

capítulo 19

REPOSITÓRIO DE DADOS DO PROGRAMA DE PESQUISA EM BIODIVERSIDADE: BANCO DE DADOS E METADADOS DO MÓDULO V

Vanessa França Vindica², Janaina da Costa de Noronha¹, Domingos de Jesus Rodrigues^{1,2}

¹Universidade Federal de Mato Grosso; ²Programa de Pesquisa em Biodiversidade – PPBio.

E-mail: v.francavindica@yahoo.com.br

RESUMO

O Repositório de Dados do Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio) é um espaço virtual e de livre acesso, criado para armazenar informações ecológicas e ambientais de diferentes regiões do Brasil, em especial, do Bioma Amazônia. Parte das informações disponíveis no Repositório é oriunda de levantamentos periódicos realizados por pesquisadores no módulo V, localizado no Parque Estadual Cristalino, que compreendem: coordenadas geográficas das parcelas, variáveis ambientais e registros de espécies pertencentes a 17 grupos biológicos. O armazenamento e a disponibilização de tais dados (e seus respectivos metadados) são de extrema importância, pois colaboram com o avanço do conhecimento científico sobre a biodiversidade local, fornecem material para estudos futuros e contribuem para ações de manejo e políticas públicas voltadas à preservação do meio ambiente.

ABSTRACT

The Data Repository of Program for Biodiversity Research (PPBio) is a virtual space and free access created to store ecological and environmental information from different regions of Brazil, especially the Amazon Biome. Part of the information available in the repository is derived from periodic surveys conducted by researchers at the module V, located in the Cristalino State Park, and includes: geographical coordinates of the plots, environmental variables and records of species belonging to 17 biological groups. The storage and the availability of such data (and their metadata) are extremely important because collaborate with the advancement of scientific knowledge about the local biodiversity, provide material for future studies and contribute to public management actions and policies aimed at preserving the environment.

INTRODUÇÃO

O Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio), de abrangência nacional, foi criado pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) em 2004 com o objetivo principal de ampliar e disseminar de forma planejada e coordenada o conhecimento sobre a biodiversidade brasileira por meio da articulação entre as competências nacional e regional. Com o apoio de instituições de ensino e pesquisa, que atuam sob a forma de Núcleos Regionais (NR), as estratégias de ações são definidas em conjunto com os Núcleos Executores (NE) e realizadas de forma descentralizada e autônoma. Três componentes principais estruturadores do PPBio são desenvolvidos tanto pelos NE quanto pelos NR, sendo: Inventários biológicos, Coleções biológicas e Projetos temáticos.

Os inventários consolidam informações provenientes de levantamentos biológicos e são extremamente importantes porque colaboram com o avanço do conhecimento científico sobre a biodiversidade local, ao mesmo tempo que fornecem material para estudos futuros. Entretanto, para que estas informações possam ser utilizadas por pesquisadores de diferentes linhas de pesquisa é preciso que os dados estejam bem documentados e acessíveis aos interessados. Não por acaso, a disponibilização de dados ecológicos em bases públicas e privadas vem se tornando uma tendência mundial. Atualmente, revistas científicas importantes estão tornando a disponibilização dos dados originais da pesquisa parte integrante do processo de publicação. Tal exigência vem ao encontro da necessidade de permitir o acesso aos dados, mas também visa à transparência dos dados obtidos, já que parte das descobertas científicas é invalidada por problemas que envolvem erros e/ou fraudes nas análises e interpretações dos resultados oriundos dos bancos de dados e metadados.

No Brasil, a Lei de Acesso à Informação (Lei 12.527, de 18/11/2011), que vigora desde 2011, rege que toda informação obtida parcial ou totalmente com recursos públicos deverá estar prontamente acessível aos cidadãos (Brasil 2011). No Art. 3º, inciso I, ressalta-se que um dos princípios da administração pública é a “observância da publicidade como preceito geral e do sigilo como exceção”, ou seja, a informação gerada com recursos públicos deve ser pública por natureza e sigilosa apenas em exceções fundamentadas. Assim, sabendo-se que grande parte do avanço científico em nosso país é feito dentro das Universidades e que as pesquisas são majoritariamente financiadas por agências de fomento públicas, como o CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e agências de fomento estaduais, a disponibilização de dados primários deixa de ser uma alternativa e se torna obrigatória podendo, inclusive, seu descumprimento acarretar sanções, como: advertências, exclusões em futuros editais e até mesmo processos por improbidade administrativa.

