mike Hopkins (Ufra), Mirna Helena Regali Selegim (UFSCar), Nelson Simões (RNP), Oswaldo Luiz Peixoto (UFRRJ), Peter Mann de Toledo (Geoma), Rafael Luis Fonseca (Cria), Reinaldo Dias Ferraz de Souza (MCT), Renato De Giovanni (Cria), Roberto Esser dos Reis (PUC-RS), Rodrigo A. Torres (UFPR), Rosana Filomena Vazoller (SBM), Sidnei de Souza (Cria), Sueli Correa Marques de Mello (Embrapa), Valéria Maia de Oliveira (CBMAI), Vanderlei Perez Canhos (Cria), Vera R. Coradin (Ibama), Wellington Luiz de Araújo (Esalq), William Wayt Thomas (NYBG), Wolmar Benjamin Wosiack (MPEG).

Brasília, março de 2006

Apresentação

A temática da biodiversidade tem recebido atenção crescente na agenda política internacional e em especial no Brasil, país que foi sede da Conferência Mundial para o Meio Ambiente e o Desenvolvimento, realizada em 1992 no Rio de Janeiro. A Conferência reuniu 176 governos, mais de 100 chefes de Estado, cerca de 10 mil delegados, e produziu uma das convenções mais desafiantes da atualidade, a Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB).

Apesar de desafiante, a Convenção sobre Diversidade Biológica recebeu adesão recorde na abertura de sua assinatura (156 países) e, em dezembro de 2005, já havia sido ratificada por 187 países e pela União Européia como bloco regional. A CDB tem três objetivos centrais: a conservação da diversidade biológica, o uso sustentável de seus componentes e a repartição justa e eqüitativa dos benefícios derivados da utilização dos recursos genéticos mediante o acesso adequado aos recursos genéticos e a transferência adequada de tecnologias.

Com esses objetivos, a CDB lança o desafio de aprimorar as ações de conservação da biodiversidade em particular em países megadiversos e que, à exceção da Austrália, são países em desenvolvimento. Enquanto aprimora a conservação da biodiversidade a CBD propõe estimular o desenvolvimento desses países estabelecendo bases de colaboração tecnológica e financeira diferenciadas com países industrializados. Para tanto a Convenção sobre Diversidade fixou uma série de princípios que representam novos paradigmas no cenário internacional.

Um dos princípios da CDB é o reconhecimento dos direitos soberanos dos países sobre seus recursos biológicos, recursos que até 1992 eram tidos com patrimônio comum da humanidade. Outro princípio relevante fixado pela CDB é de que a biodiversidade representa uma preocupação comum a todos Estados Nacionais, mas com uma responsabilidade maior por parte dos países mais industrializados sobre sua proteção, pois o seu desenvolvimento foi realizado à custa de uma sensível redução da biodiversidade existente em seus territórios. Um

terceiro princípio, de vital importância para países em desenvolvimento e que possuem reconhecida capacidade técnico-científica, como o Brasil, o México, a Malásia e a Índia; é que as estratégias de conservação *in situ*¹ devem ser complementares às estratégias de conservação *ex situ*, que envolvem a manutenção de componentes da diversidade biológica fora de seus habitats naturais, ou seja em coleções biológicas, de germoplasma, de DNA, entre outras.

O tema “coleções biológicas” tem adquirido crescente importância na atuação do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT), pois sendo centros depositários de material biológico, as coleções abrigam não só os espécimes coletados e estudados, mas também as informações associadas aos indivíduos e às populações de cada espécie. Esses dados biológicos, quando associados a dados climáticos, meteorológicos, edáficos, entre outros, são essenciais tanto para a compreensão da vida no planeta (no passado e no presente) quanto para a projeção de cenários futuros, assim como para o entendimento de padrões de mudanças da biodiversidade e de seus impactos na sociedade, decorrentes da dinâmica dos sistemas naturais ou de intervenções humanas sobre o ambiente, a exemplo do entendimento do potencial impacto de queimadas e da liberação de organismos geneticamente modificados.

As coleções biológicas também desempenham papel relevante para a de saúde pública, agropecuária e outros setores econômicos. A partir da modelagem de dados biológicos relacionados com outros dados ambientais, é possível prever o aparecimento e o alastramento de pragas agrícolas, doenças humanas e animais, o que possibilita uma maior eficácia nas ações de combate a epidemias. Informações biológicas e taxonômicas também são importantes para outros setores econômicos como, por exemplo, para a identificação de áreas apropriadas à prospecção de petróleo e à prospecção de produtos e processos para os setores industriais (como o farmacêutico, o nutricional, o alimentar, e o ambiental).

¹ Conservação *in-situ* significa a conservação de ecossistemas e habitats naturais e a manutenção e recuperação de populações viáveis de espécies em seus meios naturais e, no caso de espécies domesticadas ou cultivadas, nos meios onde tenham desenvolvido suas propriedades características

A presença cada vez mais acentuada de materiais biológicos em diversos segmentos da economia (saúde, agropecuária, meio ambiente e indústria) exige a instalação de mecanismo que ofereça a garantia de que o material biológico empregado numa atividade de pesquisa e desenvolvimento ou em cadeias produtivas corresponda à sua caracterização científica. A instalação desse mecanismo pressupõe a existência de coleções biológicas de serviço que sigam parâmetros internacionais ou, em outras palavras, sejam reconhecidas como centro de recursos biológicos, como é o caso dos centros depositários para fins patentários.

Diferentemente dos componentes de outras infra-estruturas de pesquisa - que, ao sofrer danos, podem ser substituídos até mesmo com vantagens por similares mais modernos - os componentes de acervos biológicos, uma vez deteriorados, são de difícil recuperação, pois os ambientes nos quais os espécimes foram obtidos no passado quase sempre se encontram alterados. Essa característica particular das coleções biológicas implica uma maior responsabilidade do Estado quanto à sua manutenção.

No contexto internacional, as coleções biológicas também passaram a adquirir importância crescente, uma vez que a Convenção sobre Diversidade Biológica determina que os países estabeleçam e mantenham instalações para a conservação *ex situ* e para pesquisas nas áreas vegetal, animal e de microorganismo, de preferência no país de origem desses recursos genéticos. Durante a 6ª Conferência das Partes da CBD, os países membros reconheceram que a implementação do Plano de Trabalho da Convenção dependia da superação do impedimento taxonômico, que requer uma colaboração em nível global que esteja fundamentada na capacidade técnico-científica de cada país, em especial dos megadiversos. Assim, para que essa colaboração ocorra é vital que esses países invistam e recebam apoio internacional para a ampliação e a melhoria da infra-estrutura de suas coleções biológicas.

Neste particular, o Brasil, que hospeda cerca de 20% da biodiversidade do planeta, mas detém somente 1% do acervo biológico científico do mundo, tem uma grande caminhada

à frente. Essa caminhada pode ser abreviada se o trabalho taxonômico desenvolvido com base nas coleções biológicas, receber um tratamento interdisciplinar apoiado por novas tecnologias, como, por exemplo, a biologia molecular e a informática para biodiversidade.

O advento das novas tecnologias de informática tem permitido o compartilhamento de dados digitalizados de espécimes biológicos depositados em acervos científicos internacionais, pois a prática do estudo da biodiversidade tropical era preponderantemente realizada por meio de expedições científicas realizadas por instituições científicas de países com tradição mais antiga em pesquisa. Essas tecnologias têm permitido a repatriação de informação sobre materiais biológicos, como já está sendo feito pela Darwin Initiative com a flora do Estado da Bahia, e pelo Global Biodiversity Information Facility (GBIF) em nível mundial.

A evidência da importância científica, econômica e política de o País possuir coleções biológicas bem estruturadas e gerenciadas de acordo com necessidades e parâmetros da atualidade determinou que o MCT instituisse no Plano Plurianual (PPA 2004-2007) uma ação específica para coleções biológicas denominada “Apoio à Modernização de Acervos Biológicos”. Essa ação é desenvolvida no âmbito do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), que coordena outras três ações voltadas à implantação de núcleos regionais de inventários biológicos, à indução de projetos temáticos sobre o uso sustentável da biodiversidade e ao desenvolvimento de ações estratégicas de ciência em biodiversidade.

A ação de acervos biológicos do PPBio compreende um conjunto de iniciativas, dentre elas o a manutenção e ampliação de coleções biológicas brasileiras; a digitalização de acervos nacionais e a sua interconexão por meio de tecnologias de informática aprimorando o acesso a informação e conhecimento da biodiversidade; a capacitação de taxonomistas, curadores e especialistas; a repatriação de informação e conhecimento associado à biodiversidade brasileira mantida em coleções biológicas internacionais; e o estabelecimento de diretrizes de uma política para os acervos biológicos do País.

O documento contém um conjunto de diretrizes e ações prioritárias para que as coleções biológicas brasileiras sejam apoiadas e gerenciadas para melhor atender ao avanço científico nacional e às demandas tecnológicas e de serviços do País. A sua elaboração foi coordenada pelo MCT em parceria com o Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), que, em colaboração com a Sociedade Botânica do Brasil, a Sociedade Brasileira de Microbiologia, a Sociedade Brasileira de Zoologia e o Centro de Referência e Informação Ambiental, ouviu dezenas de especialistas que redigiram documentos técnicos de subsídio à de cada área do conhecimento relacionada à biodiversidade. Esses documentos foram debatidos por especialistas acadêmicos de diferentes áreas e por setores do poder público no sentido de apontar as necessidades e as prioridades do País para a próxima década.

Esse processo de construção confere legitimidade e caráter estratégico ao documento “Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções biológicas brasileiras e a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade”, que deverá servir de orientação às políticas públicas do País para o setor de ciência e tecnologia em biodiversidade.

Luis Fernandes

Introdução

O Brasil é um território megadiverso, abrigando cerca de 15% a 20% de toda a diversidade biológica mundial, o que confere ao nosso país uma extraordinária competitividade diante de demandas ambientais e biotecnológicas, nas quais o capital natural pode gerar grandes benefícios econômicos e sociais quando bem administrado.

Os compromissos de governo assumidos e agendados durante e após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento trouxeram para os mais diferentes setores da sociedade temas até então considerados apenas no meio científico. O conhecimento, a conservação e o uso sustentável da fauna, da flora, da microbiota e do ambiente onde vivem estes organismos fazem parte desses temas. Hoje, a discussão desses temas perpassa por diferentes meios de comunicação e segmentos da sociedade, o que, ainda que desejado pelos cientistas, era impensado até a realização da CDB.

A definição de políticas e estratégias de desenvolvimento socioeconômico sustentável depende do acesso facilitado a informações. É crescente a demanda por informações técnico-científicas de qualidade no equacionamento de problemas associados, por exemplo, à liberação de organismos transgênicos no ambiente, à definição de estratégias e prioridades de conservação de áreas naturais, à adoção de medidas de contenção de espécies invasoras e pragas agrícolas, à prevenção e ao controle de doenças endêmicas, entre outros. No entanto, apesar dessa necessidade, a base de conhecimento sobre a biodiversidade brasileira ainda permanece incipiente e desagregada. As informações existentes estão dispersas e geralmente não se encontram disponíveis na forma digital, sendo prioritária a ampliação do acesso a elas.

Coleções biológicas compõem a infra-estrutura básica de suporte para o desenvolvimento científico e para a inovação tecnológica nas áreas de saúde, agricultura, biodiversidade,

meio ambiente e indústria. São bancos de materiais (espécimes ou exemplares) vivos ou preservados, associados a dados biológicos e geográficos, ferramentas imprescindíveis para o trabalho dos taxonomistas e apoio indispensável para muitas outras áreas do conhecimento. Os exemplares atestam a riqueza biológica das diversas regiões, certificam a denominação para um grupo de organismos e constituem a base de informação para análises de distribuição geográfica, diversidade morfológica, relações de parentesco e evolução das espécies, além de guardar a memória de conceitos morfológicos e taxonômicos e a maneira como esses conceitos estão sendo modificados.

Nos países desenvolvidos, as coleções biológicas estão passando por um processo de readequação tecnológica e gerencial. O principal objetivo é a incorporação de novos métodos e processos que permitam a caracterização rápida e confiável do acervo, assim como a introdução de procedimentos gerenciais com a finalidade de facilitar a rastreabilidade do processamento das amostras e das informações a elas associadas. No Brasil, a situação das coleções biológicas está muito longe de ser considerada adequada. Muitas delas se encontram em condições precárias em decorrência de infra-estrutura física inadequada e/ou da falta de recursos humanos especializados. Se mantido o quadro atual, será muito difícil para o País atender à demanda de conhecimento e de exploração sustentável do capital natural associado à diversidade de ecossistemas e à riqueza de recursos genéticos e, para os cientistas brasileiros, cumprir a missão de inventariar, descobrir e descrever a diversidade de espécies brasileiras, além de analisar, sintetizar e compartilhar o conhecimento, as informações e os dados primários oriundos desse esforço em prol da ciência e da sociedade.

É inquestionável que o fortalecimento da ciência em benefício da sociedade dependa da promoção do amplo acesso a dados e informações sobre a biodiversidade brasileira. Mesmo assim, muitas instituições, formuladores de políticas públicas e até mesmo pesquisadores se mostram reticentes quanto à disseminação de dados não sensíveis por meio do acesso livre e aberto, sem restrições, na Internet. Em princípio, dados resultantes de pesquisas financiadas

com recursos públicos são bens públicos produzidos visando ao interesse público. Podemos considerar dados sobre espécies e espécimes biológicos como bens públicos globais, críticos para a compreensão da biodiversidade em seu sentido mais amplo. Dados e informações acessíveis de forma livre e aberta promovem um maior retorno do investimento, orientam sobre a forma de aplicação dos recursos e estimulam a inovação e a decisão informada. A integração de dados abre o caminho para novas perguntas e para a inovação.

Pelo exposto, é imprescindível que sejam definidas estratégias, diretrizes e metas visando ao fortalecimento e à modernização das coleções biológicas, tendo como foco a consolidação de uma rede de informação integrada sobre a biodiversidade brasileira. A implementação das estratégias apresentadas neste documento visa responder a inúmeras questões, como, por exemplo: Quais são as espécies de organismos vivos que ocorrem no território nacional e quais são seus padrões de distribuição geográfica, já que espécies não seguem barreiras geopolíticas? Que espécies sofreram extinção no nível local diante dos processos de antropização do meio ambiente? Que variáveis ambientais controlam a ocorrência dessas espécies? Que biomas, ecossistemas ou mosaicos de paisagem concentram um grande número de espécies? Qual o grau de endemismo que essas espécies apresentam? Que potencial apresentam como bioindicadoras para a definição de áreas prioritárias à preservação da biodiversidade? Qual sua história evolutiva e como elas se relacionam filogeneticamente? Quais são as características e a composição de ecossistemas e biomas dos quais elas fazem parte? Qual sua biologia e qual seu papel ecológico e seu relacionamento com outras espécies?

Metodologia

Com o objetivo de estabelecer subsídios para um plano estratégico de fortalecimento e modernização das coleções biológicas e de consolidação de uma rede integrada de coleções biológicas no Brasil, buscou-se a parceria das sociedades científicas de botânica, zoologia e microbiologia a fim de coordenar o processo de discussão do tema em suas respectivas áreas. As sociedades buscaram especialistas na comunidade científica para tratar assuntos específicos vinculados às coleções científicas e à tecnologia de informação para a biodiversidade. Para acompanhar e avaliar a evolução dos trabalhos, estabeleceu-se um grupo de coordenação composto por um membro do MCT (Ione Egler), um membro do CGEE (Márcio de Miranda Santos), um membro do Cria (Vanderlei Perez Canhos), representantes da Sociedade Botânica do Brasil, da Sociedade Brasileira de Microbiologia e da Sociedade Brasileira de Zoologia (respectivamente Ariane Luna Peixoto, Rosana Filomena Vazoller e Luciane Marinoni) e uma especialista em sistemas de informação (Dora Ann Lange Canhos).

Visando subsidiar o processo de discussão dos diferentes temas, foram produzidos 29 documentos e notas técnicas que envolveram diretamente 67 especialistas das áreas de botânica, zoologia, microbiologia e tecnologia de informação e de comunicação. As versões preliminares dos documentos foram disponibilizadas on-line como contribuição para uma reunião preparatória no CGEE realizada em junho de 2005².

Os documentos revisados³ foram apresentados e discutidos num workshop⁴ realizado em Brasília, em julho de 2005, que contou com cerca de 80 participantes, incluindo especialistas do exterior. Em síntese, nesses documentos, foram apresentados o estado da arte das coleções biológicas no Brasil e sua inserção no cenário internacional, apontando os pontos

² Dados disponíveis em <http://www.cria.org.br/cgee/junho/>.

³ Dados disponíveis em <http://www.cria.org.br/cgee/col/documentos>.

⁴ Dados disponíveis em <http://www.cria.org.br/cgee/col>

fortes e fracos, as oportunidades e ameaças que devem ser consideradas para a definição de uma estratégia de ação no horizonte de dez anos, bem como estimativas de custos para a melhoria das coleções biológicas nacionais.

As diretrizes e as estratégias propostas foram elaboradas com base nos referidos documentos e nas recomendações consolidadas durante o workshop e as reuniões técnicas.

Os desafios

Como vencer o desafio de conhecer, conservar e usar sustentavelmente a biodiversidade brasileira, com um contingente criticamente pequeno de taxonomistas e com a maioria das coleções ainda não estruturadas para atender à crescente demanda da sociedade por serviços especializados e informações integradas?

Qualquer modificação no status atual do conhecimento sobre a biodiversidade brasileira de modo a atingir patamares mais altos já alcançados por outros países passa, essencialmente, pela consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade, pelo estabelecimento de um programa consistente e continuado de estímulo à formação de taxonomistas e de técnicos de apoio e pelo fomento à modernização da infra-estrutura e dos processos de gerenciamento das coleções biológicas.

Entre os desafios a serem considerados, destacam-se os seguintes:

- criação de uma base legal favorável, de planos de ação e de políticas governamentais com fontes de financiamento estável e de longo prazo condizentes com as necessidades inerentes ao processo de inovação científica e tecnológica e com as demandas nacionais de aumento da capacidade nacional de conhecer, conservar, acessar e usar os componentes da biodiversidade em bases sustentáveis;
- promoção da interação de especialistas, grupos de pesquisa e instituições dos setores público e privado em redes cooperativas de pesquisa e informação voltadas para a criação de uma infra-estrutura compartilhada de dados sobre espécies e espécimes, de acesso aberto e livre e para a integração e a utilização da informação obtida no passado e no presente para prever e planejar o futuro;
- promoção da disseminação da cultura de compartilhamento de dados e do conhecimento por meio de acesso público e aberto e preservação permanente de dados primários para uso no presente e no futuro;

- ampliação da capacidade de estudar, cultivar e preservar de maneira segura produtos da manipulação genética e microorganismos ainda não “cultiváveis” encontrados na natureza;
- promoção da apropriação do conhecimento sobre a diversidade biológica por tomadores de decisão e responsáveis pelo desenvolvimento e pela harmonização de políticas públicas, possibilitando a migração do modelo extrativista para um modelo de desenvolvimento com base na conservação e no uso sustentável da biodiversidade.

Diagnóstico

Considerando as variáveis críticas que podem afetar um plano de ação para a estruturação de coleções biológicas e a consolidação de um sistema integrado de informação, elaborou-se um diagnóstico de pontos fortes e fracos, oportunidades e ameaças que devem ser consideradas para aumentar as possibilidades de superação do desafio de conhecer, conservar e usar sustentavelmente a diversidade biológica brasileira. Assim, tanto os pontos fortes quanto os fracos deverão ser objeto de ações específicas no plano proposto.

Pontos fortes

As seguintes variáveis podem afetar positivamente o plano de ação:

Infra-estrutura de comunicação – O Brasil dispõe de uma rede de comunicação sólida, a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP), e parceiros estaduais, como a Academic Network at São Paulo (ANSP) e a Rede Rio, distribuída por todo o Brasil, ligando as principais instituições de pesquisa e universidades;

Acervos – A existência de coleções biológicas institucionalizadas, com acervos abrangentes e representativos da biodiversidade brasileira (biomas e taxa) e de coleções especializadas em determinados taxa ou regiões geográficas;

Capacitação – A existência de recursos humanos especializados, ainda que em número insuficiente, tanto em sistemática, ecologia e áreas afins como em informática;

Tecnologia – A existência de padrões e protocolos que viabilizam a implementação de sistemas distribuídos de dados;

Articulação – O envolvimento das sociedades científicas na discussão sobre a estruturação da rede de coleções biológicas e na implementação de um sistema aberto de disseminação de dados;

Modelos bem-sucedidos de disseminação de dados – A experiência do Programa de Pesquisas em Caracterização, Conservação e Uso Sustentável da Biodiversidade do Estado de São Paulo, denominado Biot, da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) com sistemas distribuídos de dados de acervos de coleções biológicas (Rede SpeciesLink), do Sistema de Informação de Coleções de Interesse Biotecnológico (SICol) para as coleções microbianas e da Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

Pontos fracos

As variáveis a seguir podem afetar negativamente o plano de ação.

Coleções biológicas:

- escassez de recursos financeiros para manutenção e ampliação de uma infra-estrutura adequada condizente com a importância científica dos acervos;
- ausência de políticas institucionais de longo prazo voltadas para a manutenção e a ampliação das coleções;
- informatização incipiente e ausência de um sistema de interligação em rede;
- subutilização das coleções em função dos custos e das dificuldades relacionadas ao acesso aos acervos e à consulta aos espécimes e às informações associadas;
- pouca interação com o público e serviços de extensão incipientes;
- inexistência de um centro depositário de material biológico para fins patentários.

Recursos humanos:

- carência de recursos humanos capacitados para identificação e pesquisa de determinados grupos taxonômicos (principalmente nos grupos megadiversos);
- carência de curadores devidamente capacitados na gestão de coleções biológicas;
- carência de recursos humanos de apoio técnico, tanto para auxílio na manutenção das coleções quanto no apoio às questões de informática;
- dificuldades na contratação de especialistas em projetos apoiados por agências de fomento;
- dificuldades de absorção de especialistas pelas instituições de pesquisa e ensino do País, principalmente das universidades que possuem coleções biológicas.

Infra-estrutura em informática e comunicação:

- precariedade da infra-estrutura em informática nas coleções (hardware, software, rede de comunicação).

Ausência de planejamento e articulação para a composição e o crescimento dos acervos:

- esforços de coleta concentrados em áreas de fácil acesso, com um viés espacial na representatividade da biodiversidade;
- acervos com representatividade taxonômica desproporcional;
- irregularidade na periodicidade dos esforços de coleta, com um viés temporal na representatividade da biodiversidade;
- duplicação de esforços de coleta por falta de compartilhamento de dados e informações sobre as amostras existentes nos acervos.

Infra-estrutura de dados, com ausência de um sistema ou de sistemas que possibilitem:

- o acesso a dados primários existentes nas coleções do País;
- o armazenamento e a disseminação de dados de observação;

- o armazenamento e a disseminação de listas taxonômicas;
- o arquivamento permanente de dados.

Oportunidades

Entende-se por oportunidades as variáveis externas e com potencial benéfico ao plano e que, por isso, devem ser consideradas para aumentar as possibilidades de sucesso das ações previstas. São consideradas oportunidades:

- a *megadiversidade brasileira*, incluindo seus endemismos;
- o crescimento da *demanda por produtos biotecnológicos* originados do conhecimento da biodiversidade nacional;
- a existência de *planos e programas de pesquisa nacionais de ação colaborativa* como o Plano Estratégico do Ministério da Ciência e Tecnologia (2004-2007), que inclui ações como o apoio a redes de inventários, a difusão de conhecimentos científicos e a implementação de sistema integrado de gestão da informação para cooperação internacional, o Programa de Pesquisa em Biodiversidade da Amazônia e a Rede Temática de Pesquisa em Modelagem da Amazônia (Geoma), entre outros;
- a existência de *programas geradores de dados e informações* sobre espécies e espécimes, como o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio), o Programa Antártico Brasileiro (Proantar), o Programa Piloto para Proteção das Florestas Tropicais (PPG7), o Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos da Zona Econômica Exclusiva (Revizee);
- a existência de *programas estaduais* de inventários e formação de redes de informação biológica, como o Programa Biota da Fapesp e as iniciativas em fase de estruturação nos Estados da Bahia, do Espírito Santo e do Paraná;
- a existência de *iniciativas internacionais* colaborativas como os programas da Convenção sobre Diversidade Biológica, o 2010 Biodiversity Target, o Global Taxonomy Initiative (GTI), o International Pollinators Initiative (IPI) e o Global Strategy for Plant Conservation (GSPC);

- o *desenvolvimento de padrões e protocolos* por grupos como o International Working Group on Taxonomic Databases (TDWG);
- as iniciativas voltadas à promoção do *acesso livre* e aberto a dados e informações, como Open Archives Initiative e Conservation Commons;
- os *sistemas de informação* em operação nas Américas, como a Comissão Nacional de Biodiversidade (Conabio) e a Rede Mundial de Informação sobre Biodiversidade (Remib), o Sistema de Información de la Diversidad Biologica de la Amazonia Peruana (Siamazonia), o Instituto Nacional de Biodiversidade (INBio), o SIB - Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia do Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, o New York Botanical Garden (NYBG), entre outros;
- os *resultados obtidos pelo GBIF*, tanto do ponto de vista do desenvolvimento de padrões, protocolos e ferramentas, como em relação ao número de registros de espécimes de animais, plantas, fungos e microorganismos já disponíveis na Internet, com acesso livre e aberto;
- a *legislação* quando restringe o transporte de microorganismos, o que de certa forma obriga o País a estruturar e manter coleções microbianas para ensino, pesquisa, depósitos para fins patentários, e outras aplicações nas áreas de saúde, agricultura, meio ambiente e indústria, além do avanço da legislação sobre o acesso público a dados e informações ambientais no Brasil;
- a *inovação tecnológica em informática* possibilita a constante evolução da capacidade de armazenamento, da velocidade de transmissão de dados e da quantidade de dados em rede disponíveis, e a redução dos custos certamente representa uma oportunidade na área ambiental (biótica e abiótica);
- o programa de pesquisa em *Internet avançada* – Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada (TIDIA) –, que prevê a criação de uma infra-estrutura de rede exclusivamente dedicada à pesquisa no Estado de São Paulo
- a implantação de uma *nova geração do backbone nacional*, a rede nacional educação e pesquisa de alta capacidade (RNPng), prevista para interligar dez Estados em uma rede multigigabite e o sucesso da implantação da Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas (RedCLARA) pelo Projeto América Latina Interconectada com Europa (Alice) no âmbito do Programa Alliance for the Information Society (@LIS) da Comissão Européia.

Ameaças

São consideradas ameaças algumas variáveis que influenciam o plano e podem, portanto, prejudicar a implementação das ações, determinando seu fracasso . Em relação às políticas nacionais, são consideradas ameaças:

- a inexistência de políticas governamentais permanentes de apoio a acervos científicos;
- a inexistência de uma estratégia nacional de inventários que oriente e coordene o crescimento dos acervos;
- a inexistência de políticas coordenadas interagências para a implantação e a manutenção de uma infra-estrutura de dados sobre biodiversidade (com foco em espécies e espécimes);
- a inexistência de uma política de uso e disseminação de dados e informações de acesso livre e aberto em programas de fomento das principais agências de ciência e tecnologia do País;
- a inexistência de políticas governamentais para a preservação e a disseminação de dados que já nascem digitais;
- a inexistência de políticas de longo prazo para a manutenção de banco de dados e sistemas de informação.

Quanto à legislação, consideramos como ameaças ao plano:

- a medida provisória sobre o acesso a recursos genéticos, restritiva e inadequada principalmente para a pesquisa básica sobre biodiversidade;
- a legislação de licenciamento e autorização da coleta e do transporte de material biológico, que precisa ser adequada para atender ao desafio nacional de conhecer e descrever a biodiversidade;
- a legislação internacional sobre biossegurança e a restrição cada vez maior do transporte de microorganismos, o que torna a permuta entre coleções cada vez mais complicada ou até mesmo proibitiva.

São consideradas ameaças ao plano os seguintes aspectos relacionados aos recursos humanos:

- a falta de capacitação em microinformática nos cursos de biologia e nas áreas afins;
- a inexistência de um programa nacional permanente de fomento à formação de sistematas, taxonomistas e técnicos de apoio;
- a inexistência do cargo de curador nos planos de carreira que regem as instituições de ensino e pesquisa e que possuem acervos biológicos;
- a grande dificuldade de contratação de técnicos especializadas para auxiliar na manutenção das coleções biológicas.

Estratégia

Com base no diagnóstico apresentado aqui, o plano propõe ações e o financiamento de longo prazo. Portanto, caberá ao MCT coordenar a criação de uma política inter-setorial – Ministério da Educação (MEC), Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (MDIC), Ministério do Meio Ambiente (MMA), Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Coordenação de Aperfeiçoamento Pessoal de Nível Superior (Capes), Financiadora de Estudos e Projetos (Finep), fundações estaduais de amparo à pesquisa (FAPs) – articulada com as instituições mantenedoras das coleções biológicas para garantir o volume de recursos necessários e suficientes para a estruturação e a manutenção de uma rede de coleções biológicas no País. Caberá ainda ao MCT a definição de uma política de uso e disseminação de dados e informações não sensíveis, de acesso livre e aberto na Internet.

O plano de ação parte de alguns pressupostos importantes. Um elemento-chave é o estabelecimento de parcerias. Nesse sentido, deve-se buscar a integração da Rede de Coleções Biológicas a outras iniciativas e programas que estão gerando dados sobre espécies e espécimes. Assim, espera-se contribuir para o desenvolvimento de um ambiente colaborativo entre as sociedades científica e acadêmica, os órgãos de fomento, os tomadores de decisão no governo (incluindo aqueles responsáveis pela legislação) e os representantes do terceiro setor.

Para a implementação das atividades e o alcance das metas, são parceiros estratégicos para o MCT:

- a Rede Nacional de Educação e Pesquisa, atuando no desenvolvimento e na manutenção da infra-estrutura de comunicação necessária;
- o Centro de Referência em Informação Ambiental, na transferência de know how, no acompanhamento dos trabalhos e no desenvolvimento de ferramentas, padrões e protocolos para a interoperabilidade dos sistemas de informação;

- a *instituição responsável pelo desenvolvimento* e pela manutenção do depósito de arquivos permanentes (possivelmente o Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, Ibict);
- coleções biológicas abrangentes e especializadas, atuando como provedoras de dados e usuárias do sistema;
- as sociedades científicas, como as de botânica, zoologia e microbiologia, contribuindo na priorização das ações e na avaliação dos resultados;
- o Centro de Gestão e Estudos Estratégicos, auxiliando na definição do modelo de gestão, no estabelecimento de indicadores, na avaliação dos resultados e no desenvolvimento do plano estratégico detalhado;
- as agências de fomento, os ministérios afins ao programa e as fundações de amparo à pesquisa, no co-financiamento das ações programadas.

O plano de ação orienta para o apoio à formação de recursos humanos em taxonomia, a curadoria e o apoio técnico para coleções biológicas, além de destacar a necessidade da promoção de novos avanços em taxonomia, principalmente no desenvolvimento e na adoção de novas metodologias em sistemática. Considera também a necessidade de investimentos na recuperação e ampliação da infra-estrutura física das coleções e na pesquisa em áreas pouco exploradas e em grupos taxonômicos pouco estudados.

Como produto, espera-se a implementação no País de uma infra-estrutura compartilhada de dados de espécies e espécimes de acesso livre e aberto, utilizando como base tecnológica e conceitual os modelos SpeciesLink e do GBIF.

Metas

O plano de ação tem como objetivo a apresentação de metas e atividades que culminarão na estruturação no País de um sistema compartilhado de dados primários sobre espécies e espécimes, de acesso livre e aberto, tendo como base os acervos mantidos por coleções biológicas brasileiras, integrado com os acervos no exterior. São quatro as metas identificadas:

1. fortalecimento da capacidade institucional;
2. ampliação do conhecimento taxonômico e biogeográfico;
3. consolidação de um sistema compartilhado de dados e informações sobre espécies e espécimes;
4. implementação de um modelo de gestão participativo.

Para cada meta, o plano de ação define um componente e um conjunto de atividades necessários ao alcance da meta apresentada.

Componente 1: Fortalecimento da capacidade institucional

Esse componente tem como objetivo a ampliação da capacidade taxonômica instalada no País, sendo definidas duas atividades para a consecução deste objetivo:

- capacitação de recursos humanos em taxonomia, atividades correlatas e áreas afins;
- melhoria das condições de infra-estrutura e pesquisa das coleções zoológicas, botânicas e microbiológicas.

As atividades deverão resultar em acervos mais bem gerenciados, com um quadro de recursos humanos mais fortalecido. Haverá um fortalecimento da pesquisa básica e aplicada, possibilitando o aumento do reconhecimento internacional quanto à capacidade científica e tecnológica brasileira, sensibilizando de forma mais efetiva os políticos, dirigentes e a opinião pública sobre a importância do conhecimento taxonômico.

Atividade 1. Capacitação de recursos humanos em taxonomia, atividades correlatas e áreas afins

Para ampliar a base de conhecimento da biodiversidade brasileira, é necessário aumentar o quadro de especialistas e técnicos altamente qualificados, de modo a responder adequadamente aos desafios que essa tarefa impõe. A base dessa atividade será a implementação e a manutenção de um programa para incrementar a formação e a qualificação de recursos humanos em diferentes níveis (sistematas e taxônomos, especialistas em informática para a biodiversidade e técnicos especializados em curadoria de coleções), associadas ao fortalecimento de programas de pós-graduação, bem como à ampliação de mecanismos de fomento à pesquisa sistemática e taxonômica no País.

Modalidade do apoio: fluxo contínuo

Bolsas, auxílio-viagem, cursos de treinamento.

Ações a serem apoiadas:

- consolidação do Programa de Taxonomia, visando à formação de especialistas em áreas de maior carência, fortalecendo grupos emergentes e induzindo à formação de especialistas em grupos considerados prioritários ou estratégicos;
- criação de novas possibilidades de intercâmbio em programas de treinamento de técnicos;
- disseminação do uso de novas tecnologias em sistemática;
- *promoção de cursos técnicos de especialização* em coleta, curadoria e certificação de material microbiológico, assim como de informática aplicada à biologia;
- apoio a visitas científicas de curta duração a museus e instituições com o objetivo de adquirir conhecimento taxonômico em grupos carentes de especialistas, permitindo o estágio de jovens sistematistas junto a especialistas seniores de instituições nacionais ou estrangeiras ou a estada de especialistas seniores como pesquisadores visitantes em instituições nacionais;
- apoio à participação de pesquisadores de instituições brasileiras em eventos nacionais e internacionais na área de sistemática.

Recursos complementares de ações ou programas em andamento

Essa atividade se beneficiará do Programa de Taxonomia recém-estabelecido pelo CNPq/MCT. Esse programa tem como principal objetivo estimular a formação de recursos humanos em sistemática e taxonomia, assim como o treinamento em ferramentas de biologia molecular e de bioinformática. Sua meta é promover a formação de 60 doutores na área de taxonomia no prazo de 5 anos, aumentando em 46% a capacidade instalada no Brasil, assim como apoiar a criação de novas possibilidades de intercâmbio, a disseminação de novas tecnologias em sistemática e a promoção de visitas de curta duração a museus e instituições. O MCT também vem trabalhando para a capacitação taxonômica por meio de ações inseridas no PPBio.

O Programa de Taxonomia e os recursos já alocados deverão ser considerados quando do detalhamento das ações.

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 1	
Anos 1 a 5	R\$ 50.000,000,00
Anos 6 a 10	R\$ 50.000.000,00

Atividade 2. Melhoria das condições de infra-estrutura de pesquisa e serviços

Várias instituições de ensino e pesquisa brasileiras abrigam um valioso patrimônio científico representado pelos acervos mantidos nas coleções biológicas e que necessitam de revitalização e modernização. Desse modo, será necessário dotá-las de uma infra-estrutura adequada para receber, manter e gerenciar seus acervos e as informações associadas para disseminá-las a um público amplo e para propiciar condições adequadas à realização da pesquisa taxonômica.

As coleções a serem apoiadas são aquelas que têm como missão institucional explícita a formação, conservação e o crescimento de seus acervos biológicos e que atendem, em base rotineira, à demanda de permuta de exemplares, ao intercâmbio de identificações e às solicitações dos especialistas.

O processo de seleção das coleções a serem apoiadas deve considerar a importância e a representatividade dos acervos para o País. Assim, são essenciais, por exemplo, ações de apoio às coleções com grande abrangência geográfica e/ou taxonômica. Também são estratégicas as coleções especializadas em determinados grupos taxonômicos ou região geográfica.

A meta, no entanto, é implementar um programa de fomento abrangente, em que todas as coleções sejam consideradas como importantes fontes de informação e, em princípio, estejam integradas à Rede.

A. Coleções zoológicas e botânicas

A.1. Coleções estratégicas

Adotaremos aqui o termo “coleções estratégicas” para distinguir aquelas que, pela abrangência de seus acervos, são determinantes para o sucesso da rede de coleções biológicas.

Modalidade de apoio: indução

Recomenda-se uma ação induzida de apoio que inclua a avaliação e a negociação institucionais, caso a caso, em que a aprovação do apoio será condicionada à apresentação e à aprovação de um projeto bem estruturado e com o compromisso institucional firmado.

As etapas previstas para a negociação do apoio incluem:

- a solicitação de uma proposta às coleções estratégicas com os seguintes elementos de análise: compromisso institucional; plano estratégico institucional para a coleção; compromisso de disponibilização dos dados não sensíveis na Internet, de forma livre e aberta por tempo indeterminado; plano operacional da coleção, incluindo processos de caracterização e documentação do acervo, com procedimentos que permitam o rastreamento do processamento das amostras e da informação associada; definição das etapas e das metas de digitalização e validação dos dados, com a apresentação de indicadores; definição dos recursos necessários, incluindo o processo de digitação do acervo e a validação dos dados; detalhamento da contrapartida institucional;
- a análise e a negociação da proposta;
- a assinatura do convênio de colaboração;
- o monitoramento do desenvolvimento das etapas e do alcance das metas.

Recomenda-se a realização de ações induzidas de apoio mediante as condições recomendadas anteriormente às seguintes coleções, ainda na primeira fase do programa (de 1 a 5 anos),

Coleções zoológicas (com base no critério de coleções com programas de pós-graduação consolidados, mestrado e doutorado; bibliografia especializada; com acervo superior a 500

mil exemplares e abrangência geográfica e taxonômica):

- Museu Nacional do Rio de Janeiro, com acervos abrangentes de répteis, anfíbios, aves, peixes, mamíferos, insetos e outros invertebrados (*Porifera, Cnidaria, Echinodermata, Arachnida, Myriapoda, Crustacea e Mollusca*);
- Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, com acervos abrangentes de répteis, anfíbios, aves, peixes, mamíferos, insetos, outros invertebrados (*Cnidaria, Annelida, Echinodermata, Arachnida, Myriapoda, Crustacea e Mollusca*);
- Museu Paraense Emilio Goeldi, Belém, Pará, com acervos abrangentes de répteis, aves, peixes, mamíferos, insetos, outros invertebrados (*Arachnida*);
- Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, Manaus, Amazônia, com grande diversidade grupos representantes principalmente da região amazônica;
- Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná, com a Coleção Entomológica Padre J. S. Moure, que abriga cerca de 5 milhões de exemplares entre os montados em alfinetes entomológicos e os que ainda estão estocados em álcool ou em fase de preparação, com acervo representativo em *Crustacea, Ascidiacea, Pisces e Mammalia*.

Coleções botânicas (com base no critério de coleções com mais de 100 mil espécimes e/ou representatividade regional⁵):

- Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB);
- Herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro (R);
- Herbário Maria Eneyda P. K. Fidalgo, Instituto de Botânica (SP);
- Museu Botânico Municipal da Prefeitura de Curitiba (MBM);
- Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa);
- Herbário da Universidade de Brasília (UnB);
- Herbário da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) Amazônia Oriental (IAN);

⁵ Rede Brasileira de Herbários (disponível em <http://www8.ufrgs.br/taxonomia/>).

- Herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG);
- Herbário da Universidade de São Paulo (SPF);
- Herbário da Universidade Estadual de Campinas (UEC);
- Herbário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN);
- Herbarium Anchieta, Instituto Anchietano de Pesquisas/Unisinos (Paca);
- Herbário Alarich Rudolf Holger Schultz, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul (HAS);
- Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana (Huefs);
- Herbário do Centro de Pesquisas do Cacau (Cepec);
- Herbário da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária (IPA);
- Herbário Micológico da Universidade Federal de Pernambuco (URM);
- Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais (BHCB);
- Herbário da Universidade Federal de Goiás (UFG).

Itens a serem apoiados:

- melhoria da infra-estrutura física (reforma, construção, aquisição de equipamentos, material permanente e material de consumo);
- contratação de recursos humanos (curadoria e técnicos especializados);
- implementação de novas tecnologias em sistemática (aquisição de equipamentos, material permanente, material de consumo e treinamento técnico).

Recursos complementares

Por meio do PPBio, o MCT apóia a manutenção, a ampliação e a informatização dos acervos das duas maiores coleções biológicas da Amazônia: as do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e do Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). O CNPq também investe na melhoria nas condições de infra-estrutura das coleções por intermédio dos editais, com

recursos de fundos setoriais. Recentemente, foi lançado o edital CTBiotec/MCT/CNPq n. 021/2005 para a seleção pública de projetos, visando à organização e à dinamização de plataformas institucionais para manutenção, melhoria e ampliação das coleções biológicas de interesse para a pesquisa biotecnológica e para a conservação da biodiversidade brasileira. Como resultado desse edital, oito projetos foram contratados. Outra fonte de recursos complementares são as Fundações de Apoio à Pesquisa (FAPs).

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 2.A.1 (20 COLEÇÕES RECEBENDO UM APOORTE FINANCEIRO MÉDIO DE R\$ 500 MIL/ANO)	
Anos 1 a 5:	R\$ 50.000.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 50.000.000,00

A.2. Coleções de interesse especial

Também é importante priorizar o apoio a coleções que direcionam seus acervos para determinados temas de interesse, definidos com base em grupos taxonômicos ou biomas, ou ainda àqueles que, mesmo com poucos recursos, obterão resultados em curto prazo.

Modalidade de apoio: indução e edital

Há coleções cujos acervos são reconhecidamente importantes para determinados grupos taxonômicos ou biomas e que podem ser identificadas previamente de forma estratégica para ações induzidas de apoio. No caso de coleções ainda não identificadas, sugerimos a elaboração de editais com o objetivo claro de digitalização e disponibilização de dados integrados à rede na Internet.

As etapas previstas para o oferecimento de apoio incluem:

- seleção dos temas de interesse de acordo com as demandas, considerando as iniciativas internacionais e avaliando as necessidades do Brasil (polinizadores, organismos marinhos – como Revizee e a rede Ocean Biogeographic Information System (Obis) –, espécies indicadoras de condições ambientais, espécies exóticas introduzidas, entre outros);

- contato com instituições e pesquisadores-chave responsáveis pelas coleções previamente identificadas como detentoras de acervos de interesse, sendo dada prioridade àquelas instituições que possuam em seu quadro taxonomistas voltados para o estudo dos grupos-alvo do projeto a ser apoiado;
- lançamento de editais para a digitalização e a disponibilização de dados não sensíveis na Internet de forma integrada à Rede.

As propostas (seja por ação induzida ou por meio de edital) deverão apresentar os seguintes elementos de análise:

- compromisso institucional (incluindo a contrapartida);
- plano estratégico institucional para a coleção (desejável);
- compromisso de disponibilização dos dados não sensíveis na Internet, de forma livre e aberta por tempo indeterminado;
- plano operacional da coleção, incluindo processos de caracterização e documentação do acervo, com procedimentos que permitam o rastreamento do processamento das amostras e da informação associada;
- definição das etapas e metas de digitalização, com a apresentação de indicadores;
- definição dos recursos necessários para o processo de digitalização do acervo (*hardware, software, recursos humanos*);
- análise e negociação da proposta ou do edital;
- assinatura do convênio de colaboração;
- monitoramento do desenvolvimento das etapas e do alcance das metas.

No caso das coleções que estamos classificando como de interesse especial, é importante estabelecer um convênio em que a instituição explicita o compromisso de manter a coleção em condições adequadas a longo prazo ou, no caso de não ter mais interesse ou capacidade de fazê-lo, de transferir o acervo para uma coleção capaz de efetivar essa manutenção.

Recursos complementares

Os recursos complementares indicados para a atividade 2.A.1 também se aplicam a essa atividade.

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 2.A.2 (20 COLEÇÕES RECEBENDO UM APORTE FINANCEIRO MÉDIO DE R\$ 30 MIL/ANO)	
Anos 1 a 5:	R\$ 30.000.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 30.000.000,00

B. Coleções microbiológicas

As coleções microbiológicas têm características bastante diferenciadas das coleções botânicas e zoológicas: são centros de recursos biológicos trabalhando com material vivo e abrigam a matéria-prima biológica para o desenvolvimento da biotecnologia. Dessa forma, questões muitas vezes não tratadas nas coleções zoológicas ou botânicas, como biossegurança, patentes, controle de qualidade e pureza das linhagens, devem ser consideradas no plano de ação de forma a promover:

- a implantação de uma rede integrada de coleções estratégicas, prestadoras de serviços especializados e do centro depositário de material patentário;
- a consolidação de uma rede complementar de coleções de referência.

B.1. Coleções estratégicas prestadoras de serviços especializados

O plano de ação visa apoiar a implantação e a consolidação de coleções com acervos abrangentes, nas áreas de saúde, agropecuária, indústria e meio ambiente e metrologia e patentes, com nítido perfil e mecanismos adequados para a prestação de serviços especializados e o fornecimento de material biológico certificado. O plano prevê a implantação de até quatro coleções de serviço de forma integrada com o estabelecimento do Centro

Depositário de Material Patentário e do Sistema de Avaliação da Conformidade de Material Biológico, financiados com recursos complementares do MDIC e do Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi).

Modalidade de apoio: indução

Recomenda-se uma ação induzida de apoio que inclua a avaliação e a negociação institucionais, caso a caso, em que a aprovação do apoio dependerá da apresentação de um projeto bem estruturado com compromisso institucional firmado.

As ações previstas para a negociação do apoio incluem:

- solicitação de propostas a instituições estratégicas com os seguintes elementos de análise: compromisso institucional; plano estratégico para a implantação e a consolidação da coleção de serviço institucional; compromisso de disponibilização dos dados não sensíveis na Internet, de forma livre e aberta por tempo indeterminado; plano operacional da coleção, incluindo processos de caracterização e documentação do acervo, com procedimentos que permitam o rastreamento do processamento das amostras e da informação associada; definição das etapas e metas de digitalização e validação dos dados, com a apresentação de indicadores; definição dos recursos necessários; detalhamento da contrapartida institucional;
- análise e negociação da proposta;
- assinatura do convênio de colaboração;
- definição de critérios de avaliação e desempenho;
- acompanhamento dos trabalhos e avaliação dos resultados.

Considerando o escopo de atuação temática e o potencial para a prestação de serviços especializados, recomenda-se o envio de cartas consultas às seguintes instituições:

- Fundação Oswaldo Cruz (saúde);
- Embrapa (agropecuária);

- Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e Coleção Brasileira de Microrganismos de Ambiente e Indústria (CBMAI) (indústria e meio ambiente);

Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e Banco de Células do Rio de Janeiro (BCRJ) (saúde, banco de células humanas e animais).

Ações a serem apoiadas:

- melhoria da infra-estrutura física (reforma, construção, aquisição de equipamentos, material permanente e material de consumo);
- contratação de recursos humanos (curadoria e técnicos especializados);
- implementação de novas tecnologias em sistemática (aquisição de equipamentos, material permanente, material de consumo e treinamento técnico);
- apoio ao aperfeiçoamento, especialização da equipe e participação em eventos nacionais e internacionais.

Ações e recursos complementares

O plano estratégico visa à consolidação de competências complementares por meio de um processo de articulação entre o MCT, o MDIC, o Inpi e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro), envolvendo as coleções estratégicas de serviço. Caberá ao Inpi designar e apoiar a implantação de um centro depositário de material biológico para fins patentários, em cumprimento à Lei de Propriedade Industrial. Este centro deverá utilizar as instalações especiais do Inmetro em Xerém, Rio de Janeiro. O processo envolve também o apoio à capacitação do Inmetro em metrologia aplicada à biotecnologia e será proporcionado pelo Inpi/MDIC.

Considerando o aspecto de suporte à inovação tecnológica da rede de coleções de serviço, a atividade deverá ser proposta como ação transversal junto aos fundos setoriais, em especial os fundos verde-amarelo, de biotecnologia e do agronegócio. As coleções apoiadas pelo programa deverão apoiar tecnicamente o Inmetro e o Inpi na condução de atividades

requeridas para a consolidação do centro depositário de material patentário e do programa de metrologia em biologia.

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 2.B.1 (4 COLEÇÕES RECEBENDO UM APORTE FINANCEIRO MÉDIO DE R\$ 500 MIL/ANO)	
Anos 1 a 5:	R\$ 10.000.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 10.000.000,00

B.2. Coleções especializadas de referência

São consideradas coleções especializadas de referência as coleções com acervos de alta relevância para o sistema nacional de controle epidemiológico e vigilância sanitária, além daquelas com acervos relevantes para estudos taxonômicos.

Modalidade de apoio: edital

Ações a serem apoiadas:

- ampliação e melhoria das atividades de rotina da coleção (preservação, estoque e manutenção, controle de qualidade e distribuição);
- ampliação do acervo;
- ampliação e melhoria dos serviços especializados prestados a terceiros (serviços de identificação, preservação, etc.);
- documentação e informatização das atividades de rotina;
- elaboração de um plano estratégico;
- certificação e credenciamento (ISO Guia 25).

Critérios de seleção:

- compromisso institucional;

- tamanho, composição (grupos taxonômicos) e representação geográfica do acervo;
- nível de preservação e organização do acervo;
- grau de utilização do acervo (institucional e por terceiros): pesquisas científicas, educação e prestação de serviços especializados nos últimos 5 anos;
- natureza dos serviços prestados pela coleção;
- taxa de crescimento do acervo nos últimos 5 anos;
- grau de documentação e informatização do acervo;
- equipe;
- produção acadêmica.

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 2.B.2 (10 COLEÇÕES RECEBENDO UM APORTE FINANCEIRO MÉDIO DE R\$ 150 MIL/ANO)	
Anos 1 a 5:	R\$ 7.500.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 7.500.000,00

Componente 2: Ampliação da base do conhecimento taxonômico e biogeográfico

A ampliação da base de conhecimento sobre biodiversidade envolve as seguintes atividades:

- melhoria da qualidade aos dados dos acervos;
- produção e integração de dados sobre espécies;
- indução de pesquisa em áreas ou grupos taxonômicos pouco estudados;
- repatriação de informação sobre a biodiversidade brasileira depositada no exterior.

Atividade 1. Melhoria da qualidade aos dados dos acervos das coleções biológicas

Nesse sentido, são necessários estudos visando à qualificação taxonômica dos acervos (redução do número de espécimes não identificados e aumento da confiabilidade das identificações) e à validação dos dados referentes aos registros de cada lote/espécime, envolvendo processos de análise de qualidade (integridade, consistência e estrutura), limpeza (correções), além de georreferenciamento.

As coleções, principalmente as microbiológicas, precisam também implementar sistemas que possam garantir a rastreabilidade do processamento das amostras, desde a origem até a sua distribuição.

Modalidade de apoio: edital

Sugere-se o lançamento de editais em que deverão ser apoiadas ações como:

- avaliação e melhoria da qualidade dos dados e das informações associadas aos acervos (nomenclatura, georreferenciamento, etc.);
- estabelecimento de programas de visitas de curta duração de especialistas convidados às coleções para identificação de material;
- incorporação de técnicas avançadas de taxonomia e sistemática;
- treinamento no uso de informática na gestão de coleções (entrada de dados e controle de qualidade).

Recursos complementares

As duas primeiras ações já contam com a aplicação de recursos de apoio às coleções do PPBio, mas com uma abrangência restrita (Inpa e MPEG).