Portanto, além da responsabilidade jurídica envolvida, a disponibilização de dados em repositórios de livre acesso representa um importante avanço na pesquisa, tanto no Brasil como no mundo, assegurando a validação e ao mesmo tempo a formação de um banco de informações que pode ser utilizado das mais diversas formas e nas mais diversas áreas do conhecimento.

REPOSITÓRIO DE DADOS DO PPBio

As coletas de material biológico e variáveis ambientais realizadas nos módulos de pesquisa permanentes do PPBio seguem um sistema denominado RAPELD (descrito detalhadamente em Magnusson *et al.* 2005), que conta com um desenho amostral capaz de padronizar protocolos e de cobrir uma escala amostral relevante (Costa & Magnusson 2010). Os dados primários que foram gerados a partir das coletas são, posteriormente, documentados, armazenados e disponibilizados em um banco de dados de fácil e livre acesso: o Repositório de Dados do PPBio.

Repositório de dados é um termo usado em tecnologia da informação para se referir a um local central onde um conjunto de dados é mantido de forma organizada, geralmente armazenado em um computador, facilitando sua recuperação local ou remota (Khosrow-Pour 2013). Áreas de pesquisa ligadas à biologia molecular utilizam banco de dados como ferramenta há um bom tempo. Por exemplo, o Protein Data Bank tem servido como repositório único de informações sobre estruturas 3D de proteínas e ácidos nucleicos desde 1971 (wwpdb 2015). Por outro lado, na Ecologia o assunto é relativamente novo e poucos são os repositórios destinados ao armazenamento de informações ecológicas.

Em nosso país, o Programa de Pesquisas Ecológicas de Longa Duração (PELD), criado em 1996, foi pioneiro em armazenar dados padronizados sobre a biodiversidade brasileira (CNPq 2015). No entanto, sua área de cobertura concentrava-se nas regiões sul e sudeste do país. Nesse cenário, o Repositório de Dados surgiu, a partir da criação do PPBio em 2004, como uma proposta para complementar as lacunas geográficas de amostragem, integrar e disseminar mais facilmente os dados ecológicos, contribuindo para o avanço de estudos científicos, ações de manejo e políticas públicas voltadas à preservação do meio ambiente, em especial no Bioma Amazônia.

METADADOS

Para que os dados sejam acessíveis, ou seja, para que possam ser entendidos e utilizados em novas análises por qualquer pessoa, devem sempre vir acompanhados dos metadados. Os metadados são a descrição do conjunto de dados e fornecem informações sobre como, onde, quando e por quem foram coletados, com quais objetivos e o que significam os atributos da tabela de dados. Esta documentação aumenta a longevidade dos dados, pois impede que detalhes relevantes para sua interpretação sejam esquecidos com o passar do tempo, como por exemplo, os procedimentos de coleta, datas e abreviações (Michener 2006).

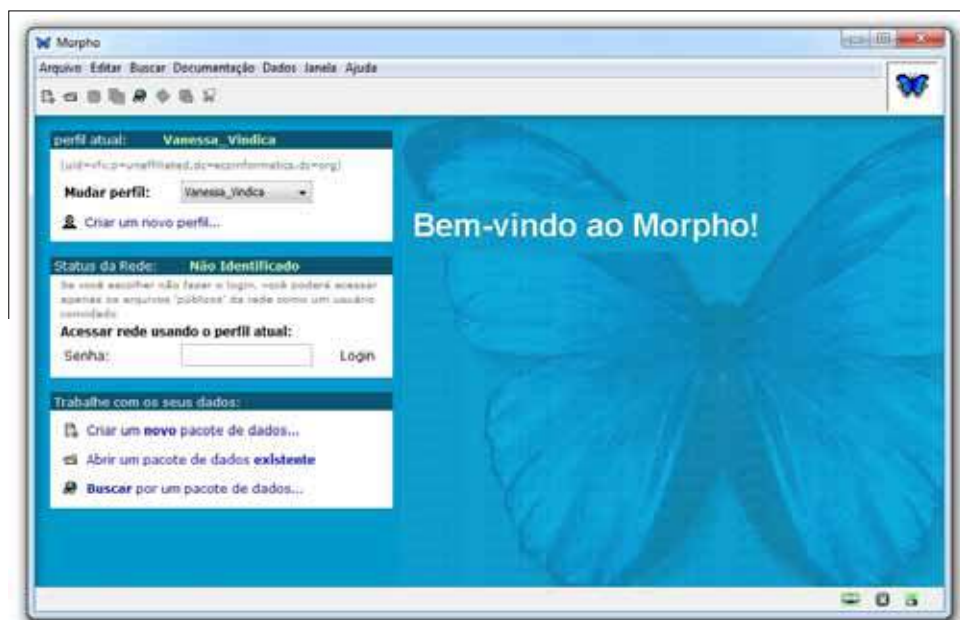
Os metadados e os dados mantidos no Repositório do PPBio estão organizados de acordo com a linguagem padrão EML – Ecological Metadata Language – desenvolvido por um grupo multidisciplinar de profissionais conduzido pela National Center for Ecological Analysis and Synthesis (NCEAS) e Long Term Ecological Research (LTER) (Fegraus *et al.* 2005). O padrão EML é utilizado para padronizar o conjunto de conceitos que são essenciais para descrever dados ecológicos, ao mesmo tempo em que permite que documentos sejam armazenados em XML (eXtensible Markup Language), facilitando o compartilhamento de informações através da internet (Wikipedia 2015).

CONSTRUINDO METADADOS

O *software* Morpho versão 1.10.2 (KNB 2015) é a ferramenta utilizada para criar, editar e gerenciar pacotes de dados no padrão EML. Para facilitar a construção e a busca de informações no Repositório, são feitos, separadamente, para cada grupo biológico, um pacote de dados através da combinação de metadados e planilhas de dados (Um guia de utilização do Morpho está disponível em <https://knb.ecoinformatics.org/#tools/morpho>).

O Morpho possui uma seção para documentação com campos para os seguintes itens: título e resumo, palavras-chave, proprietários dos dados, contato para informações, partes associadas, projeto de pesquisa, direitos de uso, cobertura geográfica, cobertura temporal, cobertura taxonômica, métodos e informações sobre acesso. Apenas o título e as informações sobre as pessoas responsáveis pelos dados são de preenchimento obrigatório. Não existe uma resposta clara quando se questiona qual a quantidade suficiente de metadados. Em geral, assume-se que “mais é melhor”, porque a omissão de detalhes no início pode levar a problemas mais tarde e, no pior caso, pode tornar os dados inutilizáveis (Fegraus *et al.* 2005). Dessa forma, pensando na qualidade dos dados que serão disponibilizados, todos os campos disponíveis no *software* devem ser preenchidos. Os campos são autoexplicativos, de preenchimento rápido e fácil.

IMPORTANDO DADOS



Tela inicial do *software* Morpho versão 1.10.2.

Concluído a primeira etapa de criação dos metadados, o segundo passo consiste em adicionar ao pacote as tabelas de dados primários. O Repositório de Dados do PPBio requer que as

tabelas contenham alguns atributos importantes para a comparação de dados dentro e entre diferentes sítios amostrais. Assim, todas as tabelas devem conter colunas especificando o sítio, módulo, trilha e parcela onde os dados foram coletados. Além disso, as tabelas devem ser organizadas de tal forma que permitam a realização de análises estatísticas, ou seja, cada coluna deve conter apenas o mesmo tipo de dado e não é permitida a presença de células mescladas, coloridas ou vazias, como exemplificado na Tabela 1.

TABELA 1 - Exemplo de uma planilha de anfíbios pronta para importação no banco de dados.