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 1	
Anos 1 a 5:	R\$ 3.500.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 3.500.000,00

Atividade 2. Produção e integração de dados sobre espécies

Além dos dados sobre espécimes alimentados pelas coleções científicas, o País precisa desenvolver bancos de dados sobre espécies.

Modalidade de apoio: edital

Sugere-se o lançamento de editais em que deverão ser apoiadas ações como:

- identificação, organização e disponibilização das informações secundárias em taxonomia (digitalização de catálogos, *checklists*, revisões taxonômicas, etc.);
- elaboração e disponibilização de chaves de identificação e guias de campo dos diversos grupos taxonômicos para divulgação *on-line*;

- estruturação do Catálogo de Nomes de Espécies da Biota Brasileira *on-line*.

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 2	
Anos 1 a 5:	R\$ 2.500.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 2.500.000,00

Atividade 3. Pesquisa em áreas ou grupos taxonômicos pouco estudados

O incremento na produção de revisões sistemáticas será uma conseqüência natural do programa de capacitação em taxonomia. No entanto, a ampliação do conhecimento taxonômico necessita não só do aumento no número absoluto de revisões sistemáticas, mas também da indução de:

- estudos sobre os grupos taxonômicos sobre os quais se tem pouco conhecimento ou para os quais existem poucos especialistas no País;
- coletas e pesquisas em áreas pouco estudadas;
- indução da aplicação e desenvolvimento de novas técnicas metodológicas em taxonomia e sistemática;
- isolamentos e caracterização taxonômica e tecnológica de microorganismos.

A identificação de lacunas (tanto taxonômicas quanto geográficas) será facilitada a partir do desenvolvimento da rede distribuída de dados, quando essas análises poderão ser realizadas com base na infra-estrutura compartilhada de dados *on-line*.

Modalidade de apoio: edital

Sugere-se o lançamento de editais em que deverão ser apoiadas ações como:

- análise de lacunas geográficas e do conhecimento taxonômico da diversidade da flora, fauna e microbiota brasileira;
- indução ao desenvolvimento de estudos de grupos taxonômicos considerados prioritários ou estratégicos;
- indução ao desenvolvimento de estudos em áreas consideradas prioritárias ou estratégicas;
- indução da aplicação e desenvolvimento de novas técnicas metodológicas em taxonomia e sistemática.

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 3	
Anos 1 a 5:	R\$ 10.000.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 10.000.000,00

Atividade 4. Repatriação da informação sobre a biodiversidade brasileira

A necessidade de repatriação dos dados sobre a biodiversidade brasileira existentes em coleções, museus e herbários no exterior é indiscutível. A identificação dos mecanismos pelos quais se fará a repatriação será refinada durante o processo de detalhamento da proposta.

Modalidade de apoio: edital

Sugere-se o lançamento de editais em que deverão ser apoiadas atividades como:

- realização de reuniões técnicas em coordenação com as sociedades científicas para a definição de grupos taxonômicos e instituições e do modelo de repatriação da informação sobre a biodiversidade brasileira presente em instituições estrangeiras;
- repatriação da informação sobre “tipos” e material relevante para estudos taxonômicos e aplicações (fotos digitais, dados de etiquetas e cadernos de campo).

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 4	
Anos 1 a 5:	R\$ 10.000.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 10.000.000,00

Componente 3: Desenvolvimento e consolidação do Sistema Integrado de Informação

A arquitetura proposta para o sistema integrado de informação apresentada no documento Coleções Biológicas e Sistemas de Informação⁶, se baseia nas ferramentas hoje disponíveis. O plano estratégico tem de ser dinâmico, adequando-se à evolução tecnológica e à evolução do próprio programa quando implementado. A meta é estabelecer uma infra-estrutura compartilhada de dados, de acesso livre e aberto, na qual o autor ou provedor mantém total domínio e controle sobre os seus dados.

O desenho proposto para a rede está representado na figura 1.

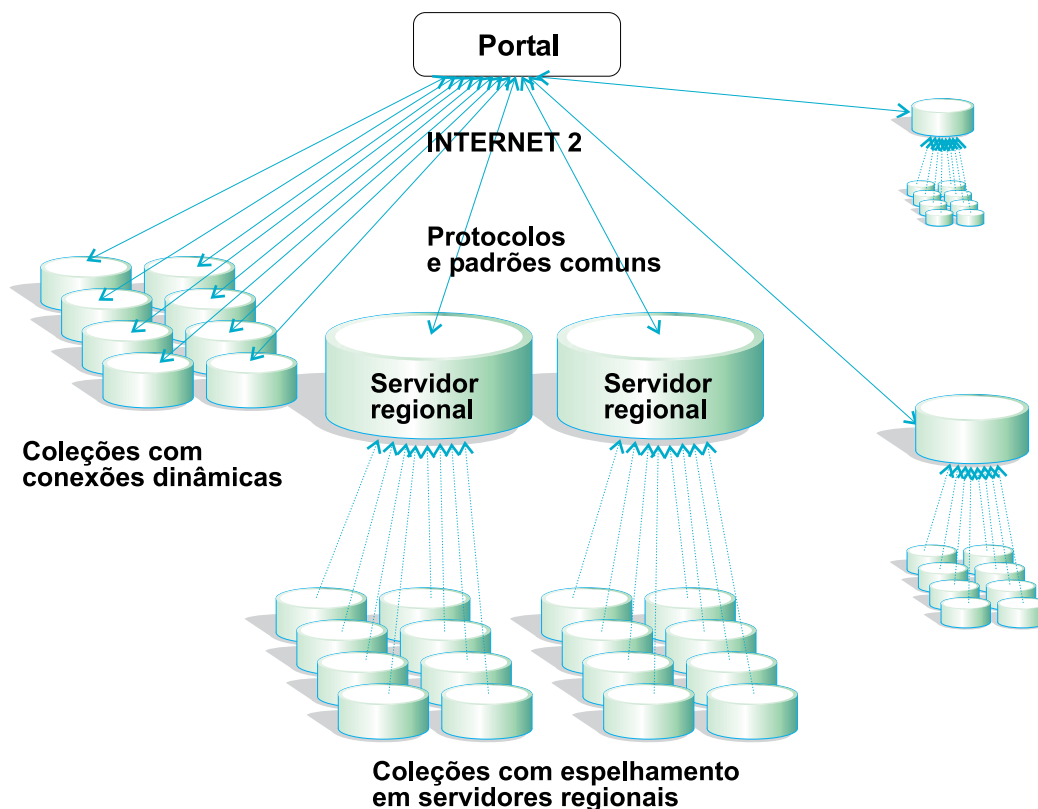


Figura 1. Diagrama do sistema de dados

⁶ Coleções Biológicas e Sistemas de Informação (disponível em http://www.cria.org.br/cgee/documentos/6cgeemct_informacao.doc).

O portal é responsável pela interface com o usuário: entende a demanda por dados, envia as buscas (queries) aos provedores (providers), recebe as respostas e as apresenta ao usuário. O servidor regional faz a interface com as coleções, espelhando os seus dados. Nele também é instalado o provider (software responsável pela interface com o portal), que recebe os comandos do portal, realiza a busca e devolve a resposta. O data commons space é o elemento da rede onde pesquisadores ou grupos de pesquisa podem “depositar” os seus dados como “área de compartilhamento de dados digitais”, são bancos de dados alimentados via Internet que servem como um depósito para dados sobre espécies (como dados de observação e dados taxonômicos). Os serviços Web são aplicativos desenvolvidos para o uso e a visualização dos dados e das ferramentas de interesse para os provedores de dados. Por fim, o sistema de preservação de dados é onde pesquisadores, grupos de pesquisa e coleções podem depositar os seus dados para preservação permanente.

A arquitetura da rede a ser desenvolvida deverá ser essencialmente distribuída, tanto no que tange aos provedores de dados como também os desenvolvedores de aplicativos, que no diagrama estão esquematizados como “serviços Web”. O portal também poderá ser múltiplo. O esquema traz um único portal para evidenciar uma rede que consiga agregar todos os dados e sistemas de interesse para a temática biodiversidade. No entanto, se bem desenhado, podem existir inúmeros portais com a mesma estrutura de dados como base, atendendo diferentes públicos-alvo.

É importante ressaltar que, por “dados”, entendemos qualquer tipo de representação da informação em forma digital, como, por exemplo, textos, números, imagens, sons e mapas. As atividades desse componente incluem:

- desenho, desenvolvimento, manutenção e monitoramento da rede distribuída de dados sobre espécies e espécimes;
- desenho e desenvolvimento do sistema de preservação permanente de arquivos;

- pesquisa e desenvolvimento de aplicativos de interesse à rede;
- desenvolvimento de redes temáticas;
- apoio à digitalização e à integração dos acervos à Rede.

Atividade 1. Desenho, desenvolvimento, manutenção e monitoramento da rede distribuída de dados sobre espécies e espécimes

O desenho da rede partirá da experiência de implementação da rede SpeciesLink do Programa Biota/Fapesp. A ampliação da rede para viabilizar a inclusão de coleções de todo o País requer o envolvimento da RNP no processo de integração física dos provedores de dados com o portal.

Modalidade de apoio: indução

Recomenda-se uma ação induzida envolvendo o Cria e a RNP para a implementação da rede com abrangência nacional num curto espaço de tempo. Com o Cria, uma organização da sociedade civil de interesse público (Oscip)⁷, a sugestão é o estabelecimento de um termo de parceria (entre o MCT e o Cria) expressando claramente as tarefas e obrigações, separando as essenciais das recomendadas. O termo “de parceria” seria avaliado anualmente, e o não-cumprimento das obrigações essenciais ou a falta de interesse por parte do Cria em manter o sistema on-line implicaria a imediata transferência do sistema e de bancos de dados associados para uma instituição determinada pelo MCT ou pelo Conselho do Programa.

A RNP, uma organização social (OS)⁸, já possui um contrato de gestão com o MCT e com o MEC. A sugestão é a inclusão das tarefas e obrigações referentes à manutenção dos servidores regionais junto aos recursos necessários no contrato de gestão existente.

⁷ Organização da Sociedade Civil de Interesse Público (disponível em www.mj.gov.br/snj/oscip/).

⁸ Organização Social.

As seguintes ações são necessárias:

- desenvolvimento contínuo dos diferentes componentes da rede (portal, provider, servidor regional, data commons space);
- instalação e manutenção dos servidores regionais nos pontos de presença da RNP;
- integração de coleções na rede (estudo do software de gerenciamento local, da estrutura de bancos de dados, mapeamento dos campos para o padrão da rede – hoje seria o DarwinCore –, treinamento local e teste);
- pesquisa e desenvolvimento contínuo para acompanhar a evolução da tecnologia de comunicação e informação;
- manutenção do sistema;
- monitoramento.

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 1	
Anos 1 a 5:	R\$ 10.000.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 10.000.000,00

Atividade 2. Desenho, desenvolvimento e manutenção do sistema de preservação permanente de arquivos

A instituição responsável pela manutenção do sistema terá de acompanhar a evolução da mídia de armazenamento e eventualmente migrar os dados para uma mídia e um software mais apropriados. Assim, fica evidente a impossibilidade de se arquivar absolutamente tudo para sempre, sendo também importante a existência de uma comissão de alto nível (estabelecida em consulta à comunidade científica), que possa contribuir para o estabelecimento de prioridades garantindo a manutenção permanente de acervos importantes.

Modalidade de apoio: indução

Recomendamos que seja feita uma ação induzida junto a uma instituição capacitada para cumprir este mandato. A sugestão é contatar o Ibict, que tem como missão institucional “contribuir para o avanço da ciência, da tecnologia e da inovação tecnológica do País por intermédio do desenvolvimento da comunicação e informação nessas áreas”. O Ibict nasceu com a função de promover a criação e o desenvolvimento dos serviços especializados de bibliografia e documentação. Acreditamos que o trabalho de catalogação e manutenção de um arquivo permanente de bancos de dados sobre espécies e espécimes exija a competência estatutária do Ibict, que é uma unidade de pesquisa do MCT, podendo esse mandato ser incluído no Plano Plurianual do Ministério.

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 2	
Anos 1 a 5:	R\$ 2.500.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 2.500.000,00

Atividade 3. Pesquisa e desenvolvimento de aplicativos de interesse à Rede

Além das ferramentas necessárias para a integração dos dados, como padrões e protocolos para a interoperabilidade de sistemas, o desenvolvimento contínuo de aplicativos é importante para melhorar a qualidade e facilitar a síntese, a análise e a visualização de dados sobre biodiversidade.

Ferramentas de data cleaning que conseguem identificar registros “suspeitos” (normalmente em relação ao nome ou à coordenada geográfica) são aplicativos essenciais para auxiliar o trabalho de curadoria de uma coleção. Ferramentas de validação taxonômica ou de georreferenciamento são apenas mais dois exemplos de aplicativos que podem auxiliar na melhoria da qualidade dos dados.

Do ponto de vista do usuário, também existe um leque de aplicativos como a visualização espacial dos dados e a construção de modelos e cenários futuros. Trata-se de uma atividade permanente cuja dinamicidade depende da competência das equipes de desenvolvedores e da interação dessas equipes com os provedores de dados e os usuários da Rede.

É importante que o desenvolvimento seja realizado sempre que possível utilizando sistemas abertos em ambiente colaborativo, como o source forge ou a Incubadora Virtual mantida pela Fapesp⁹.

Modalidade de apoio: edital

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 3	
Anos 1 a 5:	R\$ 2.500.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 2.500.000,00

Atividade 4. Apoio à estruturação de redes temáticas

Além da infra-estrutura compartilhada de dados sobre espécies e espécimes, é importante o desenvolvimento de redes temáticas, seguindo a tendência mundial. Possíveis temas que já poderiam ser trabalhados incluem: o Herbário Virtual, polinizadores, peixes, organismos Marinhos e as coleções microbianas.

Modalidade de apoio: edital

Recursos complementares

⁹ Incubadora Virtual da Fapesp (disponível em <http://incubadora.fapesp.br/>).

Já existem iniciativas como a rede Obis que, com recursos da Alfred P. Sloan Foundation, está estruturando a Obis da América do Sul com a participação do Brasil, da Argentina e do Chile. Também para coleções microbianas, a Finep vem financiando o SICol.

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 4	
Anos 1 a 5:	R\$ 2.000.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 2.000.000,00

Atividade 5. Apoio à digitalização e à integração dos acervos à rede

Componente 1: Fortalecimento da capacidade taxonômica do País, que inclui como atividade a melhoria da infra-estrutura de coleções biológicas. Nesse componente da rede de informação, é importante inserir uma linha de apoio à digitalização de acervos e à integração de coleções na rede de compartilhamento de dados. Esses recursos se destinariam principalmente às coleções menores, de ensino e pesquisa, que, no primeiro momento, não são o principal alvo do plano de ação.

Modalidade de apoio: fluxo contínuo

Recomendamos uma linha de apoio à demanda espontânea para a aquisição de equipamentos básicos de informática e para a concessão de bolsas para digitação e validação de dados.

RECURSOS ESTIMADOS PARA A ATIVIDADE 5 (VALORES DA ORDEM DE R\$ 5.000.000,00 POR PROJETO)	
Anos 1 a 5:	R\$ 5.000.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 5.000.000,00

Componente 4: Gestão

O desenvolvimento de mecanismos que possibilitem uma gestão eficiente das atividades e ações propostas é fundamental para o planejamento, a coordenação e a avaliação do trabalho desenvolvido. Assim, visualizamos uma gestão coordenada, tendo à frente o MCT com o estabelecimento de termos de parceria, contratos e convênios com as principais instituições da rede e um conselho científico com representantes das instituições e das sociedades de botânica, zoologia e microbiologia, que deverá definir as prioridades, monitorar o desenvolvimento dos trabalhos e reavaliar e redefinir, quando necessário, as estratégias (Figura 2).

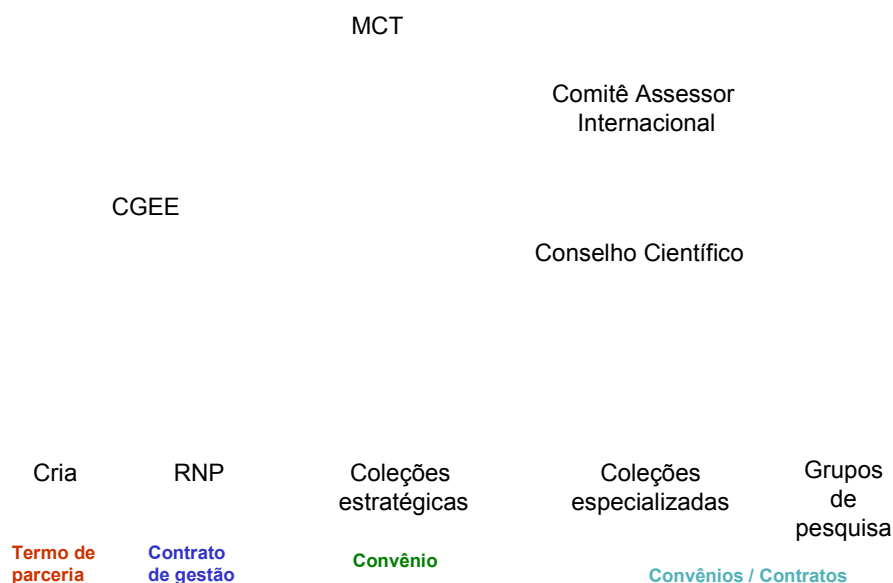


Figura 2. Articulação do MCT com os diferentes atores da rede

Recomenda-se que o MCT estabeleça uma coordenação para as ações de articulação com os diferentes componentes da rede, para o lançamento de editais e o estabelecimento dos termos de parceria, dos convênios e dos contratos.

O Conselho Científico será composto por representantes do MCT, das sociedades científicas, das coleções, da RNP e do Cria. Ao Conselho Científico, caberá avaliar o resultado dos trabalhos e definir as linhas de ação prioritárias, tornando dinâmico o planejamento estratégico.

Outro elemento importante é o processo de avaliação. Nesse sentido, o processo interno de avaliação poderá ser coordenado pelo CGEE, que acompanharia os processos de gestão e a evolução dos indicadores, analisando ainda os recursos aplicados diante dos resultados obtidos. Seria importante também instituir um processo de avaliação com especialistas do exterior por meio de um comitê assessor internacional, que poderia focar sua atenção na estratégia e nos resultados obtidos.

RECURSOS ESTIMADOS	
Anos 1 a 5:	R\$ 2.500.000,00
Anos 6 a 10:	R\$ 2.500.000,00

Resumo dos custos

Componentes e atividades	Valores em R\$ 1.000			%
	Anos 1-5	Anos 6-10	Total	
Componente 1: Fortalecimento da capacidade institucional	147.500	147.500	295.000	77
Atividade 1. Capacitação de recursos humanos em taxonomia e atividades correlatas	50.000	50.000	100.000	34
Atividade 2. Melhoria das condições de infra-estrutura e pesquisa	97.500	97.500	195.000	66
A. Coleções zoológicas e botânicas	80.000	80.000	160.000	54
A.1. Coleções estratégicas	50.000	50.000	100.000	
A.2. Coleções especializadas	30.000	30.000	60.000	
B. Coleções microbiológicas	17.500	17.500	35.000	12
B.1. Coleções estratégicas	10.000	10.000	20.000	
B.2. Coleções especializadas	7.500	7.500	15.000	
Componente 2. Ampliação do conhecimento taxonômico e biogeográfico	18.500	18.500	37.000	10
Atividade 1. Agregar qualidade aos dados dos acervos das coleções biológicas	3.500	3.500	7.000	19
Atividade 2. Produção e integração de dados sobre espécies	2.500	2.500	5.000	14
Atividade 3. Pesquisa em áreas ou de grupos taxonômicos pouco estudados	10.000	10.000	20.000	54
Atividade 4. Repatriação da informação sobre a biodiversidade brasileira	2.500	2.500	5.000	14
Componente 3: Desenvolvimento de um mecanismo facilitador para a integração on-line de dados sobre espécies e espécimes no Brasil	22.000	22.000	44.000	12
Atividade 1. Desenho, desenvolvimento, manutenção e monitoramento da rede distribuída de dados sobre espécies e espécimes	10.000	10.000	20.000	45
Atividade 2. Desenho e desenvolvimento do sistema de preservação de longo termo dos dados	2.500	2.500	5.000	11
Atividade 3. Pesquisa e desenvolvimento de aplicativos de interesse à rede	2.500	2.500	5.000	11
Atividade 4. Apoio à estruturação de redes temáticas	2.000	2.000	4.000	9
Atividade 5. Apoio à digitalização e à integração dos acervos à rede	5.000	5.000	10.000	23
Componente 4. Gestão	2.500	2.500	5.000	1
TOTAL	190.500	190.500	381.000	100

Produtos

O produto principal será a rede compartilhada de dados de coleções biológicas com seus acervos estruturados, servindo de infra-estrutura para atividades de pesquisa e educação, alimentando um sistema de informação na Internet de acesso livre e aberto. As diferentes coleções e a rede terão, assim, condições de prover diversos produtos às comunidades científicas, nacional e internacional, aos legisladores ambientais e ao terceiro setor, trazendo novas oportunidades e benefícios para a sociedade em geral.

O Catálogo da Vida - Brasil

Um produto importante da rede é uma listagem das espécies de animais, plantas, fungos e microorganismos do Brasil, denominada de Catálogo da Vida, referenciada por espécimes em coleções. O Catálogo eletrônico de nomes será fundamental para realizar buscas integradas sobre a biodiversidade brasileira, minimizando os custos em vários campos da ciência, da tecnologia e da inovação que utilizam animais, plantas, fungos e microorganismos ou mesmo parte deles. Também será essencial para atualizar a nomenclatura taxonômica, propiciando o uso de nomes aceitos, sinônimos e nomes comuns e ainda corrigindo possíveis erros de digitação.

O Catálogo da Vida é uma iniciativa internacional que tem como meta a organização e a disseminação digital de uma lista taxonômica escrutinizada de espécies biológicas. O projeto está sendo coordenado pelo Species 2000, em parceria com o Integrated Taxonomic Information System (Itis), e conta com a contribuição de vários pesquisadores. A versão de 2005 do Catálogo da Vida contém informações sobre mais de 500 mil nomes de espécies. Lista também os nomes comuns e a distribuição geográfica de algumas dessas espécies. Portanto, em função da sua megadiversidade, a contribuição do Brasil poderá ser significativa.

Rede de dados de espécimes em coleções biológicas do Brasil

No escopo do Programa Biota/Fapesp, o Brasil desenvolveu uma rede de dados de acervos de coleções científicas: a rede *speciesLink*. A expansão e o desenvolvimento contínuo dessa rede com o estabelecimento de novas parcerias, tanto de coleções quanto desenvolvedores, possibilitarão, em pouco tempo, a criação de uma rede nacional.

Banco ou rede de dados de observação em campo

Dados de observação em campo necessitam de um tratamento diferenciado. Como muitos desses dados resultam de projetos de curta duração realizados por pesquisadores individualmente, grupos de pesquisa ou até organizações não-governamentais, seria importante prover algum sistema para o depósito, a manutenção, a preservação, a recuperação e a disseminação desses dados em escala global. Esta é a idéia do *data commons space*, fornecendo infra-estrutura, tecnologia e mão-de-obra especializada gratuita para pesquisadores que queiram depositar os seus dados para acesso livre e aberto. Em São Paulo, temos a experiência do sistema desenvolvido para o Programa Biota/Fapesp, o Sistema de Informação Ambiental do Biota (SinBiota)¹⁰.

Redes temáticas

Ao mesmo tempo que a existência de sistemas mais abrangentes de dados é importante, também parece interessante desenvolver redes temáticas para que haja uma especificidade maior e um refinamento das informações dos diferentes grupos taxonômicos. No Brasil,

¹⁰ Sistema de Informação Ambiental do Biota (disponível em <http://sinbiota.cria.org.br/>).

existem vários grupos organizados em associações científicas que poderiam se articular para desenvolver tais redes. Somente para citar um exemplo, há a Sociedade Botânica do Brasil, que já possui em sua estrutura as comissões de herbários e da Flora do Brasil e que eventualmente poderia auxiliar na articulação, na elaboração de uma estratégia e na avaliação dos trabalhos.

Existem também projetos já articulados como a rede Obis, que, com recursos da Alfred P. Sloan Foundation, estrutura a Obis da América do Sul com a participação do Brasil, da Argentina e do Chile. Também para coleções microbianas, a Finep vem financiando o SICol.

Centro(s) depositário(s) de dados

É também importante planejar a estruturação de um sistema para o depósito de dados como garantia para a recuperação de acervos digitais no longo prazo. Paralelamente, se pode fazer uma remessa de obras impressas à Biblioteca Nacional para assegurar a preservação da memória gráfica brasileira. Tem-se, portanto, como produto do programa, um sistema de depósito e preservação de dados digitais por prazo indeterminado.

Metas mensuráveis

Propomos como estratégia a ser desenvolvida com recursos de um programa de dez anos coordenado pelo MCT:

- a digitalização de 100% dos acervos das coleções estratégicas que se comprometerem a disseminar os dados de seus acervos de forma livre e aberta na Internet;
- a digitalização de 100% dos acervos das coleções de interesse a programas governamentais;
- a inclusão de todas as coleções públicas ou privadas, que têm interesse em disponibilizar os seus dados de maneira livre e aberta na rede de dados on-line.

COMPONENTE	ATIVIDADE	META 5 ANOS	META 10 ANOS	
Componente 1: Fortalecimento da capacidade taxonômica do País	Atividade 1. Capacitação de recursos humanos em taxonomia e atividades correlatas	50 taxonomistas formados em grupos de maior carência	50 taxonomistas formados em grupos de maior carência	
		30 cursos técnicos de especialização oferecidos com o treinamento de 150 profissionais	30 cursos técnicos de especialização oferecidos com o treinamento de 150 profissionais	
		30 estágios realizados envolvendo 150 profissionais	30 estágios realizados envolvendo 150 profissionais	
	Atividade 2. Melhoria das condições de infra-estrutura de pesquisa e serviços			
	A. Coleções Zoológicas e Botânicas			
	1. Coleções Estratégicas	10 coleções botânicas e 10 coleções zoológicas com boa qualidade de manutenção de seus acervos	40 coleções botânicas e 40 coleções zoológicas com boa qualidade de manutenção de seus acervos	
	2. Coleções biológicas de interesse especial	10 coleções botânicas e 10 coleções zoológicas com boa qualidade de manutenção de seus acervos	40 coleções botânicas e 40 coleções zoológicas com boa qualidade de manutenção de seus acervos	
	B. Coleções Microbianas			
1. Coleções estratégicas prestadoras de serviços especializados	4 coleções de serviço com acervos abrangentes e 1 centro depositário de material biológico para fins patentários	4 coleções de serviço consolidadas como centros de recursos biológicos e 1 autoridade internacional de depósito para fins patentários		
2. Coleções especializadas de referência	10 coleções especializadas estabelecidas no país	10 coleções de referência consolidadas e acreditadas		

Componente 2: Ampliação do conhecimento taxonômico e biogeográfico	Atividade 1. Agregar qualidade aos dados dos acervos das coleções zoológicas e botânicas	50% dos espécimes devidamente identificados e catalogados	90% de espécimes devidamente identificados e catalogados
	Atividade 2. Produção e integração de dados sobre espécies	Catálogos de nomes de espécies que ocorrem no Brasil <i>on-line</i> para 50% dos grupos taxonômicos, incluindo 3 catálogos de nomes de espécies nas áreas de microbiologia ambiental, saúde e agrícola	Catálogos de nomes de espécies que ocorrem no Brasil <i>on-line</i> para 100% dos grupos taxonômicos, incluindo 5 catálogos nas áreas de microbiologia de saúde ambiental, industrial agrícola e de alimentos
	Atividade 3. Pesquisa em áreas ou grupos taxonômicos pouco estudados	Pesquisas em 60 grupos taxonômicos e/ou áreas insuficientemente conhecidas	Consolidação dos resultados de pesquisas realizadas /pessoas formadas nos 60 grupos taxonômicos /áreas anteriormente definidos
	Atividade 4. Repatriação da informação sobre a biodiversidade brasileira	40% das informações depositadas em coleções do exterior, disponibilizadas <i>on-line</i>	80% das informações depositadas em coleções do exterior, disponibilizadas <i>on-line</i>
Componente 3: Desenvolvimento de um mecanismo facilitador para a integração <i>on-line</i> de dados sobre espécies e espécimes no Brasil	Atividade 1. Desenho, desenvolvimento, manutenção e monitoramento da rede distribuída de dados sobre espécies e espécimes	Rede distribuída <i>on-line</i> com 150 acervos integrados	Rede distribuída <i>on-line</i> com 300 acervos integrados
	Atividade 2. Desenho e desenvolvimento do sistema de preservação de longo termo dos dados	Sistema de preservação de longo termo de dados em operação	
	Atividade 3. Pesquisa e desenvolvimento de aplicativos de interesse à rede	Serviços Web disponíveis para: produção de mapas, modelagem, data cleaning	Serviços Web disponíveis para a integração de dados de diferentes áreas do conhecimento
	Atividade 4. Apoio à estruturação de redes temáticas	3 redes temáticas em operação	10 redes temáticas em operação
	Atividade 5. Apoio à digitalização e à integração dos acervos à rede	5 milhões de registros <i>on-line</i>	10 milhões de registros <i>on-line</i>
Componente 4: Gestão		Elaboração de um documento e constituição da Rede Interativa de Gestão das coleções biológicas pertencentes ao Programa Nacional de Coleções Biológicas	

Recomendações

Os documentos identificaram necessidades que não são objeto direto de uma ação do plano estratégico, mas se configuram como recomendações explícitas que devem ser consideradas pelo governo federal. Desse modo, recomenda-se:

- organizar uma agenda de discussão entre agências de fomento federais e estaduais e a comunidade científica, visando à consolidação de uma política para o desenvolvimento das coleções que leve em consideração a necessidade de integração e coordenação de projetos de pesquisa, especialmente os relacionados às atividades de inventários biológicos e os de interesse biotecnológico, bem como a necessidade de dotar as coleções de uma infra-estrutura compatível com a sua importância estratégica no estudo da biodiversidade;
- aderir ao GBIF como membro participante;
- estabelecer no MCT uma política clara sobre o acesso aberto a dados gerados com financiamento público;
- desenvolver mecanismos para que todo projeto apoiado pelo MCT e suas agências, gerando dados sobre espécies ou espécimes, tenha em sua proposta um componente de estruturação e disseminação de um banco de dados ou do depósito de dados numa fonte de acesso público;
- revisar a Medida Provisória sobre o acesso a recursos genéticos de forma a promover e não coibir a coleta de material biológico para atividades de pesquisa;
- envolver, nas ações de apoio a coleções biológicas, os órgãos de fomento científico estaduais, coordenando e racionalizando as prioridades e a utilização de recursos financeiros;
- promover a adoção, no âmbito institucional, de políticas e diretrizes voltadas para as coleções biológicas. As instituições detentoras de coleções devem ser estimuladas a criar políticas ou diretrizes claras de suporte às coleções que estão sob sua guarda, de modo a evitar a perda do material existente e da informação associada por descaso ou falta de recursos, provendo a manutenção adequada;
- estabelecer, de forma integrada entre os órgãos competentes – especialmente o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) e Ministério da

Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) –, as atribuições de competência sobre regulamentações legais acerca do funcionamento das coleções e dos processos envolvidos nesse funcionamento, bem como estabelecer regulamentos claros e responsáveis;

- estabelecer o Centro Depositário de Material Biológico para fins patentários no País;
- criar o cargo de curador nas instituições públicas de ensino e pesquisa;
- fornecer condições de absorção dos taxônomos e sistematas que venham a se formar no País.

A guarda da coleção, como patrimônio no qual cada exemplar é único e insubstituível, deve ser a principal tarefa das instituições que detêm esses acervos e dos órgãos que as mantêm. Entretanto, o futuro das coleções biológicas depende, em grande parte, da sua habilidade de absorver e adaptar novas metodologias e tecnologias e compreender as demandas já manifestas pela sociedade. A mudança de paradigma das coleções depende também de uma política governamental voltada aos acervos biológicos, com investimentos apropriados e permanentes.

As incongruências e os conflitos nas estratégias adotadas por diferentes setores de governo, visando aos inventários de biodiversidade em áreas naturais, especialmente em unidades de conservação (UCs), vêm dificultando ou até mesmo inviabilizando o desenvolvimento de pesquisas básicas e essenciais para o avanço do conhecimento sobre a biota e os ecossistemas brasileiros. Isto é contraditório, tendo em vista que, entre as prioridades das UCs e dos órgãos que as administram, estão expressas as necessidades de conhecimento e monitoramento da biodiversidade. Também são pouquíssimas as fontes de fomentos específicas e desburocratizadas que priorizam projetos de inventários e que reconhecem como prioritário para a conservação o enriquecimento de coleções científicas com exemplares colecionados de acordo com padrões preestabelecidos.

Parte 1b – Guidelines and Strategies for the Modernization of Brazilian Biological Collections and Consolidation of Integrated Biodiversity Information Systems

General Coordination

Ione Egler, General Coordinator for Policies and Programs of Research in Biodiversity, SEPED, MCT

Márcio de Miranda Santos. Executive Director – CGEE

Vanderlei Perez Canhos. President Director – Cria

Scientific Coordination

Botanical Society of Brazil: Ariane Luna Peixoto, Maria Regina de V. Barbosa, Mariângela Menezes, Leonor Costa Maia

Brazilian Society of Microbiology: Rosana Filomena Vazoller

Brazilian Society of Zoology: Luciane Marinoni

Reference Center in Environment Information: Dora Ann Lange Canhos

Authors of studies (in alphabetic order)

Adriano B. Kury (MN, UFRJ), Alexandre Aleixo (MPEG), Alexandre B. Bonaldo (MPEG), Alexandre Marino (Cria), Alexandre Percequillo (UFPA), Ana Lúcia da Costa Prudente (MPEG), Ana Maria Lima de Azeredo-Espin (Unicamp), Ana Odete Santos Vieira (UEL), Antônio Carlos Marques (USP), Ariane Luna Peixoto (JBRJ), Benedito Aparecido Cruz (Cria), Bernadette D. G. M. Franco (USP), Carlos A. Inácio (UnB), Carlos Eduardo de Mattos Bicudo (IBSP), Carlos Einicker Lamas (MZUSP), Cássio van den Berg (UEFS), Célio Magalhães, INPA, Claudia Franca Barros (JBRJ), Cristina Yoshie Umino (Cria), Denise Pinheiro da Costa (JBRJ), Dora Ann Lange Canhos (Cria), Eduardo Hajdu (MN, UFRJ), Elliot Watanabe Kitajima (ESALQ), Fabiana Fantinatti-Garboggini (CBMAI), Fabiano L. Thompson (CBMAI), Fernando Costa Straube (Sociedade Fritz Müller de Ciências Naturais), Flávio Luna Peixoto (JBRJ), Gabriel Augusto Melo (UFPR), Haroldo Cavalcante de Lima (JBRJ), Hussam Zaher (IBUSP), Iara Machado (RNP), Isabel Alves dos Santos (UESC), João Lúcio de Azevedo (ESALQ), Jocélia Grazia (UFRGS), Jorge A. Dergam (UFV), José Rubens Pirani (USP), Lara Durães Sette (CBMAI), Leonor Costa Maia (UFPE), Lúcia C. P. de Melo (FUNDAJ), Lúcia Massutti de Almeida (UFPR), Luciane Marinoni (UFPR), Luiz dos Anjos (UEL), Luiz Ricardo L. de Simone (USP), Márcia Souto Couri (MNUFRJ), Maria Regina de V. Barbosa (UFPA), Mariângela Menezes (MN, UFRJ), Marinez Ferreira de Siqueira (Cria), Maurício Antônio Lopes (Embrapa), Michael Stanton (RNP), Mike Hopkins (UFPA), Mirna Helena Regali Seleglim (UFSCar), Nelson Simões (RNP), Oswaldo Luiz Peixoto (UFRJ), Peter Mann de Toledo (GEOMA), Rafael Luis Fonseca (Cria), Reinaldo Dias Ferraz de Souza (MCT), Renato De Giovanni (Cria), Roberto Esser dos Reis (PUCRS), Rodrigo A. Torres (UFPR), Rosana Filomena Vazoller (SBM), Sidnei de Souza (Cria), Sueli Correa Marques de Mello (Embrapa), Valéria Maia de Oliveira (CBMAI), Vanderlei Perez Canhos (Cria), Vera R. Coradin (IBAMA), Wellington Luiz de Araújo (ESALQ), William Wayt Thomas (NYBG), Wolmar Benjamin Wosiack (MPEG).

Brasilia, March, 2006

Presentation

The theme “biodiversity” has lately received growing attention from the international political agenda as well as in Brazil, where the United Nations Conference on Environment and Development (UNCED) was held (Rio de Janeiro, 1992). This Conference had 176 participating governments, more than 100 chiefs of state, and nearly 10 thousand delegates. This conference produced one of the most challenging conventions of modern times, the Convention on Biological Diversity (CBD), which was signed by 156 countries. Until December 2005, 187 countries and the European Union, as a regional block, have ratified it.

CBD has three main objectives: the conservation of biological diversity; the sustainable use of its components; and the fair and equitable sharing of the benefits arising out of the utilization of genetic resources, including measures for appropriate access and technology transfer. With these objectives, CBD challenges nations to improve conservation practices, mainly mega-diverse countries, which, with the exception of Australia, are developing countries. At the same time that conservation is promoted, development is stimulated, as the convention established the basis for technological and financial collaboration with industrialized countries. In order to achieve this, CBD sets a series of principles that represent new paradigms in the international scenario.

One of CBD’s principles is the recognition of countries’ sovereign rights over their biological resources – resources that until 1992 were considered a common heritage of humanity. Another relevant principle determined by CBD, is that biodiversity is a common concern to all National States. However, the responsibility for its protection is greater in the case of more industrialized countries, as their development was achieved at the cost of a remarkable decrease of biodiversity in their territories. A third principle of vital importance for developing countries with technical and scientific capacity (such as Brazil, Mexico, Malaysia, and India), is that complementary strategies must be developed both *in*

*situ*¹ and *ex situ*. This means maintaining species outside of their natural habitats, that is, in biological collections and germplasm banks.

The theme “biological collections” has become increasingly important in activities carried out by the Ministry of Science and Technology (Ministério da Ciência e Tecnologia, MCT). As repositories of biological material, collections do not only hold specimens that have been collected and studied, but also information associated to individuals and populations. Primary biological data, when associated to climatic, meteorological, or edaphic data are essential for understanding both past and present life in our planet, and for modeling future scenarios. The models help understand changes in biodiversity patterns and its impact on society due to the dynamics of natural systems or to human intervention, such as fires and the release of genetically modified organisms.

Biological collections are key to public health, agriculture and livestock, as well as in other socio-economic activities. The development of models using environmental data is a tool that can be used to predict the occurrence and spreading of agricultural pests and human and animal diseases, which consequently allows the adoption of more effective measures. Biological and taxonomic information are also critical for a number of economic activities, such as the identification of appropriate areas for oil prospection and bioprospecting for industrial applications (pharmaceutical, nutritional, dietary, environmental, and other products).

The ever-increasing presence of biological materials in several segments (health, agriculture and livestock, environment, and industry) demands the establishment of mechanisms that guarantee that the materials employed in research and development activities or in productive chains correspond to their scientific characterization. The establishment of this mechanism requires specialized service collections that follow international standards.

¹ In situ conservation means the conservation of ecosystems and natural habitats and its maintenance and the recovery of viable populations of species in their natural environment and, in the case of domesticated or cultivated species, in the environment where they have developed their typical features.

Differently from components of other types of infrastructure for research – that when damaged can be substituted sometimes even with advantages for other more modern options – components of biological collections once deteriorated are difficult to recover, as the environment from which they originated might not exist anymore. This unique characteristic implies in a greater responsibility of the State in their maintenance.

The Convention on Biological Diversity determines that countries must establish and maintain facilities for ex situ conservation and research of plants, animals, and microorganisms, preferably in their countries of origin. During the 6th CBD Conference of the Parties, country members recognized that the implementation of the Convention's strategic plan depends on overcoming the taxonomic impediment, which requires global collaboration based on each country's technical and scientific capacity, especially mega-diverse countries. Therefore, to enable this collaboration, it is vital, that these countries invest and receive international support to increase and improve the infrastructure of their biological collections.

Brazil hosts about 20% of the planet's biodiversity, but has only 1% of the voucher material deposited in scientific collections worldwide. This can change if taxonomic work receives an interdisciplinary treatment supported by new technologies, such as, for example, molecular biology and biodiversity informatics.

Recent developments of information and communication technology are bringing new possibilities to share data and information on biological specimens. Historical holdings were collected at a time when studies on tropical biodiversity were carried out mainly by European countries. Emerging technologies allow the repatriation of biodiversity information. Two examples of international efforts in this field are the Darwin Initiative, with the flora of the State of Bahia, and the Global Biodiversity Information Facility – GBIF.

The scientific, economic, and political importance of having well-structured biological collections, determined the establishment of a specific action in Brazil's Pluriannual Plan (PPA

2004-2007). The action “Support for Modernization of Biological Collections” is being carried out within the scope of the Research Program in Biodiversity (PPBio) of the Ministry of Science and Technology. The program also focuses on implementation of regional centers for biological inventories, support to thematic projects on sustainable use of biological resources, and development of strategic actions of science in biodiversity. PPbio has a series of initiatives specific to biological collections including: support to its maintenance and expansion; digitization and dissemination of information through distributed systems; training of taxonomists, curators, and specialists; repatriation of data and information; and the establishment of policies for biological collections in the country.

This document contains a set of guidelines and actions that support biological collections’ development to increase their capacity to meet the growing demands for information and specialized services, this way helping to promote national scientific development. The elaboration of this document was coordinated by the Ministry of Science and Technology with the partnership of the *Centro de Gestão e Estudos Estratégicos* [Management and Strategic Studies Center]. The effort was carried out in collaboration with the Botanical Society of Brazil, Brazilian Society of Microbiology, Brazilian Society of Zoology, and the Reference Center on Environmental Information. Experts were invited to prepare technical documents to support the discussions associated with the improvement of biological collections and the enhancement of the biodiversity knowledge base. Academic specialists and experts from different fields and sectors of the government discussed these documents in order to indicate needs and priorities for the next decade.

This process confers legitimacy and strategic character to the document: “Guidelines and Strategies for the Modernization of Brazilian Biological Collections and Consolidation of Integrated Biodiversity Information Systems”, and it shall serve as a guide for the country’s public policies for the sector of science and technology in biodiversity.

Luis Fernandes

Introduction

Brazil is a mega-diverse country that holds 15 to 20% of the world's biological diversity. This gives the country an extraordinary competitiveness when facing environmental and biological demands. Its natural resources, if properly managed, can generate great social and economic benefits.

Government commitments to the Convention on Biological Diversity (CDB) require the involvement of sectors of society in issues that before were only considered in scientific circles. The knowledge, conservation, and sustainable use of biological diversity (fauna, flora, microbiota, and the environment where these organisms live) are some of these issues.

The definition of policies and strategies for sustainable socio-economic development depends on the facilitated access to information. There is an increasing need for technical and scientific information to address emerging environmental problems, such as the release of transgenic organisms in the environment, the definition of strategies and priorities for the conservation of natural areas, the adoption of measures for the contention of agriculture pests, the prevention and control of endemic diseases, among others. In spite of this need, the Brazilian knowledge base on biodiversity remains incipient and disaggregated. The existing information is dispersed, and as a rule, is not available in digital format. Changing this situation and increasing access to information is a priority.

Biological collections are the supporting infrastructure for underpinning scientific development and technological innovation in health, agriculture, biodiversity, environment, and industry. They are repositories of live and preserved material (specimens, strains, and samples), associated to biological and geographic data. They are key to taxonomic work and indispensable infrastructure for several fields of knowledge. The specimens attest the biological wealth of regions, certify the denomination of a group of organisms, and represent

the information base for analysis of geographic distribution, morphological diversity, and evolution of species. They document morphological features and taxonomical concepts and how these concepts were modified.

In developed countries, biological collections are going through a technical and management transformation. New methods and processes that allow rapid and reliable characterization of samples are being incorporated, as well as new management procedures to facilitate tracking sample processing. In Brazil, biological collections are still far from adequate. Many collections are in precarious conditions due to inadequate physical infrastructure and/or lack of specialized human resources. If the capacity Brazilian collections remains unchanged, it will be very difficult for the country to respond to the demand for knowledge that would lead to a more sustainable use of its natural resources. It will also be very difficult for Brazilian scientists to accomplish their mission to discover, describe, and catalogue species; and to analyze, synthesize and share primary data, information, and knowledge derived from this effort, for the benefit of science and society.

It is unquestionable that the strengthening of science to benefit society depends on the promotion of broad access to data and information on Brazilian biodiversity. In spite of its importance, there are institutions responsible for the development of public policies and researchers reticent in disseminating non-sensitive data through free and open access systems on the Internet. As a principle, data generated from research with public resources, are of public interest and can be considered public goods. We can consider that data on biological species and specimens are global public goods that are critical for the comprehension of biodiversity in its broader sense. Free and open access to data and information promotes a higher return of investments made and can help direct new investments and new research developments. Data integration opens possibilities for new questions and innovation.

Therefore, there is a critical need for the development of strategies, guidelines and goals aiming at strengthening and modernizing biological collections, and establishing an in-

tegrated information network on Brazilian biodiversity. The implementation of the action plan proposed in this document targets at answering a number of questions such as: What species occur in Brazil and what are their geographic distribution patterns? What species were extinct due to environmental anthropogenic processes? What are the environmental variables that control the occurrence of these species? Which biomes, ecosystems, or landscapes concentrate a large number of species? What is the degree of endemism? What is their potential as indicators to be used in the definition of priority areas for biodiversity preservation? What is their evolutive history and how do they relate phylogenetically? What are the characteristics and composition of ecosystems and biome to which they belong? What are their biology and their ecological role and their relationship with other species?

Methodology

The development of the action plan was carried out in consultation with the Scientific Societies of Botany, Zoology and Microbiology. A coordination team was established to follow and assess the work. Members of this team were Ione Egler, from the Ministry of Science and Technology (Ministério da Ciência e Tecnologia, MCT), Marcio de Miranda Santos, from the Management and Strategic Studies Center (Centro de Gestão e Estudos Estratégicos CGEE), Vanderlei Perez Canhos, from the Reference Center on Environmental Information (Centro de Referência em Informação Ambiental, Cria), Ariane Luna Peixoto, representing the Botanical Society of Brazil (Sociedade Botânica do Brasil, SBB), Rosana Filomena Vazoller, representing the Brazilian Society of Microbiology (Sociedade Brasileira de Microbiologia, SBM), Luciane Marinoni, representing the Brazilian Society of Zoology (Sociedade Brasileira de Zoologia, SBZ), and Dora Ann Lange Canhos (specialist on on-line information systems).

Sixty-seven specialists in botany, zoology, microbiology, and information and communication technology were involved in the preparation of twenty-nine documents and technical notes to support the discussion process. A preparatory meeting to analyze and discuss the documents and set up future steps of the project was held at CGEE, in June 2005. A workshop² was held in Brasilia in July 2005, to present the background documents³ and discuss an action plan. About 80 specialists from Brazil and abroad attended the meeting and contributed with their experience and ideas.

² Workshop program, presentations and list of participants are available at <http://www.cria.org.br/cgee/col>.

³ Documents are available in Portuguese at <http://www.cria.org.br/cgee/col/documentos>.

The state of art of biological collections in Brazil and their insertion in the international scenario are presented in the documents that were produced. They highlight strengths and weaknesses, opportunities and threats to be considered in the definition of the 10-year action plan. The documents also included cost estimates.

The guidelines and plan proposed were produced based on the previously mentioned documents and on the recommendations presented during the workshop and technical meetings.

Challenges

How to overcome the challenges associated with conservation and utilization of Brazil's biodiversity in a sustainable manner, with a critically small team of taxonomists, and with most collections not yet structured to meet the growing demands for information and specialized services?

In order to address problems associated with the improvement of the biodiversity knowledge base, the following actions must be carried out:

- establishment of an integrated information system with focus on biodiversity;
- establishment of a consistent and continued training program for taxonomists and technicians;
- modernization of infrastructure and management processes of biological collections.

To bridge the existing gaps, the following activities should be undertaken:

- Create a favorable legal environment together with an action plan and government policies to secure stable and long-term funding;
- Promote cooperative initiatives involving experts, research groups and institutions (national and international) of both public and private sectors;
- Disseminate the culture of data sharing through free and open access systems and secure the permanent preservation of data archives to be used in the present and future;
- Increase the capacity to study, cultivate and preserve, in a safe manner, products derived from genetic manipulation including not yet "cultivated" microorganisms;
- Promote the appropriation of knowledge in biological diversity by decisions makers;
- Migrate from an unsustainable to a sustainable development model based on the conservation and sustainable use of biodiversity.

Diagnosis

To propose an action plan it is necessary to consider the critical variables that can affect the process to modernize biological collections and consolidate an integrated information system. Strengths and weaknesses, opportunities and threats that must be considered to increase the possibility of overcoming the challenge to know, conserve and use Brazil's biodiversity in a sustainable manner were identified. Strengths and weaknesses shall be subject to specific actions in the proposed plan.

Strengths

The following variables can affect the action plan positively:

Infrastructure for communication: Brazil has a solid communication network, the National Education and Research Network (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, RNP) and its state partners as the Academic Network at São Paulo (ANSP) and the Rio Network (Rede Rio), distributed throughout Brazil and connecting the main research institutions and universities;

Collections: the existence of institutionalized biological collections, with comprehensive holdings of Brazilian biodiversity (biome and taxa) and specialized collections in certain taxa or geographic regions;

Qualification: the existence of specialized human resources (although in insufficient number) in systematics, as well as in ecology and information technology;

Technology: the existence of standards and protocols that make the implementation of distributed data systems possible;

Articulation: the involvement of scientific societies in the discussion about the structure of

the biological collections' network and in the implementation of an open system for data dissemination;

Successful models of data dissemination: the experience of the Biota/Fapesp program in the development of a distributed system for the integration of biological collections' data (speciesLink network), the information system SICol for microbial collections, and the Global Biodiversity Information Facility (GBIF).

Weaknesses

The following variables may affect the action plan negatively:

Biological Collections:

- Limited funding for maintenance and development;
- Lack of long-term institutional policies;
- Incipient information technology infrastructure and absence of a local network system;
- Sub-utilization of collections due to lack of access to holdings;
- Low interaction with the public and incipient extension services;
- Nonexistence of a depository center of biological material for patenting purposes.

Human Resources:

- lack of qualified human resources for identification and research of certain taxonomic groups;
- Insufficient number of qualified curators;
- lack of technicians (collection maintenance and informatics);
- Difficulties in hiring specialists through projects supported by funding agencies;

- Difficulties that research and educational institutions have in hiring specialists.

Infrastructure in informatics: Unreliability of the collections' infrastructure (hardware, software, local network)

Lack of planning and articulation in establishing a collection and planning its growth:

- Concentrated efforts to collect in areas of easy access, leading to a spatial bias in the representativeness of biodiversity;
- Holdings with disparate taxonomic representation;
- Irregular periodicity in collecting efforts causing a temporal bias in the representativeness of biodiversity;
- Duplication of collecting efforts due to lack of data and information sharing.

Data infrastructure – lack of a system or systems that would allow:

- Access to existing primary data in biological collections;
- Storage and dissemination of observation data;
- Storage and dissemination of taxonomic lists; and,
- Permanent data archive.

Opportunities

Opportunities are external variables that potentially can benefit the plan and therefore must be taken into consideration. The following opportunities were identified:

Brazil's *mega-diversity*, including its endemism.

The growth of the *demand for biotechnological products* based on national biodiversity knowledge.

The existence of *national research plans and programs and of collaborative activities* such as:

- Strategic Plan of the Ministry of Science and Technology (2004-2007) that includes support to inventory networks, dissemination of scientific knowledge and implementation of an integrated information management system for international cooperation;
- Biodiversity Research Program (PPBio); and,
- Thematic Research Network in Modeling of the Amazon (GEOMA), among others.