SITIO	MODULO	TRILHA	PARCELA	DATA	ESPECIE	ABUNDANCIA
SINOP	Cristalino	LO1	LO1_0000	13/06/2012	<i>Osteocephalus leprieurii</i>	5
SINOP	Cristalino	LO1	LO1_0000	05/09/2014	<i>Hypsiboas fasciatus</i>	1
SINOP	Cristalino	LO1	LO1_1000	13/06/2012	<i>Osteocephalus leprieurii</i>	3
SINOP	Cristalino	LO1	LO1_1000	13/06/2012	<i>Allophryne ruthveni</i>	1
SINOP	Cristalino	LO1	LO1_2000	13/06/2012	<i>Osteocephalus leprieurii</i>	3
SINOP	Cristalino	LO1	LO1_2000	05/09/2014	<i>Leptodactylus paraensis</i>	1
SINOP	Cristalino	LO1	LO1_3000	06/09/2014	<i>Osteocephalus leprieurii</i>	4
SINOP	Cristalino	LO1	LO1_3000	06/09/2014	<i>Hypsiboas calcaratus</i>	1
SINOP	Cristalino	LO1	LO1_3000	06/09/2014	<i>Osteocephalus taurinus</i>	3
SINOP	Cristalino	LO1	LO1_3000	06/09/2014	<i>Pristimantis</i> sp.	2

A tabela pronta é importada de forma automática para o pacote de dados do Morpho como um arquivo no formato “.txt” – texto separado por tabulações. Após esse procedimento, cada um dos atributos é descrito de forma a facilitar a compreensão das informações contidas na tabela. A descrição inclui nome, definição, categoria, unidades de medida, definição de abreviações e quaisquer outras informações relevantes (Tabela 2).

TABELA 2 - Exemplo de descrição dos atributos da Tabela 1.

NOME DO ATRIBUTO	DEFINIÇÃO
sítio	Local de coleta do estudo
módulo	Nome do módulo onde as coletas foram realizadas
trilha	Nome da trilha especificado de acordo com o código adotado pelo PPBio
parcela	Nome da parcela especificado de acordo com o código adotado pelo PPBio
data	Data em que a amostragem foi realizada no formato DD/MM/YYYY

» CONTINUA

» CONT. TABELA 2

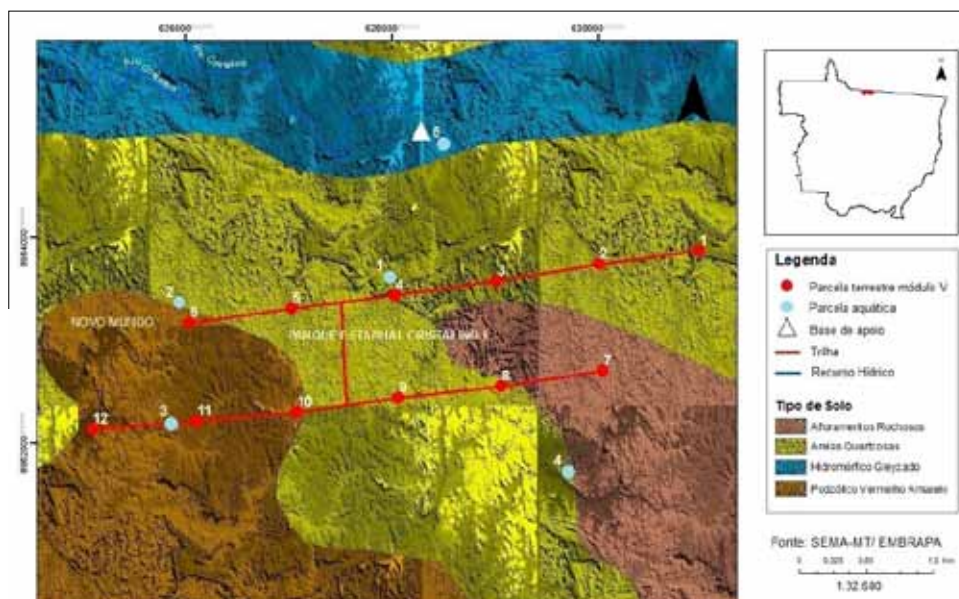
TABELA 2 - Exemplo de descrição dos atributos da Tabela 1.

NOME DO ATRIBUTO	DEFINIÇÃO
espécie	Nome científico das espécies coletadas
abundância	Número de indivíduos das espécies coletadas

O MÓDULO V

O Núcleo Regional de Sinop é composto por professores da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT) e conta com a parceria de outras instituições do Estado, como a Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT). O NR de Sinop tem realizado levantamentos periódicos em cinco módulos PPBio localizados na Amazônia Meridional, entre eles o módulo V que está localizado no interior do Parque Estadual Cristalino (PEC). Tal módulo foi implantado no final de 2012 com o objetivo de inventariar a biodiversidade amazônica e impulsionar estudos ecológicos na região. E, desde então, tanto dados ambientais quanto dados biológicos, que estão sendo coletados e/ou mensurados por pesquisadores e seus alunos, hoje compõem parte das informações disponíveis no Repositório de Dados do Programa.

O módulo V possui 5 km² de área e 12 parcelas terrestres permanentes de 40x250 m distribuídas em duas trilhas paralelas. As parcelas estão espaçadas em 1 km, seguem a curva de nível do terreno e foram projetadas para atender aos requisitos de amostragem dos diferentes grupos taxonômicos da fauna e flora. Como complementação ao sistema modular, o PEC também conta



Mapa da localização geográfica do módulo V e das cinco parcelas aquáticas. Organizado por Celso de Arruda Souza (SEMA/MT) e modificado por Vanessa França Vindica.

com cinco parcelas aquáticas que foram instaladas para inventariar e estudar a distribuição de grupos aquáticos, tais como: peixes e insetos aquáticos (informações detalhadas sobre o sistema modular de amostragem no site: ppbio.inpa.gov.br).

BANCO DE DADOS DO MÓDULO V

Estão armazenados no Repositório do PPBio os metadados e dados coletados nas 12 parcelas do módulo V. Esses dados compreendem as coordenadas geográficas das parcelas, variáveis ambientais importantes para estudos ecológicos – declividade do terreno, volume de serapilheira, abertura do dossel, físico-química do solo, altitude e estrutura da vegetação – e registros de espécies pertencentes a 17 grupos biológicos: fungos decompositores, macrofungos (Basidiomycota), composição florística, lianas, artrópodes de solo (classes Diplopoda, Hexapoda, Chilopoda, Arachnida, Malacostraca e Symphyla), ácaros, insetos (abelhas da tribo Euglossini, coleópteras da família Scarabaeidae, formigas e insetos aquáticos), peixes, anuros, répteis, aves, pequenos mamíferos e grandes mamíferos (Tabela 3). Além dos dados coletados dentro das parcelas permanentes do módulo, estão listados na Tabela 3 registros obtidos nas parcelas aquáticas fora do módulo e em outros pontos dentro do Parque Estadual Cristalino.

TABELA 3 - Lista dos dados ambientais e biológicos coletados no módulo V do Parque Estadual Cristalino, MT. Legenda: PP = parcelas permanentes; PA = parcelas aquáticas; OP = outros pontos; Id = identificação.

DADOS AMBIENTAIS/ GRUPOS BIOLÓGICOS	Nº DE SP/ MORFOTIPOS	LOCAL DE COLETA	ANO DE COLETA
Coordenadas geográficas	-	PP	2013
Declividade do terreno	-	PP	2013
Volume de serapilheira	-	PP	2013
Abertura do dossel	-	PP	2013
Altitude	-	PP	2013
Físico-química do solo	-	PP	2013
Estrutura da vegetação	-	PP	2012 - 2013
Fungos decompositores	35	PP	2013 - 2014
Macrofungos (Basidiomycota)	44	PP	2015
Composição florística	Id em andamento	PP	2012 - 2014
Lianas	106	PP	2012 - 2014
Artrópodes de solo	69	PP	2012 - 2013
Ácaros	26	PP	2013 - 2014
Insetos capturados com armadilha luminosa	Id em andamento	PP	2013 - 2014
Abelhas (Euglossini)	34	PP	2013 - 2014
Coleópteras (Scarabaeidae)	53	PP	2013
Formigas	206	PP	2012 - 2013
Insetos aquáticos	22	PA	2012 - 2013

» CONTINUA

» CONT. TABELA 3

TABELA 3 - Lista dos dados ambientais e biológicos coletados no módulo V do PEC, MT. Legenda: PP = parcelas permanentes; PA = parcelas aquáticas; OP = outros pontos; Id = identificação.