Programs that generate data and information about species and specimens, such as Probio, PROANTAR, PPG7, Revizee, among others.

State programs on inventories and on the development of biological information networks, such as the program Biota/Fapesp and those under development in the states of Bahia, Espirito Santo and Parana.

The existence of collaborative *international initiatives* such as:

- Thematic programs and cross-cutting issues of the Convention on Biological Diversity, as the 2010 Biodiversity Target, the Global Taxonomy Initiative (GTI), the International Pollinators Initiative (IPI) and the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC);
- The development of standards and protocols by groups such as the Taxonomic Database International Working Group (TDWG);
- Initiatives concerned with the promotion of free and open access to data and information such as Open Archives Initiative and Conservation Commons;
- Existing information systems in the Americas, such as the Comisión Nacional para el Conocimiento y uso de la Biodiversidad, Conabio's Sistema Nacional de Información sobre Biodiversidad de México, the Sistema de información de la diversidad biológica y ambiental de la Amazonía Peruana (Siamazonia), Instituto Nacional de Biodiversidad (INBio) from Costa Rica, the Sistema de Información sobre Biodiversidad de Colombia from the Instituto de Investigaciones de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, The New York Botanical Garden Virtual Herbarium, among others;

- The results obtained by the Global Biodiversity Information Facility (GBIF), concerning the development of standards, protocols and tools, as well as the number of specimen records of animals, plants, fungi, and microorganisms that are already freely and openly available on the Internet.

Legislation. Increasing restrictions concerning the transportation of microorganisms can be seen as an opportunity, as it obliges the country to organize and maintain microbial collections. The existing legislation on public access to environmental data and information in Brazil is also an opportunity.

Innovation in informatics. The constant evolution in storage capacity, data transmission speed, and decrease in costs are certainly opportunities in the environmental field (biotic and abiotic).

Communication Network.

- The advanced Internet research program, TIDIA (Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada – [Information Technology in the Development of Advanced Internet]), aims at creating a network infrastructure dedicated exclusively to research in the State of São Paulo;
- The implementation of the new generation of the national backbone, RNPng, that will connect ten states through a multigigabit network;
- The successful implementation of the RedCLARA - Cooperación Latino Americana de Redes Avanzadas [Latin American Cooperation of Advanced Networks] - by the ALICE Project – *America Latina Interconectada com Europa* [Latin America Interconnected with Europe] – within the Program Alliance for the Information Society (@LIS) of the European Commission.

Threats

Threats are interpreted as variables that influence the plan and can hinder the implementation of actions and determine the plan's failure.

Regarding *National Policies*, the following are considered threats:

- Lack of permanent governmental policies to support scientific collections;
- Lack of a national strategy for inventories that may help guide and coordinate the growth of the collections;
- Lack of coordinated policies between agencies for the implementation and maintenance of a biodiversity data infrastructure, focusing on species and specimens;
- Lack of a policy for open and free dissemination and use of data and information of the main funding agencies of Science & Technology in the country;
- Lack of governmental policies for the preservation and dissemination of data that is originally digital;
- Lack of long-term policies for the maintenance of databases and information systems.

Regarding legislation, the following were considered threats to the plan:

- the legislation on access to genetic resources that is restrictive and inadequate, especially for basic research on biodiversity;
- inadequate legislation concerning the authorization to collect and transport biological material for research purposes;
- international legislation on biosafety and the restriction for transportation of microorganisms is becoming stricter, which makes exchange between collections more complicated or even prohibitive.

The following aspects related to *Human Resources* were considered threats to the plan:

- Lack of training in basic informatics in biology courses and correlated areas;
- Inexistence of a permanent national program to fund the training of systematists, taxonomists and supporting technicians;
- Inexistence of the position "curator" in career plans of research and education institutes that have a biological collection;
- Difficulty in hiring specialized technicians to help with the maintenance of biological collections.

Strategy

Based on the diagnosis, a long-term action plan is proposed. MCT shall coordinate the establishment of an integrated policy with federal and state agencies articulated with institutions responsible for biological collections. The aim of this policy is to guarantee necessary and sufficient amount of resources for the establishment and maintenance of a network of biological collections in the country. MCT will also be responsible for defining a policy for free and open access to non-sensitive data and information on the Internet

The action plan is based on important assumptions. A key element is the *establishment of partnerships*. The biological collection network shall be integrated to other initiatives and programs that are generating data on species and specimens. The goal is to consolidate a collaborative environment involving the scientific community, funding agencies, government decision makers (including those responsible for legislation), and representatives of the third sector.

In order to implement the activities and achieve the goals, strategic partners include:

- RNP: responsible for the development and maintenance of the necessary communication infrastructure;
- Cria: transferring know-how, developing tools, standards, and protocols for the interoperability of information systems;
- The institution responsible for the development and maintenance of the long-term data archiving system, possibly the Instituto Brasileiro de Informação em Ciência e Tecnologia, IBICT [Brazilian Institute of Information on Science and Technology];
- Biological collections: acting as data providers and users of the system;
- Scientific societies, such as the societies of Botany, Zoology, and Microbiology: helping to prioritize actions and evaluate the results;

- The *Centro de Gestão e Estudos Estratégicos* (CGEE) [Management and Strategic Studies Center]: helping with the management model, the establishment of indicators, the assessment of results, and the development of a detailed strategic plan;
- Funding agencies, Ministries connected to the Program, and Research Foundations: co-funding specific activities.

The action plan includes support to *train human resources* in taxonomy, curatorship, and technical support for biological collections, besides emphasizing the need to *promote new developments in taxonomy*, especially concerning new methodologies in systematics.

It also considers the need for investments in the *improvement of collections' physical infrastructure* and in promoting research in less explored areas and on less known or studied taxonomic groups.

The expected product is the implementation of a shared data infrastructure (species and specimens) using the technological concept of the *speciesLink* network and GBIF.

Goals

The action plan presents goals and activities that will lead to the development of a shared information system with data from biological collections in Brazil. The system will be openly and freely accessible on the Internet and will be integrated with data from international collections.

Four goals were identified:

1. strengthening of institutional capacity;
2. increasing the taxonomic and biogeographic knowledge-base;
3. development and consolidation of an integrated information system;
4. implementation of a participative management model.

For each goal, the action plan defines a component and a set of activities that are necessary to achieve it.

Component 1: Strengthening of institutional capacity

This component's objective is to increase the existing taxonomic capacity. To achieve this objective, the following activities will be carried out:

- Qualification of human resources in taxonomy and correlated fields and activities;
- Improvement of the infrastructure and research conditions of zoological, botanical, and microbial collections.

The activities should result in well-managed collections, with increased expertise. The strengthening of basic and applied research will result in the increase of international recognition as to Brazil's scientific and technological capacity. It should also help making politicians, directors and the public opinion more aware of the importance of taxonomic knowledge.

Activity 1. Qualification of human resources in taxonomy and correlated fields and activities

In order to increase the biodiversity knowledge base, it is necessary to increase the number of highly qualified specialists and technicians, to address the challenges imposed by this task. Actions include strengthening of graduate programs and a program to improve and increase the qualification of human resources at different levels (systematists and taxonomists, specialist in biodiversity informatics, and specialized technicians in collection management and curatorial work). Another important action is research in systematics and taxonomy.

Type of Support: continuous flow

Fellowships, travel support, and training courses

Actions to be supported

- Strengthening of the Taxonomy Program, training in taxa that lack specialists, strengthening emergent groups and training specialists in priority or strategic taxonomic groups;
- Creation of new exchange programs for technical training;
- Use of new technologies in systematics;
- Promotion of technical training courses in collecting methodologies, curation of collections, and information technology applied to biology;
- Support technical visits to museums and institutions to acquire taxonomic knowledge in groups that lack specialists: sending systematists to work with senior specialists in institutions from the country or abroad or supporting visiting specialists to national institutions
- Travel support to participate in national and international events in the field of biological systematics.

Complementary actions or ongoing programs

This activity will benefit from the Taxonomy Program recently established by CNPq/MCT that expects to qualify 60 Doctors (PhD) in taxonomy in a 5-year term, increasing the installed capacity in Brazil in 46%. Another complementary program is PPBio. The Taxonomy Program and the resources that have already been allocated should be considered when actions are detailed.

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 1	
Year 1 to 5:	R\$ 50,000,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 50,000,000.00

Activity 2. Improvement of infrastructure for research and services

Several Brazilian education and research institutions that have valuable holdings need to be revitalized and modernized. There is a critical need to improve the infrastructure to receive, maintain, and manage the specimens and associated data, in order to support taxonomic research.

The collections that will be supported are those that have as their explicit institutional mission, the maintenance and growth of their holdings and that provide, on a routine basis, services such as identification and exchange of material.

The criteria to select collections that will be supported must consider the importance and representativeness of the holdings. It is essential to support collections that have broad geographic and/or taxonomical coverage. Specialized collections (by taxa or geographic representation) are also considered strategic.

The goal is to implement a program, where all collections are considered important sources of information and should be integrated in the network.

A. Zoological and botanical collections

A.1. Strategic collections

We will use the term strategic collections to distinguish those that, due to the broad range of their holdings, are determinant for the network.

Type of Support: invited request for proposals

It is recommended that strategic collections be invited to present project proposals to be

evaluated and negotiated. The grant will be conditioned to the analysis and approval of a well-structured project that must include formal institutional commitment.

It is suggested that the negotiation process includes:

- Request of a project proposal with the following elements:
 - o Institutional commitment;
 - o Institutional strategic plan;
 - o Commitment to make non-sensitive data freely and openly available on the Internet;
 - o Management plan, including characterization processes and documentation of the holdings with procedures that allow the tracking of sample processing and associated information;
 - o Definition of the steps and goals of data digitization and validation, with presentation of indicators;
 - o Project budget;
 - o Institutional counterpart;
- Analysis and negotiation of the project proposal;
- Signature of the contract or agreement;
- Monitoring work progress.

The following collections may be considered in the first phase of the program (1-5 years):

Zoological collections (criteria: collections with graduate programs [master and doctorate degree]; specialized bibliography; with more than 500 thousand specimens and large geographic and taxonomic representation)

- Museu Nacional do Rio de Janeiro [National Museum of Rio de Janeiro]. With comprehensive collections of reptiles, birds, fish, mammals, insects and other invertebrates (Porifera, Cnidaria, Echinodermata, Arachnida, Myriapoda, Crustacea and Mollusca);

- *Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo* [Zoology Museum of the University of São Paulo]. With comprehensive collections of reptiles, amphibians, birds, fish, mammals, insects and other invertebrates (Cnidaria, Annelida, Echinodermata, Arachnida, Myriapoda, Crustacea and Mollusca);
- *Museu Paraense Emilio Goeldi* [Emilio Goeldi Museum of Para]. With comprehensive collections of reptiles, birds, fish, mammals, insects and other invertebrates (Arachnida);
- *Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia* [National Research Institute of the Amazon], with a large diversity of representative groups from the Amazon Region.
- *Universidade Federal do Paraná* [Federal University of Paraná]. The Entomological Collection Pe. J.S. Moure holds about five million specimens, and representative collections of Crustacea, Ascidiacea, Pisces and Mammalia.

Botanical Collections (criteria: collections with more than 100 thousand specimens and/or regional representativeness⁴):

- *Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro* (RB) [Botanic Garden Research Institute of Rio de Janeiro]
- *Herbário do Museu Nacional do Rio de Janeiro* (R) [Herbarium of the National Museum of Rio de Janeiro]
- *Herbário Maria Eneyda P. K. Fidalgo, Instituto de Botânica* (SP) [Herbarium Maria Eneyda P. K. Fidalgo, Institute of Botany]
- *Museu Botânico Municipal, Prefeitura Municipal de Curitiba* (MBM) [Municipal Botanical Museum, Municipality of Curitiba]
- *Herbário do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia* (INPA) [Herbarium of the National Research Institute of the Amazon]
- *Herbário da Universidade de Brasília* (UB) [Herbarium of the University of Brasília]
- *Herbário da EMBRAPA Amazônia Oriental* (IAN) [Herbarium of EMBRAPA Amazon]

⁴ Source: Rede Brasileira de Herbários[Brazilian Herbarium Network] (<http://www8.ufrgs.br/taxonomia/>).

- *Herbário do Museu Paraense Emílio Goeldi* (MG) [Herbarium of the Emilio Museum Goeldi of Para]
- *Herbário da Universidade de São Paulo* (SPF) [Herbarium of the University of São Paulo]
- *Herbário da Universidade Estadual de Campinas* (UEC) [Herbarium of the State University of Campinas]
- *Herbário da Universidade Federal do Rio Grande do Sul* (ICN) [Herbarium of the Federal University of Rio Grande do Sul]
- *Herbarium Anchieta, Instituto Anchietano de Pesquisas/UNISINOS* (PACA) [Herbarium Anchieta, Anchietano Research Institute/UNIINOS]
- *Herbário Alarich Rudolf Holger Schultz, Fundação Zoobotânica do Rio Grande do Sul* (HAS) [Herbarium Alarich Rudolf Holger Schultz, Zoobotanical Foundation of Rio Grande do Sul]
- *Herbário da Universidade Estadual de Feira de Santana* (HUEFS) [Herbarium of the State University of Feira de Santana]
- *Herbário do Centro de Pesquisas do Cacau* (CEPEC) [Herbarium of the Cacao Research Center]
- *Herbário da Empresa Pernambucana de Pesquisa Agropecuária* (IPA) [Herbarium of Pernambucana Company of Agriculture and Livestock Research]
- *Herbário Micológico da Universidade Federal de Pernambuco* (URM) [Herbarium of Micology of the Federal University of Pernambuco]
- *Herbário da Universidade Federal de Minas Gerais* (BHCB) [Herbarium of the Federal University of Minas Gerais]
- *Herbário da Universidade Federal de Goiás* (UFG) [Herbarium of the Federal University of Goiás]

Items to be supported:

- improvement of the physical infrastructure (remodeling, construction, equipment, permanent material, laboratory material);
- human resources: curator and specialized technicians;

- implementation of new technologies in systematics: equipment, permanent material, laboratory material and technical training;

Complementary resources

MCT, through PPBio, supports the maintenance, increase and digitization of the holdings of two major collections of the Amazon (INPA e MPEG). CNPq also invests in the improvement of the infrastructure of collections through call for proposals. Recently, a request for proposals was released (CTBIOTEC/ MCT/CNPq nº021/2005) for the selection of projects focused on biological collections for biotechnology and conservation of Brazilian biodiversity. Eight projects were approved. Other important funding agencies are the *Fundações de Apoio à Pesquisa* (FAPs) [State Research Foundations].

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 2.A.1. (20 COLLECTIONS RECEIVING AN AVERAGE OF R\$ 500 THOUSAND/YEAR)	
Year 1 to 5:	R\$ 50,000,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 50,000,000.00

A.2. Collections of special interest

It is important to prioritize the support for collections with holdings of special interest, based on taxonomic groups or biomes, or yet, those that with limited funding will produce good results in a short term.

Type of Support: invited request for proposals and call for proposals

Collections identified as being of special interest based on taxonomic or geographic importance, will be invited to present a proposal. Where collections have not been identified, a call for proposals is suggested.

Support to special interest collections will be determined through the:

- Selection of taxonomic groups or geographic representation of interest, taking into consideration the development of global initiatives and the needs of Brazil (e.g. pollinators, marine organisms, indicator species, among others);
- Contact with key institutions and researchers responsible for collections previously identified as having holdings of interest. Priority will be given to institutions with taxonomic expertise in target-groups;
- Invited and/or call for proposals for digitization and dissemination of non-sensitive data through the network.
- Proposals must include:
 - o Institutional commitment (including counterpart);
 - o Institutional strategic plan for the collection (desirable);
 - o Commitment to maintain free and open access to non-sensitive data on the Internet;
 - o Management plan, including characterization processes and documentation of the holdings with procedures that allow tracking the specimen's history within the collection;
 - o Definition of the steps and goals of digitization and data validation, with the presentation of progress indicators;
 - o Definition of the necessary resources for the digitization of the collection: hardware, software, human resources.
- Analysis and negotiation of the proposal
- Signature of the contract or agreement
- Project development monitoring

In the case of collections that are classified as being of *special interest*, it is important to establish an agreement in which the institution explicitly commits itself to the collection's maintenance. In case the institution loses interest or capacity in adequately maintaining the holdings, it should be previously agreed that they will be transferred to another collection that is able to do so.

Complementary resources

Complementary resources indicated for activity 2.A.1. also apply for this activity.

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 2.A.2. (20 COLLECTIONS RECEIVING AN AVERAGE OF R\$ 300 THOUSAND/YEAR)	
Year 1 to 5:	R\$ 30,000,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 30,000,000.00

B. Microbial collections

Microbial collections have distinct requirements from botanical and zoological collections. They are resources centers working with live cultures and hold biological material for the development of biotechnology. Thus, several matters that are often not treated in zoological or botanical collections, such as biosafety, patents, quality control and pure culture strains, must be considered in the action plan in order to promote the establishment of:

- an integrated network of strategic collections, that provide specialized services,
- a depositary authority of microorganisms for the purposes of patent procedure;
- a network of reference collections.

B.1. Strategic specialized services collections

The action plan will support the implementation and consolidation of service collections with comprehensive holdings, in the fields of health, agriculture and livestock, industry, environment, and metrology, with a clear profile and adequate mechanisms to deliver specialized services and certified material. The plan recommends the implementation and consolidation of an integrated network of four (4) service collections, one (1) Depositary Authority for patent purposes in association with the implementation of a System of Biological Material Conformity Assessment. The latter to be funded with resources from the

Ministry of Development, Industry and Commerce (Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio, MDIC) and the National Institute of Industrial Property (Instituto Nacional da Propriedade Industrial, INPI).

Type of Support: invited request for proposals

Strategic institutions or collections will be invited to present proposals to MCT. Negotiation will include an evaluation of long-term institutional commitment to the collections' activities.

The negotiation process includes:

- Request for proposals to strategic institutions with the following elements for analysis:
 - o Institutional commitment;
 - o Institutional strategic plan for the implementation and consolidation of a service collection;
 - o Commitment to maintain free and open access to non-sensitive data on the Internet;
 - o Operational plan, including characterization and documentation of the holdings with procedures that allow tracking all processes for each sample;
 - o Definition of steps and goals for digitization and data validation, with the presentation of progress indicators;
 - o Definition of the necessary resources;
 - o Institutional counterpart
- Proposal analysis and negotiation;
- Signature of the contract or agreement
- Definition of evaluation and performance criteria;
- Monitoring and evaluation of the results.

Considering the scope of their work and the potential to deliver specialized services and certified biological material, it is recommended that the following institutions be invited to submit proposals:

- Fundação Oswaldo Cruz: Health
- Embrapa: Agribusiness
- Brazilian Collection of Environmental and Industrial Microorganism (CBMAI) as the State University of Campinas (Unicamp): Industry and Environment
- Rio de Janeiro Cell Bank: Health and biomedical applications (human and animal cell lines)

Items to be supported:

- Improvement of the physical infrastructure (remodeling, construction, equipment, permanent material, laboratory material);
- Human resources: curator and specialized technicians;
- Implementation of new technologies in systematics: equipment, permanent material, laboratory material and technical training;
- Training and participation in meetings, workshops, conferences, etc in the country and abroad.

Complementary Resources

The action plan aims at bringing complementary capacities together through an articulation process involving the MCT, MDIC, INPI, the National Institute of Metrology, Normalization, and Industrial Quality (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial, INMETRO) and selected service and reference collections. INPI will designate and support the implementation of a depositary authority of microorganisms for the purposes of patent procedure, according to Brazilian Industrial Property Law. This center shall be established at INMETRO's special facilities in Xerém, RJ. The process also includes assistance to capacity building in metrology applied to biotechnology at INMETRO with the support of INPI/MDIC.

Support to technological innovation will be proposed as a crosscutting action using the Fundos Setoriais [Sectorial Funds], especially the "Verde-Amarelo" Funds for Biotechnology

and Agribusiness. The collections included in the program shall give technical support to INMETRO and INPI in the establishment of the Depository Authority of microorganisms for the purposes of patent procedure and the program of metrology in biology.

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 2.B.1. (20 COLLECTIONS RECEIVING AN AVERAGE OF R\$ 500 THOUSAND/YEAR)	
Year 1 to 5:	R\$ 10,000,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 10,000,000.00

B.2. Specialized reference collections

Specialized reference collections include those with holdings and services relevant to the national systems of epidemiological control and health surveillance and collections with important holdings for taxonomic studies.

Type of Support: call for proposals

Actions to be supported:

- Improvement of routine activities (preservation, stock and maintenance, quality control and distribution);
- Increase of the holdings;
- Establishment and/or improvement of specialized services for third parties (e.g. identification, preservation services, etc.);
- Documentation and digitization of routine tasks;
- Elaboration of a strategic plan;
- Certification (ISO Form 25).

Selection Criteria:

- Institutional commitment;
- Size, taxonomic groups and geographic representation of the holdings;
- Preservation and organization level of the collection;
- Use of the collection (institutional and third parties): scientific research, education, and specialized services (last 5 years);
- Nature of services offered by the collection;
- Growth rate of the collection in the last 5 years;
- Documentation and digitization status;
- Team;
- Academic production.

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 2.B.2. (10 COLLECTIONS RECEIVING AN AVERAGE FUNDING R\$ 150 THOUSAND /YEAR)	
Year 1 to 5:	R\$ 7,500,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 7,500,000.00

Component 2. Increasing the taxonomic and biogeographic knowledge base

Increasing the biodiversity knowledge base involves:

- Improving data quality;
- Producing and integrating species data;
- Support to research in less studied geographic areas or taxonomic groups;
- Repatriation of Brazilian biodiversity data and information.

Activity 1. Improvement of data quality

Necessary studies include taxonomic studies on the holdings, decreasing the number of non-identified specimens and increasing reliability of identifications and data validation involving processes of quality analysis (integrity, consistency and structure), data cleaning, and geo-referencing.

The collections, especially microbial collections, also have to implement systems that can track sample processing from its origin to its distribution.

Type of Support: call for proposals

Activities to be supported include:

- Assessment and improvement of the data quality (nomenclature, geo-referencing, etc.);
- Short visit programs of invited specialists for material identification;
- Incorporation of cutting edge techniques in taxonomy and systematics;
- Training collection management with the use of computers (data entry and quality control).

Complementary resources

PPBio is supporting the first two actions at INPA and MPEG

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 1	
Year 1 to 5:	R\$ 3,500,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 3,500,000.00

Activity 2. Production and integration of species data

Besides the data on specimens, provided by the scientific collections, the country has to develop species databases.

Type of Support: call for proposals

Activities to be supported include:

- Identification, organization and dissemination of secondary information on taxonomy (catalogs, checklists, taxonomic reviews, etc.);
- Development and online dissemination of identification keys and field guides;
- Development of the on-line Catalog of Brazilian Species Names.

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 2	
Year 1 to 5:	R\$ 2,500,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 2,500,000.00

Activity 3. Research in less studied geographic areas or taxonomic groups

An increase in the production of reviews in systematics will be a natural consequence of the taxonomic qualification program. Nevertheless, an expansion of taxonomic knowledge requires, not only the increase of the absolute number of reviews, but also:

- Studies on less known taxa or taxa that have a small number of specialists in the country
- Collection and research in less studied areas; and the use and development of new techniques or methodologies in taxonomy and systematics;
- Isolation and taxonomic and technological characterization of microorganisms.

The identification of gaps (taxonomic and geographic) will become easier after the development of the data network, when these analyses can be carried out on-line.

Type of Support: call for proposals

Activities to be supported include:

- Analysis of geographic and taxonomic gaps of the Brazilian fauna and flora diversity;
- Development of studies of taxonomic groups that are considered priority or strategic;
- Development of studies in areas that are considered priority or strategic;
- Use and development of new techniques in taxonomy and systematics.

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 3	
Year 1 to 5:	R\$ 10,000,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 10,000,000.00

Activity 4. Data repatriation

The need to repatriate data on Brazilian biodiversity available at international collections, museums and herbaria is undisputable. Repatriation mechanisms include international collaboration and integration of information systems.

Type of Support: call for proposals

Activities to be supported include:

- Technical meetings will be supported to define priorities for taxonomic groups, institutions, and models of repatriation of data on Brazilian biodiversity, as a coordinating effort with scientific societies;
- Repatriation of information on “types” and reference material relevant for studies on taxonomy and applications (digital photos, label data, and field notes)

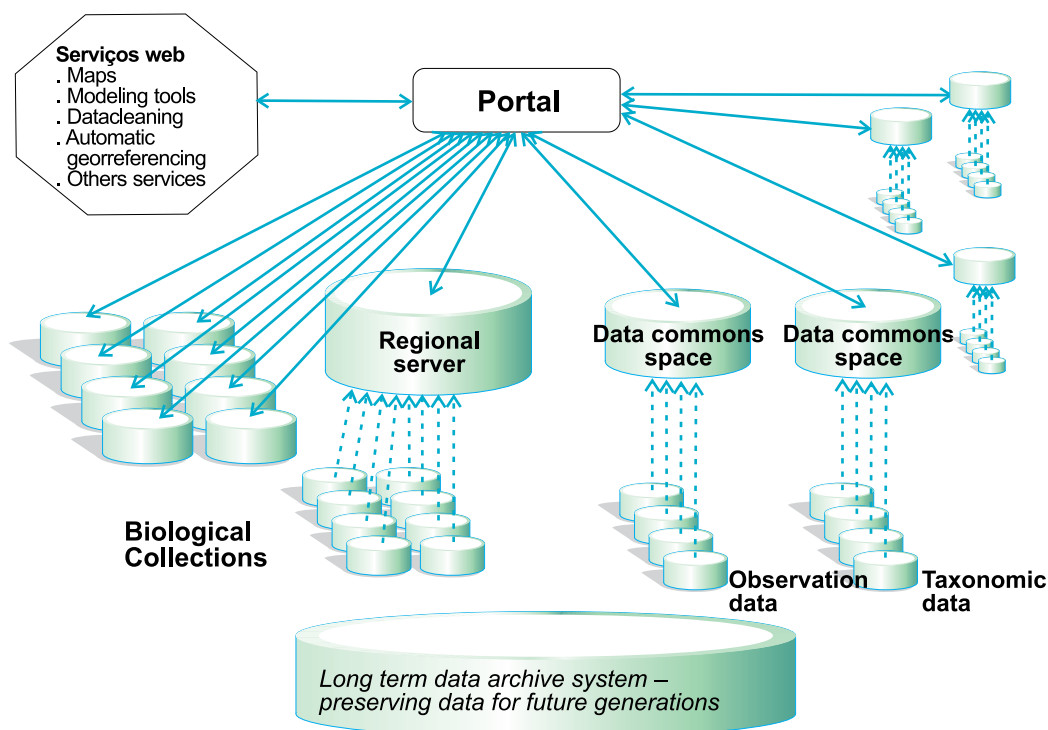
ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 4	
Year 1 to 5:	R\$ 2,500,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 2,500,000.00

Component 3 - Development and consolidation of an integrated information system

The architecture proposed for the integrated information system presented in the document *Coleções Biológicas e Sistemas de Informação*⁵ [Biological Collections and Information Systems], is based on tools that are available today. The proposed action plan must be dynamic and has to adapt to technological evolution and to the development of the program itself. The target is to establish and consolidate a data shared infrastructure, where data providers have full control over the data.

A diagram of the proposed network is presented in figure 1.

Figure 1. Diagram of the data system



⁵ http://www.cria.org.br/cgee/documentos/cgeemct_informacao.doc.

The portal is responsible for the interface with the user (it understands the demand for data, sends queries to the providers, receives answers and shows them to the user). The regional server is responsible for the interface with the collections, mirroring their data. The *provider*, software installed in each regional server or in collections with dynamic links to the portal, is responsible for the interface with the portal, receiving commands, performing the queries and returning the answer. The *data commons* space is the element of the network where the researchers or research groups can “deposit” their data as an “area for digital data sharing”. They are databases fed remotely by the data provider through the Internet and act as a deposit for data on species (e.g. observation data and taxonomic data). Web services are software tools developed for the use and visualization of data of interest to both, data providers and users. Finally, the long-term data archive is a system where researchers, research groups, and collections can deposit their data for long-term preservation.

The network to be developed will be essentially distributed, with multiple data providers and software developers that are represented as “web services” in the diagram. The portal may also be multiple. The diagram presents only one portal to show a network that integrates data and systems of interest to biodiversity. However, a number of portals can exist with the same data structure, providing other services and outputs, aiming at different user groups.

It is important to highlight that data in this document is understood as any kind of representation of information in digital form such as, texts, numbers, images, sounds, and maps.

The activities of this component include:

- Design, development, maintenance, and monitoring of the distributed network;
- Design and development of the system of long term data archive;
- Research and development of software of interest to the network;
- Development of thematic networks; and,

- Support to digitization and integration of collections to the network.

Activity 1. Network design, development, maintenance, and monitoring

The design is based on the development of the speciesLink network of the Program Biota/Fapesp. In order to integrate collections located throughout the country, it is strategic to involve RNP in the process.

Type of Support: invited request for proposals

This plan recommends that both Cria and RNP be invited to present a proposal for the implementation of a national network. An agreement or contract, which clearly expresses the tasks and obligations, separating those that are essential from others that are recommended, must be signed between Cria and MCT. The partnership should be assessed on a yearly basis and the non-fulfillment of essential obligations or the lack of interest of Cria in maintaining the system would imply in its immediate transfer to an institute determined by MCT.

RNP already has a management contract with MCT and MEC. Tasks and obligations necessary for the establishment and maintenance of regional servers, together with the necessary resources, should be included in the management contract.

The following actions are necessary:

- Continuous development of *different* components of the network: portal, provider, regional server, *data commons space*;
- Installation and maintenance of regional servers at RNP network nodes;
- Integration of collections to the network: study of the collection management software, database structure, and mapping of fields according to standards adopted by the network (today it would be the DarwinCore), local training and testing;

- Continuous research and development in order to follow the trends and developments in communication and information technology;
- Maintenance of the System;
- Monitoring.

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 1	
Year 1 to 5:	R\$ 10,000,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 10,000,000.00

Activity 2. Design, development, and maintenance of a long-term data archive

The institution responsible for the maintenance of the system will have to follow the trends and development of media storage and continuously migrate the data to appropriate media and software. As it is not possible to store absolutely everything forever, it is important to have a technical committee that sets priorities to guarantee the permanent preservation of important data.

Type of Support: invited request for proposals

It is recommended that an institution that is qualified to fulfill this mandate be identified and requested to submit a proposal. The suggestion is to contact IBICT, whose institutional mission *is to contribute to the advancement of science, technology, and technological innovation of the country through the development of communication and information in these areas*. IBICT promotes the creation and development of specialized services in bibliography and documentation. We believe that cataloging and maintenance of a long-term data archive on species and specimens will demand the statutory competence of IBICT. IBICT is an MCT research unit, and this new mandate could be included in the pluriannual plan of the Ministry with adequate funding.

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 2	
Year 1 to 5:	R\$ 2,500,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 2,500,000.00

Activity 3. Software research and development

In addition to the development of tools for data integration and of standards and protocols for interoperability of systems, the continuous development of software to facilitate the synthesis, analysis, and visualization of biodiversity data is fundamental.

Data cleaning tools to support the detection of “suspect” records, usually related to names or geographic coordinates, are essential to help the work of curators and to help users in selecting data with the required quality. Taxonomic validation tools or geo-referencing tools are just two examples of software that can help improve data quality.

From the user point of view, there is also a range of software such as spatial visualization of data, modeling and building scenarios. It is a permanent activity that depends on the competence of developers and on their interaction with data providers and users.

It is important that the development be performed, whenever possible, using open systems in a collaborative environment such as *source forge* or the Virtual Incubator maintained by Fapesp⁶.

⁶ <http://incubadora.fapesp.br/>.

Modality of the support: call for proposals

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 3	
Year 1 to 5:	R\$ 2,500,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 2,500,000.00

Activity 4. Support to thematic networks

In addition to the species and specimens shared data infrastructure, thematic networks will be developed, in collaboration with global initiatives. Possible priority themes that could be supported include the *Virtual Herbarium*, *Pollinators*, *Fish*, *Marine Organisms*, and *Microbial Collections*.

Type of Support: invited request for proposals

Complementary resources

Initiatives already exist, such as OBIS (Ocean Biogeographic Information System) that with resources from the Alfred P. Sloan Foundation is developing OBIS South America with the participation of Brazil, Argentina and Chile. For microbial collections, Finep is funding SICol, *Sistema de Informação de Coleções de Interesse Biotecnológico* [Information System of Collections of Interest to Biotechnology].

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 4	
Year 1 to 5:	R\$ 2,000,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 2,000,000.00

Activity 5. Support to digitization and integration of collections to the network

Component 1: *Strengthening the Taxonomic Capacity of the Country* includes the improvement of biological collections' infrastructure. It is important to include support to digitization of other collections and their integration in the data-sharing network, within this component. These resources are destined mainly for smaller collections that require fewer resources and are not an immediate target of the action plan.

Type of Support: continuous flow

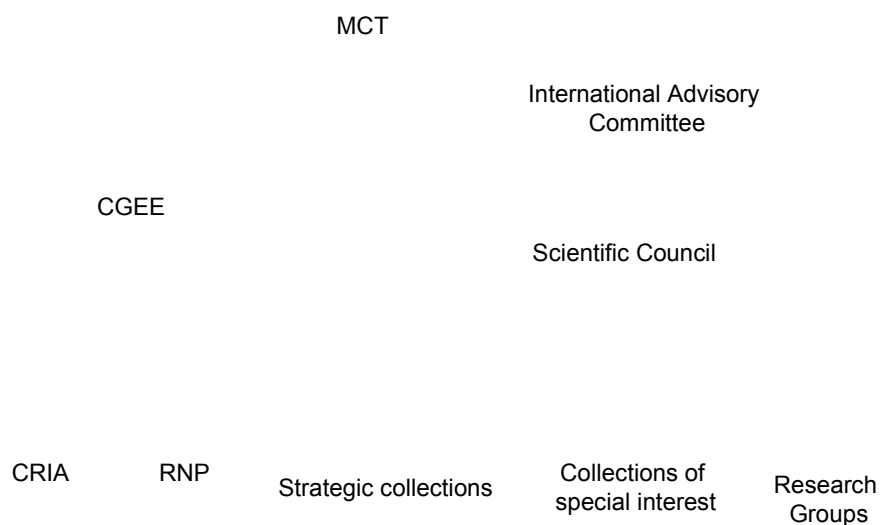
We recommend the support to spontaneous demands for purchasing basic IT equipment and for digitization and validation of data.

ESTIMATED RESOURCES FOR ACTIVITY 5 (VALUES IN THE ORDER OF R\$ 50,000.00 PER PROJECT)	
Year 1 to 5:	R\$ 5,000,000.00
Year 6 to 10:	R\$ 5,000,000.00

Component 4 - Implementation of a participative management model

The development of mechanisms that allow an efficient management of the proposed action plan is fundamental to help coordinate, assess and plan. A coordinated management mechanism, lead by the Ministry of Science and Technology should be developed through the establishment of partnerships, contracts, and agreements with the main institutions of the network. A Scientific Council with representatives of the Societies of Botany, Zoology, and Microbiology shall define priorities, monitor the development of work, and reassess and redefine (when necessary) the action plan (figure 2).

Figure 2. MCT Articulation with different components of the network



A mechanism, chaired by MCT, should be supported to coordinate the different network activities and components, and also to implement the requests for proposals and establish partnerships, memorandums of understanding, agreements, and contracts.

The Scientific Council will be composed of representatives of MCT, scientific societies, collections, RNP and Cria. The Council shall follow the activities, define priorities, and update the work plan.

Another important element is the evaluation process. The internal evaluation process may be coordinated by CGEE that would follow the management processes, the evolution of indicators, and analyze the resources that were invested and the results obtained. It would also be important to establish an assessment process with international experts through an International Advisory Committee that could focus their attention on the overall strategy and the results.

ESTIMATED RESOURCES	
Year 1 to 5:	R\$ 2,500,000.00
Year 6 to 10:	R\$ R\$ 2,500,000.00

Costs Summary

Components and Activities	Values in R\$ 1,000			%
	Years 1-5	Years 6-10	Total	
Component 1: Strengthening of Institutional Capacity	147.500	147.500	295.000	77
Activity 1. Qualification of human resources in taxonomy, correlated fields, and activities	50.000	50.000	100.000	34
Activity 2. Improvement of infrastructure for research and services	97.500	97.500	195.000	66
A. Zoological and Botanical Collections	80.000	80.000	160.000	54
A.1. Strategic Collections	50.000	50.000	100.000	
A.2. Special Interest Collections	30.000	30.000	60.000	
B. Microbial Collections	17.500	17.500	35.000	12
B.1. Strategic Specialized Service Collections	10.000	10.000	20.000	
B.2. Specialized Reference Collections	7.500	7.500	15.000	
Component 2. Increasing the Taxonomic and Biogeographic Knowledge Base	18.500	18.500	37.000	10
Activity 1. Improvement of data quality	3.500	3.500	7.000	19
Activity 2. Production and integration of species data	2.500	2.500	5.000	14
Activity 3. Research less studied geographic areas or taxonomic groups	10.000	10.000	20.000	54
Activity 4. Data repatriation	2.500	2.500	5.000	14
Component 3: Development and consolidation of an integrated information system	22.000	22.000	44.000	12
Activity 1. Network design, development, maintenance, and monitoring	10.000	10.000	20.000	45
Activity 2. Design, development, and maintenance a long-term data archive	2.500	2.500	5.000	11
Activity 3. Software research and development	2.500	2.500	5.000	11
Activity 4. Support to thematic networks	2.000	2.000	4.000	9
Activity 5. Support to digitization and integration of collections to the network	5.000	5.000	10.000	23
Component 4. Management	2.500	2.500	5.000	1
TOTAL	190.500	190.500	381.000	100

Products

The main product will be well-structured biological collections, sharing non-sensitive data through an open and freely accessible network on the Internet. It will serve as infrastructure for research, education and socio-economical activities. The collections and the network will be able to provide several products to national and international scientific communities, to environmental legislators and decision makers, and to the third sector, promoting new opportunities and benefits to society in general.

The Catalog of Life – Brazil

An important product of the network is the list of species (animals, plants, fungi, and microorganisms) that occur in Brazil (The Catalog of Life – Brazil), linked to voucher specimens held at collections. The electronic catalog is fundamental for integrated searches on Brazilian biodiversity, minimizing the costs in several fields of science, technology and innovation that use animals, plants, fungi, and microorganisms or part of them. It is also essential in updating taxonomic nomenclature, providing the use of accepted names, synonyms, and common names and in helping to correct typing errors.

The Catalog of Life is an international initiative that has as target the organization and digital dissemination of a scrutinized taxonomic list of biological species. The project is coordinated by Species 2000, as a partnership with the Integrated Taxonomic Information System (ITIS), with the contribution of various researchers. The 2005 version of the Catalog of Life contains information on more than 500 thousand species names. This version also presents common names and geographic distribution of some species. Due to its mega-diversity, Brazil's contribution to this initiative may become significant.

Data network of specimens held at biological collections in Brazil

Within the scope of the program Biota/Fapesp, Brazil developed a data network of scientific collections: the speciesLink network. The continuous expansion and development of this network with new partners, more collections, and developers may enable the establishment of a national network in a relatively short period.

Databases or networks for field observation data

Field observation data requires a differentiated treatment. As a lot of this type of data results from short-term projects carried out by individual researchers, research groups or even non-governmental organizations, it is important to provide a system for the deposit, maintenance, preservation, recovery, and dissemination of data in a global scale, the data commons space. By offering infrastructure, technology, and specialized services to researchers that wish to deposit their data and make it freely and openly accessible on the Internet, an important component of research and conservation practices will be made available. An example of such a system is SinBiota⁷ developed for the Biota/Fapesp program.

Thematic networks

At the same time that the existence of a more comprehensive data system is important, it is also interesting to develop thematic networks and include specific and more detailed information of importance to different taxonomic groups. In Brazil, there are several groups organized in scientific associations that can help articulate the development of such networks.

⁷ <http://sinbiota.cria.org.br/>.

Just to mention one example, the Botanical Society of Brazil has established a number of committees such as the herbaria and the flora committees that could help articulate the community, define a strategy and assess the results. There are also projects under development such as OBIS (Ocean Biogeography Information System) and SICol, Sistema de Informação de Coleções de Interesse Biotecnológico [Information System of Collections of Interest to Biotechnology] that could be further explored.

Long term data archiving center

It is important to plan the structure for long-term data archiving and recovery of digital collections. An interesting comparison is the archive of printed material at the National Library to assure the preservation of Brazil's graphic memory. As such, another product is an archiving system to preserve digital data for future generation

Measurable goals

The goals to be achieved after a 10-year program coordinated by MCT include:

- Digitization of 100% of specimen data of strategic collections that committed to free and open dissemination of non-sensitive data on the Internet.
- Digitization of 100% of the collections of interest to governmental programs.
- The inclusion of all public or private collections that are interested in making their non-sensitive data freely and openly available on the Internet.

COMPONENTE	ATIVIDADE	META 5 ANOS	META 10 ANOS
Component 1: Strengthening of Institutional Capacity	Activity 1. Qualification of human resources in taxonomy, correlated fields, and connected areas	50 taxonomists trained in priority groups	50 taxonomists trained in priority groups
		30 specialization technical courses offered with training of 150 professionals	30 specialization technical courses offered with training of 150 professionals
		30 internships performed involving 150 professionals	30 internships performed involving 150 professionals
	Activity 2. Improvement o infrastructure, research and services		
	A. Zoological and Botanical Collections		
	1. Strategic collections	10 botanical collections, 10 zoological collections upgraded	40 botanical collections and 40 zoological collections upgraded
	2. Special Interest Collections	10 botanical collections and 10 zoological collections upgraded	40 botanical collections and 40 zoological collections upgraded
	B. Microbial Collections		
1. Strategic Specialized Service Collections	4 (four) service collections and 1 (one) Depository Authority for the purposes of patent procedure established in the country	4 (four) service collections consolidated as Biological Resource Centers and 1 (one) International Depository Authority for patent purposes	
2. Specialized Reference collections	10 reference collections established in the country	Network of accredited reference collections established	



→			
Component 2. Taxonomic and... Biogeography Knowledge Base	Activity 1. Improvement of data quality	50% of the specimens held in strategic collections identified and catalogued	90% of the specimens held in strategic collections identified and catalogued
	Activity 2. Production and integration of species data	On-line catalogs with the names of species that occur in Brazil for 50% of the taxonomic groups	On-line catalogs with the names of species that occur in Brazil for 100% of the taxonomic groups
	Activity 3. Research to address geographic and taxonomic gaps	Research on 60 taxa and/or in areas insufficiently known	Knowledge base on gap areas. Experts trained to address taxonomic gaps
	Activity 4. Data repatriation	40% of information deposited in collections abroad available on-line, integrated to the national network	80% of information deposited in collections abroad available on-line, integrated to the national network
Component 3: Development and consolidation of an integrated information system	Activity 1. Network design, development, maintenance, and monitoring	On-line distributed network with 150 collections	On-line distributed network with 300 collections
	Activity 2 Design, development, and maintenance of a long-term preservation data archive.	System for long-term data preservation in operation	
	Activity 3. Software research and development	Web services available for: map production, modeling, and data cleaning	Web services available for: integration of data of different fields of knowledge
	Activity 4. Support to thematic networks	3 thematic networks in operation	10 thematic networks in operation
	Activity 5. Support to digitization and integration of collections to the network	5 million records on-line	10 million records on-line
Component 4. Management		Action plan and management components established and operating	

Recommendations

A number of identified needs that are not a direct object of this action plan, are presented as recommendations that should be considered by the Federal government:

- A common agenda be catalyzed between federal and state funding agencies and the scientific community to support a policy for the development of collections;
- Brazil becomes a participant in the Global Biodiversity Information Facility (GBIF);
- MCT establishes a clear policy to address the issue of open access to non sensitive data generated from projects with public funding;
- All projects funded by MCT and/or its agencies, that generate data on species or specimens, must include an information component to secure free and open dissemination of non-sensitive data;
- The existing legislation on access to genetic resources be revised so as to promote and not restrain the collection of biological material for research activities.
- Involve state scientific funding agencies in initiatives that support biological collections in a coordinated manner, rationalizing priorities and financial resources.
- Promote the adoption of policies and guidelines for biological collections. Institutions responsible for collections must be encouraged to create clear policies or guidelines of support to their collections, so as to avoid loss of the existing material and its associated information due to carelessness or lack of resources;
- Establish responsibilities in an integrated manner with other federal bodies (especially IBAMA and the Ministry of Agriculture, Livestock and Supply), concerning legal regulations about the operation of biological collections including all necessary processes.
- Create the Curator career in research and education public institutions;
- Provide conditions for hiring taxonomists and systematists who graduate in the country.

The custody of a collection, as a public good in which every specimen is unique and irreplaceable, is the main task of institutions responsible for them. However, the future of biological collections depends greatly on the ability to absorb and adapt to new procedures and technologies and to understand and react to the demands of society. The collection paradigm shift also depends on governmental policies directed at biological holdings with appropriate and permanent investments.

The lack of consistency and compatibility in the strategies adopted by different sectors of the government causes difficulties in carrying out basic research that is essential for the advancement of knowledge about Brazil's biota and ecosystems. Conservation Units are a good example as, at the same time that they require good inventories to help monitor and preserve the area, there are great restrictions concerning access to genetic resources, even for scientific purposes. Changes must occur so that inventories and scientific biological collections be recognized as a priority for conservation and sustainable use of our genetic resources.

Parte 2 – Diretrizes e estratégias para a modernização de coleções botânicas brasileiras com base na formação de taxonomistas e na consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade

*Ariane Luna Peixoto*¹

*Maria Regina de V. Barbosa*²

*Mariângela Menezes*³

*Leonor Costa Maia*⁴

¹ Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Escola Nacional de Botânica Tropical
Rua Pacheco Leão 2040, CEP 22460-038, Horto, Rio de Janeiro-RJ
ariane@jbrj.gov.br

² Departamento de Sistemática e Ecologia, Centro de Ciências Exatas e da Natureza, Universidade Federal da Paraíba (UFPB)
Caixa Postal 5065, CEP 58051-970, João Pessoa-PB
mregina@dse.ufpb.br

³ Departamento de Botânica, Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ)
Quinta da Boa Vista, CEP 20940-040, Rio de Janeiro-RJ
mmenezes@mn.ufrj.br

⁴ Departamento de Micologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)
CEP 50670-420, Recife-PE
lcm@ufpe.br

Introdução

A flora brasileira é considerada uma das mais ricas do mundo. Essa imensa riqueza natural constitui-se em patrimônio científico, cultural e econômico que precisa ser conhecido, preservado e explorado racional e criteriosamente. Em 1986, a Sociedade Botânica do Brasil (SBB) já apontava, no Plano Nacional de Botânica (PNB), uma política para o desenvolvimento da botânica brasileira visando diminuir a lacuna no conhecimento da diversidade vegetal e de fungos no País (Sociedade Botânica do Brasil, 1987).

Embora haja um fabuloso acervo de estudos clássicos sobre a flora nacional publicados no século XIX, nós brasileiros começamos a ter maior dinamismo no estudo da nossa diversidade a partir do início do século XX. O trabalho de poucos pioneiros marcou os primeiros passos da botânica brasileira no sentido de se conhecer a diversidade biológica do País (Leitão, 1937; Damasceno e Cunha, 1964; Peixoto, 1999). Entretanto, o grande impulso foi dado nas décadas de 1940 e 1950. Nesse período, vários estudantes foram iniciados na taxonomia de plantas e fungos, aproveitando o conhecimento acumulado tanto por especialistas estrangeiros quanto por brasileiros e o incentivo financeiro gerado pela criação das principais agências nacionais de fomento: o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes). É dessa época também (fevereiro de 1950) a criação da Sociedade Botânica do Brasil, que veio impulsionar os estudos nessa área (Barradas e Nogueira, 2000).

Na segunda metade do século XX, as universidades e os institutos de pesquisa voltados ao estudo da flora brasileira envidaram maiores esforços na coleta e na descrição de espécies, buscando documentar em coleções científicas a riqueza florística do País. Essas instituições carrearam esforços e consideráveis dotações orçamentárias para a formação de grupos de pesquisa em taxonomia. Esforço que resultou na consolidação de alguns grupos e na produção de levantamentos florísticos regionais, possibilitando a elaboração de projetos

de floras regionais, como as floras dos Estados da Guanabara, do Rio Grande do Sul, de Santa Catarina e de Goiás (Barroso, 1965; Reitz, 1965; Schultz, 1970; Rizzo, 1981). Mais recentemente, projetos de flora e de listas florísticas em outros Estados ou regiões ganharam vulto e se encontram atualmente em pleno desenvolvimento, juntando-se assim àqueles iniciados em décadas anteriores e ainda em fase de desenvolvimento (Peixoto e Thomas, 2005). Entre eles, destacam-se as Floras de São Paulo (Wanderley et al., 2001) e do Distrito Federal (Cavalcanti et al., 2001) e a Listagem de Plantas do Nordeste¹.

Entretanto, em razão da grande dimensão territorial do Brasil e do pequeno número de taxonomistas, muitas áreas geográficas e grupos taxonômicos permanecem sem qualquer caracterização. Por várias razões, o Sul e o Sudeste produziram um maior número de inventários biológicos, tornando o conhecimento sobre a diversidade dessas regiões muito mais abrangente e profundo que em outras regiões do País. Entretanto, há exceções, como os estudos micológicos realizados no Norte e no Nordeste brasileiros pelo atual Departamento de Micologia da Universidade Federal de Pernambuco (Maia, 2003).

Apesar do grande desenvolvimento observado nas últimas cinco décadas, o Brasil ainda carece de informações abrangentes sobre sua biodiversidade. Não há exagero em afirmar que se conhece menos de um terço da diversidade biológica brasileira, e que, portanto, ainda há muito a ser feito. O número de taxonomistas brasileiros em atividade atualmente, embora muito superior ao de décadas atrás, ainda é insuficiente para a tarefa de inventariar a biodiversidade brasileira. Para suprir essa necessidade, faz-se necessário formar, num curto espaço de tempo, um número significativo de taxonomistas. Destes, boa parte poderá ser capacitada nos centros de pesquisa existentes no País, enquanto, em alguns casos, haverá necessidade de capacitação no exterior, pois aqui não há especialistas em todos os grupos taxonômicos (Bicudo et al., 1998).

¹ Listagem de Plantas do Nordeste (disponível em www.cnip.org.br/bdpn).

A preocupação mundial com a extinção de espécies aflige sobremaneira os brasileiros, uma vez que o conhecimento sobre a flora nacional ainda se mostra insuficiente para uma avaliação acurada do grau dessa perda. As espécies ameaçadas de extinção² apontadas em diversas listas estaduais e aquelas presentes na lista nacional, elaborada em junho de 2005, mostram a necessidade de estudos detalhados visando minimizar o processo de extinção. Há, porém, uma preocupação adicional pela presença de grande quantidade de espécies cujos dados hoje disponíveis são insuficientes para que se tome uma decisão sobre o seu *status* de conservação³. Os esforços conduzidos por algumas organizações e instituições no sentido de defender o patrimônio genético do País ainda estão longe de alcançar os objetivos desejados e precisam ser apoiados e/ou dinamizados com urgência.

Para alcançar esse propósito, é fundamental o desenvolvimento de uma política científica que contemple todas as áreas da botânica, desde a estrutural e taxonômica (fanerógamas, criptógamas e fungos) até a econômica, ecológica, fisiológica e fitogeográfica, de modo a possibilitar a conservação e o uso sustentável de ecossistemas e espécies. Essa política deverá envolver, em cada uma das áreas mencionadas, linhas de ação adequadas às necessidades em recursos humanos, pesquisa e infra-estrutura, incluídas as coleções científicas de plantas e fungos.

O objetivo deste documento é sintetizar o cenário atual da botânica no Brasil, tendo como foco as coleções científicas e o estado da arte do conhecimento da diversidade de plantas e fungos, com base predominantemente em informações contidas em cinco documentos básicos e três notas técnicas que se encontram disponíveis na página do Centro de Referência em Informações Ambientais⁴, elaborados por botânicos e micologistas vinculados a diversas instituições brasileiras, mas também em pesquisas em diferentes fontes,

² Listas estaduais e nacional sobre espécies em extinção (disponível em www.biodiversitas.org.br).

³ *Status* de conservação (disponível em www.biodiversitas.org.br).

⁴ Centro de Referência em Informações Ambientais (disponível em www.cria.org.br/cgee/col).

divulgadas na Internet ou publicadas em livros e periódicos, propondo ações direcionadas à formação e à capacitação de recursos humanos e políticas de absorção de pessoal, financiamento e incentivo à pesquisa neste campo. São propostos também sistemas de acompanhamento e mensuração da incorporação dos resultados em benefício do País.

Sistemática de plantas e fungos no Brasil

Diante da fascinante diversidade da flora neotropical, o botânico brasileiro persiste numa situação paradoxal: tem disponível, de um lado, uma série de dados detalhados sobre algumas espécies de plantas (da morfologia externa à ultra-estrutura e composição micro ou molecular) e, de outro, o alto grau de desconhecimento acerca de muitos aspectos de outros táxons, ou de regiões naturais inteiras, com o agravante de muitas se encontrarem em acelerado processo de destruição.

Nesse contexto, esse profissional busca conciliar duas facetas dessa tarefa: a exploratória, de campo (trazendo dados complementares aos táxons conhecidos ou descrevendo as plantas ainda desconhecidas, documentando sua distribuição e ecologia), e a de pesquisa, em busca da definição clara das homologias nos caracteres (das mais variadas fontes), visando aprimorar a classificação com base em hipóteses de filogenia consistentes (Barbosa e Vieira, 2005). A essas imensas tarefas encontram-se outras associadas, como a curadoria de coleções, o ensino e a orientação de estudantes, entre tantas outras, num esforço pessoal, de equipe e instituição desmesurado.

Com cerca de 20% do total de espécies do planeta, o Brasil ainda terá de empenhar muito esforço nas tarefas de descobrir, nomear, descrever as características morfológicas, conhecer a biologia, a ecologia e a distribuição geográfica da maioria das espécies existente em seu território. Além da descrição da diversidade e da elaboração de um sistema geral de referência, a sistemática tem como objetivo contribuir para a compreensão dessa diversidade por meio do estudo das relações de parentesco entre as espécies, gerando dados para a elaboração de classificações biológicas baseadas em filogenia. Essas classificações têm muito mais capacidade de previsão, além de possibilitar o melhor entendimento da evolução dos caracteres, sendo, portanto, muito mais útil, não só para os sistematas, mas para biólogos em geral e para todos os pesquisadores que lidam com a diversidade biológica (Pirani, 2005).

Na botânica, houve grande resistência, por várias décadas, em se abraçar os preceitos da sistemática filogenética. Apesar de Bremer e Wanntorp (1978) conclamarem os botânicos para o fato de que não seria monofilética a maioria dos grupos taxonômicos então em uso corrente, o sistema de classificação de Cronquist (1981 e 1988) persistiu no domínio até meados da década de 1990. No Brasil, a história não foi diferente. Joly (1976), em texto básico para as famílias botânicas representadas no País, adotou o sistema de Engler (editado por Melchior em 1964). Com a consolidação da primazia do sistema de classificação de angiospermas de Cronquist (1968 e 1981) em escala global, a partir da década de 1970, este passou a ser o sistema adotado em universidades e institutos de pesquisa. Nele, se baseia a estrutura dos livros de Barroso et al. (1978, 1984 e 1986), frutos de uma importante escola de sistemática no Brasil (Pirani, 2005).

Somente a partir de meados da década de 1990, os princípios do cladismo começaram a ser adotados em salas de aula de botânica no País. A sistemática vegetal passou, então, por um verdadeiro renascimento durante os últimos 25 anos, primeiramente em razão da incorporação da fundamentação teórica e de métodos explícitos do cladismo e subseqüentemente em função do emprego dos dados macromoleculares na reconstrução filogenética, fundamental no reconhecimento dos grupos naturais ou monofiléticos (Pirani, 2005).

Com o advento das técnicas de amplificação e seqüenciamento de nucleotídeos dos genomas nucleares, dos cloroplastos e dos mitocôndrios, a sistemática entrou na era molecular. As modernas técnicas moleculares representam um recurso rico e poderoso, que, em vez de ofuscar, aumenta a necessidade de conjuntos de dados não-moleculares e de botânicos que possam interpretá-los e obtê-los, realizando trabalhos de campo, estudos florísticos, ou analisando coleções de herbário, com base nos pilares da taxonomia básica, que são a morfologia e a anatomia (Pirani, 2005).

No Brasil, muitos projetos para inventários florísticos e elaboração de floras foram iniciados. A elaboração de floras, de modo geral, envolve a colaboração de numerosos pesquisadores e constitui uma importante ferramenta na formação de recursos humanos. O volume de informação acumulada na elaboração de floras tem promovido muitos avanços no conhecimento da taxonomia dos grupos tratados, aprofundando o estado de conhecimento da morfologia, da anatomia, da biologia e da fenologia das plantas, além do detalhamento do mapeamento geográfico e das preferências ecológicas de cada táxon (Pirani, 2005; Peixoto e Thomas, 2005).

Entretanto, estudos taxonômicos revisionais, monografias e estudos filogenéticos, embora também tenham mostrado crescimento e melhoria na qualidade, tiveram uma produção bem menos expressiva. Talvez sintomáticos dessa situação sejam o fato de apenas 3 das 90 monografias já publicadas na série Flora Neotrópica terem sido publicadas por brasileiros e o início do emprego de métodos cladísticos somente a partir de 1990. Para que a pesquisa taxonômica brasileira alcance maior repercussão internacional, é urgente que se incorporem, ao labor do sistemata brasileiro, contínuos esforços visando à investigação sistemática de caráter mais abrangente e aprofundado (revisões taxonômicas), preferentemente envolvendo o emprego de filogenias e valorizando a diversificação das fontes de evidência taxonômica. Assim, é muito promissor o fato de as novas gerações de mestres e doutores estarem majoritariamente imbuídas do paradigma cladista (Pirani, 2005).

Coleções botânicas brasileiras

As coleções biológicas são fundamentais para as pesquisas em sistemática. Esses acervos museológicos são de inestimável importância para todo e qualquer trabalho de pesquisa relacionado a aspectos da diversidade, da estrutura, da classificação, da distribuição, entre outros, de organismos vegetais. De acordo com Schatz (2002), o principal conhecimento da diversidade biológica emana do estudo das coleções de história natural efetuado pelos taxonomistas. Os herbários, depositários de parte dos testemunhos dessa riqueza, desempenham um papel único e crítico para os esforços globais de mitigar a perda da biodiversidade.

O Brasil conta hoje com 150 herbários, dos quais 125 são ativos em intercâmbio de dados e materiais científicos. Os demais são herbários com finalidade didática, ou estão em implantação ou não se encontram atuantes. Dos 125 herbários ativos, 87 estão registrados no Index Herbariorum e 23 são credenciados junto ao CGEN como fiéis depositários de exemplares da flora brasileira. Essas coleções guardam um acervo de quase 6 milhões de exemplares. Embora significativo, esse conjunto de exemplares é inferior às coleções dos maiores herbários no mundo. Os herbários do Museu de Paris e do Jardim Botânico de Kew acumulam, sozinhos, mais espécimes que o conjunto dos herbários brasileiros (Barbosa e Vieira, 2005; Menezes *et al.*, 2005).

Cerca de 81,6% dos herbários brasileiros (102) possuem até 50 mil espécimes, 18,4% (23) mais de 50 mil espécimes e somente 14 (11,2%) mais de 100 mil espécimes. O Sudeste concentra o maior número de herbários e o maior acervo acumulado (Tabelas 1 e 2). As regiões Norte e Centro-Oeste são as que detêm os menores números de herbários e o menor conjunto de espécimes, não alcançando uma amostra por km². Essas regiões, embora representem uma importante parcela da área territorial do País, concentrando diferentes ecossistemas, são grandes desafios a serem enfrentados, pois, além de apresentar os menores índices de coleta, possuem poucos especialistas (Barbosa e Vieira, 2005).

Entre os grandes herbários com representação nacional, destacam-se os do Jardim Botânico do Rio de Janeiro (RB), do Museu Nacional (R), do Instituto de Botânica de São Paulo e do Museu Botânico Municipal de Curitiba (MBM), tanto pelo número de espécies quanto pela amplitude de suas coleções. Outros com mais de 100 mil espécimes em suas coleções, embora também tenham representação nacional, concentram suas coleções predominantemente nos ecossistemas locais, como o da Universidade de Brasília (UB), do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), da Embrapa Amazônia Oriental (IAN), do Museu Paraense Emílio Goeldi (MG), da Universidade de São Paulo (SPF), do Instituto Anchieta de Ensino (PACA) e da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (ICN).

A informatização dos acervos não visa apenas facilitar o gerenciamento das coleções, mas também permite que os herbários respondam com maior agilidade às perguntas dos cientistas, dos gestores da área ambiental e de outros segmentos da sociedade usuários da informação final.

Recentemente, numa análise do processo de informatização, Peixoto (2005) observou que 77% dos herbários brasileiros estão realizando algum tipo de informatização. Destes, 37% utilizam o Brahms, 11% usam o Excel, outros 11% usam o programa desenvolvido pela Rede Mineira de Herbários, 7% utilizam o Access e 7% são usuários do Elcen, desenvolvido pelo Centro Nacional de Recursos Genéticos e Biotecnologia (Cenargen). Os herbários IAN, MG, INPA e HAMAB, juntos, possuem o maior conjunto de dados num único programa, o Botanical Research and Herbarium Management System (Brahms). Entretanto, não avançaram ainda na disponibilização dos dados na Internet. Ainda conforme o mesmo autor, o processo de informatização apresenta problemas semelhantes em quase todo o País. Dúvidas sobre o software a ser utilizado, tratamento das informações, que tipo de informação divulgar e como divulgá-la, os recursos materiais e humanos que se repetem, tornando a informatização mais lenta e, em alguns casos, interrompendo ou inviabilizando o processo. Atualmente no Brasil, mesmo em herbários com os dados dos espécimes total-

mente digitalizados, as informações resultantes do processo nem sempre estão disponíveis para a comunidade científica ou para a sociedade por motivos muito variados.

Assim, faz-se necessária a discussão sobre a transferência dos bancos de dados existentes para a Internet e o desenvolvimento de herbários virtuais. Hoje, é indispensável o estudo de uma proposta consistente de herbário virtual, delineando-se o tipo de imagens e informações associadas que conterà. Num primeiro momento, as imagens de tipos devem ser priorizadas. Em etapas posteriores, imagens de espécimes selecionadas representando espécies podem ser disponibilizadas para facilitar o trabalho de identificação.

O relacionamento entre os herbários brasileiros desenvolve-se por meio de diferentes estratégias, além do intercâmbio científico. A Sociedade Botânica do Brasil mantém, em sua estrutura, a Rede de Herbários Brasileiros, que, por sua vez, estabelece intensa comunicação e promove uma reunião anual entre os curadores. A instituição de redes regionais, num país de grande território e de marcantes diferenças regionais, tem se mostrado também uma ferramenta importante para o estímulo à modernização deste setor, fortalecendo ações conjuntas em nível nacional.

Essas iniciativas, além de promover o avanço do conhecimento e a absorção de novas tecnologias de modo mais harmônico, possibilitam a participação do País em algumas iniciativas internacionais em desenvolvimento, como a Global Taxonomy Initiative (GTI), que envolve algumas ações diretamente vinculadas a coleções (Peixoto, 2003; Barbosa e Vieira, 2005), e a Global Strategy for Plant Conservation (GSPC), que está levantando dados sobre a diversidade vegetal numa rede de trabalho que interliga iniciativas conservacionistas em todo o mundo. Entretanto, a participação brasileira ainda é incipiente e precisa ser ampliada.

Nesse sentido, é indispensável identificar barreiras que impossibilitem a ampla participação dos taxonomistas e dos herbários brasileiros na produção da lista mundial de espécie e apontar maneiras de superação dessas dificuldades. Como país detentor de uma das floras

mais ricas do globo, a importância do incremento das coleções e da capacitação de taxonomistas torna-se inquestionável.

Grande parte das preocupações e necessidades dos herbários brasileiros já foi apontada (Lewinson e Prado, 2002; Barbosa e Peixoto, 2003; Menezes et al., 2005; Barbosa e Vieira, 2005). A carência de recursos humanos especializados para o trabalho de gerenciamento e curadoria dos exemplares, a necessidade de especialistas para revisar e atualizar dados, o espaço muitas vezes inapropriado para a guarda do acervo, a falta de equipamentos e a falta de uma política nacional para coleções são as de maior destaque nos documentos já elaborados.

Recursos humanos e capacidade instalada

Com base em informações disponíveis no banco de currículos da plataforma Lattes e no Diretório dos Grupos de Pesquisa do CNPq⁵, há no País 492 pesquisadores atuando na área de sistemática vegetal: 270 doutores, 128 mestres e 94 graduados/especialistas (Tabela 1). Entre os taxonomistas doutores, 91 são bolsistas de produtividade do CNPq (55 em angiospermas, 1 em gimnosperma, 5 em pteridófitas, 2 em briófitas, 19 em algas e 10 em fungos) e 20 são bolsistas recém-doutores (9 em angiospermas, 2 em pteridófitas, 1 em briófitas, 6 em algas e 2 em fungos). Dos 492 pesquisadores, aproximadamente 310 mantêm vínculo empregatício com instituições de ensino e pesquisa no País (38 universidades federais, 16 universidades estaduais e 10 institutos e fundações de pesquisa) que desenvolvem atividades relacionadas à sistemática vegetal. A maioria está vinculada a instituições das Regiões Sudeste e Sul do Brasil. Sabe-se que os números aqui apresentados não englobam todas as pessoas que lidam com sistemática no País, pois há docentes vinculados a departamentos de botânica ou outros afins, em universidades públicas ou privadas, cujos dados não se encontram facilmente disponíveis para consulta.

Tabela 1.

Número de pesquisadores em taxonomia/sistemática de plantas e fungos, ordenados por grupos de organismos e titulação

	Doutor	Mestre	Graduados e especialistas	Total
Angiospermas	140	72	34	246
Gimnospermas	2	0	1	3
Pteridófitas	13	6	5	24
Briófitas	7	8	2	17
Algas	84	33	44	161
Fungos	24	9	8	41
Total	270	128	94	492

⁵ Plataforma Lattes (disponível em <http://lattes.cnpq.br>).

A criação dos cursos de pós-graduação constitui um marco no desenvolvimento dos estudos florísticos e taxonômicos no País. Esses cursos abriram inúmeras oportunidades e resultaram em grande quantidade de dissertações e teses que abordam a diversidade biológica. Contudo, é preocupante o fato de parte das informações geradas permanecerem inéditas, pois muitas teses e dissertações não têm divulgação mais ampla em artigos em periódicos ou capítulos em livros. Estima-se que a disponibilização desses dados quase dobre o conhecimento que havia disponível na década de 1950 (Bicudo et al., 1998).

Na área de botânica, existem hoje no Brasil 20 programas de pós-graduação reconhecidos pela Capes, sob responsabilidade do Ministério de Educação (MEC). Todos possuem cursos de mestrado e 14 têm cursos de doutorado (Tabela 2).

Tabela 2.

Programas de pós-graduação em Botânica no País ordenados por nome, instituição, Estado e nível dos cursos M: mestrado; D: doutorado. *Fonte: Capes (www.capes.gov.br).*

Programa	Instituição	Estado	Nível
Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente	IBT	SP	M/D
Biologia de Fungos	UFPE	PE	M/D
Biologia Vegetal	UFMG	MG	M/D
Biologia Vegetal	UFMS	MS	M
Biologia Vegetal	UNICAMP	SP	M/D
Biologia Vegetal	UFPE	PE	M/D
Biotecnologia Vegetal	UFRJ	RJ	M/D
Botânica	UEFS	BA	M/D
Botânica	UNB	DF	M
Botânica	UFV	MG	M/D
Botânica	UFRPE	PE	M/D
Botânica	UFPR	PR	M
Botânica	JBRJ	RJ	M/D
Botânica	UFRGS	RS	M/D
Ciências Biológicas (Biologia Vegetal)	UNESP/RC	SP	M/D
Ciências Biológicas (Botânica)	INPA	AM	M/D
Ciências Biológicas (Botânica)	UFRJ	RJ	M/D
Ciências Biológicas (Botânica)	USP	SP	M/D
Ciências Biológicas (Botânica)	UNESP/BOT	SP	M/D
Ciências Biológicas	UFRA	PA	M

Os programas são heterogêneos quanto à sua distribuição por região geográfica, com 48% (10 programas) concentrados na Região Sudeste, ficando a Região Nordeste em segundo lugar, com 4 programas (Figura 1). As Regiões Sul e Norte contam, cada uma, com um curso de mestrado e um programa com mestrado e doutorado, enquanto que a Região Centro-Oeste conta apenas com dois cursos de mestrado.

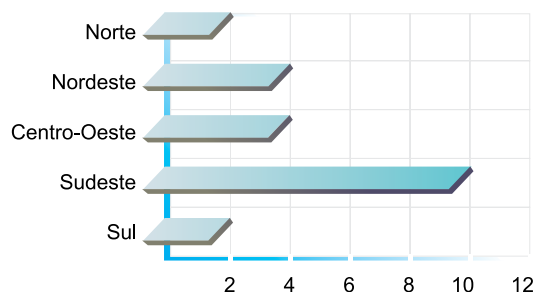


Figura 1.

Número de cursos de pós-graduação em Botânica no Brasil ordenados por região

Fonte: Capes (www.capes.gov.br).

Ao analisar a distribuição dos cursos de pós-graduação por subárea de conhecimento, constata-se que a taxonomia de plantas vasculares concentra o maior número (15 cursos), seguida pela taxonomia de plantas avasculares (briófitas e algas) com 13. Fungos são contemplados em 4 cursos, sendo o Programa de Pós-Graduação em Biologia de Fungos da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), nos níveis de mestrado e doutorado, o único no País específico nesse grupo de organismos (Figura 2).

A maior parte dos programas de pós-graduação encontra-se em fase de consolidação, com conceito da Capes igual ou superior a 4. Com conceito 5, destacam-se três programas (o de botânica da USP, o de biologia de fungos da UFPE e o de biotecnologia vegetal da Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ) e um com 6 (o de biologia vegetal da Universidade Estadual de Campinas, Unicamp).

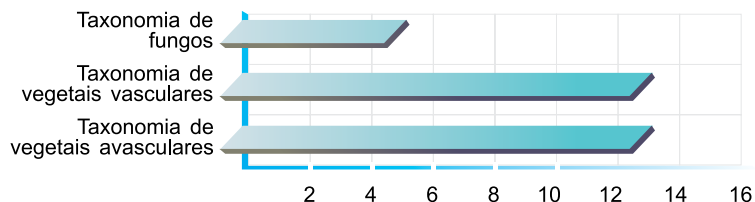


Figura 2.

Número de cursos de pós-graduação no País ordenados por área de conhecimento

Fonte: Capes (www.capes.gov.br).

De acordo com a Capes, os programas de pós-graduação na área de botânica englobavam, no ano de 2003, 380 doutores em seu quadro docente (sem dupla contagem), 1.010 discentes matriculados, sendo 497 mestrandos e 513 doutorandos. Em 2003, foram titulados 115 mestres e 92 doutores, com tempo médio de titulação de 26 e 51 meses, respectivamente. Dos docentes doutores que participam dos programas de pós-graduação em botânica, 149 atuam na subárea da taxonomia vegetal (angiospermas com 64, pteridófitas com 4, briófitas com 4, algas com 40 e fungos com 37). Cento e quarenta e três mantêm vínculo institucional, 6 são aposentados e 84 são bolsistas em produtividade do CNPq. A Região Sudeste se destaca por concentrar o maior número de docentes doutores com bolsa de produtividade do CNPq (48), seguida pelas Regiões Nordeste (18), Sul (8), Norte (7) e Centro-Oeste (3).

Produção científica

Nas últimas décadas, houve um incremento na produção científica brasileira, e na área de botânica não foi diferente. Entretanto, constata-se um maior avanço em alguns campos da sistemática, enquanto, em outros, a produção ainda é pouco expressiva. Com base nos dados disponíveis na avaliação dos programas de pós-graduação realizada pela Capes (triênio 2001-2003) e no currículo Lattes (consultado em 2005), a produção científica em taxonomia vegetal e de fungos no Brasil foi de 725 artigos em periódicos especializados no período de janeiro de 2000 a junho de 2005 (Figuras 3 a 7). Somam-se a esses, a publicação de 30 livros, 76 capítulos de livros e 50 artigos completos em anais de eventos científicos, com abordagem sobre taxonomia vegetal. É interessante verificar que as revistas consideradas de maior impacto pela avaliação da pós-graduação têm sido priorizadas para a divulgação dos resultados de pesquisas realizadas (Figura 3). Uma análise mais bem detalhada dessa mudança sobre os periódicos nacionais precisa ser feita, considerando-se tanto a capacidade dos periódicos de maior impacto absorverem a produção científica nacional na área de botânica quanto os critérios de classificação dos periódicos.

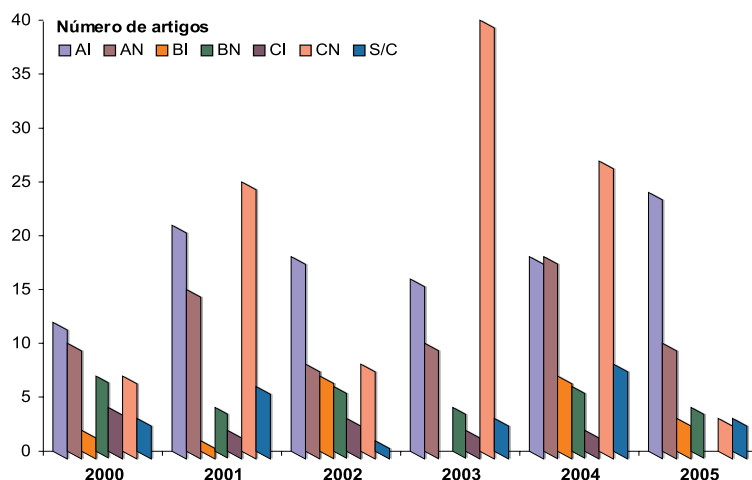


Figura 3.

Número de artigos sobre taxonomia de angiospermas publicados em revistas indexadas ordenados por data

AI: Qualis A Internacional; AN: Qualis A Nacional; BI: Qualis B Internacional; BN: Qualis B Nacional; CI: Qualis C Internacional; CN: Qualis C Nacional; S/C: sem classificação.

Fonte: Plataforma Lattes
(www.lattes.cnpq.br).

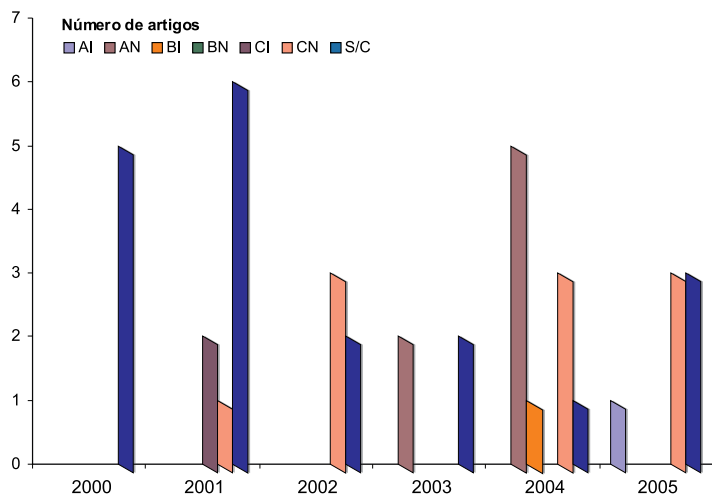


Figura 4.

Número de artigos sobre taxonomia de pteridófitas publicados em revistas indexadas ordenados por data

AI: Qualis A Internacional; AN: Qualis A Nacional; BI: Qualis B Internacional; BN: Qualis B Nacional; CI: Qualis C Internacional; CN: Qualis C Nacional; S/C: sem classificação.

Fonte: Plataforma Lattes (www.lattes.cnpq.br).

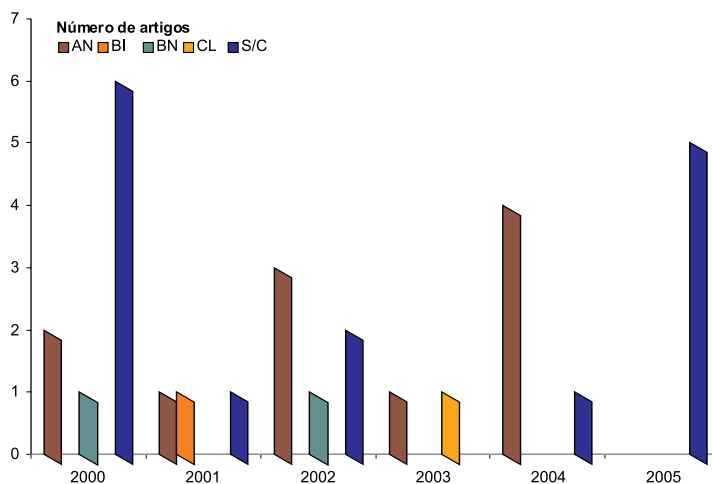


Figura 5.

Número de artigos sobre taxonomia de briófitas publicados em revistas indexadas ordenados por data

AN: Qualis A Nacional; BI: Qualis B Internacional; BN: Qualis B Nacional; CL: Qualis C Local; S/C: sem classificação.

Fonte: Plataforma Lattes (www.lattes.cnpq.br).

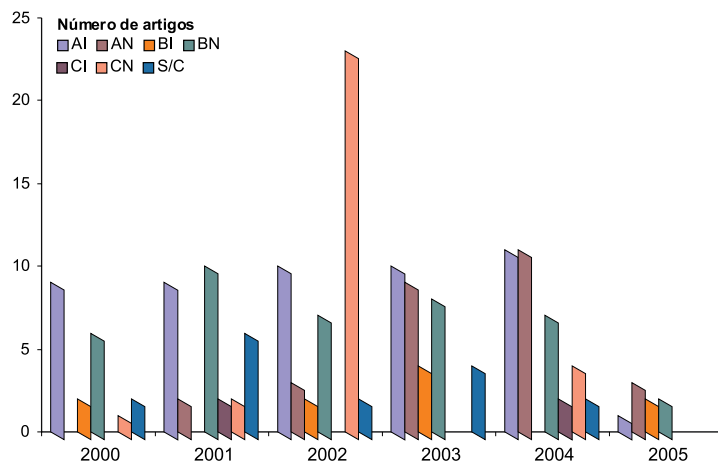


Figura 6.

Número de artigos sobre taxonomia de algas publicados em revistas indexadas ordenados por data

AI: Qualis A Internacional; AN: Qualis A Nacional; BI: Qualis B Internacional; BN: Qualis B Nacional; CI: Qualis C Internacional; CN: Qualis C Nacional; S/C: sem classificação.

Fonte: Plataforma Lattes
(www.lattes.cnpq.br).

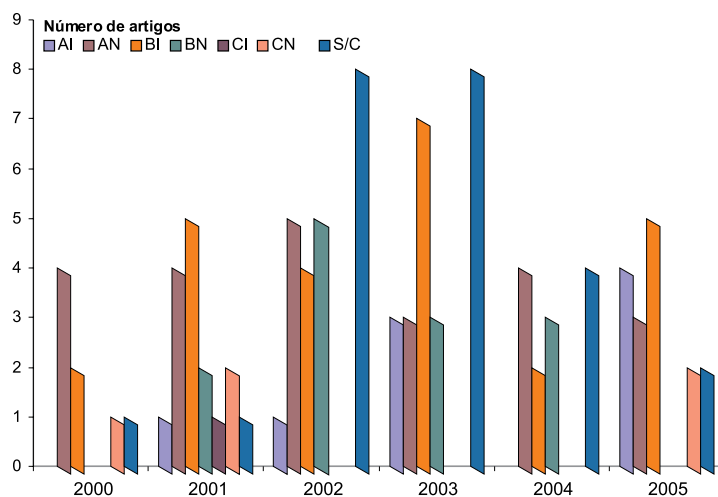


Figura 7.

Número de artigos sobre taxonomia de fungos (incluindo os liquenizados) publicados em revistas indexadas ordenados por data

AI: Qualis A Internacional; AN: Qualis A Nacional; BI: Qualis B Internacional; BN: Qualis B Nacional; CI: Qualis C Internacional; CN: Qualis C Nacional; S/C: sem classificação.

Fonte: Plataforma Lattes
(www.lattes.cnpq.br).

Fontes de financiamento para a pesquisa e a capacitação em taxonomia vegetal no País

O financiamento para a pesquisa e a capacitação de recursos humanos na área de botânica está muito aquém das necessidades requeridas pela demanda de conhecimento da biodiversidade no País. Ainda que esses recursos tenham sido incrementados na subárea de taxonomia de plantas e fungos, este aporte não resultou em ganhos reais, pois não acompanhou as necessidades de modernização dos laboratórios e de crescimento da área. A botânica compete por recursos com subáreas da ciência aplicada, bem como os grupos de pesquisa e programas de pós-graduação mais bem consolidados (Assad et al., 1996).

As principais agências de fomento à pesquisa e à formação de recursos humanos nacionais, como o MCT, o CNPq, o MEC, a Capes, a agência Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) e programas específicos do Ministério do Meio Ambiente (MMA), não têm distribuído recursos de vulto direcionados a ações induzidas em taxonomia e para a consolidação de acervos biológicos, embora ações pontuais exitosas possam ser citadas. O Projeto Biota São Paulo, financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp), e o PPBio Amazônia, financiado pelo MCT, são exemplos de apoio induzido a estudos de biodiversidade que resultaram em significativos avanços. Duas ações iniciadas pelo MCT/CNPq em 2005 já podem ser destacadas: a liberação de recursos (embora ainda pouquíssimo para atender à grande demanda) para apoio a coleções e a implementação de um programa específico de bolsas para a formação de taxonomistas. Essas ações tiveram como foco duas questões fundamentais: a infra-estrutura das coleções e a formação de taxonomistas para a lida com a biodiversidade.

A Capes tem sob sua responsabilidade a maior parte do apoio à pós-graduação, realizando contínuo e sistemático processo de avaliação do desempenho dos programas de pós-graduação, de modo a balizar a distribuição de recursos por meio da concessão de bolsas e auxí-

lios. Embora venha ocorrendo um aumento continuado no aporte de recursos, na botânica, o número de bolsas ainda é insuficiente quando se considera o quadro atual de mestrandos (497) e doutorandos (523) e de programas de pós-graduação na área (Tabela 3).

Tabela 3.

Alocação de recursos concedidos pela Capes à área de botânica no Programa de Demanda Social (DS) e no Programa de Capacitação de Docente e Técnico (PIDCT) no período de 2001 a 2004.

Fonte: Capes (www.capes.gov.br).

Bolsas (R\$)	2001	2002	2003	2004
DS Mestrado e Doutorado	1.317,36	1.450,48	1.712,68	1.924,64
PIDCT	561,24	501,92	305,68	177,57

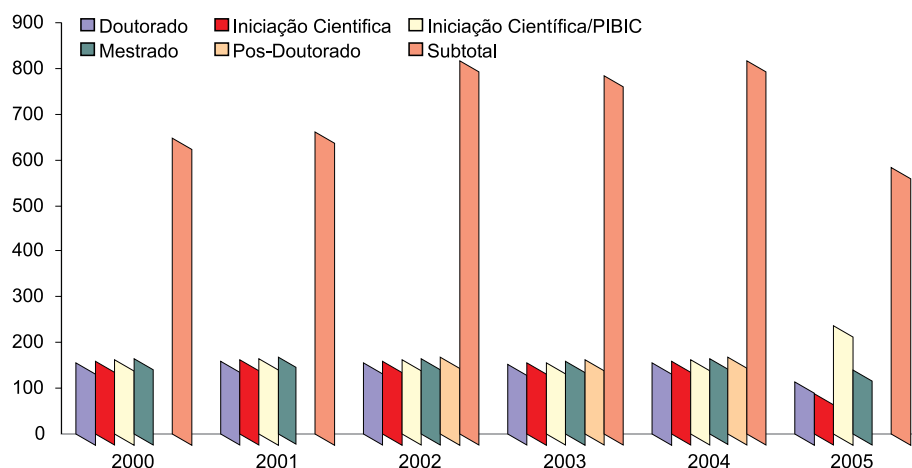
Diferentemente da Capes, que direciona suas principais ações de financiamento à formação de recursos humanos, o CNPq dirige suas ações para a execução de pesquisas necessárias ao desenvolvimento da ciência e da tecnologia, considerando os interesses sociais, econômicos e culturais do País (Tabela 4). Entretanto, ambas as agências de fomento disponibilizam os recursos predominantemente em forma de bolsas de diferentes categorias (Figuras 8, 9 e 10).

O investimento em criação, ampliação e manutenção de laboratórios tem sido incipiente, o que deixa alguns laboratórios e também as coleções científicas em situação precária. Nesse contexto, algumas agências de fomento estaduais têm desempenhado uma função importante ao investir recursos em laboratórios e coleções. Entretanto, é lamentável que poucos Estados contem com agências de fomento à ciência e à tecnologia com dotação orçamentária bem definida e que verdadeiramente desempenham o papel de promover essas áreas.

Figura 8.

Número de bolsas para a capacitação de recursos humanos para a pesquisa e a inovação concedidos pelo CNPq na área de botânica, linha de atuação apoio à formação e à qualificação de pesquisadores no País (2000-2005). PIBIC: Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica.

Fonte: CNPq (<http://fomentonacional.cnpq.br>).

**Tabela 4.**

Capacitação de recursos humanos para a pesquisa e inovação concedidos pelo CNPq na área de botânica, linha de atuação estímulo à pesquisa (2000-2005)

Fonte: CNPq

* Fixação de doutores.

	2000		2001		2002		2003		2004		2005	
	Nº Bolsas	R\$ correntes	Nº Bolsas	R\$ correntes	Nº Bolsas	R\$ correntes	Nº Bolsas	R\$ correntes	Nº Bolsas	R\$ correntes	Nº Bolsas	R\$ correntes
Apoio técnico a pesquisa	133	104.089	130	125.342	154	137.659	151	140.557	148	129.930	37	63.275
Desenvolvimento científico regional	136	226.318	133	279.360	157	138.829	154	156.775	151	128.176	3	28.005
Profix	139	46.447	0,9	48.047	160	80.580	157	59.275	154	56.459	2	24.511
Pesquisador visitante	142	1.322.293	139	1.511.251	163	76.331	0,8	39.064	0,3	21.391	1	21.869
Produtividade em pesquisa	0,9	20.221	142	70.416	166	1.524.373	163	2.007.098	160	2.552.221	154	1.300.526
Recém-doutor	550	1.719.368	444	2.034.417	169	172.230	166	152.573	163	77.291	2	21.182
Subtotal	1.101	3.438.736	989	4.068.833	969	2.130.002	792	2.555.342	776	2.965.468	199	1.459.368

Figura 9.

Número de bolsas para a capacitação de recursos humanos em pesquisa e inovação concedidos pelo CNPq na área de botânica, linha de atuação de estímulo à pesquisa (2000-2005)

* Fixação de doutores.

Fonte: CNPq (<http://fomentonacional.cnpq.br>).

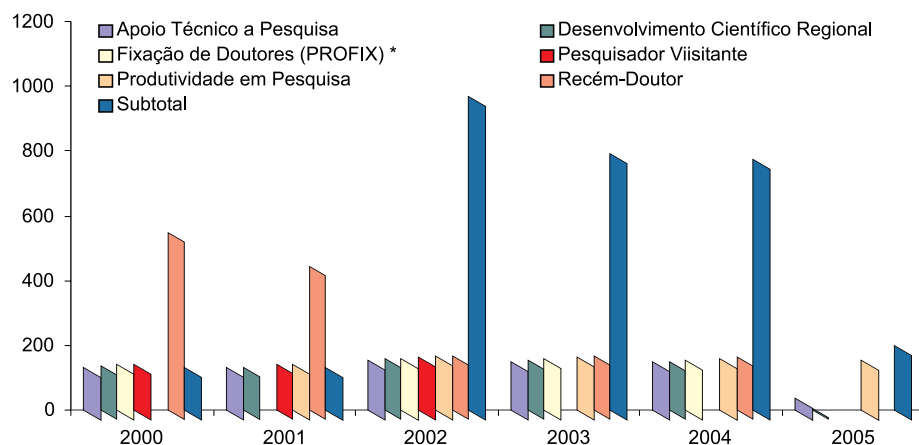
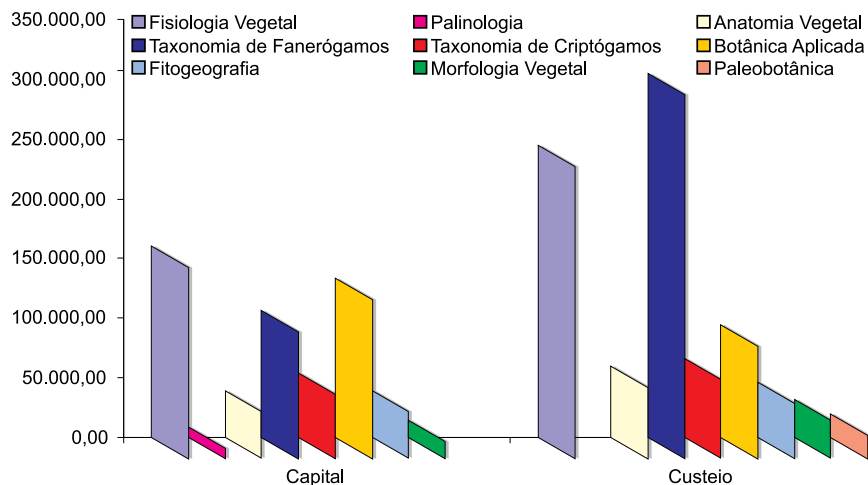


Figura 10.

Capacitação de recursos humanos para a pesquisa e a inovação concedidos pelo CNPq na área de botânica, por subárea de conhecimento, linha de atuação de estímulo à pesquisa (Edital Universal de 2004)

Fonte: CNPq (<http://fomentonacional.cnpq.br>)



Diretrizes e estratégias para a modernização das coleções botânicas brasileiras

É crescente o papel das coleções científicas no desenvolvimento e na geração de novos horizontes em pesquisa botânica, que, por seu turno, têm dado novo impulso às coleções, levando à sua diversificação e ao seu enriquecimento. Muitas se tornam coleções sem igual no mundo, tanto no tocante à flora de uma região específica quanto para alguns táxons em especial. Projetos de inventários florísticos e de elaboração de floras, de modo geral reunindo esforços de muitos pesquisadores, têm dado destaque a diversas coleções brasileiras.

O crescimento e a melhoria dessas coleções levam ao incremento da produção científica em diferentes campos da botânica. As coleções com corpo técnico mais produtivo e bem capacitado têm mais oportunidades de mantê-las atualizadas, de realizar permuta de exemplares e de promover o crescimento da coleção, bem como mais acesso a recursos nas agências de fomento. Entretanto, o futuro das coleções dependerá também da sua habilidade de absorver e adaptar novas metodologias e tecnologias e de compreender demandas manifestas pela sociedade. Portanto, o apoio à capacitação e à modernização da infra-estrutura dos herbários brasileiros é estratégico para o desenvolvimento da ciência botânica como um todo.

Considerando o ainda insuficiente número de especialistas em grupos taxonômicos, de recursos de infra-estrutura e financeiros para atender às demandas do inventário e de caracterização da biodiversidade diante das dimensões do território nacional e a riqueza florística do País, são indicadas a seguir algumas diretrizes essenciais para a consolidação das coleções botânicas brasileiras e para a capacitação de pessoal para a lida com coleções da flora e da micota nacional, bem como estimativas de custo para as ações sugeridas.

Infra-estrutura e gestão de informações - Apoiar as coleções na ampliação dos recursos humanos e materiais, visando à preservação e à dinamização do acervo; promover a in-

formatização das coleções científicas e sua respectiva integração, de modo a agilizar o intercâmbio e a comunicação e divulgar os acervos; ampliar a capacidade instalada das coleções brasileiras, de modo a torná-las aptas a responder às demandas crescentes sobre biodiversidade; conscientizar os órgãos diretivos das instituições que detêm coleções científicas em botânica (especialmente herbários) da importância científica de tais acervos e de sua responsabilidade com a adequada manutenção, provendo a contratação de pessoal de apoio, dotação de verbas orçamentárias e ampliação do espaço físico; implementar as bases de um herbário virtual nacional.

Objetivos:

Ampliar e modernizar as coleções botânicas do País Informatização e gerenciamento da informação

Metas	Ações e Prazos		
	Curto (até 3 anos)	Médio(até 5 anos)	Longo (até 10 anos)
Melhoria da infraestrutura dos herbários brasileiros	Melhorar as condições de armazenamento dos espécimes, o sistema elétrico e de prevenção de incêndios Incentivar o armazenamento em diferentes meios (secos em estufas, em sílica, fixado em FAA, etc.)	Adequar o espaço físico para o acondicionamento das coleções, incluindo material conservado em meio líquido e em gel de sílica	Ampliar as melhorias na estruturação dos herbários nacionais
Ampliação da capacidade instalada	Aumentar em 30% a capacidade instalada nas instituições oficiais para concretizar os inventários de plantas vasculares, avasculares e fungos (incluindo fungos liquenizados)	Aumentar em 50% a capacidade instalada nas instituições oficiais para concretizar os inventários de plantas vasculares, avasculares e fungos (incluindo fungos liquenizados)	Aumentar em 100% a capacidade instalada nas instituições oficiais para concretizar os inventários de plantas vasculares, avasculares e fungos (incluindo fungos liquenizados)
Garantia de recursos mínimos para curadoria, manutenção e segurança das coleções de madeira	Propiciar a instalação adequada das coleções, com obras para adequação do espaço físico, aquisição armários e laminários, fumigação e climatização	Promover a aquisição de material permanente para a confecção de lâminas, como micrótomos e microscópios	Todas as xilotecas com requisitos mínimos para as atividades de curadoria e pesquisa
Implantação da Rede Brasileira de Xilotecas	Organizar a rede de xilotecas e captar recursos para a promoção de encontros periódicos	Promover a interligação das instituições	Consolidar uma rede de informação integrada, de acesso livre e aberto

Adequação de tratamento dos acervos	<p>Dotar de sistema de controle termo-higrométrico em pelo menos um herbário cadastrado no sistema por unidade da federação</p> <p>Realizar expurgo e/ou desinsetização mínima, dependendo do tipo de acervo</p> <p>Incrementar a montagem de exsicatas, preparo de rótulos, registro e inclusão</p> <p>Dotar cada acervo de câmera digital e arsenal para armazenamento de imagens e iniciar a tomada de imagens das coleções selecionadas</p>	<p>Dobrar o número de herbários com sistema de controle termo-higrométrico</p> <p>Realizar regularmente expurgo (bianual em herbários da Região Sul, anual nas demais)</p> <p>Comparar o estado de identificação das amostras em cada acervo, verificando aquelas que têm duplicatas atualizadas em outros herbários</p> <p>Enviar imagens aos especialistas, solicitando determinação nos casos em que isso for possível</p>	<p>Dar continuidade a todas as etapas de trabalho técnico de conservação das coleções e de curadoria</p> <p>Extrapolar o modelo para todos os demais herbários nacionais</p>
Diversificação e aprimoramento científico dos acervos	<p>Estabelecer ou incrementar doações em troca de identificação ou intercâmbio entre herbários nacionais</p> <p>Dotar os herbários de literatura taxonômica fundamental</p> <p>Viabilizar a realização de visitas de especialistas para atualização das identificações e verificação de coleções <i>incertae sedis</i></p> <p>Produzir listas florísticas simples (baseadas no acervo já disponível) e/ou relatórios de mapeamento de coletas de forma a (re)direcionar expedições de coleta</p>	<p>Implantar projetos de coleta e pesquisa com obtenção de material conservado em meio líquido para estudos anatômicos e em gel de sílica para extração de DNA visando à filogenia</p> <p>Publicar os resultados parciais (descrição de novos táxons, divulgação de estudos morfológicos e anatômicos parciais; relatos de novos registros de ocorrência relevantes para a história ou biogeografia do grupo taxonômico, etc.);</p> <p>Produzir listas florísticas e/ou relatórios de mapeamento de coletas nas regiões a que pertencem os herbários engajados, de forma a redirecionar as expedições</p> <p>Dar continuidade às visitas de especialistas aos herbários para atualização das identificações e verificação de coleções <i>incertae sedis</i></p>	<p>Dar continuidade aos projetos anteriores e iniciar outros</p> <p>Publicar resultados integrados e de larga escala</p> <p>Dar continuidade às visitas de especialistas aos herbários para atualização das identificações e verificação de coleções <i>incertae sedis</i></p> <p>Envolver todos os herbários ainda não engajados nessas atividades</p>
Implementação da iniciativa para levantamento da diversidade vegetal brasileira, melhorando a representatividade da flora brasileira nas coleções	<p>Estimular a coleta nas unidades de conservação e reservas legais</p> <p>Estabelecer programas de coleta, direcionados predominantemente para áreas pouco ou não visitadas</p> <p>Ampliar o treinamento de estudantes em metodologias de coletas</p>	<p>Complementar o resgate de informações e imagens de tipos da flora brasileira localizados fora do país</p> <p>Estabelecer e/ou ampliar iniciativas estaduais ou regionais a exemplo da Rede Amazônica ou SpeciesLink para São Paulo</p>	<p>Produzir uma lista preliminar da flora brasileira com base nos dados dos herbários</p>

Melhoria no gerenciamento dos herbários brasileiros	<p>Incrementar ou iniciar a informatização das coleções</p> <p>Ampliar o número de equipamentos de informática nos herbários</p> <p>Ampliar o número de técnicos de apoio nas coleções, entre eles pessoal especializado em bioinformática</p>	<p>Avaliar o andamento dos trabalhos de informatização do acervo, incluindo bancos de imagens</p> <p>Contratar pessoal técnico treinado no presente projeto nas primeiras etapas supradescritas</p>	<p>Realizar a interação dos dados gerados pelos herbários</p> <p>Organizar os acervos dos herbários, disponibilizando informações sobre suas coleções</p>
Fortalecimento da Rede Brasileira de Herbários de forma a ampliar as suas atividades e a formação continuada dos curadores	<p>Estabelecer um programa de metas para a Rede Nacional e os herbários participantes</p> <p>Estimular a composição e o fortalecimento de redes estaduais/regionais de herbários</p> <p>Estimular a captação e a atualização de informações sobre os herbários</p>		
Disponibilização de informações sobre herbários e seus acervos	<p>Atualizar a lista e os dados básicos dos herbários brasileiros on-line</p> <p>Alimentar constantemente o Index Herbariorum com informações atualizadas</p>	<p>Criar páginas na Web de todos os herbários brasileiros</p> <p>Disponibilizar na rede a lista de tipos depositados em herbários brasileiros</p>	<p>Produzir uma lista da flora brasileira com base nos dados dos herbários</p>
Criação da base do Herbário Virtual Nacional		<p>Disponibilizar na rede a lista e as imagens de tipos depositados em herbários brasileiros e outras informações atualizadas dos acervos</p>	
Implementação de um herbário virtual nacional	<p>Dotar de infra-estrutura computacional adequada às dimensões de cada acervo</p> <p>Viabilizar todas as etapas de automação das coleções, incluindo bancos de imagens</p>	<p>Promover a interligação das informações disponibilizadas pelos herbários brasileiros incluindo integração dos bancos de imagens</p> <p>Consolidar uma rede de informação integrada, de acesso livre e aberto, congregando pelo menos 30% dos acervos brasileiros</p> <p>Associar a rede a uma infraestrutura compartilhada de dados de natureza biológica e ambiental e outras informações sobre biodiversidade</p>	<p>Organizar um portal nacional, disponibilizando em rede o resultado da interligação dos acervos das coleções botânicas</p> <p>Ampliar a rede para inclusão de todos os acervos nacionais cadastrados</p>

Recursos humanos e pesquisa – Promover a capacitação e a titulação nos grupos de maior carência de pesquisadores no Brasil; estimular a capacitação de taxonomistas, visando à sua participação em projetos integrados de estudos da flora brasileira; conscientizar as institui-

ções de ensino e pesquisa da necessidade de contratação de especialistas nos diferentes grupos; organizar cursos modulados de aperfeiçoamento em taxonomia e metodologias de trabalho em herbário e laboratório, atendendo às necessidades das diferentes regiões geográficas do País; estimular a preparação de revisões taxonômicas de gêneros essencialmente brasileiros ou bem representados no Brasil; estimular projetos para inventário, sobretudo em áreas pouco ou ainda não visitadas e naquelas sujeitas a impactos; elaborar floras regionais visando inventariar os recursos vegetais brasileiros; facilitar a obtenção de auxílio para visitas de curta duração a herbários nacionais e estrangeiros, contendo coleções representativas dos grupos taxonômicos em estudos, e para a realização de expedições científicas por pesquisadores, docentes e alunos de cursos de pós-graduação; promover o intercâmbio entre pesquisadores, docentes e alunos das universidades e instituições de pesquisa em taxonomia (fanerógamos, criptógamos e fungos), possibilitando consultas a coleções científicas, participação em cursos, realização de estágios e projetos conjuntos.