DADOS AMBIENTAIS/ GRUPOS BIOLÓGICOS	Nº DE SP/ MORFOTIPOS	LOCAL DE COLETA	ANO DE COLETA
Peixes	29	PA	2013
Anuros	42	PP / OP	2012 - 2015
Répteis	32	PP / OP	2012 - 2015
Aves	187	PP / OP	2013 - 2014
Pequenos mamíferos	7	PP	2013
Grandes mamíferos	38	PP / OP	2013 - 2014

COMO ACESSAR O BANCO DE DADOS

As informações coletadas no módulo V, bem como nos demais módulos pertencentes ao PPBio, são facilmente acessadas pelo site ppbio.inpa.gov.br na seção destinada ao Repositório de Dados. A busca por um conjunto de dados de interesse pode ser feita preenchendo o campo de busca com uma palavra ou texto específico. Em seguida, basta escolher um pacote de dados e clicar em “Abrir”. Os metadados estarão disponíveis para visualização e as tabelas de dados em “.txt” disponíveis para *download*.

The screenshot shows the PPBio website interface. At the top, there is a banner with the PPBio logo and the text 'Programa de Pesquisa em Biodiversidade'. Below the banner, there are navigation links for 'Página do PPBio' and 'Repositório de Dados'. The main content area displays the following information:

Data Set Citation:
When using this data, please cite the data package:
de Jesus Rodrigues D and da Costa de Noronha J.
Anurofauna noturna do Módulo do Cristalino, Mato Grosso Brasil, Sítio PPBio Sinop
Inlandias:103.3 (<http://ppbio.inpa.gov.br/knb/metacat/Inlandias.103.3/ppbio/>)

General Information:

Title: Anurofauna noturna do Módulo do Cristalino, Mato Grosso Brasil, Sítio PPBio Sinop
Identifier: Inlandias.103.3
Abstract: Foram realizadas duas amostragens noturnas de anfibios anuros, em cada uma foram percorridas 12 parcelas de 250 m, distribuídas em uma área de 5 km² em uma área do Parque Estadual do Cristalino, município de Novo Mundo, Mato Grosso. Utilizamos os métodos de busca auditiva/visual, simultaneamente, para a identificação da anurofauna local.

Keywords:

- Anurofauna
- Parque Estadual do Cristalino
- inventário faunístico
- Amazônia
- unidades de conservação
- PPBio

Data Table, Image, and Other Data Details:

Metadata download: Ecological Metadata Language (EML) File
Data Table: [Inlandias_anuros.txt](#) | [View Metadata](#) | [Download File](#) | [x](#)
Data Table: [Anurofauna_Cristalino.txt](#) | [View Metadata](#) | [Download File](#) | [x](#)

Parte dos metadados da coleta de anurofauna noturna no módulo V do Parque Estadual Cristalino tal como disponibilizada no Repositório de Dados do PPBio, acessível em ppbio.inpa.gov.br.

A utilização dos dados está sujeita à autorização prévia dos responsáveis e devem ser creditadas em qualquer publicação que os utilizem. No site é possível consultar a política de dados do PPBio e as instruções sobre como citar o Repositório.

AVANÇOS E DESAFIOS NA DISPONIBILIZAÇÃO DE DADOS

A documentação de metadados e dados em bases públicas de acesso livre representa um avanço importante no compartilhamento de dados ecológicos. Pesquisadores brasileiros têm se dado conta de que compartilhar dados científicos oriundos de diferentes regiões geográficas e áreas distintas do conhecimento melhora modelos e previsões e contribui para o progresso das pesquisas ecológicas. Além disso, as mesmas informações podem ser reutilizadas com outros objetivos, o que para as agências de fomento é vantajoso, pois permite gerar mais conhecimento a partir de um mesmo investimento (Marques 2014).

Como reflexo do reconhecimento da importância de se disponibilizar dados sobre a biodiversidade brasileira, nos últimos cinco anos, o número de dados publicados no Repositório do PPBio tem aumentado rapidamente. O NR de Sinop vem contribuindo com informações importantes sobre a fauna e flora da Amazônia Meridional ao mesmo tempo que possibilita comparações futuras com várias outras localidades da Amazônia. Na esfera nacional, o Governo Brasileiro, por meio do MCTI – com suporte técnico do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) e apoio financeiro do Fundo Global para o Meio Ambiente (GEF) – iniciou em 2011 a implementação do projeto “Gerenciamento e uso de informações para ampliar a capacidade brasileira em conservar e utilizar a biodiversidade”, criando o SiBBR. O SiBBR é uma plataforma online desenvolvida com o objetivo de estimular e facilitar a publicação, integração, acesso e uso da informação sobre a biodiversidade brasileira, subsidiando pesquisas e apoiando o processo de formulação de políticas públicas e tomada de decisões associadas à conservação e uso sustentável (<http://www.sibbr.gov.br>).