Objetivo:

Formação de recursos humanos capacitados

Metas	Ações e Prazos		
	Curto (até 3 anos)	Médio(até 5 anos)	Longo (até 10 anos)
Melhoria da qualidade das identificações e informações geradas nos herbários	<p>Formar alunos de graduação e pós-graduação em taxonomia e florística</p> <p>Criar um programa de bolsas (em diferentes níveis) para formação de taxonomistas</p> <p>Promover a visita de especialistas aos herbários para trabalhar com os acervos e treinar alunos</p> <p>Melhorar as informações dos exemplares coletados (georreferenciamento)</p> <p>Estimular o estudo de floras regionais</p>	<p>Implementar um programa de apoio a fixação de taxonomistas em áreas carentes</p> <p>Incentivar a publicação de sinopses de grupos taxonômicos</p> <p>Ampliar o apoio à editoração dos periódicos nacionais</p>	

<p>Capacitação de pessoal para a lida com os acervos</p>	<p>Realizar estágios e cursos de treinamento para o pessoal técnico nas atividades rotineiras do herbário (manuseio, digitalização, tomada de imagens), formando multiplicadores</p> <p>Treinar alunos, sobretudo os de mestrado e doutorado, nas etapas de manejo e identificação de coleções, treinando-os para curadoria e formando novos taxonomistas</p>	<p>Realizar novos cursos de treinamento para o pessoal técnico de outros herbários da mesma região com a participação da equipe treinada anteriormente</p> <p>Treinar pessoal técnico para executar parte do trabalho curatorial com base nos bancos de imagem</p>	<p>Realizar novos cursos e estágios utilizando as experiências anteriores e iniciar outros na mesma linha</p>
<p>Estabelecimento de projetos institucionais e interinstitucionais que estimulem a coleta e a dinamização dos acervos</p>	<p>Realizar projetos de curta duração (institucionais e individuais), com produção de artigos científicos</p> <p>Adotar, no âmbito de cada instituição, políticas e diretrizes que viabilizem programas de expedições, garantam a manutenção dos acervos, a absorção e a fixação de profissionais nas atividades (sistematas, técnicos de curadoria e de informática), estimulem a pesquisa ligada às coleções, e apoiem a informatização dos acervos</p>	<p>Realizar projetos interinstitucionais, com produção de artigos científicos e consecução de novas abordagens ou de novos projetos em equipe</p> <p>Avaliar as ações bem-sucedidas, sobretudo das políticas adotadas no âmbito institucional voltadas a coleções</p>	<p>Concluir projetos interinstitucionais, dar continuidade aqueles com novas abordagens ou iniciar novos projetos em equipe</p>
<p>Ampliação do número de taxonomistas em atividade e absorção nas instituições</p>	<p>Capacitar 100 especialistas em taxonomia de plantas vasculares, avasculares e fungos</p>	<p>Fixar nas instituições recursos humanos capacitados, de acordo com as necessidades regionais</p>	<p>Fixar nas instituições recursos humanos capacitados, de acordo com as necessidades</p>
<p>Formação de especialistas em anatomia de madeira</p>	<p>Publicar edital visando à formação de especialistas em anatomia da madeira (bolsas de iniciação científica, mestrado, doutorado e fixação de doutores)</p>	<p>Gerar recursos para realização de viagens técnicas (no Brasil e no exterior)</p>	
<p>Formação de pessoal técnico especializado: as atividades de curadoria de xiloteca</p>	<p>Promover cursos de treinamento</p> <p>Estimular o intercâmbio entre as coleções para o aprimoramento técnico e o treinamento de recursos humanos</p>	<p>Desenvolver uma política de fixação dos recursos humanos treinados</p>	

Estimativas de custo para as ações sugeridas

AÇÕES (valores em reais)	Curto (até 3 anos)	Médio (até 5 anos)	Longo (até 10 anos)	Valor total (R\$)
Informatização dos acervos Vasculares: 2,5 milhões Avasculares e fungos: 750 mil Xiloteca: 70 mil	(30%) 996 mil	(50%) 664 mil	(100%) 1.660 mil	3,32 milhões
Equipamentos de informática Vasculares: 125 coleções Avasculares: 15 coleções Xilotecas: 27 coleções Computadores: 2.500 Software: 1.800 Scanner: 4 mil Impressora: 2 mil	(30%) 516.030	(50%) 344.020	(50%) 860.050	1,72 milhões
Adequação de infra-estrutura (obras, climatização, armários, prevenção de incêndios) 56 herbários; 6 xilotecas	(30%) 3,84 milhões	(50%) 2,56 milhões	(50%) 6,4 milhões	12,8 milhões
Equipamentos Microscópio: (1) 25 mil; (32) 800 mil Acessórios (contraste de fase, epifluorescência, câmara clara, câmara digital): 40 mil; (10) 400 mil Lupa: (1) 15 mil; (26) 390 mil Micrótomo: 30 mil; (6) 180 mil Software para aquisição de imagens: 8 mil; (10) 80 mil	(100%) 3,54 milhões			3,54 milhões
Literatura taxonômica Vasculares: 10 mil Avasculares e fungos: 10 mil Xiloteca: 10 mil	(100%) 320 mil (32)			320 mil
Visitas de especialistas	98.721	65.814	164.535	329.070
Coletas 5 regiões x 6 áreas x 12 coletas x 2.000,00/ano = 720 mil	2,16 milhões	1,44 milhão	3,6 milhões	7,200 milhões
Repatriamento de tipos				
Capacitação de técnicos para apoio nas coleções, entre eles pessoal especializado em bioinformática 5 cursos (1/região): 5 mil	(100%) 25 mil	(100%) 25 mil	(100%) 25 mil	75 mil
Programa para capacitação/ treinamento básico em taxonomia 5 cursos (1/região/grande grupo taxonômico): 16.500	(100%) 82.500			82.500
Programa de bolsas (em diferentes níveis) para formação de taxonomistas IC: 100 x 21 x 12 x 241,00 = 6.073.200 M: 180 x 21 x 12 x 855,00 = 38.782.800 D: 220 x 14 x 12 x 1267,00 = 46.828.320				91.684.320

Workshop para fortalecimento da Rede Brasileira de Herbários 1 pessoa/herbário (1 herbário por Estado) 36 x 1.000,00 = 36 mil	(100%) 36 mil				36 mil
Workshops regionais 5 reuniões x 15.000,00 = 75 mil	75 mil				75 mil
Construção de home page 36 x 1.000,00 = 36 mil	36 mil				36 mil
Implantação do Herbário Virtual	(30%) 450 mil	(50%) 300 mil	(50%) 750 mil		1,5 milhão
TOTAL					122.717.990,00

Referências bibliográficas

- Assad A.L, Delgado Silva EFC, Sá FB. Biodiversidade: recursos humanos. Versão do texto sobre biodiversidade: perspectivas e oportunidades tecnológicas. Campinas: Base de Dados Tropical/Fundação André Tosello, 1996 (disponível em www.bdt.fat.org.br/publicacoes/padct/bio/).
- Barbosa MRV, Peixoto AL. "Coleções botânicas brasileiras: situação atual e perspectivas". In: Peixoto AL (org.). Coleções biológicas de apoio ao inventário, uso sustentável e conservação da biodiversidade. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, 2003.
- Barbosa MRV, Vieira AO. Coleções de plantas vasculares: diagnóstico, desafios e estratégias de desenvolvimento, 2005 (disponível em www.cria.org.br/cgee/col).
- Barradas MM, Nogueira E. Trajetória da Sociedade Botânica do Brasil em 50 anos. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil, 2000.
- Barroso GM. Leguminosas da Guanabara. Arq Jard Bot 1965; 18: 109-177.
- Barroso GM et al. Sistemática de angiospermas do Brasil. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1978 ; v. 1.
- Barroso GM et al. Sistemática de angiospermas do Brasil. Viçosa: Editora da Universidade Federal de Viçosa, 1984/1986; v. 2 e 3.
- Bicudo CEM, Sherpherd GJ.. "Síntese". In: Bicudo CEM, Sherpherd GJ (eds.). Fungos, microorganismos e plantas: biodiversidade do Estado de São Paulo. São Paulo: Fapesp, 1998; pp. 77-79, v. 2.
- Bicudo CEM, Menezes M, Cordeiro I, Menezes NA, Sendacz S, Vuono YS. Identificação,

monitoramento, avaliação e minimização de impactos negativos. Estratégia Nacional de Diversidade Biológica. Campinas: Base de Dados Tropical/Fundação André Tosello, 1998 (disponível em www.bdt.org.br/publicacoes/politica/gtt/gtt1).

Bremer K, Wanntorp HE. Phylogenetic systematics in Botany. *Taxon* 1978; 27 (4): 317-329.

Cavalcanti TB, Ramos AE (orgs.). Flora do Distrito Federal, Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2001; v. 1.

Cronquist A. An integrated system of classification of flowering plants. Nova York: Columbia University Press, 1981.

Cronquist A. The evolution and classification of flowering plants. Nova York: The New York Botanical Garden, 1988.

Damasceno D, Cunha W. Os manuscritos do botânico Freire Alemão. *Catálogo e transcrição. Anais da Biblioteca Nacional* 1964; 81: 1-372.

Joly AB. Botânica. Introdução à taxonomia vegetal. São Paulo: Melhoramentos/Edusp, 1976.

Leitão CM. A biologia no Brasil. Série Brasiliana. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1937; v. 99.

Lewinson TM, Prado PI (eds.). Biodiversidade brasileira: síntese do estado atual do conhecimento. São Paulo: Contexto, 2002.

Maia LC. "Coleções de fungos nos herbários brasileiros: estudo preliminar". In: Peixoto AL (org.). Coleções biológicas de apoio ao inventário, uso sustentável e conservação da biodiversidade. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, 2003; pp. 21-40.

- Menezes MM, Maia LC, Costa DP, Bicudo CEM. Coleções de plantas avasculares e fungos como base de conhecimento para a diversidade biológica brasileira: uma reavaliação, 2005 (disponível em www.cria.org.br/cgee/col).
- Peixoto AL. Brazilian botany on the threshold of the 21th century: looking through the scientific collections. *Ciência e Cultura* 1999; 51 (1/2): 349-362.
- Peixoto AL (org.). Coleções biológicas de apoio ao inventário, uso sustentável e conservação da biodiversidade. Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, 2003.
- Peixoto AL, Barbosa MRV. "Os herbários brasileiros e a flora nacional: desafios para o século 21". In: Sistema de Informação sobre Biodiversidade/Biotecnologia para o Desenvolvimento Sustentável. Campinas: Base de Dados Tropical/Fundação André Toselo, 1998 disponível em www.bdt.org.br/bdt.oeaproj/. Peixoto AL, Thomas WW. Listas florísticas, floras regionais e flora do Brasil: desafios e estratégias 2005 (disponível em www.cria.org.br/cgee/col).
- Peixoto FL. O processo de informatização de herbários: estudo de caso. (Dissertação de Mestrado). Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, 2005.
- Pirani JR. Sistemática: tendências e desenvolvimento incluindo impedimentos para o avanço do conhecimento na área, 2005 (disponível em www.cria.org.br/cgee/col).
- Reitz R (ed.). Flora ilustrada catarinense. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1965.
- Rizzo JA. Flora do Estado de Goiás. Goiânia: Editora da Universidade Federal de Goiás, 1981.
- Schatz GE. Taxonomy and herbaria in service of plant conservation: lessons from Madagascar's endemic families. *Annals of the Missouri Botanical Garden* 2002; 89: 145-152.

Schultz AR (ed.). Flora ilustrada do Rio Grande do Sul. Boletim do ICB. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1970.

Sociedade Botânica do Brasil. Plano Nacional de Botânica. CNPq, Avaliação e Perspectivas. Botânica 1987; 6: 113-161 (disponível em www.bdt.org.br/bdt/oeaproj/).

Wanderley MGL, Shepherd GJ, Giuliatti AM (eds.). Flora fanerogâmica do Estado de São Paulo. São Paulo: Hucitec/Fapesp, 2001.

Parte 3 – Propostas de estratégias e ações para a consolidação das coleções zoológicas brasileiras

*Luciane Marinoni*¹

*Célio Magalhães*²

*Antonio Carlos Marques*³

¹ Departamento de Zoologia da Universidade Federal do Paraná (UFPR)
Caixa Postal 19020, CEP 81531-980, Curitiba-PR
lmarinoni@ufpr.br

² Laboratório de Carcinologia do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa)
Av. André Araújo, 2.936, Caixa Postal 478, CEP 69060-001, Manaus-AM
celiomag@inpa.gov.br

³ Departamento de Zoologia do Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP)
Caixa Postal 11461, CEP 05422-970, São Paulo-SP
marques@ib.usp.br

Revisão: Jandira Queiroz

Consultores:

Dra. Cleide Costa (Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, São Paulo, São Paulo)

Dra. Jocélia Grazia (Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Rio Grande do Sul)

Dr. Renato Contin Marinoni (Universidade Federal do Paraná, Curitiba, Paraná).

Introdução

Considerando a megadiversidade do Brasil, a base de conhecimento sobre a biodiversidade brasileira encontra-se ainda incipiente e desagregada. A partir dessa constatação e sentindo a necessidade de ampliação da capacidade do governo e da sociedade em responder rapidamente aos desafios associados ao uso dos recursos naturais e seus impactos na biodiversidade, o Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) demandou à comunidade científica, representada pelas suas sociedades, o estabelecimento de um plano estratégico para a consolidação de uma rede integrada de coleções de história natural.

Assim, como parte inicial do processo, a Sociedade Brasileira de Zoologia coordenou a preparação de uma série de documentos sobre a situação atual das coleções zoológicas do País. Esses documentos, organizados por representantes da comunidade de zoólogos do Brasil, versam sobre as coleções de invertebrados hexápodes (Marinoni et al., 2005) e não-hexápodes (Magalhães et al., 2005), de vertebrados (Prudente, 2005) e sobre o desenvolvimento da sistemática zoológica (Marques & Lamas, 2005). Somam-se a esses algumas notas técnicas sobre tópicos específicos considerados importantes para o desenvolvimento dos estudos em biodiversidade no Brasil (Anjos, 2005; Santos, 2005; Torres & Dergam, 2005). É importante destacar que a escolha dos autores dos textos foi baseada no envolvimento destes com a matéria e em sua participação ativa em estudos de taxonomia da fauna brasileira, assim como por sua representatividade em instituições conhecidamente ligadas a coleções científicas.

Além de apresentar um relato da situação atual das coleções científicas de cada um dos grupos abordados, os documentos trazem sugestões de estratégias e ações para atender às suas expectativas de desenvolvimento diante das necessidades brasileiras, num horizonte temporal de até dez anos. Os documentos também detectam os principais impedimentos que afetam o desenvolvimento das coleções zoológicas e, conseqüentemente, o estudo da

sistemática zoológica, dificultando enormemente a nossa urgente necessidade de conhecimento da biodiversidade brasileira.

Neste trabalho, apresentamos uma compilação dos principais pontos levantados nos diversos documentos, tentando reunir e sintetizar os tópicos comuns para, a partir deles, apresentar uma proposta de plano de investimento para a consolidação e o desenvolvimento das coleções zoológicas brasileiras.

Histórico

Iniciativas de avaliação da situação das coleções zoológicas e de elaboração de propostas para a implementação de programas de apoio ao desenvolvimento da zoologia e de coleções não são recentes. O Plano Nacional de Zoologia (PNZ) – liderado por Nelson Papavero, do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo, e levado a cabo no início da década de 1980 – foi, provavelmente, a primeira iniciativa nesse sentido e a única que até recentemente havia sido efetivada, ainda que de forma parcial. No início da década de 1990, a Sociedade Brasileira de Zoologia (SBZ) elaborou um documento intitulado “Diretrizes para o Desenvolvimento da Zoologia no Brasil” (Boletim Informativo da SBZ, 1990; 30: 1-10).

Em 1996, a Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello organizou um workshop sobre biodiversidade, perspectivas e oportunidades tecnológicas, do qual resultaram vários documentos, um dos quais sobre coleções zoológicas (Oliveira e Petry, 1996). Pouco depois, em iniciativas simultâneas, a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) – em parceria com a Academia Brasileira de Ciências (ABC) – e posteriormente a Organização dos Estados Americanos (OEA) organizaram estudos sobre a situação das coleções zoológicas brasileiras.

Pela similitude de objetivos e métodos, estes dois últimos estudos foram conjugados para a produção de um documento único com diagnóstico e propostas de diretrizes para a implementação de um programa específico de fomento às coleções (Brandão et al., 1998). Naquele mesmo ano, atendendo a uma demanda do Ministério do Meio Ambiente (MMA) para subsidiar a elaboração da Estratégia Nacional de Diversidade Biológica, Guedes coordenou a elaboração de um documento sobre o Artigo 9 da Convenção sobre Diversidade Biológica (Conservação ex situ), que abordou as lacunas, os compromissos, as metas, as prioridades e as estratégias para a conservação ex situ da biodiversidade, incluindo as coleções zoológicas.

No início desta década, em um estudo encomendado pela Associação Brasileira para Uso Sustentável da Biodiversidade da Amazônia (BioAmazônia), Fonseca et al. (2002) levantaram a situação das coleções biológicas de várias instituições da Amazônia e fizeram uma interessante discussão do papel das coleções diante do desenvolvimento da biotecnologia e da bioindústria. Quase concomitantemente, por sua vez, o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) apoiou um estudo sobre o tema, que resultou num livro sobre as coleções biológicas brasileiras (Peixoto, 2003). Na mesma época, o MCT lançou o Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), inicialmente dirigido à Amazônia e ao Semi-Árido, que tem nas coleções biológicas um dos seus três componentes executivos¹.

As diretrizes desse componente foram baseadas em discussões efetuadas junto a curadores de coleções da Amazônia e organizadas por Magalhães & Bonaldo (2003). Ainda naquele ano, a revista *Ciência e Cultura* lançou um fascículo dedicado ao tema biodiversidade, em que Zaher & Young apresentaram o panorama das coleções zoológicas e os desafios de sua manutenção. Mais recentemente, a Fundação Oswaldo Cruz organizou um simpósio nacional sobre coleções científicas em comemoração aos seus 105 anos, durante o qual a situação das coleções biológicas, com maior ênfase às microbiológicas, também foi discutida (I Simpósio Nacional de Coleções Científicas, 2005).

¹ Programa de Pesquisa em Biodiversidade (disponível em <http://www.mct.gov.br/Temas/biodiversidade/default.asp>).

Mudanças visando ao desenvolvimento das coleções zoológicas brasileiras

Nos documentos temáticos preparados pelos representantes da comunidade de zoólogos do Brasil (Anjos, 2005; Marinoni et al., 2005; Magalhães et al., 2005; Marques & Lamas, 2005; Prudente, 2005; Santos, 2005; Torres & Dergam, 2005), identificou-se uma série de pontos coincidentes acerca de fatores que podem ou não constituir sérios impedimentos ao desenvolvimento da zoologia brasileira, em particular das coleções e da sistemática zoológica, com conseqüências diretas para o nosso conhecimento e para a capacidade gerencial de nossa biodiversidade. São impedimentos os pontos relacionados a seguir:

- necessidade de consolidação de uma política nacional voltada às coleções;
- revisão da legislação, atualmente restritiva e inadequada;
- carência de recursos financeiros para a manutenção de uma infra-estrutura adequada e para a aquisição de equipamentos condizentes com as necessidades de uma coleção científica;
- carência de curadores;
- carência de taxônomos em geral, principalmente nos grupos megadiversos;
- carência de recursos humanos de apoio técnico (nos níveis fundamental, médio e superior);
- coletas até o momento concentradas em áreas de fácil acesso, com evidentes falhas amostrais;
- acervos com representatividade taxonômica desproporcional e irregular, tanto espacial quanto temporal;
- falta de planejamento e de organização das coleções;
- coleções pouco ou nada organizadas ou sistematizadas;
- identificação pouco confiável das espécies, dificultando a informatização;

- informatização incipiente e ausência de um sistema de interligação em rede;
- coleções subutilizadas, com o conhecimento armazenado indisponível para outras áreas biológicas;
- pouca divulgação ao público em geral da importância das coleções para o uso sustentável da biodiversidade.

Antes do detalhamento das ações sugeridas em cada uma dessas linhas, cabe ressaltar a discussão de Fonseca et al. (2002) sobre a mudança de paradigma tecnológico, em que as estratégias de desenvolvimento que exigem a conservação da biodiversidade e o uso sustentável da biota estão paulatinamente passando a ter mais importância que o modelo extrativista ainda em vigor. Essa mudança, desencadeada pelo rápido desenvolvimento da biotecnologia, demanda uma base de conhecimento sobre a biodiversidade, que ainda não foi construída no Brasil.

Para atender a essa demanda de conhecimento, as coleções biológicas precisam estar consolidadas com as informações de seus acervos e suas potencialidades científicas e tecnológicas disponíveis e acessíveis. Dessa forma, se abriria uma notável oportunidade de visibilidade social para o papel e o significado das coleções, que atualmente encontram-se restritas à esfera científico-acadêmica. Porém, para que isso se verifique, como lembraram Fonseca et al. (2002), será necessário, além da receptividade da comunidade científica e da definição de estratégias consistentes, o apoio de uma política de Estado sólida e duradoura.

Os documentos preparados sob a coordenação da SBZ trazem uma série de sugestões da comunidade de zoólogos sobre estratégias para dotar as coleções zoológicas de uma estrutura eficiente que as permitam fazer frente à mudança de paradigma mencionada. As sugestões de metas e ações gerais estão detalhadas a seguir e podem ser agrupadas sob três grandes objetivos:

- melhorar a infra-estrutura;
- capacitar recursos humanos;
- gerir e repassar a informação científica.

Os documentos temáticos deverão servir como referência para a avaliação das necessidades específicas em cada um dos grupos zoológicos abordados.

Metas e ações sugeridas para a consolidação das coleções zoológicas

As ações específicas de um programa para a consolidação das coleções, conforme detalhado mais adiante, devem ser acompanhadas de iniciativas que passam por outras instâncias de decisão. Essas iniciativas estão relacionadas à formulação de políticas e regulamentações governamentais e legais, como, por exemplo:

- organizar uma agenda de discussão entre agências de fomento (federais e estaduais) e a comunidade científica, visando à formulação de uma política para o desenvolvimento das coleções que leve em consideração a necessidade de integração e coordenação de projetos de pesquisa, especialmente aqueles relacionados às atividades de inventários biológicos e os de interesse biotecnológico, bem como a necessidade de dotar as coleções de uma infra-estrutura compatível à sua importância estratégica no estudo da biodiversidade;
- envolver, num programa nacional específico para apoio a coleções biológicas, os órgãos de fomento científico estaduais, coordenando e racionalizando as prioridades e a utilização de recursos financeiros;
- recomendar a adoção, no âmbito institucional, de políticas e diretrizes voltadas para as coleções biológicas, de modo que as instituições detentoras de coleções sejam estimuladas a criar políticas ou diretrizes claras de suporte às coleções que estão sob sua guarda, evitando a perda, por descaso ou falta de recursos, do material existente e da informação agregada e provendo manutenção adequada;
- estabelecer, de forma integrada entre os órgãos competentes (especialmente o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Renováveis, IBAMA e o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, MAPA), as atribuições de competência sobre regulamentações legais acerca das coleções e dos processos envolvidos nesse funcionamento, bem como estabelecer regulamentos claros e responsáveis.
- criar o cargo de curador, atualmente inexistente nas universidades federais, instituições que, depois dos maiores museus de história natural do País, acolhem coleções zoológicas de valor

inestimável (científico e econômico), estando intimamente relacionadas aos programas de pós-graduação e formação de pessoal capacitado;

- fornecer condições de absorção dos taxônomos e sistematas formados no País.

Infra-estrutura (Tabelas 1 e 4)

Objetivo geral

Modernizar e adequar a infra-estrutura, a organização e o gerenciamento das coleções biológicas.

Meta: Recuperar e manter os acervos de coleções já estabelecidas e que necessitam de auxílio emergencial.

Ações:

- a. Manutenção dos editais do Fundo de infra-estrutura (CT-Infra) da Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) que possibilitem até mesmo a implementação de novas construções, visando ao incremento de área física para as coleções;
- b. Consolidação de núcleos regionais. Uma solução paliativa emergencial para os problemas aqui apresentados pode ser a consolidação de núcleos regionais, já sugerida por Lewinsohn & Prado (2003). Esses núcleos devem estar associados às instituições de pesquisa em zoologia. Aquelas que possuem infra-estrutura diferenciada da maioria, em cada uma das Regiões do Brasil, considerando-se principalmente as mais carentes, teriam uma melhoria imediata nas suas condições de financiamento (pessoal e de infra-estrutura). Seriam inicialmente fortalecidas as instituições das Regiões Centro-Oeste e Nordeste, que se apresentam em todos os diagnósticos como as mais carentes, dando-se prioridade às coleções que possuem acervo com mérito científico, incluindo os tipos primários, que merecem atenção diferenciada;
- c. Realização de workshops ou reuniões técnicas para definição das instituições a serem apoiadas;
- d. Ações induzidas para consolidação da infra-estrutura das instituições a serem apoiadas.

Meta: Incrementar o conhecimento faunístico, visando completar lacunas de conhecimento, tanto taxonômico quanto geográfico

Ações:

- a. Instituição de um programa de manutenção da pesquisa em zoologia (PMPZ), que se constituiria num incremento orçamentário nos valores do que se aplica atualmente para o fomento da zoologia, em ações espontâneas, visando atender a grande necessidade de conhecimento. Será elegível qualquer instituição que atue em pesquisa na área de zoologia. A alocação dos recursos deve ser pautada estritamente no mérito científico-acadêmico;
- b. Instituição de programas de incentivo à pesquisa em zoologia (PIPZ), voltados às instituições emergentes na área de zoologia que contem com o comprometimento de apoio institucional no aumento de quadros e na melhoria da logística para seus grupos. A seleção de projetos e a alocação de recursos devem ser planejadas e baseadas em estratégias desenvolvidas com o conhecimento da situação atual das coleções e por prioridades definidas por programas de governo, além do mérito e da produção científica. Na medida do possível, esses grupos de pesquisa poderiam se associar em pequenas redes regionais ou com instituições com pesquisas zoológicas mais bem estabelecidas;
- c. Ação induzida em zoologia (AI-Zoo), com manutenção e renovação dos recursos para programas de ações induzidas relacionadas à zoologia, como o Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (ProBio), por exemplo, além da prioridade para estudos de biodiversidade e conservação em editais como Institutos do Milênio;
- d. Instituição de programas em revisões zoológicas (Revisa-Zoo), pois as revisões taxonômicas em qualquer nível taxonômico são de suma importância para o conhecimento zoológico e todas as suas derivações (como a conservação e a biologia do desenvolvimento). Na perspectiva atual, essas revisões incluem inferências sobre a evolução do grupo, incluindo a análise de caracteres das mais variadas fontes. Para incentivar essas revisões, que constituem trabalhos longos e extensos, é importante que haja uma alínea específica. A falta de incentivo às revisões poderá acarretar a confecção de trabalhos menores, visando somente à catalogação da diversidade zoológica, sem organizá-la, o que representa uma perda enorme de informações indexadas e a imprecisão da base de dados para o estabelecimento de políticas de conservação.

Meta: Expandir o acervo bibliográfico nacional em taxonomia, sistemática, biogeografia e bioinformática.

Ações:

- a. Alocação de recursos financeiros para as bibliotecas de universidades e instituições de pesquisa para assinatura de periódicos e aquisição de livros-texto e outras bibliografias disponíveis nos temas referidos;
- b. Manutenção e incremento do portal de periódicos disponibilizado pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), por meio da Internet, nos temas referidos.

Meta: Qualificar o material científico depositado nas coleções brasileiras.

Ações:

- a. Instituição de um programa de concessão de bolsas de apoio para técnicos em curadoria que auxiliem nos processos de triagem e organização do material depositado em acervos ainda não trabalhados;
- b. Instituição de um programa de concessão de bolsas de curta e longa duração para especialistas nos diversos grupos zoológicos com o objetivo principal de visitar instituições carentes de taxônomos;
- c. Promoção da qualificação da informação geográfica associada aos espécimes por meio de apoio a projetos, visando ao georreferenciamento de dados legados.

Capacitação (Tabelas 2 e 4)

Objetivo geral

Capacitar e formar recursos humanos qualificados.

Meta Formar e fixar sistematas e taxônomos

Ações:

- a. Instituição de um plano de Estado para a absorção imediata de taxônomos e sistematas nas universidades e instituições de pesquisa, principalmente nas regiões mais carentes do País;
- b. Instituição do Programa de Formação de Taxonomistas em Grupos Estratégicos, Com constituição a partir do edital recente do CNPq de um plano permanente de formação de taxonomistas. Já no início da década de 1980, o Plano Nacional de Zoologia (PNZ) financiado pelo CNPq trouxe bons resultados com o avanço na formação de taxônomos, mas infelizmente não teve continuidade. no país, há grupos animais de grande importância biológica e econômica que possuem poucos especialistas ou até mesmo alguns que não os possuem e há aqueles em que os especialistas se encontram próximos de suas aposentadorias. Uma ação induzida na formação de quadros no nível de doutorado e/ou de pós-doutorado, quando necessário junto a grupos de pesquisa do exterior, deveria ser implementada nesses casos. Há programas equivalentes para formação de especialistas em grupos considerados como carentes em outros países. Nos Estados Unidos, há o programa Partnerships for Enhancing Expertise in Taxonomy (PEET), subsidiado bianalmente desde 1995 pela National Science Foundation (NSF), com 46 projetos até o momento relacionados a grupos animais²;
- c. Reposição de Sistematas (ReSiste), pois, embora haja grupos que contam com um número razoável ou suficiente de sistematas, a reposição de quadros deve ser constante. A reciclagem de parte dos doutores atuais em programas de pós-doutorado no exterior também deve ser contemplada, em especial quando estes se mostrarem envolvidos na formação de recursos humanos no nível de pós-graduação em suas instituições;

² National Science Foundation (disponível em http://www.nsf.gov/funding/pgm_summ.jsp?pims_id=5451).

- d. Estímulo à melhoria dos programas de pós-graduação na avaliação da CAPES (Pro-PG-Zoo), já que os programas de pós-graduação devem possuir condições de galgar gradualmente níveis melhores, sendo essa avaliação tratada em dois níveis: (i) para programas com nível 5 e (ii) para programa com níveis 3 e 4. (i) Os programas de nível 5 devem contar com uma política de subsídios que os conduzam à internacionalização. Esses subsídios poderiam ser na forma de auxílios integrados que reúnam grupos de pesquisadores em seus próprios programas ou entre docentes de programas diferentes, criando redes de pesquisa que devem ser estimuladas a trabalhar com contrapartidas ou em associação a pesquisadores estrangeiros, visando à sua internacionalização. (ii) Os programas com níveis 3 e 4 devem ser estimulados a atingir o nível 5. Para tanto, são necessários subsídios que permitam a esses programas uma melhor capacitação científica e também autonomia. Como possibilidades de reciclagem, podem-se estimular convênios com pesquisadores associados a programas com nível 5 para que se ministrem cursos nas instituições receptoras. Será interessante que esses convênios se estendam também à parte da pesquisa, em que docentes das instituições 3 e 4 possam se engajar em projetos das instituições 5 com orçamentos próprios;
- e. Instituição de um programa de especialização em taxonomia e sistemática zoológicas (PEZ) com o objetivo de reativar os cursos itinerantes de zoologia, enfocando os aspectos teóricos e práticos do estado da arte em pesquisas em taxonomia e sistemática zoológicas. No nível de especialização, esses cursos teriam como público-alvo os profissionais das áreas privada e pública, incluindo os profissionais da área de educação nos níveis fundamental e médio, além de graduandos em ciências biológicas. Seu objetivo principal seria disseminar o conhecimento zoológico em nível nacional, contribuindo para uma melhor formação de profissionais nesta área. Poderiam ser ministrados em encontros científicos da área, ou em instituições selecionadas geograficamente, de forma a cobrir todas as Regiões e os Estados brasileiros, suprimindo a falta de um curso de pós-graduação instituído para o local e, ao mesmo tempo, garantindo um ensino de qualidade;
- f. Alteração da geografia da distribuição de quadros, auxiliando a instalação de jovens doutores (Zoo-Enxoval) para alicerçar e assegurar a permanência de jovens doutores contratados em instituições carentes de sistemas, evitando suas dificuldades iniciais de estabelecimento com o fornecimento de auxílios que garantam a logística para os laboratórios dos recém-contratados em instituições emergentes, com equipamentos permanentes, custeio e, se necessário, até mesmo na adequação do espaço físico.

Meta: Formar e treinar técnicos nos diversos níveis acadêmicos que tenham como objetivo o conhecimento das técnicas de coleta dos diversos grupos animais, montagem e manutenção de coleções zoológicas

Ações:

- a. Implementar cursos técnicos de especialização em coleta e curadoria;
- b. Implementar cursos de especialização em informática aplicada à biologia.

Meta: Promover iniciativas de atualização e intercâmbio de sistematas e taxônomos.

Ações:

- a. Instituir um edital de apoio a projetos de visitas científicas de curta duração a museus e instituições com o objetivo de adquirir conhecimento taxonômico em grupos zoológicos carentes de especialistas. Esse programa permitiria o estágio de jovens sistematas junto a especialistas seniores de instituições nacionais ou estrangeiras ou a estada de especialistas seniores como pesquisador visitante em instituições nacionais;
- b. Instituir um edital de apoio à participação de pesquisadores de instituições brasileiras em eventos nacionais e internacionais na área de sistemática.

Gestão da informação (Tabelas 3 e 4)

Objetivo geral

Organizar, qualificar e disseminar as informações taxonômicas, sistemáticas e biogeográficas.

Meta Publicar e divulgar o conhecimento científico em biodiversidade (revisões taxonômicas, manuais, listas de espécies, catálogos e guias de identificação de espécies).

Ações:

- a. Apoio à publicação de periódicos de zoologia (Publica-Zoo), já que as revistas mais representativas e selecionadas por sua qualidade editorial deveriam ter amparo e estímulo para se tornar mais visíveis no cenário internacional. Para tanto, é necessário garantir um financiamento periódico permanente que permita um planejamento em prazos mais longos e, conseqüentemente, maior penetração e representatividade, facilitando sua indexação em bases internacionais de dados, como o Zoological Records, o Biological Abstracts e especialmente no Institute for Scientific Information (ISI);
- b. Apoio à confecção de catálogos e manuais (CM-Zoo), pois a confecção de catálogos e sua divulgação na Internet auxiliariam diretamente a zoologia brasileira. Trata-se de um processo de pequeno custo, que, em geral, necessita de acesso às coleções e de bibliografia adequada, podendo ser incorporado aos projetos de revisão de táxons. Já os manuais devem ser considerados como produtos derivados de revisões taxonômicas, sendo particularmente úteis na divulgação de informações zoológicas a não-sistematas;
- c. Apoio à publicação de livros didáticos (Livro-Zoo), considerando que o mercado editorial brasileiro na área de zoologia comporta diversos títulos, prova disso são os diversos livros de origem estrangeira que vêm sendo traduzidos recentemente. O investimento na publicação de livros-texto nacionais que abarquem toda a zoologia deve partir do mercado e já conta até mesmo com facilidades fiscais. Porém, alguns livros de foco mais restrito, como para um grupo taxonômico, por exemplo, poderiam contar com incentivos específicos para sua publicação e, nesses casos, ter um comprometimento de aplicação de parte da receita gerada por sua venda na área de zoologia.

Meta: Informatizar os acervos e integrar os bancos de dados de coleções biológicas numa rede eletrônica nos âmbitos nacional e internacional

Ações:

- a. Definição da adesão, por parte do governo brasileiro, a iniciativas internacionais de compartilhamento de dados da biodiversidade (como o Global Biodiversity Information Facility, GBIF);
- b. Promoção da informatização dos acervos por meio de apoio a projetos de implantação de sistemas gerenciadores e integradores das informações das coleções, prevendo a instituição de cotas de bolsa de apoio técnico para a digitação dos registros;
- c. Apoio a projetos de interconexão de banco de dados que visem à formação de redes temáticas ou multiinstitucionais.

Meta: Repatriar a informação sobre a biodiversidade brasileira presente em instituições estrangeiras.

Ações:

- a. Realização de reunião técnica sob os auspícios das sociedades científicas, em âmbito nacional para elaboração de um plano de ação visando à repatriação da informação sobre a biodiversidade brasileira presente em instituições estrangeiras;
- b. Implementação das ações definidas como prioritárias no plano de ação estabelecido.

Meta: Disseminar o conhecimento em biodiversidade à sociedade brasileira de maneira geral com base nas coleções

Ações:

- a. Estímulo a programas públicos de educação junto a museus e instituições científicas, voltados à conscientização da sociedade para a importância da biodiversidade e sua relação com as coleções científicas;

- b. Implementação de um banco de dados de especialistas em taxonomia nos diversos grupos;
- c. Apoio a projetos de demanda induzida para a instalação de exposições de caráter temporário;
- d. Criação de museus virtuais interativos nos diversos temas;
- e. Apoio a ações que se concentrem no conhecimento básico sobre os táxons, que constituem a maior parte da diversidade nos ambientes continental e marinho. Devem ser usadas como subsídios para essas ações as informações levantadas por trabalhos em zoologia, incluindo a participação de zoólogos na definição de políticas de manejo, desenvolvimento de projetos para desenvolvimento sustentável e avaliações dos resultados obtidos nos projetos de conservação. A simplificação da obtenção e do uso de licenças de coleta e acesso ao material genético deve ser urgentemente implementada a partir das muitas manifestações já realizadas pela comunidade acadêmica, que não se exime de responsabilidade sobre as atitudes conservacionistas, fazendo propostas efetiva e responsabilmente;
- f. Associação do conhecimento acadêmico à área industrial (Zoo-Empresa) por meio de programas estratégicos, induzidos ou não, que devem acompanhar o incremento do conhecimento zoológico aproximando a iniciativa privada (empresas de avaliação e gerenciamento ambiental, empresas de prospecção de biomoléculas) de grupos acadêmicos geradores de conhecimento básico. Poderiam ser atribuídos estímulos fiscais às empresas que gerassem dividendos a partir de convênios com grupos de pesquisa, tais como patentes ou projetos ligados ao meio ambiente (desconsiderando-se aí, evidentemente, os passivos ambientais atribuídos às empresas). A empresa alocaria recursos humanos treinados nos grupos de pesquisa. Os sistematistas, em sua maioria, não possuem o treinamento necessário para identificar possibilidades de exploração comercial, como, por exemplo, a geração de patentes. Esses recursos humanos treinados pelas empresas teriam como função adaptar o conhecimento a que estivessem expostos na academia para processos economicamente produtivos. Um produto colateral desse projeto seria a absorção de quadros formados nas universidades pelo setor privado, aumentando a capacidade de pesquisa destas. Os produtos desse programa (como os royalties) deveriam ser repartidos igualmente entre empresa e universidade, gerando assim recursos para reinvestimento na pesquisa básica.

Tabela 1.
Metas e propostas de infra-estrutura.

Objetivo: Criar, incrementar, modernizar e manter infra-estrutura e acervos			
Metas	Prazo		
	Curto (até 3 anos)	Médio(até 5 anos)	Longo (até 10 anos)
Recuperar e manter a infra-estrutura dos acervos de coleções já estabelecidas e que necessitam de auxílio emergencial	Até 30 projetos aprovados	Até 50 projetos aprovados	Até 100 projetos aprovados
Criar e implantar, em pelo menos uma instituição emergente das Regiões Nordeste e Centro-Oeste, coleções representativas da biota ou biomas dessas regiões	Definição e preparação de duas instituições para apoio	Consolidação da infra-estrutura das duas instituições apoiadas	Duas instituições instaladas, consolidadas e em expansão
Incrementar o conhecimento faunístico, visando completar lacunas de conhecimento, tanto taxonômico quanto geográfico	Instituição dos programas de apoio à zoologia (PMPZ, PIPZ, AI-ZOO e Revisa-ZOO), com aporte de recursos de 32 milhões por ano	Com aporte de recursos de 160 milhões	Com aporte de recursos de 320 milhões
Expandir o acervo bibliográfico nacional em taxonomia, sistemática, biogeografia e bioinformática	Disponibilização do portal da CAPES a todas as instituições que realizam pesquisa em zoologia e incremento da base de títulos de periódicos em zoologia no portal da CAPES. Aquisição de 12 mil obras em zoologia para as bibliotecas das instituições em pesquisa no Brasil	Manutenção do portal da CAPES. A e aquisição de 20 mil obras em zoologia	Manutenção do portal da CAPES. e aquisição de 40 mil obras em zoologia
Qualificar o material científico depositado nas coleções brasileiras	900 bolsas 180 visitas	1.500 bolsas 300 visitas	3.000 bolsas 600 visitas

Tabela 2.

Metas e propostas de capacitação

Objetivo:

Formar recursos humanos

Metas	Prazo		
	Curto (até 3 anos)	Médio (até 5 anos)	Longo (até 10 anos)
Formar, atualizar e fixar sistematas e taxônomos	<ul style="list-style-type: none"> - 1 plano de Estado para absorção de taxônomos - 3 cursos PNZ ministrados - 19 projetos Pró-Táxon contratados - 6 MSc formados pelo ReSiste - 100 MSc e 50 Dr formados pelo Pró-PG-Zoo - 30 cursos de especialização (pelo menos 1 em cada estado da União), contemplando 900 beneficiados - 30 projetos apoiados pelo Zoo-Enxoval 	<ul style="list-style-type: none"> - 5 cursos PNZ ministrados - 25 projetos Pró-Táxon contratados - 12 MSc e 4 Dr formados pelo ReSiste - 200 MSc e 100 Dr formados pelo Pró-PG-Zoo - 50 cursos de especialização, contemplando 1.500 beneficiados - 50 projetos apoiados pelo Zoo-Enxoval 	<ul style="list-style-type: none"> - 10 cursos PNZ ministrados - 25 sistematas formados pelo Pró-Táxon - 27 MSc e 16 Dr formados pelo ReSiste - 400 MSc e 200 Dr formados pelo Pró-PG-Zoo - 100 cursos de especialização, contemplando 3.000 beneficiados - 100 projetos apoiados pelo Zoo-Enxoval
Formar técnicos nos diversos níveis acadêmicos	<ul style="list-style-type: none"> - 900 técnicos formados/treinados - 30 especialistas formados em informática aplicada à biologia 	<ul style="list-style-type: none"> - 1.500 técnicos formados/treinados - 50 especialistas formados em informática aplicada à biologia 	<ul style="list-style-type: none"> - 3.000 técnicos formados/treinados - 100 especialistas formados em informática aplicada à biologia

Tabela 3.
Metas e propostas em gestão da informação

Objetivo:
Organizar, qualificar e disseminar a informação taxonômica, sistemática e biogeográfica

Metas	Prazo		
	Curto (até 3 anos)	Médio (até 5 anos)	Longo (até 10 anos)
Publicar e divulgar o conhecimento científico em biodiversidade (revisões taxonômicas, manuais, <i>checklist</i> , catálogos e guias de identificação de espécies)	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementar em 30% os níveis atuais de produção atual em zoologia - Publicar 30 catálogos sobre diferentes táxons - Publicar 9 livros-texto sobre diferentes táxons zoológicos (grupos mais restritos) - Regularizar a periodicidade de 10 periódicos selecionados na área de zoologia 	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementar em 50% os níveis atuais de produção atual em zoologia - Publicar 50 catálogos sobre diferentes táxons - Publicar 15 livros-texto sobre diferentes táxons zoológicos (grupos mais restritos) - Publicar 1 livro-texto de caráter geral para a zoologia (autoria e exemplos brasileiros) - Indexar 5 periódicos brasileiros em zoologia a todas as bases de dados principais, inclusive no ISI 	<ul style="list-style-type: none"> - Incrementar em 100% os níveis atuais de produção atual em Zoologia - Publicar 100 catálogos sobre diferentes táxons - Publicar 30 livros-texto sobre diferentes táxons zoológicos (grupos mais restritos) - Publicar 2 livros-texto de caráter geral para a zoologia (autoria e exemplos brasileiros) - Indexar 10 periódicos brasileiros em zoologia a todas as bases de dados principais, inclusive no ISI
Informatizar os acervos e integrar os bancos de dados de coleções biológicas em rede eletrônica nos âmbitos nacional e internacional	<ul style="list-style-type: none"> - 70% dos registros de vertebrados informatizados - 15% dos registros de invertebrados informatizados - 50% das coleções zoológicas integradas em rede 	<ul style="list-style-type: none"> - 100% dos registros de vertebrados informatizados - 30% dos registros de invertebrados informatizados - 70% das coleções zoológicas integradas em rede 	<ul style="list-style-type: none"> - 50% dos registros de invertebrados informatizados - 100% das coleções zoológicas integradas em rede
Repatriar a informação sobre a biodiversidade brasileira presente em instituições estrangeiras	<ul style="list-style-type: none"> - Plano de repatriação elaborado - Implementação de 30 projetos 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação de 50 projetos 	<ul style="list-style-type: none"> - Implementação de 100 projetos
Disseminar o conhecimento em biodiversidade à sociedade de maneira geral, com base nas coleções	<ul style="list-style-type: none"> - 100% dos especialistas em grupos da biodiversidade brasileira cadastrados - 6 exposições implementadas - 15 portais em zoologia publicados <i>on-line</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - 10 exposições implementadas - 25 portais em zoologia publicados <i>on-line</i> 	<ul style="list-style-type: none"> - 20 exposições implementadas - 50 portais <i>on-line</i> em zoologia

Tabela 4.

Metas, propostas e custos aproximados

Objetivo:	
Infra-estrutura	
Criar, incrementar, modernizar e manter infra-estrutura e acervos	
Metas	Prazos e custos aproximados
Recuperar e manter a infra-estrutura dos acervos de coleções já estabelecidas e que necessitam de auxílio emergencial	10 projetos de 500 mil reais/ano = 5 milhões = 50 milhões em 10 anos
Apoiar projetos para a consolidação de coleções nas Regiões Nordeste e Centro-Oeste	Ano 1 (<i>workshop</i>) = 50 mil Anos 1 a 3 = 1 projeto de 500 mil/região/ano = 3 milhões Anos 4 e 5 = 250 mil/região/ano = 1 milhão Anos 6 a 10 = 250 mil/região/ano = 2,5 milhões
Incrementar o conhecimento faunístico, visando completar lacunas de conhecimento, tanto taxonômico quanto geográfico	PMPZ: 300 projetos/ano de 50 mil cada = 15 milhões/ano = 150 milhões PIPZ: 10 projetos de 1 milhão/cada = 10 milhões AI-ZOO: 15 milhões/ano = 150 milhões Revisa-ZOO: 25 projetos/10 anos de 400 mil cada = 10 milhões
Expandir o acervo bibliográfico nacional em taxonomia, sistemática, biogeografia e bioinformática	Bibliotecas e portal da CAPES – : 10 milhões/ano = 100 milhões
Qualificar o material científico depositado nas coleções brasileiras	5 bolsas AT-NS por instituição x 60 x 6 mil = 1,8 milhão/ano = 18 milhões 2 visitas x 30 coleções x 6 mil = 360 mil/ano = 3,6 milhões
Capacitação	
Formar recursos humanos	
Formar, atualizar e fixar sistematistas e taxônomos	Plano de Estado: 1 reunião técnica = 30 mil PNZ: 1 curso/ano = 5 professores/cada = 25 mil/curso = 250 mil Pró-Táxon: 1 projeto (4 anos) com auxílio + bolsas AI (NS) (1), GM (1) e GD + SWP (2) = 740 mil. Total de 30 projetos = 22,2 milhões ReSiste: 1 ano GM (3/ano) e GD (2/ano) + ESN (5/ano x 100 mil) = 32 milhões Pro-PG-ZOO: 60 mil x 6 cursos conceito 5 + 40 mil x 16 cursos 3 e 4 = 1 milhão/ano = 10 milhões PEZ: 1 curso de especialização/ano x 35 mil x 10 = 350 mil Zoo-Enxoval: 10 projetos/ano (PosDoc + AI + 2IC + 1AT - NS) x 100 mil = 1 milhão/ano = 10 milhões
Formar técnicos nos diversos níveis acadêmicos	1 curso/ano/15 instituições/20 mil por curso = 300 mil/ano = 3 milhões 1 curso de um mês/ano para bioinformática = 30 mil/ano = 300 mil

Objetivo:**Gestão da informação****Organizar, qualificar e disseminar a informação taxonômica, sistemática e biogeográfica**

Publicar e divulgar o conhecimento científico em biodiversidade (revisões taxonômicas, manuais, <i>checklists</i> , catálogos e guias de identificação de espécies)	Publica-Zoo: 8 revistas incluídas no Scielo e ISI e 2 a definir = 100 mil/ano/revista = 10 milhões CM-Zoo: 1 manual/ano = 30 mil; 10 manuais/ano = 3 milhões Livro-Zoo: 1 livro/ano = 30 mil; 3 livros/ano = 900 mil
Informatizar os acervos e integrar os bancos de dados de coleções biológicas em rede eletrônica nos âmbitos nacional e internacional	10 projetos de 60 mil/ano = 600 mil/ano = 6 milhões
Repatriar a informação sobre a biodiversidade brasileira presente em instituições estrangeiras	Ano 1 = Workshop = 60 mil 10 projetos de 10 mil/ano = 100 mil/ano = 1 milhão
Disseminar o conhecimento em biodiversidade à sociedade de maneira geral, com base nas coleções	Implementação do banco de dados = 150 mil Implementação de exposições de caráter temporário: 2 projetos/ano, 100 mil/ano = 1 milhão Apoio a projetos para confecção de museus virtuais nas diversas áreas temáticas: 20 mil/projeto, 5 projetos/ano = 100 mil/ano = 1 milhão

Referências bibliográficas

- I Simpósio Nacional de Coleções Científicas. Evento comemorativo aos 105 anos do Instituto Oswaldo Cruz. Rio de Janeiro, 2005.
- Anjos L. Banco de sons. Nota técnica. Projeto Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informações sobre Biodiversidade, 2005 (disponível em <http://www.cria.org.br/cgee/junho/docs/BancodeSons.doc>).
- Brandão CRF, Kury A, Magalhães C, Mielke O. Coleções Zoológicas do Brasil, 1998 (disponível em <http://www.bdt.org.br/oea/sib/zoocol>).
- Fonseca CRV, Salem JI, Weigel P. Bioacervos em Instituições da Amazônia. Relatório de consultoria prestada ao Ministério do Meio Ambiente. Bioamazônia sobre os bioacervos existentes no Instituto de Pesquisas Científicas e Tecnológicas do Estado do Amapá (Iepa), na Universidade Federal do Amazonas, no Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (CPAA), no Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Oriental (CPATU) e no Museu Paraense Emílio Goeldi (MPEG). Manaus, maio de 2002. Guedes A (coord.). Conservação ex situ. Relatório do Grupo de Trabalho Temático 3: Artigo 9 sobre a Convenção de Diversidade Biológica. Coordenação Nacional de Diversidade Biológica (Cobio) do Ministério do Meio Ambiente. Estratégia Nacional de Diversidade Biológica. Brasília, 1998 (disponível em <http://www.mma.gov.br/port/sbf/chm/doc/gtt3.pdf>).
- Magalhães C, Bonaldo A. "Coleções biológicas da Amazônia: estratégias sugeridas para o desenvolvimento e a plena realização das suas potencialidades". In: Peixoto AL (ed.). Coleções biológicas de apoio ao inventário, ao uso sustentável e à conservação da biodiversidade. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, 2003; pp. 149-167.

Magalhães C, Kury AB, Bonaldo AB, Hajdu E, Simone LR. Coleções de invertebrados do Brasil. Documento de trabalho. Projeto Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informações sobre Biodiversidade, 2005 (disponível em <http://www.cria.org.br/cgee/junho/docs/ColoesdeInvertebradosMagalhaesBonaldoKuryHadju.pdf>).

Marinoni L, Couri MS, Almeida LM, Grazia J, Melo G. Coleções entomológicas brasileiras: estado –da arte e perspectivas para dez anos. Documento de trabalho. Projeto Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informações sobre Biodiversidade, 2005 (disponível em <http://www.cria.org.br/cgee/junho/docs/ColecoesEntomologicas.doc>).

Marques A., Lamas CE. Sistemática zoológica no Brasil: estado da arte, expectativas e sugestões de ações futuras. Documento de trabalho. Projeto Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informações sobre Biodiversidade, 2005 (disponível em <http://www.cria.org.br/cgee/junho/docs/EstadoArteZoologia.pdf>).

Oliveira P, Petry P. Infra-estrutura científica e tecnológica: coleções zoológicas. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello, 1996.

Peixoto AL (org.). Coleções biológicas de apoio ao inventário, ao uso sustentável e à conservação da biodiversidade. Rio de Janeiro, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico, 2003.

Prudente AL (org.). Coleções brasileiras de vertebrados: estado da arte e perspectivas para os próximos dez anos. Documento de trabalho. Projeto Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informações sobre Biodiversidade, 2005 (disponível em <http://www.cria.org.br/cgee/junho/docs/CAIFO123.doc>).

Santos I. A importância de coleções de abelhas e dos checklists para a Iniciativa Internacional de Polinizadores. Nota técnica. Projeto Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informações sobre Biodiversidade, 2005 (disponível em <http://www.cria.org.br/cgee/junho/docs/NotaTecnicaAbelhas.doc>).

Torres R, Dergam JA. Coleções de tecido: o banco de DNA da biodiversidade brasileira. Nota técnica. Projeto Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informações sobre Biodiversidade, 2005 (disponível em <http://www.cria.org.br/cgee/junho/docs/ColecoesdetecidoRATorres.doc>).

Zaher H, Young PS. As coleções zoológicas brasileiras: panorama e desafios. *Ciência e Cultura* 2003; 55 (3): 24-26 (disponível em <http://cienciaecultura.bvs.br/pdf/cic/v55n3/alv55n3.pdf>).

Parte 4 – Diretrizes e estratégias para a melhoria das coleções microbiológicas brasileiras, tendo como meta a implantação e consolidação da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos no horizonte de 10 anos

Vanderlei Perez Canhos¹

Rosana Filomena Vazoller²

Reinaldo Dias Ferraz de Souza³

¹ Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA)
Av. Romeu Tórtima, 388, Barão Geraldo, CEP 13084-520, Campinas-SP
vcanhos@cria.org.br

² Sociedade Brasileira de Microbiologia
Av. Prof. Dr. Lineu Prestes, 1.374, Cidade Universitária, CEP 05508-900, São Paulo-SP
rosana.vazoller@uol.com.br
bfranco@usp.br

³ Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação
Ministério da Ciência e Tecnologia
Esplanada dos Ministérios, Bloco E, 3º Andar, Sala 343, CEP 70067-900, Brasília -DF
RFERRAZ@mct.gov.br

Introdução

Microrganismos e material biológico têm sido historicamente preservados e distribuídos por coleções de culturas microbianas, bancos de sementes e repositórios de tecidos de células humanas e animais. Coleções de serviços atuam como centros de conservação ex situ de recursos genéticos, tendo como funções principais a aquisição, a caracterização, a manutenção e a distribuição de microrganismos e células autenticadas e reagentes biológicos certificados. Essas coleções ex situ atuam como centros provedores de serviços especializados e centros de difusão da informação associada ao material biológico preservado no acervo. Os diferentes tipos de coleções de culturas, incluindo as coleções especializadas de trabalho, as coleções institucionais de referência e principalmente as coleções de serviços, têm importância destacada no estudo, conservação e exploração da diversidade genética e metabólica de microrganismos. O material biológico preservado nestas coleções é matéria-prima para a obtenção dos mais variados produtos biotecnológicos, incluindo fármacos, alimentos, bebidas alcoólicas e ácidos orgânicos. São também utilizados no saneamento ambiental, notadamente nas práticas avançadas de biorremediação de resíduos tóxicos. Na agricultura, os microrganismos são importantes na fixação biológica do nitrogênio e no controle biológico de pragas. Culturas puras obtidas de coleções de referência são utilizadas em atividades de ensino, estudos taxonômicos, identificação de patógenos e testes de controle de qualidade de produtos e materiais. Portanto, o material biológico preservado por métodos adequados em coleções de culturas tem uma ampla gama de aplicações nas áreas de saúde, agropecuária, indústria e meio ambiente. A estimativa do mercado global para produtos derivados de recursos genéticos nas áreas de fármacos, fitofármacos, agricultura e outras aplicações biotecnológicas se situa na faixa de 500 a 800 bilhões de dólares por ano.

O material biológico certificado é um recurso de alto valor agregado presente em inúmeros produtos dos mais diversos setores da economia. O acesso de insumos e produtos ao mer-

cado internacional estará sujeito de forma crescente, a uma complexa legislação, constituindo-se potencialmente em barreiras sanitárias e comerciais. A superação dessas barreiras dependerá da criação de uma estrutura de serviços tecnológicos que responda aos procedimentos de avaliação da conformidade e que sejam capazes de fornecer, mediante certificação e formas correlatas, a evidência de que os produtos atendem a requisitos técnicos especificados em normas e regulamentos. As exigências relativas à qualidade dos materiais biológicos para quaisquer fins representam um grande salto na agregação de valor aos produtos decorrentes de aplicações industriais, agrícolas, de saúde e ambientais. De outro lado, tais exigências demandam um significativo investimento na organização da base técnica laboratorial, na formação de quadros técnicos e intermediários e no estabelecimento de logística que garanta a prestação de serviços num ambiente de alta confiabilidade quanto aos quesitos de biossegurança, rastreabilidade, sigilo e proteção patentária.

É necessário destacar que o cenário internacional representa um conjunto de ameaças concretas ao trânsito de material biológico, bem como sinaliza claramente para a aplicação de quesitos técnicos no acesso a mercados de produtos em cuja composição ou processamento há a presença de material biológico.

Entretanto, essa ameaça é contrabalançada pelo fato de que essas regras, normas e regulamentos ainda estão em fase de concepção e formulação, o que é, em si uma oportunidade para o País.

O estabelecimento da rede de coleções de serviços e a sua melhoria visando a consolidação de uma Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos, composta de centros acreditados de acordo com critérios internacionalmente aceitos, dependerá de diretrizes e políticas de Estado que assegurem o apoio de longo prazo com a avaliação periódica de desempenho e do sistema de informação integrador das atividades da rede.

Panorama internacional: a transformação das coleções de serviços em centros de recursos biológicos

A Coleção Kral, estabelecida em Praga em 1890, foi a primeira coleção de serviços estruturada com a finalidade de fornecer culturas puras para estudos comparativos e identificação de bactérias patogênicas. Nas quatro primeiras décadas do século XX, outras coleções de serviços foram estabelecidas na Europa, nos Estados Unidos e no Japão com a finalidade básica de conservar e fornecer material de referência para estudos taxonômicos e monitoramento epidemiológico. Essas coleções passaram por um contínuo processo de evolução visando atender outras demandas especializadas decorrentes dos avanços na microbiologia industrial (década de 1960), na biotecnologia (década de 1980) e na engenharia genética e genômica (década de 1990). Existem hoje quase 500 coleções de culturas de microrganismos e células registradas no Centro Internacional de Dados da Federação Mundial de Coleções de Culturas. Destas coleções, cerca de 20 podem ser enquadradas como “coleções de serviços”, com acervos abrangentes e curadoria profissionalizada. Estas coleções contam com financiamento público de longo termo e possuem sistemas de informação que permitem monitorar e rastrear as condições de processamento das amostras (lotes de meios de cultura utilizados, registros de temperatura e vácuo na liofilização, etc.), assegurando a conformidade do material biológico distribuído. As demais coleções podem ser classificadas como coleções especializadas de trabalho (acervos resultantes de atividades de pesquisa) ou coleções institucionais de referência (como coleções de departamento que atendem a vários pesquisadores da instituição ou usuários externos). Em geral, estas coleções não possuem um sistema de curadoria profissionalizada e não adotam práticas adequadas de documentação e gerenciamento do acervo. Geralmente não possuem quadros técnicos qualificados para a prestação de serviços especializados com eficiência e qualidade e não contam com financiamento adequado de longo termo. Embora estas coleções representem um recurso valioso para o desenvolvimento de pesquisas básicas e aplicadas, são mantidas graças ao

esforço de pesquisadores abnegados. Frequentemente a integridade dos acervos destas coleções é colocada em risco devido a aposentadoria dos pesquisadores responsáveis ou a mudanças de interesse nos temas de pesquisa.

A consolidação das principais coleções internacionais de serviços ocorreu nas últimas duas décadas do século XX. No entanto, o mesmo não se deu nos países em desenvolvimento, incluindo o Brasil, em função da ausência de políticas adequadas para o setor, da falta de investimento na expansão e profissionalização das coleções existentes e da falta de demanda industrial qualificada. Na década de 1990, mudanças de cunho político, regulatório e tecnológico afetaram profundamente a operação de coleções de serviços de interesse biotecnológico, criando novos desafios que devem ser superados e oportunidades que merecem ser exploradas. Entre os desafios a serem vencidos, destaca-se a necessidade de desenvolvimento de capacidade institucional (infra-estrutura e recursos humanos) para atender às novas demandas associadas ao depósito de material biológico em coleções nacionais, de acordo com as regras estabelecidas na Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB). Mudanças no marco legal internacional, referente às questões de bioética, bioterrorismo e segurança biológica, resultaram na imposição de medidas muito restritivas relacionadas à distribuição e transporte de material biológico patogênico. Essas restrições incluem o acesso a material de referência, mesmo que de patogenicidade moderada, fundamental para o controle epidemiológico de doenças infecciosas, controle de pragas agrícolas e testes de qualidade de produtos industrializados.

Considerando a tremenda evolução da biotecnologia na década de 1990, a Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE) estabeleceu em 1999 um grupo de trabalho para discutir os desafios e as oportunidades associadas ao estabelecimento de uma rede global de centros de recursos biológicos. Esse esforço resultou na publicação do documento *Biological Resource Centers: underpinning the future of life sciences and biotechnology*, que recomenda o estabelecimento de uma Rede Global de Centros de Recursos

Biológicos, a ser construída a partir das competências existentes. A definição da estratégia de implementação desta rede foi objeto de estudo de um grupo de trabalho estabelecido no âmbito do Programa de Biotecnologia da OCDE em 2002. Nesta segunda fase os esforços foram concentrados na definição de critérios para a acreditação dos centros de acordo com normas internacionalmente aceitas, a recomendação de critérios de qualidade e padrões de operação dos centros e na harmonização do marco legal. Na reunião de ministros de Ciência e Tecnologia da OCDE, realizada em janeiro de 2004, o Comitê de Políticas para Ciência e Tecnologia (Committee for Science and Technology Policy, CSTP) destacou que o desenvolvimento da biotecnologia será um elemento crítico no crescimento econômico sustentável, e ressaltou que a implementação da rede global de centros de recursos biológicos será um componente fundamental na consolidação da infra-estrutura necessária para o desenvolvimento da bioeconomia no século XXI. O CSTP recomendou que a OCDE assegure recursos em 2006 para apoiar o desenvolvimento de instrumentos necessários para a implementação da rede global, incluindo a harmonização de padrões operacionais dos centros de recursos biológicos, a adoção de padrões e protocolos que permitam a interoperabilidade de sistemas de informação, e a adoção de medidas que viabilizem uma nova arquitetura institucional. Em particular, a OCDE deverá:

- propor um mecanismo facilitador que catalise o desenvolvimento da rede global, através do estabelecimento de mecanismos de capacitação das coleções candidatas à obtenção do status de centros credenciados;
- avançar na adoção de medidas apropriadas de segurança, que inibam o uso não autorizado ou o acesso indevido ao material sensível existente nos centros credenciados;
- auxiliar o desenvolvimento de planos associados à questão da sustentabilidade dos centros credenciados;
- realizar um estudo piloto de implementação da rede, envolvendo os principais atores e organismos nacionais e internacionais apropriados, tendo como meta a operacionalização de ações requeridas para a implementação da rede global de centros credenciados.

Em síntese, a OCDE deverá coordenar uma ampla consulta pública, tendo como meta coletar subsídios e comentários sobre os padrões operacionais sugeridos para a implementação da rede global. Deverá também realizar em 2006, um workshop envolvendo as coleções de serviços candidatas ao credenciamento como membro da rede global e as agências de certificação/acreditação participantes do programa piloto.

Cenário nacional: histórico da evolução das coleções e situação atual

No Brasil, a proposta de criação de uma rede de coleções de culturas de microrganismos foi tema da Segunda Conferência Internacional sobre Coleções de Culturas (São Paulo, 1973), organizada pela World Federation for Culture Collections (WFCC) e pela Sociedade Brasileira de Microbiologia (SBM). A partir desse evento, o tema passou a constar em programações de congressos e atividades científicas. Nos anos de 1976 e 1977, especialistas brasileiros revisaram o tema propondo a implantação de uma rede nacional de coleções de culturas de referência como infra-estrutura de apoio para o Programa Nacional de Biotecnologia. Em 1982, a Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia André Tosello iniciou o levantamento dos acervos das coleções de culturas no País, publicando em 1984 o primeiro *Catálogo de Coleções de Culturas de Microrganismos*. Os dados do catálogo nacional foram disponibilizados *on-line* em 1985 através do serviço Cirandão da Embratel, que representou um fato pioneiro em nível internacional. Neste mesmo ano, a Financiadora de Estudos e Projetos (Finep) promoveu uma reunião de especialistas para definir as diretrizes para a implantação do Sistema Nacional de Coleções de Culturas. Em 1986, com o apoio da WFCC, realizou-se um diagnóstico da situação das coleções de culturas no Brasil, com enfoque no papel das coleções no Programa Nacional de Biotecnologia. Assim, recomendou-se o estabelecimento de uma rede nacional de coleções de culturas, apoiando as atividades da microbiologia em geral e da biotecnologia em particular. Considerando as dimensões territoriais do País, sugeriu-se a implantação de um sistema nacional com centros regionais, escolhidos de acordo com as competências estabelecidas e as lacunas identificadas. A coordenação da rede caberia a um colegiado composto por especialistas e usuários dos setores público e privado, que teria a atribuição de estabelecer diretrizes visando assegurar o apoio em longo prazo para a rede de coleções de serviços e centros de referência, além da implantação de um sistema de informação associado. Ainda em 1986, a Finep financiou o refinamento do diag-

nóstico das coleções nacionais. Foram identificadas 80 coleções em 43 instituições, sendo que a grande maioria foi enquadrada na categoria de “coleções de pesquisa”. Constatou-se que, apesar do material biológico estocado representar o resultado de um esforço científico importante, a maioria das coleções não utilizava métodos de preservação adequados nem contava com curadoria profissionalizada.

Em reunião promovida pela Finep em 1987, recomendou-se o estabelecimento do Programa Setorial de Coleções de Culturas (PSCC). Nesse esforço, foram apoiadas 12 coleções com um investimento de 1,5 milhão de dólares. Em razão das reformas econômicas ocorridas ao longo dos dois anos de implementação do PSCC (1988-1989) e das perdas inflacionárias do período, o valor efetivamente aplicado no Programa foi de 530 mil dólares. Entre 1989 e 1990, foram publicados os três volumes revisados do *Catálogo Nacional de Linhagens* (bactérias; leveduras e fungos filamentosos; células e tecidos celulares), e os dados dos acervos foram disponibilizados *on-line*. Apesar da limitação dos recursos financeiros e dos entraves burocráticos para a utilização destes, os resultados obtidos foram considerados bastante satisfatórios. Em 1991, foi realizada uma avaliação do PSCC, recomendando-se a continuidade e a ampliação das atividades do programa. Entretanto, por causa de problemas de repasse de verba da União à Finep, o programa não teve continuidade.

Um fator fundamental para a evolução das coleções brasileiras foi o programa de treinamento desenvolvido com o apoio da Finep, do Conselho Britânico e do Programa de Formação de Recursos Humanos em Áreas Estratégicas (Rhae). No período de 1986 a 2000, foram realizados cerca de cinquenta eventos de especialização e aperfeiçoamento, com a participação de especialistas internacionais e com foco nos avanços em sistemática microbiana, gerenciamento de coleções de culturas e bioinformática. Mesmo após a interrupção do PSCC, algumas coleções mantiveram as suas atividades com o apoio das instituições mantenedoras e de agências de fomento nacionais e internacionais. O Programa de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (PADCT) incluiu em seu edital duas chamadas

competitivas para projetos de coleções de serviços, apoiando a Coleção de Culturas Tropical (CCT) e o Banco de Células do Rio de Janeiro (BC-RJ). Em 2001, o fortalecimento de coleções de serviços institucionais foi retomado no escopo do Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos do Ministério de Ciência e Tecnologia (MCT), visando à consolidação de uma rede de centros de serviços com coleções abrangentes nas áreas de saúde, agricultura, meio ambiente e indústria. Esta rede deveria ser ampliada com a integração de centros de referência e autoridades depositárias de material biológico para fins patentários, mas o Programa foi interrompido em função de mudanças nas ações de fomento conduzidas pelo Governo Federal.

O Brasil se destaca no cenário internacional pela capacidade institucional quando comparado a outros países em desenvolvimento, mostrando-se, contudo, carente de uma política adequada de longo prazo para o setor de coleções de serviços. Na área de saúde, o exemplo da Fundação Oswaldo Cruz (Fiocruz) é significativo na medida em que congrega, no Instituto Oswaldo Cruz, 11 centros de referência nacionais, 5 centros colaboradores da Organização Mundial da Saúde e 14 coleções de culturas, sendo 10 setoriais e 4 institucionais, refletindo o convívio simultâneo de coleções institucionais com coleções especializadas de trabalho. Indica-se, portanto, a necessidade da adoção de medidas que permitam um tratamento sistêmico para consolidar as coleções permanentes de serviços da Fiocruz de forma integrada ao sistema nacional de centros de recursos biológicos a ser instituído. No setor agrícola, o conhecimento sobre a diversidade de organismos diretamente relacionados à fertilização biológica de solos encontra-se em estágio avançado em decorrência dos esforços da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). A Coleção de Culturas de Bactérias Diazotróficas da Embrapa Agrobiologia possui um acervo valioso que inclui linhagens relevantes para a elucidação dos mecanismos de fixação biológica de nitrogênio e suas aplicações tecnológicas. A coleção registra ainda informações taxonômicas, ecológicas e fisiológicas sobre as linhagens do acervo. A Coleção de Culturas de Fitobactérias do

Laboratório de Bacteriologia Vegetal do Instituto Biológico de São Paulo mantém um acervo que constitui a maior fonte de linhagens bacterianas fitopatogênicas oriundas de áreas tropicais. Na área da genômica funcional, o Brasil conta hoje com uma significativa capacidade instalada para a execução de projetos de seqüenciamento de genes. Esses avanços criam a necessidade de se estabelecer uma estratégia adequada para a estocagem e a distribuição dos clones gerados nos diversos projetos genoma, assim como no tratamento adequado para a integração da informação associada a esse tipo de material biológico. O Centro Brasileiro de Estocagem de Genes (Brazilian Clone Collection Center, BCC Center,) foi criado para viabilizar a estocagem e a distribuição dos clones gerados nos projetos financiados pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp). Inaugurado em 2001, o BCC Center é o único centro de estocagem de genes da América Latina especializado em genes de plantas e fitopatógenos. No setor de meio ambiente e indústria, a Coleção de Culturas Tropical (CCT) estabelecida em 1988 como coleção de serviços, teve um papel de destaque na capacitação de recursos humanos e na prestação de serviços especializados durante a década de 1990. Em função da irregularidade e limitação de financiamento público e da falta de compromisso institucional, a coleção foi desestruturada em 2001. A Coleção Brasileira de Microrganismos de Ambiente e Indústria (CBMAI), estabelecida em 2001 com o respaldo institucional da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp), está se estruturando para atender à demanda por serviços técnicos especializados no setor de meio ambiente e indústria.

Em 2001, no escopo do Programa de Tecnologia Industrial Básica, o MCT constituiu um grupo de trabalho cujo produto foi a publicação em 2002 do documento *Sistema de Avaliação da Conformidade de Material Biológico*. O documento traz uma análise do estado da arte no setor e recomenda uma política de fomento para a construção da base técnica de um sistema de avaliação da conformidade de material biológico de forma a ampliar a oferta de material biológico certificado, estimulando o seu uso em pesquisas científicas e

a inovação tecnológica. A proposta do MCT para a implantação deste sistema teve as seguintes motivações básicas:

- Possibilitar ao Brasil a estruturação de um modelo fundamentado no conjunto de funções compreendidas pela Tecnologia Industrial Básica - TIB (metrologia, normalização e avaliação da conformidade) e assim favorecer um mecanismo de certificação com base em normas e regulamentos técnicos, em consonância com as normas guias, recomendações e orientações emanados dos foros internacionais e aderentes ao Acordo de Barreiras Técnicas da Organização Mundial do Comércio.
- Prevenir-se contra o surgimento de modelos de certificação com base em normas de associações técnicas, sem que as instituições brasileiras tenham condições de influir direta e abertamente nesse processo.
- Favorecer a complementação do marco regulatório nessa área, compreensivelmente disperso e com lacunas, dado o caráter de novidade que ainda cerca o tema.

Essas três motivações na verdade são condições requeridas para a estruturação de uma base técnica de interesse das diversas autoridades, notadamente no que tange à segurança biológica, saúde, agricultura, meio ambiente e indústria. Os principais elementos que motivaram o MCT a tratar da certificação de material biológico decorrem dos resultados alcançados nos programas de Biotecnologia e Recursos Genéticos, e Tecnologia Industrial Básica - TIB, no âmbito do qual o MCT vem fomentando as atividades de metrologia, normalização e avaliação da conformidade no Brasil. Ambos os programas e seus desdobramentos apontaram para a necessidade de um sistema de certificação (avaliação da conformidade) de material biológico organizado em bases técnicas consistentes.

Com objetivo de catalogar e integrar os dados dos acervos existentes em coleções nacionais, e de organizar o processo de implantação da rede brasileira de coleções de serviços, o MCT apoiou o desenvolvimento e a implementação do Sistema de Informação de Coleções de Interesse Biotecnológico (Sicol). Lançado em 2002, o sistema permite o acesso on-line a informações de catálogos de linhagens de bactérias, leveduras e fungos filamentosos, deposi-

tadas em coleções nacionais. Estas informações podem ser integradas de forma dinâmica e transparente a dados de diretórios taxonômicos (Catálogo de Vida do Species 2000), literatura científica (SciELO e PubMed) e bancos de dados genômicos (GenBank), agregando desta forma, valor ao material biológico depositado nas coleções brasileiras. No escopo do TIB e com o apoio da Finep, o Sicol está sendo ampliado para integrar dados de novos acervos ao Catálogo Virtual de Linhagens de Microrganismos. Serão também desenvolvidos novos módulos do sistema de informação, de forma a permitir a rastreabilidade de processos operacionais e a documentação da qualidade dos produtos das coleções de serviços da rede. Estes desenvolvimentos estão sendo complementados por um processo de avaliação da documentação e dos protocolos utilizados pelas coleções, visando coletar subsídios para a implantação do programa de acreditação de coleções de serviços.

No segundo semestre de 2005, novas condições de contorno ensejaram um processo de articulação entre o MCT, o Ministério de Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior (Mdic), o Instituto Nacional da Propriedade Industrial (Inpi) e o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro). Esta articulação envolveu também algumas coleções de cultura com acervos abrangentes e com potencial para prestação de serviços especializados. Desses entendimentos resultou a definição de um elenco de atividades resumidas a seguir:

- Designação, pelo Inpi, de um Centro Depositário de Material Biológico para fins patentários, em cumprimento à Lei de Propriedade Industrial que utilizará as instalações especiais do Inmetro, em Xerém, recomendável em função de aspectos técnicos e de segurança.
- Apoio à capacitação do Inmetro em Metrologia aplicada à Biotecnologia a ser proporcionado pelo Inpi/Mdic, em contrapartida à cessão das instalações em Xerém, de forma articulada com as atividades de capacitação das coleções de serviços.

As atividades de implantação do Centro Depositário de Material Patentário e as atividades de capacitação do Inmetro em Metrologia aplicada à Biotecnologia receberão um aporte anual do Inpi de R\$ 3,0 milhões.

- Consolidação do Sistema de Informação e de uma Rede de Coleções de Serviços, bem como sua capacitação para atuar como Centros de Recursos Biológicos, atendendo a critérios internacionalmente aceitos.

Essa atividade está sendo proposta como Ação Transversal junto aos Fundos Setoriais, em especial os Fundos Verde-Amarelo, de Biotecnologia, da Saúde e do Agronegócio, como forma geral, com valor total de R\$ 3,0 milhões em 2006 e de R\$ 5,0 milhões por ano nos exercícios seguintes. As coleções beneficiárias apoiarão tecnicamente o Inpi e o Inmetro na condução das atividades requeridas para a consolidação do centro depositário de material patentário, e nas atividades de capacitação em metrologia aplicada à Biotecnologia. Simultaneamente, será estabelecido com o Inmetro um programa de acreditação das coleções de serviços, em consulta com os demais agentes envolvidos, visando apoiar estas coleções na obtenção do status de Centros de Recursos Biológicos. O propósito desse esforço é o de permitir que a rede de centros acreditados ofereça material biológico certificado, tanto para fins de pesquisa científica, quanto para uso industrial.

Estes avanços de articulação interagências e as atividades propostas foram apresentados e discutidos no Mini-Simpósio “Coleções de Culturas de Microrganismos, Centros de Recursos Biológicos e a Conformidade do Material Biológico”. Este evento organizado pela Sociedade Brasileira de Microbiologia (SBM) em colaboração com o Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA), foi realizado durante o Congresso Anual da SBM (Santos, Novembro de 2005). O evento contou com a presença de curadores de coleções microbiológicas, representantes de agências governamentais e especialistas do país e do exterior.

Diretrizes e estratégias para a implantação e consolidação da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos

Com a finalidade de auxiliar na definição de diretrizes, estratégias e ações de fomento específicas para a implantação e consolidação da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos, é fundamental definir a abrangência e escopo do material a ser armazenado nestes centros. Define-se “material biológico” como todo material que contenha informação genética e que seja capaz de auto-reprodução, e/ou seja capaz de ser reproduzido em um sistema biológico, incluindo:

- Bactérias, fungos, algas e protozoários
- Células humanas, animais e vegetais, e suas partes replicáveis
- Bibliotecas genômicas, plasmídeos, vírus e fragmentos de ADN clonado
- Informações associadas a microrganismos ainda não cultivados

O proposta em tela tem como meta a consolidação da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos, no horizonte de 10 anos, como infra-estrutura crítica o desenvolvimento das ciências da vida e da biotecnologia. O programa deverá ser implementado através do fomento das seguintes ações:

- Implantação e consolidação da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos
- Fortalecimento e ampliação da capacidade institucional (recursos humanos e infra-estrutura) em taxonomia microbiana
- Apoio a eventos, estudos e avaliação (subsídios para a condução do programa)

A implementação das ações deverá ser conduzida de forma articulada com a implantação do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade de Material Biológico.

Implantação e consolidação da Rede Brasileira de Centros de Recursos Biológicos

A meta é implantar e consolidar uma rede 15 coleções de serviços, integradas por um sistema de informação, no período de 3 a 5 anos. Na segunda fase do programa, no horizonte de 10 anos, estas coleções deverão ter como meta a obtenção do status de Centros de Recursos Biológicos, de acordo com critérios internacionalmente aceitos. A rede será constituída de 4 coleções de serviços com acervos abrangentes, 1 centro depositário de material patentário e 10 coleções de referência com acervos especializados . As coleções de serviços associadas à rede serão integradas através de um Sistema de Informação, que será um instrumento fundamental para o acompanhamento e avaliação de desempenho das coleções integrantes da rede.

Considerando o aspecto de suporte à inovação tecnológica da rede de coleções de serviço, a atividade deverá ser proposta como ação transversal junto aos Fundos Setoriais, em especial os fundos Verde-Amarelo, de Biotecnologia e do Agro-negócio. As coleções apoiadas pelo programa deverão apoiar tecnicamente o Inmetro e o Inpi na condução de atividades requeridas para a consolidação do centro depositário de material patentário e do programa de metrologia em biologia.

Coleções de serviços com acervos abrangentes

Deverão ser implantadas e consolidadas 4 de coleções de serviços com acervos abrangentes, nas áreas de saúde, agropecuária, indústria e meio ambiente. Estas, coleções deverão contar com o suporte técnico adequado em termos de metrologia , normalização, avaliação da conformidade e patentes. Estas coleções deverão ter um nítido perfil e mecanismos adequados para a prestação de serviços especializados e o fornecimento de material biológico

certificado. Estas coleções serão consolidadas de forma articulada com o estabelecimento do Centro Depositário de Material Patentário e do Sistema de Avaliação da Conformidade de Material Biológico, financiados com recursos complementares do Mdic e Inpi.

Recomenda-se uma ação induzida de apoio que inclua a avaliação e negociação institucional, caso a caso, onde a aprovação do apoio dependerá da apresentação de um projeto bem estruturado com compromisso institucional firmado. As ações previstas para a negociação do apoio incluem a solicitação de propostas a instituições estratégicas, a definição de critérios de avaliação e desempenho, e o acompanhamento dos trabalhos e avaliação dos resultados.

As propostas deverão atender os seguintes elementos de análise

- compromisso institucional;
- plano estratégico para a implantação e consolidação da coleção de serviço institucional;
- compromisso de disponibilização dos dados não sensíveis na Internet, de forma livre e aberta por tempo indeterminado;
- plano operacional da coleção, incluindo processos de caracterização e documentação do acervo, com procedimentos que permitam o rastreamento do processamento das amostras e da informação associada;
- definição das etapas e metas de digitalização e validação dos dados, com a apresentação de indicadores;
- definição dos recursos necessários; e o
- detalhamento da contrapartida institucional.

Considerando o escopo de atuação temática e o potencial para a prestação de serviços especializados, recomenda-se o envio de cartas consultas às seguintes instituições:

- Fundação Oswaldo Cruz: Saúde
- Embrapa: Agropecuária
- Unicap/CBMAI: Indústria e Meio Ambiente
- UFRJ/BCRJ: Saúde (banco de células humanas e animais)

Dentre as atividades a serem apoiadas destacam-se as seguintes:

- Melhoria da infra-estrutura física (reforma, construção, aquisição de equipamentos, material permanente e material de consumo);
- Contratação de recursos humanos: curadoria e técnicos especializados;
- Implementação de novas tecnologias em sistemática: aquisição de equipamentos, material permanente, material de consumo e treinamento técnico;
- Apoio ao aperfeiçoamento e especialização da equipe e participação em eventos nacionais e internacionais.;
- Apoio às atividades de normalização, inclusive com a participação de especialistas brasileiros nos foros técnicos internacionais;
- Desenvolvimento de uma sistemática para acreditação de centros e para a certificação de material biológico, incluindo a implantação de sistemas da qualidade laboratorial;
- Estabelecimento de atividades de cooperação técnica com centros congêneres no País e no exterior, incluindo programas de comparação inter-laboratorial das metodologias utilizadas

Centro Depositário de Material Patentário

Caberá ao Inpi designar e apoiar a implantação de um centro depositário de material biológico para fins patentários, em cumprimento à lei de Propriedade Industrial. Este centro deverá utilizar as instalações especiais do Inmetro em Xerém, RJ. O processo deverá também envolver o apoio à capacitação do Inmetro em metrologia aplicada à biotecnologia, que será proporcionado pelo Inpi/Mdic.

Coleções de referência com acervos especializados

Visando complementar as atividades das coleções de serviços abrangentes, o programa deverá fomentar a consolidação até 10 coleções de referência com acervos especializados de alta relevância para o controle epidemiológico, vigilância sanitária e estudos taxonômicos. O fomento da consolidação destas coleções poderá ser feito através de um processo induzido, no caso dos centros de referência de controle epidemiológico e vigilância sanitária ou via edital, no caso de coleções de referência taxonômica. Dentre as atividades a serem apoiadas, destacam-se as seguintes:

- ampliação e melhoria das atividades de rotina da coleção (preservação, estoque e manutenção, controle de qualidade e distribuição)
- ampliação do acervo
- ampliação e melhoria dos serviços especializados prestados a terceiros (p.ex. serviços de identificação, preservação, etc.)
- documentação e informatização das atividades de rotina
- elaboração de um plano estratégico
- acreditação e certificação (Norma NBR ISO/IEC 17025e Guias pertinentes)

Os critérios para a seleção das coleções de referência, destacam-se os seguintes:

- compromisso institucional
- tamanho, composição (grupos taxonômicos) e representação geográfica do acervo
- nível de preservação e organização do acervo

- grau de utilização do acervo (institucional e por terceiros): pesquisas científicas, educação e prestação de serviços especializados (últimos 5 anos)
- natureza dos serviços prestados pela coleção
- taxa de crescimento do acervo nos últimos 5 anos
- grau de documentação e informatização do acervo
- equipe
- produção acadêmica

No processo de implementação da rede de coleções de serviços, será trabalhada a questão da incorporação de novas práticas de gestão de coleções de serviços e a questão cultura de certificação e conformidade do material biológico, através da incorporação de mecanismos que permitam a rastreabilidade de processos e produtos, nas atividades de rotina das coleções associadas à rede.

A política de fomento para a implantação e consolidação do sistema de informação e das coleções de serviços, e a sua melhoria para atingir o status internacional de Centros de Recursos Biológicos, deverá apoiar a construção da base técnica para a avaliação da conformidade do material biológico, através das seguintes ações:

- Estabelecimento de critérios que definam o acesso à rede de centros credenciados
- Desenvolvimento de um sistema de acreditação dos centros, com base em critérios internacionalmente aceitos
- Identificação e seleção de entidades capazes de exercer a função de Centros de Recursos Biológicos
- Fortalecimento seletivo e capacitação dos centros selecionados visando a melhoria do atendimento da crescente demanda por material biológico certificado e serviços especializados nas áreas de saúde, agricultura, meio ambiente e indústria
- Capacitação dos centros selecionados visando a obtenção do status de Centros de Recursos

Biológicos (credenciamento nacional no período de 3 a 5 anos) e a sua melhoria visando atingir o status requerido para a acreditação internacional, na segunda fase de implementação do programa, no período de 5 a 10 anos.

- Capacitação de quadros técnicos para atuar tanto nas diferentes funções dos centros credenciados (curadoria profissionalizada, gestão da informação, prestação de serviços especializados e atividades de extensão) bem como nas atividades de acreditação destes centros (consultoria e auditoria)
- Harmonização dos procedimentos laboratoriais (implantação de atividades de comparação interlaboratorial)
- Desenvolvimento e implantação de um sistema de informação que possibilite a rastreabilidade dos processos e produtos da rede, e permita a integração dinâmica de dados associados aos materiais biológicos existentes nos centros credenciados

Dada a complexidade da matéria, a implantação do Sistema de Avaliação de Conformidade de Material Biológico, requer o encaminhamento de uma série de ações de cunho político e estratégico, combinadas com ações de cunho técnico. Estas ações deverão envolver a articulação do MCT, Mdic e outros ministérios e agências do governo federal.

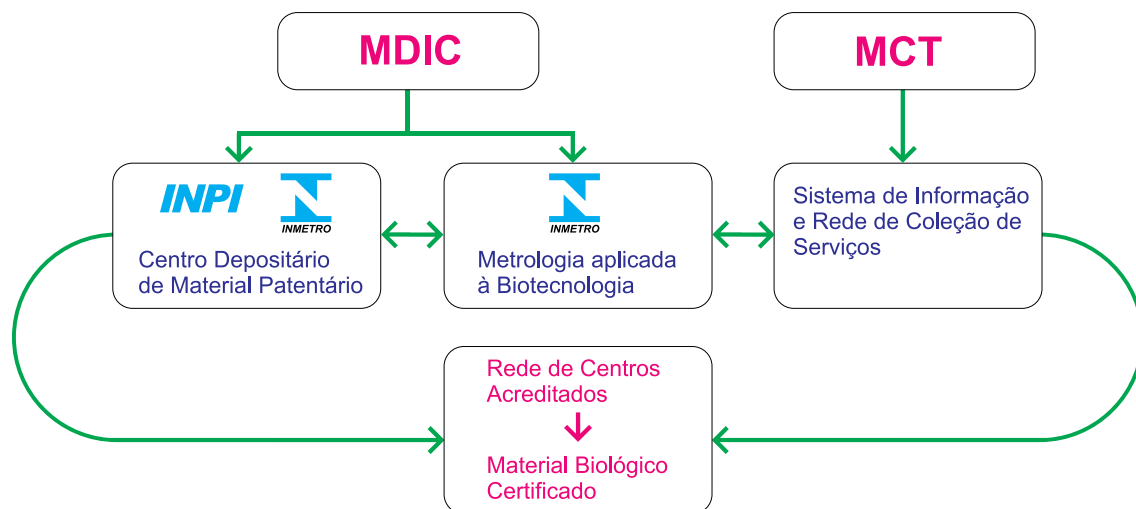


Figura 1. Material Biológico: Centro Depositário de Material Patentário, Avaliação da Conformidade e Centros de Recursos Biológicos - uma ação articulada

Dentre as ações de cunho político e estratégico, destacam-se as seguintes:

- Criação de um Grupo Interministerial para discutir as interfaces do programa com as atividades em curso nas diferentes agências e ministérios afetos à matéria, e definir ações conjuntas, incluindo a questão de co-financiamento
- Detalhamento de implantação do sistema, criando uma lógica que permita a sua implementação por partes
- Implantação do piloto do sistema em áreas previamente selecionadas.

Dentre as ações de cunho técnico, necessárias para viabilizar a implantação e consolidação do sistema, destacam-se as seguintes:

- Estruturar na Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) uma Comissão de Estudo Especial Temporária, para propor um conjunto de normas técnicas relacionadas à manipulação, ensaios e certificação de material biológico
- Estudar o contexto da metrologia aplicável à área junto com o Inmetro. Esta ação é importante na medida em que não há ainda uma atividade organizada nesse campo, o que será coberto em uma fase inicial com o apoio do Inpi, já mencionado
- Debater com o Inmetro e com outros agentes regulamentadores da área, o modelo de certificação e os instrumentos de apoio aplicáveis, seja para a acreditação dos laboratórios, dos organismos de certificação e dos Centros de Recursos Biológicos, seja para a implantação de programas de certificação e seus respectivos procedimentos de avaliação da conformidade.

Fortalecimento e ampliação da capacidade institucional em taxonomia microbiana

A riqueza e qualidade dos acervos de coleções microbiológicas de trabalho, de referência e de serviços é reflexo de atividades e projetos de excelência em microbiologia básica e aplicada. Portanto fica evidente que o fortalecimento da base científica é fundamental para a consolidação das coleções microbiológicas no país. Portanto recomenda-se a ampliação de ações de fomento com o foco na ampliação da capacidade institucional (recursos humanos

e infra-estrutura) dedicada a projetos com foco na coleta e caracterização taxonômica e tecnológica de microrganismos. As seguintes medidas são propostas:

- Estimulo ao ensino formal de sistemática e taxonomia microbiana em cursos de graduação e pós-graduação de biologia. É importante destacar que a análise realizada pela CAPES nos anos de 2001 a 2003 revelou que em sete programas de pós-graduação em Microbiologia e/ou Microbiologia e Imunologia, o tema Taxonomia Microbiana não constava do elenco de disciplinas regularmente oferecidas em cursos de pós-graduação, ou era tratado no âmbito de outras áreas, notadamente na área de Micologia. A inexistência de disciplinas específicas direcionadas capacitação em sistemática e taxonomia de microrganismos em programas de pós-graduação em Microbiologia é preocupante tendo em vista a importância funcional da diversidade microbiana em ciclos biogeoquímicos e funcionamento de ecossistemas, ou a importância do conhecimento taxonômico para o desenvolvimento de novas estratégias de seleção e triagem de linhagens de interesse econômico.
- Ampliação a oferta de cursos de especialização e aperfeiçoamento com foco no emprego de técnicas avançadas de taxonomia microbiana e bioinformática
- Fomento de projetos de pesquisa envolvendo a bioprospecção, caracterização taxonômica e exploração tecnológica de microrganismos
- Bolsas de mestrado e doutorado, e bolsas de capacitação técnica

Estudos e eventos para subsidiar a condução do programa

Dada a complexidade da matéria, a implementação da Rede de Brasileira de Centros de Recursos Biológicos de forma articulada com a implantação do Sistema Brasileiro de Conformidade, dependerá do desenvolvimento de parcerias e mecanismos de articulação. Portanto a programa dever prever o apoio às seguintes atividades:

- Estudo técnico econômico sobre o desenho , organização e demandas para o sistema integrado composto da rede centros de recursos biológicos e das entidades associadas ao sistema de

avaliação conformidade de material biológico, incluindo os seus custos e benefícios

- Plano de negócios para a implantação do sistema integrado
- Articulação dos atores envolvidos por meio metodologias adequadas para a documentação e consolidação de compromissos
- Realização de reuniões de trabalho e eventos visando aprimorar a condução do programa

Referências bibliográficas

Canhos VP. Informática para biodiversidade: padrões, protocolos e ferramentas. *Ciência e Cultura* 2003; 55 (2): 45-47.

_____, Manfio GP. "Microbial Resource Centres and ex situ Conservation". In: Priest FG, Goodfellow M (eds.). *Applied Microbial Systematics*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2000; pp. 421-446.

Canhos VP, Vazoller RF. A importância das coleções biológicas, 2004 (disponível em <http://www.comciencia.br/reportagens/framereport.htm>).

Canhos VP, Umino C, Manfio GP. "Coleções de Culturas de Microrganismos". In: Brito MCW, Joly CA (eds.). *Biodiversidade do Estado de São Paulo, Brasil: síntese do conhecimento no final do século XX. Volume 7: Infra-estrutura de Conservação in situ e ex situ*. São Paulo: Fapesp, 1999; pp. 81-101 (disponível em <http://www.biota.org.br>).

Ministério de Ciência e Tecnologia. Brasília, SEPCT/CGBI. (2001). Programa Tecnologia Industrial Básica e Serviços Tecnológicos para a Inovação e a Competitividade. Brasília, MCT/SEPTE/CGPT, 2001.

_____. Programa de Biotecnologia e Recursos Genéticos: Definição de Metas. Brasília, 2002.

_____. Sistema de Avaliação de Conformidade de Material Biológico. Brasília, Senai/DN, 2002 (disponível em www.mct.gov.br/Temas/Desenv/MaterialBiologico.pdf).

Organização de Cooperação e Desenvolvimento Econômico. *Biological Resource Centers: underpinning the future of life sciences and biotechnology*. Paris, 2001 (disponível em <http://www.sourceoecd.org>).

Sistema de Informação de Coleções de Interesse Biotecnológico (Sicol) (disponível em <http://sicol.cria.org.br>).

Ten Kate K, Laird SA. The commercial use of biodiversity: access to genetic resources and benefit-sharing. Londres: Earthscan Publications, 1999.

World Federation for Culture Collections (WFCC) (disponível em www.wfcc.info).

World Trade Organization (WTO), Technical Barriers to Trade (disponível em http://www.wto.org/english/tratop_e/tbt_e/tbt_e.htm)

Parte 5 – Coleções biológicas e sistemas de informação

Dora Ann Lange Canhos¹

Vanderlei Perez Canhos²

Sidnei de Souza³

¹ Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA)

Av. Romeu Tórtima, 388, Barão Geraldo, CEP 13084-520, Campinas-SP
vcanhos@cria.org.br

² Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA)

Av. Romeu Tórtima, 388, Barão Geraldo, CEP 13084-520, Campinas-SP
dora@cria.org.br

³ Centro de Referência em Informação Ambiental (CRIA)

Av. Romeu Tórtima, 388, Barão Geraldo, CEP 13084-520, Campinas-SP

Revisão: Jandira Queiroz

Introdução

Ao longo da história, coleções biológicas (zoológicas, botânicas, microbianas) têm sido repositórios estáticos de informação, catalogando espécimes e realizando atividades de análise sistemática. Com a evolução da ciência e com a demanda por dados sobre espécies e espécimes por diferentes disciplinas e áreas de conhecimento, as coleções não podem mais ser uma mera constatação da existência de determinados organismos no passado. Sua missão deve ser a de documentar, compreender e educar o mundo sobre a vida em nosso planeta, no passado e no presente. Devem ser centros pró-ativos na pesquisa, na educação e na conservação da biodiversidade.

A construção do conhecimento sobre biodiversidade é necessariamente coletiva. O estudo, a conservação e o uso sustentável da biodiversidade requerem um tratamento multi e interdisciplinar, além de um ambiente de colaboração global. A identificação de uma espécie depende de uma base comparativa de dados e conhecimento. Por esse motivo, no âmbito da comunidade acadêmica, há poucos impedimentos ao acesso à informação e ao compartilhamento de dados científicos (Canhos *et al.*, 2004). A resistência que existe hoje por parte de alguns especialistas em disponibilizar os dados na Internet se deve mais ao fato de a Rede Mundial de Computadores ser aberta a qualquer pessoa. Muitos pesquisadores têm receio do mau uso, da cópia não autorizada ou de interpretações erradas de seus dados por não-especialistas. Aos poucos, com as vantagens nítidas do compartilhamento de dados *on-line*, essa resistência vem diminuindo.

Acervos científicos e dados associados devem ser considerados como infra-estrutura de pesquisa. Durante séculos, cientistas vem sistematicamente registrando suas observações de pesquisa e publicando os resultados obtidos. Mas não havia, e em muitos casos ainda não há, qualquer preocupação em manter os dados primários de observação e coleta ou de disseminá-los para pesquisadores de outras áreas do conhecimento, nem tampouco existe a

preocupação em preservá-los para as futuras gerações. Com o avanço da tecnologia de informação e comunicação, houve também uma evolução do pensamento e da organização científicos, criando demandas distintas por diferentes tipos de dados ou, ainda, graças à integração e à interoperabilidade de sistemas, por diferentes conjuntos de dados.

Com a tecnologia e a própria demanda científica em constante evolução e com o fortalecimento da ciência para o benefício da sociedade, é fundamental promover o livre acesso a dados e informações. O progresso científico depende do acesso pleno a dados e da divulgação científica aberta dos resultados de pesquisas na literatura. Um forte componente de dados e informações acessíveis e em domínio público promove maior retorno do investimento público, estimulando a inovação e a decisão informada. A integração de dados de diferentes disciplinas, de diversos espaços geográficos, analisados por pesquisadores também de disciplinas distintas e de origem cultural diversa, abre caminho para novas perguntas e para a inovação (ICSU, 2004).

Este documento apresenta elementos para a definição de uma estratégia para o estabelecimento de uma infra-estrutura de dados sobre coleções científicas de acesso livre e aberto. Não aborda o tema “publicações” uma vez que:

- a comunidade científica reconhece nas publicações um mecanismo para disseminar os seus conhecimentos;
- publicações são indicadores reconhecidos de produtividade;
- já existem políticas específicas de fomento para esse setor.

Publicações são importantes e até vitais para o progresso científico, mas refletem a visão dos autores, a sua leitura dos fatos (dos dados) em determinado momento. Uma releitura pelo próprio autor, pelos seus pares ou por gerações futuras dependerá da disponibilidade dos dados primários.

Este documento foi elaborado tendo como base as seguintes notas técnicas:

- Melo LCP, Machado I, Stanton M, Simões N. *Redes nacionais de educação e pesquisa: situação no Brasil e na América Latina* (disponível em www.cria.org.br/cgee/documentos/rede-sALC310505.doc);
- Canhos DAL, Souza S, Giovanni R, Marino A, Siqueira MF, Canhos, VP et al. *Estudo de caso: Sistemas de informação on-line: a experiência do Cria* (disponível em www.cria.org.br/cgee/documentos/ntcria_vs5.doc);
- Peixoto FL, Lima HC. *A informatização de herbários brasileiros: estudo de caso* (disponível em www.cria.org.br/cgee/documentos/InformatizacaoBotanica.doc);
- Toledo PM. *Rede temática de pesquisa em modelagem ambiental da Amazônia (Geoma)* (disponível em www.cria.org.br/cgee/documentos/geoma.doc).

Os itens abordados neste documento referem-se:

- ao marco legal, indicando as obrigações e as oportunidades que o País tem em relação à Convenção da Diversidade Biológica no cenário internacional. Também são apresentados alguns aspectos legais quanto à obrigação do poder público em fornecer informações ao cidadão e sobre a questão do acesso a recursos genéticos e sua influência na pesquisa científica no Brasil;
- a sistemas de informação sobre biodiversidade, citando alguns exemplos internacionais e o cenário nacional;
- a uma análise dos pontos fortes e fracos, das oportunidades e das ameaças para o estabelecimento de uma infra-estrutura de dados sobre espécies e espécimes no País;
- aos principais elementos para a definição de uma estratégia;
- a um plano de ação para os próximos dez anos.

Marco legal

1. Cenário internacional

a. A Convenção sobre Diversidade Biológica

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) ratificada pelo governo brasileiro (Decreto 2.519, de 16/3/1998) prevê, em seu artigo 17, a obrigatoriedade do intercâmbio de informações pertinentes à conservação e à utilização sustentável da diversidade biológica incluindo também a troca de resultados de pesquisas técnicas, científicas e socioeconômicas e, quando possível, a repatriação das informações. O artigo 18, referente à cooperação técnica e científica, indica que a Conferência das Partes deve determinar a forma de estabelecimento de um mecanismo de intermediação para promover e facilitar as cooperações técnica e científica. Tendo como base esses dois artigos, foi criado o Clearing-House Mechanism (CHM)¹, um mecanismo para intermediação da informação e para a promoção de cooperação.

Vê-se, portanto, que o acesso à informação é um elemento muito presente na Convenção. Além do CHM, também foi desenvolvido o Biosafety Clearing House², um mecanismo para a troca de informação de interesse para a temática *biosegurança*.

No âmbito da CDB, foram sete Conferências das Partes (COP), nas quais foram identificadas várias áreas de interesse global que dependem do acesso à informação de qualidade. Vários programas dependem dos serviços de coleções biológicas. Entre eles, destacamos: a Meta 2010 (2010 Biodiversity Target), a Iniciativa Global de Taxonomia (Global Taxonomy Initiative, GTI), a Iniciativa Internacional de Polinizadores (International Pollinators Initiative, IPI) e a Estratégia Global para Conservação de Plantas (Global Strategy for Plant Conservation, GSPC).

¹ Clearing-House Mechanism (disponível em <http://www.biodiv.org/chm/>).

² Biosafety Clearing House (disponível em <http://bch.biodiv.org/>).

2010 Biodiversity Target³

Na COP 6, adotou-se um plano estratégico para a Convenção. Os países se comprometeram a implementar os objetivos da Convenção tendo como meta alcançar até 2010 uma redução significativa da taxa de perda da biodiversidade nas escalas global, regional e local como forma de contribuir para a diminuição da pobreza, visando beneficiar toda a vida no planeta.

As áreas focais da Meta 2010 são:

- redução da taxa da perda dos componentes da biodiversidade, incluindo: biomas, habitats e ecossistemas; espécies e populações; diversidade genética;
- promoção do uso sustentável da biodiversidade;
- ação em relação às principais ameaças à biodiversidade, até mesmo aquelas advindas de espécies invasoras, mudanças climáticas, poluição e alterações de habitat;
- manutenção da integridade de ecossistemas e provisão de bens e serviços fornecidos pela biodiversidade em ecossistemas em apoio ao bem-estar humano;
- proteção do conhecimento, das inovações e das práticas tradicionais;
- repartição equitativa dos benefícios do uso de recursos genéticos;
- mobilização dos recursos técnicos e financeiros para a implementação da Convenção e do Plano Estratégico, especialmente para países em desenvolvimento, em particular os países menos desenvolvidos, as pequenas ilhas e os países com economias em transição.

Cada área focal tem metas e alvos determinados que devem servir de base para a definição de uma estratégia nacional de acordo com as prioridades e as competências existentes no país. A primeira área focal da redução da taxa de perda de espécies e populações depende

³ 2010 Biodiversity Target (disponível em <http://www.biodiv.org/2010-target/default.asp>).

diretamente da existência e da disponibilidade de dados sobre a ocorrência de espécies. Grande parte dessa informação encontra-se nas coleções biológicas.

Iniciativa Global de Taxonomia (GTI)⁴

Por meio da CDB, os governos reconhecem a existência de um “impedimento taxonômico” para a gestão plena da biodiversidade. O objetivo da GTI é remover ou reduzir esse impedimento, diminuindo as lacunas de conhecimento existentes em tratamentos taxonômicos, aumentando o número de taxonomistas e curadores treinados, reduzindo o impacto dessas deficiências na nossa capacidade de conservar, usando e compartilhar os benefícios da diversidade biológica.

Em sua sexta reunião, a COP endossou o programa de trabalho da GTI, enfatizando a necessidade de coordenar sua implementação com as iniciativas nacionais, regionais, sub-regionais e globais já existentes. O programa de trabalho da GTI foi elaborado com foco no suprimento da informação taxonômica necessária para as principais áreas temáticas da Convenção e no suporte à capacitação, assegurando que os países sejam capazes de desenvolver trabalhos taxonômicos também prioritários para a implementação da Convenção.

Os objetivos operacionais da GTI são:

- avaliar as necessidades e as competências taxonômicas nos níveis nacional, regional e global para a implementação da Convenção;
- auxiliar na construção e na manutenção de recursos humanos, sistemas e infra-estrutura necessários para organizar e realizar a curadoria de espécimes biológicos que são a base do conhecimento taxonômico;
- facilitar o acesso à informação taxonômica, garantindo aos países de origem o acesso à informação sobre os elementos de sua biodiversidade (repatriação de dados);

⁴ Iniciativa Global de Taxonomia (disponível em www.biodiv.org/programmes/cross-cutting/taxonomy/).

- incluir, entre os principais programas temáticos e interdisciplinares da Convenção, os objetivos taxonômicos para gerar a informação necessária para a tomada de decisão na conservação e no uso sustentável da diversidade biológica e de seus componentes.

Os países devem indicar os pontos focais nacionais para a GTI, além de fornecer informações atuais sobre requerimentos legais para a troca de espécimes biológicos e sobre a legislação e as regras atuais para o acesso e a repartição justos e equitativos dos benefícios gerados pelo uso de recursos genéticos. Devem também iniciar os trabalhos para estruturar as redes nacionais e regionais que deverão auxiliar os países quanto às suas necessidades taxonômicas na implementação da Convenção.