É evidente o empenho da comunidade científica e do Poder Público no que diz respeito à disponibilização e compartilhamento de dados, entretanto ainda existem desafios a serem enfrentados. Talvez o principal deles seja o gerenciamento dos bancos de dados. Há uma escassez de profissionais de tecnologia da informação trabalhando em conjunto com pesquisadores das ciências ambientais e biológicas e, poucos são os investimentos em recursos humanos destinados exclusivamente à organização e atualização dos repositórios de dados. Questões desta natureza devem ser solucionadas, pois a geração de dados e o acesso às informações devem caminhar lado a lado. A atualização dos repositórios de dados permite que o conhecimento sobre a biodiversidade seja utilizado de forma rápida e eficaz tanto no desenvolvimento de pesquisas quanto em ações diretas em prol do meio ambiente.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao CNPq pelo suporte financeiro através do projeto intitulado “Conhecimento da biodiversidade na Amazônia Meridional: informações integradas para subsidiar planos de conservação e o uso sustentável” (proc. nº 457466/2012-0) e pela bolsa DTI-B concedida à VFV (proc. nº 384606/2014-8), à Secretaria de Estado de Meio Ambiente por permitir os estudos na área do PEC e à UFMT pelo suporte logístico. Agradecemos, também, ao Edson Grandisoli por nos ceder a imagem, de sua autoria, que ilustra o início deste capítulo.

REFERÊNCIAS

- Brasil. 2011. Lei nº 12.527, de 18 de novembro de 2011. In: *Diário Oficial da República Federativa do Brasil*. Brasília, DF.
- Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq. 2015. Disponível em: <http://www.cnpq.br/web/guest/apresentacao7>. Acesso: 10/04/2015
- Costa, F.R.C.; Magnusson, W.E. 2010. The need for large-scale, integrated studies of biodiversity – the experience of the Program for Biodiversity Research in Brazilian Amazonia. *Natureza & Conservação*, 8 (1): 3-12.
- Fegraus, E.H.; Andelman, S.; Jones, M.B.; Schildhauer, M. 2005. Maximizing the value of ecological data with structured metadata: An introduction to ecological metadata language (EML) and principles for metadata creation. *Bulletin of the Ecological Society of America*, 86:158-168.
- Henshaw, D. L.; Spycher, G.; Remillard, S. M. 2002. Transition from a Legacy Databank to an Integrated Ecological Information System. In: Callaos, N.; Porter, J.; Rische, N. (Ed.). *The 6th world multiconference on systemics cybernetics and informatics*. International Institute of Informatics and Systemics, Orlando, FL, p. 373-378.
- Magnusson, W.E.; Lima, A.P.; Luizão, R.; Luizão, F.; Costa, F.R.C.; Castilho, C.V. de; Kinupp, V.F. 2005. RAPELD: A modification of the gentry method for biodiversity surveys in long-term ecological research sites. *Biota Neotropica*, 5: 1-6.
- Marques, F. 2014. Ciência transparente. *Revista Pesquisa Fapesp*, 218: 54:58.
- Michener, W.K. 2006. Meta-information concepts for ecological data management. *Ecological Informatics*, 1: 3-7.
- Khosrow-Pour, M. 2013. *Dictionary of information science and technology*. 2nd ed. IGI Global, Hershey, PA.
- KNB – Knowledge Network for Biocomplexity. 2005 (<https://knb.ecoinformatics.org>). Acessado em 01/04/2015.
- Wikipedia: A enciclopédia livre. 2015 (<http://pt.wikipedia.org/wiki/XML>). Acessado em 01/04/2015.
- WWPDB – World Wide Protein Data Bank. 2015 (<http://www.wwpdb.org/>). Acessado em 31/03/2015.