A decisão apresentada pelo Grupo de Trabalho I na COP-7 convida países e organizações regionais e internacionais a considerarem a importância da capacitação em taxonomia na consecução dos objetivos da Convenção, a apoiarem as atividades taxonômicas para se atingir as metas de 2010 e a oferecerem suporte a centros de pesquisa taxonômica nacionais e regionais. Um aspecto muito importante é que a decisão solicita que países, o Fundo Global para o Meio Ambiente (Global Environment Facility, GEF) e outras agências financiadoras ofereçam suporte adequado para auxiliar os países em desenvolvimento na implantação da GTI e para integrar atividades de capacitação taxonômica a programas temáticos e interdisciplinares. Abre-se, portanto, uma oportunidade de obtenção de recursos do GEF para desenvolver trabalhos na área de taxonomia.

O ponto focal da GTI no Brasil é o Ministério da Ciência e Tecnologia.

Iniciativa Internacional de Polinizadores (IPI)⁵

Em 1995, a COP-2 recomendou a implementação de um programa sobre biodiversidade agrícola (decisão II/15) no escopo da CDB. Nessa ocasião, a polinização e a conservação

⁵ Iniciativa Internacional de Polinizadores (contribuição de Vera Lucia Imperatriz-Fonseca, Departamento de Ecologia e Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo).

dos solos foram assuntos considerados da maior importância para a manutenção da diversidade agrícola. O governo brasileiro, ciente da importância da polinização na sustentabilidade e na manutenção das relações complexas entre a flora e a fauna, sugeriu, na COP-3, que o estudo de polinizadores de importância agrícola tivesse então prioridade (decisão III/11).

Para analisar a questão e identificar as ações necessárias para a implementação da decisão, realizou-se, em 1998, na Universidade de São Paulo, um workshop internacional, organizado em colaboração com o Ministério do Meio Ambiente. Assim, 61 pesquisadores de 15 países e 5 organizações internacionais se reuniram em São Paulo. Nessa ocasião, foram discutidas áreas temáticas que deveriam nortear os procedimentos, descritos na Declaração de São Paulo sobre os Polinizadores⁶.

A Declaração de São Paulo sobre os Polinizadores foi aprovada em 2000 pela COP-5, sendo ratificada por 187 países. Nesse momento, foi elaborada a decisão V/5 da CDB, a “Iniciativa Internacional para a Conservação e o Uso Sustentável dos Polinizadores”, que deverá promover uma ação internacional coordenada, visando:

- ao monitoramento do declínio dos polinizadores, suas causas e seu impacto nos serviços de polinização;
- à redução do impedimento taxonômico sobre os polinizadores;
- à avaliação do valor econômico dos polinizadores e do impacto econômico do seu declínio na agricultura;
- à conservação, à restauração e ao uso sustentável da diversidade dos polinizadores na agricultura e nos ecossistemas relacionados.

⁶ Declaração de São Paulo sobre os Polinizadores (disponível em www.biodiv.org/doc/case-studies/agr/cs-agr-pollinator-rpt.pdf).

Novamente, tem-se a questão taxonômica como elemento central e a informação como necessidade estratégica.

Estratégia Global para a Conservação de Plantas (GSPC)⁷

A Conferência das Partes adotou, em sua sexta reunião, a Estratégia Global para a Conservação de Plantas. A GSPC tem por objetivo de longo prazo conter a corrente e continuada perda da diversidade de plantas, estratégia que também é um exercício piloto no escopo da Convenção de estabelecer metas claras relacionadas aos objetivos desta. Em relação a sistemas de informação e coleções biológicas, tem-se o seguinte objetivo específico: “compreender e documentar a diversidade de plantas”, tratando especificamente da documentação de coleções *ex situ* e do desenvolvimento de um sistema de informação integrado, distribuído e interativo para gerenciar e tornar a informação sobre a diversidade de plantas acessível (COP-6, 2002). Uma das estratégias é focar em plantas superiores e grupos bem descritos, como briófitas e pteridófitas. No entanto, cabe a cada país determinar a sua estratégia local. Ainda se referindo a uma estratégia global, um dos itens inclui o fortalecimento de iniciativas que trabalham com o desenvolvimento de inventários nacionais. Como produto tangível, tem-se o desenvolvimento de uma lista “de trabalho” de espécies conhecidas de plantas, como um passo para a elaboração da flora mundial. Espera-se que essa estratégia seja incorporada nos planos, nos programas e nas políticas nacionais.

As decisões da sétima Conferência das Partes encorajam os países a indicar seus pontos focais para a GSPC (COP-7, 2004). Na COP-7, também se decidiu que as metas da GSPC serão integradas a todos os temas e programas transversais da Convenção.

⁷ Estratégia Global para a Conservação de Plantas (disponível em <http://www.biodiv.org/programmes/cross-cutting/plant/default.asp>).

b. Os movimentos *open source*, *open archives* e *data commons*

A Internet nasceu como um movimento colaborativo de pesquisadores, em princípio os próprios desenvolvedores da Rede e depois a comunidade científica em geral. *Softwares* e protocolos importantes eram imediatamente disponibilizados na Rede visando facilitar desenvolvimentos subsequentes, como no caso do *e-mail*, da *telnet*, do FTP (*file transfer protocol*) e do protocolo TCP-IP (*transmission control protocol/internet protocol*), somente para citar alguns exemplos. Com a entrada da rede comercial e com a proliferação dos computadores pessoais e o sucesso da comercialização de *software* (como a Microsoft), essa tendência de compartilhamento de protocolos e ferramentas foi diminuindo. O movimento de *software* de código aberto renasceu quando, em 1997, a Netscape decidiu lançar o seu *browser* como *software* livre. Assim, teve início o novo movimento *open source*, estimulando o trabalho colaborativo no desenvolvimento de *softwares* e protocolos pela Internet.

O *open archives initiative* (ou iniciativa de arquivos abertos) nasceu como um movimento da comunidade científica, visando ao acesso gratuito a publicações. Basicamente, o que se pretendia era que a literatura científica que os autores haviam produzido sem esperar qualquer retorno financeiro estivesse livremente acessível na Internet. Por acesso aberto a essa literatura, entende-se a disponibilidade livre na Internet pública, permitindo a qualquer usuário ler, copiar, distribuir, imprimir, pesquisar, criar *links* para o documento e utilizá-lo para quaisquer fins lícitos, sem barreiras financeiras, legais ou técnicas, além daquelas próprias do acesso à Internet. A única restrição diz respeito à manutenção da integridade da obra e ao direito do autor, devendo este ser reconhecido e citado (Budapest Open Access Initiative, 2002).

Na reunião do Comitê de Política para Ciência e Tecnologia, em 2004, a Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OCDE) discutiu a questão de patentes e o acesso aberto a dados de pesquisa financiada com recursos públicos. Entre outros pontos, deverá ser assegurado o acesso amplo ao conhecimento obtido por meio de pesquisas com financiamento público, e os países deverão assegurar que o sistema patentário não preju-

dique o acesso ao conhecimento, não reduza os incentivos para disseminar conhecimentos nem impeça a inovação. Os ministros de países membros da OCDE reconhecem que, ao promover o acesso aberto e amplo a dados de pesquisa, estarão melhorando a qualidade e a produtividade dos sistemas científicos do mundo. Assim, adotaram a Declaração de Acesso a Dados de Pesquisa de Financiamento Público (Declaration on Access to Research Data From Public Funding), em que declaram ter como compromisso trabalhar para o estabelecimento de regimes de acesso a dados digitais de pesquisas financiadas com recursos públicos seguindo os princípios de: equilíbrio (considerando as motivações do acesso aberto e da proteção aos interesses sociais, científicos e econômicos), transparência, conformidade legal, responsabilidade formal, profissionalismo, proteção à propriedade intelectual, interoperabilidade, qualidade e segurança, eficiência e responsabilidade. Essa posição da OCDE é importante e parece reverter a tendência de “privatização” dos dados científicos.

Em contraposição ao movimento de privatização de dados e informações, o conceito de *data commons* ou *public commons* (Onsrud et al., 2004) ganha evidência. Esse movimento promove o acesso aberto a dados e informações com base na experiência do desenvolvimento de *softwares* de código aberto (*open source*). O *data commons* procura incluir informações em domínio público e aquelas que permitem o acesso sem consentimento prévio (*open access*). Nesse caso, geralmente existe uma licença geral concedida com algumas restrições em relação à comercialização do dado ou da informação. Exemplos de licenças *open access* incluem o General Public License (GPL)⁸ e o Creative Commons⁹. Na comunidade conservacionista, também há um movimento denominado Conservation Commons¹⁰, liderado pela União Internacional para a Conservação da Natureza e dos Recursos Naturais (IUCN) para tornar dados e conhecimento de acesso livre e aberto.

⁸ General Public License (disponível em <http://www.gnu.org/copyleft/gpl.html>).

⁹ Creative Commons (disponível em <http://www.creativecommons.org>).

¹⁰ Conservation Commons (disponível em <http://www.conservationcommons.org>)

2. Cenário nacional

a. Acesso a dados

O acesso à informação é um direito do cidadão e um dever do Estado (Santos, 2000). A Constituição Federal em seu artigo 5º, inciso XXXIII, afirma que “todos têm o direito a receber dos órgãos públicos informações de seu interesse particular ou de interesse coletivo ou geral (...)”. O artigo 225, inciso IV, diz que, para garantir o meio ambiente equilibrado e sadio, o poder público deve exigir estudo prévio de impacto ambiental para obras ou atividades causadoras de significativa degradação do meio ambiente, ao que deverá dar publicidade. O artigo 216, parágrafo 2, que disciplina o patrimônio cultural, diz que cabem à administração pública, na forma da Lei, a gestão da documentação governamental e as providências para franquear sua consulta a quantos dela necessitem.

A Lei 6.938, de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, prevê a divulgação de dados e informações ambientais para a formação da consciência pública sobre a necessidade de preservação da qualidade ambiental e do equilíbrio ecológico (artigo 4º, inciso V). O artigo 9º afirma que, entre os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente, está a garantia da prestação de informações relativas ao meio ambiente, obrigando-se o poder público a produzi-las, até mesmo quando inexistentes.

A Lei 10.650, de 16/4/2003, dispõe sobre o acesso público aos dados e às informações existentes nos órgãos e nas entidades integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama). De acordo com essa Lei, todos esses órgãos ficam obrigados a permitir o acesso público a documentos, expedientes e processos administrativos que tratem de material ambiental e a fornecer todas as informações ambientais que estejam sob sua guarda, em meio escrito, visual, sonoro ou eletrônico. O artigo 2º enumera os diferentes tipos de informação ambiental a que se refere a Lei e inclui a diversidade biológica.

Infelizmente, a existência de leis e convenções por si só não garante a disponibilidade da informação, mas cria uma base legal interessante e uma obrigação do poder público em cumprir com o princípio da publicidade e da transparência previsto no artigo 37 da Constituição Federal.

b. Acesso a recursos genéticos

A “repartição dos benefícios”, e um modelo para garantir direitos às comunidades tradicionais caso um produto tenha sucesso comercial, passou a ser um dos pontos principais na discussão a respeito de uma legislação sobre o acesso a recursos genéticos no País. Em 23/8/2001, foi instituída a Medida Provisória 2.186-16, que dispõe sobre o acesso ao patrimônio genético, a proteção e o acesso ao conhecimento tradicional associado, a repartição de benefícios e o acesso à tecnologia e à transferência de tecnologia para sua conservação e utilização. A Medida Provisória (MP) define como acesso ao patrimônio genético a “obtenção de amostra de componente do patrimônio genético para fins de pesquisa científica, desenvolvimento tecnológico ou bioprospecção, visando à sua aplicação industrial *ou de outra natureza*”¹¹.

Com a inclusão do termo “ou de outra natureza”, quase toda a ciência biológica é incluída, seja ela de aplicação industrial ou não. A MP só exclui, em seu artigo 3º, o patrimônio genético humano.

A COP-6 decidiu adotar o documento *The Bonn Guidelines on Access to Genetic Resources and Fair and Equitable Sharing of the Benefit Arising out of Their Utilization*, apresentado pelo grupo de trabalho ad hoc sobre acesso e repartição de benefícios (decisão VI/24, 2002). O objetivo desse trabalho é auxiliar os países no desenvolvimento de sua estratégia de acesso e repartição de benefícios. Esse documento apresenta uma série de objetivos, sendo um de especial interesse para programas de coleções biológicas. Trata-se do objetivo “I”, indicando que a pesquisa taxonômica, tal como ela é especificada na GTI, não deve ser impedida. O documento indica ainda que os detentores da biodiversidade (*providers*) deverão facilitar a

¹¹ Grifo nosso.

aquisição de material para uso em sistemática, e os usuários devem tornar disponíveis todas as informações associadas às espécies assim obtidas.

A análise da atual legislação brasileira parece indicar que o grande objetivo da MP foi coibir a biopirataria. Aparentemente, não houve nenhum cuidado em preservar o desenvolvimento científico, principalmente em relação a estudos que visam aumentar o conhecimento sobre espécies e espécimes. A MP concentrou na União, por meio do Conselho de Gestão do Patrimônio Genético (CGEN), todos os poderes de autorização, fiscalização e controle das atividades de acesso à biodiversidade. A exigência de autorização especial de acesso e remessa de “componente do patrimônio genético nacional” acaba dando ao CGEN o poder de decisão sobre o que será ou não pesquisado no País (Colli, 2003). Isso, por si só, é bastante temerário. Colli previu também que, “apesar de bem intencionados, seus membros não teriam agilidade para processar todos os pedidos”. Em outubro de 2003, o Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama) foi credenciado junto ao CGEN para emitir autorizações de acesso e remessa de componente do patrimônio genético para fins de pesquisa científica.

Um exemplo claro da ausência de uma estratégia para o desenvolvimento científico na política sobre o acesso a recursos genéticos no País são os requisitos estabelecidos para o credenciamento de instituições como “fiel depositário” (CGEN, 2005). Além de preencher um formulário básico com os dados cadastrais da instituição requerente, dados do curador e dados resumidos da coleção, a instituição deve comprovar que:

- é uma instituição pública brasileira;
- exerce atividades de pesquisa e desenvolvimento;
- possui infra-estrutura adequada;
- conta com uma equipe técnica capacitada.

Deverá também descrever a metodologia e o material empregado para a conservação das amostras e indicar a disponibilidade orçamentária para manutenção da coleção.

O assunto está sendo tratado como se a amostra a ser depositada devesse seguir as regras de uma linhagem associada a um processo de patente, o que até faria sentido se a MP tivesse limitada sua ação ao acesso a recursos genéticos com aplicação industrial ou comercial. Quando cita "ou de outra natureza", incluiu também todos os estudos que visam ao conhecimento sobre as espécies e suas interações, mesmo que não objetivem qualquer aplicação industrial nem resultam em lucro, o que certamente é o caso da grande maioria das coletas realizadas no País. A coleção, assim como no caso de patentes, indica que tipo de material ela aceita, tendo como obrigação enviar um relatório ao CGEN, em formato texto, indicando o número de amostras depositadas no período com uma breve descrição de cada uma delas. Não existe nenhuma obrigatoriedade em tornar esse acervo e a informação associada de acesso público, o que seria fundamental para o desenvolvimento científico. Trata-se de um mecanismo de controle, e não de disseminação de dados científicos.

Sistemas de informação sobre biodiversidade

Na década de 1990, o Brasil estava na fronteira do desenvolvimento de sistemas de informação biológica, participando ativamente da iniciativa internacional Biodiversity Information Network: Agenda 21 (BIN21) (Canhos *et al.*, 1997), uma rede internacional colaborativa que estuda formas de integrar dados sobre biodiversidade. A BIN21 discutiu uma arquitetura distribuída para o mecanismo de troca de informação e de cooperação técnica da Convenção sobre Diversidade Biológica – o Clearing-House Mechanism (CHM) (BIN21, 1995) –, apresentando-a na Conferência das Partes em Jacarta (COP-2). A proposta de implementação do CHM como uma arquitetura distribuída também foi apresentada na reunião do Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice (SBSTTA)¹² (Dias *et al.*, 1997). O CHM foi, de fato, estruturado de forma distribuída, recomendando aos países o estabelecimento de pontos focais nacionais, o que estimulou o surgimento de vários sistemas de informação sobre biodiversidade. É interessante acompanhar esses desenvolvimentos não só sob o ponto de vista tecnológico, mas também em relação ao modelo de gestão adotado.

1. O cenário internacional

a. Comissão Nacional para o Conhecimento e o Uso da Biodiversidade¹³, México

Em 1992, em caráter permanente, o governo do México criou a Comissão Nacional para o Conhecimento e o Uso da Biodiversidade (Conabio), uma comissão interministerial presidida pelo Presidente do país. A Conabio foi criada com o objetivo de coordenar as ações e os estudos relacionados ao conhecimento, ao uso sustentável, à difusão e à conservação

¹² 3rd SBSTTA, setembro de 1997.

¹³ Comissão Nacional para o Conhecimento e o Uso da Biodiversidade (disponível em <http://www.conabio.gob.mx>).

da biodiversidade. Sua função principal é manter o Sistema Nacional de Informação sobre Biodiversidade (Snib) e conta com uma equipe de 95 pessoas (funcionários, analistas e pessoal administrativo). Os recursos são provenientes principalmente do governo federal, mas administrados por um fundo fiduciário denominado Fondo para la Biodiversidad.

Em 1993, numa reunião em Oaxaca, decidiu-se pela criação da Rede Mexicana de Informação sobre Biodiversidade (Remib). Trata-se de uma parceria entre instituições de pesquisa e ensino detentoras de coleções biológicas ou bancos de dados e a Conabio. Com a inclusão de instituições de outros países, a sigla Remib passou a significar Rede Mundial de Informação sobre Biodiversidade.

A Remib é composta por um conselho diretor, um comitê acadêmico e um comitê administrativo. O diretor do Conselho é o secretário-executivo da Conabio, e o seu coordenador geral é o diretor técnico de análises e prioridades da Conabio, que também preside o Comitê Acadêmico. O Comitê Acadêmico, que tem como membros quinze pesquisadores das instituições participantes, é responsável pela definição do plano de trabalho da Remib, das políticas e dos procedimentos de controle de qualidade dos dados. Cabe também ao Comitê Acadêmico analisar a incorporação de um novo nó de acordo com o tipo de dados (cobertura, qualidade e tamanho) e a velocidade de crescimento da base de dados. As instituições candidatas precisam apresentar um projeto indicando a infra-estrutura física e humana disponível. O Comitê Administrativo é representado pela Conabio (Conabio, 2004).

Os nós da rede são as instituições que mantêm ou geram dados sobre biodiversidade e que concordam em colocar parte dos dados em acesso público sob uma política comum de direitos da propriedade intelectual e de padrões de controle de qualidade. A Remib indica que a informação mínima que cada base de dados deve tornar pública é aquela relacionada à nomenclatura e à coleta, e pelo menos 75% dos registros devem estar georreferenciados.

A Conabio é o nó central a quem cabe administrar a rede. É a Conabio quem estabelece as normas técnicas, desenvolve *softwares*, oferece assessoria e se responsabiliza pelo funcionamento técnico da Remib. A Conabio funciona também como um “nó virtual”, uma vez que inclui informações de instituições pequenas que não podem ou não têm interesse em manter um servidor próprio. A Remib disponibiliza cerca de 6,5 milhões de registros, sendo mais de 4,5 milhões georreferenciados.¹⁴

b. Sistema de Información de la Diversidad Biológica y Ambiental de la Amazonía Peruana¹⁵, Peru

No Peru, o Consejo Nacional del Ambiente (Conam) é o ponto focal do CHM. O Instituto de Investigaciones de la Amazonía Peruana (IIAP) é responsável pelo desenvolvimento e pela manutenção do Sistema de Información de la Diversidad Biológica y Ambiental de la Amazonía Peruana (Siamazonia). A arquitetura proposta, semelhante à da Remib, é composta pelos nós, representando as instituições que possuem informação (nós principais e nós adicionais) e um nó facilitador, que é o próprio IIAP, responsável pelo desenvolvimento e pela manutenção do sistema (Biodamaz, 2001). De acordo com a documentação disponível no site, os nós principais teriam um intercâmbio dinâmico com o nó facilitador no IIAP, e os nós adicionais, uma troca estática. Os nós atuais são todos adicionais, ou seja, o sistema hoje é centralizado.

c. Instituto Nacional da Biodiversidade¹⁶, Costa Rica

Em 1989, a Comissão de Planejamento do Instituto Nacional da Biodiversidade (INBio) recomendou ao governo da Costa Rica a criação de um instituto estatal com grande auto-

¹⁴ Rede Mundial de Informação sobre Biodiversidade, dados de 4/3/2005 (disponíveis em <http://www.conabio.gob.mx/REMIB/doctos/noticias.html>).

¹⁵ Sistema de Información de la Diversidad Biológica y Ambiental de la Amazonía Peruana (disponível em <http://www.siamazonia.org.pe/>).

¹⁶ Instituto Nacional da Biodiversidade (disponível em <http://www.inbio.ac.cr/>).

nomia. A proposta não se concretizou, e os membros da Comissão decidiram, eles mesmos, criar uma associação privada sem fins lucrativos. A iniciativa recebeu a aprovação do governo, que tem apoiado as atividades da instituição. Para dar início às suas atividades, o INBio recebeu um aporte financeiro da Agência Sueca de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (Swedish International Development Cooperation Agency, Sida) e uma doação da Fundação MacArthur, dos Estados Unidos. Assim nasceu o INBio, uma organização não-governamental da sociedade civil, sem fins lucrativos e de interesse público.

O INBio tem cinco grandes áreas de atuação: inventário e monitoramento; conservação; comunicação e educação; bioinformática; bioprospecção. Desse modo, diferentemente da Conabio e do Siamazônia, que só mantêm os sistemas de informação, o INBio atua de ponta a ponta, ou seja, da coleta, da identificação, do registro e da disseminação dos dados até a prospecção. O sistema de informação é evidentemente centralizado, sendo utilizado um software proprietário denominado Atta¹⁷, desenvolvido pelo próprio Instituto.

d. Instituto Alexander Von Humboldt¹⁸, Colômbia

O Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt foi criado em 1995 como uma corporação civil, de direito privado, sem fins lucrativos, com autonomia administrativa e patrimônio próprio, estando vinculada ao Ministério do Ambiente da Colômbia. Criado como parte do Sistema Nacional Ambiental da Colômbia (Sina), o Instituto busca integrar as capacidades de entidades públicas e privadas que tenham como missão comum promover, coordenar e realizar pesquisas que contribuam para a conservação e o uso sustentável da biodiversidade da Colômbia.

¹⁷ Atta (disponível em <http://atta.inbio.ac.cr/atta03.html>).

¹⁸ Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humboldt (disponível em <http://www.humboldt.org.co/>).

As principais funções estabelecidas por lei para o Instituto estão relacionadas:

- à realização de pesquisa científica e tecnológica sobre biodiversidade;
- ao desenvolvimento do inventário nacional da biodiversidade e de um sistema de informação associado;
- à promoção do estabelecimento de estações de pesquisa;
- à oferta de assessoria às entidades do Sina.

Portanto, assim como o INBio, o Instituto Humboldt tem outras funções além do desenvolvimento e da manutenção de um sistema de informação.

Analisando somente o aspecto da informação, o Instituto é responsável pelo desenho, pelo desenvolvimento e pela coordenação do Sistema de Informação sobre Biodiversidade (SIB) no país. O sistema de gestão do SIB consiste no estabelecimento de parcerias entre o Instituto Humboldt como entidade coordenadora e as demais instituições interessadas que possam contribuir com o processo. Cabe a um comitê técnico definir aspectos gerais sobre uma política nacional para a gestão de dados e informações, validar elementos técnicos recomendando a implementação do SIB nos níveis nacional, regional e local e facilitar a articulação do SIB com outras iniciativas. O Comitê Técnico é formado por seis institutos de pesquisa (incluindo o Instituto Humboldt) e pelo Ministério do Ambiente.

O sistema está em fase de desenvolvimento.

e. Rede Interamericana de Informação sobre Biodiversidade¹⁹

Iabin é a sigla para a Rede Interamericana de Informação sobre Biodiversidade, criada, em 1996, em Santa Cruz como uma iniciativa da Cúpula das Américas. Nessa ocasião, os lí-

¹⁹ Rede Interamericana de Informação sobre Biodiversidade (disponível em <http://www.iabin.net/>).

deres de governo concordaram em estabelecer uma rede pela Internet com o objetivo de promover a comunicação e a troca de informação para a tomada de decisão e para a educação em conservação da biodiversidade, no intuito de somar esforços ao Clearing-House Mechanism, à Rede Man and the Biosphere Network (MABNet) e ao sistema Biodiversity Conservation Information System (BCIS), uma iniciativa da IUCN e de seus parceiros.

Em 2004, foi concluído o plano estratégico para a labin, e o seu secretariado foi estabelecido no Panamá. Ainda em 2004, a Rede obteve o apoio financeiro do GEF para executar um projeto que tem como temas prioritários o desenvolvimento de redes de dados e informações sobre espécimes, espécies, ecossistemas, espécies invasoras e polinizadores. Trata-se, sem dúvida, de mais uma oportunidade a ser explorada.

f. Global Biodiversity Information Facility²⁰

É importante acompanhar os desenvolvimentos do Global Biodiversity Information Facility (GBIF), que tem como missão tornar dados primários sobre a biodiversidade mundial gratuita e universalmente disponíveis pela Internet. O GBIF trabalha de forma cooperativa com várias instituições envolvidas com a temática “biodiversidade”, incluindo (mas não limitado a) o Clearing House Mechanism, a Iniciativa Taxonômica Global (GTI) e redes regionais de informação sobre biodiversidade.

O GBIF está organizado em seis programas temáticos, estando os quatro primeiros em andamento:

- acesso a dados e interoperabilidade de bases de dados (Data Access and Database Interoperability, Dadi);
- catálogo eletrônico com os nomes de organismos conhecidos (Electronic Catalogue of Names of Known Organisms, Ecat);

²⁰ Global Biodiversity Information Facility (disponível em www.gbif.org and www.gbif.net).

- digitalização de dados de coleções de história natural (Digitisation of Natural History Collections Data, Digit);
- extensão e capacitação (Outreach and Capacity Building, OCB);
- banco de espécies (SpeciesBank);
- recursos digitais de literatura sobre biodiversidade (Digital Biodiversity Literature Resources).

Em 9 de fevereiro de 2004, o GBIF lançou o protótipo de seu portal de dados. Depois de pouco mais de um ano, o portal disponibiliza cerca de 70 milhões de registros de dados provenientes de 126 instituições²¹. Em 17 de junho de 2005, o sistema tinha cerca de 193 mil registros do Brasil de aproximadamente 37 mil táxons. Todos esses dados são de acesso livre e abertos.

Os protocolos utilizados para integrar os diferentes bancos de dados são o BioCase e o Distributed Generic Information Retrieval (DiGIR)²², também utilizado pela rede SpeciesLink²³ no Brasil. Um novo protocolo, o Access Protocol for Information Retrieval (Tapir)²⁴, do Grupo de Trabalho Internacional em Bases de Dados Taxonômicos (Taxonomic Databases Working Group, TDWG), está sendo implementado para integrar os dois outros hoje utilizados, o que demonstra um claro esforço no sentido de evitar problemas na interoperabilidade dos sistemas, buscando facilitar ao máximo a integração de sistemas heterogêneos.

Acreditamos que o Brasil possa se beneficiar dos desenvolvimentos do GBIF e da infra-estrutura que está sendo construída. *Recomendamos que o Brasil seja um membro participante do GBIF.*

²¹ Dados de 17 de junho de 2005.

²² Distributed Generic Information Retrieval (disponível em <http://sourceforge.net/projects/digir/>).

²³ SpeciesLink (disponível em splink.cria.org.br/).

²⁴ TDWG Access Protocol for Information Retrieval (disponível em <http://www3.bgbm.org/protocolwiki/>).

g. Redes temáticas

Uma das primeiras experiências bem-sucedidas de sistemas distribuídos de informações de coleções biológicas foi a rede The Species Analyst (TSA)²⁵, coordenada pela Universidade de Kansas no escopo da Rede Norte-Americana de Informação sobre Biodiversidade (Nabin)²⁶. A rede Species Analyst foi precursora de redes temáticas como:

- a rede de peixes FishNet²⁷;
- a rede de mamíferos Mammal Networked Information System (MaNIS)²⁸;
- a rede herpetológica HerpNet²⁹;
- a rede de anfíbios AmphibiaWeb³⁰;
- A rede ornitológica ORNithological Information System (ORNIS)³¹, ainda em desenvolvimento.

Redes temáticas são complementos muito interessantes às redes mais abrangentes. Outras ferramentas são utilizadas, outros campos de informação de interesse para grupos taxonômicos específicos são incluídos, e geralmente esses sistemas têm mais imagens, ferramentas e elementos de integração da comunidade de interesse.

²⁵ The Species Analyst (disponível em <http://speciesanalyst.net/>).

²⁶ Rede Norte-Americana de Informação sobre Biodiversidade (disponível em www.cec.org/programs_projects/conserv_biodiv/project/index.cfm?projectID=21&varlan=english).

²⁷ FishNet (disponível em <http://speciesanalyst.net/fishnet/>).

²⁸ Mammal Networked Information System (disponível em <http://elib.cs.berkeley.edu/manis/>).

²⁹ HerpNet (disponível em <http://herpnet.org/>).

³⁰ AmphibiaWeb (disponível em <http://elib.cs.berkeley.edu/aw/>).

³¹ ORNithological Information System (disponível em <http://ornisnet.org/>).

A Austrália tem uma rede temática muito interessante e pioneira. O Herbário Virtual da Austrália³² integra, de forma distribuída, os dados dos acervos dos principais herbários do país, além de *checklists* e floras. Trata-se de um modelo muito interessante para um país de dimensões continentais como o Brasil.

Mas, além de redes temáticas que agregam várias instituições de um país ou de vários países, instituições de grande porte também estão criando suas *coleções virtuais*. Um excelente exemplo é o Herbário Virtual de Nova York³³. O Jardim Botânico de Nova York (NYBG) está digitalizando os acervos da Mertz Library e do Steere Herbarium. É importante citar essa iniciativa pelo desafio de digitalizar 7 milhões de registros de espécimes de plantas e fungos e pela filosofia de disponibilizar essas informações para todos na Internet. Com isso, o NYBG acredita dar a maior contribuição possível para uma compreensão global das plantas e do seu papel no desenvolvimento humano e na promoção da conservação. O herbário virtual possui hoje 700 mil registros de espécimes e 100 mil imagens de alta resolução *on-line*. Uma busca por “Brazil” como país de origem recuperou cerca de 145 mil registros, o que representa cerca de 20% do acervo digitalizado. Isso mostra a importância da pesquisa conjunta com especialistas brasileiros, o que deve sempre ser incentivado.

Nova York apresenta os seguintes catálogos brasileiros:

- catálogo de espécies de plantas vasculares no leste do Brasil³⁴, com 118 mil espécimes, sendo 1.058 tipos;
- Projeto Mata Atlântica Nordeste³⁵ com *checklists* da Serra do Teimoso, Reserva Biológica de Una, Serra do Parque Estadual do Condurú, Monte Pascoal e da Mata da Esperança;

³² Herbário Virtual da Austrália (disponível em <http://www.chah.gov.au/avh/>).

³³ Herbário Virtual de Nova York (disponível em <http://sciweb.nybg.org/science2/VirtualHerbarium.asp>).

³⁴ Catálogo de espécies de plantas vasculares no leste do Brasil (disponível em <http://sciweb.nybg.org/science2/hcol/sebc/index.asp>).

³⁵ Projeto Mata Atlântica Nordeste (disponível em <http://www.nybg.org/bsci/res/bahia/Checkli1.html>).

- *checklist* da flora e da micota do Acre³⁶, com cerca de 24 mil registros.

Esses dados podem ser recuperados como planilha, o que talvez contribua com o processo de digitalização dos acervos de alguns herbários brasileiros.

h. O Catálogo da Vida

O Catálogo da Vida (Catalogue of Life), um consórcio entre as iniciativas Species 2000³⁷ e Integrated Taxonomic Information System –(ITIS)³⁸, tem como objetivo construir um índice uniforme e validado dos nomes das espécies conhecidas do mundo. Em 2003, foi assinado um memorando de cooperação entre esse consórcio e o GBIF para colaborar no desenvolvimento do catálogo eletrônico de nomes taxonômicos.

Existem aproximadamente 1,75 milhão de espécies de plantas, animais, fungos e micro-organismos *conhecidos*, ou seja, descritos e com nomes designados por taxonomistas. Os bancos de dados taxonômicos cobrem cerca de 40% desse universo. Recursos são necessários para estabelecer índices para os demais grupos. O Catálogo da Vida está sendo organizado de forma colaborativa, integrando dados de várias fontes globais e regionais. O *Checklist Anual 2005*³⁹ está disponível para consulta e contém mais de 527 mil espécies do mundo (Bisby, 2005).

O ITIS trabalha em colaboração com várias organizações do México, do Canadá e dos Estados Unidos. O Species 2000 trabalha com iniciativas globais, mas tem dois projetos específicos, um para integrar dados da Europa e o outro da Ásia e da Oceania. Certamente, há uma lacuna a ser preenchida com as espécies de distribuição mais restrita ou endêmicas que ocorrem no Brasil.

³⁶ Checklist da flora e da micota do Acre (disponível em <http://www.nybg.org/bsci/acre/www1/families.html>).

³⁷ Species 2000 (disponível em www.sp2000.org).

³⁸ Integrated Taxonomic Information System (disponível em <http://www.itis.usda.gov/>).

³⁹ Checklist Anual 2005 (disponível em <http://annual.sp2000.org/2005/search.php>).

i. Grupo de Trabalho Internacional em Bases de Dados Taxonômicos⁴⁰

O Grupo de Trabalho Internacional em Bases de Dados Taxonômicos (TDWG) tem como foco o desenvolvimento de padrões e protocolos para dados sobre espécies e espécimes. Sua missão é promover um fórum internacional para projetos sobre dados biológicos, desenvolver e possibilitar o uso de padrões, facilitando a troca de dados.

São vários os grupos de trabalho em atividade que buscam estabelecer padrões para dados sobre coleções biológicas. Os que estão sendo utilizados hoje pelas redes de informação distribuídas são:

- DarwinCore e Access to Biological Collection Data (ABCD) como modelo de dados;
- os protocolos DiGIR e BioCAsE para a recuperação de informações.

Mais detalhes sobre os trabalhos do TDWG, incluindo o novo protocolo para transferência de dados Tapir, podem ser vistos no Estudo de Caso sobre o Centro de Referência em Informação Ambiental (Cria)⁴¹.

2. O cenário nacional

Diferentemente do México, da Costa Rica, do Peru e da Colômbia, o Brasil não desenvolveu uma estrutura de disseminação de dados e informações sobre biodiversidade. Assim, de maneira sucinta, o documento procura apresentar as ações do Ministério da Ciência e Tecnologia (MCT) e do Ministério do Meio Ambiente (MMA) em relação aos aspectos de disseminação de dados e informações sobre biodiversidade.

⁴⁰ Grupo de Trabalho Internacional em Bases de Dados Taxonômicos (disponível em <http://www.tdwg.org/>).

⁴¹ Ver Nota técnica "Estudo de Caso: Sistemas de Informação On-line - A experiência do CRIA" (disponível em http://www.cria.org.br/cgee/documentos/ntcria_vs5.doc).

a. Ministério da Ciência e Tecnologia

O plano estratégico do MCT para o período de 2004 a 2007 (MCT, 2004) tem quatro eixos:

- política industrial, tecnológica e de comércio exterior;
- objetivos estratégicos nacionais;
- inclusão social;
- expansão e consolidação de um sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação.

De acordo com a política industrial, a biotecnologia e o fomento à tecnologia da informação incluem-se como prioridades. O Programa Biotecnologia traz como ação o fomento à pesquisa na Rede Nacional de Bioinformática.

Como objetivos estratégicos nacionais, temos a Amazônia e o Semi-Árido incluídos no item sobre cooperação internacional. A prioridade da Amazônia implica o apoio a redes de inventários da biota, o monitoramento ambiental, a difusão e a popularização dos conhecimentos em ciência e tecnologia no Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (Inpa) e no Museu Goeldi. Como ação, tem-se ainda a implementação de um sistema integrado de gestão da informação para cooperação internacional.

A Amazônia também aparece separadamente como prioridade e inclui o apoio ao Centro de Biotecnologia da Amazônia (CBA), o monitoramento de florestas e recursos naturais e a consolidação de projetos do MCT na região.

Itens no eixo III (“Inclusão social”) incluem a difusão e a popularização da ciência, a inclusão digital, a implantação do Instituto Nacional do Semi-Árido e a Rede Giga-Nordeste (Rede Nacional de Ensino e Pesquisa, RNP).

Conforme a prioridade “difusão e popularização da ciência”, existe a ação de difusão da produção científica e tecnológica nacional no Instituto Brasileiro de Informação em Ciência

e Tecnologia (Ibict) e o fomento a projetos de divulgação do conhecimento científico e tecnológico pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq). Na prioridade “inclusão digital”, há a ação de apoio à capacitação de docentes no uso dos recursos de tecnologia de informação e conhecimento para o ensino e a aprendizagem das ciências. Ainda na prioridade “tecnologias sociais”, consta a ação de implantação de sistemas de informação sobre tecnologias para o desenvolvimento social.

Por fim, o último eixo (“Expansão e consolidação de um sistema nacional de ciência, tecnologia e inovação”) destaca a capacitação de recursos humanos, a gestão da política, a administração de programas de pesquisa e desenvolvimento (P&D) e o apoio à infra-estrutura institucional de pesquisa.

Os eixos “Objetivos estratégicos nacionais” (prioridade da Amazônia) e “Expansão e consolidação de um sistema nacional de ciência, tecnologia e informação” incluem a ação de apoio à modernização de acervos biológicos (coleções *ex situ*), à Geoma⁴² e à preservação dos acervos científicos do Inpa e do Museu Goeldi.

É interessante avaliar as prioridades estabelecidas e os programas do Ministério da Ciência e Tecnologia em andamento sob a ótica das políticas de disseminação de dados e informações *on-line*. Apesar de todos os programas gerarem dados e informações, não há uma política clara e explícita de criação de uma infra-estrutura compartilhada para disseminar os resultados dos programas. Existem programas importantes que contribuem, e muito, para viabilizar uma proposta de integração e interoperabilidade de sistemas e de acesso aberto e livre. Os programas da área de tecnologia da informação e programa da Sociedade da Informação estão viabilizando o desenvolvimento constante da Internet, da ciência da computação e do desenvolvimento de *softwares*.

Mas, quando analisamos programas importantes, geradores de dados e informações sobre espécies e espécimes, não encontramos sistemas de informação nem sequer bancos de

⁴² Ver “Nota técnica” sobre a Rede Temática de Pesquisa em Modelagem da Amazônia (disponível em www.geoma.lncc.br/).

dados de acesso público. Quando muito há um livro, alguma publicação ou planilha com poucos dados. Alguns exemplos de grandes programas avaliados sob o ponto de vista da disponibilização de dados *on-line* são:

- Programa Antártico Brasileiro (Proantar)⁴³;
- Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (PPG7)⁴⁴;
- Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (ou Programa Revizee)⁴⁵;
- Programa Instituto do Milênio;
- Programa Prospectar⁴⁶;
- Programa Sociedade da Informação⁴⁷;
- Programa Xingó⁴⁸.

Esses programas aparentemente não possuem sistemas de informação *on-line*, o que deve ser um contra-senso, uma vez que os dados levantados devem estar em uma base digital.

Em seu relatório de gestão institucional de 2003 (CNPq, 2003), o CNPq inclui, no item 4.208 (“Consolidação de serviços de informação e comunicação científica e tecnológica”), o acesso à Plataforma Lattes e o acesso aos serviços do CNPq, como formulários eletrônicos. No item 4.213 (“Difusão da produção científica nacional”), o objetivo é promover a

⁴³ Programa Antártico Brasileiro (disponível em www.mma.gov.br/port/sbf/dap/index.cfm).

⁴⁴ Programa Piloto para a Proteção das Florestas Tropicais do Brasil (disponível em <http://www.mct.gov.br/prog/ppg7/Default.htm>).

⁴⁵ Programa de Avaliação do Potencial Sustentável de Recursos Vivos na Zona Econômica Exclusiva (disponível em <http://www.mma.gov.br/port/sqa/projeto/revizee/capa/menu.html>).

⁴⁶ Programa Prospectar (disponível em <http://www.mct.gov.br/cct/prospectar/Default.htm>).

⁴⁷ Programa Sociedade da Informação (disponível em <http://www.socinfo.org.br/>).

⁴⁸ Programa Xingó (disponível em <http://www.mct.gov.br/prog/xingo/Default.htm>).

divulgação da produção científica por meio do apoio a revistas. Todas essas ações são importantes e merecem apoio. Mas o que nos chama a atenção é a falta de uma política para *coleções de dados* (bancos de dados, sistemas de informação, etc.).

Assim, pode-se concluir que o MCT necessita de uma estratégia mais explícita para o desenvolvimento e a manutenção de uma infra-estrutura de dados científicos no País. Pelos relatórios e *web sites* analisados, não parece haver uma avaliação coletiva dos projetos que envolvem a geração de dados e informações para a temática “biodiversidade”. Também não parece haver uma estratégia interagências explícita, visando estruturar uma rede de dados e informações de acesso público. Não existe, aparentemente, o conceito de que seria atribuição do MCT apoiar, por tempo indeterminado, redes de informação e bancos de dados de interesse científico e de acesso público. Também não está clara a política de disponibilização e compartilhamento dos resultados das pesquisas financiadas com recursos do MCT. Além da recuperação de acervos históricos, seria importante que houvesse uma política de preservação e disseminação dos dados que já nascem digitais.

Recomendamos ao MCT o estabelecimento de uma política clara sobre o acesso aberto a dados obtidos com financiamento público.

Recomendamos também que todos os projetos apoiados pelo MCT e suas agências que gerem dados sobre espécies ou espécimes tenham na sua proposta um componente de estruturação e disseminação de um banco de dados ou do depósito de dados numa fonte de acesso público.

Não se deve perder a oportunidade de preservar e disseminar os dados que já nascem digitais.

b. Ministério do Meio Ambiente

A questão do MMA é ainda mais complexa que a do MCT. São vários sistemas ou órgãos responsáveis pela disseminação pública da informação. O Centro Nacional de Informação,

Tecnologias Ambientais e Editoração (CNIA), por exemplo, engloba a Biblioteca do Ibama, a editora Edições do Ibama, o Banco de Imagens e a Rede Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Renima)⁴⁹. Tem como atribuição planejar e coordenar a implantação e o desenvolvimento da Renima e das bases de dados do Sistema Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (Sinima)⁵⁰. O acervo *on-line* do Ibama pela CNIA é composto de publicações e vídeos. Vários de seus projetos indicam a existência de bancos de dados, mas não existe nenhum sistema integrador dos dados. No máximo há um *link* à página do projeto.

A página do MMA na Internet também não destaca nenhum banco de dados consolidado sobre as informações e/ou os dados disponibilizados pelos seus projetos e programas. A sua Biblioteca Virtual sobre Bibliotecas e Museus apenas apresenta alguns *links* para instituições do exterior. Mesmo o Centro de Informação e Documentação Ambiental Luís Eduardo Magalhães, inaugurado em 7 de outubro de 1998, aparentemente não disponibiliza os seus bancos de dados na Internet.

O Projeto de Conservação e Utilização Sustentável da Diversidade Biológica Brasileira (Probio), que iniciou os seus trabalhos com o apoio a um projeto de vanguarda, a Rede Brasileira de Informação sobre Biodiversidade (BINbr), com a descontinuidade dos trabalhos da Fundação André Tosello, não investiu mais na estruturação de sistemas compartilhados de dados e informações. Vários projetos foram e estão sendo desenvolvidos aparentemente sem a preocupação de criar padrões e protocolos comuns ou sistemas de depósito de dados e/ou informações que possam compor uma rede integrada de dados.

⁴⁹ Rede Nacional de Informação sobre Meio Ambiente (disponível em <http://www2.ibama.gov.br/~cniarenima.htm>).

⁵⁰ Sistema Nacional de Informação sobre o Meio Ambiente (disponível em <http://www2.ibama.gov.br/~cniasinima.htm>).

c. Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado de São Paulo (Fapesp) também não tem uma política clara e explícita em relação à disseminação e à manutenção dos dados gerados nos projetos de pesquisa e nas bolsas por ela apoiadas. No entanto, é objeto de análise desse trabalho pelo desenvolvimento do Programa Biota/Fapesp, o Instituto Virtual da Biodiversidade. No escopo do Programa Biota/Fapesp, está sendo criada uma série de procedimentos e sistemas que poderiam servir de modelo para a definição de uma infra-estrutura de compartilhamento de dados e conhecimento sobre espécimes e espécies no Brasil.

d. Outras iniciativas

Existem várias iniciativas que poderiam compor um sistema de informação distribuído no País além das coleções biológicas. Para desenvolver um Catálogo da Vida com nomes de espécies do Brasil, por exemplo, seria interessante integrar os dados das inúmeras listas já existentes ou em desenvolvimento num ambiente colaborativo, integrado com as iniciativas internacionais. Temos algumas listas muito importantes, como o *Checklist* das Plantas do Nordeste⁵¹ ou a Lista dos Cnidaria Medusozoa do Brasil⁵² para citar apenas alguns exemplos. As listas vermelhas de espécies ameaçadas de extinção são um outro exemplo. Temos as Listas Oficiais das Espécies Ameaçadas de Extinção no Rio Grande do Sul⁵³, a Lista Oficial das Espécies da Flora do Estado de São Paulo Ameaçadas de Extinção⁵⁴ e a Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção⁵⁵, novamente citando alguns exemplos.

⁵¹ *Checklist* das Plantas do Nordeste (disponível em <http://umbuzeiro.cnip.org.br/db/pnechk/check.html>)

⁵² Lista dos Cnidaria Medusozoa do Brasil (disponível em <http://www.biotaneotropica.org.br/v2n1/pt/fullpaper?bn01102012002+en>).

⁵³ Listas Oficiais das Espécies Ameaçadas de Extinção no Rio Grande do Sul (disponível em <http://www.agirazul.com.br/Especies/>).

⁵⁴ Lista Oficial das Espécies da Flora do Estado de São Paulo Ameaçadas de Extinção (disponível em http://www.ibot.sp.gov.br/resolucao_sma48/resolucao48.htm).

⁵⁵ Lista Nacional das Espécies da Fauna Brasileira Ameaçadas de Extinção (disponível em <http://www.mma.gov.br/port/sbf/fauna/capa/corpo.html>).

Temos, portanto, várias iniciativas produzindo listas estaduais, nacionais e internacionais, mas ainda não existe nenhum sistema que integre essas iniciativas.

e. Infra-estrutura de comunicação

A divisão digital constitui uma preocupação crescente no campo da pesquisa científica e tecnológica, uma vez que a própria atividade de pesquisa se torna cada vez mais dependente de recursos de infra-estrutura de redes e serviços avançados com base nas tecnologias da informação e da comunicação. A nota técnica⁵⁶ sobre a infra-estrutura de redes no Brasil e na América Latina procura destacar o papel que essas redes podem desempenhar ao se constituírem em potenciais vetores de indução, tanto para uma maior participação dos países no esforço internacional de pesquisa quanto para ampliar as possibilidades de colaboração entre os pesquisadores da região (Melo *et al.*, 2005).

O Brasil conta com a Rede Nacional de Ensino e Pesquisa (RNP) e várias redes estaduais, como a rede ANSP (Fapesp) e a Rede Rio, importantes parceiras da RNP. Um levantamento das Instituições Federais de Ensino Superior (IEFS) indica que 38 do total de 45 possuem coleções biológicas, todas conectadas à Internet, e 18 (das 38 com coleções biológicas) hospedam o ponto de presença da RNP (anexo 1).

No caso de São Paulo, existe o Programa Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada (Tidia)⁵⁷, que prevê a criação de uma infra-estrutura de rede exclusivamente dedicada à pesquisa no Estado. No plano nacional, está sendo desenvolvida a RNP2⁵⁸, que provê serviço Internet com facilidades de trânsito nacional e internacional, infra-estrutura com alta largura de banda e suporte a aplicações avançadas.

⁵⁶ Redes nacionais de educação e pesquisa: situação no Brasil e na América Latina (disponível em <http://www.cria.org.br/cgee/documentos/redesALC310505.doc>).

⁵⁷ Programa Tecnologia da Informação no Desenvolvimento da Internet Avançada (disponível em <http://tidia.incubadora.fapesp.br/portal/intro>).

⁵⁸ RNP2 (disponível em <http://www.rnp.br/rnp2/>).

Tanto no âmbito nacional como estadual, um dos maiores desafios é garantir uma infra-estrutura de serviços e aplicações avançadas fim-a-fim, ou seja, entre quaisquer laboratórios, pesquisadores e alunos da rede acadêmica e de pesquisa. Mesmo no Estado de São Paulo, apesar da infra-estrutura excelente, muitas instituições não possuem redes internas adequadas ao uso de aplicações avançadas. Assim, para desenvolver no País uma rede distribuída de dados, será necessário atuar em duas linhas: adequação da infra-estrutura de rede nacional, metropolitana e de *campus*; capacitação de recursos humanos em tecnologia de informação e comunicação.

Em curto prazo, será necessário garantir conectividade a múltiplos Giga bits por segundo (Gbps) para todas as organizações usuárias. A partir deste ano, a RNP iniciará a implantação de uma nova geração do *backbone* nacional, RNPng, prevista para interligar dez Estados (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Distrito Federal, Bahia, Pernambuco e Ceará) numa rede multi-gigabit. Rio de Janeiro, São Paulo, Minas Gerais e Distrito Federal estarão interligados a 10 Gbps e os demais, 2,5 Gbps.

Em complementação, até 2006, serão implantadas redes metropolitanas comunitárias, em fibra óptica, que permitam a interligação persistente de todas as instituições de educação e pesquisa na área metropolitana dos 27 pontos de presença da RNP no País. Essas redes não-comerciais, públicas, mas restritas às instituições que constituem o consórcio metropolitano, poderão garantir a sustentação em longo prazo (superior a vinte anos) da capacidade dos serviços avançados para suas organizações.

Consideramos a RNP e as redes estaduais como parceiros fundamentais para o estabelecimento de uma infra-estrutura de dados de acesso aberto e livre na Internet.

4. Análise dos pontos fortes e fracos, das oportunidades e das ameaças

O desenvolvimento de um sistema de acesso aberto de dados de qualidade sobre a biodiversidade do País tem como desafios:

- inventariar e aumentar substancialmente a base de conhecimento sobre a diversidade biológica em país de megadiversidade, carente de recursos humanos e financeiros;
- disseminar a cultura de compartilhamento de dados e o conhecimento de acesso público e livre;
- integrar pessoas, grupos de pesquisa e instituições dos setores público e privado em redes cooperativas de pesquisa e informação voltadas para a criação de uma infra-estrutura de dados sobre espécies e espécimes comum, de acesso aberto e livre;
- organizar a informação e o conhecimento em bases de dados e sistemas de informação, integrando-as com tecnologia que facilite o acesso ao conhecimento disponível;
- usar a informação obtida no passado e no presente para prever e planejar o futuro;
- garantir a preservação de dados primários por tempo indeterminado para uso no presente e no futuro;
- criar um ambiente legal favorável ao processo de inovação científica e tecnológica, que facilite o acesso e o uso dos componentes da diversidade em bases sustentáveis;
- possibilitar a apropriação do conhecimento sobre a diversidade biológica por tomadores de decisão e responsáveis pelo desenvolvimento e pela harmonização de políticas públicas.

Para definir uma estratégia visando ao desenvolvimento de um sistema integrado de informação sobre biodiversidade no País, é importante ter esses desafios em mente, além de reconhecer os pontos fortes e fracos internos e as oportunidades e ameaças que existem no ambiente externo. A estratégia a ser definida deverá aproveitar as oportunidades, evidenciando os pontos fortes, e superar ou eliminar os pontos fracos, sabendo se precaver contra possíveis ameaças.

1. Pontos fortes

Os pontos fortes podem ser elencados da seguinte maneira:

- uma rede de comunicação (RNP e parceiros, como ANSP e Rede Rio) distribuída por todo o País, ligando as principais instituições de pesquisa e universidades;
- coleções biológicas abrangentes já estabelecidas;
- recursos humanos especializados, tanto em taxonomia e ecologia como em informática;
- a existência de padrões e protocolos que viabilizam a implementação de sistemas distribuídos de dados;
- o envolvimento das sociedades científicas na discussão da implementação de um sistema aberto de disseminação de dados;
- a experiência bem-sucedida do Programa Biota/Fapesp com sistemas distribuídos de dados de acervos de coleções biológicas.

2. Pontos fracos

Os pontos fracos a serem observados são:

- infra-estrutura em informática nas coleções (*hardware, software, rede de comunicação*);
- precariedade de grande parte das redes de *campi* de universidades e centros de pesquisa, carentes de uma rede interna adequada ao uso de aplicações avançadas, sensíveis a retardo e com requisitos de grande largura de banda;
- ausência de equipe capacitada ou de apoio em informática na maioria das coleções;
- lacunas de conhecimento taxonômico e geográfico;
- ausência ou insuficiência de recursos humanos capacitados para trabalhar com determinados grupos taxonômicos;

- dificuldades na contratação de especialistas nas instituições de pesquisa do País;
- impossibilidade de contratar especialistas em projetos apoiados por agências de fomento do Brasil;
- ausência de uma política de disseminação de dados e informações de acesso aberto nas principais agências de ciência e tecnologia do País;
- ausência de uma política interagências para a disseminação de dados e informações de acesso aberto;
- ausência de políticas governamentais para a preservação e a disseminação de dados que já nascem digitais;
- ausência de um sistema de arquivo permanente de dados.

3. Oportunidades

Apesar das dificuldades encontradas, há boas oportunidades, como:

- a megabiodiversidade brasileira;
- a legislação sobre o acesso público a dados e informações ambientais no Brasil;
- a inovação tecnológica em informática, com maior capacidade de armazenamento de dados, maior velocidade na transmissão de dados, quantidade de dados em rede disponíveis, etc.;
- o programa de pesquisa em Internet avançada (Tidia), que prevê a criação de uma infra-estrutura de rede exclusivamente dedicada à pesquisa no Estado de São Paulo;
- a implantação de uma nova geração do *backbone* nacional (RNPng), prevista para interligar dez Estados (Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Distrito Federal, Bahia, Pernambuco, Ceará) numa rede multigigabit;
- o sucesso da implantação de RedCLARA pelo Projeto América Latina Interconectada com Europa (Alice), no âmbito do Programa @LIS;
- os programas da Convenção sobre Diversidade Biológica, como o 2010 Biodiversity Target, o GTI, o IPI e o GSPC;

- as iniciativas internacionais de *open archives* e *data commons*;
- o trabalho colaborativo e cooperativo desenvolvido pelo TDWG;
- os trabalhos desenvolvidos pelo GBIF e os resultados obtidos, tanto do ponto de vista do desenvolvimento de padrões, protocolos e ferramentas quanto do número de registros já disponíveis de acesso livre e aberto;
- o projeto financiado pelo GEF para o desenvolvimento de áreas temáticas da IABIN;
- a existência da Rede Geoma;
- o plano estratégico do MCT (2004-2007), que inclui ações como apoio a redes de inventários, a difusão de conhecimentos científicos e a implementação de sistema integrado de gestão da informação para cooperação internacional;
- a implantação do Instituto Nacional do Semi-Árido e a Rede GigaNordeste (RNP);
- a existência de programas e projetos importantes, geradores de dados e informações sobre espécies e espécimes, como o ProBio, Proantar, PPG7, Revizee.

4. Ameaças

É importante também tomar conhecimento das ameaças inerentes a esse tipo de tecnologia. Entre elas:

- rapidez da inovação tecnológica (obsolescência dos sistemas, dificuldade na recuperação de dados);
- ausência de políticas permanentes de apoio a acervos científicos;
- ausência de políticas coordenadas interagências para a estruturação e a manutenção de uma infra-estrutura de dados sobre espécies e espécimes;
- ausência de políticas de longo prazo para a manutenção de banco de dados e sistemas de informação;

- legislação sobre o acesso a recursos genéticos;
- descontinuidade de programas;
- falta de formação em microinformática nos cursos de biologia e áreas afins;
- ausência de pessoal qualificado para a gestão dos acervos biológicos;
- falta de uma cultura e política de compartilhamento de dados;
- ausência de um plano B (mecanismos para a transferência de acervos, bancos de dados, sistemas de informação e *data archiving*).

Estratégia

Para propor uma estratégia para um programa de modernização de coleções biológicas brasileiras e para a consolidação de sistemas integrados de informação sobre biodiversidade, é fundamental identificar os “atores” do sistema, suas características e responsabilidades. Também é importante a definição de um modelo de gestão e dos produtos desejados, ou metas mensuráveis e elementos da arquitetura com base nas ferramentas hoje disponíveis. Qualquer planejamento estratégico tem de ser dinâmico, adequando-se à evolução tecnológica e à evolução do próprio programa quando implementado.

Na definição da estratégia para o tema “informação”, parte-se do pressuposto de que as coleções científicas têm apoio adequado para novas coletas e para a gestão de seus acervos. Desse modo, serão definidas apenas as ações voltadas para a informatização dos dados dos acervos, o desenvolvimento e a manutenção permanente da rede e a sua gestão.

1. Atores

a. Provedores de dados

Os provedores de dados são:

- coleções biológicas;
- pesquisadores realizando coletas, pesquisa de campo, trabalhos taxonômicos, entre outros;
- pesquisadores de outras áreas responsáveis por dados sobre clima, solo, cobertura vegetal, imagens de satélite, etc.

Para poder compartilhar os dados é necessário:

- seguir determinados padrões de registro de dados e metadados;
- atestar a qualidade e conteúdo dos dados e metadados;

- das coleções biológicas, é ter um plano de gerenciamento de dados em constante evolução e atender aos requisitos do sistema responsável pelo acesso público aos dados;
- permitir o acesso livre e aberto a dados não sensíveis ou confidenciais.

b. *Data custodians* (gestores dos bancos de dados e sistemas de informação)

As características essenciais desse tipo de gestor são:

- ser um parceiro confiável e competente;
- participar do desenvolvimento ou adotar padrões internacionalmente aceitos;
- oferecer apoio ao provedor na implementação de padrões;
- promover ou contribuir para a interoperabilidade e a integração de sistemas;
- zelar pela integridade dos dados;
- respeitar as restrições indicadas pelo provedor de dados, protegendo os direitos de propriedade e confidencialidade e permitindo outras restrições necessárias ou pertinentes;
- implementar sistemas de *back-up*, migração para novas tecnologias, manutenção e todos os aspectos de troca ou mudança de controle do sistema.

Nesse sentido, as características desejáveis (próprias ou realizadas por meio de parcerias especializadas) são:

- estar na ponta do desenvolvimento de bancos de dados e ciência da informação;
- estar capacitado a desenvolver aplicativos úteis para os autores dos dados (como *data cleaning*) e para outras comunidade de usuários (ferramentas de visualização, modelagem, etc.).

c. Usuários

Cabe ao usuário:

- aderir aos padrões adotados com respeito ao crédito, às atribuições da autoria e ao uso dos dados, observando eventuais restrições e limites;

- oferecer *feed-back* aos autores, apontando eventuais erros;
- oferecer *feed-back* aos *data custodians*, apontando erros e demandando novos serviços.

d. Agências financiadoras

As agências financiadoras devem:

- criar mecanismos de depósito ou preservação de dados que já “nascem” digitais;
- criar mecanismos para a digitalização de acervos importantes;
- desenvolver políticas de longo prazo para a manutenção de centros de dados;
- dar suporte à rede de transmissão de dados RNP;
- elaborar políticas claras a respeito dos dados financiados com recursos públicos, quanto ao compartilhamento, à documentação, à disseminação, à preservação ou ao depósito;
- criar uma política interagências para a estruturação, a manutenção e a preservação da infraestrutura de dados sobre espécies e espécimes no País;
- criar e manter infraestrutura pública de *data archiving*, arquivo de dados por tempo indeterminado.

2. Elementos da arquitetura

A meta é estabelecer uma infra-estrutura de dados de acesso livre e aberto, em que o autor ou provedor dos dados tenha total domínio e controle destes. É importante reconhecer que uma infra-estrutura de dados representa o fruto de uma integração de diferentes coleções de dados e de usuários.

a. Provedores de dados

Alguns conceitos são importantes quando são analisados os diferentes elementos que compõem a rede. Para conectar um banco de dados ou instituição diretamente à rede como um servidor de dados, é necessário que o local tenha *hardware*, *software*, conectividade, capacitação e recursos adequados.

As *coleções biológicas* são necessariamente provedores de dados da rede. Pela natureza de suas atividades, devem estruturar bancos de dados ou até sistemas de gestão da informação próprios, mas, dependendo do tamanho e do apoio institucional, podem ou não ter equipe capacitada, equipamento e infra-estrutura de comunicação adequados para manter um sistema "servindo" os seus dados à rede com segurança, 24 horas por dia. Nesse caso, a arquitetura deverá contemplar um sistema com conexão dinâmica às coleções com infra-estrutura e recursos adequados, além de um sistema capaz de receber as coleções de dados controlados pelas instituições sem infra-estrutura e/ou recursos adequados. A figura 1 procura ilustrar tal arquitetura.

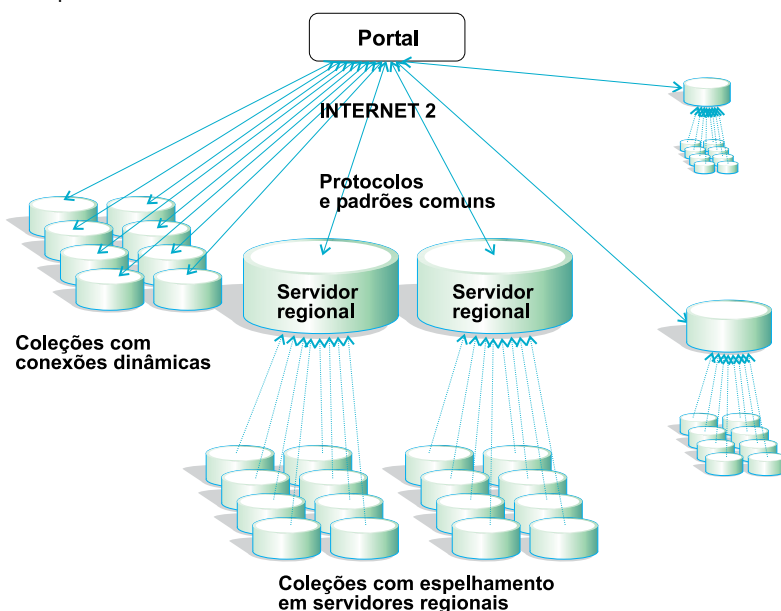


Figura 1. Componente provedor de dados: coleções biológicas

As coleções com conexão dinâmica e os servidores regionais precisam adotar os mesmos padrões e protocolos⁵⁹, além de estar em instituições com competência para manter o sistema no ar e numa excelente conectividade com a Internet. Estrategicamente, seria interessante envolver a RNP como parceira, instalando os servidores regionais nos pontos de presença da rede.

Dados de observação e descrições taxonômicas normalmente são trabalhos de pesquisa individuais ou de grupos de pesquisa. Nesse caso, não se pode exigir de um pesquisador ou até de determinados grupos de pesquisa a responsabilidade pela manutenção de um sistema por tempo indeterminado, acompanhando toda a evolução tecnológica pertinente, além, é claro, de continuar realizando a sua pesquisa. É importante estabelecer parcerias e competências. A manutenção de bancos de dados e sistemas de acesso público a dados não é tarefa para amadores, tem de estar nas mãos de equipe capacitada e que tenha como objeto de atuação a estruturação de sistemas de informação que possibilitem a preservação e a disseminação de dados.

A adoção do conceito *digital data commons* no estabelecimento de um elemento da infraestrutura necessária (NSB, 2005) poderá viabilizar a participação dos provedores que querem disseminar os seus dados mas que não têm, nem querem ter, a infra-estrutura mínima necessária para manter e disseminar seus dados por prazo indeterminado.

Com base no conceito de acesso aberto a dados, denominamos o elemento da rede em que pesquisadores ou grupos de pesquisa possam “depositar” os seus dados como “área de compartilhamento de dados digitais” (*digital data commons space*). O sistema poderá ser desenvolvido com um ou mais servidores, garantindo a infra-estrutura computacional necessária para a preservação, a recuperação e a análise de dados. O conjunto de servidores deverá ter acesso a uma rede de comunicação robusta para acesso global e equipe especializada associada (Figura 2).

⁵⁹ A rede speciesLink atualmente usa o DarwinCore como modelo de dados e o protocolo DiGIR.

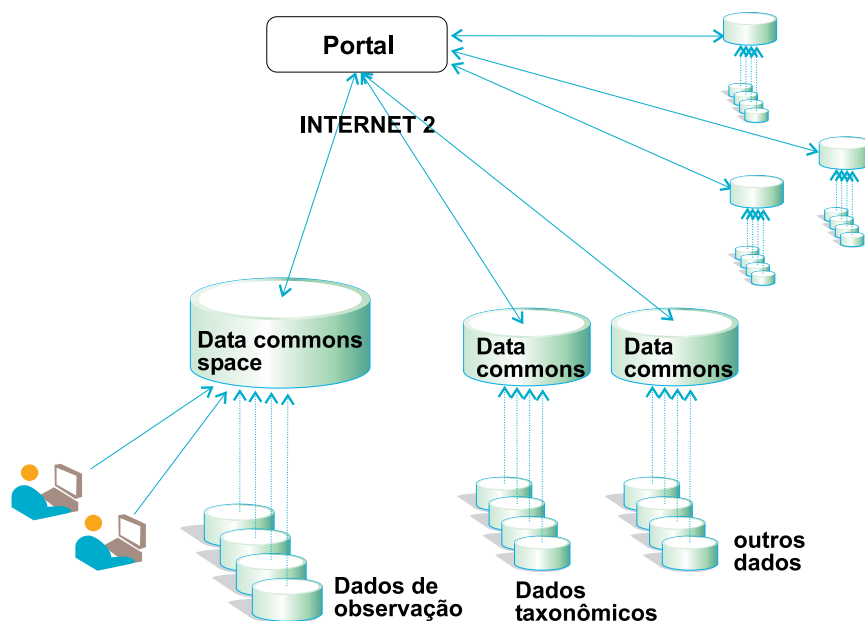


Figura 2. Elemento da arquitetura: *digital data commons space*

Para o desenvolvimento do *digital data commons space*, além das responsabilidades individuais e institucionais, é necessário promover uma ação coletiva e coordenada para garantir que as obrigações legais sejam obedecidas e respeitadas. Essa ação coletiva deverá também ser responsável pela definição, pelo desenvolvimento e pela adoção de padrões e protocolos para viabilizar a interoperabilidade de sistemas. É importante também assegurar que as decisões da comunidade diretamente envolvida com a construção da infra-estrutura de dados considerem as necessidades de comunidades externas ao processo, encorajando, sempre que possível, o seu acesso livre e aberto.

b. Ferramentas

Além das ferramentas necessárias para a integração dos dados, como padrões e protocolos para a interoperabilidade de sistemas, o desenvolvimento contínuo de aplicativos é impor-

tante para melhorar a qualidade, a visualização, a síntese e a análise dos dados.

Ferramentas de *data cleaning* que conseguem identificar registros “suspeitos” (normalmente em relação ao nome ou à coordenada geográfica) são aplicativos essenciais para auxiliar o trabalho de curadoria de uma coleção. Ferramentas de validação taxonômica ou de georreferenciamento são apenas mais dois exemplos de aplicativos que podem melhorar a qualidade dos dados.

Do ponto de vista do usuário, também existe um leque de aplicativos, como visualização espacial dos dados, construção de modelos e cenários futuros. Trata-se de uma atividade permanente cuja dinamicidade depende da competência das equipes de desenvolvedores e da interação entre essas equipes e os provedores de dados e usuários da rede.

É importante que o desenvolvimento seja realizado sempre que possível por meio de sistemas abertos em ambiente colaborativo, como o *SourceForge* ou a Incubadora Virtual mantida pela Fapesp⁶⁰.

c. Sistema de preservação de dados de longo prazo (data archive)

Em 1907, foi instituído o Decreto 1.825 do Poder Legislativo, que dispunha sobre a remessa de obras impressas à Biblioteca Nacional, a Lei do Depósito Legal. O objetivo da lei era assegurar a preservação da memória gráfica brasileira com o depósito de um exemplar do que se publica no Brasil na Biblioteca Nacional. Esse decreto foi revogado e substituído pela Lei 10.994, de 2004, que regulamenta o depósito legal de publicações na Biblioteca Nacional. Também existe uma lei (Lei 8.685, de 1993) que obriga o depósito de obra audiovisual na Cinemateca Brasileira.

Seguindo o mesmo princípio, o de preservar nossa memória científica, seria importante desenvolver uma estratégia para garantir a preservação de importantes bancos de dados por prazo indeterminado.

⁶⁰ Incubadora Virtual (disponível em <http://incubadora.fapesp.br/>).

Como último elemento da rede, portanto, tem-se o conceito de arquivo permanente dos dados por tempo indeterminado. A instituição responsável pela manutenção do sistema terá de acompanhar a evolução da mídia de armazenamento e eventualmente migrar os dados para uma mídia e um *software* mais apropriados. É evidente que não é possível arquivar absolutamente tudo para sempre, então também é importante que se tenha alguma comissão de alto nível, estabelecida pela comunidade científica, que possa contribuir para o estabelecimento de prioridades, garantindo a manutenção permanente de acervos importantes.

Um modelo interessante a ser estudado é o DSpace⁶¹ um sistema de repositório digital desenvolvido pelo MIT Libraries e pela Hewlett-Packard. O programa está disponível gratuitamente como *software* de código aberto (*open source*) e pode ser customizado e estendido.

A arquitetura da rede a ser desenvolvida deverá ser essencialmente distribuída, tanto no que tange aos provedores de dados quanto aos desenvolvedores de aplicativos, que na figura 3 estão esquematizados como “serviços *web*”. O portal também poderá ser múltiplo. O esquema traz um único portal para evidenciar um sistema que consiga agregar todos os dados e sistemas de interesse para a temática biodiversidade. No entanto, se bem desenhado, podem existir inúmeros portais com a mesma estrutura de dados como base, atendendo a diferentes públicos-alvo, como os de educação e o público leigo.

⁶¹ DSpace (disponível em <http://dspace.org/index.html>).

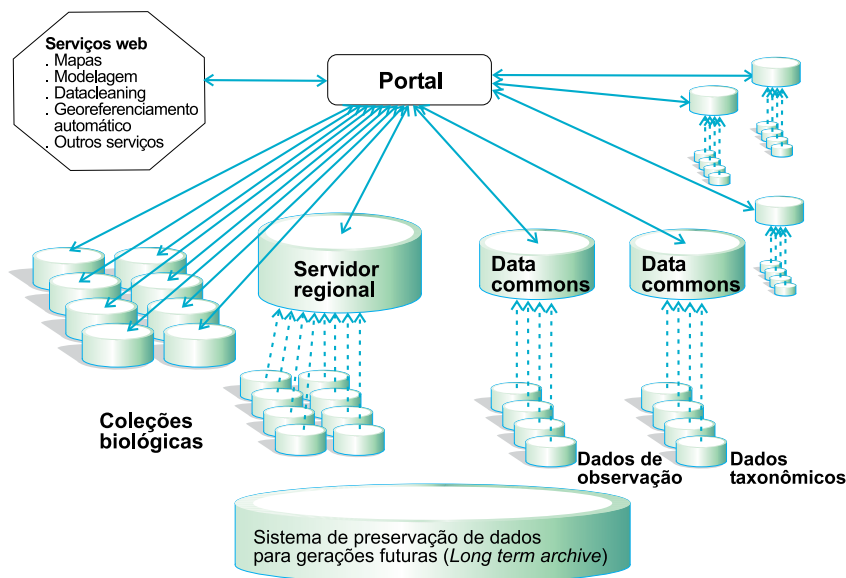


Figura 3. Diagrama do sistema de dados de/para coleções científicas

É importante ressaltar que os “dados” se referem a qualquer tipo de representação da informação em forma digital, como textos, números, imagens, sons e mapas.

3. Gestão

Talvez um dos principais pontos a se discutir e definir seja o modelo de gestão da rede. Uma grande discussão sempre recorrente diz respeito à natureza jurídica da principal instituição gestora, se deve ser pública ou privada de interesse público. Se a opção for pela organização privada de interesse público, a discussão seria sobre a conveniência de ser uma organização social (OS) ou uma organização da sociedade civil de interesse público (Oscip).

Algumas características essenciais em relação à instituição gestora são:

- ter como missão o desenvolvimento e a manutenção de uma infra-estrutura de dados sobre coleções científicas de acesso livre e aberto;
- ser sustentável, com apoio permanente ou de longo prazo garantido;
- ter flexibilidade para poder contratar e demitir mão-de-obra necessária, alterar tecnologias, incluir novas prioridades e manter um plano estratégico dinâmico;
- ter alta capacidade de articulação e estabelecimento de parcerias;
- ter transparência para garantir sua credibilidade;
- contar com equipe altamente especializada.

A opção por uma instituição pública tem como aspecto positivo uma relativa estabilidade financeira com a possibilidade de manutenção em longo prazo. De outro lado, normalmente é uma administração mais “engessada”, com possíveis problemas de contratação e menor facilidade para a articulação e o estabelecimento de parcerias. Outro risco é a suscetibilidade às mudanças políticas com a eleição de novos governos, dificultando a implementação de políticas de longo prazo.

A melhor opção a ser analisada com cuidado é o estabelecimento de parcerias entre o governo e as instituições privadas de interesse público. Uma instituição privada de interesse público tem de:

- ter transparência;
- prestar contas ao Poder Executivo;
- executar as atividades estatutárias.

Essas instituições apresentam maior facilidade para mobilizar recursos, sinergizar iniciativas e promover parcerias em prol de seus objetivos e suas metas. Com objetivos e metas claros, também se torna mais simples desenvolver um planejamento de longo prazo com indicadores claros e mensuráveis.

Não foi analisada a opção de instituição privada com fins lucrativos por entendermos que não se trata de um serviço econômico competitivo e sustentável e, sim, de um fim público.

Como instituição privada de interesse público existem basicamente duas opções: OS e Oscip. O modelo para a OS inclui necessariamente um conselho administrativo com mais de 50% de participação de representantes do poder público e de entidades da sociedade civil. Cabe ao conselho administrativo, aprovar um contrato de gestão que é o instrumento firmado entre o poder público e a OS visando à formação de parceria entre as partes para o fomento e a execução das atividades que a qualificaram perante o Poder Executivo como uma organização social.

Para se qualificar como Oscip, a instituição deverá ter objetivos sociais que atendam a pelo menos uma das finalidades estabelecidas no artigo 3º da Lei 9.790, de 1999, observando os princípios da legalidade, adotando práticas administrativas condizentes e possuindo um conselho fiscal. Não há nenhuma exigência de ter o poder público representado em seus conselhos deliberativos. O instrumento passível de ser firmado entre o poder público e uma Oscip é o termo de parceria, destinado à formação de vínculo de cooperação entre as partes, para o fomento e a execução das atividades de interesse público.

Em ambos os casos, o importante é que a instituição assuma metas e compromissos de realização de atividades específicas por meio de um acordo de gestão ou de um termo de parceria com o poder público. É fundamental que esse acordo de gestão ou termo de parceria garanta um apoio em longo prazo à instituição com avaliações periódicas e apoio permanente ao sistema e dados associados. Se a instituição, seja ela OS ou Oscip, não cumprir os compromissos estabelecidos ou colocar em risco o acesso aberto à infra-estrutura de dados, deverá haver uma cláusula na qual o sistema de informação e o acervo (os dados) sejam transferidos para uma instituição capaz de assegurar a integridade do patrimônio digital e o seu acesso público e aberto.

Além de uma parceria entre o poder público e uma OS ou Oscip para servir de mecanismo facilitador na implementação, na manutenção e no desenvolvimento contínuo de uma infra-estrutura de dados de acesso livre e aberto, a rede terá de envolver a comunidade científica. É importante estabelecer um comitê científico para orientar os trabalhos com relação às prioridades do conteúdo, aos padrões de qualidade e a outras questões técnicas e científicas.

A figura 4 destaca a importância do estabelecimento de parcerias com a RNP (responsável pela rede de comunicação), as coleções biológicas e as instituições de pesquisa, os responsáveis pelo conteúdo e as instituições de informática, parceiras na manutenção de servidores regionais e no desenvolvimento de ferramentas e aplicativos.

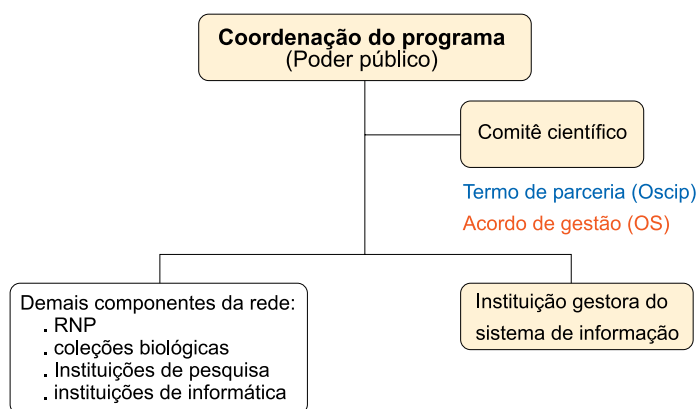


Figura 4. Possível estrutura da rede

Recomenda-se que o modelo de gestão da rede de informação seja objeto de estudo de uma equipe multidisciplinar.

4. Produtos desejados

O programa deverá ter metas ambiciosas, porém factíveis. Em termos de produtos de informação *on-line*, visualizamos os pontos a seguir.

a. O Catálogo da Vida - Brasil

O Catálogo da Vida é uma iniciativa internacional que pretende catalogar todas as formas de vida no planeta de acordo com uma taxonomia-padrão, organizando essas informações num sistema *on-line* de acesso aberto. Em 2001, estimou-se que o planeta tinha 1,75 milhão de espécies conhecidas. O projeto está sendo coordenado pelo Species 2000, pelo ITIS e pelo GBIF, contando com a contribuição de vários pesquisadores.

A última versão do *Checklist* Anual contém informações sobre mais de 527 mil nomes de espécies do mundo, trazendo também os nomes comuns e a distribuição geográfica de algumas espécies (Bisby *et al.*, 2005).

O Brasil pode contribuir muito para essa iniciativa, uma vez que não são muitas as espécies brasileiras incluídas. A existência de um catálogo eletrônico de nomes é fundamental para corrigir erros de digitação, atualizar a nomenclatura e realizar buscas integradas utilizando nomes aceitos, sinônimos e nomes comuns.

b. Rede de dados de espécimes em coleções biológicas do Brasil

O Brasil já possui a base para o desenvolvimento de uma rede nacional de dados dos acervos das coleções científicas do território nacional que é a experiência em São Paulo com a rede *speciesLink*. com o estabelecimento de novas parcerias, a expansão e o desenvolvimento contínuo dessa rede, tanto de coleções como de desenvolvedores, poderão possibilitar a criação de uma rede nacional num curto espaço de tempo.

c. Banco ou rede de dados de observação em campo

Dados de observação em campo necessitam de um tratamento diferenciado. Como muitos desses dados resultam de projetos de curta duração realizados por pesquisadores individuais, grupos de pesquisa ou até organizações não-governamentais e associações de con-

servação, seria importante prover algum sistema para o depósito, a manutenção, a preservação, a recuperação e a disseminação desses dados em escala global. É a idéia do *data commons space*, fornecendo infra-estrutura, tecnologia e mão-de-obra especializada gratuita para pesquisadores que queiram depositar os seus dados para acesso livre e aberto. Em São Paulo, temos a experiência do sistema desenvolvido para o Programa Biota/Fapesp, o Sistema de Informação Ambiental do Biota (SinBiota)⁶².

d. Redes temáticas

Ao mesmo tempo que a existência de sistemas mais abrangentes de dados é importante, também é interessante desenvolver redes temáticas para o aprofundamento na especificidade dos diferentes grupos taxonômicos. No Brasil, há vários grupos organizados em associações científicas que poderiam se articular para desenvolver tais redes. Somente para citar um exemplo, existe a Sociedade Botânica do Brasil, que já possui em sua estrutura as comissões de herbários e da Comissão Flora do Brasil, que eventualmente poderia auxiliar na articulação, na elaboração de uma estratégia e na avaliação dos trabalhos.

e. Centros depositários de dados

Os centros depositários de dados devem se caracterizar como sistemas que aceitem o depósito de dados e garantam a recuperação de acervos digitais.

⁶² Sistema de Informação Ambiental do Biota (disponível em <http://sinbiota.cria.org.br/>).

Linhas de apoio

Acreditamos que seja mais estratégico manter uma ou mais equipes com apoio de longo prazo e avaliações periódicas que atendam às demandas da rede do que estabelecer “equipes por projetos” ou equipes terceirizadas. A idéia seria a prestação de serviços em informática diretamente às coleções que não possuem equipe própria ou em parceria com as equipes locais. Além da equipe do Cria em São Paulo, existem equipes emergentes, como a do INPA no Amazonas, que poderiam ser parceiros estratégicos. O Centro Nordestino de Informação sobre Plantas (CNIP), da Associação Plantas do Nordeste, também poderia constituir uma equipe regional para trabalhar em parceria com o centro gestor, auxiliando na articulação regional e eventualmente no desenvolvimento dos sistemas, desde que dispusesse de uma equipe especializada em informática.

1. Instituição gestora do sistema de informação

Visualizamos uma instituição que tenha como meta a disseminação de dados sobre biodiversidade *on-line* de maneira integrada, aberta e livre. Sua missão seria o desenvolvimento e a manutenção de uma infra-estrutura de dados de acesso aberto na Internet. Para cumprir essa tarefa, caberia à instituição gestora:

- prover às coleções científicas e à comunidade científica os meios para disseminarem seus dados de forma aberta, mantendo a integridade destes, dando total crédito aos autores dos dados e respeitando eventuais restrições impostas pelos autores;
- prover aos usuários dos dados ferramentas para visualização, análise e síntese.

A instituição deverá atuar na área de desenvolvimento de sistemas, padrões e protocolos, ferramentas e aplicativos para os provedores de dados (coleções biológicas e comunidade científica) e para seus usuários, a comunidade científica, os tomadores de decisão e a comunidade de educação.

Recomendamos que a instituição tenha as seguintes linhas de atividade:

- ação junto às coleções científicas (identificação e avaliação de coleções candidatas a participar da rede, articulação com as coleções participantes, treinamento e capacitação, apoio técnico na integração da coleção à rede);
- ação junto à RNP e a seus parceiros (com definição do local e instalação dos servidores regionais);
- pesquisa e desenvolvimento de padrões e protocolos, ferramentas de data cleaning, georreferenciamento de dados, serviços *web* (servidor de mapas, servidor de imagens, etc.), aplicativos (modelagem preditiva, etc.) e novos sistemas, como catálogo de nomes, sistemas de dados de observação (*data commons space*), redes temáticas, etc.; manutenção do sistema, atualização de novas versões de *software*; manutenção da segurança do sistema e da rede, *backup*, estatísticas, etc.; gestão institucional.

2. Rede de comunicação

A RNP oferece como contra partida toda a infra-estrutura física e de manutenção da rede até o ponto de presença local, mas várias instituições têm problemas de infra-estrutura local. Assim, é importante incluir recursos para viabilizar a integração de coleções-chave na rede pela Internet.

3. Sistema de arquivo permanente de dados

Acreditamos que o sistema de arquivo de bancos de dados deverá ser de responsabilidade de uma instituição pública com *status* de “arquivo nacional”, sendo importante incluir na primeira fase do programa um estudo para identificar a instituição mais indicada no País.

4. Projetos especiais

a. Digitalização dos acervos

Cada coleção deverá receber um conjunto básico de equipamentos para viabilizar sua participação na rede. Caberá a cada coleção optar pelo programa de gerenciamento a ser adotado. Para integrar os dados da coleção à rede, os campos deverão ser mapeados para um modelo de dados comum. No caso de *links* estáticos, será instalado o *software* que controla o envio, a atualização e/ou a remoção dos dados do sistema. No caso de *links* dinâmicos, será instalado um *provider*, elemento da rede responsável pela interação com o portal. Os trabalhos serão coordenados pela instituição gestora, em parceria com os provedores de dados.

b. Som e imagem

Além da digitalização dos acervos, é importante trabalhar na recuperação e/ou no desenvolvimento de acervos sonoros com a disseminação de gravações *on-line*. Por “recuperação”, entendem-se a digitalização das gravações em alta fidelidade e o armazenamento em mídia apropriada. O Arquivo Sonoro Neotropical do Laboratório de Bioacústica do Departamento de Zoologia da Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) é o maior banco de sons do Brasil e o quinto maior do mundo, com cerca de 25 mil gravações de mais de mil espécies de aves, centenas de gravações de insetos e primatas, além das gravações de uma coleção de referência de anfíbios. A Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ) e a Universidade Estadual de Londrina (UEL) também possuem bancos de sons com cerca de 5 mil gravações cada um. Os dados poderão ser disponibilizados por meio de instituições parceiras ou pela própria instituição gestora.

c. Digitalização de obras de referência

Existem várias obras, principalmente históricas, que deveriam ser digitalizadas, tanto para reprodução e leitura como para integração em sistemas de informação. O obra *Flora brasiliensis*, de Martius, é apenas um dos inúmeros exemplos.

d. Pesquisa e desenvolvimento

Projetos explorando novas áreas de pesquisa e desenvolvimento em ciência e tecnologia de informação e comunicação deverão ser financiados.

Planejamento para os próximos três anos

Várias ações serão desenvolvidas nas instituições provedoras dos dados, como as coleções biológicas e as instituições de pesquisa responsáveis por inventários e estudos taxonômicos. As estratégias para o levantamento de novos dados e a organização dos dados e acervos já existentes estão sendo apresentadas nos demais documentos temáticos: zoologia, botânica e microbiologia. As ações e os custos aqui propostos se restringem tão-somente ao aspecto da informação, do desenvolvimento e da manutenção de uma rede distribuída de dados sobre espécies e espécimes no País. No entanto, inclui algumas atividades junto aos provedores, para garantir sua integração à rede, além de incentivos (ou *seed money*) para alguns projetos especiais. Esse planejamento pressupõe que importantes programas em andamento, como o Programa de Pesquisa em Biodiversidade da Amazônia (PPBio), Biotafapesp e inúmeros outros, tenham continuidade e contribuam para o sucesso dessa ação, beneficiando-se dos resultados obtidos.

1. Primeiros três anos

a. Ações principais

1. Estudo do modelo de gestão

É importante realizar um estudo mais aprofundado do modelo de gestão de uma rede que será responsável pelo desenvolvimento e pela manutenção da infra-estrutura de dados sobre espécies e espécimes de acesso público e aberto.

2. Estudo de um modelo para o sistema de arquivo permanente de dados (*data archiving*)

O mesmo se aplica a um estudo sobre a melhor alternativa para a implementação de um sistema para o arquivamento de dados em longo prazo.

3. Programa de digitalização de acervos

Essa ação não inclui os recursos necessários para a implementação de um sistema de gestão informatizado nas coleções brasileiras. O objetivo é ter recursos para integrar à rede coleções-chave e coleções pequenas, mas com acervos importantes. Com esses recursos, pode-se dar início a um movimento importante de compartilhamento de dados e conhecimento.

Para cada coleção estão previstos:

- infra-estrutura básica (2 microcomputadores, *no-break*, *software*, o que totaliza cerca de 15 mil reais);
- digitadores (2 bolsistas durante 24 meses, contabilizando aproximadamente 48 mil reais).

4. Infra-estrutura de comunicação e de rede

O princípio básico é utilizar a infra-estrutura de comunicação que está sendo implementada pela RNP e as diversas redes estaduais. No entanto, é necessário alocar recursos para a implementação de servidores regionais, a resolução de possíveis problemas de infra-estrutura nos locais das coleções e a manutenção dos servidores. Serão necessários ainda recursos para:

- estabelecimento dos servidores regionais, que serão instalados nos pontos de presença da RNP, que farão parte da Rede Multigigabit, na nova geração do *backbone* da RNP. O projeto prevê a aquisição e a instalação do equipamento, além do treinamento técnico da equipe local. O custo estimado é de 50 mil reais por *mirror* instalado, e o número de servidores regionais seria correspondente a 3 servidores por ano;
- infra-estrutura de redes, pois o programa deverá reservar uma verba de 200 mil reais por ano para viabilizar a integração de coleções-chave na rede;
- manutenção do sistema (os servidores deverão ser auditados quinzenalmente pela equipe de segurança da RNP, sendo necessária uma verba de 100 mil reais por ano para a execução

desse serviço por profissional especializado) e geração de relatório técnico (que deverá ser encaminhado aos profissionais responsáveis pelo suporte dos servidores e pela atualização dos *softwares*, incluindo o sistema operacional e os aplicativos instalados).

5. Programa induzido para a ampliação da rede de informação para integrar vinte coleções biológicas por ano

Enquanto é estudada a questão do melhor modelo de gestão, identificando as atribuições e as obrigações dos diferentes atores, é importante contratar um projeto que, por um período de três anos, seja responsável:

- pela articulação das coleções;
- pelo apoio *in loco*;
- pela instalação de servidores regionais;
- pela manutenção do portal;
- pelo desenvolvimento da rede (portal, *provider*, *spLinker*, padrões, protocolos);
- pelo desenvolvimento de aplicativos (*data cleaning*, georreferenciamento).

Assim, estima-se um custo anual de 1 milhão de reais.

6. Projetos especiais

É importante ter recursos para o desenvolvimento de projetos especiais, que aumentam a qualidade e a quantidade de dados disponíveis. Alguns exemplos são:

- digitalização de arquivos sonoros;
- catálogo de nomes;
- banco de dados sobre dados de observação (*data commons space*);

- outros projetos especiais (obras de referência, P&D).

Para projetos especiais estima-se um custo anual de 600 mil reais.

b. Custo estimativo

Atividade	Custo (em reais)
Estudo do modelo de gestão	100.000,00
Estudo do sistema de <i>data archiving</i>	100.000,00
Programa de digitalização de acervos (60 coleções, com apoio de 2 anos cada)	3.780.000,00
Infra-estrutura de comunicação e de rede	1.350.000,00
Programa induzido para a ampliação da rede <i>speciesLink</i> para incluir 20 coleções biológicas por ano	3.000.000,00
Projetos especiais	1.800.000,00
Total (3 anos)	10.130.000,00

2. Planejamento de quatro a dez anos

Visando à consolidação das instituições gestoras da rede e garantindo um apoio de longo prazo com avaliações periódicas, estimamos que seja necessário manter uma equipe mínima de 17 pessoas dedicadas à manutenção e ao desenvolvimento contínuo da rede. Indicamos os valores estimativos de salários médios, e os custos anuais incluem encargos e benefícios como assistência médica.

Item de dispêndio	n.	salário médio (em reais)	custo anual (em reais)
Pessoal			
Diretoria	3	8.000,00	576.000,00
Desenvolvimento	5	5.000,00	600.000,00
Suporte	2	5.000,00	240.000,00
Treinamento	3	4.000,00	288.000,00
Apoio técnico	2	3.000,00	144.000,00
Apoio administrativo	3	3.000,00	216.000,00
Total de pessoal	17		2.064.000,00
Despesas de custeio (40%)			1.376.000,00
Total anual de custeio			3.440.000,00
Investimento			344.000,00
Reserva técnica			378.400,00
Total geral			4.162.400,00

O custo mensal do item “Pessoal” está sendo multiplicado por dois para cobrir as despesas com encargos e benefícios.

O apoio a um sistema de arquivamento de dados por longos períodos é mais difícil de estimar por não termos uma instituição como referência. Supondo que o sistema será armazenado em uma instituição pública e que o apoio administrativo será oferecido pela instituição, pode-se apenas estimar o custo do sistema.

Item de Dispêndio	n.	salário médio (em reais)	custo anual (em reais)
Pessoal			
Suporte e desenvolvimento	2	5.000,00	240.000,00
Apoio técnico	2	3.000,00	144.000,00
Total de pessoal	4		384.000,00
Despesas de custeio (40%)			256.000,00
Total anual de custeio			640.000,00
Investimento			128.000,00
Reserva técnica			80.000,00
Total geral			848.000,00

O apoio à integração das coleções à rede deverá ser contínuo. Ao longo do tempo, esse apoio poderá migrar para a digitalização de imagens, sons, DNA *bar coding*, etc. É preciso também apoiar a digitalização de acervos que estão em coleções do exterior e que são importantes para o conhecimento da biodiversidade brasileira. Consideramos que o programa deverá prever uma verba anual de 1 milhão de reais para apoiar a digitalização de acervos.

O apoio a projetos especiais também deverá ter continuidade. Inclui-se nesse tópico o desenvolvimento de novas ferramentas e aplicativos (como modelagem, *clustering*, etc.), e a publicação de novos conteúdos visando atingir outros públicos. A reserva da verba anual de 1 milhão de reais poderá fomentar esse setor.

O custo para dez anos de programa de informação também pode ser estimado.

Ação	Ano										Total (R\$ 1.000)	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Estudo do modelo de gestão	100											100
Estudo do sistema de <i>data archiving</i>	100											100
Programa de digitalização de acervos	1.260	1.260	1.260	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	10.780
Infra-estrutura de comunicação e de rede	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	450	4.500
Programa induzido para a ampliação da rede <i>SpeciesLink</i> incluindo 20 coleções biológicas por ano	1.000	1.000	1.000									3.000
Projetos especiais	600	600	600	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	8.800
Instituição gestora da rede				4.163	4.163	4.163	4.163	4.163	4.163	4.163	4.163	29.141
Instituição responsável pelo <i>data archiving</i>				1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	7.000
Total	3.510	3.310	3.310	7.613	7.613	7.613	7.613	7.613	7.613	7.613	7.613	63.421

Referências bibliográficas

- BIN21 Workshop Proceedings. Clearing-House Mechanism on Biological Diversity: the Role of Special Interest Networks. Apresentado na COP-2, outubro de 1995 (disponível em http://www.bdt.org.br/bin21/wks95/chm_doc.html).
- Biodamaz. Sistema de Información de la Diversidad Biológica y Ambiental de la Amazonía Peruana (Siamazonia). Documento Técnico n. 2, Série Biodamaz-IIAP. Peru, 2001.
- Bisby FA, Ruggiero MA, Wilson KL, Cachuela-Palacio M, Kimani SW, Roskov YR *et al.* (eds.). *Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2005 Annual Checklist*. Reino Unido, 2005.
- Budapest Open Access Initiative (disponível em <http://www.soros.org/openaccess/read.shtml>).
- Canhos VP, Canhos DAL. The BIN21 Experience: International Cooperation and Local Efforts presented at the 3rd Meeting of the Subsidiary Body on Scientific, Technical and Technological Advice (SBSTTA). Montreal, setembro de 1997.
- Canhos DAL, Chapman A, Canhos VP. Study on Data-sharing with Countries of Origin. Relatório preparado para o Global Biodiversity Information Facility (GBIF), Contract Report GBIFS/2003-2004 (disponível em <http://www.gbif.org/News/NEWS1082472796>).
- Canhos VP, Souza S, Canhos DAL. Informática para biodiversidade no Brasil. Relatório “Construindo a Rede Interamericana de Informação sobre Biodiversidade –(Iabin)”. Organização dos Estados Americanos, 2004.
- CGEN. Formulário para solicitação de credenciamento de instituição pública nacional de pesquisa e desenvolvimento como fiel depositária de amostra de componente do patrimônio genético (disponível em <http://www.mma.gov.br/port/cgen/doc/form6.doc>).
- Colli W. A lei de proteção ao patrimônio genético. *Cien Cult* 2003; 55 (3): 44-46 (dis-

ponível em http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252003000300025&lng=en&nrm=iso).

Conabio. Reglamento de la Red Mundial de Información sobre Biodiversidad, junho de 2004 (disponível em <http://www.conabio.gob.mx/REMIB/doctos/reglamento.html>).

Conference of the Parties, decision VI/24. Access and benefit-sharing as related to genetic resources. Bonn Guidelines on Access to Genetic Resources and Fair and Equitable Sharing of the Benefits Arising out of their Utilization, abril de 2002 (disponível em <http://www.biodiv.org/decisions/default.aspx?m=COP-06&id=7198&lg=0>).

Conference of the Parties, decision VI/9. Global Strategy for Plant Conservation, abril de 2002 (disponível em <http://www.biodiv.org/decisions/default.asp?dec=VI/9>).

Conference of the Parties, decision VII/10. Strategy for Plant Conservation, fevereiro de 2004 (disponível em <http://www.biodiv.org/decisions/default.aspx?m=COP-07&id=7747&lg=0>). Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico. Relatório de Gestão Institucional 2003 (disponível em www.cnpq.br/sobrecnpq/informacoesinstitucionais/relatorio_cnpq_2003.pdf).

Dias BFS, Grover S, Canhos VP, Canhos DAL. Roles of the Clearing-House Mechanism in promoting and facilitating the implementation of the Convention on Biological Diversity (disponível em <http://www.bdt.org.br/publicacoes/politica/chm/>).

Onsrud H, Camara G, Campbell J, Sharad N. Public Commons of Geographic Data: Research and Development Challenges. III International Conference on Geographical Information Science (GIScience 2004). Washington, 2004 (disponível em http://www.dpi.inpe.br/gilberto/papers/commons_giscience2004.pdf).

ICSU Priority Area Assessment on Scientific Data and Information, "Scientific Data and

- Information”, dezembro de 2004 (disponível em http://www.icsu.org/Gestion/img/ICSU_DOC_DOWNLOAD/551_DD_FILE_PAA_Data_and_Information.pdf).
- Medida Provisória 2.186, 16/1/2001 (disponível em http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/MPV/2186-16.htm).
- Melo LP, Machado I, Stanton M, Simões N. Redes nacionais de educação e pesquisa: situação no Brasil e na América Latina. Nota Técnica: Projeto Diretrizes e Estratégias para a Modernização de Coleções Biológicas Brasileiras e a Consolidação de Sistemas Integrados de Informações sobre Biodiversidade (disponível em <http://www.cria.org.br/cgee/documentos/redesALC310505.doc>).
- Ministério da Ciência e Tecnologia. Plano Estratégico do MCT (2004-2007), julho de 2004 (disponível em http://www.mct.gov.br/sobre/pdf/plano_estrategico.pdf).
- National Science Board. Draft Report: Long-Lived Digital Data Collections. Enabling Research and Education in the 21st Century, março de 2005 (disponível em http://www.nsf.gov/nsb/meetings/2005/LLDDC_draftreport.pdf).
- Organização de Cooperação e de Desenvolvimento Econômico (OCDE). Building Partnerships for Progress Science, Technology and Innovation for the 21st Century. Meeting of the OECD Committee for Scientific and Technological Policy at Ministerial Level, janeiro de 2004 (disponível em http://www.oecd.org/document/0,2340,en_2649_34487_25998799_1_1_1_1,00.html).
- Santos ASR. Direito à informação na esfera ambiental. *Jus Navigandi* 2000; 46 (disponível em www1.jus.com.br/doutrina/texto.asp?id=1687).

Instituições federais de ensino superior com coleções biológicas e conexão na Internet

Instituição	Sigla	Herbário	Coleção zoológica	Coleção microbiológica	Ponto de presença RNP	
Região Norte (8)						
1	Fundação Universidade Federal do Acre	Ufac	1	1	Hospeda	
2	Fundação Universidade Federal do Amapá	Unifap			Hospeda	
3	Universidade Federal do Amazonas	Ufam	1	1	1	Hospeda
4	Universidade Federal do Pará	Ufra	1	1	Hospeda	
5	Universidade Federal Rural da Amazônia	Ufra			Hospeda	
6	Fundação Universidade Federal de Rondônia	Unir	1		Hospeda	
7	Fundação Universidade Federal de Roraima	UFRR			Hospeda	
8	Universidade Federal de Tocantins	UFT	1		Hospeda	
Total Norte			5	3	1	
Região Nordeste (12)						
9	Fundação Universidade Federal do Vale do São Francisco	Univasf			Ligada ao PoP-PE	
10	Universidade Federal de Alagoas	Ufal	1	1	Ligada ao PoP-AL	
11	Universidade Federal da Bahia	UFBA	1	1	Hospeda	
12	Universidade Federal do Ceará	UFC	1		1	Hospeda
13	Fundação Universidade Federal do Maranhão	Ufma	1		Hospeda	
14	Universidade Federal da Paraíba	UFPB	1	1	Ligada ao PoP-PB	
15	Universidade Federal de Pernambuco	UFPE	1	1	2	Ligada ao PoP-RJ
16	Universidade Federal Rural de Pernambuco	UFRPE	1	1	Ligada ao PoP-PE	
17	Fundação Universidade Federal do Piauí	UFPI	1		Ligada ao PoP-PI	
18	Universidade Federal do Rio Grande do Norte	UFRN	1	1	Hospeda	
19	Fundação Universidade Federal de Sergipe	UFS	1		Hospeda	
20	Universidade Federal de Campina Grande	UFCG			Hospeda	
Total Nordeste			10	6	3	
Região Centro-Oeste (4)						
21	Fundação Universidade de Brasília	UnB	1		1	Ligada ao PoP-DF
22	Universidade Federal de Goiás	UFG	1	1	Hospeda	
23	Fundação Universidade Federal de Mato Grosso	UFMT	1	1	Hospeda	
24	Fundação Universidade Federal de Mato Grosso do Sul	UFMS	1	1	Hospeda	
Total Centro-Oeste			4	3	1	
Região Sudeste (15)						
25	Universidade Federal do Espírito Santo	UFES	1	1	Hospeda	
26	Universidade Federal Fluminense	UFF	1	1	Ligada ao PoP-RJ	
27	Universidade Federal de Juiz de Fora	UFJF	1	1	Ligada ao PoP-MG	
28	Universidade Federal de Lavras	UFLA	1	1	Ligada ao PoP-MG	
29	Universidade Federal de Minas Gerais	UFMG	1	1	Hospeda	
30	Fundação Universidade Federal de Ouro Preto	Ufop	1	1	Ligada ao PoP-MG	
31	Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro	UFRRJ	1	1	Ligada ao PoP-RJ	
32	Fundação Universidade Federal de São Carlos	UFSCar		1	1	Ligada ao PoP-SP

33	Universidade Federal de São Paulo	Unifesp	1	1	Ligada a ANSP	
34	Fundação Universidade Federal de Uberlândia	UFU	1		Ligada ao PoP-MG	
35	Fundação Universidade Federal de Viçosa	UFV	1	1	Ligada ao PoP-MG	
36	Universidade do Rio de Janeiro	Unirio	1	1	Ligada a Rede Rio	
37	Universidade Federal do Rio de Janeiro	UFRJ	1	1	2	Ligada a Rede Rio
38	Universidade Federal de Itajubá	Unifei				Ligada ao PoP-MG
39	Fundação Universidade Federal de São João Del Rei	UFSJ				Ligada ao PoP-MG
Total Sudeste			12	12	3	
Região Sul (6)						
40	Fundação Universidade Federal do Rio Grande	FURG	1	1		Ligada ao PoP-RS
41	Universidade Federal do Rio Grande do Sul	UFRGS	1	1		Hospeda
42	Universidade Federal de Santa Catarina	UFSC	1	1		Hospeda
43	Universidade Federal do Paraná	UFPR	1	1		Hospeda
44	Fundação Universidade Federal de Pelotas	Ufpel	1	1		Ligada ao PoP-RS
45	Universidade Federal de Santa Maria	UFSM	1	1		Ligada ao PoP-RS
Total Sul			6	6	0	
Total geral			37	30	8	

Notas:

- “Hospeda” significa que o ponto de presença estadual da RNP está localizado na instituição;
- “ligada ao PoP-XX” significa que a conexão entre a Instituição Federal de Ensino Superior (Ifes) e o PoP-XX é administrativamente controlada pela RNP;
- “ligada à Rede-XX” significa que a conexão entre a IFES e o PoP-XX é administrativamente controlada por uma rede estadual parceira da RNP.

